



UvA-DARE (Digital Academic Repository)

Vast in het spoor van Darwin : biografie van Hugo de Vries

Zevenhuizen, E.J.A.

Publication date

2008

Document Version

Final published version

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Zevenhuizen, E. J. A. (2008). *Vast in het spoor van Darwin : biografie van Hugo de Vries*.

General rights

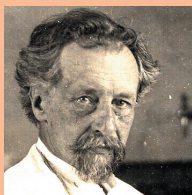
It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.



ERIK ZEVENHUIZEN
VAST IN HET SPOOR VAN
DARWIN



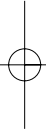
*Biografie van
Hugo de Vries*

ATLAS

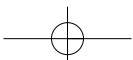


VAST IN HET SPOOR VAN DARWIN

1



2





*Who are you really, and what were you before?
What did you do, and what did you think, huh?*

Rick Blaine

Deze uitgave kwam mede tot stand dankzij financiële bijdragen van de Stichting Hugo de Vries Fonds te Amsterdam en de Stichting Pieter Zeeman Fonds te Amsterdam.

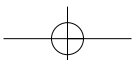
Dit proefschrift verschijnt tevens als handelseditie, uitgegeven door uitgeverij Atlas:

ISBN 978 90 450 1289 6

NUR 320

Omslagontwerp: J. Tapperwijn

© 2008 E.J.A. Zevenhuizen



Vast in het spoor van Darwin

Biografie van Hugo de Vries

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

ter verkrijging van de graad van doctor
aan de Universiteit van Amsterdam
op gezag van de Rector Magnificus
prof. dr. D.C. van den Boom
ten overstaan van een door het college van promoties
ingestelde commissie,
in het openbaar te verdedigen in de Agnietenkapel
op vrijdag 5 september 2008, te 10.00 uur

door

Erik Johannes Anne Zevenhuizen

geboren te Heemskerk



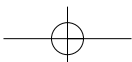
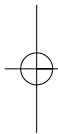
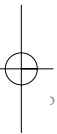
Promotiecommissie:

Promotores: Prof. dr. S.B.J. Menken
Prof. dr. P. de Rooij

Co-promotor: Dr. M.J. Coesel-Wouda

Overige leden: Prof. dr. H. van den Ende
Prof. dr. A.J. Kox
Prof. dr. W. Otterspeer
Prof. dr. L.T.G. Theunissen
Dr. F. Bouman
Dr. P.J. Knegtmans

Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica



Inhoud

Inleiding – Een nieuwe biografie voor een oude botanicus 7

1. Op jacht naar soorten – 1848-1866 19
2. Fascinatie voor fysiologie – 1866-1871 41
3. Tussen Nederland en Duitsland – 1871-1877 82
4. Groeiend in groeionderzoek – 1877-1885 122
5. Theoretische en experimentele pangenesis – 1886-1900 197
6. De sprongen van de teunisbloem – 1900-1935 313

Epiloog – In het spoor van Hugo de Vries 514

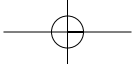
Noten 521

Bronnen 618

Samenvatting 659

Summary 669

Dankwoord 678



Bij de ontvangst van een recent portret van professor De Vries

Toen ik hem uit eerbied bezocht,
Zag ik de Nederlandse professor De Vries,
Met zijn lokken witte haren,
En zijn diepgegroefde voorhoofd.

In het heldere daglicht bewonder ik hem,
Om het grote karakter dat zijn portret vertoont,
En in de duisternis van de nacht,
Kan ik deze geleerde nauwelijks vergeten.

Hoewel hij nu meer dan tachtig jaren oud is,
Werkt hij nog steeds op zijn gekozen terrein,
Met heel zijn hart en wilskracht,
Nog steeds goed en gezond.

Zonder hulp van een helper,
Gaat hij alleen verder met werken,
Intens van ochtend tot avond,
In zijn huis op het platteland.

Alle wetenschappers van de wereld,
Becommentariëren zijn theorieën,
Maar hij bekijkt rustig de gang van hun ideeën,
In zijn Nederlandse dorp.

Ik, ik nam de teunisbloem,
Als onderwerp voor mijn proefschrift,
Sindsdien heb ik deze meester,
In hoge eer en bewondering.

Yosito Sinotô

Inleiding

Een nieuwe biografie voor een oude botanicus

Het is 19 maart 1933. Terwijl hij op het stationnetje van Lunteren op de trein wacht overdenkt Yosito Sinotô de gebeurtenissen van de afgelopen uren. In zijn hand houdt hij het portret dat hij heeft gekregen van de man die hij zojuist heeft bezocht, de man die drieëndertig jaar eerder met een kort artikel de aandacht had gevestigd op de zogenoemde wetten van Mendel. Het had de geboorte ingeluid van Sinotô's vakgebied, de erfelijkheidsleer. Sinotô pakt een pen en een stukje papier en verwoordt in een reeks verzen, geschreven volgens de traditioneel-Japanse dichtvorm *waka*, de eerbied en bewondering die hij voor de 85 jaar oude geleerde voelt. 'Do Furisu Sensei yori kinei o tamawaru', schrijft hij erboven: 'Bij de ontvangst van een recent portret van professor De Vries'.¹

Hugo de Vries was niet de enige beroemde geleerde die Sinotô, werkzaam aan de universiteit van Tokio, dat voorjaar bezocht. Een paar jaar eerder had hij het plan opgevat om de ontstaansgeschiedenis van de erfelijkheidsleer te boek te stellen. Hij had De Vries al eens geschreven of die een exemplaar van zijn historische artikel zou kunnen sturen zodat hij het, vertaald in het Japans, in het boek kon opnemen.² Om de plaatsen waar de geschiedenis zich had afgespeeld met eigen ogen te aanschouwen en de nog in leven zijnde hoofdrolspelers te spreken, maakte hij nu een rondreis door Europa. De broze maar nog levenslustige De Vries had zijn bijna vijftig jaar jongere Japanse collega hartelijk ontvangen. Hij had hem rondgeleid door zijn laboratorium, zijn proeftuin en zijn kassen waar hij voor de zoveelste keer in zijn leven drukdoende was met het uitplanten van honderden zaailingen van de teunisbloem, al meer dan veertig jaar zijn belangrijkste onderzoeksobject.³

Omgekeerd was Sinotô niet de enige jonge vakgenoot die De Vries in zijn statige villa 'De Boeckhorst', gelegen aan de Lunterse Dorpsstraat, ontving. Bij

tientallen waren ze de afgelopen jaren al gekomen, uit binnen- en buitenland. De Vries genoot van de aandacht: de namen van zijn gasten en de data van hun bezoek hield hij nauwkeurig bij in een van de plak- en aantekenboeken waarin hij sinds enkele jaren krantenknipsels, fragmenten uit zijn onderzoeksdagboeken en andere herinneringen uit zijn wetenschappelijke carrière verzamelde. 'Op lateren leeftijd, als men van zijn herinneringen gaat leven, wordt ijdelheid een der grootste bronnen van genoegen', had hij eens in een van de plakboeken geschreven, zich daarmee voor zichzelf excuserend. Want zojuist had hij zijn eigen belangrijkheid bepaald aan de hand van een artikeltje waarin betoogd werd dat het gewicht van een wetenschapper is af te meten aan het aantal lidmaatschappen van de nationale wetenschappelijke academies van de zeven volkrijkste westerse landen die hij heeft verzameld. De Vries had ze alle zeven in zijn bezit.⁴

Die lidmaatschappen waren slechts het topje van de ijsberg: de verzameling zilveren en gouden prijspenningen die hij had ontvangen was indrukwekkend; elf binnen- en buitenlandse universiteiten en hogescholen hadden hem een eredoctoraat verleend; van tientallen organisaties had hij het erelidmaatschap ontvangen.⁵ Actief als hoogleraar plantkunde aan de Universiteit van Amsterdam of teruggetrokken als emeritus in het rustige Lunteren, het had voor het eerbetoon weinig verschil gemaakt. Vier van zijn eredoctoraten had hij bijvoorbeeld pas na zijn pensionering ontvangen. De viering van zijn tachtigste verjaardag in 1928, tien jaar nadat hij van de academische wereld afscheid had genomen en nog slechts via een aantal zeer gespecialiseerde artikelen van zich had laten horen, was een internationale gebeurtenis geweest. Uit de hele wereld had hij bijna zevenhonderd telegrammen, brieven en briefkaarten ontvangen. Koningin Wilhelmina had hem het Grootkruis in de Orde van Oranje-Nassau toegekend. De universiteit in Tübingen had te zijner ere een 'De Vries-Feier' georganiseerd. Van de *Nieuwe Winschoter Courant* tot de *Limburger Koerier*, van *Tubantia* uit Twente tot *De Nieuwsgier* uit Den Haag, van de katholieke *Maasbode* tot de communistische *De Tribune*, door heel Nederland hadden de kranten zijn naam en zijn portret, zijn levensverhaal en zijn wapenfeiten verspreid. De verschillende redacties hadden zich uitgeput in hun lofprijzingen: 'de wereldvermaarde botanicus', 'de grootmeester der Nederlandsche botanie' en 'de vader der erfelijkheidsleer' was hij genoemd, iemand 'die de eer van zijn land steeds zoo hoog heeft gehouden', 'een man van groote geestesgaven, van schitterende genialiteit en van hooge geleerdheid', en 'een uitnemend geleerde, die ons nader bracht tot de natuur en hare groote mysteries', kortom: 'een figuur waarop ons land trotsch kan zijn'. De buitenlandse pers was niet minder

lovend geweest. 'Er hat, ausser in holländischer, von jung auf auch in deutscher und französischer, später zudem in englischer Sprache publiziert. ... Im Dank für solche Förderung wissenschaftlicher Kulturgemeinschaft werden sich die Forscher aller Nationen einig sein', aldus het Duitse tijdschrift *Protoplasma*. 'Hugo de Vries, who made such brilliant discoveries and far reaching conclusions and who has thrown so much light upon experimental evolution may therefore with all respect be called the successor of Charles Darwin', aldus het Amerikaanse tijdschrift *Evolution*. 'Sein Lebenswerk steht ebenbürtig neben den Leistungen eines Charles Darwin. Es ist zum Fundament geworden, auf dem noch Generationen von Forschern weiterbauen werden', aldus de Oostenrijkse *Tagespost*.⁶

Zoals die laatste twee tijdschriften hadden aangegeven was het vooral vanwege zijn werk op het gebied van de evolutie dat De Vries zo werd gewaardeerd. Zelf hechtte hij daar ook de meeste waarde aan. Het artikel waarmee hij de wetten van Mendel aan de vergetelheid had ontrukkt was slechts onderdeel van het voorspel daartoe geweest. De wetten vormden één van de vele bewijzen voor zijn, aan Darwin ontleende, stelling dat eigenschappen van planten en dieren afzonderlijke eenheden zijn die in alle mogelijke combinaties van ouders op kinderen overerven. Een half jaar na het artikel was hij met écht spectaculair bewijs gekomen: bij de Grote teunisbloem, *Oenothera lamarckiana*, had hij ontdekt dat nieuwe eigenschappen spontaan kunnen ontstaan door een verandering in het erfelijk materiaal, een 'mutatie'. En nieuwe eigenschappen betekenen nieuwe soorten. Wat de teunisbloem liet zien was volgens De Vries algemeen in de natuur: nieuwe soorten ontstaan niet geleidelijk maar met kleine sprongen. Wat Charles Darwin voor vrijwel onmogelijk had gehouden, was Hugo de Vries gelukt: hij had de evolutie betrapt!

Sinotô was een van de laatsten die De Vries bezocht: op 21 mei 1935 overleed de beroemde botanicus, 87 jaar oud. Opnieuw werden zijn persoon en zijn werk door de nationale en internationale pers uitvoerig en in lovende superlatieven beschreven: 'Een groot onderzoeker, een toegewijd docent, een goed burger'; 'Een van de belangrijkste baanbrekers van de erfelijkheidsleer'; 'He was a great pioneer experimenter, opening up important new fields of investigation; he was a vigorous champion of the experimental, as opposed to the speculative, approach to the fundamental problems of heredity and evolution'; 'The genius of Hugo de Vries resulted from the combination of an acute, sagacious and clear-reasoning mind with a power of accurate observation which is rarely equalled'.⁷

Maar met het verdwijnen van zijn persoon verdween goeddeels ook de

roem. Nieuwe onderzoekers gingen verder op de terreinen waarop De Vries zich had begeven. Genetici kwamen tot kennis en inzichten die hun voorgangers zich nog niet in hun wildste fantasieën hadden kunnen voorstellen. Begrippen die door De Vries populair waren gemaakt kregen een geheel andere inhoud. De dragers van de erfelijke eigenschappen, door hem ‘pangenen’ genoemd, werden genen, allelen, DNA, RNA en proteïnen. Veranderingen van het erfelijk materiaal, door hem onderscheiden in ‘progressieve’, ‘retrogressieve’ en ‘degressieve mutaties’, werden punt-, gen-, chromosoom- en geoommutaties. Mutaties bestaan en spelen een prominente rol in het evolutieproces, dat werd onomstotelijk vastgesteld. Maar niet de mutaties die De Vries had gedefinieerd. En zeker niet de mutaties die hij de teunisbloem had toegedacht. Het gedrag van de plant bleek veroorzaakt te worden door zeer uitzonderlijke genetische processen. Die processen zijn het gevolg van een zeldzame reeks mutaties die in het verre verleden hebben plaatsgevonden, maar verdienen zelf de benaming mutaties eigenlijk niet. In boeken over erfelijkheid en evolutie die vanaf de jaren dertig verschenen overheerste dan ook de kritiek, kritiek die in de twintig jaar vóór De Vries’ dood ook al steeds had geklonken maar waarvan nu overduidelijk was dat die terecht was geweest: De Vries had zich vergist door het gedrag van de teunisbloem te bestempelen tot het model waardoor nieuwe soorten ontstaan. Een onjuiste interpretatie van een genetisch verschijnsel had hem geleid tot een onjuiste conclusie over hoe de evolutie verloopt. Als herontdekker van de wetten van Mendel bleef hij zijn roem behouden, maar ook daaraan werd uiteindelijk geknaagd. Een leger onderzoekers, bestaande uit zowel biologen als wetenschapshistorici, rafelde gedurende de jaren zeventig en tachtig de herontdekkingsgeschiedenis tot in het kleinste detail uiteen en presenteerde feit na feit waaruit volgens hen duidelijk bleek dat De Vries onmogelijk de wetten onafhankelijk kan hebben ontdekt, zoals hij had beweerd. Zelfs zou van een herontdekking nauwelijks sprake zijn: De Vries’ interpretatie van de wetten was heel anders dan die van Mendel. En van de moderne interpretatie van de wetten stond die nog veel verder af.⁸

In Nederland bleef De Vries nog lang op een voetstuk staan. Enkele leerlingen vierden zijn honderdste geboortedag in 1948 op bescheiden schaal. Het laboratorium voor bijzondere plantkunde en genetica van de Universiteit van Amsterdam, het laboratorium dat De Vries in 1880 had opgezet en waar hij bijna veertig jaar had gewerkt, kreeg bij die gelegenheid de naam ‘Hugo de Vries Laboratorium’. Leerling en opvolger Theo Stomps schreef in de jaren vijftig en zestig zo nu en dan een lovend artikel over De Vries die hij als zijn

grote leermeester en voorbeeld adoreerde. Leerling en latere opvolger Jacob Heimans was minder idolaat maar ontwikkelde zich in de jaren zestig en zeventig, gedurende zijn emeritaat, toch ook tot een vurig verdediger van De Vries' wetenschappelijke nalatenschap. De verdiensten van De Vries werden volgens hem niet of nauwelijks erkend en gewaardeerd; eerherstel was noodzakelijk. In een aantal voornamelijk Nederlandstalige artikelen probeerde hij onder andere aan te tonen dat De Vries' boek *Intracellulare Pangenesis* uit 1889 als een van de mijlpalen in de ontwikkeling van de genetica beschouwd moet worden en dat De Vries wel degelijk de eer van onafhankelijk herontdekker van de wetten van Mendel toekomt. Veel succes hadden de twee voormalige leerlingen niet. Stomps werd beschouwd als een excentriekeling en niet serieus genomen, terwijl Heimans' artikelen nauwelijks opgemerkt werden.⁹

Het waren ook twee Nederlanders die in de jaren zestig en zeventig een biografie van De Vries schreven: de biologielaar P.H.W.A.M. de Veer en de (als chemicus werkzame) natuurkundige en wetenschapshistoricus P.W. van der Pas, in 1950 naar de Verenigde Staten van Amerika geëmigreerd. De Veer groef niet al te diep, baseerde zich vooral op literatuur en promoveerde op de biografie al na twee jaar onderzoek in 1969.¹⁰ Zijn boek werd door velen echter als onvoldoende en onbevredigend beoordeeld.¹¹ Doordat het in het Nederlands was geschreven bleef zijn biografie in het buitenland onopgemerkt. Van der Pas ging grondig te werk, maakte veel gebruik van primaire bronnen, sprak en correspondeerde met mensen die De Vries persoonlijk hadden gekend en schreef zijn boek in het Engels. Ook hij wilde op zijn biografie promoveren, maar hij kon met zijn beoogde promotores en hun voornaamste adviseur, de eerder genoemde Jacob Heimans, niet tot overeenstemming komen over de tekst. Halverwege de jaren zeventig gaf hij zijn poging op; zijn biografie werd nooit gepubliceerd.¹²

De jonge collega's die in zijn voetsporen traden, zijn leerlingen Stomps en Heimans, zijn biografen De Veer en Van der Pas en voor een deel ook de ontrafelaars van de herontdekkingsgeschiedenis keken vooral met moderne ogen naar De Vries' werk. Zij waren in de eerste plaats geïnteresseerd in zijn prestaties. Welke bijdragen heeft hij aan de moderne biologische kennis geleverd? Welke resultaten van zijn experimenteren en theoretiseren kunnen worden beschouwd als van blijvende waarde voor de wetenschap? Waar was hij 'werkelijk' mee bezig geweest? In hoeverre had hij latere kennis 'voorspeld' of zelfs 'voorvoeld' en in hoeverre heeft hij dus gelijk of ongelijk gehad? Kwamen de nieuwe generaties genetici doorgaans tot een negatief oordeel, ook degenen die hem als historische persoonlijkheid beschouwden¹³, de beide biografen en

Heimans kwamen tot bijna dezelfde jubelende kwalificaties als de journalisten en vakgenoten in de jaren twintig en dertig. ‘Het leven en de werken van deze botanicus heeft op de ontwikkeling van de biologie in haar geheel een ongewoon krachtig stempel gedrukt’, aldus De Veer. ‘If Darwin is given the title “Father of the evolution theory”, De Vries should be given the title “Father of the science of genetics”’, aldus Van der Pas. ‘Bij de stormachtige ontwikkeling die de genetica als wetenschap sedert 1900 heeft doorgemaakt is de pangenenleer [van Hugo de Vries] door alles heen dé betrouwbare leidraad gebleven, al zij het dan onder het pseudoniem genenprincipe’, aldus Heimans.¹⁴

Bert Theunissen, wetenschapshistoricus aan de Universiteit Utrecht, stelde in 1992 dat er andere vragen moesten worden gesteld om een goed begrip van De Vries’ werk te krijgen. Hem blijven bezien vanuit de ontwikkeling van de vakgebieden waarmee hij zich had bezig gehouden, zou een doodlopende weg zijn. Hij pleitte voor een benadering vanuit de wetenschappelijke en maatschappelijke context waarbinnen het werk tot stand kwam. Niet alleen moest de strikt biologische kijk worden verbreed, ook moest de terugblik worden vervangen door de contemporaine blik en de blik op de toekomst: de blik vanuit een ver verleden naar een minder ver verleden. Het was kortom tijd voor een nieuwe biografie. De hoogste tijd zelfs, stelde biologe Marga Coesel in 1993 bij de verdediging van haar proefschrift over leven en werk van Jacob Heimans. In de loop der jaren waren er in publicaties over De Vries namelijk ook allerlei misverstanden en onjuistheden verkondigd waarvan sommige inmiddels als waarheden werden aangenomen.¹⁵

In deze biografie staat, net als in de eerdere biografieën en in de artikelen over de herontdekkingskwesitie, het wetenschappelijke werk van De Vries centraal. Maar of hij, gemeten naar de huidige stand van de wetenschap, goed of fout zat, of hij verstandig of onverstandig deed, of hij al op de goede weg zat of nog op een dwaalspoor, doen niet ter zake. Evenmin wordt een oordeel gegeven of zijn werk nog steeds actueel is of inmiddels achterhaald, of zijn bijdragen aan de ontwikkeling van de biologie nu belangrijk of onbelangrijk zijn geweest, of hij de wetenschap vooruit heeft geholpen of juist heeft opgehouden. Zoals boven al aangegeven zijn de verschillen tussen de inzichten van nu en de ideeën van De Vries enorm. De verschillen zijn zelfs zó groot dat moderne biologische kennis eerder verwarrend dan verhelderend werkt bij het begrijpen van De Vries’ denken en redeneren. Een degressieve mutatie van een door premutatie labiel geworden pangeen, een van de mechanismen die hij bedacht, laat zich niet vertalen in termen van DNA, genen en chromosomen. Elke vergelijking tussen toen en nu gaat, kortom, reeds bij voorbaat mank.

Wat deze biografie dan wél wil laten zien is wie en wat De Vries inspireerden, welke vragen hij zich stelde, welke methoden hij toepaste om die vragen te beantwoorden, welke problemen hij ontmoette, welke oplossingen hij vond als verwachting en resultaat niet met elkaar in overeenstemming waren, en welke nieuwe vragen de verkregen (al dan niet bevredigende) antwoorden bij hem opriepen. Het is een historisch verhaal dat laat zien hoe het denken en doen van een wetenschapper van een eeuw geleden, en veelal zelfs langer, zich ontwikkelde. Dat De Vries enorm hard werkte en herhaaldelijk een flinke intellectuele worsteling moest voeren zal duidelijk worden. Of hij eerbetoon verdient blijft de vraag, respect verdient hij in elk geval wel.

Dit levensverhaal is in drie perioden verdeeld, die elk weer uit twee delen bestaan. De eerste periode beslaat de jaren 1848-1871, de jaren van De Vries' jeugd en opleiding. Als middelbare scholier ontwikkelde hij zich tot een kenner van de Nederlandse flora, als universitair student maakte hij kennis met de nog jonge en zich volop ontwikkelende plantenfysiologie en evolutieleer. Ze maakten beide diepe indruk. De twee vakgebieden vormden De Vries' achtereenvolgende arbeidsterreinen in de andere twee perioden van zijn leven. Van 1871 tot 1885 hield hij zich bezig met onderzoek naar plantengroei, eerst in Duitsland en vanaf 1877 in Nederland. Vanaf het midden van de jaren tachtig tot zijn dood in 1935 bestudeerde hij de overdracht van erfelijke eigenschappen van generatie op generatie en het ontstaan van nieuwe eigenschappen (en dus soorten), aanvankelijk in betrekkelijke anonimiteit, na 1900 als wereldberoemd wetenschapper.

Voor zijn werk op beide vakgebieden liet De Vries zich voornamelijk inspireren door twee autoriteiten: in zijn plantenfysiologische werk door de Duitse hoogleraar Julius Sachs, in zijn genetische en evolutionaire werk door de Engelse natuuronderzoeker Charles Darwin. In beide gevallen was zijn voornaamste doel een theorie van één van hen te onderbouwen met nieuw, op experimentele wijze verkregen bewijsmateriaal: eerst de mechanische groeitheorie van Sachs, later Darwins 'provisional hypothesis of pangenesis', zijn erfelijkheidstheorie. In zijn plantenfysiologische werk ontgroeide De Vries al na enkele jaren zijn inspirator. Om Sachs' theorie te ondersteunen bestudeerde hij vooral de groei van stengels en ranken. Zijn conclusie dat de aantrekkingskracht van water door plantencellen een belangrijke rol speelt in het groeimechanisme bracht hem tot eigen, origineel onderzoek naar de chemische samenstelling van het celvocht, de anatomie van de cel en het functioneren van het protoplasma. Darwin had met zijn plantenfysiologische werk op het verloop van dit onderzoek trouwens al een grote invloed. In zijn geneti-

sche en evolutionaire werk bleef Darwin tot het einde De Vries' grote inspirator. Zocht hij aanvankelijk alleen voor de pangenesis theorie de bewijzen, na enkele jaren werd ook het bewijzen van één aspect van Darwins evolutietheorie belangrijk: de mogelijkheid dat nieuwe soorten sprongsgewijs kunnen ontstaan. De Vries interpreteerde beide theorieën op een eigen wijze. De pangenesis ontdeed hij van in zijn ogen onnodige elementen en bracht hij in overeenstemming met recente inzichten en ontdekkingen. Deze ingrepen waren volgens hem geheel in de geest van Darwin: sommige zou hij zelf hebben uitgevoerd als hij de juiste kennis had gehad, andere zouden Darwins werkelijke bedoelingen naar voren brengen. Wat betreft de evolutietheorie meende De Vries dat Darwin aan het sprongsgewijs ontstaan van nieuwe soorten veel meer, misschien zelfs wel exclusieve, waarde had gehecht dan aan het geleidelijk ontstaan, dit in tegenstelling tot de algemene mening. Dat de pangenesis met het sprongsgewijs ontstaan geheel in overeenstemming was, vormde volgens hem een sterk bewijs daarvoor. Lang niet iedereen deelde die laatste interpretatie, en lang niet iedereen interpreteerde De Vries' bevindingen zoals hij ze zelf interpreteerde. Gevolg was dat hij als zowel darwinist als anti-darwinist werd beschouwd, en in beide kwalificaties zowel werd geprezen als werd aangevallen. Op zoek naar bewijzen voor de pangenesis en de sprongsgewijze evolutie bleek het De Vries dat niet alle waarnemingen met de theorie verklaard konden worden. Feiten door anderen verzameld gooiden ook nog wel eens roet in het eten. Hij zag zich enkele keren genoodzaakt zijn ideeën aan te passen en uit te breiden. Maar noch de pangenesis, noch de sprongsgewijze evolutie gaf hij op waardoor veel voor hem verwarrend en onoplosbaar bleef. Hugo de Vries zat in dubbel opzicht vast in het spoor van Darwin.¹⁶

Zoals bij de bespreking van De Vries' werk zal blijken wisselden in het fysiologische werk vraag en antwoord elkaar af; achter de grote diversiteit die eerdere onderzoekers hebben waargenomen gaat een grote interne samenhang schuil. De diversiteit hangt voor een deel samen met de verschillende wetenschapstheoretische stromingen waar hij in deze periode achtereenvolgens in meeging. Het fysiologische werk liep enkele jaren parallel met het genetische werk. Het tweede beïnvloedde het eerste waardoor het eerste vloeiend overging in het tweede. Selectieproeven en kruisingsproeven waren de twee methoden waarmee De Vries zijn aanvankelijke doel in de tweede periode van zijn carrière, het bewijzen van Darwins pangenesis, probeerde te bereiken. De herontdekking van de wetten van Mendel was één van de resultaten. De Vries bewees het gelijk van Darwin met Mendel. Net zo min als hij tegen Darwin was,

was hij tegen Mendel, zoals wel is beweed. De herontdekking was trouwens een gevolg van een statistische interpretatie van de resultaten van zijn kruisingenproeven, een instrument dat De Vries toepaste omdat hij daar eerder bij zijn selectieproeven goede resultaten mee had geboekt. Erfelijkheid maakte na enkele jaren plaats voor evolutie, en evolutie na enkele jaren weer voor erfelijkheid. Oorzaak voor de eerste koerswijziging was het opmerkelijke gedrag van de teunisbloem bij zelfbestuiving: de spontaan ontstane nieuwe vormen bleven constant en gedroegen zich daarmee als echte soorten. Het bewees Darwins pangenesis, maar was tegelijkertijd zó spectaculair dat het een eigen leven kon leiden als bewijs voor spronggewijze evolutie. Belangrijk voor de koerswijziging was ook het advies dat De Vries kreeg van zijn goede vriend Willem Moll, hoogleraar plantkunde in Groningen, om bij de publicatie van het bewijsmateriaal voor de pangenesis diezelfde pangenesis niet te noemen; de erfelijkheid gaf De Vries daardoor minder aandacht. Oorzaak van de tweede ommezwaai was het gedrag van de teunisbloem bij kruisingen: dat kwam niet met de wetten van Mendel overeen. Met het zoeken van een verklaring voor het gedrag bij kruisbestuiving hoopte De Vries inzicht te krijgen in de oorzaak van het gedrag bij zelfbestuiving. Het onderzoek kreeg zo weer een genetisch karakter. En wellicht betreurdde hij het bij nader inzien ook dat hij de pangenesis had verwaarloosd. Zijn grootste roem kreeg De Vries vanwege zijn evolutionaire onderzoek, maar eigenlijk was dat een tijdelijk bijproduct van zijn genetische onderzoek. Hetzelfde geldt, zoals gezegd, voor de herontdekking van de wetten van Mendel.

Zijn nauwe aansluiting bij Sachs en Darwin, twee algemeen erkende grootheden, verschafte De Vries een zekere status, zijn succes in het ondersteunen van hun opvattingen en zijn eigen, originele werk waarin hij een stap verder ging dan zijn voorgangers brachten hem nationaal en internationaal grote roem. Zijn vele populaire boeken en artikelen, waarin hij niet zelden zijn wetenschappelijke werk besprak, droegen verder bij aan zijn bekendheid, en door zijn opvattingen gecontroleerd via zijn leerlingen te verbreiden, vrienden en volgelingen aan te bevelen voor belangrijke posities en concurrentie uit te schakelen groeide hij uit tot de bekendste en machtigste botanicus van Nederland. Dat zijn roem niet zomaar verdween nadat de theorie van het ontstaan van nieuwe soorten door mutatie en de teunisbloem als bewijs daarvoor in ongenade waren gevallen, is daardoor begrijpelijk.

De belangrijkste bronnen voor deze biografie zijn De Vries' publicaties geweest. Die zijn in ruime mate voorhanden: hij was een productief auteur die doorgaans veel pagina's gebruikte om zijn verhaal te vertellen. Helaas zijn ze

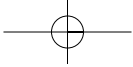
niet altijd duidelijk; soms lijkt De Vries zichzelf tegen te spreken, op verschillende gedachten te hinken en verschillende doelen te hebben. Soms was de materie gewoon zó complex dat hij er zelf geen raad mee wist. Zo bedacht hij enkele belangrijke theoretische begrippen in zijn invloedrijkste boek *Die Mutationstheorie* nog tijdens het schrijven, terwijl eerdere stukken ervan al gedrukt waren. Zijn persoonlijk archief, na zijn dood overgebracht naar de Universiteit van Amsterdam waar het zich nog steeds bevindt en inmiddels geïnventariseerd¹⁷, kon op dit punt nauwelijks helderheid verschaffen. Van zijn plantenfysiologische experimenten zijn alle aantekeningen verdwenen, van zijn genetische en evolutionaire onderzoek vrijwel alle. Zijn kweekexperimenten legde De Vries vanaf 1889 jaarlijks vast in een dik schrift, 'Journaal' genoemd. Daarin beschreef hij één proef op elke rechterpagina, met mogelijkheid tot uitloop op de tegenovergelegen linker pagina.¹⁸ Het lijkt erop dat voor de verwerking van de notities tot publicaties hij de pagina's van zijn Journalen losneede zodat hij de opeenvolgende generaties van zijn proefplanten achter elkaar kon leggen. En dat hij de pagina's waaraan hij geen belang meer hechtte spoedig na gebruik weggooide of bestemde als kladpapier. Alleen voor de jaren 1928-1935 zijn de complete Journalen bewaard gebleven. Van de overige resten slechts enkele losse pagina's en uitgeknipte strookjes. De meeste daten uit de jaren twintig; uit de periode 1889-1900 zijn slechts 34 pagina's overgeleverd, naar schatting niet meer dan 1% van het totale aantal. Daarnaast hield De Vries aantekeningen bij in andere schriften en op losse vellen papier. Ook hiervan is nauwelijks iets bewaard gebleven.¹⁹

Tijdens het onderzoek voor dit boek bleek een deel van De Vries' archief nog bij familieleden aanwezig te zijn. Vooral over zijn jonge jaren leverde dit een schat aan informatie op. Ook de brieven die hij van Darwin ontving waren nog in familiebezit. De brieven van Sachs kwamen niet tevoorschijn en aangenomen moet worden dat die verloren zijn gegaan. Enkele stukken die in de jaren zestig door kinderen van De Vries aan de eerdergenoemde P.W. van der Pas waren geschonken, konden met het archief worden herenigd. Hierbij waren de al vermelde plakboeken die eveneens een rijke bron vormden. Voor een deel gaan zij terug op bronnen die inmiddels zijn verdwenen. Ook de vele brieven die De Vries stuurde aan Bessie Palmer in Los Angeles die hem assisteerde tijdens twee reeksen colleges in Amerika in 1904 en 1906, door Van der Pas in de jaren vijftig van de ondergang gered, kwamen beschikbaar. Zij verschaften veel informatie over zowel zijn wetenschappelijk werk als zijn persoonlijk leven. Eveneens een rijke bron vormde de correspondentie die Van der Pas in de jaren zestig en zeventig voerde met mensen die De Vries gekend

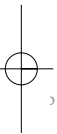
hadden.²⁰ In de archieven van personen en instellingen waarmee De Vries correspondeerde bevinden zich veel brieven van hem en daarvan is dankbaar gebruik gemaakt. Belangrijkste is zonder twijfel het archief van Willem Moll, leraar aan de HBS in Utrecht en vanaf 1890 hoogleraar plantkunde aan de universiteit in Groningen, met wie De Vries van 1872 tot in de jaren twintig uitvoerig correspondeerde. Hij liet Moll veel van zijn manuscripten becomeentariëren en nam de opmerkingen meestal over. Moll heeft beslist grote invloed gehad op De Vries' denken en doen.²¹

Naast De Vries' wetenschappelijke werk komen in dit boek, zoals een biografie betaamt, ook andere kanten van hem aan bod. Ruime aandacht is er voor zijn activiteiten als docent van vele lichten studenten plant- en dierkunde, medicijnen en farmacie; voor zijn pleidooien de wetenschap de leermeester van de praktijk te laten zijn; voor zijn inspanningen de wetenschappelijke plantkunde te verdedigen tegen niet-wetenschappelijke indringers; en voor alle aandacht die hij als beroemdheid kreeg. Het nieuwe bronnenmateriaal leverde daarover veel gegevens.

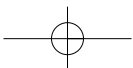
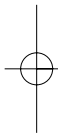
Hugo de Vries heeft het zichzelf, de mensen om hem heen en zijn biograaf niet altijd gemakkelijk gemaakt, zo zal uit de hierna volgende pagina's blijken. De biograaf hoopt dat hij het met dit boek iedereen die interesse heeft in Hugo de Vries wél gemakkelijk heeft gemaakt.



,



,



I

Op jacht naar soorten

1848-1866

‘Lieve mama, Ik heb aan grootma al voor 2 $\frac{1}{2}$ cent aardbeziën en voor 2 cent erwten verkocht. En in den tuin staat de Oostindische kers (lichte en donkere), en de goudsbloemen (ook lichte en donkere) staan al heerlijk in bloei.’¹

De statige Breestraat in Leiden, 5 augustus 1856: Louise Blussé, weduwe van de hoogleraar archeologie, oude geschiedenis en Romeinse oudheden Caspar Reuvens, heeft haar kleinzoon Hugo te logeren. Hij is het oudste kind van haar dochter Marie die getrouwd is met de Haarlemse jurist en provinciebestuurder Gerrit de Vries. Aan zijn moeder schrijft de kleine Hugo over zijn logeerpartijtje, en natuurlijk vertelt hij over wat hij in de tuin ziet: de jongen is dol op bloemen en planten. En dat valt op in een familie met theologen, letterkundigen en juristen.

In Haarlem is de familie De Vries een begrip. Nog maar net drie weken voor Hugo’s logeerpartijtje was de naam van zijn grootvader Abraham op de lippen van iedere stadsbewoner geweest. Gedurende een driedaags feest was hulde gebracht aan de Haarlemse boekdrukker Laurens Jansz. Coster en aan de onderzoekers die hadden aangetoond dat hij en niet Johann Gutenberg uit Mainz de boekdrukkunst had uitgevonden. De 83-jarige Abraham, oud-predikant van de doopsgezinde gemeente en bibliothecaris van de stadsbibliotheek, was de nestor onder de Coster-onderzoekers: al meer dan dertig jaar had hij zich met de prioriteitskwestie beziggehouden. Hoogtepunt van het feest was de onthulling van een standbeeld van Coster op de Grote Markt geweest. Van die gebeurtenis werd een foto gemaakt, nu de oudst bekende foto van Haarlem. Helaas is de opname niet zo gedetailleerd dat daarop een trotse Abraham de Vries is te herkennen, of een trotse kleinzoon Hugo.²

Een geleerde familie

Abraham de Vries³ belangstelling voor de geschiedenis van de boekdrukkunst in het algemeen en voor Coster in het bijzondere was voortgekomen uit zijn passie voor boeken. In zijn statige huis aan het Spaarne (nu no. 57) had hij een enorme collectie bijeengebracht met boeken over theologie, geschiedenis en kunst, maar vooral met werken van oude Griekse en Romeinse en moderne vaderlandse schrijvers. Toen na zijn dood in 1862 de collectie werd geveild, werd er een catalogus gedrukt waarin 5459 kavels prijkten, ‘alles met eene keurigheid ... bijeenvergaderd, die tot vermoeijens toe onze verbazing wekt’, aldus het voorwoord. Ook een grote hoeveelheid portretten, prenten, plattegronden, schilderijen, portretbustes, historiepenningen en munten kwam toen onder de hamer.⁴ Zijn liefde voor boeken en literatuur had Abraham meegekregen van zijn vader Gerrit de Vries, een vermogend koopman in ham, gerookt vlees, spek en boter uit Amsterdam. Bij de veiling van diens inboedel, in 1810, werden 146 kavels met boeken aangeboden. Voornamelijk reis- en landbeschrijvingen bezat hij, maar bijvoorbeeld ook het literaire en populair-wetenschappelijke tijdschrift *Vaderlandsche Letteroefeningen*, compleet vanaf het begin in 1761.⁵ Het was echter vooral door de omgang met zijn oom Jeronimo de Bosch, apotheker en eerste stadsklerk (later griffier en chef) op de Amsterdamse secretarie en in zijn vrije tijd literator, dat Abraham al jong gefascineerd was geraakt door literatuur. Op de Latijnse School en het Athenaeum Illustre, de voorloper van de Universiteit van Amsterdam, sloot hij levenslange vriendschappen met andere literair bevlogen jongens van goeden huize waarvan enkelen later een belangrijke rol zouden spelen op bestuurlijk en cultureel gebied. Abrahams jongere broer Jeronimo onderging eveneens de intellectuele invloed van Jeronimo de Bosch. Hij bezocht na de Latijnse School het Athenaeum Illustre, vervulde vervolgens bijna zestig jaar lang verschillende hoge bestuursfuncties bij de gemeente Amsterdam, maar was daarnaast steeds zeer actief op literair gebied: hij trad op als recensent, schreef studies over de Nederlandse en de klassieke literatuur en was lid van enkele literair-artistieke genootschappen.⁶

Abraham had na de Latijnse School aan het Doopsgezind Seminarium gestudeerd en was predikant geworden. Na kort in Nijmegen en Leiden gestaan te hebben, was hij in 1803 naar Haarlem gekomen. Tussen de stad en de dominee had zich spoedig een hechte band ontwikkeld. Met zijn onderzoek naar de geschiedenis van de boekdrukkunst en zijn werkzaamheden op literair gebied, zoals het beoordelen en redigeren van manuscripten en de uitgave van nagelaten werk, was hij een alom geacht en gewaardeerd geleer-

de geworden. Teylers Godgeleerd Genootschap, de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen (beide gevestigd in Haarlem) en het Koninklijk Instituut (de latere Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen) hadden hem het lidmaatschap verleend. De universiteiten van Groningen en Utrecht hadden hem in 1815 onder de kandidaten voor de leerstoel Nederlandse taal- en letterkunde geschaard. In 1820 had de universiteit van Leiden hem de leerstoel klassieke talen en geschiedenis aangeboden, maar Abraham had de zware last van het hoogleraarschap niet aangedurfd en bedankt. De universiteit had hem toen als blijik van waardering het doctoraat in de letteren verleend.

Abraham trouwde met Hillegonda van Geuns, dochter van zijn collega-predikant Matthias van Geuns. Er werden vier kinderen geboren: Catharina (roepnaam Cato), Gerrit⁷ (Hugo's vader), Matthias⁸ (Thijs) en Hillegonda Hieronyma (Gonne of Gons). Zijn liefde voor de literatuur bracht Abraham over op zijn twee zoons. Hij liet ze van kind af aan kennis maken met de klassieke en vaderlandse schrijvers en gaf ze, terwijl ze op het gymnasium al intensief Grieks en Latijn leerden, extra lessen in de beide talen. Niet minder belangrijk in de opvoeding was moeder Hillegonda, die door een biograaf van Gerrit omschreven werd als 'een hoogst ontwikkelde vrouw, die tevens als een toonbeeld mocht gelden der echt Hollandsche zorgvolle en liefderijke huismoeder'. Na het gymnasium studeerden de twee broers aan de universiteit van Leiden. Thijs schreef zich in voor de studie letteren; hij promoveerde in 1843 op een studie over het werk van de Grieks-Romeinse historicus Polybius. Na enkele jaren privélessen Grieks en Latijn gegeven te hebben, werd hij leraar Nederlands, geschiedenis en aardrijkskunde aan het gymnasium in Leiden. In 1849 werd hij hoogleraar Nederlandse taal- en letterkunde aan de universiteit van Groningen, vier jaar later werd hij in diezelfde functie aangesteld aan de universiteit van Leiden. Hij groeide uit tot een van de meest vooraanstaande kenners van de Nederlandse taal van zijn tijd. De meeste tijd besteedde hij aan twee omvangrijke projecten waarvan hij, tot zijn grote verdriet, slechts een bescheiden begin gerealiseerd zag: het *Middelnederlandsch woordenboek* en het *Woordenboek der Nederlandsche taal*. Van beide werken verschenen in 1864 de eerste afleveringen. Het eerste werd in 1929 voltooid, het tweede pas in 1998. Voor het *Woordenboek der Nederlandsche taal* ontwierp Thijs samen met zijn eerste mederedacteur L.A. te Winkel, leraar Nederlands aan het gymnasium te Leiden, een nieuwe spelling. Deze 'spelling-De Vries en Te Winkel' kwam rond 1870 alom in gebruik en werd in 1883 de officiële spelling van het Nederlands. Gerrit liet zich, gehoor gevend aan het verzoek van zijn vader, inschrijven voor de

studie rechten. Een kandidaatsexamen in de faculteit der letteren was noodzakelijk om tot de rechtenstudie te worden toegelaten, wat Gerrit met zijn grote liefde voor de literatuur geenszins betreurde. Na zijn promotie in de rechten in 1839 (op een studie over de introductie van het Romeins recht in de Nederlanden gedurende de Middeleeuwen) nam hij zijn afgebroken letterenstudie weer op en promoveerde in 1842 daarin eveneens. Twee maanden na zijn juridische promotie werd hij door de arrondissementsrechtbank in Haarlem beëdigd als advocaat.

Op 5 mei 1847 trouwde Gerrit met de uit Leiden afkomstige Maria Everdina (roepnaam Marie) Reuvens, dochter van wijlen Caspar Jacob Christiaan Reuvens, hoogleraar archeologie, oude geschiedenis en Romeinse oudheden aan de universiteit van Leiden. Caspar, zoon van de vice-president van de Hoge Raad, was een wonderkind geweest; al op zijn vijftiende had hij colleges Grieks en Latijn aan het Amsterdamse Athenaeum gevolgd.⁹ Later had hij ook aan de universiteiten van Leiden en Parijs gestudeerd, zowel klassieke letterkunde als rechten. In 1814, 21 jaar oud, had hij zich als advocaat in Den Haag gevestigd, maar zijn wens was om verder te gaan in de wetenschap. Het volgende jaar al was hij aangesteld als hoogleraar Griekse en Latijnse letteren en geschiedenis aan het Rijksatheneum in Harderwijk. Drie jaar later, toen het athenaeum werd gesloten, was hij hoogleraar aan de universiteit van Leiden geworden. Tot zijn dood in 1835 was hij bijzonder actief. Zijn opmerkelijkste prestaties zijn de introductie van het vak archeologie aan de universiteit en de oprichting van een archeologisch museum (het huidige Rijksmuseum voor Oudheden). Reuvens was getrouwd met Louise Sophie Blussé, dochter van Abraham Blussé, schoolopziener van het tweede schooldistrict van Zuid-Holland en secretaris bij de provinciale commissie van onderwijs van Zuid-Holland. Abraham Blussé had in Leiden theologie, klassieke letterkunde en geschiedenis gestudeerd, was na zijn promotie gaan werken in de boekhandel-uitgeverij van zijn vader en had het redacteurschap van verschillende kranten en tijdschriften bekleed voor hij in 1815 schoolopziener was geworden. Zowel in de familie Reuvens als de familie Blussé kwamen naar Nederland gevluchte Hugenoten voor, iets waar Marie Reuvens later zeer trots op was. Twee van haar overgrootvaders waren Waals predikant geweest. Zelf behoorde ze ook tot de Waalse kerk. Marie was een intelligente vrouw met een ruime belangstelling. Ze sprak uitstekend Frans en beheerste ook Duits en Engels.¹⁰

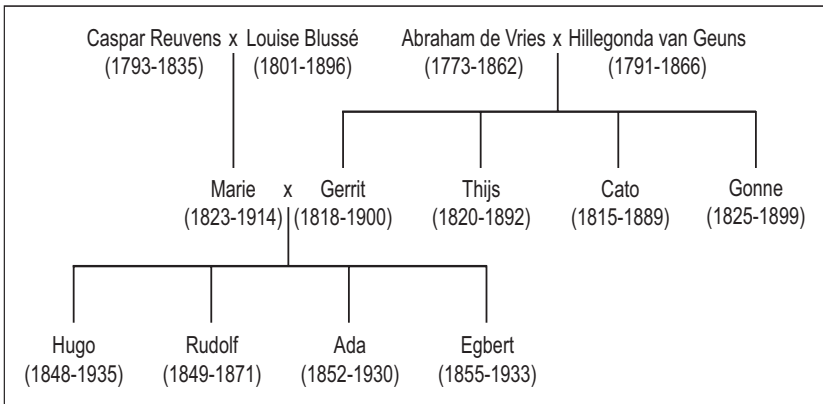


fig. 1: Overzicht van de naaste familieleden van Hugo de Vries.

Een roerig geboortjaar

Gerrit de Vries en Marie Reuvens betrokken na hun huwelijk een statig pand aan het Haarlemse Spaarne, het huidige no. 23, op een steenworp afstand van Gerrits ouders. Op 16 februari 1848, om één uur 's nachts, beviel Marie daar van hun eerste kind, 'voorspoedig', aldus de advertentie die de trotse ouders in de *Oprechte Haarlemsche Courant* plaatsten.¹¹ Ze noemden hem Hugo.¹² De naam kwam in de families van Gerrit en Marie niet voor en het is onbekend waardoor zij zich hebben laten inspireren. Ruim een jaar later volgde een tweede zoon, Rudolf, en in 1852 een dochter, Ada. In 1855 verhuisde het gezin naar het grotere huis Spaarne 13. Daar werd dat jaar Egbert, het vierde en laatste kind, geboren. Ook zij werden niet naar familieleden vernoemd.¹³

Februari 1848 markeerde voor Gerrit de Vries niet alleen het begin van het vaderschap maar ook van een nieuwe carrière. Hij was inmiddels een succesvol en veelgevraagd advocaat (vanwege de vele zaken die hij onder handen had kon de huwelijksreis maar vier dagen duren¹⁴), maar toch keek hij uit naar ander werk. Het waren de staatkundige ontwikkelingen die zich die maand in het buitenland voordeden die hem in de politiek deden belanden. In Frankrijk was in de voorgaande jaren steeds meer aangedrongen op uitbreiding van het kiesrecht. Sommigen wilden bovendien opnieuw de republiek invoeren. Een demonstratie in Parijs, aangekondigd voor 22 februari, werd een dag tevoren door de regering verboden waarop onlusten uitbraken. Het paleis werd bestormd, de koning vluchtte en de republiek werd uitgeroepen. In maart kwam het op verschillende plaatsen in Oostenrijk-Hongarije en in de Duitse staten eveneens tot staatkundige omwentelingen. De Nederlandse koning

Willem II zag het geheel angstig aan. Ook in Nederland klonk al jaren de roep tot hervorming van het staatsbestel en bang dat de revolutie naar Nederland zou overslaan liet hij begin maart, tot verbazing van vriend en vijand, weten in te willen gaan op de wensen van zijn tegenstanders. Nog in hetzelfde jaar kwam een nieuwe grondwet tot stand. Tot de belangrijke veranderingen behoorde een nieuw kiesstelsel. De leden van gemeenteraden, Provinciale Staten en Tweede Kamer, die werden gekozen door kiescolleges, zouden voortaan direct door de Nederlandse burgers worden gekozen; de Eerste Kamer zou gekozen worden door de leden van de Provinciale Staten. Het aantal stemmers bleef echter zeer beperkt. Het stemrecht werd gekoppeld aan de soort en de hoogte van de belasting die men betaalde. Op een bevolking van drie miljoen kwam dat neer op slechts 75.000 mannen (vrouwen bleven uitgesloten), minder dan vóór de grondwetherziening.

De nieuwe grondwet was grotendeels het werk van Johan Rudolf Thorbecke, hoogleraar rechten aan de universiteit van Leiden. Gerrit de Vries had college bij hem gelopen, na zijn studie steeds contact met hem gehouden en was sterk door diens liberale opvattingen beïnvloed. Hij was dan ook een groot voorstander van de nieuwe wet. Het was opnieuw Thorbecke die als vervolg op de grondwet de samenstelling, inrichting en bevoegdheden van Provinciale Staten en gemeentebesturen regelde in de Provinciale wet (1850) en de Gemeentewet (1851). Al bij de eerste verkiezingen van de Provinciale Staten in 1850 werd Gerrit gekozen tot lid van de Staten van Noord-Holland. Bij de eerste gemeenteraadsverkiezingen na het van kracht worden van de Gemeentewet werd hij bovendien gekozen tot lid van de Haarlemse raad. Gerrit kreeg snel veel waardering van zijn collega-Statenleden. In 1853 kozen zij hem tot lid van Gedeputeerde Staten. Na aanvankelijke aarzeling nam hij de nieuwe positie aan en zegde hij zijn advocatenpraktijk vaarwel. De Commissaris van de Koning in de provincie Noord-Holland was een verklaard tegenstander van de nieuwe grondwet en bepaald geen politieke vriend van Gerrit. Toch steunde hij diens benoeming aangezien hij, zoals hij later eens verklaarde, Gerrit liever naast zich had als gedeputeerde dan tegenover zich als Statenlid.¹⁵

In het Hollandse Florence

In huize De Vries gingen de gesprekken zonder twijfel vaak over de onderwerpen waar grootvader, vader en oom De Vries vol van waren: politiek, literatuur, geschiedenis en taalkunde. De jonge Hugo kreeg de geleerdheid met de paplepel ingegoten. Zijn belangstelling ging echter spoedig uit naar iets anders, waarbij de bijzondere omgeving van zijn geboortestad van grote invloed

geweest lijkt te zijn.¹⁶ Haarlem ligt op een strandwal van duinzand, met aan de oostkant het vlakke en natte Hollandse veengebied en aan de westzijde een brede strandvlakte van laagveen vermengd met duinzand, overgaand in de strandwal van Bloemendaal en het duingebied. Frits van Eeden, voormalig bloembollenkweker, secretaris van de Nederlandsche Maatschappij tot Bevordering der Nijverheid en een groot natuurliefhebber, beschreef in 1866 vol enthousiasme de plantenrijkdom rondom zijn woonplaats Haarlem. Het aantal in Nederland in het wild zichtbaar bloeiende plantensoorten schatte hij op ongeveer 1300 en hij meende dat zeker de helft daarvan rond Haarlem te vinden was. 'Om Haarlem zijn weiden, bouwlanden, bosschen, zoet-, zout- en brakke waterplassen en heuvelstreken; van het vruchtbaarste land tot de barste wildernis, van het beekje tot den oceaan zijn bijna alle overgangen voorhanden; voorzeker een voorregt dat vele steden van Holland, zelfs van Nederland, moeten missen'. Het woeste, ongecultiveerde duingebied was in de ogen van Van Eeden het interessantste, maar ook de streken rond Overveen en Aerdenhout, met hun dennenbossen en buitenplaatsen, hadden veel te bieden. Door de vele buitenplaatsen en kwekerijen (onder andere van bloembollen) in de streek waren ook de gekweekte planten in overvloed aanwezig. Volgens Van Eeden was Haarlem door dit alles voor Holland wat Florence was voor Italië: 'De stad der bloemen bij uitnemendheid; niet alleen van de bloemen die men daar verkoopt en die de blijken dragen van den invloed der kunst, maar ook van die welke men niet verkoopt en die gekenmerkt zijn door den adel der natuur.'¹⁷ Hugo bleek veel belangstelling voor bloemen en planten te hebben. Met zijn moeder maakte hij lange wandelingen door de bossen en duinen van Kennemerland en zij hielp hem bij het zoeken.¹⁸

De juiste namen bij de planten vinden was voor de jonge verzamelaar een groot probleem. Praktische determinatiegidsen bestonden nog niet. Er waren in de voorgaande jaren wel verschillende nationale, provinciale en plaatselijke flora's verschenen (waaronder een *Flora Harlemica*), maar die beperkten zich doorgaans tot het opsommen van plantennamen met hun vindplaatsen. Illustraties waren niet of nauwelijks opgenomen.¹⁹ In september 1860, nog maar twaalf jaar oud, dong Hugo met een zelfgemaakt herbarium mee in een wedstrijd van de Hollandsche Maatschappij van Landbouw. In haar streven veetelers, landbouwers en tuinders te stimuleren in het produceren van betere producten had de afdeling Haarlem en omstreken van de Maatschappij een tentoonstelling georganiseerd. Naast de prijzen voor het fraaiste vee, de lekkerste groenten en het sappigste fruit werd er ook een prijs uitgelooft voor de best verzorgde verzameling van honderd gedroogde planten, verzameld in

het gebied waar de afdeling werkzaam was. Over Hugo's inzending oordeelde de jury dat de benaming van de planten in orde was, 'doch overigens vol Latijnsche en Hollandsche taal- en spelfouten'. De manier van presenteren liet veel te wensen over: 'Het droogen van de planten is middelmatig en de volledigheid der exemplaren zeer gebrekkig, bij de meesten zijn de wortels niet aanwezig'. Niettemin meende de jury dat een aanmoedigingsprijs op zijn plaats was. Hugo was onder de Haarlemse jeugd overigens zeker niet de enige die naar planten zocht. De eerste prijs ging namelijk naar de vijftienjarige Johanna Staring, de tweede naar de dertienjarige Jacob Kruseman.²⁰

Het was mogelijk als gevolg van deze tentoonstelling dat Hugo een advies kreeg dat hem in zijn liefhebberij een grote stap verder bracht. Douwe Lubach, arts in Haarlem en bibliothecaris van Teylers Museum, gaf vader De Vries de raad zijn zoon eens naar C.A.J.A. Oudemans te laten gaan, de Amsterdamse hoogleraar in de botanie aan het Athenaeum Illustre. Hugo leerde van Oudemans de fijne kneepjes van het drogen en bewaren van planten. Hij was vermoedelijk de eerste professionele botanicus waarmee hij in contact kwam, en daarmee zijn eerste leermeester.²¹

Een Haarlemse gymnasiast

Hugo de Vries volgde een schoolopleiding die paste bij de stand waartoe hij behoorde. Hij ging niet naar een van de massale openbare stadsscholen maar bezocht een van de klein opgezette particuliere scholen in de stad, en wel de school die geleid werd door de doopsgezinde Pieter du Buy in de Zijlstraat. Of hij er opstak over planten is niet bekend; het lesprogramma van de school is niet bewaard gebleven.²² In augustus 1860 stapte hij over naar het gymnasium.²³ Het Haarlemse gymnasium kende twee afdelingen: de Latijnse School en het 'Instituut der Fraaie Wetenschappen'. De eerste had zijn wortels in de late Middeleeuwen en gold als de vooropleiding voor een universitaire studie. De leerlingen kregen les in Latijn, Grieks, Nederlands, Frans, Duits, Engels, geschiedenis, aardrijkskunde, wiskunde en natuurkunde. Wie naar het oordeel van zijn leraren het voor de academische studie vereiste niveau bereikt had, ontving tijdens de jaarlijks in juni gehouden promotieplechtigheid het getuigschrift dat volgens de wet noodzakelijk was voor toegang tot een universiteit. Dat was doorgaans na zes klassen doorlopen te hebben, maar kon ook eerder plaatsvinden. Doorslaggevend bij de beoordeling of een leerling wel of niet over kon gaan naar de universiteit was zijn beheersing van het Latijn, traditioneel de internationale wetenschappelijke taal en de voertaal aan de universiteiten. Voor degenen die niet naar een universiteit zouden gaan en

dus geen Latijn hoefden te kennen, maar voor wie wel enige kennis op middelbaar niveau nodig werd geacht, was in 1807 het Instituut opgericht. De leerlingen van het Instituut volgden dezelfde vakken als de 'Latinisten', met uitzondering van Grieks en Latijn. Deze opleiding duurde vijf jaar.²⁴ Hugo werd voor het eerste schooljaar ingeschreven als leerling van het Instituut en ging bij zijn bevordering naar de tweede klas over naar de Latijnse School. In januari 1861 kreeg hij gezelschap van zijn broer Rudolf die eveneens als leerling van het Instituut werd ingeschreven. Met zijn elf jaar was Rudolf op dat moment de jongste leerling van de school.²⁵

Uit bewaard gebleven cijferlijsten blijkt dat Hugo in het eerste jaar geen voorbeeldige leerling was. Verschillende keren kreeg hij slechte aantekeningen wegens onoplettendheid, gebrek aan vlijt en 'onbetamelijk gedrag'. Het volgende jaar revancheerde hij zich echter. Bij de promotieplechtigheid aan het einde van het tweede schooljaar kreeg hij de prijs als beste leerling van zijn klas Latijn, de prijs als beste leerling van zijn klas wis- en natuurkunde, een testimonium als de op één na beste leerling van zijn klas in de afdeling moderne talen én een testimonium als de op één na beste leerling in de vakken Nederlands, geschiedenis en aardrijkskunde. Overigens waren er ook in dat tweede jaar regelmatig strafpunten op zijn rapporten verschenen.²⁶

Het Haarlemse gymnasium was zeer bescheiden van omvang: er waren ongeveer veertig leerlingen (uitsluitend jongens) en zes leraren. De leerlingen waren wel ingedeeld in klassen, maar die indeling bestond vermoedelijk vooral op papier. Door het geringe aantal leerlingen en leraren zaten kinderen van verschillend niveau vaak bij elkaar en werden zij in één lokaal onderwezen.²⁷ Zo was er in het jaar 1860-1861 voor elk van de drie hoogste klassen Latijn slechts één leerling. Ook gebeurde het vaak dat leerlingen in januari, dus halverwege het schooljaar, begonnen. Het onderwijs zal dan ook vaak een individueel karakter gehad hebben. De didactische ideeën van de leraren gaven wel eens problemen. Zo liet de leraar Duits en Frans zijn leerlingen Franse teksten in het Duits en Duitse teksten in het Frans vertalen. De curatoren van de school vonden dat een te grote belasting en drongen er bij de leraar op aan de kinderen Franse en Duitse teksten gewoon in het Nederlands te laten vertalen.²⁸ De leraar Engels, Engelsman van geboorte, gaf zijn vak in het Engels omdat hij het Nederlands en het Frans (waar veel kinderen mee opgroeiden) onvoldoende beheerste om daarin les te kunnen geven. Zijn leerlingen hadden daardoor grote moeite hem te begrijpen. De curatoren zagen zich gedwongen de man, hoe deskundig en ijverig hij ook was, in 1862 te ontslaan en een nieuwe, Nederlandssprekende leraar aan te stellen.²⁹ Hugo de Vries be-

heerste later het Frans en Duits uitstekend, maar met Engels kon hij minder makkelijk uit de voeten. Was dat nog een erfenis van zijn middelbare school?

De vakken Nederlands, geschiedenis en aardrijkskunde werden door één leraar onderwezen. Voor Latijn en Grieks waren er twee leraren: de drie hoogste klassen kregen les van P.J. Uylenbroek, tevens rector van de school, en de drie laagste klassen van Tj. Halbertsma. Uylenbroek overleed in 1863 en werd als rector opgevolgd door Halbertsma. In 1877 zou Halbertsma, gepromoveerd in Leiden, hoogleraar worden in de Griekse taal, letterkunde, oudheden en kunst aan de universiteit van Groningen.³⁰ Wis- en natuurkunde werden onderwezen door Willem Logeman, voormalig instrumentmaker en assistent van de directeur van Teylers Museum.³¹ Logeman was een actief popularisator van wetenschappelijke kennis. Hij gaf vaak lezingen en was in 1856 nauw betrokken bij de oprichting van *Weten en Werken*, een vereniging die tot doel had kennis en beschaving te brengen onder ambachtslieden. In 1851 vatte hij, samen met de al genoemde Haarlemse arts Douwe Lubach, het plan op een populair-wetenschappelijk tijdschrift te starten. Het tweetal wist de Utrechtse hoogleraar in de zoölogie Pieter Harting, net als zij een actief popularisator, voor hun plan te interesseren en als derde redacteur aan het tijdschrift te verbinden. De Haarlemse uitgever A.C. Kruseman was bereid om het tijdschrift uit te geven. Zo verscheen in 1851 het eerste nummer van *Album der Natuur*, volgens de ondertitel 'een werk ter verspreiding van natuurkennis onder beschaafde lezers van allerlei stand'.³² Hugo de Vries zou in 1885 Harting als redacteur opvolgen en Logeman en Lubach weer ontmoeten. Jan Nieuwenhuijzen Kruseman, zoon van de uitgever en een van Hugo's schoolkameraden op het gymnasium, zou de redactie in 1895 komen versterken.

Hugo was ook op het gymnasium een enthousiast plantenverzamelaar. Zijn herbarium laat zien dat hij in 1861 en 1862 veel botaniseerde in de streek tussen Santpoort en Leiden.³³ Enkele van zijn vaste schoolkameraden, een clubje van zes jongens, wandelden soms met hem mee.³⁴ Of Logeman in zijn lessen aandacht besteedde aan de levende natuur is niet bekend. Als hij het al deed, was het waarschijnlijk minimaal.³⁵ Voor zijn botanische kennis zal Hugo dus nog steeds vooral aangewezen zijn geweest op wat hij buiten school kon oppikken.

Een Haags gymnasiast

Met de twee prijzen en de twee testimonia die hij aan het einde van zijn tweede schooljaar ontving nam Hugo op glorieuze wijze afscheid van het Haarlemse gymnasium. In september 1862 zette hij zijn schoolloopbaan namelijk

voort op het gymnasium in Den Haag. Oorzaak was de politieke carrière die zijn vader maakte. Als lid van Gedeputeerde Staten had hij zich vooral beziggehouden met de reorganisatie van polder- en waterschapsbesturen zodat ze in overeenstemming waren met de eisen die de grondwet van 1848 stelde. De bestaande regelingen gingen soms tot in de Middeleeuwen terug en Gerrit verwerkte zijn vondsten enkele keren in een artikel over middeleeuwse rechtspraktijken. Hij liet zijn artikelen altijd nakijken door zijn broer Thijs om er zeker van te zijn dat hij het Middelnederlands juist geïnterpreteerd had. Omgekeerd deed Thijs zijn voordeel met Gerrits groeiende kennis van historische rechtspraktijken bij het verklaren van een woord of begrip. Zijn juridisch-historische activiteiten brachten Gerrit spoedig faam uit zowel wetenschappelijke als politieke kring. In 1857 werd hij benoemd tot lid van de Koninklijke Akademie van Wetenschappen; het volgende jaar werd hij gekozen tot griffier van de Staten van Noord-Holland en werd daarmee de rechterhand van de Commissaris des Konings. In 1860 kreeg hij de portefeuille van minister van Binnenlandse Zaken aangeboden. Gerrit sloeg het aanbod af, maar ging in 1862 wel in op het aanbod om lid te worden van de Raad van State. Bij wet van 21 december 1861 was de Raad als uitvloeisel van de grondwet van 1848 gereorganiseerd, waarbij opnieuw Thorbecke een belangrijke rol had gespeeld. Gerrit heeft zijn benoeming ongetwijfeld mede aan zijn oude leermeester te danken gehad.³⁶ Tien jaar bleef Gerrit lid van de Raad van State. Van 1872 tot 1874 was hij minister van Justitie in een kabinet dat hij zelf had geformeerd. Vervolgens was hij drie jaar lid van de Tweede Kamer en vanaf 1877 opnieuw lid van de Raad, tot zijn pensioen in 1898. Tijdens zijn lidmaatschap was hij enkele keren lid van Staatscommissies, vooral commissies belast met waters-taatkundige kwesties.

Het gezin De Vries ging in Den Haag wonen in de Nobelstraat 8. In 1867 of 1868, toen Hugo inmiddels in Leiden studeerde en daar op kamers woonde, verhuisde het gezin naar de Oude Molstraat 34. Daar bleven Gerrit en zijn vrouw tot hun dood in respectievelijk 1900 en 1914 wonen. Het was enkele decennia lang het trefpunt van de zich uitbreidende familie De Vries. Met Kerst en Nieuwjaar verenigde de gehele familie zich er voor het diner. Hugo zou er zo vaak verblijven dat hij er zich geheel vertrouwd mee voelde.³⁷

Haarlem was door zijn aangename ligging tussen bollenvelden, bossen, duinen en de buitenplaatsen langs de binnenduinrand, de aanwezigheid van zuivere zeelucht en helder duinwater en de nabijheid van de steden Amsterdam, Leiden en Alkmaar een populair oord voor renteniers en daardoor een rustige en bedaarde, in de ogen van buitenstaanders enigszins deftige stad.

Onder de elite en de middenklasse bevonden zich opvallend veel doopsgezinden.³⁸ Den Haag echter was als zetel van de regering met de daaraan verbonden ministeries en andere overheidsinstellingen, als de residentie van de koninklijke familie en als de woonplaats van buitenlandse diplomatieke vertegenwoordigers, een stuk deftiger en levendiger. Voor niet-Hagenaars leek de stad 'een van top tot teen aristocratische, deftige stapelplaats van al wat rijk en chique is', aldus 'Een Haagschen dwarskijker' die in 1874 een boekje opendeed over *Den Haag en de Hagenaars*.³⁹ De verjaardagen van de koning en de koningin werden uitbundig gevierd met vlaggen, vuurwerk, militaire parades en illuminaties. Ook de jaarlijkse opening van de zitting der Staten-Generaal was telkens weer aanleiding tot feestelijkheden. De grote nationale feesten werden in Den Haag grootser gevierd dan elders. De jonge Hugo de Vries beleefde het allemaal mee. 'Er waren feesten in de Maliebaan en de koning legde den eersten steen voor een monument in het park', schreef hij aan zijn Haarlemse vriend Coen Ritsema over de herdenking van vijftig jaar onafhankelijkheid in 1863, een feest dat samenviel met de zilveren bruiloft van het koningspaar en het vijfentwintigjarig regeringsjubileum van Willem III. 's Avonds was er illuminatie door de geheele stad. Iedereen droeg hier oranje en wie het niet deed kreeg een smeer oranje verw van werklieden die bezig waren bijna overal de palen voor de illuminatie met die kleur te bestrijken'.⁴⁰

In intellectueel en cultureel opzicht was de Hofstad evenwel de mindere van Haarlem. Daar waren kunst en wetenschap volop aanwezig in de vorm van wetenschappelijke genootschappen, bibliotheken, musea, leesgezelschappen, drukkerijen en uitgeverijen.⁴¹ Den Haag telde slechts één geleerd genootschap: de in 1793 opgerichte 'Koninklijke Maatschappij voor Natuurkunde onder de zinspreuk *Diligentia*', kortweg '*Diligentia*'.⁴² Als enige belangrijke boekerij was er de Koninklijke Bibliotheek (vooral gericht op Nederlandse geschiedenis), en als enig museum het Mauritshuis dat een mengeling van schilderijen, etnografica en aandenken uit de Nederlandse geschiedenis exposeerde. In de stad was ook een dierentuin annex botanische tuin, verzorgd door het 'Koninklijk Zoölogisch-Botanisch Gezelschap van Acclimatatie', maar die had geen wetenschappelijke pretentie en fungeerde vooral als ontmoetingsplaats van de gegoede burgerij.⁴³

Ook in botanisch opzicht deed Den Haag onder voor Haarlem. 'De omstreken van Den Haag komen voor een wandelaar als gij en ik in geen vergelijking met die van Haarlem', schreef Hugo in oktober 1863 aan Coen Ritsema. 'Maar voor iemand die niet meer dan twee of drie uur op z'n hoogst achter elkander wandelt, zijn zij zeer mooi'.⁴⁴ In de schoolvakanties probeerde hij daarom

steeds een tijdje in Haarlem te logeren bij familie en vrienden om als vanouds botaniseertochten te kunnen maken. ‘Ook u, lieve grootmama, wilde ik verzoeken of ik ook eenige dagen der vacantie bij u mogt doorbrengen om u en de tantes weder eens te zien, en door eenige wandelingen in Haarlems omstreken mijn plantenverzameling te verrijken’, schreef hij bijvoorbeeld in mei 1864. Deze logeerpartij leverde zoveel materiaal op dat de enthousiaste verzamelaar zijn planten niet als bagage mee kon nemen maar als vracht moest versturen.⁴⁵ Zijn herbarium laat echter zien dat hij rondom Den Haag toch ook veel van zijn gading vond.

Hugo’s liefde voor planten wedijverde in deze jaren met zijn bewondering voor de klassieken. Op het Haagse gymnasium waren Grieks en Latijn zijn favoriete vakken. Hij genoot van de oude schrijvers en kende grote stukken uit de boeken van Homerus uit het hoofd.⁴⁶ Griekse boeken prijkten op de verlanglijstjes voor zijn verjaardagen.⁴⁷ Zijn leraren, Carel van Ossenbruggen voor Latijn en Henricus van Herwerden voor Grieks, waren erudiete geleerden, beiden gepromoveerd in Leiden, en zij gaven hun vak met liefde. Van Herwerden, een goede vriend van Hugo’s Haarlemse leraar Halbertsma, werd in 1864 hoogleraar Grieks en Latijn aan de universiteit van Utrecht. Zijn opvolger was J. Rutgers, eveneens een in Leiden gepromoveerd classicus.⁴⁸ Ook hij was een inspirerend docent die in niet geringe mate bijdroeg aan Hugo’s bewondering voor de klassieken.⁴⁹

Zijn leven lang is De Vries een liefhebber van de Griekse en Romeinse auteurs gebleven. Terugkijkend op zijn gymnasiumtijd betreurde hij het echter dat er zoveel uren aan de klassieke talen werden besteed en zo weinig aan moderne talen en natuurwetenschappen. Naar zijn mening werd er veel te veel waarde gehecht aan de kennis van Grieks en Latijn voor een universitaire studie. Vaktermen en begrippen die aan de oude talen zijn ontleend, kunnen studenten ook wel begrijpen en onthouden met hun kennis van de moderne talen, zo meende hij. Om de botanische terminologie meester te worden had hijzelf nauwelijks nut gehad van zijn kennis van de klassieke talen. Hij was er later een groot voorstander van dat ook hbs’ers (die geen Grieks en Latijn leerden) tot de universiteit werden toegelaten.⁵⁰

Ook op het Haagse gymnasium was Hugo een ijverige leerling. Drie keer achtereenvolgend, bij de overgang naar de volgende klas, kreeg hij van het schoolbestuur een prijs vanwege zijn ‘vorderingen en verdienstelijk gedrag’.⁵¹ Bij de overgang naar de vierde klas kon hij, net als de twee andere beste leerlingen uit zijn klas, een jaar overslaan en naar de vijfde gaan. Hij zag daar echter van af omdat hij nog zeker twee jaar op school moest blijven en dan dus de vijfde klas

twee keer zou moeten doen. Het speet hem wel dat hij nu zijn schoolbankgenoot Willem Bijvanck, met wie hij zeer bevriend was geraakt, kwijtraakte. Maar anderzijds had hij nu het grote voordeel dat hij de komende twee jaar als beste leerling ‘primus’ zou zitten, ‘wat niet alleen dáárom veel plezieriger is, maar ook omdat de primus altijd degenen is die van de geheele klasse ‘t meeste leert’, zo legde hij grootmama De Vries uit.⁵²

Leidse weekeinden

Op 17 februari 1863 nam Hugo de Vries een bijzonder besluit. Sinds zijn verhuizing naar Den Haag had hij met de familie en vrienden in Haarlem een drukke briefwisseling onderhouden. Nu, op de dag na zijn vijftiende verjaardag waarop hij de pen opnam om een aantal mensen te bedanken voor de cadeaus die hij had gekregen, besloot hij voortaan van elke brief het kladje te bewaren in een schrift. Tot 1870 is hij aan zijn besluit trouw gebleven. Dankzij die brieven is nauwkeurig te volgen hoe hij zich in de jaren zestig ontwikkelde tot een groot kenner van de Nederlandse flora.⁵³

Hoewel hij al enkele jaren een enthousiast plantenverzamelaar was, had Hugo op z'n vijftiende nog veel te leren. Hij ontving van zijn familie echter veel hulp. Van oom Thijs de Vries had hij voor zijn verjaardag een plantkundeboek gekregen. ‘Ik ga vanavond nog beginnen het te lezen want ik was juist van plan om een boek over de botanie te kopen om daarin voort te studeren’, schreef hij in zijn bedankbriefje.⁵⁴ Van zijn ouders had hij een botaniseertrommel gekregen. Sinterklaas gaf hem in december de *Flora Leidensis*, de inmiddels bijna 25 jaar oude flora van het gebied rond Leiden.⁵⁵ Dat hij van alle flora's juist deze kreeg was waarschijnlijk niet toevallig. Kort na zijn vijftiende verjaardag was Hugo in Leiden catechisatielessen gaan volgen als voorbereiding op zijn belijdenis en doop. De doopsgezinde gemeente van Den Haag was enkele jaren eerder ter ziele gegaan. De gemeente in Leiden had het beheer over de kerkelijke bezittingen overgenomen en fungeerde hierdoor als opvolger van de Haagse gemeente. De catechisatielessen werden gegeven door de Leidse voorganger Christiaan Sepp, in woord en gebaar een ouderwetse kanselredenaar. Van het opkomende modernisme, de beweging binnen de verschillende protestantse kerkgenootschappen waarbij met een kritische en rationele blik naar de Bijbel werd gekeken, moest hij weinig hebben.⁵⁶ Hugo volgde drie jaar lang, tot hij in maart 1866 belijdenis deed, wekelijks de lessen van dominee Sepp. De lessen begonnen op zaterdagmiddag om zes uur. Hugo overnachtte dan bij zijn oom Thijs of bij grootmama Reuvens en bezocht de volgende morgen met zijn Leidse familie de kerk. Als het weer en zijn huis-

werk dat toelieten, maakte hij daarna een botaniseertocht in de omgeving van de stad. Een enkele keer liep hij vanuit Leiden door de duinen terug naar Den Haag. Ook reisde hij op zondag wel eens door naar Haarlem waar hij een botanische excursie combineerde met familiebezoek.⁵⁷

Het was mogelijk via oom Thijs dat Hugo in 1862 kennismakte met de Leidse hoogleraar in de botanie W.F.R. Suringar. Suringar, zoon van een uitgever uit Leeuwarden, had in Leiden medicijnen gestudeerd maar zich gespecialiseerd in de botanie. In 1857 was hij bij de hoogleraar botanie W.H. de Vriese gepromoveerd. Direct hierna was hij benoemd tot buitengewoon hoogleraar, als vervanger van De Vriese die enkele jaren in Nederlands-Indië zou verblijven om in opdracht van het Rijk de koloniale landbouw te bestuderen. Na vier jaar was De Vriese met een gebroken gezondheid teruggekeerd; nog geen jaar later was hij overleden. Suringar was in 1862 tot zijn opvolger benoemd. Tijdens zijn studie was Suringar geïnteresseerd geraakt in cryptogamen, met name zeewieren. In de jaren 1854-1855, toen hij naast zijn studie les had gegeven aan de technische school in Utrecht, had hij het practicum van de Utrechtse hoogleraar Pieter Harting gevolgd en toen de microscoop leren gebruiken. Het instrument kwam hem goed van pas bij zijn wierenonderzoek. De microscoop was al sinds het einde van de zeventiende eeuw bekend, maar botanici hadden het instrument altijd maar weinig gebruikt. Zij hadden zich voornamelijk beziggehouden met de systematiek van hogere planten, en overeenkomsten en verschillen steeds met het blote oog of hooguit met een vergrootglas beoordeeld. Suringar promoveerde op een overzicht van de toen bekende wieren van de Hollandse kust.⁵⁸

Naast zijn hoogleraarsbaan was Suringar conservator van het herbarium van de 'Vereeniging voor de Nederlandsche Flora'. De vereniging was in 1845 opgericht door een twintigtal botanici, voornamelijk artsen en apothekers die vanwege hun professionele bemoeienis met de medische plantkunde belangstelling hadden voor inheemse wilde planten. Belangrijkste doel van de vereniging was de samenstelling van een volledige, kritische flora van Nederland. Om materiaal hiervoor bijeen te krijgen had de vereniging besloten een eigen herbarium aan te leggen. Het Rijksherbarium, gevestigd in Leiden, was voor amateurbotanici niet toegankelijk; directeur K.L. Blume hield de deur voor hen stevig op slot. Ook professionele botanici hadden trouwens grote moeite om toegang tot de collectie te krijgen. Eerste conservator herbarii van de vereniging was J.H. Molkenboer geweest, geneesheer in Leiden. Hij had zijn eigen herbarium afgestaan aan de club. Door de vele schenkingen van de leden was de collectie vervolgens zozeer gegroeid dat het classificeren en monteren van

de planten hem teveel was geworden. In 1852 had F. Dozy, eveneens een Leids geneesheer, het beheer overgenomen, vijf jaar later gevolgd door Suringar.⁵⁹

Suringar zag in de leergierige Hugo de Vries een uitstekend assistent bij het ordenen van het verenigingsherbarium, en die sloeg deze prachtige kans om zijn botanische kennis uit te breiden natuurlijk niet af. En zo toog Hugo niet lang na hun kennismaking elke zaterdag na afloop van de catechisatie naar Suringars huis, zette zich neer in diens studeerkamer en ontfermde zich over de nog ongeordende herbariumexemplaren. Veel planten kende hij al van zijn eigen tochten en had hij zelf in zijn herbarium. Wist hij een naam niet of niet zeker, dan raadpleegde hij de flora van Duitsland en Zwitserland door W.D.J. Koch, de *Synopsis Florae Germanicae et Helveticae*,⁶⁰ door Molkenboer destijds gekozen als richtsnoer bij de determinatie en de rangschikking. En kwam hij er desondanks niet uit, dan legde Hugo de plant apart tot Suringar binnenkwam om te zien hoe het werk vorderde. Die wees hem dan de karakteristieken van de plant en gaf de juiste naam. ‘Was de arbeid afgelopen, dan werd ik in den, toen nog kleinen, familiekring ontvangen’, herinnerde De Vries zich later. ‘Dikwijls werden de gedroogde planten ook aan de theetafel vergeleken en besproken. Allerlei gesprekken, ten deele ook buiten het gebied der plantkunde, en voor een groot deel buiten dat der floristiek, boeiden den leerling, ontwikkelden hem en bevestigden zijne liefde tot het vak’. Enkele keren was een gesprek over een nieuwe soort of vindplaats voor Suringar aanleiding om de volgende dag met Hugo mee te gaan op excursie. Zo ging Hugo’s kennis van en liefde voor de inheemse flora met sprongen vooruit.⁶¹ Lid van de Vereeniging werd hij overigens niet; wellicht was zijn jeugdige leeftijd een bezwaar. Dat gebeurde pas in 1871, na afronding van zijn universitaire studie.⁶²

Het plan om een nieuwe flora uit te geven raakte bij de leden van de Vereeniging in de loop van de jaren zestig geleidelijk op de achtergrond. De hele vereniging zakte trouwens in een steeds diepere slaap weg. Op de jaarvergadering van 1867, waarvoor maar vijf leden (inclusief bestuursleden) opkwamen, werd zelfs geopperd de vereniging maar op te heffen en het herbarium over te dragen aan het Rijk. De meerderheid van de aanwezige leden wilde daar echter niets van weten. Op hun voorstel werd besloten de vereniging nieuw leven in te blazen door haar een bredere doelstelling te geven. In plaats van de studie van alleen de Nederlandse botanie werd nu ‘de bevordering der botanie in haar geheelen omvang’ het doel, zij het dat de aandacht in het bijzonder bleef uitgaan naar de vaderlandse plantenschat. Einddoel bleef dan ook de publicatie van een Nederlandse flora. In de herziene statuten werd het artikel opgenomen dat voorschreef dat de leden zich door hun lidmaatschap verbonden

tot het aanvullen van het herbarium. Overeenkomstig de bredere doelstelling werd de naam van de vereniging gewijzigd in ‘Nederlandsche Botanische Vereniging’ (het predikaat ‘Koninklijk’ kwam daar na de honderdste verjaardag nog eens vóór). Ook kwam er een nieuwe voorzitter: de Amsterdamse hoogleeraar Oudemans. In tegenstelling tot zijn voorgangers ging hij enthousiast te werk. Langzaam keerde het leven in de vereniging terug.⁶³

Van het oorspronkelijke doel van de vereniging was overigens toch wel iets gerealiseerd. In 1850, slechts vijf jaar na de oprichting, was het eerste deel van een voorloper van een Nederlandse flora, *Prodromus Florae Batavae* getiteld, verschenen. Alle bekende hogere planten en vaatplanten, met hun vindplaatsen zoals door de leden (met of zonder begeleidend herbariumexemplaar) opgegeven, werden daarin vermeld. Het tweede deel, dat de namen en vindplaatsen van de lagere planten bevatte, was in vier afleveringen tussen 1851 en 1866 verschenen.⁶⁴ Hugo kreeg van Suringar een doorschoten exemplaar van het eerste deel. Hij vormde het om tot een index op zijn eigen herbarium en gaf het de titel *Catalogus herbarii indigenii*.⁶⁵

Terugkijkend op zijn carrière beschouwde Hugo de Vries 1862 als het officiële begin van zijn inlandse herbarium, en daarmee misschien ook wel van zijn loopbaan als botanicus.⁶⁶ Maar ook verbaasde hij zich later nogal over zijn verzamelwoede van toen die, achteraf gezien, van een wel erg beperkte kijk op de botanie blijk gaf. ‘Hoe kinderachtig komt mij nu voor, wat in mijn jeugd een hoog wetenschappelijk genot scheen’, schreef hij in 1900. Zo had het hem eens geërgerd dat hij in de Haarlemse duinen nooit een exemplaar vond van de Maanvaren, *Botrychium lunaria*, terwijl de aanwezigheid door verschillende auteurs werd gemeld. ‘Ik heb toen het plan gemaakt en volvoerd, om met een vriend in een zigzaglijn van strand tot geestgrond en weer terug, die geheele duinstreek door te lopen, zóó dat geen duin en geen pan werd overgeslagen. Drie volle dagen heeft dit werk gekost, en het loon was één exemplaar van *Botrychium* voor ons beiden samen. De plant werd gedroogd en bewaard, als bewijs voor de juistheid der vroegere opgaven, en daarmee was ons ideaal bereikt. Zoo heb ik voor menige plant dagen lang geloopt, tot ik haar eindelijk platgedroogd in mijn herbarium had. Van enkele, die ik niet vinden kon, heeft mij dit zoo gehinderd, dat ik het zelfs na mijn studententijd niet heb opgegeven, maar doorgezet, tot ik ze eindelijk vond’. Zo veel mogelijk soorten van zo veel mogelijk verschillende plaatsen bijeen brengen was kortom zijn doel. Groei, vorm, bestuiving door insecten en zoveel andere dingen die er ook aan een plant te zien zijn, vielen hem niet op. En dat je beter een zeldzame plant kunt laten staan om zo te voorkomen dat die nog zeldzamer wordt, dat

was nog helemaal niet bij hem opgekomen.⁶⁷ De jonge Hugo was hiermee beslist niet uitzonderlijk. Ook voor de leden van de Botanische Vereeniging was soortenjagen het hoogste doel. Het idee achter de flora van Nederland was immers alle soorten die binnen de grenzen van Nederland voorkwamen te boek te stellen, waarvoor dan ook tot in de verste uithoeken van het land werd gezocht.

Tijdens de avonden bij Suringar zal Hugo ook kennisgemaakt hebben met de microscoop. Spoedig was het zijn grote wens er zelf een te bezitten. Maar een microscoop kostte ongeveer 80 gulden, zelfs voor een welgestelde jongen als hij een enorm bedrag. Gelukkig gaf zijn overgrootmoeder Jeanne Petronella Blussé-Maizonnet, de moeder van zijn grootmoeder van moeders zijde, hem op haar negentigste verjaardag in oktober 1863 25 gulden. Grootmama Reuvens bleek bereid het geschenk van haar moeder aan te vullen tot het benodigde bedrag. Zo kreeg Hugo in december 1863 zijn eerste eigen microscoop. Toen hij voor zijn verjaardag twee maanden later van zijn moeder ook nog een stevig tafeltje kreeg om het instrument op te zetten, was zijn geluk compleet.⁶⁸

Op excursie in Nederland

Het jaar 1863 was voor Hugo de Vries om nog een andere reden belangrijk. Voor de eerste keer had hij de mogelijkheid buiten het vertrouwde gebied tussen Haarlem en Den Haag te botaniseren. Die zomer maakte het gezin De Vries een reisje door Utrecht, Gelderland, Overijssel en Drenthe. Ter hoogte van Hengelo ging men even de grens over naar Bentheim. Hugo maakte kennis met nieuwe landschappen en nieuwe vegetaties, maar niet alles kon hem evenveel bekoren. ‘Evenals gij vind ik die heiden in Drenthe, al ben ik een botanist, vrij vervelend’, schreef hij na afloop aan zijn vriend Coen Ritsema. ‘Ook heb ik er niet veel meer dan een stuk of tien nieuwe planten gevonden’.⁶⁹

In de zomer van 1864 bezocht Hugo met zijn ouders en broer Rudolf Zuid-Limburg. ‘Ik stel mij nogal veel voor van de planten die ik er vinden zal om ’t groote verschil van klimaat en bodem met ons Holland’, schreef hij van tevoren vol verwachting aan een van zijn vrienden.⁷⁰ Het idee om de Limburgse flora te onderzoeken was Hugo mogelijk ingegeven door Suringar. Die had in juli 1861 Limburg bezocht met twee leden van de Botanische Vereeniging en daar op de volgende jaarvergadering enthousiast over bericht.⁷¹ Het verblijf in Limburg vormde overigens maar een bescheiden onderdeel van de vakantie. Het viertal reisde eerst via Dordrecht en Gorinchem naar Den Bosch en vervolgens naar Middelburg. Via Sluis kwam men in Brugge, waar vermoedelijk de

trein naar Luik werd genomen. Vandaaruit kwam het gezelschap uiteindelijk in Zuid-Limburg, waar men een week verbleef. Na nog een uitstapje naar het Duitse Kleef ging de reis terug naar Dordrecht en ten slotte naar Den Haag. De hele tocht duurde drie weken.⁷² In Maastricht ontmoette Hugo de botanicus Henri Jacques, verbonden aan het ziekenhuis Calvariënberg. Samen maakten zij een wandeling langs de stadswallen en Jacques liet hem enkele bijzondere planten zien. Hij beloofde Hugo planten uit zijn herbarium te sturen, in ruil voor planten die Jacques nog ontbeerde. Jacques zou de komende jaren een belangrijke bron voor nieuwe aanwinsten zijn.⁷³

Het volgende jaar, 1865, ging de inmiddels zeventienjarige Hugo er tijdens de zomer grotendeels alleen op uit. Vanuit Haarlem reisde hij met tante Gonne de Vries naar Zwolle waar zij bij bekenden logeerden. Na de omgeving verkend te hebben wandelde Hugo via Meppel, Hoogeveen en Assen naar Groningen waar hij een week logeerde bij advocaat-notaris en Tweede Kamer-lid J.H. Geertsema, een bekende van zijn vader. Hij bezocht er onder andere het museum voor natuurlijke historie en de Hortus. Hoogleraar botanie Van Hall was tot zijn spijt uit de stad, en zijn herbarium bestuderen in zijn afwezigheid bleek niet mogelijk te zijn. Vervolgens ging hij met diligence en te voet via Dokkum naar Holwerd, waar hij met de boot overstak naar Ameland voor een kort bezoek. Ook hier was Suringar wellicht de inspiratiebron. Die had in september 1860 Schiermonnikoog bezocht, in botanisch opzicht toen nog een witte vlek op de kaart.⁷⁴ De waddeneilanden waren bijzonder rijk aan soorten vanwege de aanwezigheid van drie verschillende grondsoorten en, daardoor, vegetaties: de woeste duinen, de zoute kleigronden en de gecultiveerde landbouwgronden. In de paar uur dat Hugo rond het plaatsje Nes botaniseerde vond hij zo'n honderd soorten, de meer algemene niet meegerekend. Terug op de wal wandelde hij vanaf Dokkum via Leeuwarden naar Sneek waar hij opnieuw een logeeraadres bij kennissen vond. Met de boot vanaf Lemmer reisde hij naar Amsterdam en vervolgens per trein terug naar Den Haag, beladen met een schat aan nieuwe planten. De laatste week van de zomervakantie bracht Hugo door in Haarlem, opnieuw botaniserend.⁷⁵

Over zijn wandelingen in de duinen van Kennemerland en in de buurt van Meppel en over zijn bezoek aan Ameland schreef hij dat najaar drie opstellen. Het zijn geen gedetailleerde verslagen, maar meer impressies van landschappen en vegetaties, gebracht met het enthousiasme van de speurende verzamelaar. 'Begeven wij ons nu achter Meerenberg het duin in en houden wij onzen koers in de rigting Zandvoort, dan is het eerste boschje dat wij bereiken het zoogenoemde *Viburnum*-boschje', aldus een fragment uit het opstel over de

duinen. ‘Geen bijzondere plant treft de botanicus hier aan om zijn bus te vullen, doch is het najaar dan staat hij verrukt over de prachtige schakeringen van rood en groen die hij hier aanschouwt. Vele wilde Sneeuwballen, wier bladen reeds een bruinachtig rooden kleur aannemen, staan hier tusschen het groen der andere heesters en de groote overvloed waarin hunne schermen roode besen overhangen maakt dit tot een der schoonste boschjes die de duinen ons opleveren’.⁷⁶ Uit dit fragment blijkt dat Hugo de natuur toch niet uitsluitend zag als een verzameling soorten, zoals hij later enigszins beschaamd vertelde, maar ook een esthetisch genoegen aan de natuur beleefde.

De opstellen vertonen wat betreft hun stijl veel overeenkomst met de artikelen die de natuurliefhebber Frits van Eeden al sinds een tiental jaren schreef voor het *Album der Natuur*. Van Eeden was een in zijn tijd uniek popularisator van de inheemse natuur. Hij wilde laten zien hoe bijzonder de natuur in Nederland was en dat zij beslist niet onderdeed voor de ogenschijnlijk veel opwindender natuur van exotische oorden die in de populaire tijdschriften van toen prominent aan bod kwam. De onderwijzers Heimans en Thijsse, die met hun boeken en hun tijdschrift *De Levende Natuur* enkele tientallen jaren later een ‘biologisch reveil’ in Nederland zouden ontketenen, beschouwden hem als een belangrijke inspirator. Het best liet zich de natuur uiteraard kennen en genieten door er zelf op uit te trekken, zo hield Van Eeden zijn lezers voor. Hugo werd door Van Eedens artikelen enthousiast gemaakt de genoemde soorten en vindplaatsen met eigen ogen te gaan zien en, blijkbaar, er over te schrijven. Maar hij was een van de weinigen. Pas door Heimans en Thijsse zou de ‘natuursport’ bij de Nederlandse bevolking echt aanslaan.⁷⁷ De voorgaande zomer had Hugo persoonlijk kennis gemaakt met Van Eeden. Samen ondernamen zij in de volgende jaren herhaaldelijk excursies.⁷⁸

Naar de universiteit

In juli 1865 sloot Hugo de vierde klas van het gymnasium met succes af en kon hij aan zijn laatste schooljaar beginnen. Dat hij daarna naar de universiteit zou gaan zal al een tijd vastgestaan hebben. Gerrit de Vries, de enthousiaste jurist en staatsdienaar, zag zijn oudste zoon graag in zijn voetsporen treden en wilde dat hij rechten zou gaan studeren.⁷⁹ Maar Hugo had andere plannen. Hij wilde van zijn passie voor de natuur zijn beroep maken en had zijn zinnen gezet op de studie wis- en natuurwetenschappen met plantkunde als specialisatie. Gerrit, en met hem zijn vrouw, zag weinig heil in dat voornemen. Een studie in de natuurwetenschappen paste niet in de familietraditie, maar belangrijker was dat er voor een botanicus maar heel weinig toekomstmoge-

lijkheden waren. Vrijwel de enige werkgever voor botanici was het onderwijs. Een karig betaalde baan als leraar plant- en dierkunde op een middelbare school leek vader en moeder De Vries geen aantrekkelijke carrière voor hun zoon. Daarbij speelde mee dat zij, zoals meer ontwikkelde Nederlanders van dat moment, de landbouw en daarmee de biologie als minderwaardig beschouwden, afgezet tegen de in opkomst zijnde industrie. De Vries' leerling F.A.F.C. Went schreef in zijn biografische schets van zijn leermeester uit 1900 dat de keuze van de universitaire studie hierdoor 'niet zonder strijd' verliep. 'Intusschen, De Vries hield vol en de ouders gaven toe'.⁸⁰

Opvallend is dat Hugo voor zijn laatste schooljaar niet doorging naar de vijfde klas van het gymnasium maar naar de vierde klas van de hbs-afdeling van de school (die eerder dat jaar was begonnen). Wellicht wilde hij, met het oog op zijn studie, nog iets oppikken van de natuurwetenschappelijke vakken die op de hbs meer aandacht kregen dan op het gymnasium. En mogelijk viel dat tegen: op 28 maart, bij het begin van de paasvakantie, verliet Hugo, vroegtijdig, de school en al een paar dagen later liet hij zich inschrijven aan de universiteit van Leiden en meldde hij zich bij het studentencorps. Voor de weken dat zijn ontgroening zou duren huurde hij een paar kamers bij boekhandelaar Witmans aan het Gerecht.⁸¹ Maart 1866 was voor hem in nog een ander opzicht het einde van zijn jeugdijaren. Op de dertiende van die maand deed hij geloofsbelijdenis. In zijn, volgens traditie van de doopsgezinde gemeente, zelf geschreven en voorgedragen visie op het geloof sprak hij de hoop uit naar het voorbeeld van Christus te zullen leven. 'Geve God mij de krachten om mijn leven zoo te volbrengen dat het aan allen wien ik hier op aarde te danken heb wat ik ben, een oprecht bewijs mijner dankbaarheid zij, en dat ik er vooral zooveel mogelijk de bestemming mede bereiken met welke Hij het mij geschonken heeft'. Op 25 maart volgde zijn doop.⁸²

Na zijn groentijd was Hugo van eind mei tot half begin opnieuw in Zuid-Limburg om te botaniseren, vooral om orchideeën te verzamelen.⁸³ Na thuiskomst dook hij de boeken in voor zijn admmissie-examen. Aangezien hij geen gymnasiumdiploma had moest hij zich voor de universitaire studie kwalificeren met een examen waarin zijn kennis van de klassieke talen en de wiskunde werd getoetst. Vanwege een hevige cholera-epidemie besloot hij echter voorlopig Den Haag niet te verlaten en het examen tot september uit te stellen. Van planten verzamelen kwam er, tot zijn spijt, die zomer dus weinig terecht.⁸⁴ Eind augustus was het besmettingsgevaar zodanig geweken dat hij uit logeren durfde te gaan bij zijn oudoom Pieter Mabé in Haarlem, waar hij tochten maakte met Van Eeden. Vanuit Haarlem reisde Hugo naar Amster-

dam waar hij op het station zijn vader en zijn broer Rudolf ontmoette. Met boot, rijtuig en benenwagen reisden zij gedrieën naar Edam met de bedoeling over te steken naar Marken. Hugo was nieuwsgierig naar de flora van het eiland, terwijl zijn vader en broer graag eens de typische folklore van de bewoners wilden zien. Op het eiland bleek de cholera nog bijzonder hevig te woeden. 'En daar juist het binnenste der wooningen het belangrijkste van Marken is, moesten wij wel besluiten van het doel onzer reis af te zien', zo berichtte Hugo aan Van Eeden. Voor hemzelf was de reis redelijk succesvol, want hij deed toch nog enkele botanische vondsten.⁸⁵

Begin september maakte Hugo zijn kamers bij Witmans gereed voor zijn verblijf gedurende de komende jaren. 'Wees zoo goed voor het raam van mijn slaapkamer een bloemenrekje te laten maken, zoo lang als het raam zelf breed is', schreef hij zijn huisbaas. 'Aangenaam zoude het mij zijn als het den zoe dezer geleverd en klaar, en voor het raam bevestigd was, daar ik dien dag of den volgenden het admisie-examen hoop af te leggen, waarna ik van plan ben te Leiden te blijven'.⁸⁶ Met dat toelatingsexamen had hij geen enkele moeite. Aan zijn moeder schreef hij na afloop: 'Om negen uur moesten wij in het Academiegebouw present zijn. Er waren er omstreeks dertig en eenige toeschouwers. Tot half elf duurde de meet- en stelkunst (van professor Bierens de Haan), bestaande in zes grootendeels zeer gemakkelijke vraagstukken. Daarna kwamen oom Thijs en professor Fruin voor het Grieksch en Latijn, dat bespottelijk gemakkelijk was'. 's Middags moest Hugo terugkomen om de uitslag te horen en vernam hij dat hij geslaagd was. 'Ik zal u het leven en het rumoer van de studenten die om half vier kwamen zien wie groen waren enz. maar niet beschrijven. Werd er één door den pedel opgeroepen, dan kon zijn naam ternauwernood op een paar ellen afstands verstaan worden'. Die avond dineerde hij met zijn broer Rudolf (die hem bij het horen van de uitslag al vergezeld had) bij grootmama Reuvens. Daarna ging hij inderdaad niet meer terug naar Den Haag maar betrok zijn kamers. 'Het boekenrekje en die ornamenten boven de gordijnen hangen er, enz. enz. De barometer is gekomen en daarbij heb ik mij een maximum- en minimum-thermometer gekocht', schreef hij aan zijn moeder. 'De glazen zijn present, ook messen, lepeltjes, borden. Doch hoe moet ik een paar vorken voor het vleesch krijgen? De juffrouw kan mij niet dan stalen geven'.⁸⁷

II

Fascinatie voor fysiologie

1866-1871

‘Ge zult waarschijnlijk wel vernomen hebben hoe best mij ’t leven hier bevalt, en zou ik u daaromtrent wat nieuws willen schrijven, dan moet het wel zijn over de “Vrijwillige Oefening in den Wapenhandel”. Wij exerceren namelijk met echte geweren en zodra de volgende zomer komt gaan wij leeren schieten.’¹

Het is 22 oktober 1866. Hugo de Vries is nog maar net één maand student maar geniet reeds volop van het Leidse studentenleven, zo laat hij aan zijn broer Egbert weten. Zojuist is hij lid geworden van de ‘Leidsche Studentenvereniging tot Vrijwillige Oefening in den Wapenhandel’, later ‘Pro Patria’ genoemd. De vereniging was een reactie op de oorlogszuchtige expansiepolitiek van het koninkrijk Pruisen. Thijs de Vries was een van de oprichters en door het eerste bestuur benoemd tot erelid. De familie De Vries hechtte dus blijkbaar weinig waarde aan de van oudsher onder doopsgezinden levende overtuiging geen geweld te mogen gebruiken of wapens te mogen hanteren. De angst voor een Pruisische inval nam echter spoedig af, net als het enthousiasme van de studenten. De schietbaan die na een jaar wachten werd ingericht was al na drie weken kapotgeschoten. Het is dan ook de vraag of Hugo ooit aan de schietinstructie heeft meegedaan.² Verder is hij lid geworden van het ‘Gezelschap Huygens’ en het ‘Leesgezelschap Archimedes’. Huygens is een vereniging van studenten van de faculteit Wis- en Natuurkunde die recente ontwikkelingen in hun vakgebied bediscussiëren. Archimedes (toegankelijk voor alle studenten en zelfs oud-studenten) heeft tot doel ‘gelegenheid te geven tot het lezen van populaire medische, wis- en natuurkundige werken’. De vereniging koopt boeken aan, laat die onder de leden circuleren en verkoopt ze uiteindelijk tijdens de jaarvergadering aan de leden. Bij Archimedes zou Hugo enige tijd de functie van secretaris vervullen. Later in zijn studie zou

Hugo bovendien nog lid worden van het ‘Leesgezelschap Proza en Poezij’, een gezelschap waarbij onder de leden boeken ‘tot het gebied der fraaie letteren behorende’ circuleren. Na de plantkunde is de literatuur bij hem nog steeds een goede tweede.³

Een ongebruikelijke studie

Met zijn studie is Hugo een buitenbeentje: studenten die staan ingeschreven bij de faculteit Wis- en Natuurkunde zijn ver in de minderheid. Het overgrote deel van de studenten behoort bij de juridische, medische en theologische faculteit. Voor een jurist, arts of dominee is emploti genoeg, maar voor wiskundigen en natuurwetenschappers niet. Dat Hugo zich binnen de faculteit toelegt op de plantkunde is helemaal een zeldzaamheid. Sinds zijn aanstelling negen jaar eerder heeft Suringar nog maar één promovendus gehad.⁴

Bij de in 1815 vastgestelde regeling van het hoger onderwijs in Nederland, het zogenoemde ‘Organiek Besluit’, hadden de faculteiten Wis- en Natuurkunde van de universiteiten en athenaea als voornaamste taak gekregen het propedeutisch onderwijs te verzorgen voor de studenten van de medische faculteit. Voordat die aan de medische examens mogen deelnemen moeten zij eerst examens in de wis-, natuur-, schei- en plantkunde afleggen. De vier vakken moeten de aankomende medicus een algemeen-natuurwetenschappelijke basis geven; bij de colleges voor de kandidaats- en doctoralexamens zullen zij niet meer voorkomen. Tijdens de kandidaatscolleges geneesmiddelenleer, ofwel *materia medica*, zou nog wel de geneeskrachtige werking van planten aan de orde komen. Die colleges werden soms ook door de hoogleraar botanie gegeven.⁵

De hoogleraren botanie aan de Nederlandse universiteiten en hogescholen hadden herhaaldelijk geprobeerd de aandacht voor de botanie te stimuleren door te wijzen op het grote maatschappelijke belang van het vak. In Groningen had H.C. van Hall in de jaren veertig zijn colleges landhuishoudkunde omgezet in een Landhuishoudkundige School waarvan hijzelf directeur was geworden en waaraan hij vervolgens tot zijn emeritaat in 1871 vrijwel al zijn tijd zou besteden. De Utrechtse hoogleraren J. Kops en C.A. Bergsma hadden ontginningsprojecten aangemoedigd en zich bezig gehouden met het uitgeven van tijdschriften en populaire boeken. In Amsterdam had de hoogleraar F.A.W. Miquel in de jaren vijftig op bescheiden schaal de eerste tuinbouwopleiding in Nederland opgezet. N.W.P. Rauwenhoff had in 1860 in zijn inaugurerende rede als lector aan de Klinische School in Rotterdam gesteld dat een grondige botanische kennis onontbeerlijk is voor wie succesvol wil zijn in de

landbouw, de handel, de geneeskunde en de farmacognosie. De plantkunde zou volgens hem tevens van belang zijn omdat zij nauw samenhangt met andere wetenschappen die in de voorgaande decennia zoveel ertoe hadden bijgedragen dat het dagelijks leven aangenamer en gemakkelijker was geworden, zoals de chemie en de meteorologie. Om het nut van een wetenschap voor de mensheid te beoordelen moest men volgens Rauwenhoff overigens niet alleen kijken naar de materiële kant van het bestaan maar ook naar de geestelijke, en de plantkunde droeg als kennisvak zeker het nodige bij aan het verruimen van de blik op de wereld. 'Zoo, mijne heeren, is de kruidkunde een schoone werkkring aangewezen tot heil der menschen'. De Leidse hoogleeraar W.H. de Vriese had herhaaldelijk voor een rationele, wetenschappelijke benadering van de landbouw in de koloniën gepleit waarbij botanische kennis vanzelfsprekend een prominente rol diende te vervullen. Hij had zijn pleidooien in 1857 beloond gezien met de opdracht van de regering om in Indië de gouvernementele cultures te onderzoeken en te rapporteren hoe wetenschappelijke kennis daarbij ingezet kan worden. Bij zijn vertrek uit Leiden had hij een rede gehouden met de veelzeggende titel *De invloed der kruidkunde op de belangen van den staat*.⁶

Ondanks deze inspanningen was de vraag naar botanici vanuit landbouw, handel en industrie minimaal gebleven. Hetzelfde gold voor chemici, natuurkundigen, wiskundigen en zoölogen, hoewel naar chemici nog wel enige vraag was vanuit de koloniën. Geen wonder dus dat in de jaren veertig en vijftig slechts 2 tot 3% van de studenten aan de drie Nederlandse universiteiten ingeschreven stond bij de faculteit Wis- en Natuurkunde. In de jaren zestig begon hun aantal echter aanzienlijk te stijgen. Bij de wet op het middelbaar onderwijs die in 1863 van kracht werd was een nieuw schooltype ingesteld: de Hogere Burger School. De hbs was bedoeld voor jongens die in de handel en industrie wilden gaan werken en in het lesprogramma was dan ook veel meer aandacht voor de natuurwetenschappen dan op het gymnasium. Hierdoor waren veel nieuwe leraren nodig. Hadden zich in Leiden tussen 1855 en 1863 in totaal 23 studenten bij de faculteit Wis- en Natuurkunde aangemeld, in de jaren 1864 en 1865 waren dat er al respectievelijk zeven en acht, en in de volgende vier jaren was het aantal aanmeldingen zelfs het twee- tot drievoudige daarvan. In 1866, het jaar dat Hugo ging studeren, waren er 21 aanmeldingen voor Wis- en Natuurkunde op een totaal van 145 nieuw ingeschreven studenten. Landelijk gezien steeg het aantal studenten Wis- en Natuurkunde tot boven de 10%.⁷

Het aantal studenten dat zich op de botanie toelagde nam na 1863 eveneens

toe, maar in verhouding bleef de belangstelling toch minimaal. In 1867, 1868 en 1869, de jaren dat Hugo aan zijn kandidaats- en doctoraalexamen werkte, meldden zich in Leiden slechts vier andere aanstaande botanici aan, namelijk Boele Lycklama à Nyeholt, Jacob Boerlage, William Burck en Melchior Treub. Natuurlijk zochten de vijf geestverwanten elkaars gezelschap en er ontstonden hechte vriendschappen. Lycklama overleed tijdens zijn studie. Boerlage en Burck waren na hun promotie enkele jaren leraar. Boerlage was niet gelukkig met zijn onderwijsbestaan en was zeer verheugd toen Suringar hem in 1879 conservator van het Rijksherbarium maakte. Treub werd na zijn promotie de eerste assistent van Suringar en, met diens hulp, in 1880 directeur van 's Lands Plantentuin te Buitenzorg (nu de Kebun Raya te Bogor). Vrijwel meteen benoemde hij Burck tot adjunct-directeur, welke functie in de praktijk neerkwam op de zorg voor het herbarium. Nadat Burck wetenschappelijk adviseur van de gouvernementele koffieplantages was geworden, gaf Treub de functie aan Boerlage. Treub maakte van 's Lands Plantentuin een wereldvermaard onderzoeksinstituut met grote betekenis voor de koloniale landbouw. Hij liet laboratoria bouwen en verschaftte Nederlandse en buitenlandse wetenschappers de financiën en de faciliteiten om in Buitenzorg onderzoek te doen. Vanuit de tuin ontstond in 1904 het Department van Landbouw voor Nederlands-Indië, waarvan Treub de eerste directeur werd.⁸

Aansluitend bij zijn voorgangers betoogde Suringar in zijn rectorale rede uit 1868 *De kruidkunde in hare betrekking tot de maatschappij en de hoogeschool* dat de wetenschappelijke botanie van groot belang is voor de praktijk. Maar, en daarmee liet hij een ander geluid horen, zij mocht volgens hem niet in dienst daarvan staan. Hij schetste hoe in de beoefening van de plantkunde het vergaren van praktische kennis in de voorgaande decennia geleidelijk was vervangen door wetenschappelijke nieuwsgierigheid. Steeds meer was de wens ontstaan 'inzigt te verkrijgen in die rijke verscheidenheid en innerlijke harmonie der verschijnselen die zich om en in hem openbaren', en was het idee dat de natuur geschapen is voor het welzijn van de mens verlaten. Dat was volgens hem een positieve ontwikkeling geweest. Door diepergaand onderzoek waren ook minder voor de hand liggende schatten opgedolven en bovendien waren er uit louter zucht naar kennis allerlei onderzoeken verricht waarvan pas later was gebleken dat ze een praktisch nut hebben. Hadden de onderzoekers zich alleen laten leiden door de wens nuttige resultaten te verkrijgen, dan waren die onderzoeken waarschijnlijk nooit gedaan. Kortom: 'Geen ongeduld, geen jacht naar resultaat baat. Geregeld en natuurlijk ontwikkeld brengt de wetenschap hare vruchten van zelve en overvloedig voort.'⁹

Een drukke studie

Volgens het al genoemde Organiek Besluit moesten studenten Wis- en Natuurkunde zich voor het kandidaatsexamen bekwamen in wiskunde, experimentele natuurkunde, sterrenkunde en in de algemene beginselen van zoölogie, botanie en geologie. Voor het doctoraalexamen dienden zij examens te doen in toegepaste wiskunde, wiskundige natuurkunde, wiskundige sterrenkunde, toegepaste scheikunde en geologie. Bovendien waren er enkele 'testimonia-vakken' die gevolgd moesten worden bij de letterenfaculteit: in de kandidaatsfase Latijnse en Griekse letterkunde en redeneerkunde, in de doctorale fase metafysica en geschiedenis der wijsbegeerte. Men hoefde hiervoor geen examen af te leggen; men moest aantonen de colleges gevolgd te hebben en ontving dan een 'testimonium'. Wie een leraarsbaan ambieerde moest bovendien colleges pedagogiek volgen.¹⁰ In de praktijk was het studieprogramma voor de natuurwetenschappers echter minder strikt. Het Organiek Besluit had namelijk ook bepaald dat de doctoraaldiploma's van de faculteit Wis- en Natuurkunde nadrukkelijk moesten weergeven 'het gedeelte der wetenschappen waarin iemand bij voorkeur eenen stand gekozen heeft, en waarin hij dus bij voorkeur geëxamineerd is'. Verschillende keren was geprobeerd deze door de student zelf te kiezen specialisatie duidelijker vorm te geven. Een in 1828 ingestelde commissie die de regering moest adviseren over verbeteringen in het hoger onderwijs, had voorgesteld twee afzonderlijke doctoraten voor wis- en natuurkunde enerzijds en natuurlijke historie anderzijds in te stellen. Een soortgelijke commissie uit 1849 had de instelling van drie studierichtingen geadviseerd: wiskunde, natuur- en scheikunde en natuurlijke historie (plantkunde, dierkunde en geologie). Laatstgenoemde commissie meende dat een universiteit in de eerste plaats duidelijk afgebakende beroepsopleidingen moest aanbieden en daarnaast moest werken aan 'de uitbreiding en bevordering der wetenschap'. Geen van de voorstellen was overgenomen en opgenomen in de wetgeving op het onderwijs. De Leidse universiteit was echter wel enigszins met de voorstellen meegegaan. Zij had een studierichting *philosophia naturalis* ingesteld, met doctoraalexamens botanie, zoölogie en geologie. Het was deze richting die Hugo volgde. Pas bij de invoering van de wet op het hoger onderwijs van 1876 werden de vakken van de natuurwetenschappelijke faculteit opgedeeld in vijf doctoraalstudies. Er ontstond toen ook een afzonderlijk doctoraalexamen plant- en dierkunde.¹¹

De eerste maanden van zijn studie had Hugo het bijzonder druk, zó druk zelfs dat het maken van botaniseertochten er geheel bij inschoot. Pas in de kerstvakantie vond hij de tijd om de planten die hij de voorgaande zomer had

verzameld te determineren en op te bergen in zijn herbarium. Ook het tweede halfjaar beloofde weer druk te worden. ‘Mais le temps passe rapidement, et au printemps, Flore, reprenant toute sa splendeur, nous appellera de nouveau à sa culte’, zo schreef hij vol verwachting in een bloemrijke brief aan zijn Limburgse correspondent Henri Jacques.¹² De verzuchting dat er zoveel colleges gevolgd moesten worden was algemeen onder de studenten Wis- en Natuurkunde. In tegenstelling tot de studenten van andere faculteiten konden zij moeilijk wegblijven en hun kennis uit boeken halen. Op veel colleges werden namelijk planten en dieren, natuurkundige verschijnselen en chemische processen getoond. Na het kandidaatsexamen kregen de studenten het rustiger. Zij hadden dan nog maar een beperkt aantal vakken en volgden voornamelijk privaatcolleges.¹³ ‘Labor improbus omnia vincit’, zo citeerde Hugo de dichter Vergilius bij de jaren 1868 en 1869 in zijn *Liber annualis* waarin hij sinds februari 1866 bijzondere gebeurtenissen uit zijn leven bijhield: onvermoeide arbeid komt alles te boven. Op 6 maart 1869 behaalde hij het kandidaatsexamen, op 4 mei 1870 het doctoraalexamen.¹⁴

In de twee decennia voorafgaand aan Hugo's studie was er in Leiden heel wat veranderd in de manier waarop college werd gegeven. Vrijwel alle hoogleraren waren van het Latijn overgestapt op het Nederlands en in het verlengde daarvan hadden zij het aloude dicteren van de lesstof vervangen door de vrije voordracht. Dat had zowel het volgen als het geven van colleges aanzienlijk aangenamer gemaakt, maar had ook tot resultaat gehad dat de verschillen in didactische kwaliteiten van de hoogleraren duidelijker waren geworden. De uitleg van wiskundige Bierens de Haan was vaak onbegrijpelijk, sterrenkundige Kaiser was geen boeiend spreker maar zijn colleges waren duidelijk, en scheikundige Van der Boon Mesch was ronduit geestig en trok, mede door zijn demonstratieproeven, volle zalen.¹⁵ Inhoudelijk liepen sommige hoogleraren jaren achter. Van der Boon Mesch spande daarbij wel de kroon. Nieuwe inzichten wilden er bij hem niet in en ondanks zijn amusante colleges regende het klachten over zijn onderwijs. Zijn kleine en gezette gestalte, zijn schele blik en zijn duivenhobby maakten hem bovendien tot een geliefd slachtoffer van studentikoze humor. Hugo de Vries betreurde het later dat zijn scheikundige opleiding zo slecht was geweest. Over de colleges natuurkunde van professor Rijke daarentegen was hij vol lof.¹⁶

Gegrepen door het darwinisme

Ook de hoogleraren Suringar (botanie) en Van der Hoeven (zoölogie) waren geen toonbeelden van wetenschappelijk modernisme. Suringar kende, waar-

deerde en doceerde de verschillende stromingen die er in zijn vak te onderscheiden waren, zowel de traditionele als de recent opgekomen, maar zijn hart lag bij de klassieke beschrijvende en classificerende botanie en daaraan besteedde hij dan ook de meeste aandacht. Van der Hoeven was eveneens een traditionele systematicus en bovendien zeer religieus. Zijn leven lang hield hij vast aan de theologische en teleologische visie dat de natuur een openbaring Gods is waarvan elk detail Zijn wijsheid en grootheid vertoont en dat God de natuur heeft geschapen tot voordeel van de mens. Hij kon zeer verontwaardigd zijn wanneer hij iemand hoorde beweren dat door de nieuwe ontdekkingen in de natuurwetenschappen een moderne, niet-religieuze visie op de wereld onontkoombaar werd.¹⁷

Suringar en Van der Hoeven moesten beiden niets hebben van hét moderne idee bij uitstek dat op dat moment binnen de biologie volop in de belangstelling stond: de evolutietheorie van de Engelse natuuronderzoeker Charles Darwin. In 1859 had Darwin in zijn boek *On the origin of species* de stelling verdedigd dat elke soort ontstaan is uit een andere soort en dat alle levensvormen op aarde een gemeenschappelijke voorouder hebben. Dit idee had in verschillende vormen al heel lang onder botanici en zoölogen gecirculeerd, maar Darwin had zijn betoog onderbouwd met een nog niet eerder geopperd mechanisme dat de veranderingen zou sturen. Hij had het leven van elk organisme voorgesteld als een strijd om het bestaan met zijn omgeving, inclusief zijn soortgenoten. De individuen die de strijd overleven beschikken blijkbaar over bepaalde eigenschappen, hetzij aangeboren, hetzij tijdens het leven verworven, die hen een voordeel geven boven andere individuen. Deze gunstig gebleken eigenschappen worden door de overlevers doorgegeven aan de volgende generaties, die op hun beurt ook weer de strijd om het bestaan aangaan. Zo zou er steeds een natuurlijke selectie van de best aangepaste individuen plaatsvinden, zouden soorten steeds aan veranderingen onderhevig zijn en de diversiteit toenemen door de continue opeenstapeling van nieuwe eigenschappen.¹⁸ Suringar meende dat er voor Darwins theorie onvoldoende bewijs was. Pas in de jaren tachtig veranderde hij van mening omdat er toen naar zijn idee voldoende bewijsmateriaal op tafel gekomen was. Van der Hoeven kon Darwins mechanisme van de natuurlijke selectie op geen enkele manier in overeenstemming brengen met zijn opvatting dat alles in de natuur een doel heeft en op die wijze door God geschapen is. In 1860 had hij de Nederlandse vertaling verzorgd van een van de eerste publicaties die in Engeland tegen Darwins opvatting was verschenen.¹⁹

Niet alleen binnen de biologie maar ook daarbuiten had Darwins theorie de

tongen heftig in beroering gebracht. De rooms-katholieken waren resoluut tegen de onbijbelse voorstelling van een planten- en dierenwereld die niet door God geschapen was maar door een geleidelijke ontwikkeling ontstaan zou zijn. Het darwinisme zagen zij bovendien niet alleen als een aanval op Genesis, maar ook op christelijke sleutelbegrippen als barmhartigheid, de zondeval, de almacht van God en de status van de mens als hoogtepunt van de schepping. De katholieken stonden trouwens over het algemeen erg wantrouwend tegenover de moderne natuurwetenschappen. Die zouden in hun ogen namelijk onvermijdelijk leiden tot materialisme en atheïsme. De protestanten waren verdeeld. De rechtzinnigen, die de Bijbel als Gods letterlijke woord en de natuur als Zijn creatie beschouwden, deelden het standpunt van de katholieken. Maar de ‘moderneren’, en dat waren veel theologen, wetenschappers en andere intellectuelen, stonden neutraal tot zelfs sympathiek tegenover het darwinisme. Zij maakten een onderscheid tussen gevoel en rede, tussen geloof en weten. Deze houding kende evenwel weer allerlei schakeringen. Volgens sommigen zouden de ‘raadselen des levens’ (zoals de Utrechtse hoogleraar Harting het uitdrukte) altijd buiten het bereik van de wetenschapper vallen. Anderen meenden dat het darwinisme meehielp om het geloof te zuiveren van onwaarschijnlijke wonderverhalen; de Bijbel was immers geen natuurkundeboek en niet alles hoefde letterlijk genomen te worden. Weer anderen zagen de evolutietheorie met haar streven naar verbetering, naar orde en harmonie als een bewijs voor het bestaan van God. Zij liet zien hoe Hij volmaakte middelen gebruikte om Zijn doel te bereiken. Het kleine groepje atheïsten dat Nederland kende accepteerde Darwins ideeën natuurlijk met graagte.²⁰

Al voordat hij was gaan studeren, had Hugo kennisgemaakt met de evolutiegedachte. Als gymnasiast had hij het populaire *Sporen van de natuurlijke geschiedenis der schepping en voortgaande ontwikkeling onder den invloed en het beheer der natuurwetten* gelezen. Het boek was een vertaling van *Vestiges of the natural history of creation*, dat in 1844 in Engeland voor het eerst was verschenen. Volgens de auteur, de schrijver-journalist Robert Chambers, zouden de laagste vormen van een groep dieren afstammen van de hoogste vormen van een voorafgaande groep. God heeft organismen een streven naar verdere ontwikkeling meegegeven, en de ontwikkeling van eenvoudige naar complexe levensvormen verloopt in een onafgebroken lijn volgens een van tevoren opgesteld plan. God had dit ontwikkelingsproces in het begin van de schepping op gang gebracht en sindsdien was het zonder verder ingrijpen van Hem verlopen. De *Vestiges* was zowel door de wetenschappelijke wereld als door de verschillende kerkgenootschappen afgewezen; door de eerste vanwege de vele fouten en blunders

die het boek bevatte, door de tweede omdat de gepresenteerde opvatting in tegenspraak was met het bijbelse scheppingsverhaal. Een van de publicaties die de *Vestiges* had uitgelokt heette veelzeggend (in de Nederlandse vertaling) *Schepping door de regstreeksche tussenkomst van God, in tegenstelling van eene schepping door natuurwetten*. Chambers had de kritiek op zijn werk wel verwacht en het daarom verstandiger gevonden zijn naam nergens in het boek te vermelden en zijn auteurschap ook verder geheim te houden. Het grote publiek smulde van het werk. Het werd vele keren herdrukt en vertaald.²¹ Hugo echter was niet gecharmeerd geweest van Chambers' ideeën: dat de ene soort uit de andere voortgekomen is, had hij niet kunnen accepteren en daarmee had hij het hele idee van de gemeenschappelijke afstamming, in welke vorm dan ook, verworpen.²² Het is speculeren waardoor zijn mening het sterkst beïnvloed was: door het dogma van Carl Linnaeus, de god van de systematische ordening van het plantenrijk, dat de natuur geen sprongen maakt, soorten onveranderlijk zijn en een botanicus zich verre moet houden van het onderzoek naar afwijkende vormen, of door het dogma van het christendom dat alle soorten afzonderlijk en onveranderlijk zijn geschapen. Hugo las de *Vestiges* juist in de tijd dat hij zich onder leiding van de systematicus Suringar ontwikkelde tot botanicus en zich onder leiding van de rechtzinnige dominee Sepp voorbereidde op zijn geloofsbelijdenis.

Toch was het idee van de gemeenschappelijke afstamming Hugo bezig blijven houden. Tijdens zijn eerste studiejaar werd op een verkoping een Duitse vertaling van Darwins *Origin* aangeboden.²³ Hij moest en zou het beroemde boek te pakken krijgen, zo schreef hij zestig jaar later in een schrift waarin hij herinneringen uit zijn leven verzamelde. 'Ik had toen weinig geld en heb twee dagen geen middagmaal gebruikt om dat exemplaar te kunnen kopen'. Net als eerder bij de *Vestiges* overtuigde het betoog hem niet, maar geheel verwerpelijk vond hij Darwins theorie toch ook niet. 'Gedurende een jaar heb ik er over nagedacht en verschillende deelen telkens weer gelezen. Eindelijk zag ik de juistheid van Darwins stelling in en sedert ben ik een vurig aanhanger van zijne leer geweest, vol van bewondering voor zijn werk'. Met zijn medestudenten bediscussieerde hij Darwins ideeën. Eén voor één raakten ze van Darwins gelijk overtuigd.²⁴ Voor iedereen die was opgegroeid met de vertrouwde en vaststaande opvattingen over de onveranderlijkheid der soorten was de acceptatie van Darwins ideeën een harde strijd, zo schetste De Vries de situatie jaren later. Het was 'een strijd die ieder onzer in zijn binnenste te voeren had, om zich los te wringen van de oude vooroordeelen en vol en vrij zich vóór de nieuwe richting te verklaren'.²⁵

De bekeerde studenten stuitten niet bij al hun docenten op weerstand. De lector zoölogie, Herman Hartogh Heys van Zouteveen, was een groot bewonderaar van Darwin en maakte daarvan geen geheim. Hartogh had in Leiden zowel aan de faculteit der Rechten als aan die der Wis- en Natuurkunde gestudeerd en was aan beide faculteiten gepromoveerd in respectievelijk 1864 en 1866. Na korte tijd als leraar in het middelbaar onderwijs gewerkt te hebben was hij in 1867 lector geworden ter ondersteuning van de oude en zwakker wordende Van der Hoeven. Die overleed reeds het volgende jaar en Hartogh rekende erop dat hij tot diens opvolger zou worden benoemd. De keuze van Curatoren viel echter op de 26-jarige Emil Selenka, assistent van de hoogleraar zoölogie aan de universiteit van Göttingen. Het is vrijwel zeker dat zijn openlijke steun aan Darwin Hartogh bij Curatoren niet populair had gemaakt en dat hij daarom werd gepasseerd. Hartogh nam hierop ontslag als lector, leidde een tijdje een reizend en schrijvend bestaan en vestigde zich in 1873 in Drenthe waar hij zich op de landontginning toelegde. In de jaren zeventig en tachtig vertaalde en bewerkte hij verschillende boeken van Darwin die werden uitgegeven in de reeks met de veelzeggende titel 'Darwins biologische meesterwerken'. Bovendien was hij medewerker en later redacteur van het populair-natuurwetenschappelijke tijdschrift *Isis*. Hij schreef er vele artikelen over het darwinisme voor.²⁶

Wanneer Curatoren hadden verwacht met Selenka een tegenstander van de afstammingsleer binnengehaald te hebben, kwamen zij spoedig bedrogen uit. 'Uit achting voor zijn voorganger en in de meening dat diens leerlingen ook zijn trouwe volgelingen waren, verzweeg hij zijn oordeel over Darwins stelling', aldus De Vries later in zijn schrift met herinneringen. Selenka richtte voor zijn studenten een dispuut op waarin ieder op zijn beurt een voordracht moest houden en vervolgens door zijn collega's onder handen werd genomen. 'Toen het mijne beurt werd, werd door alle leden besloten dat ik als onderwerp een deel der afstammingsleer zou behandelen teneinde professor Selenka er toe te bewegen kleur te bekennen. Bij de discussie vielen allen mij bij, en Selenka verklaarde zich ook een warm voorstander. Sedert heeft hij ons op college en practicum steeds in die leer ingeleid, en die in ruimer kring ingang doen vinden'.²⁷ Hugo kon goed met Selenka opschieten. Toen hij in 1871 solliciteerde naar de positie van leraar natuurlijke historie aan de hbs in Amsterdam schreef Selenka een lovende aanbeveling. Ook kwam Selenka wel bij Hugo's ouders thuis. In de zomer van 1875 ontmoetten zij elkaar, vermoedelijk voor het laatst, in Würzburg waar Hugo de Vries toen net was gaan werken. Selenka was het jaar tevoren uit Leiden vertrokken en hoogleraar zoölogie in Erlangen geworden.²⁸

De kennismaking met het werk van Darwin gaf Hugo een geheel nieuwe kijk op de plantkunde. De natuur bleek niet statisch, maar constant in beweging te zijn: soorten variëren, verschijnen en verdwijnen. De vertrouwde en heldere systematiek verloor eensklaps haar suprematie en kreeg plotseling een heel andere status. ‘Wat vroeger de wetenschap was, was thans nog slechts het a.b.c. daarvan, het rangschikken en catalogiseren. Aan het onderzoek werden geheel andere eischen gesteld, de belangstelling werd in nieuw wegen geleid, voor het nadenken, vergelijken, waarnemen en besluiten werd een onafzienbaar veld geopend’, zo omschreef hij later eens de invloed die het darwinisme op de biologie had uitgeoefend, en dit moet ongeveer ook het gevoel zijn geweest dat hijzelf als student had ervaren.²⁹

Gegrepen door de plantenfysiologie

Zo mogelijk nog groter was de schok die Hugo beleefde bij de kennismaking in 1868 met het *Lehrbuch der Botanik* van Julius Sachs, hoogleraar botanie in Würzburg.³⁰ In het boek behandelde Sachs het totale vakgebied van dat moment: systematiek (van thallofyten tot fanerogamen), morfologie (bouw van cellen, weefsels en organismen) en fysiologie (natuur- en scheikundige verschijnselen, en tevens seksualiteit en afstammingsleer). Het boek was hoogst actueel: het gaf de kennis van dát moment weer en behandelde daarbij de heersende vragen en problemen. Het was vooral het deel over plantenfysiologie dat indruk op Hugo maakte. Op de practica die hij volgde maakte hij gebruik van het *Leerboek der plantkunde* van C.A.J.A. Oudemans (hoogleraar plantkunde in Amsterdam) en *Anatomie und Physiologie der Pflanzen* van Franz Unger (hoogleraar plantenfysiologie in Wenen).³¹ Beide waren geen onverdienselijke werken, maar niet zo actueel als Sachs’ boek en op enkele punten zelfs behoorlijk verouderd. Het bijzondere van het *Lehrbuch* was dat het allerlei verbanden aangaf, zowel tussen de afzonderlijke disciplines in de botanie als binnen de plantenfysiologie zelf. Afzonderlijke verschijnselen bracht Sachs tot eenzelfde principe terug. ‘Het leerboek van Sachs maakte een overweldigenden indruk. Hier was alles nieuw, helder en in logische samenhang’, schreef De Vries later in zijn herinneringen. ‘Overall stond nu alles in een nieuw licht en ons enthousiasme was zeer groot.’³²

Julius Sachs was een uitgesproken exponent van een visie op biologische verschijnselen die recent in Duitsland was opgekomen en in korte tijd een dominante positie had ingenomen onder botanici en zoölogen: de visie dat verschijnselen in de levende natuur op dezelfde manier verklaard kunnen worden als verschijnselen in de levenloze natuur. Deze visie was een reactie op de

nogal speculatieve *Naturphilosophie* die in de eerste decennia van de eeuw onder Duitse biologen had overheerst. Volgens de *Naturphilosophie* is er een verschil tussen werkelijkheid en waarneming. Elke waarneming is een constructie door de menselijke geest. Wat voor de werkelijkheid gehouden wordt, is slechts een interpretatie, een abstractie van de werkelijkheid. Onderzoek van de natuur is dan ook niet anders dan onderzoek van het menselijke denken, en natuurwetten zijn niet anders dan de wetten waarmee waarnemingen in de menselijke geest worden vormgegeven. Algemene natuurwetten laten zich derhalve niet opstellen door inductie uit individuele verschijnselen. De algemene wetten zijn reeds aanwezig in de menselijke geest en individuele verschijnselen kunnen alleen door deductie hieruit worden geconstrueerd. De *Naturphilosophie* was goed verenigbaar met allerlei speculatieve ideeën uit eerdere perioden waarvoor geen concreet bewijs was, maar die logischerwijs aangenomen moesten worden. Zo was er het (wijd verbreide) idee dat alle levensverschijnselen worden aangestuurd door een *vis vitalis* of *Lebenskraft*. Deze zou maken dat er verschil is tussen leven en dood, tussen de organische en anorganische natuur. Rond 1840 werd de visie van de *Naturphilosophie* in de biologie en daarmee het idee van de *Lebenskraft* van verschillende kanten aangevallen. Natuur- en scheikundigen deden spectaculaire ontdekkingen en concludeerden dat hun bevindingen voor zowel de organische als de anorganische natuur gelden. Stoffen die specifiek in organismen voorkomen en daardoor worden geproduceerd, bleken vanuit anorganische stoffen in het laboratorium nageemaakt te kunnen worden; de wet van behoud van energie bleek niet alleen in de mechanica, de elektriciteit, de chemie en het magnetisme te gelden, maar ook voor organismen op te gaan; mensen en dieren bleken voor hun bestaan afhankelijk te zijn van oxydeerbare stoffen en CO₂ en water uit te ademen, producten die rijkelijk bij de verbranding van organisch materiaal vrijkomen. Biologen stelden vast dat elke cel uit een andere cel voortkomt en dat de cel de oervorm van elk organisme is. Een nieuwe cel zou door een soort kristallisatie van ongeorganiseerd organisch materiaal totstandkomen. Het idee ontstond dat een organisme te vergelijken is met een machine waarin dezelfde krachten werkzaam zijn als in chemische en natuurkundige verschijnselen. De nieuwe visie kreeg hierdoor de naam ‘mechanicisme’.³³

Een van de belangrijkste en invloedrijkste critici van de *Naturphilosophie* uit het begin van de jaren veertig was Matthias Schleiden, hoogleeraar in Jena. In zijn *Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik* verklaarde hij de oorlog aan de systematiek, de speculatie en de deductieve methode, kortom aan de gehele traditionele plantkunde die volgens hem niet veel meer was dan ‘eine müssige

Spielerei der Neugier'. In de uitvoerige 'Methodologische Einleitung' van het boek pleitte hij ervoor de plantkunde tot een echte wetenschap te maken door de feiten en principes van de natuurwetenschappen te volgen en de inductieve methode toe te passen. Schleiden achtte dit laatste punt zo belangrijk dat hij de volgende drukken van zijn boek, dat bedoeld was als een leerboek voor plantenfysiologie, liet verschijnen onder de titel *Die Botanik als inductive Wissenschaft*.³⁴

De mechanistische visie op het leven kende verschillende varianten. Sommigen meenden dat met behulp van natuur- en scheikunde niet alles te verklaren viel. Bij specifiek aan organismen toebehorende eigenschappen veronderstelden zij dat er sprake moest zijn van specifiek organische krachten. Tot deze groep behoorde Franz Unger. In zijn *Anatomie und Physiologie der Pflanzen*, dat Hugo als gezegd gebruikte, stelde hij dat 'die Lehre von der Wirksamkeit des Pflanzenorganismus oder von der Lebenserscheinungen der Pflanzen die dunkelsten der ganzen Botanik [ist]'. Wat volgens hem ontbrak was een methode om alle levensverschijnselen afzonderlijk te begrijpen en vervolgens inzicht te krijgen in hun onderlinge betrekkingen. Veel oorzaken van het ontstaan, bestaan en voortplanten waren nog onbekend. Zolang deze nog niet herleid waren tot bekende natuur- en scheikundige wetten kon men volgens Unger niet anders doen dan deze onbekende oorzaken samenvatten met de naam *Lebenskraft*. Hij sloot niet uit dat er door de werking van chemische en natuurkundige krachten in levende organismen andersoortige krachten ontstaan die hun eigen regels hebben. Bovendien viel het volgens Unger niet te ontkennen dat de doel- en planmatigheid die als een rode draad door alle levensverschijnselen lopen losgezien moeten worden van chemische en natuurkundige krachten en als zelfstandige verschijnselen moeten worden beschouwd.³⁵ Anderen verwierpen elke mogelijkheid van specifiek biologische krachten en meenden dat alle levensverschijnselen, net als natuurkundige en chemische verschijnselen, terug te voeren waren op aantrekkende en afstotende krachten, op materie en energie. Wat overigens niet uitsloot dat er ook specifiek biologische krachten konden zijn. De aanhangers van deze visie werden 'reductionisten' genoemd. Net als de *Naturphilosophen* maakten de reductionisten onderscheid tussen waarneming en werkelijkheid. De aantrekkende en afstotende krachten hoefden niet echt te bestaan. Zij bestonden in de eerste plaats als abstracties van de werkelijkheid in de menselijke geest om levensverschijnselen verklaarbaar te maken.³⁶ Weer anderen verwierpen het filosofische voorbehoud van de reductionisten en meenden dat de bewegingen van atomen en moleculen werkelijk de oorzaken zijn van alle levensverschijn-

selen en dat ook het spirituele teruggebracht kon worden tot materie-in-beweging. Zij zijn te typeren als ‘materialisten’.³⁷

Julius Sachs verwierp de speculatieve houding van de *Naturphilosophen*, beschouwde het experiment als het belangrijkste onderzoeksmiddel en de inductieve methode als de meest geëigende onderzoeksmethode. Volgens hem ging het er bij de inductieve methode om waarnemingen te gebruiken om bestaande theorieën te verifiëren of te falsifiëren, en, wanneer het laatste plaatsvindt, om nieuwe theorieën op te stellen die geldig blijven zolang het tegendeel niet bewezen is. ‘Jede allgemeine Wahrheit hat nur eine zeitweilige Geltung, solange die neuen Tatsachen keinen Widerspruch erheben’. Op die manier zou natuuronderzoek zijn ware karakter krijgen: het was niet de bedoeling ‘nur überhaupt Regeln abzuleiten, sondern diejenigen Momenten aufzufinden, aus denen der Causalzusammenhang, Ursache und Wirkung sich ableiten lässt’. Door bestaande opvattingen en theorieën keer op keer te controleren, te corrigeren en zo nodig te vervangen door nieuwe theorieën zou men steeds dichter bij het kennen van het ‘Wesen der Dinge’ komen: ‘Der Verstand hat nicht den Objekten, sondern die Objekte dem Verstande Vorschriften zu geben’. Net als de reductionisten en de materialisten meende hij dat biologische verschijnselen op fysisch-chemische wijze benaderd en verklaard moesten worden, maar tegelijkertijd meende hij dat er meer was, zonder echter duidelijk uit te spreken wat dat dan was: ‘Wo die Mechanik, Physik und Chemie der Organismen aufhört, da fängt die wahre Physiologie erst an, in ihr Recht zu treten’, stelde hij eens. ‘Ja ich gehe noch weiter und behaupte, dass einst die Zeit kommt, wo man die innerste Grundlage aller Naturwissenschaften (so zu sagen was Goethe “die Mutter” nannte) in der Physiologie finden wird’. Natuur- en scheikunde waren in zijn ogen dan ook eigenlijk niet meer dan hulpwetenschappen bij het doorgronden van levensverschijnselen. Typerend voor deze opvatting is de instructie die Sachs hanteerde voor de studenten en gevorderde botanici die in zijn laboratorium werkten: planten die zij voor hun experimenten nodig hadden moesten zij zelf in de botanische tuin opkweken, ‘da ich die Befähigung, Pflanzen zu kultivieren, zu den Vorbedingungen pflanzenphysiologischer Einsicht rechne’.

Toen Sachs zijn *Lehrbuch der Botanik* publiceerde had hij al een indrukwekkende staat van dienst. Als zoon van een graveur uit Breslau, die net zo kundig in zijn vak als onfortuinlijk in zijn zaken was geweest, had Sachs zich in de jaren vijftig opgewerkt van assistent en wetenschappelijk tekenaar van de Praagse hoogleraar fysiologie J.E. Purkinje tot docent fysiologie aan de Forstakademie in Tharandt. In het voorjaar van 1860 had hij Wilhelm Hofmeister,

een muziekhandelaar uit Leipzig die tevens een zeer gezien plantenfysioloog was en net als Sachs meende dat levensverschijnselen alleen op fysisch-chemische wijze verklaard konden worden, het voorstel gedaan om een meerdelig werk te verzorgen over de botanie in al haar facetten en in haar onderlinge samenhang, volgens de laatste inzichten. Weldra hadden drie andere botanici van naam zich bij het initiatief aangesloten. Als eerste deel van het (nimmer voltooide) *Handbuch der physiologischen Botanik* was in 1865 het *Handbuch der Experimentalphysiologie der Pflanzen* verschenen, samengesteld door Sachs. Het boek steunde voor een groot deel op onderzoek dat Sachs in de voorgaande jaren zelf had verricht. Voor zijn experimenten had hij zelf verschillende instrumenten bedacht en geconstrueerd. Met het boek had Sachs zijn roem als experimenteel plantenfysioloog gevestigd. Vrijwel direct na verschijning was het uitverkocht. Het *Handbuch* was bedoeld voor onderzoekers; voor studenten was het te uitgebreid. Sachs had zich dat goed gerealiseerd en nog voordat het in druk was verschenen, was hij begonnen met het schrijven van een beknopte versie. Samen met overzichten van de andere gebieden van de plantkunde publiceerde hij die in het *Lehrbuch der Botanik*, het boek dat zoals gezegd Hugo en zijn medestudenten inspireerde. Het succes ervan was welhaast net zo groot als van het *Handbuch*. Niet alleen de gevestigde maar ook de aankomende botanici in heel Europa kenden nu Sachs' naam. In korte tijd verschenen er drie herdrukken van het *Lehrbuch*, steeds aangevuld met nieuwe feiten en inzichten. Posities met meer prestige (en betere betaling) waren door zijn twee boeken binnen Sachs' bereik gekomen. Na docentschappen aan de Landwirtschaftliche Hochschule in Bonn en de universiteit van Freiburg was Sachs in 1868 hoogleraar aan de universiteit van Würzburg geworden. Hij bleef er tot zijn dood in 1897. Aanbiedingen van andere universiteiten, onder andere van die van Berlijn waar de voornaamste mechanistisch denkende dierfysiologen doceerden, sloeg hij steeds af. Het laboratorium in Würzburg bouwde hij uit tot een belangrijk centrum van plantenfysiologisch onderzoek. Een hele reeks onderzoekers uit binnen- als buitenland meldde zich bij hem om in het laboratorium te mogen werken. Zij ondergingen zijn invloed en verspreiden zijn visies en ideeën. In de laatste tien jaar van zijn leven was Sachs' faam nog maar gering. Door gezinsproblemen, een zwakke gezondheid, neerslachtigheid en verslaving aan morfine was hij niet meer in staat experimenteel onderzoek te doen. Veel omgang met leerlingen en vakgenoten had hij niet meer. Sachs was een moeilijk en veeleisend man, zeker in zijn laatste jaren. Hij was streng, kritisch, eigenzinnig en gesloten. Veel van zijn aanvankelijke bewonderaars wendden zich daarom later van hem af.³⁸

Fysiologie in plaats van systematiek

Net zoals bij hun bewondering voor Darwins afstammingstheorie het geval was geweest, kregen Hugo en zijn medestudenten in hun enthousiasme voor de plantenfysiologie maar weinig steun van hun hoogleraar Suringar.³⁹ Hij gaf wel colleges over het vak, maar naar de zin van de studenten veel te weinig. Mogelijk daarom volgde Hugo colleges fysiologie van de mens bij de hoogleraar Adriaan Heynsius.⁴⁰

In de Nederlandse botanie heerste de systematiek nog onbetwist, waardoor natuurkundigen en chemici nogal op het vak neerkeken. Zo kreeg Hugo, terwijl hij nota bene met een fysiologisch onderzoek bezig was, van een natuurkundige de spottende opmerking te horen: 'Zit je weer meeldraden te tellen?'⁴¹ Nederlandse wetenschappers hadden zich in de voorgaande eeuw wel met plantenfysiologie beziggehouden, maar op zeer bescheiden schaal. Martinus van Marum, vanaf 1784 directeur van Teylers Museum in Haarlem en vooral actief op natuurkundig gebied, was in 1773 gepromoveerd op een studie naar de beweging van vloeistoffen in planten. Rond 1790 had hij de invloed van elektriciteit op de gevoeligheid en de verdamping van planten onderzocht. W.H. de Vriese had zijn oratie bij zijn benoeming tot hoogleraar botanie in Amsterdam in 1834 gewijd aan de ontwikkeling van de plantenfysiologie. In de volgende jaren had hij in de Amsterdamse Hortus onderzoek gedaan naar de verhoging van de temperatuur in de bloeikolf van *Alocasia odora*, een plant uit de aronskelkfamilie. Hij had de resultaten gepubliceerd in het *Tijdschrift voor Natuurlijke Geschiedenis en Physiologie* dat hij samen met zijn Leidse collega voor zoölogie Van der Hoeven van 1834 tot 1845 uitgaf. De Utrechtse hoogleraar Pieter Harting had in de jaren veertig de kristallisatie van stoffen bestudeerd, geïnspireerd door de opvatting van Matthias Schleiden en Theodor Schwann dat cellen ontstaan door uitkristallisatie, oftewel door fysisch-chemische processen. Oudemans gaf sinds zijn benoeming tot hoogleraar in Amsterdam in 1859 college over plantenfysiologie en verzorgde sinds 1866 een microscopiepracticum. In zijn *Leerboek der plantenkunde* besteedde hij veel aandacht aan de fysiologie. Fysiologisch onderzoek deed hij echter niet.⁴²

De meeste hoogleraren botanie aan de Nederlandse universiteiten en hogescholen in de jaren zestig hadden zich gespecialiseerd in de systematiek van een of enkele plantengroepen. Suringar was de specialist voor de algen. De Utrechtse hoogleraar Miquel was een autoriteit op het gebied van tropische planten. Hij publiceerde over Surinaamse planten, stelde in z'n eentje een flora van Nederlands-Indië samen en werkte mee aan een flora van Brazilië, een project van een internationaal gezelschap botanici. Oudemans had zich ge-

specialiseerd in de systematiek van de, voornamelijk inheemse, paddestoelen, een plantengroep die tot 1860 nauwelijks was bestudeerd. Hij publiceerde dan ook jaarlijks lange lijsten met nieuw ontdekte soorten. De Groningse hoogleraar Van Hall had in de jaren twintig en dertig een flora van Nederland gepubliceerd en meegewerkt aan de prestigieuze *Flora Batava*. Hij werd daarvoor nog steeds gewaardeerd, maar als een echt serieus botanicus beschouwen zijn collega's hem niet omdat hij al sinds het begin van de jaren veertig al zijn tijd stak in landbouwkundig onderzoek en onderwijs. Want hoewel ze, zoals eerder aangegeven, overtuigd waren van het belang van de plantkunde voor de land- en tuinbouw, sloegen zij het theoretische onderzoek toch hoger aan.⁴³ Een buitenbeentje was Klaas Rauwenhoff, lector botanie aan de Geneeskundige School te Rotterdam. Hij had in Utrecht scheikunde gestudeerd en was in 1853 gepromoveerd op een studie naar de koolzuurassimilatie bij planten. Hij hechtte grote waarde aan de plantenfysiologie, zoals hij duidelijk zou laten zien toen hij in 1871 Miquel opvolgde. In zijn inaugurele rede stelde hij dat het vak dat meestal slechts als onderdeel van de botanie werd beschouwd als 'het toppunt van het kruidkundig onderzoek' moest worden gezien. 'De uitwendige vormen der plant, hunne ontwikkeling en verandering, het uitwendige maaksel der gewassen, hunne geographische verspreiding, de physische en chemische wetten waaraan zij gehoorzamen, het geschiedboek van lang vervlogen eeuwen, ziet, ze zijn alle zooveel gegevens waarmede de planten-fysiologie tracht voor elke plant een volledig beeld van haar leven en werken te schetsen'.⁴⁴

Suringar meende dat het systematisch onderzoek in Nederland nog wel een extra specialist kon gebruiken. Er was namelijk nog geen deskundige voor de korstmossen of lichenen. Hij meende dat Hugo de Vries daarvoor een uitstekende kandidaat was. Met Oudemans voor de paddestoelen, de Amsterdamse medicus Van der Sande Lacoste voor de mossen en hijzelf voor de algen zouden de lagere planten dan geheel afgedekt zijn.⁴⁵ Als onderwerp voor zijn dissertatie gaf Suringar aan Hugo daarom de opdracht een flora van de Nederlandse korstmossen samen te stellen. Hugo is wel aan de opgedragen taak begonnen, maar liet het werk onvoltooid liggen. Hij had inmiddels besloten op een plantenfysiologisch onderzoek te promoveren. De opdracht gaf Suringar enkele jaren later aan zijn promovendus Melchior Treub, die echter evenmin de gewenste lichenoloog werd.⁴⁶

In de zomer van 1868 begon Hugo met een onderzoek dat antwoord moest geven op een plantenfysiologische prijsvraag: 'Wat is er te melden over de invloed van warmte op plantenwortels?' De prijsvraag was er een van de vele die

de vijf faculteiten van de universiteit van Groningen had uitgeschreven ter gelegenheid van het aanstaande 51ste lustrum. Het begin van het onderzoek valt ongeveer samen met het moment waarop Hugo met Sachs' *Lehrbuch* kennis gemaakt moet hebben. Onduidelijk is of hij door het boek zó op slag geïmponeerd was geraakt door de plantenfysiologie dat hij besloot aan de prijsvraag mee te doen, of dat hij al vóór hij Sachs' boek las had besloten mee te doen. Wellicht had hij door de colleges van Suringar en de leerboeken van Oudemans en Unger al een speciale belangstelling voor het vakgebied ontwikkeld en voelde hij zich daarom door de prijsvraag (en Sachs' boek) zo aangesproken.⁴⁷ Hugo verzamelde zo veel mogelijk literatuur over het onderwerp en onderzocht enkele facetten ervan nader met behulp van experimenten. Bij sluiting van de inzendtermijn bleek hij de enige te zijn die op de vraag had gereageerd. De jury constateerde dat hij zich niet had beperkt tot wortels, zoals de bedoeling was geweest, maar ook wortelstokken in zijn onderzoek had betrokken. Bovendien bleek hij (ondanks zijn uitgebreide floristische kennis) enkele plantensoorten onjuist gedetermineerd te hebben. Niettemin vond men het geheel een goed en zorgvuldig onderzoek, waarbij vooral het feit dat de onderzoeker eigen experimenten had verricht als positief werd beoordeeld. De jury bekroonde de inzending dan ook met een gouden medaille.⁴⁸

De experimenten voor zijn inzending had Hugo mogelijk verricht in het botanisch laboratorium dat de Leidse Hortus Botanicus rijk was, een zeer bescheiden optrekje dat nauwelijks die naam verdiende en voornamelijk gebruikt werd voor het microscopiepracticum. Toch was Leiden hiermee uitzonderlijk, want in andere botanische tuinen was helemaal geen laboratorium aanwezig.⁴⁹ Tijdens de zomervakantie van 1869 ging Hugo ijverig verder met fysiologische proeven en morfologische onderzoeken. Als laboratorium gebruikte hij toen de zolder van het ouderlijk huis. In De Vries' herinneringen waren het deze proeven die hem deden besluiten 'van de physiologie mijn hoofdvak te maken'.⁵⁰ In aansluiting op de Groningse prijsvraag onderzocht hij onder andere de invloed van de temperatuur op de gehele plant. Hij dompelde daarvoor planten onder in water met verschillende temperaturen. Ook zette hij ze onder een glazen stolp gevuld met lucht met verschillende temperaturen en liet ze daarin soms enkele dagen verblijven. Voor de verwarming van water en lucht behielp hij zich met oliepitjes, terwijl hij het benodigde water met emmers de trap op gebracht zal hebben; gas- en waterleiding waren namelijk niet aanwezig. Vader De Vries zag het moeizame geploeter van de enthousiaste onderzoeker aan en verzoende zich eindelijk met het voornemen van zijn zoon botanicus te worden.⁵¹

Oud en nieuw

Ondanks zijn enthousiasme voor de afstammingsleer en de plantenfysiologie zegde Hugo het plantenverzamelen niet vaarwel. Elke vakantie trok hij er weer op uit om zijn herbarium verder te completeren. De belangrijkste excursie tijdens de zomer van 1867 was een botaniseertocht op de eilanden Wieringen en Texel die hij samen met zijn oude vriend Van Eeden uit Haarlem maakte. Op Texel werden zij rondgeleid door de gebroeders Samuel en Dirk Huizinga, zonen van de plaatselijke doopsgezinde predikant. Het eiland was nog een botanisch *terra incognita*. Het resultaat van de tocht was opvallend. De flora bleek zich niet te kenmerken door de aanwezigheid van bepaalde planten maar juist door het ontbreken ervan, zo meldde Hugo na afloop aan de gidsen. ‘Het is namelijk zeer in ’t oog loopend dat die planten welke overigens in de Hollandsche duinen bijna nergens ontbreken, op Tessel in ’t geheel niet aangetroffen worden’.⁵² De verdere uitwerking van de waarnemingen moest echter wachten tot de kerstvakantie. De studie eiste weer alle aandacht op en bovendien werd Hugo vlak na thuiskomst geveld door een tyfusaanval die pas na enkele maanden uitgewoed was. Van Eeden schreef over de tocht een uitvoerig verslag in het *Album der Natuur*, zonder daarin, opvallend genoeg, zijn jeugdige reisgezel te noemen.⁵³ Hugo speelde zijn vondsten, samen met de resultaten van zijn bezoek aan Ameland van twee jaar eerder, door aan de Groningse student Frans Holkema. Als promovendus van Van Hall werkte Holkema aan een flora van de Nederlandse waddeneilanden. Van Hall was in zijn nopjes met zijn leerling (de eerste van behoorlijk kaliber sinds dertig jaar) en het proefschrift, dat in 1870 verscheen, werd in binnen- en buitenland zeer goed onthaald. Nog steeds is het een klassieker in de Nederlandse botanische literatuur: het kan beschouwd worden als de eerste plantensociologische dissertatie. Pas in de jaren twintig kreeg zij een opvolger. Holkema heeft het succes van zijn werk nooit beleefd. Terwijl hij bezig was met het nazien van een drukproef van zijn dissertatie kreeg hij plotseling een enorme bloedspuwing. Binnen een uur was de veelbelovende botanicus, net dertig jaar oud, gestorven.⁵⁴

In 1868 maakte Hugo twee buitenlandse reizen: met Pasen bezocht hij een bloemententoonstelling in Gent en in juli en augustus maakte hij, met zijn ouders, broer Rudolf en zuster Ada, een reis naar Zwitserland. Op de Dôle, een van de toppen van de Jura, vond Hugo tot zijn grote genoegen een exemplaar van de edelweiss (*Leontopodium alpinum*). Dat was een opmerkelijke vondst aangezien de plant doorgaans op veel hogere plaatsen voorkomt.⁵⁵ Het daaropvolgende jaar reisde Hugo opnieuw naar het buitenland. Als ‘regeringscommis-

saris' bezocht hij de internationale tuinbouwtentoonstelling in Hamburg. Zijn functie had hij zonder twijfel aan zijn vader te danken. Hugo reisde in het gezelschap van mede-commissaris Hendrik Witte, de hortulanus van Leiden. Samen maakten zij van de gelegenheid gebruik om een rondreis door Duitsland te maken die hen onder andere naar Berlijn, Dresden, Erfurt en Göttingen bracht.⁵⁶

In september 1869 begon Hugo aan zijn vierde en laatste studiejaar. Als doctoraalstudent hoefde hij nog maar weinig colleges te volgen en het lijkt erop dat hij meer tijd had voor andere dingen dan studeren alleen. Twee studenten medicijnen hielp hij bij hun voorbereiding op het natuurkundig gedeelte van het staatsexamen voor arts.⁵⁷ Verder werkte hij aan de voltooiing van wat zijn eerste publicatie zou worden. De Leidse hoogleraar Simon Vissering had hem gevraagd een overzicht te maken van de Nederlandse flora voor een boek over Nederland en zijn bevolking, uit te geven door de Vereeniging voor de Statistiek in Nederland. Vissering, jurist, econoom en de opvolger van Thorbecke in Leiden, was een van de pioniers op het gebied van de statistiek in ons land. Hij was de initiatiefnemer van de Vereeniging voor de Statistiek en jarenlang haar voorzitter.⁵⁸ Hugo kende hem goed: Vissering was als diaken van de doopsgezinde gemeente van Leiden bij zijn doop aanwezig geweest. Bij het samenstellen van de plantenlijst baseerde Hugo zich op de *Prodromus florae Batavae* en de vele aanvullingen hierop die in tijdschriften waren gepubliceerd. Voor de lijst van de mossen vroeg hij de hulp van Van der Sande Lacoste, voor die van de wieren de hulp van Suringar. Van een aantal soorten gaf hij een korte typering, vooral over het nuttige gebruik. Deze gegevens ontleende hij voornamelijk aan *Neerlands plantenschat of landhuishoudkundige flora* van Van Hall.⁵⁹

Een voorproefje van wat hem waarschijnlijk na zijn promotie te wachten stond, kreeg Hugo die winter. Van half januari tot half februari 1870 werkte hij als leraar natuurkunde, scheikunde en natuurlijke historie aan de hbs en de Burger Avondschool (een bij de wet op het middelbaar onderwijs in 1863 ingevoerd schooltype voor aanstaande ambachtslieden en landbouwers) in Assen als vervanger van een plotseling ontslagen leraar. Hij had slechts vijftien uren les te geven, twaalf op de ene en drie op de andere school. De hbs kende drie klassen. De avondschool was pas begonnen en had nog slechts één klas. De jongens waren er doorgaans wat ouder dan op de hbs en werkten overdag; onder de leerlingen waren enkele timmerlieden, een smid, een schilder, een stucadoor en een wagenmaker. De oudsten waren 16 en 17 jaar.⁶⁰ Toen Hugo op 16 februari 1870 z'n 22ste verjaardag bereikte, deed hij zijn uiterste best verborgen te houden dat hij slechts enkele jaren ouder was dan zijn leerlingen.⁶¹

Rondom het proefschrift

Op 4 mei 1870 deed Hugo zijn doctoraalexamen en kon hij al zijn energie steken in zijn proefschrift, toen nog de gebruikelijke afsluiting van een universitaire studie. Het onderwerp lag voor de hand: de invloed van de temperatuur op planten waar hij al zoveel onderzoek naar gedaan had. Niettemin waren nieuw literatuuronderzoek en nieuwe experimenten noodzakelijk. Tegelijkertijd beperkte hij de reikwijdte van de vraagstelling tot eigenschappen van levende planten; wat er gebeurt bij het afsterven van planten door te hoge temperatuur liet hij buiten beschouwing. Afgezien van dit aspect benaderde hij het onderwerp zo breed mogelijk. Zijn ambitie is terug te zien in de veelomvattende titel die hij zijn proefschrift gaf: *De invloed der temperatuur op de levensverschijnselen der planten*.⁶² De eigen experimenten, waarvan enkele de meningen van eerdere onderzoekers nuanceerden of zelfs weerspraken, beschouwde Hugo als de belangrijkste onderdelen. Een uittreksel van het proefschrift dat hij schreef voor de *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles*, het tijdschrift van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen uit Haarlem, bestaat vrijwel uitsluitend uit een bespreking van de experimenten.⁶³

Aan de inzending voor de prijsvraag had Hugo destijds een motto meegegeven van Goethe, niet alleen een groot literator maar ook een belangrijk filosoof en natuuronderzoeker: 'Müset im Naturbetrachten, Immer eins wie Alles achten'.⁶⁴ Het proefschrift gaf hij twee motto's. Het eerste was opnieuw van Goethe: 'Dich im Unendlichen zu finden, musst unterscheiden und dann verbinden'. Het andere was een uitspraak van Franz Unger en verwoordde zake-lijk wat Goethe op dichterlijke wijze had gezegd: 'Aufgabe der Physiologie ist es, die Erscheinungen des Lebens auf bekannte physikalische und chemische Gesetze zurück zu führen'. De beide motto's weerspiegelen hoezeer Hugo in twee jaar tijd een trouw aanhanger was geworden van de fysisch-chemische benadering van het leven. Ze vormden samen als het ware zijn wetenschappelijke geloofsbelijdenis. In het proefschrift besteedde Hugo er verder geen aandacht aan, wel in de samenvatting in de *Archives*. Hij begint het artikel resoluut met het aan Unger ontleende motto. In de humane fysiologie had de overtuiging van de juistheid van deze stelling volgens hem al sinds lang tot een algemeen erkende onderzoeksmethode geleid. 'Dans la physiologie végétale, au contraire, elle n'a pas encore été suivie d'une manière aussi complète, et cela par suite de l'extrême imperfection de notre connaissance des lois physiques et chimiques qui devraient servir à rendre compte des phénomènes vitaux des plantes'. In het onderzoek voor zijn proefschrift had hij de onderzoeksmethode uit de humane fysiologie (dat wil zeggen: de methode om natuur- en schei-

kundige principes tot uitgangspunt te nemen) op plantenfysiologische verschijnselen toegepast en daarmee een bijdrage willen leveren aan het dichtenvan het gat in de kennis over de temperatuursinvloeden op het plantenleven. Getuige deze opmerking had hij met zijn proefschrift dus niet alleen een feitelijke maar ook een methodologische bijdrage willen leveren aan de plantenfysiologie. Slechts op één plaats in zijn proefschrift wijst Hugo op het praktische nut dat wetenschappelijke kennis kan hebben. Hij ontdekte dat de beweging van het protoplasma en de kiemingsnelheid van zaden een optimum hebben: een temperatuur waarbij de snelheid het hoogst is. Hij hoopte dat spoedig ook voor andere levensverschijnselen het optimum zou worden bepaald. Voor het snel kweken van gewassen zou die kennis volgens hem van grote waarde kunnen zijn.

Een van de verschijnselen die Hugo onderzocht was het vermogen van cellen om water op te nemen en, onder bepaalde omstandigheden, af te geven. In de jaren die volgden zou hij het verschijnsel nog vaak onderzoeken. Als een rode draad loopt het door al zijn fysiologische werk van de jaren zeventig en tachtig. Op het eigenlijke onderwerp van zijn proefschrift, de invloed van de temperatuur op levensverschijnselen, zou hij nooit meer terugkomen. Het vermogen van plantencellen om water op te nemen, oftewel imbibitie, was rond 1860 uitvoerig bestudeerd door Wilhelm Hofmeister. Hij had geconstateerd dat de imbibitievermogens van de afzonderlijke weefsels van een orgaan verschillend zijn: het parenchym (opslagweefsel) neemt meer water op dan de epidermis (opperhuid) en de vaatbundels. Soortgelijke verschillen had hij geconstateerd in de celwand: de binnenste lagen zouden een groter imbibitievermogen hebben dan de buitenste. Gevolg is dat er zowel in organen als in celwanden spanningen bestaan tussen, zoals Hofmeister het had genoemd, 'Schwellgewebe' die door wateropname uitrekken en 'passiv gedehnte Schichten' die worden meegetrokken. De spanningsverschillen komen duidelijk tot uiting wanneer internodiën (stengelleden) in drie of vier overlangse delen worden gesplitst. Deze krommen zich ogenblikkelijk met de epidermis aan de concave en het parenchym aan de convexe zijde. Het parenchym bleek overigens nog meer water op te kunnen nemen dan het normaal al bevat. Wanneer een doorgesneden stengelid in water wordt gelegd, neemt de kromming verder toe en krijgt het de vorm van een uitgerekte spiraal.⁶⁵ Geïnspireerd door deze waarnemingen bracht Hugo uit internodiën gesneden stroken in water van uiteenlopende temperaturen en hij noteerde hoeveel windingen de stroken maakten. Het aantal windingen bleek toe te nemen naarmate de temperatuur hoger was en hij trok daaruit de conclusie dat cel-

wanden bij hogere temperatuur meer, en bovendien sneller, water opnemen dan bij lagere.

Eerdere onderzoekers, waaronder ook Hofmeister, hadden geconstateerd dat weefsels water afstaan in oplossingen van zouten en suikers. Ook van dit verschijnsel onderzocht Hugo de temperatuurafhankelijkheid. Hij legde opgerolde, dus veel water bevattende, uit internodiën gesneden stroken in oplossingen van zouten met verschillende temperaturen en noteerde hoeveel windingen er vervolgens verdwenen en in welk tijdsbestek dat gebeurde. De conclusie was dat de hoeveelheid water die wordt afgestaan en de snelheid waarmee dat gebeurt groter worden naarmate de temperatuur wordt opgevoerd.

Een opvallend, en voor Hugo onverklaarbaar verschijnsel was dat de windingen niet weer verminderden als hij stroken vanuit warm water in koud water legde. Later kwam hij dankzij Sachs, misschien door een latere druk van diens *Lehrbuch*, misschien door hun persoonlijk contact, tot een verklaring die hij in zijn eigen exemplaar van zijn proefschrift noteerde: ‘Sachs vermoedt dat dit niet kleiner worden op bij de hogere temperatuur plaats gevonden *groei berust*’.⁶⁶ Groei hing, niet alleen volgens Sachs maar ook volgens Hofmeister, nauw samen met imbibitie. Imbibitie moest men zich volgens beiden zodanig voorstellen dat nieuwe watermoleculen zich tussen de al aanwezige water- en vastestofmoleculen van de celwanden nestelen. Samen met de nieuwe watermoleculen worden ook nieuwe vastestofmoleculen naar de celwanden getransporteerd; deze moleculen zijn afkomstig uit het protoplasma. De spanningen die er tussen de verschillende lagen van de celwanden en de weefsels van de organen bestaan, worden hierdoor geleidelijk opgeheven: er vindt groei plaats. De invoeging van nieuwe moleculen stond bekend als ‘*intussusceptie*’. Dit groeimechanisme was aan het einde van de jaren vijftig voor de eerste keer voorgesteld door Karl Nägeli, hoogleraar botanie in München.⁶⁷

Hofmeister meende dat niet alleen organen en celwanden een spanning of, zoals hij het noemde, een turgor bezitten. Ook de inhoud van de cellen zou onder druk staan. Deze spanning zou ontstaan doordat in het celvocht opgeloste stoffen water uit hun omgeving (door de celwanden heen) aantrekken, waardoor de inhoud in omvang toeneemt en tegen de celwanden aandrukt. Volgens Hofmeister was de turgor van de celinhoud onafhankelijk van de turgor van de celwand. De vorm en stijfheid van een cel, en dus ook van weefsels, zou uitsluitend bepaald worden door de spanning van de celwanden. Bij verschillende soorten nam hij namelijk waar dat bij het opensnijden van cellen wel de spanning van de inhoud verviel maar de stijfheid niet veranderde. Zo

verloren de uit één cel bestaande internodiën van de waterplant *Nitella* niet hun stijfheid als ze werden doorgesneden en de inhoud naar buiten druppelde, maar wel als de celwanden werden beschadigd door ze te knikken of tussen de vingers te rollen.⁶⁸

Julius Sachs kwam in de loop van de jaren zestig tot een andere mening dan zijn collega; hij beschreef die in zijn *Lehrbuch* uit 1868 voor de eerste maal. De spanningen van de celwand enerzijds en de inhoud anderzijds zijn niet onafhankelijk van elkaar maar houden elkaar in evenwicht, zo stelde hij. De celinhoud neemt water uit zijn omgeving op (endosmose) en drukt daardoor tegen de celwand aan die wordt uitgerekt. Aan de elasticiteit van de celwand is echter een grens en op zeker ogenblik zal de druk die de inhoud uitoefent op de wand gelijk zijn aan de druk die de wand uitoefent op de inhoud. Deze wederzijdse druk noemde Sachs de turgor: ‘Der Turgor ist der hydrostatische Druck des Zellsaftes auf die Zellwand, oder was dasselbe bedeutet der Druck des elastischen Zellwand auf den gesammten Zellsaft’. De stijfheid van een cel was volgens hem het gezamenlijke product van groei, rekbaarheid, elasticiteit en turgor.⁶⁹ Hugo was weliswaar vol bewondering voor Sachs en zijn *Lehrbuch*, maar voelde op dit punt toch meer voor de mening van Hofmeister. Bij de passage waar Sachs de bovengemelde definitie van de turgor geeft, schreef hij in zijn eigen exemplaar van het *Lehrbuch*, met duidelijke verwijzing naar de waarnemingen van Hofmeister: ‘Bij de volgende uiteenzetting gaat S[achs] van de veronderstelling uit dat een celwand van zijn inhoud beroofd slap is. Opengesneden *Nitella*-cellen enz. bewijzen het tegendeel. De imbibitie der celwanden bewerkt, onafhankelijk van de spanning van den inhoud, de frischheid, dat is, den turgor van het orgaan’.⁷⁰ In zijn proefschrift volgde hij dan ook de opvatting van Hofmeister.⁷¹

Het deel over het afsterven van cellen bij hoge temperatuur dat Hugo wel in zijn prijswinnende verhandeling voor de Groningse universiteit had opgenomen maar in zijn proefschrift weglief, publiceerde hij in 1871 in *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles*, waarbij hij opnieuw het onderzoek uitbreidde van de wortel naar de gehele plant.⁷² Had hij in zijn proefschrift laten zien wat de maximale temperatuur is waarbij planten kunnen leven, in dit artikel beschreef hij wat er vervolgens bij de dood van cellen gebeurt op cellulair en zelfs moleculair niveau. Hugo had experimenteel vastgesteld dat de dood van een plant het gevolg is van de dood van de celinhoud, het protoplasma, en niet van de dood van de celwanden. De celwanden bleken bestand te zijn tegen een iets hogere temperatuur dan de plant als geheel. Hugo zag dat de dood van het protoplasma gepaard ging met opvallende veranderingen in

de eigenschappen van deze substantie. In vergelijking met levend protoplasma kan dood protoplasma maar heel weinig water bevatten. Het is bovendien haast onoplosbaar. Tegelijkertijd neemt de doorlaatbaarheid voor in water oplosbare stoffen toe. Deze vermindering van het imbibitievermogen weet Hugo aan de desintegratie van vastestofmoleculen die zich in levend protoplasma omringen met watermoleculen. Maar een hypothese ter verklaring van de verschijnselen die zich bij de dood van protoplasma voordoen, was volgens Hugo nog ver weg en hij benadrukte dat het ook niet zijn bedoeling was geweest die te geven. Hij had slechts enkele waarnemingen willen geven die, zo hoopte hij, 'pourront contribuer à établir un lien plus intime entre les faits connus, à en donner une meilleure vue d'ensemble'. Of zoals hij het met de woorden van Goethe al had gezegd in zijn proefschrift: hij had slechts een aanzet willen geven tot 'onderscheiden und dann verbinden'.

In 1871 publiceerde Hugo nog een tweede artikel in *Archives Néerlandaises*. Hierin ging hij nader in op het verschijnsel dat cellen water afstaan wanneer ze in zoutoplossingen worden gelegd. In zijn proefschrift had hij het verschijnsel even aangestipt en alleen met enkele proeven de temperatuurafhankelijkheid ervan aangegeven. Getuige het artikel had hij het verschijnsel ook op zichzelf, los van de relatie met de temperatuur, onderzocht en blijktbaar wilde hij die resultaten niet ongebruikt laten liggen.⁷³ Hugo had zijn onderzoek uitgevoerd met wortelcellen van rode bieten. Onder de microscoop had hij, net als eerdere onderzoekers, duidelijk gezien dat in zoutoplossingen het protoplasma losraakt van de celwand. Bij een bepaalde concentratie schrompelt het ineen tot een los in de celholte liggend bolletje. Toen hij de cellen vervolgens in zuiver water had gelegd, was het protoplasma weer opgezwollen en had het zijn vroegere vorm hernomen. Hugo legde bietencellen in zoutoplossingen waarvan de concentratie juist zodanig was dat het protoplasma zich net zichtbaar losmaakte van de celwand. Zou na enige tijd het protoplasma zijn eerdere vorm weer aannemen, dan mocht geconcludeerd worden dat niet alleen het water maar ook het opgeloste zout zich in de cel had gedrongen. Zou dit niet het geval zijn, dan mocht men concluderen dat het protoplasma ondoorlaatbaar was voor het zout. Met deze methode stelde Hugo vast dat het protoplasma voor zes natrium-, kalium- en magnesiumzouten die hij beproefde ondoorlaatbaar was. Alleen ammoniak bleek door het protoplasma te dringen.

De promotie

In de ochtend van 6 oktober 1870 vond in het Academiegebouw op het Rapenburg Hugo's promotie plaats. Hij had zijn uiterste best gedaan om zijn betoog

zo grondig en volledig mogelijk te maken. Nog tijdens het drukken van de eerste katernen van het boekwerkje was hij bezig geweest met experimenten; de resultaten ervan had hij opgenomen in een lange voetnoot bij de samenvatting op de laatste pagina's. Aan zijn proefschrift voegde hij twintig stellingen toe, de meeste over botanische en zoölogische onderwerpen maar ook enkele over natuurkundige, scheikundige en geologische zaken en over humane fysiologie. Bijna alle biologische stellingen staan in verband met de afstammingsleer, maar in slechts één daarvan wordt nadrukkelijk naar Darwin verwezen. In het tweede deel van *The variation of animals and plants under domestication* uit 1868 had Darwin zijn 'provisional hypothesis of pangenesis' gepubliceerd.⁷⁴ Volgens deze hypothese produceren alle lichaamscellen gedurende hun hele leven submicroscopische deeltjes, door Darwin 'gemmules' (kiempjes) genoemd, die elk voor zich de eigenschappen dragen van de cel waaruit ze ontstaan zijn, of beter: de eigenschappen die de cel bezit op het moment dat het kiempje ontstaat. Door de lichaamsvloeistoffen worden de deeltjes vanuit de verste hoeken van een organisme getransporteerd naar de geslachtscellen. Tijdens de bevruchting worden zo alle eigenschappen op de nieuwe generatie overgedragen. Veranderingen die cellen (of organen, of het gehele organisme) tijdens het leven doormaken, worden weerspiegeld in de gemmules. Ook veranderingen in de structuur van de gemmules en hun onderlinge getalsverhoudingen kunnen tot nieuwe eigenschappen leiden. Op deze manier ontstaat de variatie binnen een soort, het keuzemateriaal van de natuurlijke selectie. Hugo kon zich met Darwins theorie niet verenigen, zo liet hij blijken met zijn stelling 'De hypothese der pangenesis ... kan de veranderlijkheid der soort niet verklaren'. Wel meende hij dat de oorzaak van variatie in de cellen gezocht moet worden en bovendien dat, geheel in lijn met zijn fysisch-chemische visie op natuurverschijnselen, variatie een chemische oorzaak heeft. Hij stelde namelijk ook: 'De chemische samenstelling van het protoplasma is de oorzaak van alle soortelijke verschillen'. Bijna twintig jaar later zou Hugo een boek publiceren waarin hij Darwins hypothese bekritiseert en zijn eigen pangenesis-theorie beschrijft. De kiem voor deze theorie werd misschien al tijdens zijn studietijd gelegd.

In vier stellingen sneed Hugo de afstamming van groepen uit het planten- en dierenrijk aan: de amfibieën zouden afstammen van de haaien; de herkauwende (koeien, schapen, antilopen, herten, giraffen) en niet-herkauwende hoefdieren (varkens en nijlpaarden) zouden afstammen van de drietentige hoefdieren uit het Eoceen en Oligoceen⁷⁵; de Mollusca Tetrabranchiata (een groep schelpdieren waartoe onder andere *Nautilus* behoort) zouden afstammen van de Dibranchiata (een groep met onder andere *Sepia* en *Octopus*) en, ten

slotte, de diatomeeën (kiezelwieren) zouden afstammen van de desmidiaceeën (jukwieren). Volgens De Vries in zijn zestig jaar later geschreven herinneringen had hij doelbewust deze stellingen opgenomen. Nadat hij eerder Selenka had gedwongen tot een bekentenis hoe die stond tegenover Darwins afstammingstheorie, wilde hij nu ook Suringar tot een openlijke stellingname verleiden. Die opzet slaagde: nadat medestudenten De Boer (wiskunde, later hoogleraar in Groningen) en Pekelharing (geneeskunde, later hoogleraar fysiologie in Utrecht) hadden geopponeerd en Suringar vragen had gesteld over twee onderwerpen uit het proefschrift, opende de laatste de aanval op de stelling over de evolutionaire verwantschap tussen de kiezel- en jukwieren, groepen waarvan hij een kenner was. Luid en plechtig in het Latijn (de promotie was in het Nederlands) sprak hij: ‘Nego majorem, nego minorem, nego conclusionem’: hij ontkende het hoofdpunt: de afstammingsleer; het daarvan afgeleide punt: de verwantschap tussen de twee groepen wieren; en als gevolg daarvan de stelling: de ene groep stamt van de andere af. Tussen promotor en promovendus ontstond zich een scherpe discussie over de major. Aan de minor kwam Suringar niet meer toe, iets wat Hugo achteraf geenszins betreurde aangezien hij het gevoel had dat zijn stelling heel zwak was.⁷⁶ ‘Toen de pedel tenslotte binnentrad en het “Hora est” deed hooren, was ik toevallig aan het woord’, aldus De Vries later. ‘Ik maakte daarvan gebruik om te herinneren aan een vergadering van natuurhistorici en artsen, toen nog geen jaar geleden, waarop Helmholtz [hoogleraar fysiologie in Heidelberg] vóór de afstammingsleer gesproken had. Aan het slot van die voordracht zeide hij: “Als onder de aanwezigen nog iemand tegen die leer is, moge hij opstaan”. Niemand stond op’. Hoewel Hugo dus niet de bedoeling had zijn gehoor voor dezelfde keuze te stellen als Helmholtz had gedaan, voelde hij wel dat zijn opmerking op het randje van het toelaatbare was. ‘Ik wist dat ik met deze aanhaling mijn graad in de waagschaal stelde. Maar den faculteit heeft mij toch het *summa cum laude* toegekend’.⁷⁷

’s Avonds was er in restaurant Plaats Royaal, een geliefde uitspanning onder de Leidse studenten, een ‘promotie-partij’. Broer Rudolf, sinds twee jaar student rechten in Leiden, opende als een van de paranimfen het feestmaal met een welkom aan alle aanwezigen. Lovende woorden richtte hij tot hun beider vader, ‘door wiens zorgen de jonge doktor zijn academietijd onbekrompen heeft mogen genieten, wiens mildheid hem ook thans in staat stelt op gepaste wijze de plechtigheid der promotie te vieren’. En ook was er een bedankje voor oom Thijs, ‘in wiens gastvrije woning wij zooveel oprechte vriendschap hebben ondervonden, wiens raad en hulp ons altijd ten dienste stond en wiens ta-

fel ons zoo vaak spijzigde'. Suringar bracht vervolgens als eerste een toost uit op de 'jongste der doctoren in de philosophie'. Zijn gelukwens was tegelijkertijd een afscheidsgroet. Hugo vond namelijk dat hij in Leiden onvoldoende over de nieuwe richtingen in de botanie had geleerd en op aanraden van zijn hoogleraren had hij besloten verder te studeren in Duitsland.⁷⁸ Niet verwonderlijk was zijn keus gevallen op de universiteit van Würzburg waar Sachs doceerde. Op het moment dat Hugo als doctor Leiden zou kunnen verlaten, was het wintersemester in Würzburg evenwel al begonnen. In afwachting van het zomersemester zou hij de winter doorbrengen aan de universiteit van Heidelberg, de thuisbasis van zijn andere plantenfysiologische held: Wilhelm Hofmeister. Suringar zag zijn leerling echter niet graag definitief naar Duitsland vertrekken en sprak dan ook de hoop uit dat Hugo spoedig, 'doorvoed in de wetenschap en gelaafd aan die bron der ontwikkeling die u hier nog niet in alle opzichten rijkelijk genoeg stroomde', zou terugkeren.⁷⁹

In Heidelberg

De Ruprechts-Karls Universität van Heidelberg had bij Hugo de Vries' komst een lange en turbulente geschiedenis achter zich. Perioden van grote faam waren afgewisseld met jaren dat de instelling een onopvallend bestaan leidde. De negentiende eeuw was over het geheel genomen weer een bloeiperiode. Er heerste een liberale en internationale sfeer, onder andere door de vele studenten uit het buitenland. Vooral de juristenopleiding was vermaard en trok studenten van heinde en verre. Aan de natuurwetenschappelijke faculteiten doceerden enkele internationaal bekende natuurwetenschappers. Tijdens het verblijf van Hugo waren dat de chemicus Robert Bunsen en de natuurkundige Gustav Kirchoff, samen de grondvesters van de spectraalanalyse; de fysioloog en natuurkundige Hermann Helmholtz, die fysiologische, elektrische, optische en meteorologische verschijnselen probeerde te herleiden tot de wetten van de klassieke mechanica; en de botanicus Hofmeister, die in 1863 hoogleraar was geworden en vooral bekend werd door de ontdekking van de afwisselende seksuele en aseksuele voortplanting van mossen en varens.⁸⁰ In Heidelberg hoopte Hugo waarschijnlijk vooral zijn gebrekkige chemische kennis bij te spijkeren. Hij werd ingeschreven als student chemie en meldde zich bij Bunsen aan voor het college 'Experimentalchemie' en bij de chemicus Wilhelm Lossen voor het college 'organische Experimentalchemie' alsmede voor praktische oefeningen in het chemisch laboratorium. Verder gaf hij zich bij Helmholtz op voor het college over 'allgemeine Resultate der Naturwissenschaften'. Hier hoopte hij waarschijnlijk nader kennis te maken met de mo-

derne kijk op de natuurwetenschappen en hun onderlinge raakvlakken. Helmholtz was naast onderzoeker ook een belangrijk wetenschapsfilosoof. Hij had in de jaren veertig behoord tot het groepje van jonge fysiologen aan de universiteit van Berlijn dat het vitalisme had uitgedaagd en het reductionisme had vormgegeven. Sindsdien had hij de reductionistische visie verder ontwikkeld en toegepast op allerlei natuurverschijnselen.⁸¹ Bij Hofmeister ten slotte meldde hij zich voor het practicum planten-anatomie en voor het college plantenmorfologie en -anatomie.⁸² Van hem hoopte hij meer te leren over de experimentele, fysisch-chemische benadering van levensverschijnselen die hij in Leiden gemist had. 'Ich fühlte schon damals dass Physik und Physiologie irgendwie nahe zusammenhängen, dass sie nur verschiedene Berichte über ein und dasselbe Geschehen vorstellen', zo vertelde hij jaren later in een interview over de opvatting waarmee hij destijds naar Heidelberg was gekomen. 'Niemand sollte Botaniker heissen, der nicht zugleich Physiker und Chemiker ist', verklaarde hij in zijn jeugdige enthousiasme tegen Hofmeister.⁸³ De beroemde botanicus stelde Hugo echter teleur. Hofmeister beschikte over een indrukwekkend geheugen, een gigantische feitenkennis, een scherp inzicht en een enorme gedrevenheid voor zijn vak. Zijn colleges stonden bol van de feiten en voorbeelden waardoor ze voor beginnelingen en studenten voor wie botanie een bijvak was (zoals aankomende artsen, apothekers en chemici) nauwelijks te volgen waren. Zelfs Hugo, toch beslist geen beginneling meer, had moeite hem te begrijpen.⁸⁴ Door het overlijden van zijn vrouw en broer, ziekte van zijn kinderen en door een hooglopend conflict onder het docentencorps op de universiteit was hij erg gesloten. Toen hij in 1872 een aanbod kreeg van de universiteit van Tübingen om de overleden hoogleraar Hugo von Mohl op te volgen, liet hij Heidelberg opgelucht achter zich.⁸⁵ Hugo vertelde zestig jaar later in een interview dat Hofmeister hem een keer bij zich had geroepen en hem door de microscoop delende kernen in ui-cellen had laten zien. 'Bestimmt haben wir damals Chromosomen beobachtet. Bedenken Sie nur, Jahre vor der Entdeckung der Fixtions- und Färbemethoden'. Hofmeister had al ruim twintig jaar lang celdelingen en het gedrag van de zich daarbij manifesterende 'klumpen', zoals hij ze noemde, bestudeerd, zonder hun aard of betekenis te kunnen doorgronden.⁸⁶

In Heidelberg woonde Hugo op een kamer in de Leopoldstrasse 48 bij een rentenier. Zijn huisgenoot was de enige andere Nederlander die op dat moment in Heidelberg studeerde: de eveneens uit Den Haag afkomstige Albert van Krieken. Hij was een jaar eerder rechten gaan studeren en zou in 1872 in Heidelberg promoveren.⁸⁷ Met een tiental andere studenten, afkomstig uit

verschillende Duitse staten, uit Oostenrijk, Zwitserland en Rusland, vormden de twee Hollanders een internationaal en informeel clubje studenten.⁸⁸ Van Krieken was penningmeester van de ‘Heidelberger Studentenverein’ waar Hugo direct na aankomst lid van werd.⁸⁹ Zoals in veel Duitse studentenverenigingen voerden de nationalistische sentimenten er hoogtij. Er was veel sympathie voor de sinds juli 1870 woedende oorlog met Frankrijk, een gezamenlijke politiek-militaire actie van alle Duitse staten die de lang gehoopte staatkundige eenwording van Duitsland dichtbij leek te brengen. Groot was het enthousiasme toen na de val van Metz op 27 oktober het gevangengenomen Franse leger door Heidelberg trok. Hugo kon voor het machtsvertoon niet erg warmlopen, wat zijn Duitse medestudenten hem niet in dank afnamen.⁹⁰

In Würzburg

Op 6 maart 1871, nog voor het wintersemester ten einde was, keerde Hugo vanuit Heidelberg terug naar Den Haag waar hij het begin van het zomersemester in Würzburg zou afwachten. Hij gebruikte die tijd mogelijk voor het persklaar maken van zijn twee eerdergenoemde artikelen voor de *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles*. In april bereikte hij dan eindelijk het doel waar hij zo lang naartoe had geleefd: het laboratorium van Julius Sachs in Würzburg. Het zou voorlopig letterlijk zijn huis zijn: op de bovenste verdieping van het gebouw, bij de hortulanus van de naast het laboratorium gelegen botanische tuin, kreeg hij een kamer. Vanuit zijn bed zag hij ’s morgens de zon achter de bergen tevoorschijn komen. De eerstkomende anderhalf jaar, zo verwachtte Hugo, zou hij in Würzburg blijven. Misschien zelfs wel langer.⁹¹

Toen Sachs in oktober van 1868 hoogleraar in Würzburg was geworden, had het botanisch instituut slechts bestaan uit vier kamers in een gebouw waarin ook het farmacologisch instituut en de polikliniek van de universiteit gevestigd waren. Als dank dat hij een aanbod van de universiteit van Jena had afgeslagen, had de universiteit in 1869 een nieuwe verdieping op het gebouw laten plaatsen. In de loop der jaren zou Sachs het hele gebouw weten te verwerven, maar de ruimte bleef beperkt. Later werden daarom nog een extra verdieping en een nieuwe collegezaal gebouwd. Ook de tuin naast het instituut was bij zijn komst bescheiden. In 1871 werd de tuin vergroot, waartoe Franse krijgsgevangenen werden ingezet. Sachs was een warm voorstander van de Duitse eenwording en een groot bewonderaar van diens architect, rijkskanselier Bismarck. Over het inzetten van krijgsgevangenen zal hij zich dus vast niet bezwaard gevoeld hebben. Een klein deel van de tuin, het ‘Gärtchen’, ge-

bruikte Sachs voor zijn eigen experimentele onderzoek. Behalve de *Institutsdiener* mocht hier verder niemand komen.⁹²

Sachs had zo'n vijftig tot zestig studenten die zijn colleges algemene botanie volgden; daarnaast waren er ongeveer tien studenten farmacognosie. De gevorderde studenten werkten bovendien aan een eigen onderzoek tijdens het practicum. Sinds de publicatie van het *Handbuch* had Sachs studenten uit heel Duitsland aangetrokken. In 1871 kreeg hij zijn eerste buitenlandse leerlingen: het waren Hugo de Vries, Jozef Baranetzky uit Polen en J. Schuch uit Hongarije. 'Sachs ging toen veel met ons om; hij had zijn werkkamer een verdieping lager dan het practicum', herinnerde De Vries zich later. 'Ook maakte hij veel excursies met ons. Op één daarvan lokten wij hem terugkomende in een photographisch atelier waar wij vooraf de noodige afspraken gemaakt hadden. Het was wel tegen zijn zin, maar er zijn zo weinig photo's van hem dat wij zeer blijde waren met deze'. Met Baranetzky maakte Hugo in mei een driedaagse botaniseertocht in de Fränkische Schweiz. Verder trok hij wel eens op met Wilhelm Röntgen, assistent op het natuurkundig laboratorium. Röntgen zou in 1888 hoogleraar natuurkunde in Würzburg worden en enkele jaren later wereldfaam verwerven met de ontdekking van de naar hem genoemde stralen.⁹³

Hugo volgde het college algemene botanie van Sachs. Een college van hem was een bijzondere belevenis. 'Bei einer naturwissenschaftlichen Vorlesung müsse es klappen wie im Theater', zo meende Sachs. Hij gebruikte steeds een grote hoeveelheid demonstratiemateriaal zoals wandplaten en modellen. Na afloop was hij vaak compleet uitgeput.⁹⁴ Verder verrichtte Hugo in opdracht van Sachs in het laboratorium onderzoek naar enkele fysiologische verschijnselen die nauw samenhangen met diens eigen onderzoek naar het mechanisme van de plantengroei. Zijn bevindingen zou Hugo publiceren in *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg*, het tijdschrift dat Sachs in datzelfde jaar 1871 opzette. Na zijn eigen laboratorium en zijn eigen staf onderzoekers had hij daarmee zijn eigen communicatiemiddel naar de wetenschappelijke wereld gecreëerd, en daarmee zijn positie als de ongekroonde koning van de moderne plantenfysiologie verder bestendigd.

Het mechanisme van groei

Julius Sachs richtte zich weliswaar op één specifieke richting in de plantkunde, daarbinnen was hij wel zeer veelzijdig: tijdens zijn carrière hield hij zich bezig met een breed scala aan fysiologische verschijnselen. Toen Hugo naar Würzburg kwam, was zijn aandacht geconcentreerd op de groei van planten.

Al in 1860 had Sachs, in navolging van anderen, vastgesteld dat de groei van stengels en wortels volgens een vast patroon verloopt: zij is eerst langzaam, gaat dan steeds sneller, bereikt een maximumsnelheid en neemt vervolgens weer af om ten slotte geheel tot stilstand te komen. Sachs had dit verloop in groeisnelheid de ‘grote periode’ genoemd, dit ter onderscheiding van de kleine, soms regelmatige en periodieke afwijkingen die zich op het patroon voordoen en die hij had omschreven als ‘stossweise Änderungen des Wachstums’. De groeisnelheid zou volgens hem leeftijdsafhankelijk zijn: vanaf de top van een groeiend plantendeel naar de daaronder gelegen oudere onderdelen neemt op elk moment de groeisnelheid eerst toe en vervolgens af. Allerlei uitwendige omstandigheden (licht, zwaartekracht, temperatuur van bodem en lucht, waterrijkdom van bodem en lucht) beïnvloeden het verloop van dit natuurlijke proces, zo was Sachs gebleken, maar de tijd had hem ontbroken om diepgaand onderzoek te doen. Die tijd had hij pas weer gekregen na zijn benoeming in Würzburg. De eerste experimenten hadden duidelijk aangegeven dat de relatie tussen inwendige eigenschappen en uitwendige invloeden zeer complex is. Niettemin was Sachs van mening dat het mogelijk moest zijn een theorie op te stellen die een verklaring geeft voor het mechanisme van de groei van alle onderdelen van een plant onder zowel normale als afwijkende omstandigheden.⁹⁵

Uitgangspunt vormde de eerder geschetste weefselspanningstheorie van Hofmeister. Hofmeister had een onderscheid gemaakt tussen spanningsloze en gespannen weefsels en de zwaartekracht als de belangrijkste (want continu aanwezige en werkzame) factor die de groei-richting bepaalt beschouwd. Spanningsloze weefsels (waaruit wortels geheel zouden bestaan) zouden door de zwaartekracht verticaal naar beneden getrokken worden. Gespannen weefsels (zoals in stengels en takken) zouden dezelfde trek ondervinden, maar zich door de gelijkmatig verdeelde spanning verticaal omhoog richten. Allerlei omstandigheden zouden tot gevolg kunnen hebben dat de verticale groei-richting in een scheve of zelfs horizontale overgaat. Wanneer verticaal groeiende organen diagonaal of horizontaal zouden worden gehouden, zouden zij proberen hun oorspronkelijke groei-richting te hernemen. Voor de spanningsloze wortels lag volgens Hofmeister de oorzaak hiervan voor de hand: de breiachtige massa waaruit de wortels bestaan wordt in de richting van het middelpunt van de aarde getrokken. Bij de gespannen stengels en takken had Hofmeister vermoed dat de onderste epidermislaag een grotere rekbaarheid krijgt, waardoor de bovenliggende parenchymlaag zich verder kan uitrekken. Oorzaak hiervan zou ‘eine Steigerung der Einlagerung von Wasserteilchen

zwischen die festen Theilchen der Membran [=celwand]' zijn: de zwaartekracht trekt de watermoleculen naar beneden, en wel in toenemend grotere hoeveelheden naarmate de lagen dieper liggen. Tegelijkertijd zou het op de bovenzijde vallende licht de rekbaarheid van de epidermis en de expansie van het parenchym aldaar vertragen door 'eine relative Erhöhung der Cohäsion und Elasticität der Membranen'.⁹⁶

Sachs stelde zich de gebeurtenissen binnen zich oprichtende gespannen organen iets anders voor, zoals hij in zijn *Handbuch* uit 1865 beschreef. Hij meende dat de (goeddeels met water verzadigde) celwanden en celinhouden door de zwaartekracht onder druk staan van de boven hen liggende cellen, en des te meer onder druk staan naarmate de cellen dieper liggen omdat de opstaande waterkolom dan hoger is. Het water duwt de vastestofmoleculen uit elkaar, waardoor de invoeging van nieuwe moleculen mogelijk wordt. 'Hat dies stattgefunden, so dauert der Druck des Wassers von oben noch fort, derselbe Process wiederholt sich beständig von Neuem'. Er zou in de onderste lagen daardoor niet alleen sprake zijn van toenemende waterimbibitie maar ook van toenemende intussusceptie, dus van groei, en als gevolg daarvan van afnemende weefselspanning. Deze voorstelling verklaarde voor hem waarom (zoals ook Hofmeister trouwens had vastgesteld) de onderzijde absoluut en blijvend in lengte toeneemt.⁹⁷ Ook over de invloed van het licht bij het ontstaan van krommingen had Sachs een andere visie dan Hofmeister. Ook hier meende hij dat niet de rekbaarheid maar de groeisnelheid werd veranderd: hij vermoedde dat 'das Licht bewirke irgend eine chemische Veränderung in den Zellhäuten, wodurch dieselben verhindert würden so viel Wasser in sich einzulagern, wie im Dunkeln'.⁹⁸

Tijdens de zomer van 1870 en het voorjaar van 1871 stelde Sachs vast dat de lengtegroei aan de onderzijde van een horizontaal gelegde stengel of tak, in vergelijking met de groei bij de normale rechtopgaande situatie, relatief sneller en de groei aan de bovenzijde relatief trager is. Na overlangse doorsnijding bleek de concave kromming van de bovenzijde nog sterker te worden, maar de convexe kromming van de onderzijde daarentegen minder. De spanning tussen bast en merg was aan de bovenzijde dus groter dan aan de onderzijde.⁹⁹ Sachs kwam nu tot het vermoeden dat alle afwijkingen van de normale groei-richting, en bovendien alle bewegingen en alle torsies, berusten op verschillen in groeisnelheid van verschillende zijden en weefsels. Zelf nam hij in het voorjaar van 1871 de normale en de afwijkende groei van hoofd- en zijwortels als onderzoeksobject; het onderwerp zou hem enkele jaren bezighouden.¹⁰⁰ Aan de net gearriveerde Hugo de Vries gaf hij de opdracht de groei te

onderzoeken van bladen, bladstelen en zijtakken, onderdelen van de plant die zich gedurende hun ontwikkeling al van nature in meer of mindere mate krommen. In tegenstelling tot stengels hebben deze organen doorgaans een bilateraal-symmetrische bouw, waardoor de spanningen tussen de weefsels die zich strekken en de weefsels die passief meegetrokken worden geheel anders verdeeld zijn dan bij puntsymmetrisch gebouwde stengels.¹⁰¹ Hugo constateerde dat de bovenzijde van bladnerven en -stelen in de meeste gevallen van nature sneller groeit dan de onderzijde. De botanicus Karl Schimper had in 1854 horizontale of scheve organen waarvan de bovenzijde sterker in de dikte groeit dan de onderzijde ‘epinastisch’ genoemd, en delen waarbij de diktegroei aan de onderzijde sterker is ‘hyponastisch’. Hugo stelde voor deze benamingen ook te gebruiken voor verschillen in lengtegroei: een sterkere groei van de bovenzijde noemde hij ‘epinastie’, een sterkere groei van de onderzijde ‘hyponastie’.

De zwaartekracht en het licht bleken elk op hun eigen wijze de al van nature aanwezige verschillen in groei en het ontstaan van een kromming te beïnvloeden. Om de invloed van de zwaartekracht te onderzoeken (en de invloed van licht uit te sluiten) plaatste Hugo bladstelen en bladen van verschillende soorten in een lichtdichte kist met op de bodem en tegen de wanden vochtig zand. Van de bladen werden in veel gevallen het bladoppervlak en de zijnerven verwijderd, zodat alleen de middelste nerf overbleef en ongehinderd kon groeien. Telkens werd één steel of blad met de morfologische bovenzijde naar boven en een tweede exemplaar met de morfologische bovenzijde naar beneden in het zand gestoken. Bij epinastische exemplaren kromden zich de bovenzijden bij voortgaande groei convex, maar van het omgekeerde exemplaar was de kromming sterker dan van het andere. Bij hyponastische exemplaren was juist het tegenovergestelde het geval. Hugo concludeerde hieruit dat bladstelen en bladnerven, net als zich oprichtende takken, negatief geotropisch zijn: zij groeien van de aarde af. Bij de omgekeerd geplaatste epinastische plantendelen werken de geotropie en de epinastie in dezelfde richting, bij de normaal geplaatste delen werken beide in tegengestelde richtingen. Bij normaal geplaatste hyponastische delen werken beide in dezelfde richting en bij omgekeerd geplaatste delen in tegengestelde richtingen. De zwaartekracht bleek de kromming ook indirect te beïnvloeden: deze trekt de overhangende delen naar beneden, waardoor de groei aan de bovenzijde wordt bevorderd en aan de onderzijde wordt gehinderd. Om te onderzoeken welke invloed licht heeft op het ontstaan van krommingen liet Hugo in een andere serie experimenten één zijde van de kist open. In de meeste gevallen viel er

geen invloed van licht te bemerken, en wanneer dat wel het geval was, bleek steeds dat licht vertragend op de groei werkte. Convexe krommingen werden door het licht verminderd, concave krommingen erdoor versterkt. De plantendelen kromden zich meer in de richting van het licht: zij waren positief heliotropisch.¹⁰²

Sachs gaf Hugo nog een tweede onderwerp om in het laboratorium te onderzoeken. Ook dit onderwerp had met groei te maken en draaide om de rol van de turgor. Het was een bekend feit dat planten waarvan de wortels zijn afgesneden alsmede afgesneden zijtakken in water geplaatst nog wel enige tijd water opnemen, maar altijd spoedig verwelken. Sachs had ontdekt dat verwelkte stengels weer fris gemaakt kunnen worden door er water in te persen. Verder had hij opgemerkt dat een in de grond achtergebleven stomp na het afsnijden eerst nog enige tijd water opneemt en na verloop van tijd water gaat afgeven. Sachs had geconcludeerd dat in een plant, van top tot wortels, een negatieve waterdruk heerst door voortdurende verdamping. Door het afsnijden zou er in de stengel een verandering plaats moeten vinden die zich door een positieve druk ongedaan laat maken. Het was Hugo's taak te achterhalen wat de aard van deze verandering was. Hugo ontdekte dat planten die onder water werden doorgesneden veel langer fris bleven dan planten die in de lucht werden doorgesneden. Ook andere experimenten wezen erop dat de korte onderbreking in de opwaartse sapstroom, die door de verdamping uit de bladen in gang wordt gehouden, de oorzaak van het verwelken moest zijn. Hij stelde zich voor dat de cellen vlak boven de gemaakte doorsnede tijdens het korte verblijf in de lucht hun water verliezen aan de hoger gelegen cellen. Weer in het water geplaatst kunnen deze 'leeggezogen' cellen wel weer water opnemen, maar blijkbaar in onvoldoende mate om het verlies te compenseren. Het vermogen om water te transporteren was door de onderbreking blijvend verminderd.¹⁰³

Wetenschap en onwetenschap

Met het onderzoek naar het ontstaan van krommingen bij planten dat hij Hugo de Vries opdroeg lijkt Sachs nog een andere bedoeling gehad te hebben dan kennis vergaren: een weerwoord krijgen tegen een recent verschenen publicatie over van nature horizontaal groeiende plantendelen door Albert Frank, privaatchoort docent botanie aan de universiteit van Leipzig.¹⁰⁴ In tegenstelling tot Hofmeister en Sachs meende Frank dat licht en zwaartekracht niet gezamenlijk inwerken op de gehele plant en samen de belangrijkste invloeden zijn voor het ontstaan van krommingen, maar dat slechts één van beide invloeden

bepalend is voor de richting waarin een plantendeel groeit. Organen zouden zich steeds met hun lengterichting loodrecht op de één of de ander richten. Hij betitelde deze eigenschappen, die hij aan de cellen toewees, als 'Transversal-Heliotropismus' en 'Transversal-Geotropismus'.

Sachs' opvattingen waren bij Hugo in goede handen. In zijn artikel pakte hij Frank hard aan. Franks manier van redeneren en experimenteren was volgens hem ondeugdelijk. Zijn proeven leverden geen enkel sluitend bewijs. Alleen al het feit dat veel organen niet loodrecht maar onder een hoek groeien maakte volgens Hugo dat de hypothese van Frank onhoudbaar was. Men zou in dat geval immers ook een '45°-Heliotropismus' moeten aannemen, en de gewone rechtopgaande groeirichting zou men als '90°-Heliotropismus' dan wel '90°-Geotropismus' moeten beschouwen. 'Aus dieser Betrachtung ersieht man, dass die Frank'sche Ansicht kaum den Namen eines wissenschaftlichen Erklärungsversuchs verdient.'¹⁰⁵

Hugo begreep wel dat zijn kritiek scherp was, misschien zelfs iets té scherp. Aan zijn studievriend Jan de Man schreef hij in de zomer van 1872 toen die in Leipzig verbleef: 'Als je zulks interesseert ga dan eens een college bij mijn vriend! doctor A.B. Frank, Privatdocent der Botanik te Leipzig, hooren. Ik verneem dan later gaarne van je wat voor persoonlijkheid dit is. Als je hem soms spreekt, vraag dan eens of hij mijn naam ook kent. Persoonlijk ken ik hem niet, doch heb hem eens nogal uitvoerig gekritiseerd'.¹⁰⁶

Hoe goed Frank de naam en de kritiek van Hugo de Vries kende, merkte hij een half jaar later. In de *Botanische Zeitung* van januari 1873 verdedigde Frank zijn eigen 'Transversal-Hypothese' en nam hij de conclusies van De Vries onder vuur. Zijn belangrijkste kritiek was dat De Vries zijn conclusies had gebaseerd op de bewegingen en krommingen van plantenorganen die beschadigd waren: bladstelen en -nerven die losgesneden waren van de bladschijf, en takken die waren losgesneden van de stam en ontdaan van zijtakken, bladen en hun eindknop. Aannemen dat organen zich onder natuurlijke omstandigheden op dezelfde wijze gedragen als onder kunstmatige omstandigheden, was volgens hem geheel onjuist. Frank wilde niet uitsluiten dat de onderdelen die De Vries onderzocht had inderdaad epi- of hyponastisch, positief of negatief geotropisch zijn, maar meende dat die eigenschappen waren veroorzaakt door de beschadigingen en onder normale omstandigheden niet voorkomen, danwel geen rol spelen. De Vries had bijvoorbeeld zelf aangegeven dat in onbeschadigde bladen de spanning van de bladschijf de epi- en hyponastie neutraliseert en dat de geo- en heliotropie elkaar eveneens opheffen. Er moest dus wel nog een andere eigenschap aangenomen worden om de groeirichting te

kunnen verklaren, en zo bleef hij bij zijn eigen transversale geo- en heliotropie.¹⁰⁷

Meteen reageerde De Vries met een tegenartikel. Eigenlijk, zo schreef hij, was het onnodig te reageren: Frank beweerde namelijk dat hij een verklaring voor de groei van bilateraal-symmetrische plantendelen had willen geven terwijl hij, zoals ook in het artikel beschreven, alleen enkele oorzaken van de groei had willen beschrijven. De vele onjuiste citaten en het feit dat Frank vasthield aan zijn eigen theorie maakten volgens De Vries dat hij van een weerwoord toch niet mocht afzien. Om Franks voornaamste kritiekpunt te ontkrachten gaf hij enkele resultaten van eveneens bij Sachs verrichte, maar in zijn artikel niet gepubliceerde onderzoeken waarbij onbeschadigde bladen waren gebruikt. De resultaten waren gelijk aan die verkregen met beschadigde bladen. Overigens had hij in het artikel ook experimenten met gehele bladen beschreven, maar De Vries concludeerde dat Frank dat ontgaan was. Dat Frank bij het herhalen van de experimenten tot andere resultaten was gekomen, kwam volgens hem doordat diens manier van werken niet deugde. Maar de voornaamste reden dat Frank de conclusies niet wilde accepteren was volgens hem dat hij een ‘Anhänger der “vitalistischen” Schule’ was en daardoor van geen mechanistische verklaring wilde weten: ‘Es scheint fast, als ob Frank jede Erklärung annehmen möchte, wenn dazu nur keine mechanischen oder physikalischen Gesetze benutzt werden’. Als bewijs daarvoor behandelde hij uitvoerig een inmiddels gepubliceerd onderzoek van Frank naar de groei van de waterplant *Hydrocharis morsus-ranae* (Kikkerbeet) waaruit, aldus De Vries, Frank had geconcludeerd dat ‘die Pflanze ... einen Instinct (besitze), der von dem der Thiere nicht wesentlich unterschieden ist’.¹⁰⁸ Wie er zulke ideeën opnahield, kon bij De Vries en Sachs natuurlijk op geen enkele sympathie rekenen.

Sachs omschreef Frank in 1874 als een goed experimenteerder die ‘leider auf dem Wege [ist] ein Narr zu werden’.¹⁰⁹ De Vries dacht enkele jaren later echter heel wat positiever over zijn voormalige opponent. Toen hij in 1881 gevraagd werd voor de positie van hoogleraar aan de Landwirthschaftliche Hochschule in Berlijn bedankte hij voor het aanbod en beval Frank aan als alternatieve kandidaat. Frank werd aangenomen en zou tot 1899 het ambt bekleden. Met zijn leerboeken over botanie en fysiologie en een boek over plantenziekten verwierf hij grote bekendheid.¹¹⁰

In 1877 kwam er op De Vries’ artikel over epi- en hyponastie nog een tweede reactie en wel van Carl Kraus, docent aan de Kreisackerbauschule in Triesdorf.¹¹¹ Kraus betwijfelde of de door De Vries geconstateerde inwendige invloe-

den werkelijk bestaan. Volgens hem konden de groeikrommingen die De Vries had geprobeerd te verklaren heel goed teruggebracht worden op invloeden van zwaartekracht en licht alleen en was het niet noodzakelijk nog een extra eigenschap te veronderstellen. Oorzaak van de verschillen in groei zou een verschil in turgor en rekbaarheid, en dus lengtegroei kunnen zijn. De Vries was pijnlijk getroffen door de kritiek, niet zozeer door de inhoud alswel vanwege de persoon die haar uitte. 'Dezer dagen is mij een kleine ramp overkomen, die aanleiding is dat ik je om hulp en bijstand verzoek, teneinde die weer te boven te komen', schreef hij aan zijn goede vriend Willem Moll. 'Carl Kraus, die vervelende pias die sinds jaar en dag de *Flora* onveilig maakt door zijn geklets over physiologische vragen, heeft goed gevonden mij op een hoogst onaangename manier te beledigen. Hij doet het namelijk voorkomen alsof ik even oppervlakkig werk als hij! Een erger belediging is wel niet denkbaar'. De Vries stelde zijn reactie zorgvuldig samen: persoonlijke aanvallen en opmerkingen waarop Kraus kon reageren, probeerde hij te vermijden. 'Ik heb het geheele stuk gisteren totaal omgewerkt en er alle directe hatelijkheid of aanmerking uit trachten te verbannen', schreef hij Moll. 'Het voorschrift *fortiter in re, suaviter in modo* is zoo moeilijk op te volgen'. Op verzoek van De Vries keek Moll kritisch naar het weerwoord. De Vries nam vrijwel al diens opmerkingen over en concludeerde tot zijn tevredenheid dat 'daardoor de tegenstellingen tusschen Kraus' geklets en mijn proeven veel scherper geteekend is'.¹¹² Aangezien De Vries meende dat zijn bevindingen zowel door hemzelf als door anderen afdoende bewezen waren en Kraus geen beschrijving had gegeven van eigen experimenten die het tegendeel bewezen, ging hij niet inhoudelijk op de kwestie in. Hij richtte de tegenaanval, nog meer dan hij bij Frank had gedaan, op de manier van werken van zijn tegenstander. Opnieuw toont hij daarmee in alle duidelijkheid zijn wetenschapstheoretische overtuiging. Met klem betoogde De Vries dat hij niet de bedoeling had gehad de groei van niet-verticale organen te verklaren, en evenmin dat hij, zoals Kraus had beweerd, een groeiverschil tussen boven- en onderzijde had verondersteld omdat de invloeden van zwaartekracht en licht alleen voor een dergelijke verklaring tekortschoten. De Vries meende dat het 'gar nicht Aufgabe der physiologischen Forschung ist die Erscheinungen, wie sie uns in der Natur entgegentreten, mittelst Hypothesen und Vermuthungen in plausibeler Weise zu erklären'. De belangrijkste taken van de plantenfysiologie waren 'Zerlegung der complicirten Erscheinungen in die einzelnen mitwirkenden Factoren, experimentelle Feststellung einfacher Thatsachen, und Ableitung von allgemeinen Regeln und Gesetzen daraus mittelst Induction'. Oftewel: Goethes 'unterscheiden und dann verbinden'. Pas wanneer alle af-

zonderlijke factoren die meewerken aan de totstandkoming van een bepaald verschijnsel bekend zijn, kan men zeggen dat dat verschijnsel op wetenschappelijke wijze verklaard is. In het geval van de bonte verscheidenheid aan groeiverschijnselen van planten was men volgens De Vries van zo'n verklaring nog ver verwijderd. Hij verwijst voor zijn stellingname naar Schleidens *Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik* waarin die had betoogd dat de enige juiste methode om botanische problemen op te lossen de proefondervindelijke waarneming is en dat het traject van het vaststellen van de feiten tot aan het formuleren van in tijd en ruimte meetbare theoretische begrippen loopt via inductie, hypothese en analogie. De Vries benadrukte dat hij niet op goed geluk een waargenomen verschijnsel als oorzaak had aangenomen, zoals Kraus beweerde, maar dat hij zijn conclusie 'auf rein experimentellem Wege, durch Induction aus einfachen Versuchen' vastgesteld had. De Vries vond dan ook dat Kraus zijn conclusie alleen kon weerleggen door op experimentele wijze verkregen bewijzen aan te voeren; alleen maar bedenken dat groeiverschijnselen ook zonder epi- en hypnastie verklaard kunnen worden, was onvoldoende en volkomen onwetenschappelijk.¹¹³

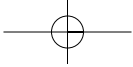
In een korte reactie merkte Kraus op dat De Vries' tegenwerpingen geheel ongegrond waren. Hij had immers niet ontkend dat er een groeiverschil kan zijn tussen boven- en onderzijde, maar slechts betwijfeld of de door De Vries aangegeven oorzaak juist was. Ook hij had de overtuiging dat gecompliceerde verschijningen geanalyseerd moesten worden. Juist daardoor was hij tot de vraag gekomen of een groeiverschil 'gleichsam angeboren sei, so dass diese von vornherein gegenüber den vertikalwachsenden irgendwie verschieden wären', of dat het verschijnsel terug te voeren was op een verschil in turgor.¹¹⁴ De Vries reageerde niet. De discussie was gesloten.

Leraar in Amsterdam

Toen Hugo in april 1871 naar Würzburg ging, had hij het idee daar zeker anderhalf jaar te zullen blijven. Aangezien hij als student niets verdiende, zal hij zich voor zijn levensonderhoud verzekerd hebben van de goedgeefsheid van zijn vader, die tijdens zijn promotie reeds als zijn mecenas werd geroemd. Vader De Vries zal waarschijnlijk toch wel gemeend hebben dat Hugo een kans op een betaalde baan niet mocht laten lopen. Die kans kwam al kort na zijn aankomst in Würzburg.

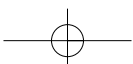
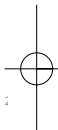
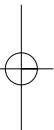
In mei 1871 gingen de curatoren van de universiteit van Groningen op zoek naar een opvolger voor de hoogleraar botanie Van Hall die met emeritaat ging. De curatoren zetten hoog in en kozen C.A.J.A. Oudemans als hun kandidaat.

Thorbecke, die als minister van Binnenlandse Zaken de benoeming moest doen, polste eerst Oudemans maar die bleek niet van zins te vertrekken. Het Amsterdamse Athenaeum had weliswaar niet zoveel status als een universiteit, maar dat woog ruimschoots op tegen de geïsoleerde geografische positie van Groningen. De curatoren gingen vervolgens buiten de academische wereld op zoek en kwamen spoedig met twee kandidaten: Piet de Boer, leerling van Miquel uit Utrecht en werkzaam als leraar natuurlijke historie aan de hbs en Openbare Handelsschool in Amsterdam, en het aanstormende talent Hugo de Vries. Thorbecke respecteerde de voorkeur van de curatoren voor de eerste en benoemde De Boer.¹¹⁵ Van zijn vader kreeg Hugo toen de aansporing om te solliciteren op de vacature die door het vertrek van De Boer in Amsterdam ontstond. Hugo deed met tegenzin wat van hem verlangd werd, maar presenteerde zich niettemin zo goed mogelijk. Bij zijn brief voegde hij zijn drie tot op dat moment verschenen publicaties, zijn doctorsbul en klinkende aanbevelingen van Sachs, Selenka en de directeur van de hbs in Assen.¹¹⁶ Hugo bleek concurrentie te hebben van zes andere kandidaten, allemaal leraren natuurlijke historie aan een hbs. De inspecteur van het Middelbaar Onderwijs, W.H.C. Staring, de vader van een van Hugo's schoolvrienden uit Haarlem, schreef in zijn advies aan B en W van Amsterdam dat hij moeilijk een keuze had kunnen maken. Uiteindelijk had hij Hugo als beste kandidaat gekozen. Van alle sollicitanten had hij weliswaar de minste onderwijservaring, maar hij was verreweg de geleerdste van allemaal. Als enige had hij de doctorstitel, zijn publicaties waren van wetenschappelijk niveau en Sachs en Selenka waren zeer positief over hem, net als overigens Suringar die Staring een lovend oordeel over zijn vroegere leerling had geschreven.¹¹⁷ Staring en Suringar kenden elkaar goed. Op verzoek van Staring had Suringar in 1870 ter ondersteuning van de lessen plantkunde op de nieuwe hbs een *Handleiding tot het bepalen van de in Nederland wildgroeïende planten* gepubliceerd, die spoedig bekend zou worden onder de titel *Zakflora*.¹¹⁸ Op 9 augustus 1871 boog de gemeenteraad van Amsterdam zich over de door B en W gemaakte voordracht voor de nieuwe leraar natuurlijke historie. Hugo de Vries kreeg achttien stemmen; de andere voorgedragen kandidaat, H.J. Veth, leraar aan de hbs en het gymnasium in Leiden en net als Hugo alumnus van de Leidse universiteit, kreeg zeven stemmen. Twee raadsleden stemden blanco.¹¹⁹ De benoeming maakte na amper vier maanden een plotseling einde aan Hugo's verblijf in Würzburg. Sachs bood hem nog aan om zijn assistent te worden, maar merkwaardig genoeg sloeg Hugo het aanbod af.¹²⁰ Half augustus was Hugo terug in Den Haag om zijn verhuizing naar Amsterdam te regelen. Van zijn voorganger op de hbs had hij



niet alleen de baan maar ook diens kamer overgenomen op Hartenstraat 7, boven de winkel van het echtpaar Schowe in ham en andere vleeswaren.¹²¹

En zo wachtten op de ochtend van maandag 4 september 1871 de 23 leerlingen van klas 1a van de Amsterdamse hbs in spanning op de binnenkomst van hun nieuwe leraar.



III

Tussen Nederland en Duitsland

1871-1877

‘Repetitie wegens volkomen vergetenschap en voortdurend gegons. Violier en kruisbloemigen gedicteerd, opstel daarover opgegeven’.¹

Maandag 11 september 1871: de leerlingen van klas 2b van de Amsterdamse hbs kunnen maar moeilijk hun aandacht bij de biologies houden. En dus geeft hun nieuwe leraar Hugo de Vries hen een stevige repetitie en een fiks stuk huiswerk, zoals hij in zijn agenda noteert. Het is niet de eerste en zeker niet de laatste keer dat De Vries moet optreden om de orde te handhaven, en dat hij zich ergert aan de onwetendheid van zijn leerlingen. Waar de dij van een mens zit blijkt bij sommigen onbekend te zijn, en dat een ‘blom’ geen plant is komt voor een aantal als een openbaring.² Gelukkig verlopen de lessen ook vaak goed. ‘Er kunnen wegens goede orde en oplettendheid levende bloemen, bijvoorbeeld op kurk gespeld, na afgeloopen beschrijving vertoond worden’, schrijft De Vries in zijn agenda over de les voor klas 1b op diezelfde septemberdag. In de loop van het schooljaar lukte het hem in alle klassen het nodige overzicht te krijgen en in de volgende jaren zal hij zelfs met zijn leerlingen op excursie durven gaan. Bovendien slaan zijn lessen aan: hij wordt een populaire en gewaardeerde leraar.³ De dichter Willem Kloos was anderhalf jaar een van De Vries’ leerlingen. Hij omschreef hem later als een ‘minzaam man’ die ‘robuust-joviaal’ deed. ‘Maar intuïtief voelde men toch dat men met hem op moest passen: zijn wenkbrauwen konden zoo onheilspellend doen, als hij het nodig vond, zoodat hij blijkbaar in geen deele “gekheid verstond”’.⁴ Aan Kloos waren de lessen niet besteed, maar sommigen leerlingen kregen een bijzondere belangstelling voor planten en dieren en enkele daarvan zou De Vries later terugzien in de collegebanken.

De natuur in de klas

Uit De Vries' bewaard gebleven agenda's blijkt dat de nadruk in zijn lessen lag op de systematiek van planten en dieren. Ook onderwees hij wat morfologie en anatomie, en in de hoogste klassen van de hbs en de Openbare Handelsschool gaf hij bovendien lessen plantenfysiologie. Verder gaf hij in de lagere klassen anatomie van de mens en in de hogere klassen geologie. De Vries probeerde het onderwerp waarover hij sprak vaak aanschouwelijk te maken. Zijn voorganger had een collectie modellen, preparaten en wandplaten aangelegd, maar die vond hij geheel ontoereikend. Verschillende keren bestelden de hbs en de Handelsschool op zijn verzoek nieuw demonstratiemateriaal.⁵ Een oudleerling kon zich vijftig jaar later nog moeiteloos het beeld herinneren van 'de jonge doctor, zittende op de tafel en daarop, hem omgevend, de kleurige papier-maché modellen van allerhand soorten bloemen'.⁶ Volgens zijn opvolger aan de hbs, J.C. Costerus, liet De Vries zijn leerlingen ook kennismaken met Darwins afstammingsleer. Toen De Vries hem bij zijn vertrek van de school de collectie onderwijsmateriaal overdroeg, zou hij Costerus verteld hebben: 'Hier heb je nu een schedel van een orang-oetan. Dien schedel heb ik eerst niet mogen kopen omdat mijn argument bij de autoriteiten was dat ik de overeenkomst van mensch en aap wilde demonstreeren, maar hij werd mij een jaar later wél toegestaan toen ik opnieuw argumenteerde dat ik daarmee zou willen wijzen op het verschil van aap en mensch'.⁷ De Vries nam ook vaak zelf demonstratiemateriaal mee. Bloemen, planten, gedroogde bladen, insecten en hagedissen liet hij onder de leerlingen rondgaan, en getuige zijn agenda's ontleedde hij voor de klas enkele keren een dier. 'Ontleeding van pas gedood konijn', schreef De Vries in november 1871 in zijn agenda bij de lessen voor klas 1 van de Openbare Handelsschool. 'Ingewanden, speekselklieren, hersenen, opblazen der longen, zenuwen, bloedvaten'.⁸ Wellicht had hij zich voor zijn manier van lesgeven laten inspireren door Julius Sachs die zich immers ook altijd bediende van een grote hoeveelheid demonstratiemateriaal. Ook lijkt hij geïnspireerd te zijn geweest door de manier waarop hij zelf als kind de natuur had leren kennen: door zelf te zien en te beleven. Voor de cursus 1873-1874 werd op zijn aandringen in de schoolbepalingen van de hbs opgenomen dat voor het onderwijs in de natuurlijke historie de leerlingen van de derde, vierde en vijfde klas in het bezit moesten zijn van een loep. De leerlingen van de vierde en vijfde klas moesten bovendien in het bezit zijn van de *Handleiding van Suringar*, de flora die enkele jaren eerder speciaal voor de hbs was samengesteld.⁹ De leerlingen van de twee laagste klassen van de hbs liet De Vries een herbarium aanleggen.

Aanvankelijk gaf De Vries zeventien uren les, twaalf op de hbs en vijf op de Handelsschool. Door de toename van het aantal leerlingen en het splitsen van klassen liep het aantal uren na drie jaar op tot 22. Gedurende twee jaren werkte hij bovendien als leraar natuurlijke historie op een school voor hulponderwijzers en -onderwijzeressen. Ook gaf hij af en toe privélessen.¹⁰

Zijn benoeming tot leraar had De Vries plotseling beroofd van de tijd en ruimte om experimenteel-fysiologisch onderzoek te doen. Een droevig voorval in de familie, kort nadat hij in Amsterdam aan het werk was gegaan, gebruikte hij om de draad weer op te pakken. Eind oktober voelde zijn broer Rudolf, net begonnen aan zijn vierde studiejaar rechten in Leiden, zich niet wel. Om te herstellen verruilde hij zijn studentenkamer voor het ouderlijk huis in Den Haag, maar al spoedig verslechterde zijn situatie. Wat Rudolf voor een verkoudheid had gehouden bleek tyfus te zijn. Doktoren stonden machteloos en op 4 november 1871 overleed hij, drie weken voor zijn 22ste verjaardag. Zijn overlijden was een grote schok voor familie en vrienden. Rudolf was populair bij zijn studiegenoten en zijn goede studieresultaten hadden zijn ouders het idee gegeven dat hij later, in navolging van zijn vader (en in plaats van Hugo), in een hoge ambtelijke functie het land zou dienen.¹¹ Om samen het verdriet te verwerken besloot Hugo de eerste weken na het overlijden elk weekeinde bij zijn ouders door te brengen. De dagen in het rouwende huis vulde hij met de uitwerking van de resultaten van een derde onderwerp waaraan hij in Würzburg had gewerkt: de diktegroei bij planten.¹²

De druk van hout

In zijn *Lehrbuch* had Sachs het vermoeden geuit dat het verschil in dichtheid van voorjaarshout en najaarshout, zo opvallend zichtbaar in de jaarringen van takken en stammen, wordt veroorzaakt door een periodiek verschil in de druk die de bast op het groeiende hout uitoefent. In hout dat in het voorjaar gevormd wordt, zijn de houtvezels wijder en is het aantal houtvaten groter dan in hout dat in het najaar ontstaat. Sachs vermoedde dat hierachter een eenvoudig, zich jaarlijks herhalend mechanisme schuilgaat. Wanneer de wortels in het voorjaar weer meer water gaan opzuigen en het hout opzwellt, zal de bast door het uitzettende hout worden uitgerekt. Als vervolgens de bladen zich ontvouwen en de verdamping begint, verliest het hout het opgezogen vocht en krimpt het weer in. De bast krimpt eveneens, maar herneemt niet zijn voormalige omvang. De druk van de bast op het hout vermindert daardoor en het hout kan ongehinderd aangroeien. In de loop van de zomer en het najaar zal door de groei de druk van de bast op het hout weer toenemen, waar-

door de groei belemmerd wordt. Uiteindelijk stopt de houtgroei.¹³

Sachs had De Vries opgedragen zijn theorie experimenteel te verifiëren, wat hem met enkele eenvoudige proeven, waarbij hij de bastdruk manipuleerde, ook was gelukt. In het voorjaar had hij een touw om een tak heen gebonden waardoor de bast zich niet kon uitzetten en de druk op het hout zich dus reeds in het voorjaar deed gelden in plaats van pas in het najaar. Uit analyse van het hout in het najaar was gebleken dat al het hout dat in dat jaar gevormd was dezelfde structuur had als het in het vorige jaar gevormde herfsthout. Om de druk van de bast te verminderen en het hout tijdens het najaar ongehinderd te laten groeien, had De Vries in de zomer insnijdingen in de bast van takken gemaakt. Hier was gebleken dat het najaarshout net zo open was als het voorjaarshout.¹⁴

Voor het voortzetten van zijn experimenten had De Vries geen ingewikkelde laboratoriumopstelling nodig, alleen een aantal bomen en struiken op een plaats waar hij rustig kon werken. C.A.J.A. Oudemans, de hoogleraar botanie aan het Amsterdamse Athenaeum Illustre die hij al jaren kende, gaf hem in het voorjaar van 1872 toestemming in de hoofdstedelijke Hortus Botanicus te werken. In 1872, 1873 en 1874 onderzocht De Vries daar de invloed van de bastdruk op de houtgroei bij zo'n veertig soorten. Hij concludeerde dat de vorming van jaarringen het resultaat is van twee algemene principes: bij hogere druk van de bast vermindert enerzijds de lengte- en breedtestrekking van nieuwe houtvezels, en anderzijds het aantal en de diameter van nieuwe houtvaten. Hij meende dat de druk niet alleen de vorm van de cellen bepaalt maar ook hun aantal. Een hogere druk zou leiden tot een vermindering van het aantal celdelingen in het cambium (de onder de bast liggende laag waaruit de houtvezels, de houtvaten en het parenchym ontstaan). Bovendien meende hij dat bij hogere druk de celdifferentiatie vermindert: het aantal nieuwgevormde houtvezels neemt dan immers af. 'De kans om vaatcel te worden is voor een cambiumcel des te grooter, naarmate de bastdrukking geringer is. Omgekeerd zal in dezelfde mate de kans om houtvezel te worden kleiner zijn', zo luidde zijn conclusie. 'Met andere woorden, de richting waarin een cambiumcel zich differentieeren zal, hangt behalve van andere oorzaken, ook van de bastdrukking af. Deze afhankelijkheid van een zuiver mechanische oorzaak maakt het waarschijnlijk dat ook de andere oorzaken van mechanischen aard zijn'.¹⁵ Geheel in de geest van de mechanistische visie op levensverschijnselen van de Duitse fysiologen schreef De Vries dus zowel celgroei als celdifferentiatie toe aan mechanische invloeden.¹⁶ De algemene principes die de vorming van jaarringen zouden beheersen zag De Vries terug bij onderzoek naar de

vorming van nieuwe houtweefsels op plaatsen waar hout beschadigd werd. Ook dit onderzoek voerde hij uit in de Hortus, tegelijkertijd met het onderzoek naar diktegroei.¹⁷

In de Hortus maakte De Vries kennis met de drie jaar jongere Willem Moll, zoon van de Amsterdamse hoogleraar theologie en kerkgeschiedenis en de enige student aan het Athenaeum die zich specialiseerde in de botanie. De twee konden het direct goed met elkaar vinden en zouden de rest van hun leven nauw bevriend blijven. De Vries zou hem veel van zijn concepten voor lezingen, wetenschappelijke artikelen en boeken laten lezen en de wijzigingen die Moll voorstelde vaak in z'n geheel overnemen, hoewel soms met forse tegenzin. Het is niet overdreven te stellen dat De Vries zijn succes in de wetenschap voor een belangrijk deel aan de hulp van Moll te danken heeft. In het openbaar heeft hij Moll daarvoor nooit bedankt en die heeft daar, bescheiden en weinig ambitieus als hij was, voor zover bekend nooit een probleem van gemaakt. Omgekeerd stond De Vries Moll steeds met raad en daad bij en heeft hij Molls carrière enkele keren een belangrijke impuls gegeven.¹⁸

Het Athenaeum Illustre had in de negentiende eeuw een bijzondere positie binnen het Nederlandse hoger onderwijs. Het niveau van de colleges was er gelijk aan dat van de drie rijksuniversiteiten, maar het Athenaeum had niet het recht zijn studenten de doctorstitel te verlenen. Studenten die hun opleiding met een promotie wilden afsluiten, weken daarvoor uit naar een universiteit. Het aanbod van colleges was aan het Athenaeum bijna net zo gevarieerd als aan de universiteiten, maar de meeste studenten (72% in 1877) studeerden medicijnen of farmacie. Van alle Nederlandse studenten in de beide vakken studeerde in 1877 bijna 54% in Amsterdam. Oudemans gaf dan ook vooral propeutische colleges plantkunde aan toekomstige medici en apothekers.¹⁹

Opnieuw in Würzburg

Al snel nadat hij op de hbs en de Handelsschool was begonnen kreeg De Vries spijt dat hij het aanbod van Sachs om diens assistent te worden had afgeslagen. Misschien, zo dacht hij bij zichzelf, kon hij alsnog assistent worden, college gaan geven en op den duur ergens in Duitsland een hoogleraarsplaats verwerven.²⁰ In de winter van 1871-1872 correspondeerden hij uitvoerig met Sachs, voornamelijk over zijn onderzoek naar diktegroei en over de relatie ervan met Sachs' onderzoek naar lengtegroei.²¹ De Vries stelde voor in de zomervakantie opnieuw naar Würzburg te komen om onderzoek te doen als bijdrage aan Sachs' poging een mechanische groeitheorie op te stellen. Hij suggereerde de rekbaarheid van jonge cellen te bestuderen, maar Sachs vond dat onderwerp te

uitgebreid en te tijdrovend. Hij raadde De Vries aan onderzoek te doen naar de krommingen van ranken van klimplanten en stengels van slingerplanten. Sachs vermoedde dat deze krommingen ontstaan door een verschil in lengte-groei van de concave en de convexe zijde, net als bij de door hemzelf onderzochte opwaartse krommingen van horizontaal gelegde stengels en takken en de epi- en hyponastische krommingen die De Vries zelf had onderzocht. Als De Vries dat vermoeden zou kunnen bevestigen, zou hij opnieuw een bewijs hebben voor zijn stelling dat alle bewegingen van planten groeiverschijnselen zijn.

De Vries nam Sachs' raad over en zo reisde hij begin juli 1872 opnieuw naar Duitsland. 'De laatste vergadering der hbs te Amsterdam was nog niet uit, of ik snelde reeds per snel- en couiertrein naar Würzburg, en gunde mij ternauwernood een halven dag om de HH botanici enz. in Bonn een bezoek te brengen', schreef hij kort na aankomst aan zijn oude studievriend Jan de Man.²² Sachs had ervoor gezorgd dat hij meteen aan het werk kon. 'Toen ik in juli in Würzburg kwam vond ik een geheele kas vol rankenplanten en slingerende gewassen in volle ontwikkeling en geheel voor mij bestemd', schreef De Vries later in zijn schrift met herinneringen.²³ Assistent worden bleek er echter voorlopig niet in te zitten. Sachs had zijn oog laten vallen op Karl Prantl, eerder assistent bij de hoogleraar botanie Karl von Nägeli in München; hij zou officieel op 1 oktober beginnen. 'Dit feit en enkele andere beschouwingen deden mij in de eerste dagen van mijn verblijf in Würzburg het besluit opvatten mijn loopbaan verder in Holland te zoeken, de Deutsche (hard werkende, diep denkende, met allen samenwerkende) wetenschap te laten varen, de Hollandse wetenschap te beoefenen, in Hollandsche tijdschriften te publiceren en bekendheid en invloed in Holland te zoeken en te verkrijgen', aldus De Vries later in zijn herinneringen.²⁴ Het is gissen wat zijn overwegingen precies waren. Achtte hij het peil van de wetenschap in Duitsland bij nader inzien toch te hoog voor hem? Dacht hij met minder inspanning in Nederland meer te kunnen bereiken dan in 'het land der wetenschap', zoals hij Duitsland die zomer in een brief omschreef?²⁵ Had hij het idee een 'Nederlandse Sachs' te kunnen worden? En wat zal hij voor bezwaar gehad hebben tegen 'samenwerken met allen'? Wilde hij zelfstandig werken, zonder bemoeienis, maar ook zonder kritiek van anderen? Hoe dan ook: erg serieus was zijn besluit niet. Inderdaad zou De Vries zich na zijn terugkomst uit Duitsland aan het einde van de zomervakantie nadrukkelijk in Nederland profileren met publicaties in wetenschappelijke tijdschriften en met lezingen voor een groot publiek. Maar tegelijkertijd zou hij steeds zijn oog op Duitsland gericht houden door ook de volgende zomers weer bij Sachs te werken, contacten aan te gaan en te onder-

houden met Duitse vakgenoten, te publiceren in Duitse tijdschriften en alert te blijven op de mogelijkheid in Duitsland een plaats als docent te verwerven.

Ondanks de teleurstelling dat een assistentschap in Würzburg er op korte termijn niet zou komen, werkte De Vries enthousiast aan het onderzoek dat Sachs hem had voorgesteld en ging hij vriendschappelijk met Prantl om. Hoewel ze allebei toegewijde beoefenaren van de moderne experimentele plantenfysiologie waren, hadden De Vries en Prantl ook veel belangstelling voor de traditionele floristiek. Samen maakten zij veel botaniseertochten rondom Würzburg. Ook Sachs was een liefhebber van wilde planten, maar behalve op de gezamenlijke wandelingen liet hij dat liever niet merken.²⁶ De kans om voor ouderwets gehouden te worden was binnen de kring van plantenfysiologen heel reëel. De Vries merkte dat zelf toen hij Emil Godlewski, assistent botanie aan de Uniwersytet Jagiellonski in Krakau die die zomer eveneens bij Sachs werkte, voorstelde een botaniseertocht te maken. Godlewski werd boos en dacht dat De Vries hem voor de gek hield. 'Hij verklaarde het voor onzin dat een botanicus zou gaan botaniseren en wilde mij niet geloven. En eerst toen ik hem den volgenden dag mijn volle bus liet zien, geloofde hij mij, maar hield mij... voor geen waar botanicus'.²⁷

Ranken en slingerplanten

Het was die zomer druk in het laboratorium van Sachs. Naast De Vries, Prantl en Godlewski werkten er ook de Russen Alexander von Wolkoff en Iwan Borodin en bovendien Baranetzky die er de vorige zomer ook al was geweest.²⁸ Zeker de helft van hen deed onderzoek naar plantengroei.²⁹ Al in het voorjaar had Sachs zich verheugd op de komst van zoveel medewerkers: 'So bekommen wir hier eine ganze Fabrik von Wachstumsarbeiten, die endlich doch einmal dieses Gebiet erschliessen müssen', had hij vol verwachting aan een collega geschreven.³⁰ Zelf hield hij zich die zomer opnieuw bezig met de groei van wortels.

De meest gezaghebbende studie naar de bewegingen van ranken en slingerplanten was in het begin van de jaren zeventig nog steeds een studie uit 1827 van Hugo von Mohl, destijds amateur-botanicus en student medicijnen in Tübingen en inmiddels daar hoogleraar botanie. Von Mohl had het ontstaan van een kromming verklaard als een gevolg van een druk van een obstakel op één specifieke, gevoelige zijde van een rank of stengel. Door de druk wordt de symmetrische weefselspanning om de as van de stengel verstoord en veranderd in een asymmetrische weefselspanning: aan de vrije zijde wordt de spanning geringer doordat de epidermis het merg meer ruimte laat om in vo-

lume toe te nemen, aan de aangeraakte zijde wordt de spanning groter doordat de epidermis het merg minder ruimte geeft. Voor ranken had Von Mohl deze visie experimenteel kunnen onderbouwen, voor slingerplanten had hij haar als de enig mogelijke verklaring beschouwd. Von Mohl had namelijk vastgesteld dat de stengels van slingerplanten een ronddraaiende beweging maken doordat de lager gelegen, oudere, volgroeide internodiën torderen tijdens de groei van de hoger gelegen internodiën. Een beweging zou volgens hem echter nooit over kunnen gaan in een kromming, zodat het bestaan van een gevoeligheid voor een eenzijdige druk logischerwijs wel aangenomen moest worden.³¹ Von Mohls verklaring voor de kromming van slingerplanten was aangevochten door Ludwig Palm, destijds student medicijnen in Tübingen en later arts in Göppingen. De stengeltop zou volgens Palm een ronddraaiende beweging maken doordat afwisselend steeds één zijde sneller groeit dan de andere; deze beweging is onafhankelijk van de torsie van de onderste internodiën. Bij het bereiken van een obstakel zou de stengel zijn ronddraaiende beweging gewoon voortzetten.³²

In het begin van de jaren zestig had niemand minder dan Charles Darwin zich met de kwestie beziggehouden. Aanleiding vormde een artikel van zijn vriend Asa Gray, hoogleraar botanie aan Harvard University in het Amerikaanse Cambridge, over de krommingen van ranken. Nieuwsgierig geworden had Darwin naar de groei bij zijn eigen planten gekeken en geprobeerd kunstmatig krommingen op te wekken door ranken en stengels van slingerplanten te prikkelen. Steeds was wel een kromming bij de eerste, maar niet bij de laatste ontstaan. Aan Gray schreef Darwin in augustus 1863: 'When the shoot meets a stick, the motion at that point is arrested, but in the upper part is continued; so that the climbing of all plants yet examined is the simple result of the spontaneous circulatory movement of the upper internodes'.³³ Korte tijd later ontdekte hij de publicaties van Von Mohl en Palm en hun verschil van mening over de prikkelbaarheid van slingerplanten. In 1865 publiceerde Darwin een lang artikel over zijn experimenten waarbij hij de zijde van Palm koos. Zijn opvatting dat slingerplanten na het bereiken van een obstakel hun rondgaande beweging voortzetten verwoordde hij op beeldende wijze: 'If a man swings a rope round his head, and the end hits a stick, it will coil round the stick according to the direction of the swinging rope; so it is with twining plants, the continued contraction or turgescence [uitzetting] of the cells along the free part of the shoot replacing the momentum of each atom of the free end of the rope'. Gezien hun natuurlijke eigenschap ronddraaiende bewegingen te maken en daarmee obstakels te kunnen omslingeren, was het volgens

Darwin trouwens al niet waarschijnlijk dat slingerplanten prikkelbaar zijn: 'Nature always economizes her means, and irritability would be superfluous'.³⁴ Noch Palm, noch Darwin hadden de botanische wereld van hun visie kunnen overtuigen. Hofmeister en Sachs volgden in hun publicaties uit de jaren zestig de opvatting van Von Mohl. Hoe een druk op een rank of stengel tot een verandering in de weefselspanning kon leiden, was hen echter een mysterie. 'Wahrscheinlich wirkt der radial gerichtete Druck zunächst auf die Cohäsionsverhältnisse der Zellhäute, wodurch in diesen neue Imbibitions- und Wachsthumerscheinungen auch in der axilen Richtung hervorgerufen werden', zo vermoedde Sachs.³⁵

De Vries bemerkte al snel dat de krommingen van ranken en van stengels van slingerplanten inderdaad berusten op een verschil in groeisnelheid van de convexe en concave zijde, zoals Sachs had vermoed. Maar hij ontdekte ook dat de oorzaak waardoor een kromming ontstaat bij ranken en slingerplanten geheel verschillend is en dat de twee soorten krommingen dus niet aan elkaar gelijk gesteld mogen worden zoals Sachs, in navolging van Von Mohl, had beweerd. Bij ranken ontstaat inderdaad een kromming doordat één zijde gevoelig is voor druk, doorgaans de zijde die zich concaaf kromt. Afgezien hiervan bleken ranken zich net zo te gedragen als zich oprichtende stengels: bij een kromming groeit de convexe zijde sterker, en vaak aanzienlijk sterker, dan bij rechte groei, en de concave zijde groeit langzamer, of in het geheel niet, in vergelijking met rechte groei. Wanneer de totale groei van de kromming gering was geweest, vond De Vries zelfs een verkorting van de concave zijde. Als proefplanten gebruikte hij onder andere verschillende soorten van *Passiflora* (Passiebloem) en soorten uit de Komkommerfamilie: *Bryonia alba* (Witte heggerank), *Cucurbita pepo* (Sierpompoe) en *Sicyos boderoa* (een augurksoort). Voor de stengels van slingerplanten concludeerde hij dat deze geen gevoeligheid voor aanraking of druk bezitten, zoals Palm en Darwin hadden verondersteld. De top van een slingerplant maakt een rondgaande beweging doordat steeds de ene zijde van het onderliggende stengeldeel langer is (want sneller groeit) dan de andere zijde; met de torsie van de nog lager gelegen stengeldelen heeft dat niets te maken. Wanneer de top een obstakel tegenkomt wordt de beweging ervan belet en slingert de stengel zich om het obstakel. De Vries trok met inkt een rechte lijn aan de buitenzijde van de stengel van enkele slingerplanten en constateerde na een of meer dagen dat de lijn als een schroef om de as van de stengel lag, dus niet steeds aan de convexe zijde. Niet één maar elke zijde van een stengel kan dus de binnenzijde van een kromming worden. De Vries werkte voor dit onderzoek onder andere met *Phaseolus coccineus* (Pronk-

boon), *Phaseolus vulgaris* (Boon), *Humulus lupulus* (Hop), *Convolvulus althaeoides* (Italiaanse winde), *Thunbergia alata* (Suzanne-met-de-mooie-ogen) en *Ipomoea purpurea* (Donkerblauwe bataat, uit tropisch Amerika). Een verklaring waardoor het verschil in groeisnelheid tussen de tegenover elkaar liggende zijden ontstaat, zowel bij ranken als bij slingerplanten, vond De Vries niet. In de artikelen die hij over zijn onderzoek schreef merkte hij slechts op dat ‘de grootte van het krommende deel van de rank, de duur en de intensiteit van de kromming niet uitsluitend van de eenzijdige drukking afhangen, doch dat inwendige, in de rank aanwezige oorzaken deze verschijnselen teweegbrengen’. Voor wat betreft slingerplanten hield hij het er voorlopig op dat ‘het winden door de samenwerking van verschillende, ook onder andere omstandigheden in de plant werkzame krachten, veroorzaakt wordt’.³⁶

Wetenschappelijke en populaire kennis

Hugo de Vries had die zomer van 1872 Amsterdam zo snel mogelijk verlaten en hij keerde zo laat mogelijk terug: op zondag 18 augustus, de dag voordat de leraren van de hbs in vergadering bijeenkwamen om het nieuwe schooljaar te openen.³⁷ Net als het voorgaande jaar wisselde hij tijdens de wintermaanden lesgeven af met wetenschap. Zijn onderzoek in Würzburg werkte hij uit tot artikelen in Sachs’ *Arbeiten des Botanischen Instituts* en het *Maandblad voor Natuurwetenschappen*, dat werd uitgegeven door de sectie voor natuurwetenschappen van het Genootschap ter Bevordering van Natuur-, Genees- en Heelkunde. De Vries was in oktober 1871 lid van het Genootschap geworden. Twee jaar eerder was deze in Amsterdam gevestigde vereniging van gepromoveerde artsen en chirurgen gereorganiseerd en uitgebreid met een sectie voor beoefenaren van de natuurwetenschappen. De docenten van het Athenaeum Illustre, de Amsterdamse hbs en Openbare Handelsschool die natuurwetenschappelijke vakken doceerden hadden zich toen bij het Genootschap aangesloten.³⁸ Het *Maandblad* zou de eerstkomende jaren het belangrijkste Nederlandse wetenschappelijke tijdschrift zijn waarin De Vries publiceerde. In het tijdschrift van de Nederlandsche Botanische Vereeniging publiceerde hij een studie naar de geografische verspreiding van *Stratiotes aloides* (Krabbenscheer), wellicht een uitwerking van een niet-voltooid inzending voor een prijsvraag uit zijn studententijd.³⁹ De Vries was in augustus 1871, net na zijn benoeming tot leraar, lid geworden van de Botanische Vereeniging, tegelijkertijd met onder anderen zijn oude Haarlemse vriend Van Eeden. Bij die gelegenheid had hij de vereniging een collectie van bijna zeshonderd planten geschonken, in de voorgaande jaren, meest in Limburg, verzameld. Het waren allemaal exemplaren

van vindplaatsen waarvan in het verenigingsherbarium nog geen voorbeelden aanwezig waren.⁴⁰

Een botaniseertocht in de Peel tijdens de pinksterdagen van 1873 leverde materiaal op voor een artikel in het populair-wetenschappelijke tijdschrift *Onze Tijd*. Het was De Vries' eerste publicatie voor een breed publiek. De bedoeling van dit uitstapje was overigens het verzamelen van veenplanten voor de lessen aan de hbs.⁴¹ Dat jaar gaf De Vries ook zijn eerste lezingen voor niet-vakgenoten. In februari 1873 hield hij een lezing voor Felix Meritis in Amsterdam, het hoofdstedelijke culturele en wetenschappelijke genootschap. De directeur van de hbs, de wiskundige D. van Lankeren Matthes, was op dat moment de voorzitter van Felix Meritis dus mogelijk heeft die De Vries voor het optreden gevraagd. Een maand later hield De Vries dezelfde lezing voor de Maatschappij *Diligentia* in Den Haag.⁴² In de lezing behandelde hij besmettelijke ziekten bij cultuurplanten, waaronder druiven, aardappelen en graan, een onderwerp dat niets te maken had met hetgeen hij tot dat moment in de botanie had gedaan maar wel herkenbaar was voor zijn publiek. Wellicht had hij voor het onderwerp gekozen om te wijzen op het belang van de plantkunde voor de samenleving. De ziekten waarover De Vries sprak waren de laatste jaren nauwkeurig onderzocht, 'met het schoone en voor de menschheid heilzame resultaat dat de middelen ter voorkoming en beteugeling der ziekte uit dat onderzoek konden worden opgebouwd'. De Vries hield zijn gehoor voor 'dat slechts door wetenschappelijk en proefondervindelijk onderzoek de gevreesde ziekten in plant en dier met vrucht te bekampen zijn en dat zonder de wetenschap geene afdoende middelen ter voorkoming of beteugeling dier rampen verkregen worden'. Met die boodschap sloot hij aan bij wat zijn vakgenoten in de voorgaande jaren ter promotie of verdediging van de botanie in oraties en openbare lessen hadden gezegd (zie blz. 42-43). De Vries zou zijn opvatting in de komende jaren nog vaak verkondigen.

Samen met de andere lezingen voor *Diligentia* van het seizoen 1872-1873 werd De Vries' bijdrage gebundeld en gedrukt in de reeks *Natuurkundige voordrachten* die door het genootschap werd uitgegeven.⁴³ De bundel werd geredigeerd door P.A. Haaxman, journalist van het *Dagblad van Zuid-Holland en 's-Gravenhage*. Haaxman besloot zijn verslag met de opmerking dat 'de jeugdige geleerde ... zich verdienstelijk van zijn taak (kweet)'. Wat hij toen niet vermeldde maar wel dacht openbaarde hij, overigens met de beste bedoelingen, ruim veertig jaar later in een artikelje ter gelegenheid van De Vries' emeritaat als hoogleraar: 'Hij imponeerde niet door zijn gestalte. De jonge docent had veeleer het voorkomen van een gevorderden leerling eener hogere burgerschool'.⁴⁴

De mechanische groeitheorie

De resultaten die Sachs en zijn discipelen hadden verkregen bij hun onderzoek naar de groei van planten verwerkte Sachs in de zomer van 1872 tot een nieuw, omvangrijk hoofdstuk voor de derde, geactualiseerde en uitgebreide druk van zijn *Lehrbuch der Botanik*. Hoewel de juistheid van het basale mechanisme dat de plantengroei reguleert, namelijk imbibitie en intussusceptie door turgor, nu wel bewezen was, viel er volgens Sachs nog veel te doen: 'Keineswegs reicht das bisherige Bekannte aus um eine zusammenhängende Theorie des Wachstums der ganzen Zelle, oder eines vielzelligen Organs zu liefern'. Het mechanisme was eigenlijk nog slechts het uitgangspunt voor verder onderzoek. Zeker was dat groei, in de betekenis van een blijvende, niet ongedaan te maken verandering in de organisatie en moleculaire structuur van een orgaan, alleen plaatsvindt als een aantal uitwendige omstandigheden (te weten voedingsstoffen, water, zuurstof en temperatuur) in voldoende mate aanwezig zijn. Andere uitwendige factoren als licht, zwaartekracht, druk en uitrekking beïnvloeden hun onderlinge samenwerking. Daarnaast spelen ook allerlei inwendige, erfelijke eigenschappen een rol. Hoe alle inwendige en uitwendige eigenschappen en invloeden met elkaar samenhangen en hoe zij met elkaar samenwerken, was volgens Sachs nog lang niet duidelijk.⁴⁵

Eén van de vele onduidelijkheden was de relatie tussen enerzijds intussusceptie en anderzijds het vermogen tot waterimbibitie, rekbaarheid en elasticiteit van de celwand. Valt de plaats op een stengel waar de sterkste groei is waar te nemen samen met de plaats waar de cellen hun grootste rekbaarheid, buigzaamheid en elasticiteit bezitten? En hoe hangt deze relatie dan weer samen met de 'grote periode': het verschijnsel dat de groeisnelheid van een cel niet continu is maar eerst toeneemt en dan weer afneemt?⁴⁶ Het was dit onderwerp dat De Vries wilde ophelderen toen hij in 1873 voor de derde achtereenvolgende zomer in het laboratorium van Sachs aan het werk ging. Hij moest zijn onderzoek echter na nog geen maand beëindigen: een zware hagelbui vernielde al zijn proefplanten. De tijd die toen nog restte besteedde De Vries aan een tocht door Zwitserland. Hij maakte de reis in gezelschap van farmaceut-botanicus Oscar Brefeld die dat jaar ook bij Sachs werkte. Voor zijn lessen geologie op de hbs verzamelde De Vries stenen en fossielen en bekeek hij enkele specifiek in Zwitserland voorkomende zand- en kalksteensoorten.⁴⁷

Hoewel zijn onderzoek dus vroegtijdig werd afgebroken, verzamelde De Vries toch voldoende materiaal om de gestelde vraag te kunnen beantwoorden. Net als bij zijn onderzoek van het jaar ervoor publiceerde hij zijn bevindingen uitgebreid in de *Arbeiten* van het Würzburgse laboratorium en schreef

hij voor het *Maandblad van het Genootschap ter Bevordering van Natuur-, Genees- en Heelkunde* een kort overzicht.⁴⁸ Nadrukkelijk presenteert De Vries zijn onderzoek als onderdeel van Sachs' streven om tot een alomvattende groeitheorie te komen. Het groeimechanisme bespreekt De Vries nu ook voor de eerste keer. Dat is zeker opvallend: ook de onderzoeken van 1871 en 1872 hadden immers al deel uitgemaakt van Sachs' onderzoeksprogramma en ook toen vormde dit mechanisme al de basis van de verklaring. Mogelijk achtte De Vries het nu pas verantwoord met dit alles naar buiten te komen nadat Sachs het mechanisme in de nieuwe editie van zijn *Lehrbuch* gepubliceerd had.

Voor zijn onderzoek maakte De Vries gebruik van de gedachte van Sachs dat de toe- en afnemende groeisnelheid die elke individuele cel tijdens zijn bestaan beleeft, op elk willekeurig moment plaatsvindt in weefsels van opeenvolgende ouderdom. Sachs had deze gedachte aan de hand van de groei van de stengel geïllustreerd. In het bovenste gedeelte van de stengeltop vindt heel weinig groei plaats. Hier worden de nieuwe cellen gevormd en ontstaan de nieuwe internodiën, zijstengels en bladen. In de zone daaronder vinden veel minder celdelingen plaats, maar is de groei zeer aanzienlijk. Daar weer onder is er noch celdeling, noch groei.⁴⁹ Om na te gaan of het maximum van de groeisnelheid samenvalt met de grootste lengtestrekking van de celwanden deed De Vries enkele experimenten van een verrassende eenvoud. Op een afgesneden stengel tekende hij op regelmatige afstanden streepjes met inkt. Vervolgens dompelde hij de stengel enkele uren onder water om zo de maximale imbibitie en intussusceptie, dus groei, te bewerkstelligen. Na het meten van de toename van de afstanden tussen de streepjes om daarmee zowel de mate van groei als het gebied met de sterkste groei vast te stellen, hing hij de stengel in de lucht op zodat het water eruit verdampte. Wanneer de stengel verwelkt was – anders gezegd: wanneer de celinhoud geen druk meer uitoefende op de celwanden, de turgor dus tot nul was gedaald, de wanden niet meer werden uitgerekt en er bijgevolg geen imbibitie en intussusceptie meer kon plaatsvinden – nam De Vries opnieuw de maat van de afstanden tussen de inktstreepjes. Het resultaat was dat het stengeldeel waar hij eerder de sterkste groei geconstateerd had samenviel met het deel dat het meeste was ingekrompen. Vervolgens dompelde De Vries de stengel opnieuw onder water. De groei kwam weer op gang en was het sterkst op de plaats waar zowel de eerdere groei als de veroorzaakte krimp het sterkst waren geweest. Verdere proeven wezen uit dat ditzelfde deel de grootste rekbaarheid, buigzaamheid en tordeerbaarheid bezit. Dit deel lag net iets onder de stengeltop. In het jongere gedeelte daarboven en het oudere gedeelte daaronder constateerde De Vries niet of nauwelijks

groei en die krompen en strekten zich ook niet of nauwelijks. De Vries concludeerde uit dit alles dat het maximum van de groeisnelheid samenvalt met het maximum van de door turgor veroorzaakte lengtestrekking. Hiermee was afdoende bewezen dat er een innig verband bestaat tussen groei door intussusceptie aan de ene kant en lengtestrekking door turgor aan de andere kant. Bovendien was nu duidelijk dat lengtestrekking een belangrijke rol speelt bij de 'grote periode'.

Het was in de zomer van 1873 minder druk in het Würzburgse laboratorium dan het jaar ervoor. Naast De Vries werkte alleen Sachs' assistent Prantl aan onderzoek naar groei; hij onderzocht de regeneratie van de wortelpunt. Prantl publiceerde zijn resultaten voor zijn *Habilitation*, de in Duitsland vereiste procedure voor het verkrijgen van het recht aan een universiteit te doceren. De Vries' reisgenoot Brefeld onderzocht de alcoholgisting.⁵⁰ Sachs deed die zomer nauwelijks onderzoek: hij had gebrek aan materiaal, aan tijd (hij moest opnieuw zijn *Lehrbuch* bewerken voor een nieuwe, vierde druk) maar vooral aan zin. Al in januari had hij De Vries geschreven over zijn gebrek aan werklust. In juli liet hij een vriend weten: 'Was mir fehlt ist das freudige Schaffen an Dingen, die ich für wichtig halte. Mir kommt aber nur Weniges noch wichtig vor'. Hij leed aan 'einer inneren Unruhe, die mir das Grübeln über Wachstumsmechanik unbehaglich macht'.⁵¹

In juli 1873 bracht Hermann Müller, leraar natuurwetenschappen uit Lippstadt, een bezoek aan Sachs' laboratorium. Müller had eerder dat jaar een opvallende studie over bestuiving gepubliceerd. Hij had een overzicht gegeven van een zeer groot aantal bloemen en van de insecten waardoor deze worden bezocht. Ook bloemplanten die weinig of zeer zelden door insecten bezocht worden en zich voornamelijk door zelfbestuiving voortplanten, had hij in zijn overzicht opgenomen. Samen met Müller en diens zoon maakte De Vries een excursie naar het oostelijk van Würzburg gelegen Kitzingen, 'in zeer bloemrijke velden', zo schreef hij later in zijn herinneringen.⁵²

Sachs was tijdens de drie achtereenvolgende zomers dat De Vries bij hem werkte zeer gesteld geraakt op zijn enthousiaste leerling. Naast vakgenoten werden zij ook vrienden. Eind augustus 1873 maakte Sachs een reisje naar Nederland en bezocht hij De Vries (en zonder twijfel ook diens ouders) in Den Haag. Met zijn tweeën maakten ze een tochtje naar Scheveningen. Enkele dagen later bezocht hij De Vries thuis in Amsterdam. Aangenaam gezelschap was Sachs niet altijd: hij klaagde veel over zijn gezondheid.⁵³ Overigens had De Vries in de winter van 1873-1874 ook voldoende reden tot klagen. Hij leed aan allerlei kwaaltjes, waaronder een steenpuist en een oogziekte. Verder was zijn

gebit zo slecht dat hij zijn tanden en kiezen liet trekken en een kunstgebit nam. Om te herstellen van zijn kwalen verbleef hij enkele weken bij zijn ouders.⁵⁴

Een verloren zomer

Eind juni 1874 vertrok De Vries opnieuw naar Würzburg, maar van onderzoek zou deze keer niets komen. Enkele weken eerder was hij namelijk benoemd tot lid van de commissie voor het afnemen van de hbs-examens in de provincie Noord-Holland (zoals bij de wet op het middelbaar onderwijs van 1863 voorgeschreven).⁵⁵ Daarvoor zou hij de laatste dagen van juli en de eerste helft van augustus regelmatig in Haarlem moeten zijn. Hij trok dit keer daarom enkele dagen uit om collega-botanici in Bonn en Kassel te bezoeken. In Würzburg (waar hij slechts twee dagen verbleef) maakte hij kennis met Sachs' nieuwe assistent Hermann Müller, die ter onderscheiding van de eerder genoemde Hermann Müller uit Lippstadt zich naar zijn geboorteplaats 'Hermann Müller-Thürgau' noemde; hij was in november 1873 bij Sachs komen werken als opvolger van Prantl en zojuist bij hem gepromoveerd op een studie naar de groei en bouw van bladmossen.⁵⁶ Aan onderzoek naar groei werkte alleen Rasmus Pedersen uit Kopenhagen; hij onderzocht de invloed van temperatuurwisselingen op de groei van wortels. De Vries was niet erg onder de indruk van hem: in zijn schrift met herinneringen gaf hij hem de kwalificatie 'lui'.⁵⁷ Zelf lijkt Sachs het onderzoek naar plantengroei toen inmiddels afgesloten te hebben: publicaties met nieuwe vondsten over het onderwerp schreef hij niet meer. Sinds het begin van het jaar stopte hij zijn meeste tijd en energie in een boek over de geschiedenis van de plantkunde, vanaf de zestiende eeuw tot 1860; het zou in de zomer van 1875 verschijnen.⁵⁸ Vanuit Würzburg reisde De Vries naar Heidelberg waar hij zijn zuster Ada trof. Zij zou twee weken in Genève verblijven en Hugo begeleidde haar tot Basel. Gedurende de tijd dat zij in Zwitserland was, maakte De Vries een botaniseertocht door het Zwarte Woud. Hierna trof hij Ada weer in Basel en reisde met haar naar Düsseldorf; zij reisde door naar Schwelm, waar hun moeder vanwege haar gezondheid verbleef, hij naar Amsterdam. Tijdens de examens in augustus logeerde De Vries bij de uitgever Arie Kruseman, vader van een van zijn vroegere schoolvrienden, in diens villa in de Haarlemmerhout. Hij hoefde niet elke dag te examineren, zodat er voldoende gelegenheid was voor het maken van ouderwetse botaniseertochten.⁵⁹ De Vries lette vooral op de bestuiving door insecten, daarmee gehoor gevend aan de oproep die Hermann Müller in zijn boek over bestuiving had gedaan om bestuivingsgegevens te verzamelen, met name in

andere gebieden dan hijzelf bezocht had. Door straks nog te vermelden oorzaken moest De Vries zijn waarnemingen tot deze ene zomer beperken. Zijn povere resultaten publiceerde hij in het tijdschrift van de Botanische Vereniging. Müller zelf en zijn oude vriend Coen Ritsema, inmiddels conservator bij het Museum van Natuurlijke Historie in Leiden van de afdeling entomologie, hielpen hem bij de determinatie van de verzamelde insecten.⁶⁰

Hoewel er dat jaar dus geen gelegenheid was om het onderzoek naar plantengroei voort te zetten, publiceerde De Vries over het onderwerp toch een uitvoerig artikel. Voor de *Landwirthschaftliche Jahrbücher*, uitgegeven door het ministerie van Landbouw van het koninkrijk Pruisen, beschreef hij de resultaten van het onderzoek naar lengtegroei die in het laatste decennium waren geboekt. Het overzicht is hoofdzakelijk een samenvatting van de onderzoeken van Sachs en zijn discipelen. Als betrof het een hoofdstuk van een leerboek geeft De Vries in het artikel, zoals hij het zelf formuleert, een ‘Gesamtbilde der mechanischen Vorgänge’ bij plantengroei zoals dat inmiddels algemeen geaccepteerd was. Het artikel is een geslaagd stukje reductionisme: een bonte verzameling verschijnselen wordt teruggebracht tot variaties op een basisprincipe. Deze variaties worden door slechts een beperkt aantal invloeden op dat basisprincipe teweeggebracht. Als introductie behandelt De Vries de ‘grote periode’ en het basale groeimechanisme. Wanneer de anatomie van een groeiend plantendeel rondom zijn as identiek is, of als ten minste twee tegenover elkaar gelegen helften gelijk van bouw zijn, en wanneer uitwendige omstandigheden overal op het groeiende plantendeel gelijk inwerken, dan zal dit deel recht groeien. Is dat niet het geval (en in de natuur is dat meestal zo), dan ontstaan er verschillen in groeisnelheden en kromt het plantendeel zich. De Vries bespreekt vervolgens de verschillende inwendige en uitwendige factoren die tot krommingen kunnen leiden, waaronder het licht, de zwaartekracht, het steeds verschuiven van de plaats die het snelste groeit (zoals bij slingerplanten), en de bilateraal-symmetrische anatomie (zoals bij bladstelen en -nerven en bij ranken). Vaak doen de afzonderlijke factoren zich in combinatie gelden, zoals bij de groei van bladen die De Vries in 1871 zelf had onderzocht: hierbij stimuleren de epinastie en de belasting door de blad-schijf een neerwaartse groei, terwijl de zwaartekracht en het licht een opwaartse groei stimuleren.⁶¹

In de derde druk van zijn *Lehrbuch* had Sachs opgemerkt dat zijn beschrijvingen van het groeimechanisme waarbij endosmose, turgor, imbibitie en intussusceptie samenwerken ‘nicht eine Theorie des Wachstums hinstellen, sondern nur im Grossen und Ganzen den mechanischen Effect andeuten sol-

len, den das Wachsthum auf die Gewebespannung und umgekehrt diese auf jenes übt'. In de vierde druk, die in de zomer van 1874 verscheen, had hij deze opmerking gehandhaafd. De Vries voelde minder terughoudendheid. In zijn eigen exemplaar van de nieuwe editie verving het hij woord 'nicht' in de boven aangehaalde zin door 'wohl'. Daarbij schreef hij een verwijzing naar een nieuw hoofdstuk verderop in het boek waar het mechanisme toch als groeitheorie wordt gepresenteerd.⁶² Die minder voorzichtige houding vinden we ook terug in het zojuist besproken overzichtsartikel en in de lezing 'Over de mechanische theorie van het groeien der planten' die De Vries in oktober 1874 hield voor het Genootschap ter Bevordering van Natuur-, Genees- en Heelkunde. Net als in het artikel in de *Landwirthschaftliche Jahrbücher* geeft hij hierin een overzicht van de actuele kennis en inzichten op het gebied van de plantengroei, gelardeerd met onder andere door hemzelf bijeengebrachte feiten en bewijzen. 'De medegedeelde theorie van Sachs mag dus beschouwd worden als op vaste grondslagen rustende', zo stelt De Vries zelfverzekerd aan het slot van zijn lezing. 'En naar alle waarschijnlijkheid is de tijd niet ver meer af, dat zij zoover uitgewerkt zal kunnen worden, dat zij van alle verschijnselen van den groei der planten een voldoende verklaring kan geven'.⁶³

Toch een Duitse carrière

Met meer tegenzin dan in de vorige jaren hervatte De Vries in augustus 1874 zijn lessen op de hbs en de Openbare Handelsschool. Na drie jaar voor de klas gestaan te hebben, had hij er genoeg van steeds maar de allereenvoudigste dingen te moeten vertellen, soms vier keer in de week precies dezelfde.⁶⁴ Bovendien was het aantal lessen nu zozeer toegenomen dat er voor wetenschappelijke activiteiten nauwelijks tijd zou overblijven. Kon hij het onderwijs maar verlaten en naar Duitsland vertrekken om zich geheel aan de wetenschap te wijden! Op advies van zijn vader vroeg hij Sachs om raad.⁶⁵ Het antwoord bood perspectief. Hugo Thiel, een voormalig student van Sachs en sinds een jaar werkzaam op het ministerie van Landbouw van het koninkrijk Pruisen in Berlijn, had zijn vroegere leermeester kort tevoren gemeld dat hij het plan had opgevat om de levensprocessen van een aantal belangrijke landbouwgewassen gedetailleerd te laten onderzoeken. De resultaten zouden door het ministerie van Landbouw gepubliceerd worden. Sachs was zeer enthousiast over het plan en droeg De Vries voor als kandidaat om de klus uit te voeren. Zijn laboratorium stelde hij als werkruimte ter beschikking. De Vries zou daar zonder twijfel graag willen werken, en zelf zou het hem ook een genoegen zijn wanneer op deze manier 'dem braven und tüchtigen Manne auf

den rechten Weg geholfen werden könnte. Er ist allseitig in der Physiologie gebildet und nicht von Ehrgeiz und Eitelkeit geplagt, sondern seiner Wissenschaft ganz ergeben'. En dat laatste moest zeker zo blijven. Het salaris dat Thiel in gedachten had gehad, 1200 Thaler per jaar, was volgens Sachs veel te hoog. 'Gerade weil ich De Vries sehr schätze, möchte ich, dass er durch Mamon nicht von der Bahn echter, strenger Forschung abkäme', zo schreef hij Thiel. Het onderzoek naar de landbouwgewassen zag hij namelijk niet als een betrekking maar als een voortgezette studie.⁶⁶ Thiel had overigens niet alleen een geldelijke beloning in petto. Zijn belangrijkste taak als ambtenaar aan het ministerie was de oprichting van een Landwirthschaftliche Hochschule te bewerkstelligen. Hij beloofde ervoor te zullen zorgen dat de onderzoeker van de landbouwgewassen een hoogleraarspositie aan de school zou krijgen wanneer die over enkele jaren een feit zou zijn.⁶⁷ Thiel ging met het voorstel van Sachs om De Vries het onderzoek aan te bieden akkoord; zij spraken af dat Sachs het goede nieuws aan De Vries zou vertellen. De Vries was voor Thiel overigens geen onbekende. Tot de werkzaamheden van Thiel behoorde ook de redactie van de *Landwirthschaftliche Jahrbücher* waarvoor De Vries die zomer het artikel had geschreven over de stand van zaken in het onderzoek naar plantengroei.

De benoeming, de taakstelling en het onderzoeksplan van Thiel zijn karakteristiek voor de ontwikkeling die de beoefening van de wetenschap tijdens de tweede helft van de negentiende eeuw in Duitsland doormaakte. Onder intellectuelen, industriëlen en bestuurders leefde sterk de gedachte dat kennis van groot belang was om de economische en politieke positie van de Duitse staten te versterken. Er werd daarom hard gewerkt aan de uitbreiding van de intellectuele infrastructuur door bestaande universiteiten te vergroten en nieuwe wetenschappelijke instituten op te richten. Daarbij werd zowel in praktijkgericht als in fundamenteel-theoretisch onderzoek geïnvesteerd. De landbouwkunde was een sector die van deze ontwikkeling sterk profiteerde. In de eerste helft van de negentiende eeuw waren in heel Duitsland speciale landbouwscholen (Akademien) ontstaan die soms met een universiteit verbonden waren. Op de Akademien was zowel aandacht voor de theorie als voor de praktijk, anders dan op de universiteiten waar het onderwijs zich beperkte tot de theorie. Verder werden er her en der landbouwkundige proefstations opgericht. Onder de op de universiteiten en Akademien opgeleide landbouwkundigen leefde de mechanistische visie op levensverschijnselen zeer sterk. Voeding, bemesting, bodemonderzoek en, in aansluiting op dat laatste, scheikunde hadden hun volle aandacht. Justus von Liebig, een van de meest gezaghebbende landbouwchemici, betoogde in 1861 dat de Akademien niet voldeden. Von Liebig beschouw-

de landbouwkunde als toegepaste natuurwetenschap; een afzonderlijke economie, chemie, natuurkunde of botanie voor de landbouw bestonden volgens hem niet. Het hogere landbouwonderwijs hoorde daarom geheel op de universiteiten thuis. Voor- en tegenstanders van de Akademien vochten in de volgende jaren een bittere strijd uit, waarbij de laatsten uiteindelijk als winnaars tevoorschijn kwamen. In de jaren zestig en zeventig werden veel Akademien opgeheven en leerstoelen gesticht aan bestaande universiteiten, dan wel geheel nieuwe landbouwkundige hogescholen en universiteiten opgericht. Ook het koninkrijk Pruisen besloot de landbouwkundige Akademie, die verbonden was met de universiteit in Berlijn, op te heffen en daarvoor in de plaats een nieuwe landbouwhogeschool op te richten. Het was voor de uitvoering van dit besluit dat Thiel was aangesteld.⁶⁸ Sachs had in het begin van zijn carrière, in de eerste helft van de jaren zestig toen hij nog docent was aan de landbouwakademie in Poppelsdorf bij Bonn, het belang van fysiologisch onderzoek voor de landbouw enkele keren benadrukt. Zijn woorden had hij echter nooit in daden omgezet: zijn onderzoeken waren steeds zuiver fundamenteel geweest. Dat hij echter trouw was gebleven aan zijn destijds geuite mening blijkt uit de artikelen die hij zo nu en dan schreef voor land- en tuinbouwers en de steun die hij gaf aan Thiels onderzoeksproject.⁶⁹

De Vries pakte het aanbod van Sachs en Thiel met beide handen aan. Met Sachs sprak hij af dat hij in de kerstvakantie naar Würzburg zou komen om de details van het project door te praten. Dat hij voor de tweede keer dat jaar zo'n dure reis ging maken leverde De Vries nogal wat commentaar op uit zijn omgeving, maar aangezien de zaak nog niet definitief beklonken was leek het hem beter de reden van zijn tocht geheim te houden. In samenspraak met Sachs stelde hij een werkprogramma op: De Vries zou onderzoek doen aan aardappel, rode klaver (belangrijk als voedergewas), suikerbieten en maïs en zijn salaris zou 1000 Thaler per jaar bedragen. 'Wel veel minder dan mijn salaris te Amsterdam, maar ik had dit er gaarne voor over', schreef hij later in zijn herinneringen. Het onderzoek zou hij in Würzburg verrichten. Op de terugweg maakte De Vries een tussenstop in Bonn waar hij Thiel, die daar toevallig verbleef, ontmoette. Thiel vertelde hem dat hij graag zag dat De Vries al met pasen van het volgende jaar zou beginnen. In januari 1875 ontving De Vries van de Pruisische minister van Landbouw officieel de opdracht voor het samenstellen en schrijven van vier monografieën. In plaats van de met Sachs afgesproken 1000 Thaler vermeldde de aanstellingsbrief tot zijn verbazing dat het salaris 800 Thaler zou zijn. Zijn eerste reactie was de baan alsnog af te wijzen: van dat bedrag zou hij nauwelijks kunnen leven. 'Ik herinner mij dat ik

zeer verontwaardigd was en besloot de geheele zaak op te geven', schreef hij later in zijn herinneringschrift. 'Maar dan zou ik bij voortduring aan de hbs moeten blijven en daarom nam ik het ten slotte toch aan, achtende dat ik onder deze omstandigheden geen verplichting omtrent een latere aanstelling op mij nam'.⁷⁰

In februari diende De Vries zijn ontslag in bij de wethouder van onderwijs en begon het afscheidnemen. Afscheid van de leden van de kegelclub, waarvan hij sinds het vorige jaar lid was en elke vrijdagavond bijeen kwam.⁷¹ Afscheid van de 150 damesleden, dames van leden en dochters van leden die sinds november zijn botanische cursus voor het Amsterdamse genootschap Felix Meritis volgden.⁷² Afscheid van de leden van het Haagse Diligentia, voor wie hij begin maart nog een lezing hield over de bestuiving van bloemen door insecten.⁷³ En natuurlijk afscheid van zijn collega's en zijn leerlingen van de hbs en de Handelsschool, een afscheid dat bijzonder hartelijk was en liet zien dat de jongens zijn lessen zeer gewaardeerd hadden. Een delegatie van vijf leerlingen van de Handelsschool kwam bij hem thuis en overhandigde hem als afscheidsgeschenk zes delen van de *Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik*. Een paar dagen later kwamen enkele leerlingen van de derde en vierde klassen hbs bij hem langs, terwijl de verhuiskisten en meubels al waren ingepakt. Zij gaven hem een duur en bijzonder cadeau: een microscoop. Aan het eind van elke laatste les sprak een van de jongens hun scheidende leraar toe. Twee leerlingen uit klas 2a van de hbs gaven De Vries, los van hun klasgenoten, als aandchenken een inktstel. De Vries zou het zijn leven lang gebruiken. De twee hadden blijkbaar bijzonder genoten van zijn lessen, maar kozen later toch niet voor de biologie; ze werden allebei ingenieur. Enkele leerlingen uit klas 1c gaven hem het boek *Deutsche Dichtergrüsse*; de jongens wisten blijkbaar van De Vries' liefde voor literatuur. Donderdag 25 maart 1875 was de laatste lesdag en het afscheid van Amsterdam. Willem Moll, de student van Oudemans en inmiddels een van zijn beste vrienden, Karel Hazelhoff Roelfzema, een natuurwetenschappelijke studiegenoot uit Leiden en inmiddels omgezwaaid naar rechten, en H.C. Dibbets, zijn collega op de hbs voor scheikunde, begeleidden hem die avond naar de laatste trein die hem naar Den Haag bracht. Na daar nog een weekje verbleven te hebben kwam hij op 1 april ten slotte in Würzburg aan.⁷⁴

Aardappel, klaver, bieten en maïs

'Mij bevalt het hier naar gewoonte zeer goed'. Amper vijf dagen na zijn aankomst in Würzburg schreef De Vries aan Willem Moll een opgewekte brief. Bij Julius Lochner in de Pleicher Thorgasse, tot voor kort waard in de herberg 'Zur

Mainlust', had hij een zit- en slaapkamer gehuurd, vlak bij de botanische tuin en het laboratorium van Sachs. Hij had er een prachtig uitzicht op het plantsoen rondom de stad, de villa's aan de rivier de Main en in de verte de bergen van het Maindal. 'En dit alles voor f 16,- huur + f 1,- bediening maandelijks!' Al vlug ontwikkelde De Vries een dagelijks patroon. Overdag werkte hij in het laboratorium en de botanische tuin. Het middageten gebruikte hij in een plaatselijke Kneipe met Sachs' assistent Hermann Müller-Thürgau met wie hij spoedig goed bevriend raakte. Aan tafel schoof vaak een plaatselijk jurist aan. De man zat het liefst tegen een muur zodat hij, zo zei hij, 'im Rücken gedeckt' was. 's Avonds at De Vries doorgaans in de Harmonie, het trefpunt van de botanici, zoölogen, chemici, medici en andere medewerkers van de universiteit. Na het eten volgde dan meestal nog een wandeling in de Hofgarten, de tuin van het koninklijk paleis, vaak met Müller. Ze zochten het ook wel eens hogerop: 's Avonds om zeven uur gaan wij nog dikwijls samen een berg beklimmen, hetzij om het uitzicht, hetzij om de lichaamsbeweging, of ook om beide', schreef De Vries aan Moll. 'In vollen ren schuins van een berg af te lopen, ten minste een eind weegs, houd ik met Müller voor zeer gezond'. Ook op zondagmiddag ging het tweetal vaak wandelen, dan in het gezelschap van Sachs.⁷⁵

Het onderzoek naar de landbouwplanten kwam maar langzaam op gang. Het ontbrak De Vries namelijk aan veel kennis en vaardigheden die voor het onderzoek noodzakelijk waren. De eerste maanden besteedde hij daarom vooral aan het bestuderen van literatuur, het oefenen in het uitvoeren van microchemische reacties en het natekenen van microscopiebeelden. Verder probeerde hij handigheid te krijgen in het in water laten ontkiemen van zaden. Sachs had aan het einde van de jaren vijftig de hydrocultuur ontwikkeld en zal hem zonder twijfel bijgestaan hebben bij zijn pogingen. De Vries liet zaden van de vier gewassen die hij onderzocht kiemen en groeien in cilinders met daarin opgelost verschillende voedingsstoffen in verschillende concentraties. In de tuin van het laboratorium kweekte hij exemplaren van de vier soorten op. Met microchemische reacties bepaalde hij de aanwezigheid van zetmeel, suikers, eiwitten, olie en andere bouwstoffen in de verschillende organen gedurende de verschillende ontwikkelingsstadia. Daarmee onderzocht hij ook waar en wanneer de ene stof in de andere wordt omgezet. Begin september was De Vries met dit werk vrijwel gereed. Alleen de bepalingen tijdens de bloei- en vruchtperiode van de aardappel ontbraken toen nog: een hagelbui had hem opnieuw parten gespeeld. De wintermaanden zou hij besteden aan anatomisch onderzoek; De Vries legde daarvoor een uitgebreide verzameling

preparaten op spiritus aan. Bovendien zou hij zich verder gaan verdiepen in de omvangrijke literatuur over de vier gewassen.⁷⁶

Het ontbrak De Vries bij zijn komst naar Würzburg niet alleen aan kennis en vaardigheden, hij had ook maar weinig affiniteit met landbouwkundig onderzoek en landbouwkundige onderzoekers. In de zomer van 1875 maakte hij twee uitstapjes om daarin verandering te brengen. In juni reisde hij naar Hohenheim bij Stuttgart waar hij gedurende een dag een landbouwacademie en een proefstation bezocht. 'Weinig te zien', schreef hij aan Moll, 'maar ik was nooit eerder bij zoiets geweest en dus was het toch de moeite waard'.⁷⁷ Verder regelde Thiel dat hij enkele dagen kon logeren bij Wilhelm Rimpau, eigenaar van het landgoed Schlanstedt nabij Halberstadt. Rimpau, zoon van de grootste grondeigenaar in de Pruisische provincie Saksen, had samen met Thiel bij Sachs in Bonn gestudeerd. De ontvangst die De Vries kreeg was niet erg hartelijk. Net als veel andere landbouwers had Rimpau niet veel op met theoretische onderzoekers. Zelf probeerde hij al enkele jaren, op zuiver praktische manier, gewassen te verbeteren. Zo trachtte hij de opbrengst van rogge te vergroten door elk jaar de best ontwikkelde aren te selecteren en voort te kweken. Hij was in 1867 met selectie begonnen en de resultaten waren veelbelovend. Ook probeerde hij het zogenaamde doorschieten van suikerbieten (*Beta vulgaris*) te verminderen: in vrijwel elk zaaisel komen exemplaren voor die niet na twee jaar, zoals gebruikelijk is, maar al na één jaar een stengel vormen en gaan bloeien. Deze doorschieters produceren maar weinig suiker en zijn dus waardeloos. Rimpau onderzocht welke uitwendige invloeden het doorschieten bevorderen en bij de teelt dus moeten worden vermeden. Op aanraden van Sachs kruiste hij bieten met andere soorten; hybriden hebben doorgaans een langere groeitijd zodat doorschieters minder snel zullen optreden. Ook probeerde hij met behulp van de bieten die na twee jaar nog niet gebloeid hadden een driejarig ras te kweken dat minder of geen eenjarigen zou bevatten. 'Bij een akker vroeg hij mij hoeveel doorschieters ik zag, in de overtuiging dat ik dit niet zou kunnen schatten', schreef De Vries later in zijn herinneringen aan zijn eerste bezoek aan Rimpau. 'Maar ik koos een gemiddeld stuk, van twintig bij twintig rijen, telde daarop de eenjarigen en vond er 1%. Alleen de uitkomst vertelde ik en die bleek precies juist te zijn. Dit heeft al dadelijk bij hem de toen vrij algemeene minachting voor de theoretische bestudeering der landbouwplanten verminderd'. Op het landgoed stonden een fabriek waar methanol uit aardappelen werd bereid en een fabriek waar suiker uit suikerbieten werd gewonnen. Beide omzettingsprocessen bestudeerde De Vries nauwkeurig om, zoals hij Moll schreef, 'met het verdere lot van mijn studieplanten bekend te worden'.⁷⁸

De onder het Pruisische ministerie van Landbouw vallende proefstations werden door Thiel ingeschakeld om De Vries' onderzoeksproject te ondersteunen. Zij kregen in 1875 de instructie onderzoek te doen naar de toename van de massa van de vaste stof (de plant zonder het in de cellen aanwezige water, of in economische termen gesproken: de opbrengst) van maïs, rode klaver, suikerbieten en aardappelen tijdens het gehele ontwikkelingsproces van de plant, van de kieming tot en met het rijpen van de vruchten. Voor dit onderzoek dienden normale, doorsnee planten die groeiden op gemiddeld goede grond te worden gebruikt. Het idee was dat op deze manier een 'Normalpflanz' geconstrueerd kon worden die als standaard en referentiepunt voor verder onderzoek zou dienen. Tien proefstations deden aan het onderzoek mee en stuurden hun resultaten naar het ministerie in Berlijn. De Vries werkte gedurende zes weken op het ministerie om de cijfers te bewerken en geschikt te maken voor publicatie in de *Landwirthschaftliche Jahrbücher*. Het bleek hem toen dat voor het construeren van een 'Normalpflanz' veel meer materiaal nodig was en dat de onderzoeken daarom herhaald moesten worden. Bovendien dienden de onderzoeksmethoden gestandaardiseerd te worden. Voor het jaar 1876 werd de instructie daarom opnieuw naar alle proefstations gezonden. De Vries voegde aan de geredigeerde resultaten over 1875 een artikel toe waarin hij het belang van het onderzoek onderstreepte en aanwijzingen voor de te volgen werkwijze gaf.⁷⁹ Het is niet bekend hoe dit project verder is verlopen. Uit de monografieën die De Vries heeft geschreven, blijkt niet dat hij gebruik heeft gemaakt van onderzoeksresultaten die door de proefstations waren verzameld.

De winter van 1875-1876 verliep saai en eentonig: overdag deed De Vries anatomisch onderzoek met de microscoop en de avonden vulde hij met lezen en samenvatten van literatuur, elke dag opnieuw.⁸⁰ In februari maakte hij een rondreis langs enkele Duitse steden om vakgenoten te bezoeken. Het doel ervan is niet duidelijk: was het om informatie voor zijn onderzoek te verzamelen, was het om zich te profileren met het oog op een Duitse carrière, of allebei? In elk geval was het een gezellige tocht waarop hij weer enkele oude bekenden sprak en de drank rijkelijk gevloeid lijkt te hebben.⁸¹ In het voorjaar en de zomer van 1876 werkte hij weer verder met levend materiaal. Omdat in de botanische tuin naast Sachs' laboratorium onvoldoende plaats was om zijn proefplanten te kweken huurde hij buiten de stad een stukje grond, een halfuur lopen van het instituut vandaan.⁸²

Sachs versus Darwin

Het werk aan de landbouwgewassen hield De Vries niet aldoor bezig. Hij nam ruim de tijd voor ontspanning in de vorm van uitstapjes en excursies. Ook kreeg hij herhaaldelijk bezoek, zoals van zijn ouders, broer en zuster, zijn vriend Coen Ritsema en zijn voormalige hoogleraar Emil Selenka.⁸³ Voor de Nederlandse populair-natuurwetenschappelijke monografieënreeks *Kosmos* (een nieuw product van uitgever Kruseman) schreef hij twee deeltjes over voeding, stofwisseling en ademhaling bij planten en over bouw en functioneren van bloemen. De *Kosmos*-boekjes (naast die van De Vries verschenen er nog zes) waren gericht op een groot publiek. De Vries schrijft dan ook op een luchtige toon, duidt planten in de eerste plaats met een Nederlandse naam aan en vermijdt voetnoten en literatuurverwijzingen. Ze bereikten hun doel echter niet: ze waren ‘te min streng wetenschappelijk voor den geleerden lezer, te ernstig voor den dilettant’, aldus Kruseman. Met het boekje over de voeding van planten wilde De Vries mogelijk in het bijzonder boeren en tuinders aanspreken. Herhaaldelijk geeft hij hierin namelijk aanwijzingen hoe men landbouwgewassen en kamerplanten met het meeste succes kan laten groeien en bloeien. Een praktische handleiding schrijven was echter niet zijn bedoeling, zo benadrukte hij in het hoofdstuk waarin hij de bemesting behandelt: ‘Ook hier wensch ik zoo veel mogelijk het wetenschappelijk standpunt te behouden, dat wij tot nog toe bij onze beschouwingen innamen’. Zijn doel was ‘om een algemeen inzicht te verkrijgen in de voornaamste verschijnselen, het algemeene van het bijzondere te schiften, en dit laatste te gebruiken als voorbeeld van de algemeene wetten en regels, zonder door een te groote opeenstapeling van afzonderlijke feiten, het juiste inzicht in de hoofdzaken moeilijker te maken’. Het boekje over bloemen lijkt geïnspireerd te zijn door het werk van Hermann Müller waar De Vries enkele keren naar verwijst. Zijn interesse daarin lijkt vooral ingegeven te zijn door zijn overtuiging dat, zoals hij schrijft, ‘de inrichtingen der bloemen voor de bestuiving door insecten een der belangrijkste sleutels leveren voor de leer van de ontwikkelingsgeschiedenis van het plantenrijk’. En daarachter school weer zijn reductionistische, modern-plantenfysiologische visie. Want ‘eenheid te zoeken in de natuur, dat is in de plantkunde, even als in elke andere zuivere wetenschap, de leus en het streven. De overeenkomst der planten in haar uit- en inwendigen bouw te leeren kennen, de gemeenschappelijke oorzaken van hare schijnbaar zoo verschillende levensverschijnselen aan het licht te brengen, dat is het, waarop in den tegenwoordigen tijd de onderzoekingen der plantkundigen gericht zijn’. Het oude idee dat ‘de rangschikking van gedroogde planten eigenlijk uitsluitend de wetenschap was’ noemt hij ‘een dwaling’.⁸⁴

Deze opmerking laat ook zien dat De Vries' belangstelling voor het evolutievraagstuk uit zijn studententijd nog niet was verdwenen. Die belangstelling werd nog eens gevoed toen hij in juli 1875 het boek *Insectivorous plants* van Charles Darwin onder ogen kreeg.⁸⁵ Tijdens de zomer van 1860, toen hij uitrustte van het werk aan *The origin of species*, had Darwin een groeiplaats van *Drosera* (Zonnedaauw) ontdekt. Hij was gefascineerd geraakt door het opmerkelijke vermogen van de soort om insecten te vangen, te verteren en de daaruit opgezogen stoffen in zich op te nemen. Sindsdien had hij zich met tussenpozen met onderzoek naar insectenetende planten beziggehouden. Zo had hij onder andere ontdekt dat de vertering van insecten door planten in chemisch opzicht vergelijkbaar is met de vertering van voedsel in de maag van zoogdieren (inclusief de mens). Het vermogen om voedingsstoffen door de wortels op te nemen was bij insectenetende planten nauwelijks of zelfs geheel niet ontwikkeld; soms was van een wortelstelsel amper sprake. Darwin had geconcludeerd dat de bladen de rol van de wortels hadden overgenomen.

De Vries was diep onder de indruk van het boek, maar Sachs was sceptisch en wilde graag de door Darwin beschreven proeven herhalen. Bijzondere belangstelling had hij voor de bewegingen die de tentakels en bladen maken om de gevangen insecten in te sluiten. Deze bewegingen worden door de prooien zelf veroorzaakt en zouden dus door uitwendige prikkeling tot stand komen. Sachs was benieuwd of zij ook op verschillen in groeisnelheid berusten zoals andere bewegingen. Exemplaren van de soort had hij niet bij de hand, maar De Vries wist in Nederland wel enkele groeiplaatsen. Op zijn aanwijzen verzamelde Moll exemplaren van *Drosera* en stuurde ze op.⁸⁶ Ook De Vries gebruikte de planten voor enkele proeven, zo schreef hij Moll: 'Ik heb ze met stukjes eiwit gevoerd, en toegezien hoe ze die aan alle kanten met de tentakels bedekten, doorschijnend maakten, oplosten en opzogen, enz. Ook eenige andere proeven heb ik ermee gedaan, bijvoorbeeld over de prikkeling der tentakels door stukjes glas, oplossing van NH_4NO_3 , enz., als ook mikroskopische beschouwingen der merkwaardige kleuragglomeraties die bij prikkeling in de tentakelcellen ontstaan, en zeer snel haar vormen veranderen'.⁸⁷ Als aanhangsel bij zijn *Kosmos*-boekje over de voeding van planten schreef hij een hoofdstuk over insectenetende planten. Ook voor het door Kruseman net gelanceerde tijdschrift *Eigen Haard* maakte hij een bespreking van Darwins boek. Zijn bewondering voor de Engelse natuuronderzoeker stak hij daarin niet onder stoelen of banken. Darwin noemde hij 'de grootste thans levende autoriteit op natuurhistorisch gebied', het boek 'een rijken schat van scherpzinnige waarnemingen en nauwkeurige onderzoekingen', een 'aanzienlijke verrij-

king der plantkundige wetenschap met onherroepelijk vaststaande feiten'. De grootste waarde van het boek was volgens hem dat het door de 'zuiver wetenschappelijke verwerking' van het onderzoeksmateriaal duidelijk maakte dat verschillende verschijnselen nauw met elkaar samenhangen. 'Talrijke bekende, doch niet volledig gewaardeerde of gedeeltelijk weer vergeten groepen van feiten verschenen plotseling in een nieuw licht, en toonden een onverwacht en toch onmiskenbaar verband met Darwin's ontdekking en met elkander'. Niet alleen kwam de manier van verteren door insectenetende planten en dieren met elkaar overeen, ook andere plantensoorten bleken op dezelfde wijze te werken. En ook de vertering van eiwitachtige stoffen in zaden bij het ontstaan van kiemplanten geschiedde hoogstwaarschijnlijk op dezelfde manier als in insectenetende planten. Kortom: Darwin had verschijnselen die uiterlijk geheel verschillend waren onder één noemer gebracht, net zoals Sachs en zijn leerlingen verschillende bewegingen hadden herleid tot op gelijke principes berustende groeiverschijnselen. Daarbij was hij op experimentele en inductieve wijze te werk gegaan. Darwins werkwijze was dus geheel in overeenstemming met De Vries' opvattingen over hoe wetenschap beoefend moest worden.⁸⁸

De Vries vond Darwins conclusies bij zijn eigen experimenten steeds bevestigd, iets dat hem niet verbaasde. Voor Sachs en enkele van zijn leerlingen was die uitkomst helemaal niet zo vanzelfsprekend. 'Men had niet verwacht dat een Engelschman zoiets zou kunnen vinden', schreef De Vries later in zijn herinneringen. Ook grootgrondbezitter Wilhelm Rimpau vertelde De Vries bij hun eerste ontmoeting dat hij niets geloofde van wat Darwin schreef. 'Toch is het juist. Ik heb bijna alles zelf gezien', reageerde De Vries. 'Daarop verzocht hij mij om 's avonds op zijn kamer te komen en hem de geheele zaak uitvoerig te vertellen. Dit gebeurde en van dat oogenblik af stonden wij in elanders achting, in kennis en ervaring gelijk'.⁸⁹

Lengtegroei en turgor

In de jaren 1875-1876 werkte De Vries naast zijn onderzoek naar landbouwplanten ook nog aan twee projecten die hij al eerder onder handen had gehad. Over zijn onderzoek naar de diktegroei van hout schreef hij een lang artikel. Voor zijn in 1872 en 1873 uitgevoerde onderzoek naar lengtegroei ontwikkelde hij een nieuwe methode om de invloed van de turgor op de lengtegroei te kunnen bepalen. Met het artikel over diktegroei sloot hij zijn onderzoek naar dit onderwerp af; de nieuwe methode voor het onderzoeken van de turgor was het startpunt van de volgende fase in zijn wetenschappelijke carrière.

Bij zijn onderzoek in de zomer van 1873 naar het verband tussen turgor en lengtegroei had De Vries de turgor opgeheven door stengels te drogen te hangen en het water eruit te laten verdampen. Het lengteverschil tussen de turgescente en de uitgedroogde toestand had het aandeel van de turgor in de lengtestrekking aangegeven. Dat die methode (door Sachs een jaar eerder gebruikt bij zijn onderzoek naar de rol van de turgor in wortels) niet erg nauwkeurig was had De Vries bij zijn artikel vermeld. Door de verschillen in de dikte van de stengel, de bouw van de epidermis en de toenemende ouderdom van de opeenvolgende zones van de stengel was de verdamping niet overal in de stengel gelijk. Bovendien was bij het verwelken niet goed vast te stellen of de verkorting van de internodiën alleen veroorzaakt werd door de opheffing van de turgor of voor een deel ook door uitdroging van de celwanden. De onderzochte stengels vertoonden namelijk meestal rimpels. Verder kon men niet uitsluiten dat de celwanden door de uitdroging een moleculaire verandering ondergaan. Ten slotte was een bezwaar dat met de methode alleen relatieve en geen absolute waarden over de turgor verkregen konden worden: men kon haar aantonen, maar niet meten.⁹⁰ In de zomer van 1876 ontwikkelde De Vries een nieuwe, meer verfijnde methode: de turgor hief hij op door plantendelen in zoutoplossingen te leggen. Zoals Von Nägeli reeds jaren eerder had beschreven, bezitten zouten de eigenschap om water aan plantencellen te onttrekken, een vermogen dat zelf weer voortkomt uit de volledige doorlaatbaarheid van de celwand enerzijds en de selectieve doorlaatbaarheid van het protoplasma anderzijds. De Vries had van beide eigenschappen gebruikgemaakt bij zijn fysiologische experimenten tijdens zijn studietijd: de selectieve doorlaatbaarheid had hij bestudeerd bij bietencellen, en door uit internodiën gesneden stroken in zoutoplossingen te leggen had hij krommingen opgeheven. Von Nägeli had destijds beschreven welke veranderingen zich in de cel voordoen wanneer aan de inhoud water wordt onttrokken: het protoplasma neemt in volume af en komt na enige tijd los te liggen van de celwand. Redenerend vanuit de definitie van het begrip turgor die Sachs had gegeven (de wederzijdse druk van celinhoud en celwand), stelde De Vries dat in deze situatie de turgor is opgeheven. De celinhoud drukt immers niet meer op de celwand en de celwand niet meer op de celinhoud.

Tegen de methode om de turgor met behulp van zoutoplossingen op te heffen zou men ten minste twee bezwaren kunnen inbrengen, zo bedacht De Vries. Bij de verdampingsmethode kon de celwand uitdrogen en daardoor samentrekken. Bij onderdompeling in een zoutoplossing kon water aan de celwanden worden onttrokken, zodat ook hier de verkorting van de cellen niet

uitsluitend werd veroorzaakt door de opheffing van de turgor. Verder kon men zich afvragen of het protoplasma in een zoutoplossing in leven bleef. Het was namelijk bekend dat planten door de inwerking van zouten kunnen sterven. Metingen aan dode planten mocht men niet zomaar overbrengen naar levende. Met een groot aantal experimenten lukte het De Vries naar zijn gevoel beide bezwaren weg te nemen. Ten eerste vond hij nooit een verkorting van de celwanden door wateronttrekking. Stengels die in water van 60 °C werden gebracht zodat het protoplasma werd gedood, gaven na in een zoutoplossing gelegd te zijn geen verdere krimp te zien. Ten tweede bleken stengels die enkele uren in een zoutoplossing hadden gelegen, gewoon door te groeien als zij weer enige tijd in zuiver water hadden gelegen en het zout was uitgewassen. Soms kon hij zelfs nog een geringe groei tijdens het verblijf in de zoutoplossing aantonen. Daarnaast behield het protoplasma in een zoutoplossing dezelfde eigenschappen als in de natuurlijke situatie, zoals de ondoordringbaarheid voor kleurstoffen, het glasheldere uiterlijk en het gladde, gespannen oppervlak. Dat alles wees erop dat het protoplasma gewoon in leven bleef. Zoutoplossingen waren kortom uitermate geschikt om het aandeel van de turgor in de lengtestrekking van cellen te bepalen.⁹¹

Experimenten volgens de nieuwe methode bevestigden de drie jaar eerder getrokken conclusie dat de turgor zeer nauw samenhangt met de groei, en een van de belangrijkste factoren is die de groei beïnvloeden. Door de nauwkeurigheid van de methode kon De Vries nu het aandeel dat de turgor aan de lengtestrekking heeft goed bepalen: in jonge, nog groeiende stengeldelen was de verkorting 8 à 10%, in sommige gevallen zelfs 14 à 16% van de oorspronkelijke lengte. Om de absolute grootte van de turgor te kunnen meten, rekte De Vries stengels die in een zoutoplossing waren gekrompen tot hun oorspronkelijke lengte uit met behulp van gewichtjes. Met behulp van de massa's van de gewichtjes en de diameter van de stengels bepaalde hij de interne druk van drie soorten (*Thrinicia hispida*, een met de Paardenbloem verwante soort, *Plantago amplexicaulis*, een Weegbreesoort uit het Middellandse Zeegebied, en *Froelichia floridana*, een Amerikaanse soort uit de Amarantenfamilie). Hij kwam tot waarden van respectievelijk $4\frac{1}{2}$, $6\frac{1}{2}$ en 3 atmosfeer.⁹²

Bij dit onderzoek had De Vries de hulp van zijn vriend Willem Moll. Om zijn studie plantkunde aan het Amsterdamse Athenaeum af te sluiten met een promotie had Moll zich in november 1875 ingeschreven aan de universiteit van Leiden. Op 13 juni 1876 promoveerde hij bij Suringar op een onderzoek naar de vraag in hoeverre toenemende celstrekking en celdeling groei bepalen, een onderwerp dat geïnspireerd lijkt te zijn door het werk van De Vries en

Sachs.⁹³ Al in september 1875 had De Vries hem in een brief gevraagd naar Würzburg te komen om hem gezelschap te houden en in het laboratorium van Sachs te werken: 'Ik zou het uiterst aangenaam vinden als je hoe eer hoe liever hier kwam, want hoeveel kennissen ik hier ook heb, 't zijn allen kennissen maar nog geen vrienden'. Mogelijk had hij graag gezien dat Moll niet bij Suringar maar Sachs zou promoveren. In dezelfde brief van september liet De Vries zich namelijk nogal laatdunkend uit over zijn Leidse leermeester. Suringar had in december 1874 gevraagd of hij een artikel van De Vries over diens houtonderzoek, dat voor de *Archives Néerlandaises* van de Hollandse Maatschappij der Wetenschappen gereedlag, mocht gebruiken voor zijn eigen tijdschrift *Musée Botanique de Leide*. De Vries had in plaatsing toegestemd, maar na een jaar had Suringar laten weten dat hij het artikel toch niet zou gebruiken en het als nog naar de *Archives* zou sturen. Een woord van dank of een excuus had er niet vanafgekund. 'Hij heeft een jaar de publicatie doen vertragen, en doet net alsof er niets gebeurd was! Leer hieruit S[uringar] kennen, maar vertel er aan niemand iets van!'⁹⁴ Begin juni 1876, toen de datum van Molls promotie inmiddels vaststond maar hij nog geen uitzicht had op een betrekking, had De Vries de druk op zijn vriend opgevoerd. Op de verdieping boven hem in zijn kosthuis kwam een kamer te huur, schreef hij Moll. Het huis was 'zeer droog, ruim en flink gebouwd, en, als uitzondering op de meeste huizen in Würzburg, van onderen tot boven zindelijk'. Bovendien: 'De mensen zijn zeer fatsoenlijke nette lui'.⁹⁵ Zonder iets te zeggen was De Vries enkele dagen later naar Leiden gereisd om Moll op zijn promotie te verrassen én om hem mee te tronen naar Würzburg.⁹⁶ In het laboratorium van Sachs werkte Moll vervolgens enkele maanden aan de vraag of planten hun koolstof alleen betrekken uit de CO₂ die door de bladen wordt opgenomen, of ook uit CO₂ dat door de wortels uit de bodem wordt opgenomen. Zijn conclusie was dat alleen het eerste het geval is.⁹⁷ Moll en De Vries spraken vaak over De Vries' turgoronderzoek. Tijdens een gezellig samenzijn in de Harmonie, De Vries' Würzburgse stamkroeg, bedachten ze een nieuw woord voor de situatie dat het protoplasma loslaat van de celwand: 'plasmolyse'. De door De Vries ontwikkelde methode om hiermee de turgor op te heffen werd zo vanzelf 'de plasmolytische methode'.⁹⁸

Kritiek en tegenkritiek

De harmonieuze samenwerking met Moll ervoer De Vries in die zomer van 1876 waarschijnlijk als een opluchting. Eerder dat jaar was hij namelijk verward geweest in een felle polemiek. Het onderwerp waarover de ruzie ging valt geheel buiten De Vries' onderzoek en de inhoud doet daardoor eigenlijk

niet ter zake. De kwestie geeft echter een indruk hoe De Vries in het midden van de jaren zeventig dacht over zijn eigen positie in de wetenschap, in welke sfeer hij werkte, en hoe anderen hem zagen.

De Vries begon de ruzie zelf met een aan overmoed grenzend zelfvertrouwen. 'Een agricultuurchemiker te Heidelberg, Adolf Mayer, tracht aan iedereen wijs te maken dat hij plantenfysioloog, en wel dito van eersten rang is', schreef hij in januari 1876 aan Moll. 'Hij is reeds zeer gelukkig in die poging geslaagd, ofschoon ieder die hem werkelijk beoordeelen kan weet dat 't van binnen hol is als van buiten blinkend. Hij is nu zoover gekomen dat hij zich zelve wijs gemaakt heeft dat hij een groot plantenfysioloog is'. Mayer had daarvoor het bewijs willen leveren in een artikel in *Die Landwirtschaftlichen Versuchstationen*, 'een opgeblazen verhandeling van veertig pagina's', naar het oordeel van De Vries. "t Heele stuk is zoo vol stommigheeden, dat 't werkelijk nogal amusant is, tenminste valt er veel bij te lachen'.⁹⁹ Verontwaardigd over zoveel domheid en onkunde had hij al een reactie geschreven en aangeboden aan de *Landwirtschaftliche Jahrbücher*.¹⁰⁰

De kwestie draaide om de gang van zaken tijdens de fotosynthese: het proces waarbij groene planten onder invloed van licht CO_2 en water omzetten in zuurstof en suikers. In het donker vindt het omgekeerde plaats: zuurstof wordt opgenomen en CO_2 afgegeven. Mayer meende dat de omzetting van CO_2 en water in zuurstof en suikers via een tussenstap verloopt: het CO_2 zou eerst in de vorm van een organisch zuur worden gebonden, in de bladen worden opgeslagen en onder invloed van licht omgezet. Mayer was met zijn veronderstelling tot de algemene uitspraken gekomen dat planten ook uit andere stoffen dan CO_2 zuurstof kunnen vormen, dat de aanwezigheid van CO_2 dus geen voorwaarde voor de afgifte van zuurstof is, en dat plantenzuren beschouwd kunnen worden als een overgangsstof tussen CO_2 en suikers.

De Vries had in zijn reactie in de *Jahrbücher* voor Mayers onderzoek geen goed woord over. Dat CO_2 direct omgezet wordt in zuurstof was reeds jaren geleden onomstotelijk vastgesteld en door elke plantenfysioloog geaccepteerd. Mayer kende duidelijk de literatuur op dit punt niet. Zijn experimenten waren slordig, onvolledig en oppervlakkig uitgevoerd en het ontbrak hem aan een kritische houding en aan wetenschappelijk inzicht. Hij had duidelijk geen enkel verstand van plantenfysiologie. Zijn beweringen waren, om Mayers eigen woorden te gebruiken, "die Druckerschwärze nicht werth, welche man an sie verschwendet" hat'.

Mayer reageerde furieus. Hij schreef een uitvoerige verdediging die hij samen met De Vries' artikel in de vorm van een brochure publiceerde.¹⁰¹ Tussen

de regels van De Vries' artikel doorlezend had Mayer geconcludeerd dat de kritiek niet alleen hemzelf gold, maar ook gericht was tegen de landbouwchemie en haar beoefenaars als geheel. Bovendien had hij al snel begrepen dat De Vries niet voor zichzelf had gesproken maar namens de gehele school van Sachs, 'oder, wie Herr De Vries die zu nennen beliebt, im Namen der Wissenschaft der Pflanzenphysiologie'. Mayer had zich de voorgaande jaren behoorlijk geërgerd aan de in zijn ogen zelfgenoegzame houding die Sachs en de zijnen hadden aangenomen. Mayers conclusie was juist: Sachs, en De Vries met hem, had weinig op met landbouwchemici die hij een bekrompen manier van denken verweet.¹⁰² De manier waarop De Vries zich presenteerde, en anderen bekritiseerde, was naar Mayers idee het directe gevolg van de Würzburgse arrogantie. Door zijn schoolse en geïsoleerde opleiding onder de grote autoriteit van Sachs ontbrak het De Vries aan originaliteit en zelfstandigheid, aan 'Objektivität des Geistes und Charakters', en als gevolg daarvan aan 'Gerechtigkeitsinn'. Hij vond de aanval belangrijker dan de waarheid, de belangen van de verdienstelijke maar zich overschattende school van Sachs belangrijker dan de wetenschap. Zijn Duitse collega's kenden De Vries slechts als de ijverigste en meest gehoorzame leerling van Sachs. 'Er arbeitet, was Sachs ihm aufgibt. Er entdeckt, was dieser ihm entdecken heisst. Er widerlegt, was Sachs ihm zu widerlegen gebietet'. De botanie en de plantenfysiologie hadden volgens Mayer geen behoefte aan De Vries. Sachs zou zonder problemen de broodkruimels die van zijn welvoorzien dis met projecten afvielen aan een andere ambitieuze leerling kunnen geven. 'Und Alles wäre, was es gewesen ist'.

Om de stellingen uit zijn bekritiseerde artikel kracht bij te zetten gaf Mayer de resultaten van allerlei nog niet eerder beschreven proeven. De ter zake doende literatuur kende hij wel degelijk, maar de daarin beschreven opvattingen waren naar zijn idee op meer manieren uit te leggen. Sommige literatuur was bovendien verouderd. Destijds was de ademhaling van planten opgevat als louter een uitwisseling van gassen; men wist nog niet dat bij oxidatie ook niet-gasvormige stoffen kunnen ontstaan, en dat de vorming van CO_2 ook kan plaatsvinden als er geen sprake is van oxidatie. Volgens Mayer had Sachs merkwaardig genoeg vastgehouden aan deze oude en achterhaalde opvatting, zonder de zaak experimenteel te onderzoeken. De Vries toonde zich met zijn kritiek een trouwe volgeling van Sachs, vond Mayer: 'Die einmal ausgesprochene Erklärung erscheint ihm feststehend; er hält sie für endgültig abschliessend. Es ist nicht einmal nöthig, neue Untersuchungen über die Frage anzustellen. Aus dem sichern Hinterhalte seiner durch Sachs bestätigten

Auffassung hält er es für ungefährlich, auf mich die Schale seines Zorns und seiner Verachtung auszugiessen’.

De Vries nam de kritiek van Mayer luchtig op. Hij gooide zelfs nog wat meer olie op het vuur door een uittreksel van zijn Duitse artikel aan te bieden aan het *Maandblad voor Natuurwetenschappen*.¹⁰³ Mayer was onlangs benoemd tot docent aan de Rijkslandbouwschool in Wageningen en zo konden zijn nieuwe collega’s ook over zijn domheid lezen. Matthijs Salverda, inspecteur van het middelbaar onderwijs, voormalig hoogleraar zoölogie aan de universiteit van Groningen en voormalig docent aan de Groningse Landhuishoudkundige School, deed tevergeefs een beroep op de redactie van het *Maandblad* om De Vries’ artikel te weigeren. Aan De Vries zelf verzocht hij het artikel terug te trekken. ‘Nogal min voor een inspecteur van ’t middelbaar onderwijs!’, scheef De Vries aan Moll.¹⁰⁴ Mayer stuurde op zijn beurt een uittreksel van zijn verdedigingsbrochure aan het *Maandblad*, dat drie weken na De Vries’ aanval geplaatst werd.¹⁰⁵ Nog voor de publicatie daarvan vroeg De Vries aan de redactie om ruimte voor een antwoord ‘dat niet ... zal zijn’, zo kondigde hij Moll aan. De Vries toonde zich in die reactie niet in het minst aangedaan door het weerwoord. Hij ging overigens uitsluitend in op de biologische kant van de kwestie. Op de vele persoonlijke kritiek reageerde hij niet.¹⁰⁶

De discussie was hiermee beëindigd, maar De Vries kwam enkele jaren later toch nog eens op het onderwerp terug. In 1881 onderzocht hij, tijdens zijn verdere tocht het mechanisme van de plantengroei te ontrafelen, de vorming en het verdwijnen van zuren in planten en kwam daarbij tot dezelfde conclusie als eerder.¹⁰⁷ Mayer rakelde de kwestie zestig jaar later nog eens op, na het overlijden van De Vries. Hij wilde iedereen er nog eens aan herinneren dat De Vries destijds had behoord tot de ‘clique’ van Sachs die geen middel onbenut had gelaten haar tegenstanders te bestrijden. Daarmee wilde hij waarschuwen tegen het gevaar van al te grote verering van een leermeester. De kritiek had hem bijna zijn benoeming in Wageningen gekost en slechts met grote moeite had hij de zaak weer in orde kunnen brengen.¹⁰⁸

Habilitatie in Halle

‘In 1876 werd het wenschelijk geacht dat ik verder zelfstandig zou werken en tevens privaat-docent in de physiologie der landbouwplanten zou worden, en daarvoor werd mij Halle aangewezen’, schreef De Vries aan het einde van zijn leven in zijn schrift met herinneringen.¹⁰⁹ Gelet op de gebeurtenissen dat jaar lijkt er achter deze opmerking meer schuil te gaan dan de neutraal geformuleerde zin op het eerste gezicht doet vermoeden. Het lijkt erop dat Thiel de

kritiek van Mayer dat De Vries te veel aan de leiband van Sachs liep terecht vond. Thiel lijkt bovendien gedacht te hebben dat het, na anderhalf jaar landbouwkundig onderzoek, tijd was dat De Vries ook ervaring kreeg met doceren als voorbereiding op zijn toekomstige taak als hoogleraar aan de landbouwhogeschool in Berlijn. De universiteit van Halle was de uitgelezen plaats om ervaring op te doen. Zij vervulde namelijk een prominente positie in het landbouwonderwijs in Pruisen. Na de oproep in 1861 van Justus von Liebig om het landbouwonderwijs op een hoger plan te tillen en van de Akademien over te brengen naar de universiteiten, was aan de universiteit in Halle in 1862 een leerstoel landbouwkunde ingesteld. Voor het bekleden van de positie was de keus gevallen op Julius Kühn, voormalig privatdocent aan de landbouwacademie in Proskau, beheerder van verschillende landgoederen en directeur van de landbouwschool in Halle. Anders dan Von Liebig meende Kühn dat de landbouwkunde niet samenviel met de natuurwetenschappen. Hij omschreef de discipline eens als de 'Physiologie oder Biologie der Kulturorganismen'. Om de landbouwkunde op hetzelfde plan te brengen als andere wetenschappen was het volgens Kühn noodzakelijk dat er een instituut werd opgericht waarin onderwijs en onderzoek samengebracht werden. Het ministerie van Landbouw had dat bij zijn benoeming echter niet op het oog gehad; er was alleen geld uitgetrokken voor zijn salaris, niet voor leermiddelen. Kühn bepleitte met succes de zaak bij het bestuur van de universiteit en het ministerie en zo werd nog geen jaar na zijn aanstelling het gewenste instituut opgericht. De inrichting verliep snel: er kwamen werkruimten en er werd allerlei demonstratiemateriaal aangeschaft zoals landbouwmachines, voorbeelden van bodemtypen, mestsoorten, zaden en een herbarium. Docenten van andere vakken gingen aan landbouwstudenten lesgeven en er werden nieuwe krachten aangenomen. In de loop van de jaren zestig ontstond een uitgebreid complex met onder andere een collegezaal, een laboratorium, een dierentuin met stallen, een veterinaire kliniek, een proefveld en een tuin met economische gewassen. Het aantal studenten nam snel toe. In het zomersemester van 1872 waren er ruim tweehonderd studenten, meer dan het aantal leerlingen van de drie Akademien in Pruisen samen.¹¹⁰

Kennelijk was het niet mogelijk of gewenst De Vries als gewoon docent aan de universiteit te verbinden. Als *Privatdozent* zou hij colleges geven die studenten vrijwillig konden volgen en waarvoor ze, eventueel, afzonderlijk moesten betalen. Om als privatdocent toegelaten te kunnen worden, moest De Vries eerst doctoraalexamen plantkunde, dierkunde en filosofie doen en zich vervolgens *habilitieren*. Als onderwerp van zijn *Habilitationsschrift* koos hij de plas-

molytische methode die hij in de zomer van 1876 had uitgewerkt. Mogelijk om rustig te kunnen werken besloot hij zich bij zijn ouders in Den Haag voor te bereiden op zijn examens en *Habilitation*. Eind oktober 1876 vertrok hij uit Würzburg. Alvorens naar Nederland te reizen verbleef hij nog enige tijd bij Wilhelm Rimpau van wie hij al wat inlichtingen kreeg over wat hem te wachten stond. Rimpau kende Julius Kühn en ook Max Märcker, sinds 1872 hoogleraar landbouwchemie in Halle. Hij wist De Vries te vertellen dat Märcker zich de kritiek tegen Mayer persoonlijk had aangetrokken en zeer ontstemd was. 'Over 't algemeen stel ik mij een uiterst koele ontvangst voor, en denk dus zoo kort mogelijk in Halle te blijven', schreef hij enigszins ongerust aan Moll.¹¹¹

De Vries splitste zijn *Habilitationsschrift* in twee delen. In het eerste deel beschreef hij het verschijnsel plasmolyse, de plasmolytische methode en de voordelen die de methode voor onderzoek zou hebben boven andere. In het tweede deel beschreef hij, aan de hand van de experimenten die hij de voorgaande zomer had uitgevoerd, hoe de methode toegepast kan worden om het verband tussen turgor en lengtegroei te onderzoeken. Voor de *Botanische Zeitung* schreef hij een kort uittreksel om zo zijn ontdekking van de plasmolytische methode ook bij een groter publiek bekend te maken.¹¹² Voor het Genootschap ter Bevordering van Natuur-, Genees- en Heelkunde hield hij er begin december een lezing over. Ze werd later in het *Maandblad voor Natuurwetenschappen* van het Genootschap gepubliceerd.¹¹³

Eind december 1876 was het *Habilitationsschrift* gereed en zond De Vries het manuscript naar de uitgever in Leipzig. Willem Moll, die inmiddels een baan had gekregen als leraar natuurlijke historie aan de hbs in Utrecht, had met zijn kritische commentaar een belangrijke bijdrage aan het eindresultaat geleverd. 'Menig deel van mijn stuk is, dankzij je opmerkingen, kolossaal veel beter geworden. Vooral de titels der onderdeelen bevallen mij nu veel beter', schreef De Vries hem tijdens de laatste loodjes. Toen het boekje eindelijk gedrukt was en hij Moll een exemplaar kon opsturen, bedankte hij hem nogmaals voor de hulp: 'Ik geloof dat het mij daardoor gelukt is mijzelf te overtreffen en lees dit zelfde ook uit een brief van Sachs dien ik je hierbij ter inzage toezend. Je zult daaruit zien hoeveel ik aan je hulp verschuldigd ben'.¹¹⁴

Een moeilijk semester

Eind januari 1877 vertrok De Vries naar Halle voor zijn habilitatie. Zijn mondelinge examens verliepen zonder problemen. Daarna volgden op 1 en 2 februari twee colloquia, de *Notification* en de *Habilitation*, en op 14 februari de Dis-

putation, de eigenlijke verdediging van het *Habilitationsschrift*. Gregor Kraus, hoogleraar botanie, fungeerde als promotor en Max Märcker, de hoogleraar landbouwchemie, als opponent. Of Märcker het De Vries moeilijk maakte vanwege diens kritiek op Mayer blijkt nergens uit. In elk geval kwam De Vries alle beproevingen goed door en was de weg voor zijn privatdocentschap vrij. Meteen na de *Disputation* hield hij een *Antrittsvorlesung*.¹¹⁵ Na de habilitatie keerde De Vries terug naar Den Haag in afwachting van de start van het zomersemester in april. Hij gebruikte het verblijf bij zijn ouders om verder te werken aan zijn monografieën van landbouwplanten. Eind maart reisde hij naar Würzburg om zijn huisraad in te pakken (hij had al die maanden steeds zijn kamer aangehouden) en om afscheid te nemen van Sachs.¹¹⁶ In Halle huurde hij een kamer bij de mijninspecteur Bischof. Met diens zoon Max en dochter Alwine raakte hij snel goed bevriend: met Max maakte hij tijdens de weekeinden wandeltochten door de Harz en gedrieën maakten zij dikwijls boottochtjes op de rivier de Saale. Tijdens het noteren van zijn herinneringen ruim vijftig jaar later dacht hij aan die tochtjes met plezier terug. ‘Halle ligt im Tale, Wo’s soviel schöne Mädchen giebt als Wallfish in der Saale’, citeerde hij daarin een bekend gezegde. Waar hij meteen aan toevoegde: ‘Wat echter van Alwine niet gold!’¹¹⁷

Het verblijf aan de universiteit begon met een kennismakingsronde langs alle leden van de Philosophische Fakultät waartoe de studierichting landbouwkunde behoorde. Op de hoogleraar wiskunde, tevens decaan van de faculteit, maakte De Vries diepe indruk toen hij een citaat uit *Nathan der Weise* van Gotthold Lessing, dat de hoogleraar begon, correct afmaakte. De hoogleraar was bijzonder verrast dat een buitenlander zo goed de Duitse klassieken kende. Maar De Vries ‘dweept’, zoals hij later schreef, op dat moment met de Duitse schrijvers. Het bericht over zijn literaire kennis ging als een lopend vuurtje rond. ‘Dit bezorgde mij bij vele professoren een hartelijke ontvangst, waarvan ik gedurende mijn verblijf te Halle zeer geprofitteerd heb’, schreef hij later in zijn herinneringen.¹¹⁸

De Vries gaf slechts drie uur college per week: op de vrijdagmiddag één uur *capita selecta* uit de planten解剖omie en -fysiologie (toegelicht aan de hand van de klaver, het landbouwgewas waarvan hij de beschrijving nu bijna voltooid had) en op dinsdag- en donderdagmiddag één uur chemische plantenfysiologie. Het eerste college was gratis toegankelijk, voor het tweede college moesten de studenten betalen.¹¹⁹ De Vries stak veel tijd in de voorbereiding: hij baseerde zich vrijwel geheel op aantekeningen uit literatuur en zijn eigen experimenten. Ter illustratie van zijn woorden tekende hij zelf enkele colle-

geplaten. Tijd voor nieuwe proeven en voor literatuurstudie bleef er niet over; het onderzoek naar de landbouwgewassen lag geheel stil.¹²⁰ De belangstelling voor de colleges viel erg tegen, zoals hij Moll teleurgesteld schreef. ‘Op mijn twee uren college hebben zes man geteekend à Mk 12 = 72 Mk, iets minder dan de onkosten die ik er voor gemaakt heb, op het gratis college hebben drie geteekend, doch er komen er gewoonlijk meer. Als ’t mooi weer is komen er weinig, meest drie à vier, eens maar twee, gelukkig nog nooit nul of één. Als ’t slecht weer is komen er meer, zoo allerlei vreemde piassen die komen en weer verdwijnen. De onzekerheid of er zijn zullen is telkens erg vervelend; doch ook de corypheën van Halle genieten deze onzekerheid telken male, niet wetende of er veel of weinig zullen zijn’.¹²¹ Onder de drie intekenaars op het gratis college waren de gebroeders Emanuel en Max von Proskowetz, zonen van een grootgrondbezitter uit Moravië en neven van Wilhelm Rimpau. Die had ze naar De Vries’ college toegestuurd om hem een plezier te doen. De twee bleven dan ook regelmatig weg. De derde intekenaar was de Nederlander Arie Prins, afkomstig uit Sliedrecht en leraar op een landbouwschool. Hij was wel een trouw bezoeker maar, zo vertelde De Vries later eens, hij had ‘meer behoefte om mij over alles en nog wat uit te vragen dan om mijn voordracht te hooren, en zoo kwam ik weken achtereen met dezelfde geprepareerde voordracht en met dezelfde platen in de collegezaal waar niemand was, behalve die ene Hollander’. Overigens stak De Vries van deze gesprekken wel veel op.¹²²

Al snel kwam De Vries erachter waarom er zo weinig belangstelling voor zijn colleges was: zijn collega’s gaven alle colleges al die de aankomende landbouwkundigen nodig hadden. ‘Ik begin langzamerhand te merken dat de berichten die Thiel mij over Halle gegeven heeft toen hij wenschte dat ik mij hier habilitereen zou tamelijk wel onjuist zijn, en dat ik het hier niet gemakkelijk zal hebben’, schreef hij Moll ruim een maand nadat hij was begonnen. ‘Thiel zeide dat bij Kraus hoogstens één Landwirth hoorde. Het tegendeel schijnt echter waar te zijn, want hoe lui en onvriendelijk Kraus ook van nature is, zijn college wordt hier door iedereen geroemd, iets wat hier maar van zeer enkele colleges geldt. Ook klagen de Landwirthen hier reeds dat zij zoo veel botanie krijgen, van Kühn, van Märcker en van Kraus, dus juist van de beste docenten. Dit maakt dat het mij langzamerhand voorkomt dat ik hier tamelijk overbodig ben. Onder die omstandigheden ben ik nog zeer blij dat ik mijn beide colleges nog “tot stand” heb gebracht, zooals men hier zegt. Vertel hiervan maar aan niemand iets; het zijn de eerste indrukken, die wellicht later anders worden. Vertel eenvoudig maar dat het mij goed gaat, dit is toch in hoofdzaak waar’. De verhouding met zijn directe collega’s was bovendien niet

erg best. Zij hadden om De Vries' benoeming niet gevraagd en beschouwden hem waarschijnlijk ook als overbodig. Later zou De Vries hun houding zelfs eens als 'vijandig' omschrijven.¹²³ Tot overmaat van ramp werd De Vries eind juni opgeschrikt door de kritiek van Carl Kraus, docent aan de Kreisackerbau-schule in Triesdorf, op een artikel van enkele jaren terug, zoals eerder beschreven (blz. 77-79). De kritiek kwam zeer ongelegen, aangezien De Vries zich net verheugde op een verblijf in Nederland ter gelegenheid van het huwelijk van zijn zuster Ada met Willem van Vloten. Hij zorgde er daarom voor dat hij zijn weerwoord snel gereed had. 'Het is niet prettig met een polemie in 't hoofd bruiloft te vieren', schreef hij Moll.¹²⁴

Niet alleen Halle maar heel Duitsland was De Vries inmiddels tegen gaan staan. Van zijn enthousiasme voor 'het land van de wetenschap', zoals hij Duitsland vijf jaar eerder eens omschreven had, was nog maar weinig over. Steeds had hij gedacht dat het 'den tegenwoordigen Duitschers meer om het belang der wetenschap als om hun eigen roem te doen is. Ik heb, sinds dr. Meyerei [naamgrapjes zijn van alle tijden-EZ], die illusie totaal opgegeven, en maak slechts een paar uitzonderingen, Nægeli, Sachs, en misschien Schwendener [hoogleraar in Tübingen]', bekende hij Moll. "t Is niet alles goud wat er blinkt, of juist, 't zijn niet alle koks die lange messen dragen'. Het zal dan ook zeker niet alleen het aanstaande bruiloftsfeest zijn geweest dat hem tot besluit van deze brief deed uitroepen: 'Hoezee! Morgenavond ga ik naar Holland!'¹²⁵

Eind juli was De Vries terug in Halle voor de laatste twee weken colleges tot aan de grote vakantie.¹²⁶ Zoals gebruikelijk besteedde hij zijn vakantie aan wandel- en botaniseertochten en het bezoeken van vrienden en familie. Na een tocht door het Reuzengebergte, een verblijf bij Rimpau en een tocht door de Harz met zijn broer Egbert kwam De Vries eind augustus in Nederland aan. Daar logeerde hij bij een oom in Velp en bij zijn oude Haarlemse vriend Coen Ritsema op diens buitenhuis in Bloemendaal, 'vlak aan de Schapeduinen en dicht bij [het] duin, dus midden in de heerlijke wandelingen'. Op al deze tochten lette hij speciaal op gallen: uitwassen aan takken en bladen die door insecten en schimmels worden veroorzaakt. Martinus Beijerinck, docent aan de pas opgerichte Rijkslandbouwschool in Wageningen, was eerder dat jaar bij Suringar op de morfologie en systematiek van enkele groepen gallen gepromoveerd en De Vries was door het proefschrift in het onderwerp geïnteresseerd geraakt. Tijdens zijn verzameltochten had hij Beijerinck echter op veel onjuistheden en onvolledigheden betrappt, zodat hij overwoog het proefschrift maar terzijde te leggen.¹²⁷ Eén opmerking uit het proefschrift moet

hem echter bijzonder hebben aangesproken: volgens Beijerinck kon de studie van het mechanisme waardoor gallen totstandkomen bijdragen aan een beter inzicht in variabiliteit en soortvorming. De Vries vatte spoedig nadat hij met Beijerincks proefschrift kennis had gemaakt namelijk het plan op om de vorming van gallen tot zijn belangrijkste onderzoeksgebied te maken.¹²⁸ Blijkbaar was hij van plan om op korte termijn zijn fysiologisch-landbouwkundig onderzoek te laten voor wat het was en zich te richten op onderzoek naar soortvorming en evolutie. Hij kwam er echter snel achter dat Beijerinck precies hetzelfde van plan was. Beijerinck bleek bovendien een grote voorsprong in kennis te hebben, terwijl het De Vries lang aan tijd ontbrak om zich met het onderwerp bezig te houden. Na enkele jaren besloot hij daarom het onderwerp geheel aan zijn collega over te laten. Beijerinck en De Vries bleven hun leven lang bevriend. Samen maakten ze veel excursies om gallen te zoeken. ‘Nooit heb ik iets over gallen gepubliceerd, en daarbij heb ik mij steeds zeer wel bevonden’, schreef De Vries in 1931 in zijn herinneringschrift, kort na het overlijden van Beijerinck. ‘Zij bleven voor mij een veld vol illusien’.¹²⁹

Terug naar Amsterdam

Hoewel zijn colleges veel van zijn tijd vergden, lukte het De Vries verder te werken aan zijn monografieën over landbouwgewassen. In 1877 publiceerde hij in de *Jahrbücher* van het ministerie twee lange artikelen over respectievelijk de kieming en de groei van rode klaver.¹³⁰ Hoe uitgebreid ook, volgens De Vries’ voorwoord waren deze en de nog komende artikelen slechts ‘Vorarbeiten für ausführliche physiologische Monographien’. Verder experimenteel onderzoek, zowel van hemzelf als van anderen, was noodzakelijk om dat doel te bereiken. Maar dat verder landbouwkundig onderzoek zijn toekomst zou zijn, zal voor De Vries in de zomer van 1877 helemaal niet zo zeker zijn geweest. Zijn voornemen om het ontstaan van gallen tot hoofdonderwerp te nemen laat dat duidelijk zien. Daarbij hing zoals gezegd de mentaliteit van zijn Duitse collega’s hem inmiddels behoorlijk de keel uit en zal hij zich zeker de vraag gesteld hebben of zijn toekomst wel in Duitsland moest liggen. Maar toen opende zich plotseling een geheel nieuw toekomstperspectief: van de in wording zijnde Universiteit van Amsterdam kreeg hij het aanbod lector in de experimentele plantenfysiologie te worden. De Vries nam het ogenblikkelijk aan.¹³¹

In april 1876 was, na enkele mislukte pogingen en lange beraadslagingen, eindelijk een nieuwe wet op het hoger onderwijs door het parlement aangenomen. Via een amendement, dat was ingediend door drie leden van de Twee-

de Kamer en hartstochtelijk was gesteund door de gemeenteraad van Amsterdam, de hoogleraren en studenten van het Athenaeum Illustre en vooraanstaande inwoners van de stad, was in de wet het artikel opgenomen dat het de gemeenteraad van Amsterdam was toegestaan 'het Athenaeum Illustre tot universiteit in te richten, mits deze voldoen zal aan al de eischen bij de wet ten opzichte van den omvang van het onderwijs, de promotiën en de toelating daartoe voor de rijksuniversiteiten gesteld'. Het gemeentebestuur had de zo fel en al zo lang begeerde toestemming meteen in daden omgezet. In februari 1877 had het college van B en W aan de gemeenteraad een voorstel gepresenteerd voor de verordening waarin de inrichting en organisatie van de nieuwe Universiteit van Amsterdam werden geregeld, geheel volgens de eisen van de wet en de tradities van de rijksuniversiteiten. De raad had, met enkele wijzigingen, op 19 april de verordening aangenomen.¹³²

Het gemeentebestuur was toen inmiddels al druk bezig met het samenstellen van het docentencorps. Vanzelfsprekend waren de hoogleraren van het Athenaeum de eerst aangewezenen om aan de nieuwe universiteit te gaan doceren. Met één enkele uitzondering (een oude en ziekelijke hoogleraar die zijn emeritaat verzocht) waren allen daartoe bereid. C.A.J.A. Oudemans zou, zoals hij al bijna twintig jaar had gedaan, het onderwijs in de botanie en de farmacognosie gaan verzorgen. Lang niet alle vakken die de onderwijswet voorschreef werden echter aan het Athenaeum onderwezen, zodat er druk gezocht werd naar nieuwe docenten.¹³³ In een interview aan het einde van zijn leven vertelde De Vries dat Gijsbert van Tienhoven, de toenmalige wethouder van financiën die zich bijzonder inzette voor de opbouw van de universiteit, door de Utrechtse hoogleraar F.C. Donders werd gewezen op hem en de jonge chemicus J.H. (Henry) van 't Hoff, docent aan de Veeartsenijschool in Utrecht. 'Er loopen twee jongens rond, die kun je nu nog voor een prikje krijgen, later niet meer', zou Donders hem gezegd hebben.¹³⁴ De rol van Donders, oogheekkundige en hoogleraar fysiologie, is hier niet duidelijk. De Vries had hem in oktober 1870 bezocht toen hij de Utrechtse hoogleraar botanie F.A.W. Miquel een exemplaar van zijn proefschrift was gaan aanbieden. Ook Donders had hij toen een exemplaar gegeven. Van verder contact sindsdien is niets bekend. Van 't Hoff had in Utrecht doctoralexamen gedaan en was daar ook gepromoveerd, maar als scheikundige zal hij weinig contact gehad hebben met de medici. De verklaring moeten we waarschijnlijk zoeken in de bescheiden omvang van de Nederlandse natuurwetenschappelijke gemeenschap, waarin iedereen elkaar kende en nieuw talent meteen opviel. Net als De Vries had Van 't Hoff al enkele keren gepubliceerd in het *Maandblad voor Natuurwetenschappen* van

het Genootschap ter Bevordering van Natuur-, Genees- en Heelkunde.¹³⁵ Van Tienhoven had zeker belangstelling voor de twee jonge talenten, maar een hoogleraarschap wilde of kon hij hen niet aanbieden. De verordening op de universiteit gaf echter ook de mogelijkheid om lectoren aan te stellen. Daarmee had Van Tienhoven de twee inderdaad voor een prikje: een hoogleraar verdiende volgens de verordening tussen de f 4500 en f 5500 plus een aandeel uit de collegegelden naar rato van het aantal uren college dat hij gaf. Een lector verdiende slechts f 1500, zonder meer. En zo prijkten op de op 8 september 1877 gedateerde voordracht van B en W aan de gemeenteraad van de benoeming van 34 docenten aan de universiteit ook de namen van De Vries en Van 't Hoff. Op 12 september volgde de goedkeuring van het voorstel door de raad en daarmee de officiële benoeming die op 15 oktober, de datum dat de universiteit zou worden geopend, van kracht zou worden.¹³⁶ De Vries was echter nog steeds bezig met zijn monografieën van landbouwplanten. Van het Pruisische ministerie van Landbouw kreeg hij evenwel toestemming het werk in Amsterdam voort te zetten. Zijn docentschap in Halle kon hij direct beëindigen: hij was immers niet in dienst van de universiteit.

Op 19 september, terwijl hij vanwege de zomervakantie in Den Haag verbleef, ontving De Vries de bevestiging van zijn benoeming in Amsterdam en de toestemming van het ministerie van Landbouw. Meteen de volgende dag vertrok hij naar Halle om zijn spullen in te pakken en naar Amsterdam te zenden. Zijn vroegere kamer boven de slagerij in de Hartenstraat zou pas per 1 december weer beschikbaar zijn, zodat hij voorlopig zijn intrek nam in een paar kleine kamers in de Plantage Lepellaan. 'Maar', liet hij Moll weten, 'ze hebben een aardig uitzicht op den tuin van 't Jacobsgesticht en op de Muidergracht, ja zelfs op den koepel van 't Paleis voor Volksvlijt'.¹³⁷ En het was bovendien maar een paar minuten lopen naar zijn nieuwe werkplek: de Hortus Botanicus.

IV

Groeiend in groeionderzoek

1877-1885

Ik heb mij nu in den grooten kamer, naast de palmenkas, zoowat ingericht, dat wil zeggen mijn eigen instrumenten en glaswerk daar uitgepakt. Het is moeilijk er plaats te vinden. Een paar waterculturen en wat potten waarin gezaaid is vormen het begin der physiologische proeven. Ik zal twee uur in de week college geven. Tot mijn spijt heb ik de uren op denzelfden dag en na elkander moeten nemen daar er niets anders overschoot, namelijk maandag van tien tot twaalf, voor de voorbereiding van proeven al zoo ongunstig als het maar kan'.¹

Het is 11 oktober 1877, vier dagen voordat de Universiteit van Amsterdam feestelijk haar deuren zal openen. Op zijn kamers aan de Plantage Lepellaan schrijft Hugo de Vries zijn vriend Willem Moll over zijn nieuwe werkplek: de Amsterdamse Hortus Botanicus. De voorgaande dagen heeft hij zich geïnstalleerd in de kamer die zijn collega Oudemans hem heeft toegewezen. Het is de vergaderkamer van de Commissie van Toezicht die decennialang namens de gemeente de Hortus heeft bestuurd maar spoedig overbodig zal zijn. De tuin is namelijk opgenomen in de organisatiestructuur van de nieuwe universiteit; Oudemans is benoemd tot hoogleraar-directeur van de Hortus. Een plaats om instrumenten neer te zetten is er in de kamer niet. Noodgedwongen heeft De Vries de boeken in de kasten naar achteren geschoven en zijn spullen ervoor gezet. Een laboratorium bezit de Hortus niet; alleen een kleine ruimte waar studenten microscopiepracticum krijgen.² Dat zijn vrijwel allemaal studenten medicijnen en farmacie die tijdens hun propedeuse colleges en practica botanie volgen omdat zij iets van (vooral medische) plantkunde moeten opsteken. Het aantal studenten dat plant- en dierkunde studeert, bedraagt welgeteld drie.³

Op een modern en ambitieus plantenfysioloog als De Vries is de Hortus

duidelijk niet ingesteld. In de tuin (gesticht in 1638 voor het onderwijzen en examineren van apothekers die in de stad een eigen winkel wilden beginnen en sinds 1682 gevestigd aan de Plantage Middenlaan) regeert de systematiek nog volop. In de achttiende eeuw was de collectie een van de grootste en rijkste in Europa geweest en hadden de publicaties van de aan de Hortus verbonden hoogleraren over hogere planten uit de gematigde en tropische streken internationaal de aandacht getrokken. Oudemans zet die traditie op bescheiden wijze voort met zijn onderzoek naar de systematiek van (voornamelijk Nederlandse) paddestoelen. Nog steeds heeft de Hortus een rijke plantenverzameling. De trots is de tropische kas in het midden van de tuin. Daarin bevindt zich een groot waterbassin waar jaarlijks de wonderbaarlijke *Victoria amazonica* bloeit, een gebeurtenis die elke keer weer heel wat Amsterdammers trekt. Elders in de tuin staan twee kleine kassen voor tropische en subtropische gewassen.

Buiten de tuin ziet De Vries echter zijn kans. In 1876 heeft het gemeentebestuur besloten een van de grachten waaraan de Hortus grenst te veranderen in een openbaar plantsoen. Een deel van de tuin is bij het plantsoen gevoegd. Ter compensatie van het verlies heeft de Hortus de beschikking gekregen over het voormalige Sint-Anthoniekerkhof dat na tien jaar grafrust gebruikt kan gaan worden voor andere doeleinden. Het terrein ligt vlak bij de Hortus maar grenst er niet aan. Om het te bereiken moet men een stukje door het nieuwe plantsoen wandelen en daarbij de nieuwe brug over de voormalige gracht overgaan. Het nieuwe gedeelte heeft vanwege zijn ligging de naam 'de Overtuin' gekregen; die naam heeft het nog steeds. Door de afstand is het niet mogelijk de Overtuin voor het publiek open te stellen. De Vries ziet meteen een prima functie voor de Overtuin: hier kan hij in alle rust de planten kweken die hij nodig heeft voor zijn colleges en onderzoek. Met dit 'fysiologisch terrein', zoals hij de Overtuin ter onderscheiding van de 'systematische' Hortus aanduidt, heeft hij net als Sachs zijn eigen 'Gärtchen'.⁴

Van lector naar hoogleraar

De twee uren college 'physiologiam plantarum experimentis illustratam'⁵ die De Vries wekelijks zou gaan geven waren in de voorgaande jaren gegeven door Oudemans. Direct na zijn benoeming tot hoogleraar in 1859 was hij begonnen met colleges anatomie en fysiologie.⁶ Daarmee had hij destijds het botanisch onderwijs in Amsterdam aanzienlijk gemoderniseerd. Zijn voorganger Miquel had alleen de vakken systematiek en farmacognosie gedoceerd, net als al zijn voorgangers sinds de zeventiende eeuw. Oudemans vond het belang-

rijk dat de studenten kennisnamen van de nieuwe stromingen in de plantkunde. Dat mocht echter niet ten koste gaan van de traditionele vakken waaraan hij grote waarde bleef hechten. In zijn inaugurele rede had hij zich gekeerd tegen de ‘banvloek’ van Matthias Schleiden dat alleen anatomische en fysiologisch onderzoek het predikaat ‘wetenschappelijk’ verdient (zie blz. 52-53).⁷ In 1861 had hij de Commissie van Toezicht gevraagd om een ruimte ‘voor de praktische beoefening der anatomie en physiologie der planten’. De Commissie had toen afwijzend gereageerd: zoiets was niet beschikbaar en nieuwbouw was te duur.⁸ Niettemin was hij in 1866 met microscopiepracticum begonnen, waarschijnlijk in een daarvoor ongeschikte ruimte, want in 1872 had hij de Commissie opnieuw om een lokaal gevraagd. Ook dit keer was de Commissie bevreesd geweest voor hoge kosten, maar toch had zij toen een ruimte ter beschikking gesteld.⁹ Toen er vanwege het toenemende aantal studenten in 1875 een nieuwe collegezaal werd gebouwd, was in dat gebouw een nieuwe, maar bescheiden practicumruimte ingericht.¹⁰

In vergelijking met De Vries had Oudemans een zware onderwijstaak. Hij gaf wekelijks zeven uur college systematiek, morfologie, anatomie, farmacognosie en geschiedenis van de medische plantkunde, en bovendien zeven uur microscopiepracticum. Daarnaast maakte hij met de studenten excursies.¹¹ Maar daarin kwam snel verandering. Bij B en W ontstond in het voorjaar van 1878, mogelijk na een verzoek daartoe van Oudemans¹², het voornemen om aan De Vries het onderwijs in de anatomie en een deel van het practicum over te dragen en hem bovendien te bevorderen tot buitengewoon hoogleraar in de botanie. De curatoren van de universiteit en het bestuur van de faculteit Wis- en Natuurkunde steunden het plan en zo benoemde de gemeenteraad op 27 juni 1878 De Vries tot buitengewoon hoogleraar met een jaarsalaris van f 2500 en het bijbehorende aandeel in de collegegelden.¹³ Van ’t Hoff, die andere jonge en getalenteerde natuurwetenschapper die de gemeente met een lectoraat aan haar universiteit had weten te verbinden, was hem net iets voor geweest: de gemeenteraad had hem een dag eerder benoemd, overigens niet tot buitengewoon maar tot gewoon hoogleraar.¹⁴ Opvallend is dat De Vries kort voor zijn bevordering, op 8 mei 1878, was benoemd tot lid van de Koninklijke Akademie van Wetenschappen. Het (levenslange) lidmaatschap gold als een belangrijk kwaliteitsmerk onder de Nederlandse wetenschappers. Onbekend is of er verband tussen beide benoemingen was. Van ’t Hoff zou pas in 1885 Akademielid worden.

Op 15 oktober 1878 hield De Vries zijn inaugurele rede in het gebouw van het genootschap Felix Meritis (de universiteit ontbeerde nog een eigen repre-

sentatieve ruimte voor dergelijke bijeenkomsten). Van 't Hoff was hem opnieuw net voor: die hield zijn rede op 11 oktober. Zoals inmiddels gebruikelijk bij het openlijk verkondigen van zijn mening vroeg De Vries zijn steun en toeverlaat Willem Moll naar diens oordeel over het concept. Moll had veel kritiek, waarop De Vries zijn betoog vrijwel geheel herschreef. 'Toch beviel het mij zoo niet, en geloof ik ook niet dat het jou bevallen zou', liet De Vries hem weten. 'Daarom heb ik besloten een geheel nieuwe te schrijven, over een eenigszins ander onderwerp'. Welk onderwerp hij eerst had gekozen blijkt uit de briefwisseling niet, en evenmin waarom De Vries als nieuw onderwerp de koolzuurassimilatie koos. Wellicht wilde hij ermee laten zien hoezeer hij het onderwerp beheerste, en dat hij recht van spreken had gehad met zijn scherpe kritiek op Adolf Mayer een jaar eerder. De nieuwe rede las De Vries enkele dagen voor de plechtigheid nog aan Moll voor om diens definitieve fiat te krijgen.¹⁵

De koolzuurassimilatie of, zoals de titel van de oratie luidt, *De ademhaling der planten*, was slechts de kapstok voor de boodschap die De Vries wilde uitdragen: het is noodzakelijk dat de verschillende natuurwetenschappen samenwerken. En daar school op zijn beurt weer zijn reductionistisch-mechanistische visie achter. Alleen door samenwerking zou men namelijk kunnen komen tot 'de ontdekking van die algemeene wetten die niet slechts voor enge groepen van verschijnselen gelden, maar de geheele natuur omvatten'. Aan de hand van het onderzoek naar de ademhaling van planten in de voorgaande twee eeuwen liet hij zien dat de plantenfysiologen steeds een 'ruim en vruchtbaar gebruik' gemaakt hadden van methoden, instrumenten en kennis uit andere vakken. 'Een schooner bewijs voor de samenwerking der natuurwetenschappen dan de leer der ademhalingsverschijnselen ons aanbiedt kan men wel niet wenschen', aldus De Vries. 'Hier zijn de meest verheven resultaten, die de verschillende vakken elk op eigen gebied verkregen hebben, tot een harmonisch geheel ineengeweven. Physika, chemie, histologie en physiologie van den mensch, anatomie en physiologie der planten brachten alle het hare er toe bij om de eenheid van het leven in de geheele natuur te bewijzen'. Men kon er dan ook aan twijfelen wat men het meest moest bewonderen: 'de scherpzinnigheid van de mannen, aan wier genie het gelukt is deze geheimen te ontsluiëren, of de natuur, waarin zij ons zulk een schone eenheid, zulk een innigen samenhang van alle verschijnselen hebben leeren kennen'. Ten slotte richtte De Vries zich tot zijn studenten en ook hier viel hij terug op een overtuiging die hij eerder had verwoord, namelijk het 'onderscheiden und verbinden' van Goethe: 'Van de feiten op te klimmen tot een helder inzicht in de al-

gemeene wetten der natuur, om daardoor de feiten zelve beter te leeren begrijpen – zietdaar het doel der wetenschap, zietdaar het doel van uw studie'.¹⁶

Verloofd en getrouwd

Door het betere toekomstperspectief en het hogere salaris dat aan het hooglerarschap verbonden waren, kon De Vries eraan gaan denken een gezin te stichten. Nog maar kort geleden had hij kennis gemaakt met Louise (later Wies) Egeling, dochter van de medicus Lucas Jacob Egeling en van Sophie Magdalena Knoblauch. Net als Hugo was Wies geboren in Haarlem (in 1855) en als kind naar Den Haag verhuisd. Het is mogelijk dat de families De Vries en Egeling elkaar al kenden in Haarlem en hun vriendschap in Den Haag hebben voortgezet. Een andere voor de hand liggende liaison tussen Hugo en Wies lijkt de Haarlemse bloembollenkweker J.H. Krelage; hij was een aangetrouwde neef van Wies' moeder. De Vries had in 1869 contact gezocht met Krelage toen zij beiden waren benoemd tot vertegenwoordiger van de Nederlandse regering voor het bezoek aan een tuinbouwtentoonstelling in Hamburg. Blijkbaar was er sindsdien contact gebleven, want toen Krelage in 1875 een nieuw tuinbouw-tijdschrift wilde starten, had hij De Vries als medewerker gevraagd.¹⁷ Hoe het ook zij, De Vries was meteen diep onder de indruk van Wies geweest. Halverwege juli 1878, drie weken na zijn benoeming tot hoogleraar, vroeg hij haar per brief ten huwelijk. Wies, die op dat moment met haar ouders op vakantie was in Soden (nabij Frankfurt), accepteerde het aanbod onmiddellijk, maar haar vader vond dat ze ten minste één dag bedenktijd moest nemen. Enkele dagen na ontvangst van Wies' positieve antwoord reisde De Vries naar Duitsland om zijn verloofde te bezoeken. 'Ik ben zoo enorm blij en gelukkig dat ik het u op verre na niet zeggen kan', schreef hij na aankomst aan zijn moeder. 'Ik vind het heerlijk dat zij reeds nu zooveel van mij houdt, nu zij mij nog zoo weinig kent. Als ik haar later maar niet tegenval!'¹⁸

Lucas Egeling was de zoon van een Haarlemse arts die nationale bekendheid had vanwege zijn strijd tegen het alcoholmisbruik in zijn streven de lagere klassen te verheffen.¹⁹ Lucas was in de voetsporen van zijn vader getreden: ook hij had medicijnen gestudeerd, zich als arts in Haarlem gevestigd en zich het vaak kammervolle bestaan van de arbeidersklasse aangetrokken. In 1857 was hij stadsgeneesheer geworden, waarmee hij onder andere de medische zorg voor de armen had gekregen. Met zijn collega-arts Lubach had hij *Schat der Gezondheid* opgericht, een gemakkelijk leesbaar tijdschrift over medische onderwerpen. In 1863 was Egeling benoemd tot 'referendaris der afdeling medische politie' aan het ministerie van Binnenlandse Zaken. Het gezin (naast

Wies was er nog een jongere dochter, Johanna Maria) was toen naar Den Haag verhuisd. Als referendaris adviseerde Egeling de minister over wetgeving op geneeskundig gebied. In 1865 was hij inspecteur voor het geneeskundig staatstoezicht voor Zuid-Holland geworden, vooral een administratieve functie. Ook buiten zijn werk had Egeling zich steeds ingezet voor de verbetering van de volksgezondheid: hij had zich in Den Haag beijverd voor de koepokken-ning, was actief geweest in de plaatselijke afdeling van de Vereeniging tot Bevordering der Volksgezondheid en in 1874 had hij een studie over een riole-ringssysteem gepubliceerd. Onderzoek naar epidemieën en hygiëne moest hij door zijn drukke baan laten liggen.²⁰ Egeling was van huis uit Nederlands-hervormd en had zijn twee dochters hervormd laten dopen (zijn vrouw was Evangelisch-Luthers). Op enig moment na zijn vestiging in Den Haag had hij, met zijn twee dochters, de kerk verlaten.²¹ Het was een in die tijd nog zeer zeldzame stap. In 1879 stond slechts 0,3% van de Nederlandse bevolking officieel als buitenkerkelijk te boek. Deze stap maakt begrijpelijk dat Egeling een van de oprichters was van de Vereeniging voor Lijkverbranding. Crematie was toen nog, op christelijke gronden, wettelijk verboden.

Hugo en Wies trouwden op 10 april 1879 in Den Haag. Getuigen waren Hugo's broer Egbert, zijn vader (die opvallend archaisch tekent als 'Gerrit de Vries Abrahamszoon'), Herman van Capelle, referendaris van het ministerie van Binnenlandse Zaken (waarschijnlijk een goede bekende van zowel Gerrit de Vries als Lucas Egeling) en neef J.H. Krelage.²² Van een kerkelijke huwelijksinzegening zijn geen sporen gevonden. Het paar vestigde zich op het adres Plantage Kerklaan 9 in Amsterdam, niet ver van de Hortus. Maar een ander huis lag in het verschiep. De Vries' grootmoeder Reuvens had in januari 1879 een perceel grond gekocht aan de Plantage Parklaan, tegenover de Hortus, met de bedoeling daarop een huis te laten bouwen. In mei 1884 was het huis gereed en trokken Hugo, Wies en de twee inmiddels geboren zoontjes Otto (1881) en Ernst (1883) erin. In een brief aan Moll typeerde De Vries het huis als 'groot en ruim en zeer genoeglijk'.²³ In augustus 1885 schonk grootmoeder Reuvens het huis aan haar kleinzoon.²⁴

In 1885 en 1888 werd het gezin uitgebreid met respectievelijk dochter Eva en zoon Wouter.²⁵ Geen van de kinderen werd gedoopt en met het geloof opgevoed. Hugo en Wies volgden daarin dus de door vader Egeling ingezette traditie. Persoonlijk hield De Vries vast aan zijn eigen familietraditie: hij bleef zijn leven lang lidmaat van de doopsgezinde gemeente.²⁶ 'Kerkelijk was hij niet, maar ik waag het hem als geloovig man aan te merken', aldus zijn leerling Theo Stomps in een lezing lang na De Vries' dood. Stomps haalde in zijn

lezing een herinnering op aan een gezamenlijk bezoek aan de Dom in Keulen in 1909. ‘Het trof mij zooals professor De Vries daarbij zweeg. Geen woord liet hij vallen gedurende het geheele bezoek, bewonderend wat er te zien was. ... Op een gegeven moment maakte ik een spottende opmerking over het vele geld dat geloovigen hadden moeten opbrengen om dit alles tot stand te brengen. Steeds bleef professor De Vries zwijgen. Maar ternauwernood waren wij de Dom uit, of hij zei: “Nu moet ik je toch eens zeggen dat ik niet begrijpen kan, hoe je op zoo’n gewijde plaats kunt spotten”’. Eén keer vroeg Stomps zijn leermeester hoe die dacht over de verhouding tussen geloof en wetenschap. ‘En zijn antwoord was: “Als er geen God was, had ik nooit mijn vondsten kunnen doen”’.²⁷ Uit geen van zijn publicaties blijkt evenwel dat De Vries zich in zijn werk door een geloof in God liet leiden of inspireren.²⁸

Wies Egeling was 55 jaar lang een toegewijde en betrokken echtgenote. Ze was intelligent en goed opgeleid. Zo sprak en schreef ze probleemloos Engels en Duits.²⁹ Voor meisjes waren er in Den Haag gedurende de jaren zestig nog geen mogelijkheden voor een middelbare-schoolopleiding en het ligt voor de hand dat ze een particuliere school had gevolgd of huisonderwijs had gekregen. Na haar huwelijk met De Vries verdiepte ze zich in de plantkunde (in het najaar van 1879 volgde ze een reeks lezingen door Willem Moll voor het genootschap Felix Meritis)³⁰ en in het werk van haar echtgenoot. Hugo nam haar belangstelling zeer serieus. Hij hield haar, getuige zijn brieven, goed op de hoogte van wat hij deed en gaf haar exemplaren en overdrukken van al zijn publicaties.³¹

Een nieuw laboratorium

Zijn benoeming tot hoogleraar was voor De Vries natuurlijk niet alleen in materieel opzicht voordelig. Zij gaf hem ook meer status en tevens meer invloed, aangezien hij nu toetrad tot het bestuur van de faculteit Wis- en Natuurkunde dat gevormd werd door de hoogleraren van die faculteit. Hij kon nu dan ook serieus werk gaan maken van de inrichting van zijn laboratorium. Spoedig nadat hij zich in zijn nieuwe kamer in de Hortus had geïnstalleerd, was zijn oog al gevallen op de naastgelegen bergruimte. Daar stonden allerlei spullen van de hortulanus, waaronder een grote mangel voor het persen van linnengoed. Verder lagen er meterslange bundels met vezels, restanten van een inzending voor een onlangs in het Paleis voor Volksvlucht gehouden tuinbouwtentoonstelling.³² De Vries maakte van de bundels kleine pakketjes om op college te vertonen. Uiteindelijk verdween ook de mangel en kon hij de kamer in z’n geheel in gebruik nemen.³³ Een goede huisvesting was een probleem waar meer hooglera-

ren van de faculteit mee zaten. De natuurkundigen behielpen zich met enkele vertrekken in de Garnalendoelen aan het Singel, het gebouw dat het Athenaeum in 1862 als hoofdvestiging had betrokken. Bij de benoeming in 1877 van J.D. van der Waals, leraar en directeur van de HBS in Den Haag, tot hoogleraar natuurkunde had het gemeentebestuur echter al in principe besloten een nieuw natuurkundig laboratorium te zullen laten bouwen.³⁴ In januari 1878 had De Vries het bestuur van de faculteit Wis- en Natuurkunde gevraagd of in dat laboratorium een ruimte van 300 m² gereserveerd kon worden voor de plantenfysiologie. Het bestuur had daar terughoudend op gereageerd gezien de beschikbare ruimte en hem verzocht zich direct tot B en W te wenden.³⁵ De Vries had vervolgens een brief met uitgebreide toelichting naar het college geschreven, wat slechts had geresulteerd in een kleine aanpassing van de ramen van de twee ruimten die hij gebruikte.³⁶ In de loop van de zomer en het najaar ontstond echter, in overleg tussen de wethouder Onderwijs, de afdeling Publieke Werken en de twee hoogleraren botanie, het plan om zowel op de twee kamers die De Vries gebruikte als op de kamer die Oudemans gebruikte en de aangrenzende orangerie een nieuwe verdieping te bouwen. Op 12 februari 1879 gaf de gemeenteraad haar goedkeuring aan de oprichting van 'een laboratorium voor experimentele plantenfysiologie' en het opgestelde bouwplan, waaraan een prijskaartje van f 14.000 hing.³⁷

Voor De Vries betekende dit besluit nog slechts de eerste stap. Over de inrichting van het laboratorium was namelijk niets geregeld. Eind juni stuurde hij daarom opnieuw een uitvoerig betoog naar B en W waarin hij schetste in welke droevige situatie hij de afgelopen twee studiejaar had moeten werken. Instrumenten, glaswerk, chemicaliën, preparaten, modellen en andere materialen voor het fysiologisch en anatomisch onderwijs, ja zelfs 'de meest noodzakelijke en meest eenvoudige hulpmiddelen' ontbraken. Ook de uitrusting voor het microscopiepracticum liet sterk te wensen over: microscopen waren er namelijk niet. Enkele bemiddelde studenten hadden zelf een instrument, maar de meesten konden dit niet betalen en daardoor niet aan het practicum deelnemen. 'Toch is het zeer wenschelijk vooral de aanstaande medici in staat te stellen zich in het gebruik van het mikroskoop te oefenen, daar zij bij hunne latere studiën deze kennis ten zeerste behoeven', betoogde De Vries. Het materiaalgebrek was ook een probleem voor de ouderejaars studenten plant- en dierkunde, 'aan welke de ondergeteekende thans in den regel zijn eigen mikroskoop moet leenen, om ten minste eenigszins in de bestaande behoefte te voorzien'. Ter ondersteuning van zijn colleges had De Vries zelf enkele wandplaten getekend danwel zijn schetsen door de amanuensis laten uitvoe-

ren. Uitbreiding van de collectie was noodzakelijk, maar een behoorlijke kast om de platen op te bergen ontbrak. Om het laboratorium volgens zijn eisen in te richten was, zo rekende De Vries B en W voor, een bedrag van f 6200 nodig.³⁸

B en W staken hun licht op bij het bestuur van de faculteit der Wis- en Natuurkunde dat liet weten tegen deze uitgave geen bezwaar te hebben.³⁹ Ook Curatoren hadden geen bezwaar, mits de uitgave voor microscopen (waarvoor De Vries f 750 had berekend) werd geschrapt. Curatoren meenden namelijk dat de studenten die zelf moesten kopen.⁴⁰ Opnieuw klom De Vries in de pen: de microscopen waren ook bedoeld voor demonstratie (voor dat doel was slechts één microscoop aanwezig, en die werd door Oudemans gebruikt), sommige studenten gebruikten de microscoop ook bij zoölogie en histologie en meer dan één apparaat bezitten was te veel van hen gevraagd (en slepen met een microscoop van college naar college uiteraard onwenselijk), en ten slotte bleef het feit dat sommige studenten gewoon te arm waren om een instrument te kopen.⁴¹ Na kennis genomen te hebben van deze argumenten gaven Curatoren zich gewonnen en werd het totale bedrag toegekend dat De Vries had gevraagd.⁴²

Overigens zal De Vries bij zijn inspanningen voor een goede huisvesting niet uitsluitend aan het belang van zijn studenten gedacht hebben. Zijn onderzoek naar plantengroei dat hij in Duitsland was begonnen wilde hij graag voortzetten, en daarvoor was een goed ingericht laboratorium natuurlijk noodzakelijk.

In februari 1880 waren de tekeningen voor de verbouwing gereed en vond de aanbesteding van het werk plaats. De kamer die De Vries bij zijn aantreden toegewezen had gekregen werd bestemd tot bergkamer voor instrumenten en de plaats waar collegeproeven voorbereid werden. De voormalige mangelkamer die hij later ook had betrokken werd grotendeels kantoor voor de hortulanus. Verder werden er een kamer voor de amanuensis, een privaat en een trap naar de nieuwe verdieping gemaakt. Deze verdieping zou bestaan uit een laboratoriumruimte, een ruimte voor watercultures en een donkere kamer. Boven de kamer van Oudemans en de aangrenzende oranjerie kwamen een ruimte voor bibliotheek en herbarium, een laboratorium voor ouderejaars studenten en een microscopiekamer.⁴³ In oktober 1880, bij het begin van het nieuwe collegejaar, was het nieuwe laboratorium gereed.⁴⁴ Het ruimtegebrek was hiermee echter nog niet geheel opgelost. In 1882 en 1885 werden zowel de ruimten die Oudemans als die De Vries gebruikten enkele meters in de richting van de tuin uitgebouwd. Aan het collegegebouw werd in 1883 een wachtkamer toegevoegd.⁴⁵

De institutionalisering van het botanisch onderwijs in Amsterdam kreeg

in 1880 nog op een andere wijze vorm. In dat jaar verscheen het eerste deel van het *Leerboek der plantenkunde* dat De Vries en Oudemans samen schreven. Dit eerste deel, van de hand van De Vries, behandelde de fysiologie en anatomie. Het tweede deel, geschreven door Oudemans, ging over morfologie en systematiek; het verscheen in 1883. In 1884 schreef De Vries nog een derde deel: een handleiding voor het vervaardigen van microscopische preparaten.⁴⁶ Enkele decennia lang fungeerde het *Leerboek* als het basishandboek voor het botanisch onderwijs in Amsterdam; het beleefde een groot aantal herdrukken. Ook buiten Amsterdam werd het gebruikt. De Vries' Leidse leermeester Suringar voerde het deel over fysiologie en anatomie al spoedig na verschijnen voor zijn studenten in.⁴⁷ Na het in 1867 verschenen tweede deel van Oudemans' *Leerboek der plantenkunde* was De Vries' boek het eerste Nederlandstalige leerboek over plantenfysiologie voor het hoger onderwijs. Vergelijking met Sachs' *Lehrbuch der Botanik* laat zien dat De Vries dit beslist als inspiratiebron heeft gebruikt. Niet verwonderlijk is dat De Vries vrij uitvoerig ingaat op groei en bewegingen; zijn eigen experimenten en resultaten zijn gemakkelijk te herkennen.

Van buitengewoon naar gewoon

Net als op de andere universiteiten was het aantal hoofdvakstudenten plant- en dierkunde in Amsterdam zeer gering. Bij De Vries' aantreden in 1877 waren het er slechts drie geweest en de volgende jaren was dat aantal maar weinig toegenomen. Pas aan het einde van de jaren negentig zou hun aantal boven de tien komen.⁴⁸ Zo klein als het aantal studenten plant- en dierkunde was, zo groot was het aantal studenten medicijnen en farmacie dat de colleges en practica volgde: het bedroeg jaarlijks ettelijke tientallen. Het studentenblad *Propria Cures* berekende in 1903 dat een kwart van de 2800 toen in Nederland gevestigde artsen ooit eens college bij De Vries had gelopen.⁴⁹

Sinds zijn benoeming tot buitengewoon hoogleraar gaf De Vries colleges fysiologie en anatomie en bovendien twee middagen per week microscopiepracticum; in totaal negen uur per week onderwijs (Oudemans had nog elf uur).⁵⁰ De stof die hij behandelde, zijn vele demonstratieproeven en zijn inzet tijdens practica en excursies maakten al snel dat hij zeer gewaardeerd werd door zijn studenten, zijn collega's en het gemeentebestuur. Er brak dan ook een lichte paniek uit toen in januari 1881 de Landwirthschaftliche Hochschule in Berlijn, die na ruim vijf jaar voorbereiding eindelijk van de grond kwam, De Vries de lang geleden beloofde positie van hoogleraar plantenfysiologie aanbood. Van Tienhoven, inmiddels burgemeester van Amsterdam en in die positie president-curator van de universiteit, liet in de raadsvergadering van

26 januari weten dat De Vries hem enkele dagen eerder over het aanbod had ingelicht. Het was zeer aantrekkelijk: het jaarsalaris bedroeg het dubbele van wat Amsterdam bood, De Vries zou de vrije hand krijgen bij de inrichting van zijn laboratorium, hij zou een assistent krijgen en maar een paar uur college per week hoeven te geven. Van Tienhoven liet de raad weten dat hij het zeer zou betreuren wanneer De Vries zou vertrekken. 'De algemeen erkende kennis van dien professor maakt deze tot eene illustratie voor onze universiteit', zo meende hij. Volgens hem was het mogelijk De Vries te behouden door hem van buitengewoon hoogleraar te bevorderen tot gewoon hoogleraar. De gemeenteraad was het unaniem met de burgemeester eens.⁵³ Een paar dagen later lichtte de burgemeester zijn collega-curatoren in en ook die meenden unaniem dat De Vries de bevordering moest worden toegekend.⁵³ Men besloot steun te zoeken bij het bestuur van de faculteit Wis- en Natuurkunde, maar dat had reeds actie ondernomen: een verzoekschrift, ondertekend door acht hoogleraren, was verzonden aan de president-curator waarin werd aangedrongen 'middelen te willen beramen' waardoor De Vries het aanbod uit Berlijn zou afslaan.⁵³ De Vries zelf ontving een door 125 studenten ondertekende brief waarin die lieten weten 'dat zij u met groot leedwezen zien vertrekken, en met evenveel bescheidenheid als aandrang verbinden zij er de verwachting aan dat hunne stem bij het door u te nemen besluit in overweging moge genomen worden'. En ook het bestuur van de 'Filosofische Faculteit', een subvereniging van het Corps voor studenten wiskunde en natuurwetenschappen, deed een beroep op hem in Amsterdam te blijven.⁵⁴ De acties hadden succes: De Vries sloeg het aanbod van Berlijn af en op 16 februari 1881 (zijn verjaardag) benoemde de gemeenteraad hem tot gewoon hoogleraar, met een salaris van f 4500 plus een aandeel in de collegegelden.⁵⁵

In een brief van ruim veertig jaar later suggereerde De Vries dat de benoeming in Berlijn vrijwel rond was geweest. 'Reeds had ik de tekeningen voor mijn laboratorium aldaar beoordeeld en uitgewerkt, toen de gemeenteraad te Amsterdam mij tot ordinarius benoemde'.⁵⁶ In werkelijkheid had hij helemaal niet veel zin om naar Berlijn te gaan en kreeg hij met het Amsterdamse ordinaat precies wat hij werkelijk wilde hebben. Dat blijkt uit een brief aan zijn vriend Moll van kort na het aanbod en waarschijnlijk ook kort na het gesprek met de burgemeester. De condities die Berlijn hem aanbood waren natuurlijk 'zeer fraai', zo schreef hij. 'Maar wat nog veel fraaier is, en wat ik je voorloopig onder geheimhouding kan mededeelen, is dat ik reden heb om te hopen dat de raad hierin aanleiding zal vinden om mij gewoon hoogleraar te maken. In dit geval zou ik natuurlijk hier blijven'.⁵⁷

Bestuurders en studenten waren bijzonder verheugd over het besluit. Enkele dagen na de officiële benoeming, na afloop van de viering van de dies natalis van de universiteit en de onthulling van een buste van Minerva op het plein van het nieuwe universiteitsgebouw aan de Oudemanhuispoort, trok een grote groep feestvierders naar het huis van De Vries voor een serenade. ‘Tooverachtig verlichtte het Bengaalsche vuur, op verschillende plaatsen door welwillende Amsterdammers afgestoken, den voorbijtrekkende stoet’, berichtte het studentenweekblad *Vox Studiosorum*. ‘Bij den heer De Vries deed de kapel van Carels haar opwekkende tonen wêergalmen, terwijl de senaat, eenige avunculi, benevens het bestuur der Philosophische Faculteit, de HH. Ruijs en Van ’t Hoff, naar binnen gingen. Doch ook voor hen die buiten stonden zorgde de waardige hoogleeraar met zijne gewone welwillendheid, en deed het hun aan geen lafenis ontbreken’.⁵⁸

Op het moment dat De Vries het aanbod uit Berlijn kreeg, stond hij nog steeds bij het Pruisische ministerie van Landbouw op de loonlijst voor het onderzoek naar vier landbouwgewassen. Van drie planten (klaver, aardappel en suikerbiet) had hij zijn resultaten in respectievelijk 1877, 1878 en 1879 gepubliceerd, zodat alleen de beschrijving van maïs nog resteerde.⁵⁹ Die is echter nooit verschenen. Heeft De Vries na zijn benoeming tot hoogleraar het contract eenzijdig opgezegd? Heeft hij van het ministerie ontheffing van zijn verplichtingen gekregen? Heeft het ministerie zelf het contract beëindigd toen duidelijk werd dat De Vries niet als hoogleraar in Berlijn het werk zou gaan voortzetten? Of heeft De Vries wel een manuscript ingeleverd maar is dat nooit gepubliceerd?⁶⁰ Wilhelm Rimpau, die hem eertijds in de geheimen van het landbouwbedrijf had ingeleid, vroeg zich nog in 1882 af waar het eindresultaat bleef. ‘Denken Sie eigentlich noch an Vollendung der Monographien im Auftrag von Thiel’, schreef hij De Vries, ‘oder wird daraus in diesem Leben nichts mehr?’⁶¹

Studenten en toehoorders

De studenten plant- en dierkunde, geneeskunde en farmacie toonden zich ook in de volgende jaren enthousiast over de colleges, practica en excursies van De Vries, zoals blijkt uit de berichten die daarover jaarlijks verschenen in de almanak van het Amsterdamsch Studentencorps. Hij werd geprezen om zijn ‘duidelijke en heldere behandeling’ van de collegestof en om zijn ‘aangename leiding’ van de practica, om zijn ‘onverdroten ijver en nauwgezetheid’ en zijn ‘uitnemende gaven’. ‘Zijne colleges werden ook door hen, die niet alleen examen doen maar ook studeeren, onder de meest gewaardeerde en nut-

tigste gerekend'. F.A.F.C. Went, die zich in 1880 aan de universiteit liet inschrijven en in 1885 bij De Vries promoveerde, twijfelde in het begin van zijn studie tussen plantkunde en scheikunde, maar koos uiteindelijk voor het eerste vanwege het onderwijs van De Vries. 'Zijn colleges muntten uit door een buitengewone helderheid', zo memoreerde hij jaren later. 'Men kon hem geen brilant spreker noemen; hij sprak zonder veel stemverheffing en zijn betoogtrant was rustig. Maar wat hij zeide was steeds zoodanig dat alle hoorders er wel door gepakt moesten worden'.⁶²

In zijn propedeutische colleges fysiologie en anatomie behandelde De Vries alleen bekende, afgeronde onderwerpen en geen onopgeloste problemen. Daarbij gaf hij alleen zijn eigen opvatting en niet die van anderen. Zijn capita selecta-colleges, die hij vanaf het studiejaar 1881-1882 gaf aan studenten plant- en dierkunde, waren geheel tegenovergesteld van karakter. Daarin behandelde hij specifieke onderwerpen uit de plantenfysiologie waarbij hij een overzicht gaf van de verschillende meningen met hun voors en tegens en de gehele literatuur over het onderwerp besprak. De studenten plant- en dierkunde die zich specialiseerden in de botanie kregen van De Vries een aparte behandeling. In het jaar 1881-1882 liet hij de vier studenten J.H. Wakker (begonnen in 1878), J.M. Janse, F.A.F.C. Went en H.P. Wijsman (alle drie begonnen in 1880) elke maand een avond bij hem thuis komen. Om de beurt hield een van de vier een voordracht over een onderwerp uit de anatomie of fysiologie, waarop de anderen (De Vries inclusief) dan reageerden. De bijeenkomsten eindigden officieel om tien uur, maar duurden meestal tot middernacht. De refereeravonden werden het volgende studiejaar voortgezet.⁶³ Voor hun doctoralexamen en hun proefschrift (alle vier promoveerden zij bij De Vries) werkten Wakker, Janse, Went en Wijsman in het krappe laboratorium, zij aan zij met hun leermeester. 'Wij begrepen natuurlijk zeer goed welk voorrecht ons daardoor te beurt viel door het nauwe contact waarin wij dientengevolge met onzen leermeester kwamen', schreef Went later. 'Toch zou ik de waarheid te kort doen wanneer ik daarbij niet vermeldde dat dit toen niet altijd volkomen werd gewaardeerd, daar dientengevolge ook de vrijheid van onze gesprekken min of meer aan banden werd gelegd'. Een groot persoonlijk contact tussen leraar en leerling was er ook tijdens de excursies die in het voorjaar werden gemaakt. 'Het was vooral bij die gelegenheden', aldus Went, 'dat ons ingescherpt werd dat een plantenfysioloog de gewone inlandsche planten behoort te kennen, wil hij op den naam van botanicus aanspraak maken'. De Vries volgde hierbij kennelijk het voorbeeld van Sachs die immers hetzelfde standpunt huldigde.⁶⁴

In het begin van de jaren tachtig werden De Vries' colleges en practica ook gevolgd door drie vrouwen: Anna van Bosse, een jonge en treurende weduwe die afleiding zocht, Margo Middelberg en Marie de Vries, een achternicht van Hugo de Vries; waarschijnlijk waren zij vriendinnen van elkaar. De drie hadden de status van toehoorder.⁶⁵ Iedereen kon zich als toehoorder aan een universiteit aanmelden; eisen aan de vooropleiding werden niet gesteld. Academische examens afleggen was echter niet toegestaan; daarvoor was een met succes afgelegd examen aan een gymnasium of toelatingsexamen aan een universiteit vereist. In bijzondere gevallen gaf de minister van Binnenlandse Zaken ontheffing van deze examenverplichting. Onbekend is of het de drie vriendinnen ontbrak aan de kwaliteiten of de durf, of dat zij eenvoudig de ambitie niet hadden om zich als gewoon student te kwalificeren. Het drietal lijkt direct geïnspireerd te zijn geweest door Neerlands' eerste studente Aletta Jacobs. Die had zich in 1871 aan de universiteit in Groningen als toehoorder aangemeld en was het volgende jaar door ministeriële dispensatie tot de academische examens toegelaten. In 1876-1877 bereidde zij zich in Amsterdam voor op het eerste gedeelte van haar artsexamen en raakte in die periode bevriend met Anna van Bosse. In 1879 promoveerde Jacobs in Groningen. Na haar revolutionaire eerste stap hadden zich op de universiteiten en de Polytechnische School in Delft steeds meer vrouwen gemeld, hetzij als toehoorder, hetzij als regulier student.⁶⁶

Menig hoogleraar en lector verzette zich tegen de komst van vrouwelijke studenten, om uiteenlopende redenen: sommigen vonden studeren voor meisjes niet gepast, anderen meenden dat vrouwen een studie lichamelijk of geestelijk (of allebei) niet aankonden, en weer anderen vreesden een toevloed van studentes met een geringe vooropleiding en een verlaging van het van het onderwijsniveau. Maar over het algemeen waren de docenten (en mannelijke studenten) neutraal tot ronduit positief.⁶⁷ De Vries lijkt met zijn drie leergierige vrouwen geen problemen gehad te hebben. Toen in 1927 een verslaggeefster van het *Algemeen Handelsblad* hem vroeg hoe hij dacht over de vrouwelijke student, antwoordde hij: 'Ik heb de eerste jongedames aan de universiteit en op mijn colleges zien komen. Het waren intelligente meisjes; zij kwamen uit een beschaafd milieu, zij hadden open hersens en wisten zich aan te passen'. Over hun opvolgsters was hij echter minder te spreken: 'Later, toen het aantal groeide, toen veel meer jonge vrouwen zich tot het hooger onderwijs voelden aangetrokken, bleven mijn ervaringen niet altijd even gunstig. Toen heb ik wel eens geconstateerd dat niet het onderwijs, maar andere dingen, andere belangen op den voorgrond traden. Och, het is begrijpelijk, het is menselijk

maar... de wetenschap werd er niet door gebaat'.⁶⁸ De eerste drie toehoorders ontbrak het aanvankelijk aan de durf voor dergelijke niet-wetenschappelijke activiteiten: tijdens het microscopiepracticum werkten de vrouwen in een apart zaaltje en bij hoorcolleges durfden zij de collegezaal pas binnen te gaan als de hoogleraar arriveerde. 'Maar toch werden ook zij langzamerhand vrijmoediger', aldus Van Bosse later in haar herinneringen, en met de mannelijk studenten ontstonden goede vriendschappen.⁶⁹

Marie de Vries bleef de rest van haar leven belangstelling voor planten houden; ze stuurde De Vries later vaak planten als materiaal voor zijn onderzoek naar variabiliteit.⁷⁰ Margo Middelberg studeerde verder aan de universiteit van Zürich, een universiteit waar men zonder gymnasiumdiploma de doctorstitel kon behalen en die veel vrouwen tot zich trok.⁷¹ Ze ontmoette daar de botanicus en docent Carl Schröter met wie ze in 1884 trouwde.⁷² Anna van Bosse kreeg, zo vertelde ze later, door de lessen van De Vries haar levenslust weer terug en bleef haar leven lang actief in de biologie. Zij trouwde in 1883 met De Vries' collega-hoogleraar voor zoölogie Max Weber en ontwikkelde zich tot een vooraanstaand algologe. De universiteit van Utrecht verleende haar in 1910 een eredoctoraat.⁷³ Uit dankbaarheid noemde zij in 1895 een nog niet beschreven alg die zij in Zuid-Afrika ontdekte naar De Vries: *Pseudocodium de-vriesii*.⁷⁴

Nuttige kennis voor iedereen

Tijdens zijn jaren als leraar aan de hbs had De Vries zich enkele keren op het terrein van de wetenschapspopularisering begeven door het geven van lezingen en cursussen en door het publiceren in publiekstijdschriften. Daar ging hij na zijn benoeming in Amsterdam mee door. In 1879 en 1881 hield hij weer lezingen voor de maatschappij *Diligentia* in Den Haag. 'Zelfs de dames waren in breede rijen opgekomen, ondanks het gure weer', zo schreef het *Dagblad van Zuid-Holland en 's-Gravenhage* over de eerste lezing. 'Geen wonder. Immers, de sympathieke jonge geleerde dr. Hugo de Vries was aan het woord en nog wel over een onderwerp dat de belangstelling van alle huismoeders in levendige mate opwekt'. De Vries sprak die avond over het inmaken van groenten en vruchten.⁷⁵ In de jaren tachtig echter lijkt De Vries het schrift de voorkeur boven het woord gegeven te hebben; van andere populaire lezingen uit deze jaren zijn namelijk geen berichten gevonden. In de jaren 1879-1883 publiceerde hij weer enkele keren in het weekblad *Eigen Haard*, en in 1881-1888 leverde hij een reeks bijdragen aan het *Maandblad van de Nederlandsche Maatschappij van Landbouw*; verder waren er in de jaren tachtig incidentele bijdragen aan het

Nederlandsche Tuinbouwblad, Het Nieuws van den Dag, De Natuur, Kosmos en De Gids. Met ingang van de jaargang 1886 werd De Vries lid van de redactie van het *Album der Natuur*. Pieter Harting, hoogleraar in Utrecht, had het voorgaande jaar zijn functie neergelegd na 33 jaar, sinds de oprichting, aan het tijdschrift verbonden te zijn geweest. De andere twee redacteuren, de arts Lubach en de leeraar natuurkunde Logeman, net als Harting al vanaf het eerste uur voor het *Album* werkzaam, besloten de redactie uit te breiden met vier nieuwe leden, waaronder De Vries. Tot de opheffing van het *Album* in 1909 zou De Vries redactielid blijven. Hij schreef er in die jaren iets meer dan honderd artikelen voor. Bovendien verzorgde hij honderden korte uittreksels uit recente botanische literatuur voor het 'wetenschappelijk bijblad'.

De onderwerpen waarover De Vries in de populaire bladen schreef zijn zeer uiteenlopend. Lang niet altijd hebben ze iets te maken met zijn eigen onderzoek. Met behulp van de artikelen de aandacht vestigen op zijn eigen werk lijkt zeker niet onbelangrijk te zijn geweest, maar zijn bedoeling is veel breder. Hij wil leken en (bij de artikelen voor het blad van de Maatschappij van Landbouw) landbouwers kennis en begrip bijbrengen van biologische (vooral fysiologische) processen, kennis die in de dagelijkse praktijk van nut kan zijn: als men weet wat er gebeurt, weet men ook hoe men moet handelen. In een artikel over ingemaakte vruchten bijvoorbeeld maakt hij duidelijk waarom dergelijke vruchten niet bederven. Want elke huisvrouw zal toch 'wenschen te weten en te begrijpen waartoe de verschillende handgrepen dienen die zij bij het inmaken van haren wintervoorraad pleegt te gebruiken'. Alleen de kennis van de algemene beginselen zou volgens De Vries al helpen 'om in voorkomende gevallen een duidelijk inzicht in de beteekenis der verschillende handelwijzen te verkrijgen', om eenvoudiger en beter te werken en om plotselinge moeilijkheden op te lossen. 'Om al deze redenen behoort steeds met de ervaring een wetenschappelijk inzicht gepaard te gaan'.⁷⁶ In de inleiding op een reeks artikelen over de verzorging van kamerplanten laat De Vries weten niet de bedoeling te hebben 'empirische voorschriften' te geven. 'Veeleer wil ik trachten, door de bespreking van enkele levensverschijnselen, de beteekenis van eenige gebruikelijke handelwijzen toe te lichten ten einde mijne lezers in staat te stellen zelve te beoordeelen wat hunnen planten toekomt, en in welke opzichten deze vooral op een goede behandeling aanspraak mogen maken'.⁷⁷ In 1883 schrijft De Vries over een kort tevoren in Duitsland ontdekt middel dat verhindert dat opgeslagen aardappelen in de winter zoet worden, een proces dat er soms toe leidt dat de aardappelen oneetbaar worden. Hij beschrijft het proces dat hiervoor verantwoordelijk is, hoe het middel dat tegen-

gaat, en spreekt ten slotte de hoop uit dat het middel spoedig ook in Nederland benut zal worden.⁷⁸ In de artikelen voor het *Maandblad van de Maatschappij van Landbouw* laat De Vries onder andere zien hoe planten zich beschermen tegen in overmaat opgenomen hoeveelheden kalk en kiezelzuur;⁷⁹ hoe de bevruchting bij granen in zijn werk gaat en hoe men met die kennis soorten kan verbeteren en creëren en men de opbrengst kan vergroten;⁸⁰ of hij verklaart de bouw en werking van de wortelharen om te laten zien hoe planten op droge grond toch voldoende water op kunnen nemen en wat er kan gebeuren als men bij het verplanten te ruw met de wortels omgaat.⁸¹ Kortom: wetenschap en praktijk zijn uitstekende partners bij het oplossen van problemen, bij het verbeteren van land- en tuinbouw, en kunnen daarmee bijdragen aan het vergroten van de materiële welvaart.

Maar De Vries lijkt bij het schrijven van zijn populaire artikelen ook geleid te zijn door de overtuiging dat weten plezierig is en dat kennis een beschaven-de werking heeft. In zijn necrologie voor Pieter Harting (die in december 1885 overleed) prees De Vries hem om precies die houding: 'Warme liefde voor de studie der natuur bezielde hem, doch niet minder bezielend werkte in hem de overtuiging dat de vooruitgang der beschaving in onzen tijd niet alleen berust op den invloed dien de natuurwetenschappen op alle takken van handel en nijverheid uitoefenen, maar meer nog op de richting der geestesontwikkeling die van haar uitgaat'. Harting had aan het einde van zijn leven geconstateerd dat mede door hem kennis over de natuur in alle lagen van de bevolking was doorgedrongen. 'Gelukkig hij, die met groote voldoening de vruchten van zijn arbeid mag aanschouwen', verzuchtte De Vries.⁸² Veel artikelen die De Vries schreef in het *Album der Natuur* zijn verzamelingen feiten en weetjes: over de nog weinig in Nederland bekende 'kola-noot';⁸³ over het sprookje dat zaden die in Egyptische piramides zijn gevonden nog kiemkrachtig zijn;⁸⁴ of over de maretak (*Viscum album*) waaraan 'alles ... even vreemd (is). Waarlijk, zij is een nadere kennismaking wel waard'.⁸⁵ Allemaal niet direct nuttig maar wel leuk om te weten. Maar net zo vaak gaan de artikelen in het *Album* over nieuwe ontdekkingen in de landbouw: over kruisingen van de katoenplant met andere soorten om een productievere soort te creëren;⁸⁶ of een nieuwe methode om de koffiebladziekte tegen te gaan.⁸⁷ Ook leuk om te weten, en bovendien heel erg nuttig.⁸⁸

Ziekten bij bloembollen

In zijn pleidooi voor de samenwerking tussen wetenschap en praktijk hield De Vries het niet bij woorden alleen: uit de jaren tachtig zijn drie gevallen be-

kend waarbij hij actief betrokken was bij de oplossing van een praktisch probleem. Zijn rol was echter vooral die van organisator; zelf het onderzoek uitvoeren deed hij nauwelijks.

Het eerste onderzoek betrof de ziekten bij bloembollen.⁸⁹ J.H. Krelage, bollenkweker in Haarlem, had zich in 1874 al eens tot Oudemans gewend met de vraag of die iets voelde voor een gedegen, wetenschappelijk onderzoek naar ziekten bij hyacinten, maar tot zijn ergernis bij hem geen gehoor gevonden. Enkele jaren later had hij De Vries over zijn plan gepolst. Die had niet afwijzend gereageerd, maar gemeld dat hij wegens tijdgebrek voorlopig niets kon doen. In het voorjaar van 1881 informeerde Krelage bij De Vries, inmiddels benoemd tot gewoon hoogleraar en in het bezit van een behoorlijk laboratorium, ‘of de zaak u blijft interesseeren en of u genegen zijt u er mede bezig te houden’. Onderzoek was namelijk meer dan ooit gewenst. Een geheimzinnige ziekte waarbij delen van bollen veranderen in een gelige, slijmerige massa (‘geelsnot’ genoemd) en die zich in het begin van de jaren zeventig in de Hollandse bollenstreek had gemanifesteerd, breidde zich steeds verder uit. De Vries reageerde dit keer welwillend, waarop Krelage hem een partij zieke hyacinten stuurde. De conclusie dat een bacterie de ziekte veroorzaakt was snel getrokken. Edouard Prillieux, docent aan het Institut Agronomique in Versailles, ontdekte tegelijkertijd dat een andere ziekte, het zogenaamde ringziek, door een aaltje veroorzaakt werd; hij noemde het *Tylenchus hyacinthi*. De Vries kon die conclusie spoedig bevestigen en schreef daarover een kort verslag. Krelage wilde het graag aanbieden aan de *Haarlemsche Courant*, waarin hijzelf ook wel eens over het bloembollenvak publiceerde, of (met het oog op de katholieke bollenkwekers) *De Tijd*. Maar De Vries schrok terug voor zoveel publiciteit: ‘Dit is een gebied waarop ik mij nooit bewogen heb en mij ook bij voorkeur niet zou begeven’, protesteerde hij bij Krelage. De Vries’ verslag werd toen als een afzonderlijke brochure gedrukt door de Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur (waarvan Krelage voorzitter was) en onder de leden verspreid. In de brochure betoogde De Vries dat Prilleux’ onderzoek liet zien dat ‘alleen een grondige kennis van deze parasietische wezens den waren grondslag eener rationeele behandeling der plantenziekten kan vormen’.⁹⁰

Gesterkt door de resultaten stuurde Krelage opnieuw hyacinten die door allerlei kwalen waren aangetast. Dit keer verliep het onderzoek minder voorspoedig: De Vries concludeerde dat elke ziekte verschillend was en een eigen aanpak vereiste. ‘Zou het niet wenschelijk zijn, bij voorkomende gelegenheid, middelen te beramen om zulk een uitvoerig onderzoek uit te lokken?’, schreef hij Krelage. Het werk zou zeker enkele jaren duren. Zijn student Wakker, die

hem bij zijn eerdere onderzoeken al behulpzaam was geweest, was volgens hem een goede kandidaat voor de klus. Hij zette Wakker alvast aan het werk, maar zag er wel op toe dat die ook de nodige aandacht aan zijn doctoraal-examen bleef besteden (waarvoor hij overigens pas op 21 april 1883 zou slagen).

In het voorjaar van 1882 verschenen er in de pers plotseling berichten over de geheimzinnige geelsnot-ziekte en over de ramp die zou dreigen, met allerlei speculaties over de oorzaken ervan. Een kweker had aan de *Leidsche Courant* gemeld dat ‘wetenschappelijke mannen, als dr. Hugo de Vries en anderen’ de zaak al enkele keren hadden onderzocht ‘zonder dat deze heeren zelfs den aard der ziekte hebben kunnen constateren’. De Vries zag zich genoodzaakt hiertegen in het geweer te komen: hij meldde dat het onderzoek al hoopgevende resultaten had opgeleverd en dat nadere informatie spoedig zou volgen.⁹¹ Die informatie gaf De Vries tijdens een bijeenkomst van het Genootschap tot Bevordering van Natuur-, Genees- en Heelkunde op 1 november 1882. Op verzoek van Krelage hield hij dezelfde lezing in februari 1883 voor de leden van de Vereeniging voor Bloembollencultuur. Het plan om opdracht te geven tot onderzoek naar het geelziek (een benaming waaraan De Vries de voorkeur gaf boven geelsnot; ‘Dit klinkt minder onaesthetisch’) circuleerde inmiddels onder de bestuursleden van de Vereeniging. Krelage hoopte met de lezing bestuur en leden ‘uit te lokken’ (zoals De Vries eerder had geschreven) tot het verstrekken van de opdracht, wat in de algemene ledenvergadering van de volgende maand zou worden voorgesteld. Om ook degenen die niet bij de lezing aanwezig waren geweest warm te krijgen voor het voorstel publiceerde Krelage een uitvoerig verslag van De Vries’ betoog in de *Haarlemsche Courant*.⁹²

De lezing had het gewenste resultaat: in maart 1883 besloot de Vereeniging met algemene stemmen een wetenschappelijk onderzoek naar de ziekten bij hyacinten uit te laten voeren.⁹³ Wakker kreeg een contract aangeboden voor de periode van 1 mei 1883 tot 31 augustus 1885, met stilzwijgende verlenging van een jaar. Op aandringen van De Vries werd als voorwaarde gesteld dat Wakker gedurende het wintersemester 1883-1884 aan de universiteit in Straatsburg bij Anton de Bary, dé specialist op het gebied van paddestoelen, schimmels en bacteriën, zou studeren om de noodzakelijke theoretische en praktische kennis op te doen. De Vries kon hem die onvoldoende bieden, en elders in Nederland was die kennis evenmin te halen. Als blijk van waardering verleende de Vereeniging De Vries het erelidmaatschap.

In zijn herinneringenboek schreef De Vries later de volgende anekdote over de beslissende lezing. ‘Op de vergadering was een vooraanstaand kweker aanwezig, die een bekend tegenstander van de samenwerking tusschen praktijk

en wetenschap was. Na afloop vroeg Krelage hem waarom hij eigenlijk gekomen was. “Ik kwam eens hooren welke domheden een leek op ons gebied te hooren zou geven”. “En welke domheden hebt gij gehoord?” Antwoord: geen. Krelage bracht mij dit gesprek over, en zelden in mijn leven heb ik mij meer gevlijd gevoeld dan toen’.⁹⁴

De Vereeniging beloonde Wakker met een vergoeding van f 2000 per jaar. Aangezien de eigen kas daarvoor niet geheel toereikend was, werd voor 1883 (met succes) subsidie aangevraagd bij het Rijk en de provincie Noord-Holland. Zijn reiskosten naar Haarlem voor overleg en onderzoek ter plaatse en, in de winter van 1884-1885, het geven van een cursus voor de leden van de Vereeniging moest Wakker uit eigen zak betalen. Ook voor zijn verblijf in Straatsburg kreeg hij geen extra vergoeding. Van zijn onderzoek, dat hij vooral in De Vries’ laboratorium verrichtte, maakte Wakker drie verslagen die door de Vereeniging werden gepubliceerd. Aanvankelijk richtte Wakker zich op ziekten bij hyacinten, later onderzocht hij ook ziekten bij andere bolgewassen. Voor 1884 en 1885 verleende het Rijk opnieuw subsidie, maar een subsidieverzoek aan de provincie Zuid-Holland voor 1884 werd afgewezen. De kas van de Vereeniging raakte spoedig uitgeput en in juni 1885 moest het hoofdbestuur besluiten het onderzoeksproject te stoppen. Bij dat besluit zal waarschijnlijk ook meegespeeld hebben dat van de leden maar weinig waardering voor Wakkers resultaten kwam. Ernst Krelage, zoon van de voorzitter en enkele jaren student plant- en dierkunde aan de Universiteit van Amsterdam, roemde in 1910 het onderzoek als ‘een der schoonste en roemrijkste bladzijden in de geschiedenis der vereeniging’. Het was volgens hem de eerste stap naar het systematisch onderzoek van plantenziekten bij cultuurgewassen geweest, onderzoek dat in 1910 in volle gang was en waarvan het nut toen door niemand meer betwijfeld werd.⁹⁵

Tegelijk met het onderzoek aan de bloembollenziekten werkte Wakker aan zijn proefschrift, waarop hij op 5 maart 1885 promoveerde. Het was De Vries’ eerste optreden als promotor. Het proefschrift was een studie over de plaatsen waar adventieve knoppen ontstaan en ‘de wetten, die de vorming der adventieve knoppen beheerschen’. Het was een voornamelijk theoretische, anatomisch-morfologische studie. Blijkbaar vond De Vries het praktische onderzoek van Wakker niet geschikt voor een wetenschappelijke proeve van bekwaamheid. Alleen in de inleiding schrijft Wakker (geheel in de geest van zijn leermeester) hoe jammer het is dat ‘nog talrijke ontdekkingen niet tot de praktijk doorgedrongen en zeker niet minder talrijke, reeds lang in de praktijk bekende feiten nog niet wetenschappelijk onderzocht (zijn)’.⁹⁶

Na het officiële einde van zijn opdracht voor de Vereniging voor Bloembollencultuur bleef Wakker nog anderhalf jaar in De Vries' laboratorium werken om het project af te ronden en bijdragen te leveren aan het onderzoek van zijn leermeester. In 1887 werd hij assistent van de hoogleraar botanie in Utrecht Klaas Rauwenhoff, vervolgens was hij leraar aan de Zuivelschool in Alphen-Oudshoorn en leraar biologie aan een middelbare school. Een wetenschappelijke carrière leek in het verschiet te liggen toen hij in 1892 werd benoemd tot directeur van het Proefstation Oost-Java voor suikerriet. Met zijn studiegenoot Went onderzocht hij er onder andere de ziekten die bij het gewas voorkomen. Verder wist hij door kruisingen een productiever type suikerriet te verkrijgen. Veel waardering kreeg hij echter niet: verschillende mensen werkten hem tegen en in 1897 werd hij aan de kant geschoven. Terug in Nederland werd hij leraar in Den Bosch. Voor de vacature van hoogleraar in Leiden in 1898 werd hij gepasseerd, net zoals twee jaar eerder al was gebeurd bij vacatures in Utrecht en Amsterdam. Volgens Went in een 'In memoriam' kwam dit alles door 'het weinig plooibare van Wakkers karakter. Zodoende stootte hij herhaaldelijk het hoofd en hij behoorde niet tot de mensen die gemakkelijk buigen konden. Daardoor kreeg hij den naam van een lastig man, waarbij de fama zeker in sterke mate overdreef. De laatste dertig jaar van zijn leven sleet Wakker eenzaam en verbitterd als leraar. Publiceren deed hij na 1898 niet meer.'⁹⁷

Verontreiniging van water, kaas en gist

In de zomer van 1882, terwijl het onderzoek naar de ziekten bij hyacinten langzaam op gang kwam, maakte D.J. Coster, inspecteur voor de keuring van voedingsmiddelen in Amsterdam, De Vries attent op het voorkomen van de bacterie *Crenothrix polyspora* in het Amsterdamse drinkwaternet. In enkele Duitse steden had deze bacterie eerder tot grote overlast geleid. *Crenothrix* haalt zijn energie uit de oxidatie van ijzerionen en vormt grote vlokken ijzerhydroxide die de waterleidingen verstoppert. De Vries onderzocht de verontreiniging (zonder te streven naar een oplossing) en schreef er een artikel over.⁹⁸ Het was er waarschijnlijk de oorzaak van dat hij in 1887 door het gemeentebestuur van Rotterdam werd gevraagd zitting te nemen in een onderzoekscommissie toen daar in de waterleiding *Crenothrix* plotseling een plaag werd. De commissie adviseerde te voorkomen dat de voedingsstoffen voor de gevreesde bacterie in de bassins en het leidingennet terecht kwamen. Daarvoor moest het water van de Maas dat tot drinkwater werd verwerkt beter gefilterd worden en het gebruik van hout in de waterkelders moest worden vermeden. De Vries assisteerde de voorzitter van

de Rotterdamse Openbare Gezondheidscommissie bij diens bacteriologische en microscopische onderzoek.⁹⁹ Het rapport van de commissie verscheen niet in druk. De Vries verzorgde van de resultaten die hij verzamelde tijdens zijn commissariaat en tijdens enkele latere bezoeken aan het waterleidingcomplex in 1890 een Duitstalige publicatie. Deze houdt het midden tussen een flora en fauna van de Rotterdamse waterleiding en een praktische handleiding om verontreiniging van een drinkwatercomplex te voorkomen.¹⁰⁰ Voor zijn medewerking aan de commissie ontving De Vries tot zijn verbazing een honorarium van f 1000. 'Bacteriën zijn toch goede dingen!', schreef hij Moll.¹⁰¹

Het onderzoek naar de ziekten bij hyacinten was waarschijnlijk aanleiding voor de kaaskoopman Melchert de Jong uit Hoorn zich in 1887 bij De Vries te melden met de vraag of die onderzoek wilde doen naar het ontstaan van blauwkleurige schimmel in Edammer kaas die wordt veroorzaakt door een bacterie en die de voorgaande jaren steeds vaker was opgetreden. De Vries deed een verkennend onderzoek waarvan hij de resultaten beschreef in enkele korte opstellen voor het *Maandblad* van de Hollandsche Maatschappij van Landbouw met de bedoeling 'anderen op te wekken aan dit stelselmatig onderzoek deel te nemen'. Net als bij de bloembollenziekten wilde hij het volledige onderzoek namelijk niet zelf doen, en kennelijk kon of wilde hij evenmin weer een van zijn leerlingen ermee belasten. 'Het is te omvangrijk dan dat het door een enkel persoon zou kunnen worden volbracht, tenzij deze er gedurende een reeks van jaren al zijn tijd en al zijn krachten aan zou kunnen wijden', zo stelde hij in het *Maandblad*. Zijn laboratorium zou trouwens niet geschikt zijn voor het onderzoek: 'Daarenboven eischt het aan de eene zijde al die toestellen en inrichtingen die op een wel ingericht bacteriologisch laboratorium in gebruik zijn, aan de andere moet het voor een groot deel in de kaasmakerijen zelve worden uitgevoerd. Vele vragen kunnen wellicht niet anders opgelost worden dan door de oprichting van zulk een laboratorium in de nabijheid eener kaasmakerij'.¹⁰² De Vries' oproep vond een gunstig gehoor: in september 1887 besloot het bestuur van de Hollandsche Maatschappij een onderzoek naar de schimmelvorming in kaas uit te laten voeren.¹⁰³

Wellicht had De Vries gehoopt dat zijn pleidooi de zuivelbranche ertoe zou brengen een voorbeeld te nemen aan de Nederlandsche Gist- en Spiritusfabriek in Delft die sinds kort over een eigen bacteriologisch laboratorium beschikte. In 1884 had J.C. van Marken, directeur van de fabriek, De Vries geconfronteerd met zijn probleem dat het productieproces van gist vaak wordt belemmerd door verontreiniging met bacteriën. De Vries had hem aangeraden zijn vriend Beijerinck, docent landbouwchemie aan de Rijkslandbouw-

school in Wageningen en directeur van het aan de school verbonden proefstation, daarvoor aan te stellen en hem alle benodigde faciliteiten ter beschikking te stellen. Van Marken had De Vries' raad opgevolgd: in september 1885 had hij Beijerinck (met een salaris een hoogleraar waardig) in dienst genomen en hem alle vrijheid gegeven in een speciaal voor hem nieuw gebouwd laboratorium. Voor de inrichting ervan had Beijerinck zijn licht opgestoken bij de al genoemde De Bary in Straatsburg en in het laboratorium van bierbrouwer Carlsberg in Kopenhagen. Het is niet verwonderlijk dat De Vries' advies bij Van Marken in goede aarde was gevallen: hij had gestudeerd aan de Polytechnische School in Delft en als een van de weinige ondernemers in Nederland leerlingen van de school in dienst. De meeste ondernemers hadden maar weinig vertrouwen in mannen met een theoretische opleiding en gaven de voorkeur aan in de praktijk geschoolden.¹⁰⁴

De Vries was zeer te spreken over Van Marken: hij zag het belang van de wetenschap voor de praktijk. Maar net zoals het bedrijfsleven nog veel te doen had, zo moest volgens De Vries ook de overheid nog de nodige stappen nemen. De problemen waarmee in korte tijd de bloembollensector, de drinkwaterbedrijven, de gistfabricage en de kaasmakerij te maken hadden gekregen brachten hem ertoe zijn mening daarover publiekelijk uit te spreken. Voor het tijdschrift *De Gids*, waarin actuele culturele en wetenschappelijke onderwerpen werden besproken, schreef hij een pleidooi voor erkenning van de bacteriologie als zelfstandige wetenschap. Een beschrijving van de problemen waarmee Van Marken te maken had (en die hij al een tijdje had liggen) voegde hij er als praktijkvoorbeeld aan toe.¹⁰⁵ Want juist in de bedrijfstakken waar bacteriën een belangrijke rol spelen 'eischt hier de praktijk voorlichting van de wetenschap', zo stelde hij. De bacteriologie was echter nog een jonge wetenschap. Bacteriologen waren er nog nauwelijks en om het vak op wetenschappelijk niveau te leren was er in Nederland geen gelegenheid. 'Waar zullen deze personen in de toekomst hunne opleiding genieten? Is het de plicht van de Polytechnische School en de Rijkslandbouwschool, dan wel van het hoger onderwijs om hierin te voorzien? De beantwoording dezer vraag kunnen wij gerust aan de toekomst overlaten. Maar ééne zaak is duidelijk. Worden de eerstgenoemde inrichtingen van onderwijs hiertoe geroepen, dan zullen de aanstaande leeraren in de zuivere en toegepaste bacteriologie zelve hoger onderwijs moeten volgen om zich voor hunne betrekkingen te bekwaamen. In elk geval zullen dus de universiteiten moeten voorgaan, en gedrongen door de behoeften der praktijk aan onderwijs en voorlichting de bacteriologie moeten opnemen in de reeks der natuurwetenschappen'.

Vóór publicatie liet De Vries zijn artikel aan Beijerinck lezen, die meteen begreep waar hij naartoe wilde. 'Als je soms aan mij denkt voor prof in bacteriologie, denk dan niet dat ik daartoe zoo maar dadelijk en in elk geval bereid ben', reageerde hij. Beijerinck werkte op dat moment aan onderzoek naar de rol van melkzuurbacteriën bij de vorming van gist en de productie van zure melkproducten.¹⁰⁶ 'Hij verwacht gouden bergen (en bergen gouds) van zijn melkzuur-ontdekking, die ze daarom voorzichtig geheim houden', verklaarde De Vries aan Moll de afwijzende reactie van Beijerinck.¹⁰⁷ De Vries zelf intussen lijkt zijn pleidooi te hebben willen ondersteunen door het goede voorbeeld te geven en vooruit te lopen op het door hem gewenste toekomstbeeld. Zijn leerling Wijsman liet hij onder leiding van Beijerinck in diens laboratorium werken aan een onderzoek naar de versuikering van mout, het uitgangspunt bij de bereiding van bier. Wijsman promoveerde op het sterk scheikundig getinte onderzoek in 1889. De Vries was zijn promotor voor het proefschrift, zijn collega voor scheikunde Van 't Hoff de promotor voor de stellingen.¹⁰⁸ Wijsman koos echter niet voor een carrière als bacterioloog. Hij werd hoogleraar farmacie, eerst in Leiden en later in Utrecht.

Op het gebied van de landbouw zaten particulieren en overheid evenwel niet stil. In 1885 hadden de provinciale landbouwmaatschappijen zich verenigd in het Nederlandsch Landbouw Comité en de minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid (aan wie landbouwzaken als onderdeel van de nijverheid waren opgedragen) vervolgens bestookt met subsidieverzoeken, onder andere voor verbetering van het landbouwonderwijs en de oprichting van een tweede landbouwkundig proefstation. Omdat hij te weinig inzicht had om de waarde van de verzoeken te kunnen beoordelen had de minister een Staatscommissie ingesteld om de toestand van de Nederlandse landbouw te onderzoeken en adviezen uit te brengen voor verbetering van de situatie.¹⁰⁹ De Vries deed zijn duit in het zakje door zijn artikel in *De Gids* naar de leden van de Tweede Kamer te sturen; de bacteriologische onderzoeken die hij erin beschreef zou, zo beweerde hij zelf later, 'hun ogen geopend hebben voor zaken waarvan zij geen idee hadden'.¹¹⁰ Op basis van de adviezen van de commissie werd in 1892 besloten tot oprichting van drie proefstations: in Groningen, Hoorn en Breda. De Vries' assistent J.W.C. Goethart, die aan de Rijkslandbouwschool had gestudeerd en in Göttingen was gepromoveerd, werd benoemd tot assistent voor de bacteriologische afdeling van het proefstation in Hoorn.¹¹¹ Eveneens in 1892 werd besloten Beijerinck te benoemen tot hoogleraar bacteriologie aan de Polytechnische School in Delft, waarschijnlijk door toedoen van Van Marken. Beijerinck eiste een hoog salaris en de bouw van een

nieuw laboratorium; beide eisen werden ingewilligd.¹¹² Beijerinck bleef tot zijn emeritaat in 1921 hoogleraar in Delft. In die jaren ontwikkelde hij de visie dat microbiologisch onderzoek zuiver wetenschappelijk moet zijn. Alleen door fundamentele vragen aan te pakken zou het vak de kennis kunnen leveren waarmee de maatschappij geholpen kan worden.¹¹³ Overigens duurde het tot de jaren twintig voordat ook elders hoogleraren bacteriologie werden aangesteld en De Vries' toekomstvisie zoals in *De Gids* uitgedragen echt werkelijkheid werd.

Vooruitgang door kennis

De overtuiging, uitgedrukt in zijn pleidooi voor de erkenning van de bacteriologie als zelfstandige wetenschap, dat wetenschap en praktijk samen moeten werken maar dat de onderzoeker de weg moet wijzen aan de toepasser, is ook in andere publicaties van De Vries uit deze periode terug te vinden. Eerder zagen we al dat hij in populaire lezingen betoogde dat plantenziekten alleen door wetenschappelijk onderzoek bestreden kunnen worden (blz. 92). In één van zijn opstellen over landbouwgewassen voor de Pruisische regering zet hij de praktische en de wetenschappelijke manier om problemen op te lossen tegenover elkaar. De eerste leidt volgens hem doorgaans direct tot resultaat, maar alleen voor het specifieke geval dat men onderzoekt. De tweede leidt niet direct tot resultaat, maar men kan verwachten 'dass er am Ende den Schlüssel zu der vollständigen und befriedigenden Lösung aller einschlägigen Fragen liefern wird'. Op elk gebied dat voldoende lang wetenschappelijk was onderzocht, was vroeg of laat resultaat geboekt.¹¹⁴ Met die opmerking had hij naadloos aangesloten op zijn leermeester Suringar, die in zijn rectorale rede uit 1868 had gesteld dat 'geen ongeduld, geen jacht naar resultaat' de drijfveren van een wetenschapper mogen zijn. 'Geregeld en natuurlijk ontwikkeld brengt de wetenschap hare vruchten van zelve en overvloedig voort'. In zijn onderzoek naar het mechanisme van de plantengroei lijkt De Vries uitsluitend door wetenschappelijke nieuwsgierigheid gedreven te zijn geweest. Verwijzingen naar mogelijkheden om de verworven kennis in te zetten voor praktische vraagstukken komen in zijn artikelen niet voor. Alleen wijst hij er soms op dat met behulp van de gepresenteerde kennis natuurlijke verschijnselen beter te begrijpen zijn, net zoals hij dat in zijn populariserende artikelen deed. Fundamentele vragen krijgen een antwoord, en of daarmee ook praktische vragen beantwoord zijn is niet van belang. Dat was niet de zorg van een wetenschapper maar van een ander: 'Bij zuiver wetenschappelijk onderzoek zal men altijd zien dat een practicus noodig is om er iets bruikbaar van te ma-

ken', schreef De Vries in 1891 aan zijn leerling Went, die toen net in Nederlands-Indië was aangekomen voor een onderzoek naar de sereh-ziekte bij suikerriet.¹¹⁵ Bij zijn bemoeienis met de verontreiniging bij de Rotterdamse waterleiding, de ziekten van bloembollen en de schimmelvorming in kaas had hij gehandeld volgens zijn overtuiging: hij had verkennende onderzoeken gedaan, faciliteiten beschikbaar gesteld, advies en steun gegeven, maar de eigenlijke onderzoeken aan anderen overgelaten.

Met zijn opvatting dat wetenschappelijke kennis de maatschappij belangrijke diensten kan bewijzen, stond De Vries beslist niet alleen. Onder Nederlandse intellectuelen leefde in de tweede helft van de negentiende eeuw sterk de gedachte dat de samenleving vooruitging, dat maatschappelijke problemen tot een oplossing kwamen en dat meer mensen in de welvaart gingen delen. Wetenschap en techniek speelden in die vooruitgang voor hen een prominente rol: die zorgden ervoor dat de wereld overstromd werd met nieuwe kennis en nieuwe producten. Kennis was kortom de motor van de vooruitgang. Hoe wetenschappelijk onderzoek georganiseerd moest worden, daarover bestonden echter verschillende opvattingen. De onderzoeker kon zich concentreren op een specifiek probleem en proberen daarvoor een oplossing te vinden; hij kon fundamenteel-theoretisch onderzoek doen en de verworven kennis beschikbaar stellen, in de hoop dat er in de praktijk iets mee gedaan zal worden; of de onderzoeker kon een tussenweg vinden, en bij verschillende onderzoeken een verschillende benadering hanteren. De Vries lijkt getuige het voorgaande het meest gezien te hebben in het als tweede genoemde uiterste.

Een ander punt bij de opvatting over de organisatie van het onderzoek was de rol die men de overheid toedacht: moest deze een actieve rol spelen of zich afzijdig houden? De openvolgende Nederlandse regeringen tijdens de negentiende eeuw volgden steeds een politiek van onthouding; alleen het wetenschappelijk onderwijs rekenden zij tot hun verantwoordelijkheden, het onderzoek niet. Wetenschappers probeerden steeds de overheden tot andere gedachten te brengen en legden daarbij de nadruk op nut en noodzaak van het opleiden van onderzoekers en het doen van onderzoek. De Vries' pleidooi voor erkenning van de bacteriologie past hierin perfect: zoals aangegeven meende hij dat de overheid in dit specifieke geval de taak had om bacteriologen op te leiden. Overigens zagen we ook dat De Vries vond dat de industrie, dus het particuliere initiatief, zich niet afzijdig mocht houden.

Ook over de wijze waarop wetenschappelijke kennis verspreid moest worden bestonden verschillende opvattingen. Wetenschappelijke, culturele en

maatschappelijke organisaties, standsorganisaties en andere belangengroepen hadden sinds het einde van de achttiende eeuw praktische kennis uitgedragen via cursussen, lezingen, tijdschriften en brochures. Deze bereikten echter alleen het min of meer geschoolde deel van de bevolking, niet de lagere klassen waar de problemen juist het grootst waren. Veel intellectuelen meenden aan het einde van de negentiende eeuw dan ook dat andere maatregelen noodzakelijk waren. Zij keken hierbij nadrukkelijk naar de verschillende overheden die met wetgeving het lot van de onderklassen zouden moeten verbeteren. Hoewel er door veel wetenschappers nog volop aan popularisering werd gedaan, was het enthousiasme ervoor toch minder dan eerder in de eeuw. Scholen en tijdschriften namen hun rol over en onderzoek doen werd voor hen belangrijker. Dat onderzoek werd steeds ingewikkelder en minder geschikt voor popularisering. Dat De Vries nog wel veel tijd aan popularisering besteedde kan ermee te maken hebben gehad dat botanische kennis gemakkelijker aan de gewone man is te brengen dan bijvoorbeeld natuur- of scheikundige kennis en dat de directe praktische toepasbaarheid ervan zichtbaarder is.¹¹⁶

Voor velen waren hun ideeën over vooruitgang, oplossen van maatschappelijke problemen, vormgeven van de samenleving en de rol van de overheid verbonden met hun politieke keuzes. Voor De Vries is moeilijk aan te geven waar hij in politiek opzicht stond. Duidelijke uitspraken over zijn voorkeur komen in zijn artikelen niet voor. Zijn vader is zonder moeite als liberaal te typeren, en De Vries zal van dit gedachtegoed zonder twijfel het een en ander meegekregen hebben. Binnen de familie was de politieke voorkeur van De Vries onbekend; eerder werd hij als a-politiek beschouwd. 'I do not think my uncle cares at all about politics', schreef De Vries' neef Reinout van Vloten in 1909 aan een vriendin in Amerika.¹¹⁷

Een afscheid en een kennismaking

Sinds zijn vertrek uit Würzburg naar Halle in april 1877 had De Vries steeds zijn gebruikelijke drukke correspondentie met Sachs onderhouden. Sachs was zeer verheugd geweest over De Vries' benoeming tot lector in Amsterdam en beschouwde hem nu veel meer als zijn gelijke. In plaats van het afstandelijke 'Hochverehrter Herr Doktor' was Sachs zijn brieven aan De Vries voortaan begonnen met 'Lieber Freund'. Ook De Vries' benoeming tot buitengewoon hoogleraar begroette hij heel hartelijk. Tegelijkertijd hoopte Sachs dat De Vries vroeg of laat toch nog eens een positie in Duitsland zou accepteren. Die hoop was niet ongegrond, want belangstelling uit het buitenland was er ze-

ker. In de zomer van 1878 stond De Vries op de voordracht voor de positie van hoogleraar botanie in Basel. Hij kreeg slechts één stem minder dan de andere kandidaat.¹¹⁸ Toen De Vries in 1881 werd benaderd door de Landwirthschaftliche Hochschule in Berlijn drong Sachs er bij hem op aan het aanbod aan te nemen, maar toen De Vries zijn benoeming tot gewoon hoogleraar in Amsterdam kreeg en het aanbod afsloeg, wenste Sachs hem toch van harte geluk.¹¹⁹

Sachs en De Vries ontmoetten elkaar weer in juli 1878. Vanwege zijn huwelijksaanzoek aan Wies Egeling verbleef De Vries in de buurt van Frankfurt en hij besloot naar Würzburg te reizen om zijn aanstaande bruid aan zijn leermeester voor te stellen. Het was een vrolijk bezoek; er werd heel wat afgelachen.¹²⁰ Spoedig werd het contact minder. Sachs schreef nog maar zelden. 'Hij had er geen opgewektheid meer voor', schreef De Vries later in zijn schrift met herinneringen. Zowel thuis als op het werk werd Sachs geplaagd door problemen. Zijn vrouw had al sinds 1870 tekenen van krankzinnigheid vertoond en haar toestand verslechterde nu aanmerkelijk. In 1880 werd zij in een gesticht opgenomen. Ook over de opvoeding van zijn beide kinderen had Sachs grote zorgen. 'Hij had daar niet den goeden tact voor', aldus De Vries. 'Zijn werk begon hem minder te interesseeren en de zorg voor zijn instituut en zijn onderwijs werd drukkender, vooral door de jalousie en de tegenwerking van zijn collega's'. Niet alleen door de botanici in Würzburg, maar ook door zijn collega's elders voelde hij zich miskend. Daarnaast maakte Sachs zich, zoals reeds jaren, veel zorgen om zijn gezondheid: hij voelde zich oud en zwak, en daarom sloeg hij ook een aanbod van de universiteit in Berlijn om daar hoogleraar te worden af. Zijn verslaving aan morfine ondermijnde zijn gezondheid nog verder. Na een tijdje schreef Sachs alleen nog maar wanneer De Vries hem een bijzondere gebeurtenis had gemeld, zoals zijn huwelijk (april 1879), de bouw van het nieuwe laboratorium in Amsterdam (zomer 1880), zijn benoeming tot gewoon hoogleraar (februari 1881) en de geboorte van zijn eerste kind (juli 1881). Spoedig hierna kwam de correspondentie geheel tot stilstand. Zij zouden elkaar ook niet meer zien.¹²¹ Hoewel De Vries Sachs als wetenschapper bleef bewonderen en zijn leven lang met genoegen aan hun samenwerking terugdacht, lijkt hij over het verloren contact toch niet erg rouwig geweest te zijn. 'In späteren Jahren war es nicht leicht mit Sachs auszukommen', vertelde De Vries aan het einde van zijn leven in een interview. Tijdens de zomervakanties die hij in Würzburg had doorgebracht, had hij steeds zijn uiterste best gedaan de verhouding met Sachs goed te laten verlopen, maar later was dit steeds moeilijker geworden: 'Später ist er sehr reizbar geworden'.¹²² Na Sachs' overlijden in 1897 wilde de universiteit van Würzburg graag De Vries als zijn

opvolger; Wilhelm Röntgen, hoogleraar natuurkunde en in de jaren zeventig in Würzburg goed bevriend met De Vries, bracht namens de universiteit die wens over. De Vries overwoog het aanbod aan te nemen maar bedankte ten slotte.¹²³

Tijdens het bezoek aan het laboratorium van Sachs in juli 1878 maakte De Vries kennis met Francis Darwin, zoon van Charles Darwin. Francis was in de voetsporen van zijn vader getreden en had zich ontwikkeld tot diens assistent. Op dat moment werkten zij samen aan een nieuw boek over de bewegingen van planten. Om met Sachs, dé autoriteit op dat gebied, van gedachten te wisselen en om experimenten te doen verbleef Francis die zomer enkele weken in het laboratorium in Würzburg. De Vries was zeer geïnteresseerd in Francis' werk. Zelf had hij in de zomer van 1872 bij Sachs de bewegingen van ranken en slingerplanten onderzocht en toen bewijzen gevonden ter ondersteuning van het onderscheid tussen de bewegingen van beide zoals Charles Darwin dat uiteen had gezet in diens artikel uit 1865: *The movements and habits of climbing plants*. Van de twee artikelen die De Vries over zijn onderzoek had geschreven voor de *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* had hij overgedrukt naar Charles Darwin gestuurd.¹²⁴ Die had ze gebruikt voor een herziene versie van zijn artikel dat in 1875 in boekvorm was verschenen.¹²⁵ In het voorwoord had hij de artikelen van de 'excellent observer' De Vries geroemd en gesteld dat zij 'ought to be carefully studied by every one interested in the subject'. In het boek had hij nog eens vijf keer naar het werk van De Vries verwezen. Die was met dit eerbetoon bijzonder ingenomen geweest, zoals hij Darwin had geschreven nadat hij een presentemplaar van het boek had ontvangen.¹²⁶ Minder te spreken was hij geweest over Darwins bewering dat het boek een herziene editie was van het tijdschriftartikel. 'Diese Auflage ist fast gar nicht umgearbeitet, und nur mit Bezugnahmen auf neuen Aufsätze stellenweise berichtigt', had hij enigszins teleurgesteld in zijn eigen exemplaar geschreven.¹²⁷

In het nieuwe boek waar vader en zoon Darwin aan werkten zouden de bewegingen van ranken en slingerplanten maar een klein onderdeel vormen; het boek zou over alle bewegingen van planten gaan. Vader en zoon waren ervan overtuigd enkele nieuwe inzichten te hebben ontwikkeld. Francis merkte tijdens zijn verblijf in Würzburg echter al snel dat het beter was zich tegenover Sachs gedeisd te houden met het ventileren van afwijkende opvattingen: Sachs was bijzonder kritisch over het werk van anderen en geloofde alleen wat hij zelf constateerde. Daarin was hij overigens niet de enige, zo merkte Francis. 'It seems to me that no German thinks much of other scientific men',

schreef hij zijn vader.¹²⁸ Hij voelde kennelijk dezelfde sfeer van onderlinge concurrentie als De Vries enkele jaren eerder. Sachs bleek geheel vervuld te zijn van de overtuiging dat de krommingen van ranken en slingerplanten op dezelfde manier ontstaan. ‘He wants to prove that tendrils and twiners behave in the same way’, schreef Francis zijn vader. ‘He thinks De Vries has not cleared everything up – the fact is as Sachs says himself’. Maar Sachs wist volgens hem niet goed waarover hij sprak: ‘Sachs has never worked at the twiners himself and has not thoroughly gone into the mechanical problems’.¹²⁹ Niet veel later kwam Sachs met bewijsmateriaal voor zijn stelling aanzetten. ‘Sachs came in much delighted the day before yesterday having found a number of shoots of *Menispermum* which had contracted into beautiful corkscrews, without having had any sticks grown therein, just as if they were tendrils. He seems to me to jump to conclusions rather, he seems to think now it will be perfectly easy to make out a good case for the similarity of tendrils and twiners’. Francis probeerde Sachs van diens ongelijk te overtuigen, zonder veel succes. ‘I expect I shall have to come here to work it out next summer. Sachs promises me a whole greenhouse full of the plants I want if I can come, but shall certainly go on with it at Down [het huis waar Charles Darwin woonde en vader en zoon hun experimenten uitvoerden]. It is Sachs’ idea, so that if it is to be any good it ought to be done here’.¹³⁰ De zomer van 1879 zou Francis inderdaad opnieuw in Würzburg doorbrengen, en opnieuw merkte hij toen dat hij zich zo onafhankelijk mogelijk van Sachs moest opstellen. Aan zijn vader schreef hij hoe Ernst Stahl, privaatchef, probeerde Sachs te ontlopen: ‘Stahl works entirely in his own room though many things he could do much better here, simply because he cannot stand being under Sachs in any way. He is very anxious to keep on perfect terms with Sachs and he finds the best way is only to see him when he (Stahl) is not working’.¹³¹

Op bezoek bij Charles Darwin

Francis Darwin en De Vries, die precies een half jaar in leeftijd verschilden, konden meteen goed met elkaar opschieten. Francis stelde De Vries zelfs voor om de volgende maand naar Engeland te komen om hem en zijn vader te bezoeken. Na zijn terugkomst in Nederland vertelde De Vries zijn grootmoeder Reuvens over de uitnodiging. Die maakte direct een royaal gebaar: zij bood aan de kosten voor de reis te betalen. En zijn broer Egbert mocht met hem mee.¹³² En zo reisde De Vries amper twee weken na de uitgenodiging al naar Engeland. Direct na aankomst in Londen schreef hij aan Charles Darwin wanneer hij langs kon komen. Darwin was echter net uit logeren gegaan en zou

voorlopig niet thuis zijn: 'I regret extremely that I left home yesterday before the arrival of your note (which was forwarded to me here) and that I do not return home for three weeks', zo was het teleurstellende antwoord. 'On some future occasion, I hope to have the pleasure of seeing you at Down'.¹³³ Maar De Vries gaf zich uiteraard niet snel gewonnen. Hij vroeg Darwin of het misschien mogelijk was hem op zijn logeeradres te ontvangen. En dat bleek te kunnen: 'We leave this place early on Monday, but go to the house of another relation which is near a station and therefore more convenient to you. From being out of health, my drive will tire me on Monday; but Tuesday, Wednesday or Thursday, or even Friday will suit me, and I shall be extremely glad to make your personal acquaintance'. De Vries koos voor woensdagmiddag 14 augustus. Het speet hem overigens wel dat hij Darwin niet in zijn eigen Down House kon bezoeken, 'want ik had gaarne niet alleen Darwin gesproken, maar ook de plaats gezien waar hij zoveel voor de wetenschap gedaan heeft', schreef hij grootmoeder Reuvens die hij van alle gebeurtenissen netjes op de hoogte hield.¹³⁴

In afwachting van het bezoek aan Darwin maakte De Vries van zijn verblijf in Engeland gebruik om met enkele andere vakgenoten kennis te maken. Hij bezocht een paar keer de botanische tuinen in Kew waar hij de directeur Joseph Dalton Hooker, een goede vriend van Darwin en een van de meest prominente plantensystematici van Engeland, en diens schoonzoon William Turner Thiselton-Dyer, eveneens botanicus, ontmoette. Verder bezocht De Vries John Scott Burdon-Sanderson in diens laboratorium in Kew Gardens. Hij was een van de weinige botanici in Engeland die zich met fysiologisch onderzoek bezighield. Op dat moment deed Burdon-Sanderson onderzoek naar de prikkelbaarheid van *Dionaea muscipula* (Venusvliegenvanger), dat De Vries vanwege zijn belangstelling voor insectenetende planten en voor het ontstaan van bewegingen door prikkels bijzonder interesseerde. Bij dit bezoek was De Vries in gezelschap van zijn Leidse leermeester Suringar, die op dat moment ook in Engeland verbleef.

Maar deze bezoeken konden nog niet in de schaduw staan van de ontmoeting met Darwin. 's Avonds na afloop terug in het hotel schreef hij zijn grootmoeder meteen een gedetailleerd verslag. 'Heden is het eigenlijke doel van de reis bereikt, en ik haast mij u te schrijven. Ik heb Darwin gesproken. Ik heb hem bezocht en ben zoo vriendelijk, ja zoo hartelijk door hem ontvangen, als ik mij in de verte niet had durven voorstellen'. Ook zijn verloofde Wies bracht hij direct op de hoogte. 'Het is merkwaardig zoo gauw als je met iemand op je gemak voelt als hij vriendelijk en hartelijk is', schreef hij haar. 'Hoe geheel an-

ders met Hooker en Dyer, die waren koud en lieten mij onverschillig, maar met Darwin heb ik werkelijk genoten en gevoel mij weer veel opgewekter dan de laatste dagen. Het is zoo'n genot te zien dat zoo iemand werkelijk belang in je stelt en dat wat je zoo gevonden hebt hem werkelijk iets schelen kan'. Het bezoek was overigens maar heel kort geweest. De Vries was omstreeks twee uur bij Darwins logeeradres (Abinger Hall bij Dorking, het huis van zijn zwager Thomas Farrer, zuidwestelijk van Londen) aangekomen. Daar had hij eerst met de aanwezigen kennisgemaakt en over van alles gepraat ('het buiten (dat zeer groot en prachtig is), de omstreken (ook zeer mooi), politiek, mijn reis, enz.'). Vervolgens had hij zich met Darwin teruggetrokken in de studeerkamer, waar ze hadden gesproken over verschillende botanische onderwerpen en hun Duitse vakgenoten, vooral over Sachs met wie Darwin zich zeer ingenomen toonde. 'Hij praat vreeselijk levendig en opgewekt en hartelijk, maar niet te ras en heel duidelijk', schreef hij Wies. En dat was een geluk, want het Engels beheerste De Vries lang zo goed niet als het Duits. 'Toen stelde hij mij voor wat in den tuin te gaan wandelen, wees mij allerlei planten waarvan wat te vertellen viel, en vertelde mij veel interessants'. Darwin kampte reeds tientallen jaren met een zwakke gezondheid en was snel vermoeid ('Hij loopt langzaam en niet zonder stok, en moet van tijd tot tijd stilstaan, is erg bang voor kou en moet in één woord vreeselijk op zijn gezondheid passen. ... Hij legt een voetkussen op een stoel eer hij er op gaat zitten, omdat hij hoofdpijn krijgt als hij laag zit – de arme man!'). Hij had dan ook erg tegen het bezoek van De Vries opgezien, zoals blijkt uit een brief aan Francis die hij die ochtend had geschreven: 'De Vries comes here today for three hours – the Lord have mercy on me'.¹³⁵ Na de wandeling in de tuin had Darwin nodig rust moeten nemen, maar hij had De Vries gevraagd nog even te blijven zodat hij later met de familie nog koffie kon drinken. De Vries had toen een tijdje met de zoon van de heer des huizes over het landgoed gewandeld. 'Aan de koffie was Darwin blijkbaar nog vermoeid, maar toch zeer opgewekt; hij liet zich allerlei van Holland vertellen, en vertelde mij van zijn reizen om de wereld. Toen het tijd werd om te vertrekken nam ik afscheid, en werd door het rijtuig van den heer Farrer naar het station gebracht'. Het was toen inmiddels vier uur geworden, zodat het hele bezoek ongeveer twee uur had geduurd. Darwin was achteraf heel tevreden: 'I liked De Vries very much', schreef hij enkele dagen later aan Francis. 'I hardly ever saw so modest a man'.¹³⁶

Na het bezoek bleef De Vries nog een week in Engeland. Francis, inmiddels teruggekeerd uit Würzburg, inviteerde hem voor een diner in de New University Club in Londen. Francis vertelde uitvoerig over de onderzoeken die hij bij

Sachs had verricht, onderzoeken die voor een groot deel dezelfde onderwerpen betroffen als die waar De Vries aan had gewerkt. ‘U kunt u dus licht begrijpen dat wij zeer veel punten van aanraking hadden, en dus spoedig vrij familiaar met elkander waren’, schreef De Vries aan grootmama. ‘Het was zeer gezellig om samen te praten over de kennissen die hij daar gemaakt had, en die ik ook kende, over de characters der verschillende professoren en privaatsdocenten enz., maar vooral over Sachs’.¹³⁷

De contractie van wortels

Tijdens het bezoek vroeg Darwin aan De Vries waar die de laatste tijd aan gewerkt had. ‘Nu trof het dat ik juist bezig ben aan een onderwerp dat hem zeer moest interesseeren’, schreef hij grootmama, ‘het kruipen van planten in den grond om zich tegen den vorst in den winter te beschermen. Dat gebeurt doordat de wortels zich verkorten’. Het verschijnsel was al door verschillende botanici opgemerkt. De Vries had het zelf waargenomen en onderzocht bij klaver en suikerbieten, tijdens zijn onderzoek in opdracht van het Pruisische ministerie van Landbouw. Nog maar een maand geleden had hij de wortelcontractie ook bij andere soorten onderzocht. Het onderwerp bleek Darwin inderdaad te interesseren. Hij had eens een opmerking gelezen dat contractie van wortels bij kiemplanten voorkomt en vervolgens enkele soorten gezaaid om het verschijnsel zelf te kunnen bestuderen. De zaden waren echter niet opgekomen. ‘Hij was nu zeer verheugd van mij te hooren dat ook grootere planten het doen, en dat het vrij algemeen voorkomt en een bepaald doel in ’t leven der plant (bescherming in den winter) schijnt te hebben’.¹³⁸ Tijdens een wandeling de volgende dag nam Darwin direct de proef op de som. Hij trok enkele wilde pastinaken uit de grond en zag aan de bovenste delen van de wortels duidelijk rimpels die zonder twijfel door samentrekking ontstaan waren. ‘How easy it is to see a thing when it once has been pointed out!’, schreef hij de volgende dag De Vries in diens hotel, en als bewijs stuurde hij een wortel van een pastinaak mee.¹³⁹

De Vries had de wortelcontractie niet bestudeerd om het evolutionaire aspect, dat Darwin interesseerde, maar vanwege zijn onderzoek naar de relatie tussen groei en turgor. Wortels bleken af te wijken van de regel dat weefsels zich samentrekken als zij water verliezen door uitdroging of onttrekking door wateraantrekkende stoffen. Zij verlengen zich juist bij de onttrekking van water, en trekken samen bij de opname van water. Uit experimenten die hij in de zomer van 1878 verrichtte, en voortzette in de zomer van 1879, concludeerde De Vries echter dat stengels en wortels op dit punt niet wezenlijk

van elkaar verschillen. Bij wateropname neemt de turgor zowel in wortelweefsel als in stengelweefsel toe, maar terwijl bij stengels de uitrekking vooral in de lengte en minder in de breedte plaatsvindt, vindt bij wortels de uitrekking alleen in de breedte plaats en worden de cellen in de lengte korter. Al eerder had hij geconstateerd dat de rekbaarheid van de wanden van één en dezelfde cel niet overal gelijk is. 'Doch zoover mij bekend is werd tot nu toe nog nooit een zoo groot verschil aangetroffen dat door toeneming van den turgor een kleiner worden der cellen in eene richting werd veroorzaakt. Hiertoe toch moet het verschil in rekbaarheid zoo groot zijn dat de contractie in één richting, die het natuurlijk gevolg is van de uitrekking in de richting loodrecht daarop, door een even groote uittrekkende kracht niet opgeheven kan worden', zo stelde hij in een artikel in de *Verslagen van de Akademie van Wetenschappen*. Nadat de contractie enige tijd geduurd had, kon zij niet meer ongedaan gemaakt worden. Ook oudere, uitgegroeide wortels verkorten zich niet meer. Er was net als bij andere weefsels groei opgetreden. In zowel zich samentrekkende als zich uittrekkende weefsels had de turgor dus dezelfde functie: uitrekking van de celwanden en het bevorderen van de groei. Contractie is slechts een bijzondere vorm van strekking, luidde De Vries' conclusie. Sachs' mechanische groeitheorie, namelijk dat een toenemende turgor wordt gevolgd door een toenemende intussusceptie, was met dit onderzoek opnieuw bevestigd. Maar ook de reductionistische visie van de moderne experimenteel werkende fysiologen had meer steun gekregen: twee ogenschijnlijk verschillende verschijnselen bleken door dezelfde fysisch-chemische wetten veroorzaakt te worden.

Uit het artikel in de *Verslagen* lijkt dat De Vries aanvankelijk gehoopt had een overeenkomst te vinden tussen de contractie van wortels en de samentrekking van spieren, dus tussen een botanisch en een zoologisch verschijnsel. Wortelcellen en spieren bleken namelijk allebei water op te nemen, korter, dikker en stijver te worden. De overeenkomst hield hiermee echter op. In een uitvoerig artikel over wortelcontractie in de *Landwirthschaftliche Jahrbücher* uit 1880 noemde De Vries deze overeenkomst mogelijk daarom maar niet. Wel ging hij in op een vraag die, zo meende hij, wellicht bij 'der denkenden Leser' was opgekomen, namelijk waardoor de ongelijke rekbaarheid van de celwanden wordt veroorzaakt. De Vries' meende dat het inzicht hierin nog ver weg lag, maar dat de oorzaken zonder twijfel gezocht moeten worden in 'die erblichen und physikalischen Eigenschaften des Protoplasma'. Met de 'denkende Leser' had hij waarschijnlijk zichzelf in gedachten. Uit ander onderzoek dat hij in deze jaren verrichtte, en dat straks nog zal worden besproken, blijkt dat

hij inmiddels nieuwsgierig was geworden naar wat zich afspeelt achter de mechanische, uitwendig zichtbare groeiverschijnselen.¹⁴⁰

Opnieuw: ranken en slingerplanten

Darwin en De Vries spraken ook over de krommingen die ranken en stengels van slingerplanten maken, het onderwerp dat Darwin in het begin van de jaren zestig en De Vries in 1872 had bestudeerd, en waar Francis Darwin die zomer bij Sachs aan had gewerkt. De Vries had destijds in zijn artikelen in de *Arbeiten des Botanischen Instituts* gesteld dat de krommingen van zowel stengels van slingerplanten als van ranken veroorzaakt worden door verschillen in lengtegroei van de tegenover elkaar gelegen zijden. In dat opzicht kwamen ze volgens hem geheel overeen met de krommingen van bladstelen en bladnerven die hijzelf eerder had onderzocht, en met de krommingen van wortels en horizontaal gelegde, zich oprichtende plantendelen die Sachs had onderzocht. Kromme groei is slechts een bijzonder geval van rechte groei. Het verschil is dat bij kromme groei de groeisnelheden van tegenover elkaar liggende zijden verschillend zijn en bij rechte groei precies gelijk. Voor Sachs' stelling dat alle krommingen opgevat moeten worden als door groeiverschillen veroorzaakte bewegingen had hij daarmee weer iets meer argumenten geleverd.

Hoewel hij in zijn *Climbing plants* uit 1875 De Vries' artikelen had geprezen, had Darwin Sachs' stelling betwijfeld. 'It is rash to differ from so great an authority', had hij met zijn karakteristieke voorzichtigheid geschreven, 'but I cannot believe that one at least of these movements – curvature from a touch – is thus caused'. Zijn voornaamste reden tot twijfel was de grote snelheid waarmee een dergelijke kromming tot stand kan komen. 'I have seen the extremity of a tendril of *Passiflora gracilis*, after being touched, distinctly bent in 25 seconds, and often in 30 seconds; and so it is with the thicker tendril of *Sicyos*. It appears hardly credible that their outer surfaces could have actually grown in length, which implies a permanent modification of structure, in so short a time. The growth, moreover, in this view must be considerable, for if the touch has been at all rough the extremity is coiled in two or three minutes into a spire of several turns'. Bij *Echinocystis lobata* (een komkommersoort) had Darwin iets waargenomen dat hem nog verder aan het twijfelen had gebracht. Hij had een dun stokje in aanraking gebracht met het uiterste puntje van een rank van de plant, dat zo kort was dat de rank zich slechts een kwart slag of hooguit driekwart slag om de stok kon wikkelen. Niettemin bleek na enkele uren dat de rank zich twee of drie keer om de stok had gewikkeld, 'apparently by an undulatory movement'. Aanvankelijk had Darwin, conform de opvatting van

Sachs, de oplossing gezocht in een toegenomen groei van de convexe zijde. ‘Black marks were therefore made, and the interspaces measured, but I could not thus detect any increase in length. Hence it seems probable in this case and in others, that the curvature of the tendril from touch depends on the contraction of the cells along the concave side’. Darwin putte voor zijn afwijkende mening steun uit de waarneming van zowel Sachs als De Vries dat wanneer de lengtegroei bij een kromming aan de convexe zijde gering is, de concave zijde kan samentrekken.¹⁴¹ Volgens Darwin was echter nog helemaal niet beslist wie gelijk had: ‘Why a delicate touch should cause one side of a tendril to contract we know as little as why, in the view held by Sachs, it should lead to extraordinarily rapid growth of the opposite side’. Darwin twijfelde niet aan de waarneming van De Vries dat er aanzienlijke lengtegroei plaatsvindt nadat een rank zich gekromd heeft. Maar deze groei kon volgens hem onafhankelijk van de eigenlijke kromming zijn.¹⁴²

Op het lezen van Darwins kritiek had De Vries ogenblikkelijk het boeteleed aangetrokken. ‘Ich muss gestehen dass Sie hier einen schwachen Punkt getroffen haben’, had hij Darwin in november 1875, na ontvangst van een presentemplaar van *Climbing plants*, geschreven. ‘Meine Versuche beweisen direct nur, dass diese Krümmungen [van ranken] gewöhnlich von einer Aenderung des Längenwachsthums begleitet sind, und ich gestehe dass es eine rein theoretische, für den speciellen Fall nicht bewiesene Auffassung ist dass ich diese Wachsthumsänderung im Eingang zu meiner Arbeit als die Ursache der Krümmungen hingestellt habe’. Hij was in zijn boetedoening zelfs nog een stuk verder gegaan: Darwins kritiek gold volgens hem voor alle ‘bis jetzt sogenannten Wachsthumskrümmungen in gleichem Maasse’.¹⁴³ De Vries was namelijk ook aan Sachs’ woorden gaan twijfelen. In de derde editie van zijn *Lehrbuch* uit 1873 had Sachs in het nieuwe hoofdstuk over groei ook de geotropische en heliotropische krommingen behandeld en geconcludeerd dat het mechanisme dat rechte groei bewerkstelligt (turgortoename – uitrekking van de celwanden – intussusceptie) voor groeikrommingen niet opgaat. Wanneer een eencellig organisme zich kromt moet, om het lengteverschil te krijgen, de convexe zijde sneller groeien dan de concave; volgens het groeimechanisme zou de turgor aan de convexe zijde dan groter zijn dan aan de concave zijde. Maar binnen één enkele cel is de turgor uiteraard op alle punten gelijk. De groei kan dus niet door een vergroting van de turgor vooraf zijn gegaan. Sachs meende dat wat voor één cel geldt, ook voor meercellige organen geldt: die zijn immers uit individuele cellen opgebouwd. Licht en zwaartekracht werken kennelijk op plantendelen in, oefenen een invloed uit op de

cellen en veroorzaken daarmee verschillen in lengtegroei, maar hoe dat gebeurt was volgens Sachs een raadsel. In zijn *Handbuch* uit 1865 had hij daar wel verklaringen voor gegeven, maar daarop was hij inmiddels teruggekomen.¹⁴⁴ Wilhelm Pfeffer, hoogleraar in Bonn, had tezelfdertijd onderzoek gedaan naar de krommingen van bladen en bladgewrichten, zowel van jonge, nog groeiende als oudere, uitgegroeide. Ook volwassen plantendelen maken namelijk krommingen onder invloed van licht, zwaartekracht of aanraking. Sachs had in zijn *Lehrbuch* een duidelijk onderscheid tussen beide gemaakt: in groeiende organen worden krommingen gevolgd door groei, in uitgegroeide organen niet. Deze krommingen-zonder-groei zouden volgens Sachs veroorzaakt worden door 'Zu- und Abfluss von Wasser, das heisst, durch wechselnden Turgor verschiedener, mit einander verbundenen Zellen', waarbij waarschijnlijk de ene zijde net zoveel water opneemt als de andere zijde verliest. Zij zijn niet blijvend en kunnen zich ook herhalen. Volgens Sachs waren de oorzaken van verschillen in turgescentie van tegenover elkaar liggende zijden trouwens net zo duister als de oorzaken van verschillen in groei.¹⁴⁵ Pfeffer had evenwel grote overeenkomsten tussen de krommingen van groeiende en uitgegroeide organen gezien en geconcludeerd dat in beide de toenemende turgor de oorzaak moet zijn.¹⁴⁶ Hij had zijn bevindingen in 1874 en 1875 gepubliceerd en mogelijk hadden die De Vries doen twijfelen aan zijn eigen, in overeenstemming met Sachs' ideeën geschreven conclusies van enkele jaren eerder.

De Vries lijkt geheel vervuld van de kwestie te zijn geweest: aan het probleem dat Darwin opwierp gaat hij namelijk geheel voorbij. Darwin had zich immers niet afgevraagd wat de fysiologische oorzaak van het ontstaan van een kromming bij een rank na aanraking is, maar hoe die kromming in mechanisch opzicht verloopt: in plaats van groei van de convexe zijde leek hem contractie van de concave zijde waarschijnlijker. In zijn brief terug aan De Vries had Darwin geprobeerd hem weer bij de les te krijgen: hij had gesuggereerd zijn experimenten met de ranken van *Echinocystis* eens te herhalen. 'This seems to me a point worthy of further investigation, and, if my measurements can be trusted, shows that the movement is not due to growth along the convex surface'.¹⁴⁷ Of De Vries de boodschap alsnog begrepen had blijkt niet, maar zeker is dat hij Darwins suggestie had willen opvolgen.¹⁴⁸ Noch de botanische tuin in Würzburg, waar De Vries op dat moment verbleef, noch de Hortus Botanicus in Amsterdam, waar hij eind 1877 kwam werken, hadden *Echinocystis* echter in cultuur, en het was de hortulani van beide tuinen niet gelukt om de plant (inheems in Noord-Amerika) te pakken te krijgen.

Na deze korte briefwisseling in november 1875 had De Vries Darwin niet

meer geschreven. Tijdens hun ontmoeting vroeg Darwin hem dan ook of hij nog verder aan de krommingen van ranken had gewerkt. De Vries vertelde hem over de plasmolytische methode die hij sindsdien had ontwikkeld, dat die methode heel geschikt was om het verschil tussen kromming door turgor-toename en kromming door groei te onderzoeken (zoals hij twee jaar eerder de relatie tussen turgor en groei bij lengtegroei had bestudeerd), maar dat het hem niet gelukt was de plant die Darwin had aanbevolen in handen te krijgen. Darwin had destijds de zaden van zijn *Echinocystis* ontvangen van zijn Amerikaanse vriend Asa Gray. Gray had zelf twintig jaren eerder met *Sicyos* geëxperimenteerd en naar aanleiding daarvan het artikel geschreven dat Darwin tot zijn onderzoek naar krommingen had aangezet. Darwin beloofde De Vries nog eens om zaden te zullen vragen. De volgende dag al maakte hij die belofte waar.¹⁴⁹

Van de zaden die De Vries van Gray ontving¹⁵⁰ kiemde er slechts één. De plant bleef klein en leende zich dus niet voor uitgebreide experimenten. Gray stuurde echter ook zaden van *Sicyos angulata*, eveneens een Noord-Amerikaanse komkommersoort waarvan de ranken net zo gevoelig zijn als van *Echinocystis*. Deze zaden kiemden goed en de planten groeiden uitstekend. Begin augustus 1879 kon De Vries eindelijk aan het werk en al na een week bracht hij Darwin op de hoogte van de eerste resultaten. 'The question was to decide whether the rapid curvations of the tendrils are caused by growth or by a change of the turgor in the cells', zo omschreef hij het doel van zijn experimenten (de kwestie waarover, zoals gezegd, Sachs en Pfeffer van mening verschilden maar die Darwin helemaal niet aangeroerd had). De Vries had ranken die in minder dan een uur na aanraking nog geen hele cirkel om een stok hadden afgelegd in een oplossing van 20% NaCl gebracht om met behulp van plasmolyse de turgor op te heffen. De kromming was na enige tijd geheel verdwenen. Hij meldde Darwin dan ook dat die gelijk had gehad: 'No appreciable growth had occurred on the upper side' (maar dat was dus geen bevestiging van Darwins vermoeden, want dan hadden de ranken aan de convexe zijde niet langer mogen zijn geworden!). Ranken die zich één- of tweemaal om een stok hadden gekromd, bleken in een zoutoplossing hun krommingen in mindere mate te verliezen. De kromming die door de toegenomen turgor was ontstaan, was dus door groei gefixeerd. 'You see, that the stimulus occasioned a change of the turgor of the cells, and that the growth is increased only in a secondary manner'. Hoewel de experimenten nog niet waren afgesloten, durfde De Vries zijn conclusie voor ranken al uit te breiden naar alle krommingen die bij planten voorkomen: 'It seems that by all curvations of growing plants the

turgor of the convex side is increased first, and that the increasing of the growth is only an effect of the increasing of the turgor. For they all loose their curvations more or less in the salt solution. So it is with the epinastical curvations of tendrils and of petioles, with the revolving and climbing movement of climbing plants, with the geotropical and heliotropical curvations of young stems, and with the geotropical curvations of the knots of grasses'.¹⁵¹ De Vries verschilde dus met Sachs van mening over de oorzaken van groeikrommingen, maar anderzijds toonde hij zich een trouw volgeling: hij geeft Sachs' theorie namelijk een wijdere geldigheid dan Sachs zelf had willen doen.

Darwin reageerde enthousiast: 'I thank you so much for your letter, which has interested me more than anything which I have read for a long time'. Zijn vraag of er bij een kromming nu sprake is van uitrekking of samentrekking was door De Vries weliswaar niet beantwoord, maar dat probleem lijkt hij zelf inmiddels geheel vergeten te zijn. Hij gaat geheel met De Vries mee, en claimt zelfs diens conclusie zelf eigenlijk al getrokken te hebben: 'I have gradually been coming to the opinion that in all the cases to which you refer, growth was preceded by a change in the turgescence of the cells, or by some such change; but then I had very little guidance, and my opinion was chiefly formed on general considerations, which are often deceptive'.¹⁵² Deze opmerking was beslist geen grootspraak. Al in juli 1878 had Darwin in een brief aan zijn zoon de gedachte uitgesproken dat 'in all growing parts there is an emptying of the cells of water on one side and turgescence on the other; the turgescence cells being in most cases retained in enlarged condition by intusception of matter or growth'. Het door Sachs gemaakte onderscheid tussen beweging met en zonder groei had hij toen ook gemaakt: 'But there may be the emptying of water without subsequent growth, and that this takes place when movement is required for a long period'.¹⁵³

Drie weken later schreef De Vries opnieuw aan Darwin met nieuwe bewijzen voor (nu) hun beider opvatting 'that the force of turgor is the true cause of the movements'. Van de bovenste zijde van ranken van *Sicyos* (dat wil zeggen: de kant die zich convex kromt) had hij de epidermis, het collenchym en de vaatbundels verwijderd. Aldus bewerkte ranken bleken nog steeds gevoelig te zijn voor aanraking. 'At all events the elastic tissues of the upper side are not necessary for the movements', zodat aangenomen moest worden dat aanraking de turgor in het parenchym doet toenemen. Om extra bewijs te krijgen had De Vries een soort omgekeerde plasmolyse toegepast: in plaats van water aan de ranken te onttrekken had hij water geïnjecteerd. Niet-aangeraakte ranken waren recht gebleven, maar bij ranken die wel aangeraakt waren en

zich al waren gaan krommen, was het aantal windingen aanmerkelijk toegenomen. Blijkbaar is de hoeveelheid water die onder normale omstandigheden door de cellen aan de convexe zijde wordt opgenomen slechts een fractie van de totale hoeveelheid die opgenomen kan worden. 'So it is the water absorbing power that plays the principal part in the growth and the movements caused by stimulus'. Deze resultaten gecombineerd met de resultaten van het onderzoek naar de contractie van wortels gaven naar De Vries' idee een volledig inzicht in het mechanisme van groei in al zijn verscheidenheid. 'Growth of cells and organs chiefly depends upon two causes: the extensibility of the cellwalls and the waterabsorbing power of the contents of the cells'. De rekbaarheid bepaalt welke vorm de cellen en de organen krijgen; vaak is die niet op alle plaatsen even groot, zodat cellen en weefsels op verschillende plaatsen ongelijk rekken en groeien. Het wateraantrekkende vermogen bepaalt hoe snel de groei verloopt; licht, zwaartekracht en de hoeveelheid water die aanwezig is beïnvloeden dit vermogen en zo alle krommingen en bewegingen die te onderscheiden zijn. De Vries eindigde zijn brief met de veronderstelling dat het wateraantrekkend vermogen van cellen en de rekbaarheid van celwanden gereguleerd worden door het protoplasma. Het waren dezelfde veronderstellingen die hij in zijn artikel over de contractie van wortels had geuit, maar terwijl hij daar niet verder op de zaak was ingegaan lichtte hij voor Darwin alvast een tipje op van de sluier die over het antwoord en zijn vervolgonderzoek lag: het wateraantrekkend vermogen 'is due to some substance in the vacuoles of the cells', schreef hij. 'I hope to be able to recognize the nature of this substance another year'.¹⁵⁴

Darwin reageerde opnieuw enthousiast, maar liet ook kritiek horen: hij vroeg zich af of het beeld dat De Vries nu voor zich krommende groepen van cellen had ontwikkeld ook geldig is voor zich krommende enkelvoudige cellen, daarmee Sachs' bezwaar tegen de geldigheid van de mechanische groeitheorie voor eencelligen herhalend. 'I imagine from your remarks that when an *Oscillaria* [een draadvormige alg, bestaande uit een reeks achter elkaar liggende enkelvoudige cellen] bends from side to side, you suppose that the movement depends on the opposite walls alternately becoming more extensile, together with the interior of the cells being in a state of turgescence'. Maar, en hier kwam hij terug op het punt waar hij hun discussie vier jaar geleden mee was gestart en hij dus toch nog niet vergeten was: 'Do you feel sure that the cell walls have not a power of contraction; for I could not avoid suspecting that they had this power, whilst observing the movements of *Drosera* and *Dionaea*'. Op subtiele wijze excuseerde hij zich vervolgens echter voor zijn kritiek en

betweterij: 'But the subject is a most difficult one and I heartily wish you success in your observations'.¹⁵⁵ De Vries stond nu even met de mond vol tanden: 'I am sorry to say that I have never studied them [*Oscillaria*] so exactly as to have an opinion on their mechanism, which seems to be very difficult to recognize', antwoordde hij. Of was het dat hij zijn conclusie nu in rook zag opgaan? Wat betreft het vermogen van celwanden om zich samen te trekken wilde De Vries maar gedeeltelijk met Darwin meegaan: 'I am quite sure that they often have this power, but only in cells that are extended by their turgescence. Such cells will contract by losing water'. Er is kortom geen samentrekking zonder voorgaande uitrekking, precies zoals Sachs' mechanische groeitheorie stelde. Voor wat betreft de bewegingen van *Drosera* vermoedde hij dat er sprake is van een interne waterverplaatsing: 'I suppose that the cells in the tentacles of *Drosera* are turgescient, and that those of the outer side draw water from those of the inner side; thereby the first ones will extend themselves, the last ones will contract'. En ook hier volgde hij de visie van Sachs, zoals eerder beschreven.¹⁵⁶

Opnieuw: Sachs versus Darwin

De resultaten van zijn onderzoek met *Sicyos* maakte De Vries nog in hetzelfde jaar 1879 bekend in een lezing voor de Akademie van Wetenschappen en een artikel in de *Botanische Zeitung*.¹⁵⁷ Het volgende jaar publiceerde hij ze in zowel de *Landwirtschaftliche Jahrbücher* als de *Verslagen en Mededeelingen van de Akademie van Wetenschappen*.¹⁵⁸ Het artikel in de *Jahrbücher* gaf De Vries een landbouwkundig tintje: het groeimechanisme legde hij uit met behulp van de bij zijn lezers zonder twijfel bekende eigenschap van graanhalmen om na te zijn neergeslagen zich te kunnen oprichten. Hoewel Darwin niet onvermeld bleef, was het vooral Sachs die door De Vries nog eens op een voetstuk werd gezet. De proeven met ranken toonden volgens hem namelijk aan 'dat de groeikrommingen zich op een zeer eenvoudige wijze aansluiten aan de door Sachs opgestelde theorie van den groei, want, is eenmaal de toeneming der turgorkracht als oorzaak der krommingen bekend, dan laat zich de verdere toedracht zonder moeite uit deze theorie afleiden'.¹⁵⁹

De artikelen die verschenen in de *Botanische Zeitung* en de *Landwirtschaftliche Jahrbücher* konden vader en zoon Darwin nog benutten voor hun nieuwe boek over plantengroei. Het kreeg de titel *The power of movement in plants*; in mei 1880 ging het manuscript naar de drukker en begin november was het boek gereed. Meermalen noemen zij het door De Vries vastgestelde mechanisme van toename van de turgor en daarop volgende fixatie door intussusceptie aan één zijde van een orgaan als de verklaring voor het ontstaan van groeikrommingen.¹⁶⁰

De Darwins voeren het mechanisme op ter ondersteuning van de belangrijkste stelling die zij in hun boek naar voren brengen. Alle groeiende onderdelen van een plant zouden een spiraalvormige beweging maken, net als slingerplanten doen maar dan veel minder opvallend. Telkens neemt een andere zijde van een orgaan in lengte toe, wat het gevolg is van een toename van de turgor. De meeste andere bewegingen van planten zijn ‘modified forms of circumnutation’ waarbij de turgor aan één zijde tijdelijk toe- of afneemt, hetzij door interne omstandigheden, hetzij door externe invloeden. Er zijn ook enkele bewegingen die geen variaties op de roterende beweging zijn, zoals krommingen die door aanraking ontstaan. Maar ook in die gevallen zou de kromming veroorzaakt worden door een toename van de turgor aan één zijde van het desbetreffende orgaan.¹⁶¹ Hoe een stimulus de toename van de turgor bewerkstelligt was de Darwins onbekend. Voor de wortels meenden zij in elk geval dat de prikkel niet direct inwerkt op de zone waar de turgortoenname plaatsvindt. Die ligt namelijk niet direct aan het puntje van de wortel maar enkele millimeters daarboven. De Darwins veronderstelden dat de prikkel vanaf de wortelpunt door ‘some influence’ wordt doorgegeven naar de hoger gelegen weefsels. De wortelpunt is overigens niet alleen gevoelig voor zwaartekracht en licht, maar is ook in staat obstakels te vermijden en plaatsen met grotere vochtigheid waar te nemen. ‘We believe that there is no structure in plants more wonderful ... than the tip of the radicle’, zo besloten de Darwins op intrigerende wijze hun boek. ‘It is hardly an exaggeration to say that the tip of the radicle ... acts like the brain of one of the lower animals; the brain being seated within the anterior end of the body, receiving impressions from the sense-organs, and directing the several movements’.¹⁶²

Charles Darwin had al ruim voor de publicatie van het boek verwacht dat Sachs heftig op deze stelling zou reageren. ‘He will swear and curse when he finds out that he missed [the] sensitiveness of [the] apex’, had hij Francis al tijdens diens eerste verblijf in Würzburg in 1878 geschreven.¹⁶³ Sachs reageerde inderdaad heftig, maar om een andere reden dan verwacht: hij wees het idee resoluut af. Volgens Sachs werkt een stimulus direct in op de weefsels die zich krommen door chemisch-fysische oorzaken. Het idee dat het ene deel van een plant ‘nadenkt’ voor een ander deel herinnerde hem aan de door hem versmaade vitalistische kijk op biologische processen. In het begin van de jaren zeventig had de Poolse botanicus Theodor Ciesielki al eens eenzelfde opvatting verkondigd. Sachs had toen diens experimenten herhaald en was tot andere conclusies gekomen. Na het verschijnen van *The power of movement* gaf hij zijn leerling Emil Detlefsen opdracht de experimenten van de Darwins te herha-

len. Ook die veegde de afwijkende mening prompt van tafel.¹⁶⁴ Sachs zelf schreef in zijn *Vorlesungen über Pflanzenphysiologie* uit 1882, de opvolger van zijn *Lehrbuch der Botanik*, dat vader en zoon Darwin tot hun ‘ebenso wunderlichen wie sensationellen Ergebniss’ waren gekomen ‘auf Grund ungeschickt angestellter und zudem falsch gedeuteter Versuche’. Het illustreerde volgens hem overduidelijk dat ‘nicht nur grosse Vorsicht, sondern auch langjährige Übung und alseitige Bekanntschaft mit pflanzenphysiologischen Dingen nöthig (ist), um nicht in die gröbsten Irrthümer zu verfallen’.¹⁶⁵

Al tijdens de bezoeken van Francis Darwin aan zijn laboratorium in de zomers van 1878 en 1879 had Sachs twijfels gekregen over het wetenschappelijke gehalte van het werk van vader en zoon. Die twijfels hadden toen echter niet zozeer de inhoud van hun opvattingen alswel hun werkwijze gegolden. Voor Sachs was het experiment het ideale onderzoeksmiddel. Bij zijn beoordeling van vakgenoten, zowel uit heden als verleden, hanteerde hij hun vermogen tot experimenteren doorgaans als het belangrijkste criterium. Werkelijk goed en gedegen experimenteel onderzoek kon in zijn visie alleen uitgevoerd worden in een goed uitgerust laboratorium, en de Darwins ontbeerden dat. Zij deden hun onderzoek gewoon thuis, in de plantenkas en in de studeerkamer, en gebruikten daarbij eenvoudige hulpmiddelen. In de ogen van Sachs waren de Darwins dan ook slechts goedwillende amateurs. Dit verschil tussen ‘professioneel’ onderzoek in een laboratorium en ‘amateuristisch’ onderzoek in de eigen woning kenmerkt het verschil tussen de Duitse en de Engelse wetenschappelijke traditie. De ‘gentleman of science’ en het ‘country-house experiment’ waren in Engeland geaccepteerde en serieus gewaardeerde verschijnselen. In Duitsland had het wetenschappelijk onderzoek zich al in de eerste decennia van de negentiende eeuw verplaatst naar instituten van universiteiten. Amateurs speelden geen wezenlijke rol meer. De in de *Vorlesungen* uitgesproken kritiek dat het de Darwins ontbrak aan de noodzakelijke uitgebreide, door jarenlange ervaring opgedane plantenfysiologische kennis valt eveneens terug te voeren op verschil in wetenschappelijke traditie. Terwijl in Duitsland al sinds het begin van de negentiende eeuw plantenfysiologisch onderzoek werd gedaan, had in Engeland het systematisch onderzoek steeds de bovenaan gevoerd. In eigen land werd *The power of movement* positief ontvangen: het was naar Engelse maatstaven op een serieuze manier tot stand gekomen en het was bovendien origineel en vernieuwend. Pas aan het einde van de eeuw zou het karakter van de Engelse botanie veranderen. In 1877 werd het eerste plantenfysiologische laboratorium aan een Engelse universiteit ingericht door Sidney Vines, naar voorbeeld van het laboratorium van Würzburg waar Vines

het jaar daarvoor had gewerkt. Francis Darwin zou in 1884, na het overlijden van zijn vader, in dit laboratorium gaan werken en in 1888 Vines als docent opvolgen.¹⁶⁶

Kritiek op het boek van vader en zoon Darwin kwam er ook van de al genoemde Wilhelm Pfeffer en bovendien van Julius Wiesner, hoogleraar botanie in Wenen. Pfeffer nam zijn kritiek op in zijn leerboek voor fysiologie dat in 1881 verscheen, Wiesner wijdde er een afzonderlijk boek aan. Wiesner zond Charles Darwin een presentemplaar met de excuserende verzekering ‘dass nur die Erfahrung der Wahrheit mich zu dieser Arbeit antrieb’.¹⁶⁷ Nog zonder een letter in het boek gelezen te hebben trok Darwin het boetekleed aan, niet voor wat betreft de fundamentele stelling dat ‘various classes of movement result from the modification of a universally present movement of circumnutation’, maar zijn opvatting dat toenemende turgor de oorzaak van beweging is: ‘I adopted De Vries’ views as seeming to me the most probable, but of late I have felt more doubt on this head’.¹⁶⁸ Darwin voelde terecht nattigheid. Wiesner had de proeven die De Vries en de Darwins hadden verricht herhaald en was tot de conclusie gekomen dat zij de nuances over het hoofd hadden gezien. Wiesner stelde dat groei niet bestaat uit een reeks ‘hintereinander liegenden Acten’, waarvan de toename van de turgor de eerste is, maar uit ‘gleichzeitig sich vollziehenden Processen’. ‘Ich meine: die Intussusception und was überhaupt zum Wachsthum führt folgt nicht erst der Turgorausdehnung, sondern begleitet sie constant, aber anfänglich in untergeordnetem Masse’. Uit proeven was gebleken dat wanneer niet alle voorwaarden voor groei aanwezig zijn (zoals een minimale temperatuur en voldoende zuurstof) er wel toename van de turgor maar geen groei plaatsvindt. Zijn conclusie was dan ook dat ‘die Turgorausdehnung blos ein Attribut des Längenwachsthums ist, nicht aber, wie von Darwin angenommen wird, in den ersten Wachsthumstadien das allein für das Wachsthum massgebende Moment bildet. Vielmehr muss angenommen worden dass das Wachsthum von Beginne an eine Combination mehrerer gleichzeitig wirkender Prozesse bilde, von denen allerdings der Turgor anfänglich vorherrscht’. De krommingen die de Darwins hadden onderzocht moesten derhalve als ‘wahre Wachsthumsbewegungen’ opgevat worden.¹⁶⁹

Toen hij Wiesners boek (met grote moeite vanwege het gecompliceerde Duits en zijn zwakke gezondheid) uitgelezen had, bedankte Darwin de auteur op de voor hem karakteristieke bescheiden manier voor de hoffelijke wijze waarop hij door hem werd neergesabeld. Daar konden veel anderen een voorbeeld aan nemen ‘for the coarse language often used by scientific men to-

wards each other does no good, and only degrades science'.¹⁷⁰ Aan Francis schreef hij over Wiesner: 'He vivisects me in the most grievous terms, but most effectively'. Maar bedenkingen over die manier had hij wel, zo vertrouwde hij zijn zoon toe: 'It is a great comfort that he has repeated almost all our experiments and finds our statements correct, but it is almost laughable how different an interpretation he puts on every single case. Without intending it he is unfair in some cases by ignoring many experiments and selecting every certain ones from which to deduce his results'.¹⁷¹ Darwin herzag zijn mening echter niet. Vanwege zijn gezondheid kon hij het onderzoek niet opnieuw ter hand nemen. Hij overleed enkele maanden later, in april 1882.

Wiesners kritiek dat turgor en groei niet noodzakelijk in elkaars verlengde liggen bereikte op de een of andere manier ook De Vries. In een publicatie uit 1889 verdedigde De Vries zich door op te merken dat hij reeds in zijn *Habilitationschrift* uit 1877 had gesteld dat 'der Turgor ... nicht die einzige oder auch nur die erste Ursache des Wachstums sei'. In zijn *Habilitationschrift* had hij namelijk twijfels geplaatst bij Sachs' stelling dat door volledige verzadiging met water de celwand 'befähigt wird' voor intussusceptie. Het onderscheid tussen wel en niet door turgor beïnvloede groeiverschijnselen zou zo zeer gecompliceerd kunnen worden. Verder uitgewerkt had De Vries deze (in een voetnoot vermelde) bedenking echter niet.¹⁷² Ook na Wiesners boek gelezen te hebben ging De Vries er niet verder op in. Op dat moment was hij namelijk al een stuk verder gevorderd op zijn weg om het proces van groei te doorgronden: nu hij had vastgesteld dat intussusceptie wordt veroorzaakt door toenemende turgor, was hij (zoals hij aan Darwin had geschreven) op zoek gegaan naar wat op zijn beurt de toenemende turgor veroorzaakt. Daarbij was zijn blik van de buitenkant van de plant verschoven naar de binnenkant. En daarmee had hij de hem inmiddels zo vertrouwde natuurkundige fysiologie verlaten en was zijn werk meer chemisch-fysiologisch van aard geworden. Sachs' mechanische groeitheorie was daarbij goeddeels uit het zicht verdwenen. Om diezelfde reden haakte De Vries ook niet in op Darwins idee dat vrijwel alle bewegingen in het plantenrijk terug zijn te voeren op de roterende beweging die elke plant voortdurend maakt, ook al sprak het hem bijzonder aan zoals hij Darwin schreef na ontvangst van een presentexemplaar van *The power of movement*.¹⁷³

De oorzaak van de turgor

Tijdens het onderzoek met *Sicyos* had De Vries al een vermoeden gekregen in welke richting hij de oorzaak van de turgor moest zoeken. Aan zijn vriend Moll

had hij op 10 september 1879, na de afsluiting van zijn experimenten voor dat jaar, geschreven: 'Ik ben nu zoover dat ik weet dat prikkels de afzondering van osmotisch werkzame stoffen in het celvocht bespoedigen, al de rest is hiervan het gevolg. Zoover mijn proeven toelaten te oordeelen berust eigenlijk de groei in 't algemeen eenvoudig op een voortdurende afzondering van zulke stoffen, daardoor trekken de cellen steeds meer water aan en vergrooten zich, rekken de wanden uit en groeien dus. Zwaartekracht, licht en prikkels versnellen dit proces tijdelijk aan ééne zijde; dit veroorzaakt de kromming. Als je 't zoo ziet, spreekt het eigenlijk vanzelf. De aanmaak van wateraantrekkende stoffen door het protoplasma zou dus de eigenlijke motor van de plantengroei zijn, en het natuurkundig mechanisme van druk, uitrekking en opvulling zou een chemische oorzaak hebben. Welke stoffen voor de aantrekking van water verantwoordelijk waren had De Vries toen eveneens al bedacht: 'De zuren in de planten dienen voor den turgor. Want als een rank geprikkeld wordt zijn er geen andere stoffen denkbaar die zoo snel in de cellen afgezonderd zouden kunnen worden als zuren. Eveneens bezorgen de zuren den groei, de geotropie, de heliotropie, enz. enz. Natuurlijk ook de worteldrukking. Waarschijnlijk ook 't etiolement. Het heeft mij zoo lang gehinderd dat ik niet wist waarvoor plantenweefsel toch altijd zuur is, dat ik nu zeer verheugd ben tenminste een goede reden gevonden te hebben. Ik hoop den volgenden zomer de stelling te kunnen bewijzen'.¹⁷⁴

De Vries had zich al eens eerder met plantenzuren beziggehouden, namelijk in zijn polemieken met Adolf Mayer in 1876. Mayer had destijds de stelling verdedigd dat in de bladen van vetplanten (en mogelijk ook andere planten) CO₂ in het donker wordt opgeslagen in de vorm van plantenzuren die overdag (onder invloed van licht) worden ontleed waarbij onder andere zuurstof ontstaat. De Vries had het bestaan van plantenzuren en hun periodiek toe- en afnemen erkend, maar heftig bestreden dat zij een rol zouden spelen bij de koolzuurassimilatie. Welke rol zuren dan wel spelen in het plantenleven wist hij, tot zijn ergernis, toen echter niet aan te geven. Geen wonder dus dat hij zo verheugd was nu een antwoord gevonden te hebben. Hij was zelfs zó zeker van zijn zaak dat hij zijn mening al eind 1879, zonder experimenteel verkregen bewijs, publiceerde in de *Botanische Zeitung*. 'Die Pflanzensäuren sind die Träger der Turgorkraft', stelde hij zelfverzekerd. 'Sie werden unter der Herrschaft des Protoplasma aus den aufgenommenen Nährstoffen und dem Sauerstoffe zu diesem Zwecke gebildet'. De Vries gaf vervolgens elf argumenten ter ondersteuning van zijn opvatting, ontleend aan de literatuur en eigen onderzoek. Met enig aplomb stelde hij dat hij besloten had het onderwerp ex-

perimenteel te gaan onderzoeken om daarmee de 'bisherigen vagen Betrachtungen' terzijde te schuiven en 'die bisher so dunkle Rolle der Pflanzensäuren' op te helderen.¹⁷⁵ Ook in de beschrijving van zijn proeven met de ranken van *Sicyos* in de *Verslagen en Mededeelingen* van de Akademie van Wetenschappen stelde hij zelfverzekerd dat het zijn plan was 'de juistheid mijner hypothese zoodra mogelijk aan proeven te toetsen, en te trachten omtrent de betekenis der organische zuren in het algemeen experimenteel zekerheid te erlangen'.¹⁷⁶

Van onderzoek kwam in de zomer van 1880 echter niets. De bouw van het laboratorium, het schrijven van het *Leerboek der plantenkunde* en het uitwerken van zijn experimenten van het voorgaande jaar namen hem geheel in beslag. Wel bestudeerde hij de literatuur over de stofwisseling bij planten, daarbij in het bijzonder lettend op de rol van zuren.¹⁷⁷ In de zomer van 1881 onderzocht hij het 's nachts verschijnen en overdag verdwijnen van plantenzuren in vetplanten. Hij kwam tot de conclusie dat deze planten als groep een uitzondering in het plantenrijk vormen. Alle plantensoorten, zeker zo lang zij nog groeien, vormen zowel overdag als 's nachts zuren en in alle soorten worden de zuren, zowel overdag als 's nachts, omgezet en geneutraliseerd. Bij meer licht en een hogere temperatuur (dus overdag) verloopt deze omzetting aanmerkelijk sneller. De omzetting houdt steeds gelijke tred met de productie; plantensappen zijn slechts zeer zwak zuur. Vetplanten echter hebben de afwijkende en unieke eigenschap dat zij 's nachts de productie van zuren opvoeren, waarbij het tempo van de omzetting aanzienlijk wordt overstegen. Een ophoping van zuren is het gevolg. De verhoogde productie wordt op gang gebracht door het licht dat overdag op de bladen is gevallen. Vetplanten die overdag in het donker waren gehouden, bleken de volgende nacht geen zuren te produceren. Bij een hogere nachttemperatuur bleek wel de omzetting, maar niet de productie sneller te verlopen. De temperatuur had op de verhoging van de productie dus geen invloed. De Vries schreef twee artikelen over het onderwerp en daarin herhaalde hij nog eens hetgeen hij in 1876 in zijn discussie met Mayer had beweerd: plantenzuren zijn geen tussenfasen in de omzetting van CO₂ in zuurstof. De afbraak van plantenzuren is volgens hem geen reductie- maar een oxydatieproces waarbij CO₂ en water ontstaan. Het ontstaan CO₂ wordt door de bladgroenkorrels omgezet in zuurstof. De omzetting van zuren vindt ook in het donker plaats en is dus onafhankelijk van licht. Met de fotosynthese had dit chemische proces zeer beslist niets te maken.¹⁷⁸

De wisselende concentraties van zuren in de bladen van vetplanten bepaalde De Vries met behulp van titraties. Waarschijnlijk kwam hij daarbij tot de conclusie dat de zuren in zo geringe mate aanwezig zijn dat zij onmogelijk al-

leen verantwoordelijk kunnen zijn voor de turgor. In de zomer van 1882 probeerde hij namelijk te achterhalen welke stoffen in het celsap nog meer bijdragen aan de turgor en wat het aandeel van deze stoffen afzonderlijk in de turgor als geheel is, niet alleen bij vetplanten maar ook bij andere soorten. Die vragen waren niet eenvoudig te beantwoorden. De samenstelling van het celsap verschilde namelijk van soort tot soort. Bovendien kon zij per dagdeel variëren, zoals bij vetplanten. Het was daarom noodzakelijk om van elke plantensoort afzonderlijk te bepalen wat de chemische samenstelling van het celsap is, wat het wateraantrekkende vermogen van de gevonden stoffen elk afzonderlijk is en wat het wateraantrekkende vermogen van het celsap als geheel is. De plasmolyse vormde een uitstekend middel om het wateraantrekkend vermogen te bepalen. Immers, bij plasmolyse is de uittreding van water (exosmose) sterker dan de intreding (endosmose). Pogingen om via microscopisch onderzoek van cellen het wateraantrekkend vermogen van het celsap en afzonderlijke stoffen in oplossing te bepalen leverden echter grote moeilijkheden en onnauwkeurige gegevens op. De Vries nam daarom zijn toevlucht tot een methode die hij ruim tien jaar eerder bij het onderzoek voor zijn proefschrift had gehanteerd: hij splitste jonge, snelgroeïende stengels en bladstelen in vier overlangse delen en legde deze in de te onderzoeken vloeistoffen. Als de stengeldelen zich aan de zijde van de epidermis concaaf kromden betekende dit dat de parenchymcellen water opnamen (de epidermis en vaatbundels hadden niet of nauwelijks het vermogen water op te nemen) en dat het wateraantrekkend vermogen van de inhoud van de cellen sterker was dan van de oplossing. Kromden de stengels zich aan de zijde van de epidermis convex, dan werd water aan de parenchymcellen onttrokken en was het wateraantrekkende vermogen van de oplossing sterker dan van de inhoud van de cellen. Vond er geen kromming plaats, dan waren de wateraantrekkende vermogens van de oplossing en de inhoud van de cellen gelijk. De Vries doopte dergelijke concentraties met gelijke aantrekkingskrachten 'isotonisch' (isos = gelijk, tonos = spanning). Om de wateraantrekkende vermogens van oplossingen met elkaar te kunnen vergelijken nam De Vries KNO_3 (kaliumnitraat, of kaliumsalpeter volgens de toenmalige benaming) als referentiestof. Eerdere proeven hadden hem geleerd dat een KNO_3 -oplossing een hoge diffusiesnelheid bezit en al bij lage concentraties resultaat geeft. Stengeldelen die in de te onderzoeken oplossingen hadden gelegen, bracht hij in KNO_3 -oplossingen van verschillende concentraties. De concentratie waarbij geen verdere kromming optrad was isotonisch met de concentratie van de te onderzoeken stof: zij hadden hetzelfde wateraantrekkende vermogen. Of de stengeldelen zich

wel of niet kromden bepaalde hij eenvoudig op het oog door vergelijking met getekende cirkels. De concentratie KNO_3 die isotonisch was met de onderzochte stof noemde De Vries de ‘salpeterwaarde’ van die stof.¹⁷⁹

Deze ‘weefselspanningsmethode’ (zo genoemd vanwege het spanningsverschil tussen het turgescente parenchym en de passieve epidermis en vaalbundels) had enkele nadelen. Zo kon zij vanwege het gebruik van jonge, snelgroeiende stengels alleen in het voorjaar en in de zomer toegepast worden. Door de dikte van de stengeldelen drongen de onderzochte stoffen bovendien niet overal even snel door. Ten slotte liet de methode niet toe het wateraantrekken- de vermogen van zuren te onderzoeken, aangezien deze het protoplasma te veel aantasten.¹⁸⁰ Na lang experimenteren lukte het De Vries toch met zijn oorspronkelijk gehanteerde methode betrouwbare resultaten te krijgen. Hij bracht dunne plakjes weefsel eerst in een oplossing van een te onderzoeken stof die een zodanige concentratie had dat er duidelijk zichtbaar onder de microscoop plasmolyse optrad. Hiervan maakte hij, met behulp van een camera lucida, een tekening. Vervolgens plaatste hij hetzelfde weefsel in KNO_3 -oplossingen van verschillende concentraties en vergeleek dan de eerdergemaakte tekening met het preparaat onder de microscoop. Per cel noteerde hij of de plasmolyse toenam, afnam of gelijk bleef. De concentratie van de KNO_3 -oplossing die de minste verandering te zien gaf was isotonisch met die van de onderzochte stof.¹⁸¹ Het grote voordeel van deze ‘plasmolytische transportmethode’ was dat steeds dezelfde cellen met elkaar vergeleken werden. Door het lange verblijf in de zoutoplossingen werden de cellen echter minder gevoelig en konden zij zelfs sterven. De beste resultaten kreeg De Vries met een variant op deze methode die hij de ‘plasmolytische vergelijkmethode’ noemde. Hierbij waren de weefsels die in de te onderzoeken oplossing en de KNO_3 -oplossing werden gebracht verschillend, maar wel afkomstig van dezelfde plant en hetzelfde orgaan en dus goed vergelijkbaar. Verder ging De Vries hierbij niet uit van een duidelijk zichtbaar en reeds gevorderd stadium van plasmolyse maar van het moment waarop de plasmolyse net is ingetreden. Het toe- of afnemen van de plasmolyse in de ene oplossing ten opzichte van de andere oplossing was hiermee veel eenvoudiger te bepalen. Slechts een beperkt aantal weefsels van een beperkt aantal planten bleek voor beide methoden geschikt te zijn. Een belangrijke voorwaarde was een gekleurde celinhoud zodat het gemakkelijk te zien was of de celinhoud zich wel of niet van de celwand had losgemaakt. Verder moesten alle cellen tegelijkertijd plasmolyseren. Ook moesten de cellen vrij groot zijn om een goede waarneming mogelijk te maken. Na lang zoeken bleken slechts bepaalde groepen epidermiscellen van *Curcuma rubicaulis* (Geel-

wortel), *Tradescantia discolor* (nu *Rhoeo spathacea*) en *Begonia manicata* (*Begonia*) bruikbaar te zijn. De Vries noemde deze soorten 'indicatorplanten' aangezien ze bij zijn experimenten dezelfde rol vervulden als de indicatoren die bij een titratie het omslagpunt aangeven.¹⁸²

Aanvankelijk gaf De Vries de concentraties van de oplossingen waarmee hij werkte aan met hun 'equivalentgewichten': de relatieve massa stof die zich in een reactie met een andere stof verbindt. Ook de salpeterwaarden van de KNO_3 -oplossingen en de isotonische oplossingen van andere stoffen drukte hij in equivalenten uit. Toen hij zijn experimenten, uitgevoerd volgens de 'weefselspanningsmethode', al had voltooid, leerde De Vries de concentraties om te rekenen naar molariteiten. In de salpeterwaarden verscheen toen een opmerkelijk patroon. Alle oplossingen die hij had onderzocht bleken waarden te hebben die zich verhieldden als $1 : 1\frac{1}{2} : 2 : 2\frac{1}{2}$, of omgerekend naar gehele getallen $2 : 3 : 4 : 5$ waarbij het getal 3 overeenkwam met de referentiestof KNO_3 . De Vries vermoedde al snel dat deze regelmaat veroorzaakt werd door de chemische samenstelling van de onderzochte stoffen. In de winter van 1882-1883 kreeg hij zijn vermoeden bevestigd na een nieuwe reeks bepalingen van salpeterwaarden, ditmaal met behulp van de 'transportmethode', maar vooral met de betrouwbaardere 'vergelijkingsmethode'. Alle stoffen die hij onderzocht (en dat konden er dankzij de nieuwe methoden heel wat meer zijn dan eerst) konden aan een van de vier verhoudingsgetallen worden gekoppeld. De Vries gaf deze getallen de naam 'isotonische coëfficiënten'. Oplossingen van organische, metaalvrije verbindingen hadden de coëfficiënt 2. Zouten met één, twee en drie alkalimetaal-ionen (bij de onderzochte stoffen alleen natrium en kalium) hadden coëfficiënten van respectievelijk 3, 4 en 5. Zouten met één en twee aardalkalimetaal-ionen (bij de onderzochte stoffen alleen magnesium en calcium) hadden coëfficiënten van respectievelijk 2 en 4. De coëfficiënten van de onderzochte stoffen bleken optelsommen te zijn van de relatieve wateraantrekkende vermogens van de afzonderlijke ionen waaruit de moleculen zijn opgebouwd. Een ion van een aardalkalimetaal had de coëfficiënt 0 (dus geen wateraantrekkend vermogen), een ion van een alkalimetaal de coëfficiënt 1 en een zuurrestion de coëfficiënt 2. Zo had KNO_3 een coëfficiënt van $1 + 2 = 3$, KOOC-COOK (kaliumoxalaat) een coëfficiënt van $(1+1) + (1+1) = 4$, en $\text{K}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ (kaliumcitraat) een coëfficiënt van $(3 \times 1) + 2 = 5$. Als eenheid van wateraantrekkend vermogen stelde De Vries $\frac{1}{3}$ van de aantrekkingskracht van een molecuul KNO_3 .¹⁸³

Door het aandeel van een stof uit het celsap, vastgesteld bij de chemische analyse van het sap, te vermenigvuldigen met de bijbehorende isotonische

coëfficiënt verscheen op eenvoudige wijze het aandeel in de totale turgorkracht. Het bleek dat in snel groeiende plantendelen het aandeel van plantenzuren en daarvan afgeleide zouten ongeveer de helft bedroeg. In bijna en in geheel uitgegroeide plantendelen was dit aanzienlijk minder; een deel van de zuren is dan omgezet in voedingsstoffen, terwijl van de rest de concentratie is afgenomen vanwege de volumetoename van de cel. Van de andere stoffen bleek glucose de voornaamste bijdrage aan de totale turgor te leveren: 10 tot 25%; in de groeiende bladstelen van *Heracleum sphondylium* (Gewone bereklauw) echter was het aandeel wel 50-60%, in de bloembladen van de Roos zelfs 80%. Anorganische zouten, die meestal maar weinig in plantensappen voorkomen, bleken slechts in zeer geringe mate aan de turgor bij te dragen. Uitzonderingen waren onder andere KNO_3 , dat in de stengeltop van *Helianthus tuberosus* (Aardpeer) 40% van de turgor op zich neemt, en kaliumchloride, dat in bladstelen van *Gunnera scabra* ruim 50% van de turgorkracht levert. Al deze stoffen werden voor een deel in de cellen gevormd en voor een deel, en soms voor een groot deel, kant en klaar door de wortels opgenomen. Opvallend was dat steeds één stof ongeveer de helft van de turgorkracht bepaalde en dat deze stof genusgebonden was: bij *Rheum* (rabarber) was het oxaalzuur, bij *Rochea* en verwante geslachten appelzuur en bij *Heracleum* suikers.¹⁸⁴ Deze resultaten betekenden overigens dat De Vries zijn stelling dat alleen plantenzuren verantwoordelijk zijn voor de turgor moest opgeven. In de publicatie van zijn onderzoeksresultaten uit de jaren 1881-1883 gaf hij, zonder schroom, toe dat hij het enkele jaren eerder bij het verkeerde eind had gehad.¹⁸⁵

De theorie van de verdunde oplossingen

In zijn *Habilitationsschrift* uit 1877 had De Vries geprobeerd voor enkele planten vast te stellen hoe groot de absolute druk is die de celinhoud uitoefent op de celwand. Voor drie verschillende soorten had hij waarden van $6\frac{1}{2}$, $4\frac{1}{2}$ en 3 atmosfeer verkregen.¹⁸⁶ De isotonische coëfficiënten gaven volgens De Vries nu een nieuw middel om de druk te bepalen. Hij rekende de concentraties KNO_3 , waarbij in de onderzochte soorten plasmolyse optreedt (dus de druk geheel verdwijnt) om naar de concentratie van 1% KNO_3 , aldus de osmotische druk van deze stof verkrijgend. Deze lag op ongeveer 2,4 atmosfeer. Wilhelm Pfeffer had enkele jaren eerder de osmotische druk van enkele stoffen berekend met behulp van een zelfgeconstrueerde osmometer. Hij had 1%-oplossingen gescheiden gehouden van zuiver water door kunstmatig verkregen semipermeabele membranen, die wel water maar geen andere stoffen doorlaten, en bepaald hoe groot de waterkolom is die de oplossingen kunnen dragen (of,

anders gesteld, hoe groot de hydrostatische druk is waarbij verhinderd wordt dat er door de osmotische druk water door het membraan naar de oplossing vloeit). Hij had voor een 1% KNO_3 -oplossing een druk van 2,3 atmosfeer verkregen. Volgens De Vries moesten de waarden die Pfeffer had vastgesteld te laag zijn. De gebruikte membranen waren namelijk niet geheel impermeabel voor opgeloste stoffen. Berekeningen met behulp van de isotonische coëfficiënten van KNO_3 en die van andere stoffen waarvan Pfeffer de druk had bepaald bevestigden dit vermoeden: De Vries kwam uit op 3,2-3,6 atmosfeer. De osmotische druk varieerde dus van 2,3 tot 3,6 atmosfeer. 'Um eine runde Zahl zu wählen' (!) stelde hij de osmotische druk op 3. Aangezien de isotonische coëfficiënt van KNO_3 eveneens 3 was, kwam de gedefinieerde eenheid voor water aantrekkend vermogen ($\frac{1}{3}$ van de aantrekkingskracht van een molecuul KNO_3) overeen met 1 atmosfeer. Deze uitspraken moesten echter als zeer voorlopig worden beschouwd, zo waarschuwde De Vries zijn lezers, en hij stelde dat hij de exacte bepaling van de osmotische druk als een van zijn volgende opgaven beschouwde.¹⁸⁷

Op hetzelfde moment dat De Vries de resultaten van zijn onderzoek naar het wateraantrekkende vermogen van stoffen op papier zette, brak zijn collega Henry van 't Hoff, hoogleraar scheikunde in Amsterdam, zich het hoofd over hetzelfde onderwerp.¹⁸⁸ Van 't Hoff hield zich bezig met het verschijnsel affiniteit: de neiging van stoffen om met elkaar een verbinding te vormen. Daarvoor onderzocht hij het verloop van reacties, de reactiesnelheid, de factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden (concentratie, druk, temperatuur) en de chemische evenwichten die bij reacties ontstaan (waarvan het zwaartepunt kan liggen bij de uitgangsstoffen, de reactieproducten, of ergens daar tussenin). Ook de verbinding die bepaalde vaste stoffen (zogenaamde hydraten) hebben met water (het zogenaamde kristalwater) rekende hij tot het affiniteitsvraagstuk. De Duitse chemicus Eilhard Mitscherlich had bij Na_2SO_4 voor de wateraantrekkende kracht een waarde van 0,005 atmosfeer gevonden door de druk van de stof voor en na de afgifte van het kristalwater (in gasvorm) te meten. Van 't Hoff leek die waarde onwaarschijnlijk laag en hij broedde op een methode om het onderzoek van Mitscherlich met een grotere nauwkeurigheid te herhalen. Wellicht, zo dacht hij, liet de wateraffiniteit zich makkelijker bepalen door de hydraten opgelost in water te bestuderen. 'Mit dieser Frage auf den Lippen aus dem Laboratorium kommend, begegnete ich dann meinem Collegen De Vries und seiner Frau', vertelde Van 't Hoff later. 'Der war gerade mit osmotischen Versuchen beschäftigt und machte mich mit Pfeffer's Bestimmungen bekannt'.¹⁸⁹

Uit Pfeffers boek leerde Van 't Hoff de osmotische druk van stoffen in oplossing te meten. Bovendien kon hij uit de grote hoeveelheid cijfermateriaal die Pfeffer presenteerde een algemene formule afleiden over de chemische affiniteit. Van 't Hoff vatte de affiniteit niet op als een kracht maar als arbeid en stelde deze gelijk aan de warmte die nodig is om de verbinding te verbreken bij een bepaalde temperatuur in vergelijking met de temperatuur waarbij de verbinding zonder arbeid wordt verbroken. Daarmee verbond hij affiniteit met chemisch evenwicht: het maken en verbreken van een verbinding is een reversibel proces dat door verandering van de temperatuur in een van beide richtingen gestuurd kan worden. Van 't Hoff paste zo met succes de wetten van de thermodynamica toe in de scheikunde.¹⁹⁰

Van 't Hoff publiceerde in 1884 een boek over zijn onderzoek naar chemische evenwichten. Het gedrag van moleculen in waterige oplossingen bleef hem echter bezighouden. Hij kreeg het idee dat er een analogie moest zijn tussen stoffen in oplossing en stoffen in gasvorm: de druk die moleculen in een oplossing op een semi-permeabele wand uitoefenen kon wel eens gelijk zijn aan de druk die moleculen in gasvorm uitoefenen op de wand van het vat waarin zij zich bevinden. Osmotische druk en gasdruk zouden in dat geval vergelijkbaar zijn en dezelfde wetmatigheden volgen.

Voor gassen waren drie wetten bekend, elk genoemd naar hun ontdekker. De wet van Boyle stelde dat (bij constante temperatuur) de druk (p) van een hoeveelheid gas omgekeerd evenredig is met het volume (v), ofwel $pV = c$. Pfeffers metingen van de osmotische druk van suikeroplossingen met verschillende concentraties bewezen dat deze wet ook voor oplossingen opgaat. Ook de metingen die De Vries had verricht bij zijn onderzoek naar het wateraan-trekkend vermogen van stoffen in het celsap hadden de analogie aangetoond.

De tweede wet was de wet van Gay-Lussac. Deze stelde dat (bij constant volume) de druk recht evenredig is met de temperatuur, en dat (bij constante druk) het volume recht evenredig is met de temperatuur. Ook hier gaven Pfeffers metingen voldoende bewijzen voor een volkomen analogie tussen oplossingen en gassen. Bovendien vond Van 't Hoff steun in de waarnemingen die, naar aanleiding van De Vries' publicatie over de isotonische coëfficiënten, in 1884 waren gepubliceerd door H.J. Hamburger, assistent van de Utrechtse hoogleraar fysiologie F.C. Donders. Donders was aanwezig geweest bij de lezing over isotonische coëfficiënten die De Vries op 27 oktober 1883 had gehouden in de maandelijkse vergadering van de afdeling Natuurkunde van de Akademie van Wetenschappen.¹⁹¹ Bij terugkomst in zijn laboratorium had hij het onderwerp met Hamburger besproken. Donders vroeg zich af of de waar-

nemingen van De Vries ook geldig waren voor dierlijke cellen. Hamburger zette zich aan de oplossing van de vraag. Waar De Vries de grensplasmolyse had gehanteerd als ijkpunt voor isotonie, gebruikte Hamburger het vrijkomen van de rode kleurstof uit rode bloedlichaampjes. Wanneer water aan bloed wordt toegevoegd nemen de bloedlichaampjes dit op; de interne druk wordt uiteindelijk zo groot dat zij barsten. Door toevoeging van zouten kan dit worden tegengegaan aangezien de lichaampjes dan water afstaan. Hamburger voegde oplossingen van verschillende stoffen toe aan runderbloed. Het bleek dat de concentraties van de gebruikte stoffen waarbij de bloedlichaampjes net opensprongen zich in precies dezelfde mate tot elkaar verhielden als de concentraties van diezelfde stoffen waarbij in De Vries' indicatorplanten grensplasmolyse was opgetreden.¹⁹² Hamburger had zijn proeven gedaan met oplossingen van 34 °C en De Vries met oplossingen op kamertemperatuur, terwijl in beide gevallen de oplossingen gelijke concentraties bevatten. Van 't Hoff leidde hieruit af dat de temperatuurscoëfficiënt van de osmotische druk onafhankelijk is van de aard van de opgeloste stof, net als de drukcoëfficiënt van gassen.

Dat de wetten van Boyle en Gay-Lussac ook opgingen voor oplossingen moest betekenen dat de combinatie van beide daarvoor ook op zou moeten gaan, namelijk de formule voor de toestandsvergelijking voor ideale gassen $PV = RT$, waarbij P = druk, V = volume, R = constante en T = temperatuur. Maar tot zijn verbazing bleek dat bij veel oplossingen niet het geval te zijn. Zouten, sterke zuren en sterke basen bleken een hogere osmotische druk te hebben dan op basis van de hoeveelheid aanwezige moleculen verwacht mocht worden. Om de vergelijking ook voor deze oplossingen kloppend te maken, moest de constante R worden vermenigvuldigd met een factor die Van 't Hoff aanduidde met de letter 'i'. Deze factor was op verschillende manieren te berekenen. Bij één methode maakte Van 't Hoff gebruik van De Vries' isotonische coëfficiënten: i bleek 0,556 maal de isotonische coëfficiënt van de desbetreffende stof in de oplossing te zijn. Andere berekeningsmethoden berustten op de vriespuntsdaling en de dampdrukverlaging die de desbetreffende stof in oplossing vertoonde. De Vries had bij zijn onderzoek in het begin van de jaren tachtig al een verband opgemerkt tussen het wateraan-trekkend vermogen van een stof en de daling van het vriespunt wanneer aan een hoeveelheid water die stof wordt toegevoegd. Hij had daarbij gebruik-gemaakt van recente waarnemingen van de Franse chemici J. de Coppet en F.M. Raoult. De vriespuntsdalingen van 1 M oplossingen van enerzijds organische stoffen (die een isotonische coëfficiënt van 2 hadden) en van ander-

zijds anorganische verbindingen (zouten) (die coëfficiënten hadden van 3, 4 en 5) verhieldden zich als 1 : 2.¹⁹³ De waarde van i moest dus nauw samenhangen met de chemische samenstelling, maar hoe de zaak werkelijk in elkaar zat bleef Van 't Hoff een mysterie.

Vanwege de afwijkingen die met behulp van de coëfficiënt i gecorrigeerd moesten worden, ging de derde wet die voor gassen bekend was, de wet van Avogadro, voor oplossingen slechts voor een deel op. Volgens deze wet bevatten (bij constante temperatuur en druk) gelijke volumens gelijke hoeveelheden moleculen, en oefenen gelijke volumens dus ook gelijke drukken uit. Zoals uit De Vries' onderzoek bleek konden twee oplossingen van verschillende stoffen, maar met een gelijke concentratie, echter een verschillende druk uitoefenen. Bij de oplossingen die in hun gedrag wél in overeenstemming waren met de wet van Avogadro bleek de overeenkomst met gassen bijzonder groot te zijn: gelijke concentraties van gassen en van oplossingen hadden gelijke drukken, namelijk 22,4 atmosfeer bij 0 °C en 0,1 M.

Van 't Hoff publiceerde zijn bevindingen in 1886.¹⁹⁴ De Vries was bijzonder ingenomen met de resultaten en besprak ze in een kort artikel in het *Album der Natuur*.¹⁹⁵ Volgens hem was het onmiskenbaar dat hiermee 'de band tusschen de studie der levenlooze en die der levende natuur zeer versterkt wordt; en dat daardoor tevens het vooruitzicht wordt geopend op eene uitgebreide toepassing van de uitkomsten der physische chemie op de verschijnselen van het leven'. De reductionistisch-mechanistische visie had opnieuw een slag gewonnen.

De bevindingen van Van 't Hoff werden ook door de Zweedse chemicus Svante Arrhenius met instemming begroet. In 1884 had Arrhenius in zijn proefschrift gesteld dat stoffen die in oplossing elektriciteit geleiden, de zogenaamde elektrolyten, niet slechts in beperkte mate in positief en negatief geladen ionen zijn gesplitst, zoals de algemene mening was, maar voor een groot deel. Bij geringe concentraties zou de splitsing volgens hem zelfs volledig zijn. Zijn collega's hadden zeer sceptisch tegenover dit idee gestaan. Een grote of volledige ionisatie in water had hen geheel in tegenspraak met het stabiele karakter van de betreffende stoffen geleken. In de resultaten van Van 't Hoff zag Arrhenius zijn opvatting nu op een schitterende wijze bevestigd. Ionen zouden zich volgens hem op dezelfde manier gedragen als moleculen. Stoffen waarvan de moleculen zich in water in twee ionen splitsen, oefenen daardoor een tweemaal zo grote druk uit als stoffen die zich niet splitsen. De correctiefactor i moest volgens Arrhenius gelijk zijn aan de verhouding tussen het aantal werkelijk aanwezige deeltjes (ionen en ongedeelde moleculen) en het aan-

tal moleculen dat in oplossing is gebracht. De factor moet dus liggen tussen 1 (het molecuul) en het aantal ionen waarin het molecuul dissocieert.

Arrhenius schreef in maart 1887 Van 't Hoff een lange brief waarin hij zijn opvatting uiteenzette. Van 't Hoff reageerde voorzichtig: hij zag weliswaar 'keine schwerwiegende Bedenken gegen eine weitergehende Spaltung', zoals hij terugschreef, maar hij moest de zaak verder overdenken. Arrhenius intussen toog aan het werk en berekende i voor een groot aantal oplossingen door het elektrische geleidingsvermogen na te gaan. De getallen vertoonden een opvallende gelijkenis met i zoals berekend met behulp van de vriespuntsdaling. Na het vernemen van deze resultaten liet Van 't Hoff zijn bedenkingen meteen varen. Ter informatie stuurde hij Arrhenius overdrukken van de publicaties van De Vries en Hamburger. Hij vroeg hem speciaal te letten op de ronde getallen die De Vries voor zijn isotonische coëfficiënten hanteerde. 'Diese Annahme schien mir immer eine etwas willkürliche Abrundung. Es konnte jedoch dass sie durch die eingeführte Beziehung mit der Ionenzahl Bedeutung erhielte'. Net als Van 't Hoff werd Arrhenius door De Vries' coëfficiënten in verwarring gebracht. Ronde getallen krijgt men alleen bij zeer geringe concentraties, wanneer alle moleculen gedissocieerd zijn, en dan ook nog alleen bij de best geleidende zouten, antwoordde hij Van 't Hoff. 'Eigentümlich ist aber das De Vries in seinen, wie es scheint, mit nicht besonders grossen Fehlerquellen behafteten Versuchen die Proportionen $1 : 1\frac{1}{2} : 2 : 2\frac{1}{2} [= 2 : 3 : 4 : 5]$ usw. gefunden hat (und dies für ziemlich grosse Verdünungen), da nach Raoult für dieselben Präparate die Gefrierpunktserniedrigungen sich wie $1 : 2 : 3 : 4$ usw. verhalten, wozu auch die elektrischen Ziffern annähernd führen. Die Verschiedenheit zwischen den Raoult'schen und den De Vries'schen Ziffern ist viel zu gross und regelmässig um als Beobachtungsfehler erklärt werden zu können. Es ist aber im höchsten Grade für die Feststellung der Bedeutung der i -Werte wünschenswert eine Erklärung dieser sonderbaren Verschiedenheit auszufinden'.

Van 't Hoff publiceerde in 1887 nogmaals zijn eerdere bevindingen over de analogie tussen de druk van gassen en oplossingen, nu aangevuld met de opmerkingen van Arrhenius dat de afwijkingen van de regel verklaard moeten worden uit onvolledige dissociatie. Het artikel verscheen in het eerder dat jaar door Van 't Hoff zelf opgerichte *Zeitschrift für Physikalische Chemie*. Enkele maanden later volgde Arrhenius met een artikel over zijn eerdere theorie van de elektrolytische dissociatie, nu aangevuld met bewijsmateriaal dat Van 't Hoff geleverd had.¹⁹⁶ De Vries schreef, op verzoek van Van 't Hoff, in 1888 en 1889 twee bijdragen voor het *Zeitschrift* waarin hij de gecombineerde theorie van de

beide chemici met eigen waarnemingen, verkregen met de hem vertrouwde plasmolytische methode, nog eens extra steun gaf. Door de inbreng van Arrhenius was het hem nu duidelijk dat de osmotische druk bepaald wordt door de druk van gedissocierde en niet-gedissocierde moleculen gezamenlijk en dat isotonie in werkelijkheid de aanwezigheid van gelijke hoeveelheden deeltjes in twee verschillende oplossingen is. De salpeterwaarde van een oplossing was in feite de concentratie van een KNO_3 -oplossing waarbij het aantal deeltjes gelijk is aan dat van een andere opgeloste stof. De opklimmende salpeterwaarden (dus het opklimmende aantal deeltjes) had De Vries vertaald naar opklimmende isotonische coëfficiënten en deze konden nu gebruikt worden om de mate van dissociatie te berekenen. Hiervoor was het nodig de coëfficiënten te herleiden tot de coëfficiënt van een stof die niet gedissocieerd is. De Vries vond deze in glycerine, dat een isotonische coëfficiënt had van 1,78. Later bleek ureum met een isotonische coëfficiënt van 1,70 nog beter aan het doel te beantwoorden. Door alle isotonische coëfficiënten te delen door 1,7 verkreeg De Vries zo de dissociatiegraad van alle stoffen die hij had onderzocht. Zo vond hij voor KNO_3 een dissociatiegraad van $3 / 1,7 = 1,76$. Op 100 in oplossing gebrachte moleculen KNO_3 waren er derhalve 176 niet-gedissocierde moleculen en ionen aanwezig. De op deze manier verkregen getallen kwamen vrij nauwkeurig overeen met de dissociatiegraad zoals berekend met behulp van het elektrisch geleidingsvermogen. Bij deze berekeningen gebruikte De Vries isotonische coëfficiënten tot in honderdsten nauwkeurig. Het afronden naar gehele getallen, waartegen Van 't Hoff en Arrhenius hun bedenkingen hadden gehad, was bij nader inzien onterecht geweest aangezien daarbij geen rekening was gehouden met beperkte dissociatie. Als basis voor de berekening van de isotonische coëfficiënten bleef hij vasthouden aan exact 3,00 voor 0,1 M KNO_3 .¹⁹⁷ Glycerine en ureum bleken overigens de bijzondere eigenschap te hebben door het protoplasma heen te kunnen dringen in het celsap. Plasmolyse die in een oplossing van een van beide stoffen ontstond verdween na enkele uren.¹⁹⁸

Het aan Arrhenius ontleende inzicht over de dissociatiegraad van stoffen gaf ook de mogelijkheid om met behulp van plasmolyse molecuulmassa's te bepalen. Hiervoor was het nodig isotonische oplossingen te maken van een stof waarvan de molecuulmassa onbekend was en van een stof die chemisch verwant was (en daardoor dezelfde isotonische coëfficiënt had) waarvan de massa wel bekend was. De Vries paste deze methode toe bij de meting van de molecuulmassa van raffinose (een drievoudig suiker, opgebouwd uit galactose, glucose en fructose) dat hij vergeleek met rietsuiker (saccharose, een twee-

voudig suiker opgebouwd uit glucose en fructose). Het bleek dat een 1 M oplossing van rietsuiker isotonisch was met een oplossing waarin 595,7 gram raffinose per liter in opgelost was.¹⁹⁹ De ontdekking zou spectaculair zijn verlopen. Volgens overlevering was De Vries aanwezig op een vergadering van de Akademie van Wetenschappen waar in een lezing werd opgemerkt dat de molecuulmassa van raffinose nog onduidelijk was aangezien de structuurformule onbekend was. Er waren drie verschillende formules opgesteld met respectievelijke molecuulmassa's 396, 594 en 1188. De Vries zou toen de spreker een hoeveelheid raffinose gevraagd hebben en belooft hebben om na de pauze terug te komen met het juiste antwoord. Hierop was hij naar zijn laboratorium gegaan, had hij het zojuist beschreven experiment uitgevoerd en inderdaad nog voor de vergadering ten einde was zijn teruggekomen met de uitkomst!²⁰⁰

De elkaar aanvullende theorieën over de verdunde oplossingen en de elektrolytische dissociatie werden niet direct door iedereen geaccepteerd. Er bleven namelijk nog verschillende problemen bestaan. Ook Van 't Hoff zelf lijkt halverwege de jaren negentig nog niet geheel overtuigd te zijn geweest van de volledige ionensplitsing.²⁰¹ In de tweede helft van de jaren negentig werden de theorieën echter snel gemeengoed. Van 't Hoff en Arrhenius ontvingen in respectievelijk 1901 en 1903 de Nobelprijs voor scheikunde, voornamelijk vanwege hun vijftien jaar eerder opgestelde theorieën. Van 't Hoff liet zijn voormalige collega voor botanie (hij was in 1896 hoogleraar in Berlijn geworden) delen in de eer: in zijn voordracht bij de uitreiking van de prijs vertelde hij hoe het werk van De Vries had bijgedragen aan zijn ontdekkingen.²⁰²

Toen in 1910 door het Provinciaal Utrechts Genootschap van Kunsten en Wetenschappen de 25-ste verjaardag van het ontstaan van de theorie van de verdunde oplossingen werd herdacht, was De Vries present. Hij schetste in een lezing hoe 'de thans zoo bloeiende samenwerking tusschen physische chemie en physiologie' in de tweede helft van de negentiende eeuw was ontstaan, waarbij hij Van 't Hoff de eer gaf degene te zijn geweest die met 'zijn ruime blik' de levende en de levenloze natuur door zijn theorie met elkaar had verbonden. De door hem ontdekte osmotische wetten 'gaven een inzicht eensdeels in den bouw der materie in het algemeen, anderdeels in tal van verrichtingen van het levend organisme. Overal speelt de semipermeabele wand een hoofdrol. Stofwisseling, groei en bewegingen staan steeds onder zijn invloed. Groote onderdelen van de anatomie en physiologie waren voor ons inzicht ontoegankelijk, zoolang dit licht niet ontstooken was'.²⁰³

De ontdekking van de turgormaker

De plasmolyseproeven die De Vries in 1888 en 1889 uitvoerde ondersteunden de theorieën van Van 't Hoff en Arrhenius, ondersteunden ook zijn eigen theorieën, en ze lieten zien dat de levende en de levenloze natuur nauw met elkaar samenhangen zoals De Vries in de voorgaande jaren al steeds had beweerd. Maar verder droegen de proeven niets bij aan hetgeen hij wilde weten. Na het onderzoek in de jaren 1881-1883 naar de aard van de wateraantrekkende stoffen in het celsap, zijn pogingen hun relatieve wateraantrekkend vermogen in cijfers te vangen en de experimenten om te bepalen wat hun aandeel in de totale turgorkracht van tal van soorten is, was De Vries namelijk op zoek gegaan naar de plaats waar in de plantencel wateraantrekkende stoffen worden gevormd. Na de natuurkundige fysiologie en de chemische fysiologie had hij daarmee opnieuw een ander vakgebied binnen de biologie betreden, namelijk de fysiologische anatomie.

Zoals eerder aangegeven had De Vries al in 1879 het vermoeden gehad dat groei in essentie berust op 'afzondering van osmotisch werkzame stoffen in het celvocht', zoals hij aan zijn vriend Moll had geschreven.²⁰⁴ In zijn artikel over de analyse van de turgorkracht van vier jaar later, inmiddels wetend wat de aard van die stoffen is, had hij dit idee aldus verwoord: 'Während der raschen und bedeutenden Streckung in der zweiten Periode des Wachstums beruht die stetige absolute Zunahme der Zellsäfte an osmotisch wirksamen Stoffen theils auf eine fortwährende Produktion von organischen Säuren, theils auf eine anhaltende Accumulation von verschiedenen organischen und anorganischen Verbindungen'.²⁰⁵ Waar die productie en ophoping plaatsvindt ontdekte hij in de zomer van 1884: de wand die de vacuole omsluit en het celsap gescheiden houdt van het protoplasma.

De afgesneden plantendelen en voor microscopisch onderzoek geprepareerde weefsels die De Vries voor zijn plasmolyseproeven in de jaren 1881-1883 benutte, waren maar korte tijd bruikbaar: na enkele uren stierven de cellen. Het protoplasma werd hard en doorlaatbaar en verloor daarbij zijn osmotisch vermogen. De Vries merkte echter dat het sterven van cellen een langzaam proces is. Bij geplasmolyseerde cellen die zich in een gekleurde oplossing bevonden zag hij dat na verloop van tijd de kleurstof wel door de buitenwand van het protoplasma drong maar niet de vacuole bereikte. Dat gebeurde pas veel later, wanneer de vacuole zijn ronde vorm en glanzende uiterlijk verloor, de wand verschrompelde en verhardde en men deze door een lichte druk op het dekglasje van het microscopische preparaat kon laten barsten. Soms gebeurde het dat de nog intacte vacuole zich losmaakte van het afgestorven pro-

toplasma en als een bolletje los van de vroegere omhulling kwam te liggen. Soms splitste de vacuole zich vervolgens in twee of meer bolletjes. Vergelijkbare verschijnselen deden zich onder natuurlijke omstandigheden voor in de tentakels van de insectenetende plant *Drosera rotundifolia* (Zonnedauw) wanneer die zich buigen om hun prooi in te sluiten. Darwin had dit voor de eerste maal waargenomen en beschreven in zijn *Insectivorous plants* uit 1875. De vacuolen trekken zich samen en verliezen een deel van hun inhoud die zich tussen de vacuole en het protoplasma ophoopt. Wanneer de tentakels zich weer strekken vloeit het vocht weer terug en herenigen de verschillende vacuolen zich. De Vries constateerde dat de turgor in de cellen tijdens dit proces steeds gelijk blijft; het verschijnsel zou dan ook niet de oorzaak van de kromming zijn.²⁰⁶ Voor hem waren dit allemaal aanwijzingen dat de vacuole door een membraan is omgeven. Deze gedachte was niet nieuw. Dat de vacuole zich van het protoplasma losmaakt en zo enige tijd blijft voortleven, was ook door anderen waargenomen; het bestaan van een vacuolewand was dan ook al eerder betoogd. Harde bewijzen waren er echter niet en de opvatting werd door anderen daarom bestreden. Zo meenden de autoriteiten Nägeli en Pfeffer dat de vacuole omsloten werd door een 'neerslagmembraan', een grotere concentratie van in het celsap aanwezige stoffen. Met zijn plasmolyseproeven meende De Vries het bewijs voor het bestaan van een vacuolewand echter afdoende geleverd te hebben, en daarin bleek hij later gelijk te hebben gehad.²⁰⁷

Met de vacuole had De Vries naar zijn idee de eigenlijke motor van de turgor te pakken. Binnen in de vacuole, in het celsap, bevinden zich stoffen die hij eerder als de wateraantrekkende stoffen had aangewezen. In de allerjongste cellen is nog geen vacuole te zien. Deze ontstaat geleidelijk als de cel gaat groeien: in het protoplasma verschijnen dan kleine holtes die steeds groter worden en zich uiteindelijk samenvoegen tot één grote holte. De Vries concludeerde hieruit dat in jonge cellen een groot aantal vacuolen aanwezig is, 'dat door hen, en in hun binnenste de stoffen worden afgescheiden en opgehoopt, die door wateronttrekking aan de omgeving allengs in celvocht veranderen'. De vacuolewand had dus een duidelijke functie. Het was een zelfstandig orgaan binnen de cel, het was het 'orgaan van den turgor', en het verdiende daarom met een eigen woord aangeduid te worden. De Vries bedacht het woord 'tonoplast', ofwel 'turgormaker'. Deze naam werd spoedig door de botanische wereld overgenomen en is nog steeds in gebruik.

Met de identificatie van de tonoplast als een orgaan van de cel sloot De Vries zich aan bij de opvatting die Johannes von Hanstein, hoogleraar botanie uit Bonn, in 1880 had gepubliceerd. Von Hanstein had gesteld dat het protoplas-

ma van elke afzonderlijke cel beschouwd moet worden als een ‘morphologische und biologische Persönlichkeit’ vanwege zijn ‘scharf ausgeprägt selbständige Auftreten’ en daarom een eigen naam verdient. Hij had daarvoor het woord ‘protoplast’ gekozen. En zoals in een organisme afzonderlijke organen met specieke functies zijn te onderscheiden, zo zou volgens hem ook de protoplast zijn organen hebben zoals de celkern (functie grotendeels onbekend), de bladgroenkorrels (producenten van zetmeel en bovendien van suikers, gevormd uit CO₂ en water), de protoplasmawand (waaruit de opbouw van de celwand plaatsvindt) en het protoplasma (dat met zijn bewegingen plastische stoffen door de protoplast transporteert).²⁰⁸ Hiermee had Von Hantstein partij gekozen in een actuele celanatomische discussie: is het protoplasma een slijmerige massa met een uniforme chemische samenstelling, waarin door grotere concentraties van bepaalde stoffen gedurende de groei geleidelijk (en op willekeurige plaatsen) de verschillende structuren en objecten ontstaan, of zijn deze structuren en objecten zelfstandige eenheden die reeds vanaf het ontstaan van de cel in aanleg aanwezig zijn en die zich geleidelijk ontwikkelen? De eerste visie wortelde in de reductionistisch-mechanistische opvatting dat alle verschijnselen in de natuur terug te voeren zijn op chemische en fysische wetten; zij werd in de zestiger en zeventiger jaren algemeen aangehangen. De tweede visie was aan het einde van de jaren zeventig opgekomen onder invloed van de voortgang van het anatomisch en morfologisch onderzoek van de cel en van een nieuwe kijk op de natuur. Bij die nieuwe kijk vroeg men zich niet alleen af welke fysisch-chemische wetten in het spel zijn bij het ontstaan van organen en onderdelen van organen, maar ook welk oorzakelijk verband er is tussen hun bouw en vorm enerzijds en werking en functie anderzijds. Deze tweede vraag was lange tijd taboe geweest: zij leidde namelijk tot een ouderwetse teleologische verklaring waar de moderne, causaal denkende onderzoekers niets mee te maken wilden hebben. Immers, de functie werd oorzaak van het ontstaan, en de vorm oorzaak van de werking van een orgaan. De bedenkers van de nieuwe visie hadden zich laten inspireren door Darwins theorie van soortvorming door natuurlijke selectie, waarin de kloof tussen ‘causae efficientes’ (van nature, mechanisch werkende oorzaken) en ‘causae finales’ (doelgerichte oorzaken) op een verrassende manier overbrugd was. Gottlieb Haberlandt, hoogleraar botanie aan de universiteit van Graz en een van de grondleggers van de nieuwe benaderingswijze, verwoordde het in 1884 aldus: ‘Es bleiben diejenigen Combinationen von chemischen und physikalischen Kräften durch Vererbung erhalten, welche bei jedem einzelnen Individuum der betreffenden Species die vortheilhaften morphologischen Ei-

genschaften causalmechanisch hervorrufen. So werden die wirkenden Ursachen met den Endursachen verknüpft: die einen bewirken das Zustandekommen der morphologischen Thatsache in der Entwicklung des einzelnen Individuums, die anderen bewirken das Gleiche in der historischen Entwicklung der ganzen Species, Gattung oder Familie'. Binnen deze opvatting paste de zelfstandigheid van de cel met zijn afzonderlijke organen, zoals door Von Hanstein verdedigd: de cel was 'niet blos in morphologischer Hinsicht eine Einheit, sondern auch in physiologischer', aldus Haberlandt. Ze was 'das Elementarorgan der Pflanze. ... Jede Zelle leistet entweder zeitlebens oder doch in gewissen Alterstadien eine bestimmte physiologische Arbeit, einen bestimmten Dienst, und die Summe dieser physiologischen Functionen aller Zellen repräsentirt und erhält das Gesamtleben der Pflanzen'. Hiermee nam deze visie een middenpositie in tussen de opvatting van onder andere Matthias Schleiden (een van de vaders van de moderne celtheorie) dat groei en ontwikkeling van een plant terug te voeren is op de groei en ontwikkeling van elke individuele cel, en de opvatting van onder andere Julius Sachs die stelde dat een cel niet meer was dan een onbetekenend deel van het geheel.²⁰⁹

Haberlandt bedacht ook de naam voor de wetenschap die de levensverschijnselen op de nieuwe, duale manier bestudeerde: fysiologische anatomie. Deze onderzocht enerzijds (trouw aan de reductionistisch-mechanistische visie) de fysiologische werking van organen, en anderzijds (uitgaande van Darwins theorie) de wisselwerking tussen bouw en functie van organen. In de fysiologische anatomie werd het darwinisme als het ware overgebracht van organismen naar organen: bouw en vorm werden gezien als de resultaten van een lange reeks aanpassingen waarbij 'das allgemeine Princip des grössten Nutzeffectes' als basis fungeerde. Het onderzoek naar de levende natuur werd met deze visie nadrukkelijk onderscheiden van het onderzoek naar de levenloze natuur. In de levende natuur was een mechanisme werkzaam dat in de levenloze natuur niet bestond: de wisselwerking tussen organisme en omgeving, de aanpassing van de een aan de ander door variatie en selectie. De nieuwe visie werd aanvankelijk aangeduid als 'Biologie', later als 'Ökologie'.²¹⁰

Levend en levenloos

Al kort na het ontstaan van de biologische visie was De Vries van haar bestaan op de hoogte en maakte hij haar tot de zijne. In een artikel dat hij in mei 1880 schreef stelde hij dat naast 'de studie van de physische en chemische wetten, die de reeds bekende verschijnselen beheerschen' er binnen de plantenfysiologie sinds enige tijd een nieuwe stroming was ontstaan 'die men met den

naam van de biologische richting pleegt te bestempelen'. In tegenstelling tot de oude richting vraagt die 'naar het nut dat de verschillende organen voor het leven der planten hebben, en vindt dit in de verrichtingen die zij uitoefenen. Daarbij gaat zij uit van de theoretische beschouwing dat de ontwikkeling van bepaalde eigenschappen in de reeks der geslachten beheerscht wordt door de voordeelen die het bezit dezer eigenschappen aan de planten in den strijd voor het bestaan verzekert'.²¹¹

Rauwenhoff, hoogleraar botanie in Utrecht, reageerde meteen afwijzend op De Vries' artikel, en wel op dezelfde manier als andere aanhangers van de reductionistisch-mechanistische benaderingswijze op de nieuwe visie reageerden: De Vries blies de teleologie nieuw leven in.²¹² In zijn weerwoord stelde De Vries dat er naar zijn mening niets mis is met het zoeken naar de functie van een orgaan. 'Het schadelijke der teleologie was dat zij het doel hield voor de oorzaak en daardoor van de studie der ware oorzaken terughield. Dat zij hierin dwaalde wordt thans algemeen erkend, en dr. Rauwenhoff vergist zich zoo hij gelooft dat ik in dit opzicht de leer der causae finales zoude huldigen'.²¹³

In De Vries' wetenschappelijke werk valt er van de biologische visie na deze eerste kleurbekening echter voorlopig nog niets te bespeuren. Zijn onderzoek naar de aard van de wateraantrekkende stoffen in het celsap en hun onderlinge wateraantrekkend vermogen in de jaren 1881-1883 is zuiver fysisch-chemisch van aard. Dat verandert wanneer hij vervolgens op zoek gaat naar de plaats waar de wateraantrekkende stoffen worden gevormd: hij betreedt dan Haberlandts fysiologische anatomie. Zijn artikelen over de tonoplast en de weergave daarin van Von Hansteins opvatting over de zelfstandigheid en bouw van het protoplasma maken duidelijk dat hij het onderscheid dat de biologische visie had aangebracht tussen de levende en de levenloze natuur toen inmiddels geheel onderschreef. Net als Von Hanstein meende hij dat het protoplasma niet slechts 'een dikke vloeistof' is en de structuren en objecten daarin 'dichtere delen'. Het protoplasma is 'de levende stof, de stof waaraan het leven gebonden is', elke protoplast 'een klein organisme'. De door hem ontdekte vacuolewand moest men volgens De Vries aan het rijtje van reeds bekende celorganen van dat organisme toevoegen: de wand is 'het orgaan van den turgor. Het is een levend deel van den protoplast, even als deze uit protoplasma opgebouwd, en geenszins een levenloos vlies, een neerslag-membraan'.²¹⁴ De Vries twijfelde er niet aan dat uit verder onderzoek zou blijken dat de osmotische eigenschappen van de protoplast, net als met zoveel andere eigenschappen in de voorgaande jaren was gebeurd, niet 'auf rein physikali-

schen Wege' verklaard kunnen worden maar 'nur unter der directen Mitwirkung des Lebens' tot stand komen.²¹⁵

Meer details over De Vries' ideeën over het protoplasma als 'de levende stof' en zijn ideeën over enerzijds de overeenkomsten en anderzijds de verschillen tussen de levende en de levenloze natuur blijken uit twee artikelen die hij in augustus 1885 en mei 1886 publiceerde.²¹⁶ De artikelen zijn doortrokken van de dualistische, biologische visie: zowel in de levende als in de levenloze natuur zijn dezelfde chemische en natuurkundige wetten van kracht, maar in de levende en de levenloze natuur kunnen de wetten tot verschillende resultaten leiden. Levende wezens zijn uit dezelfde chemische stoffen opgebouwd als levenloze voorwerpen, zo stelt De Vries als basisprincipe. Er zijn op dat moment ongeveer zeventig elementen bekend; in planten en dieren treft men er daarvan ongeveer tien aan. 'De gevolgtrekking is dus gewettigd dat de merkwaardige eigenschappen van het leven niet een gevolg zijn van eene bijzondere stof, maar slechts van de eigenaardige wijze waarop de stoffen der levenloze natuur hier met elkaar vereenigd zijn'. In tegenstelling tot levenloze voorwerpen bestaat 'de levende stof' uit 'betrekkelijk zeer groote moleculen van uiterst ingewikkelden bouw' met minstens 'vijf, en in den regel wellicht nog meer elementen in honderden atomen in elk molecule'. 'Doch hoe groot deze verschillen ook mogen zijn, algemeen wordt thans erkend dat de verbindingen die het levend lichaam samenstellen volgens dezelfde wetten zijn opgebouwd als die, welke ook in de levenloze natuur de scheikundige werkingen beheerschen. Wel is waar nam men vroeger voor de verklaring der levensverschijnselen nog andere krachten, zoogenoemde levenskrachten aan, doch deze voorstelling is geheel verlaten sinds de scheikunde heeft aangetoond dat een uiterst groot aantal van die stoffen die men vroeger alleen als producten van het leven kende ook buiten het leven om, langs zuiver scheikundigen weg, kunnen worden verkregen'. Kortom: 'De levende stof onderscheidt zich dus van de levenloze hoofdzakelijk door hare onbegrijpelijk veel ingewikkeldere samenstelling'.

Trekken wij thans uit al de aangevoerde beschouwingen een gezamenlijke conclusie, dan is het deze, dat wij de algemeene wetten welke de samenstelling en de veranderingen der stof in de levenloze natuur beheerschen, ook op de levende stof mogen toepassen, en dat in de zuivere scheikunde reeds tal van stoffen en tal van verschijnselen bekend zijn die een zeer nauwe verwantschap met de levende stof en het leven zelf verraden. Passen wij deze gevolgtrekkingen op het levend protoplasma toe, zoo komen wij tot de slotsom dat ook dit uit onzichtbaar kleine moleculen is opgebouwd, wier eigenschappen bepaald worden

door den aard en het aantal, alsmede de wijze van vereeniging der samenstellende elementen. De scheikundige veranderingen van deze moleculen zijn dus het uitgangspunt voor de uitwendige zichtbare verschijnselen des levens, zoowel voor de scheikundige stoffen die het voortbrengt, als voor de mechanische werkingen die het uitoefent, en de vormen die het ontplooit.

Van alle chemische verschijnselen die er aan het protoplasma zijn te ontdekken, zouden er volgens De Vries overeenkomstige gevallen in de levenloze natuur bestaan. Maar 'het vermogen vreemde stoffen te assimileren, en daarmee de eigen stof in het onbegrensde te vermeerderen en te reproduceeren, is uitsluitend aan de levende wezens eigen'. Het protoplasma neemt steeds 'krachten van buiten' op, waardoor het 'steeds in zichzelf de krachten ontwikkelt die deze verschijnselen in het spel roepen'. De moleculen van het protoplasma moest men zich volgens hem voorstellen 'als begaafd met eene groote mate van veranderlijkheid, waarbij zij telkens zekere ontledingen ondergaan, zekere producten afgeven, maar daarbij in staat zijn zich zelve weer te herstellen. Daartoe moeten zij natuurlijk stoffen opnemen, en deze zijn geen andere dan die welke het voedsel der cellen uitmaken, met de zuurstof die door de ademhaling wordt verkregen. Misschien ligt een van de meest eigenaardige trekken van het leven juist in dit vermogen van splitsing en herstel, dat als het eenmaal begonnen is, en als slechts aan voedsel en zuurstof geen gebrek is, zich uit zich zelve oneindig lang zou kunnen herhalen'. Deze 'zelfvermeerdering der levende stof' is in de ogen van De Vries 'een der grootste raadselen die de studie van het leven ons aanwijst'.

Sommige producten die de protoplasmamoleculen produceren blijven onveranderd en maken een belangrijk deel uit van het celsap, andere geven de aanstoot tot verdere chemische omzettingen. 'Zoo worden wij er toe geleid tweërlei soort van stofwisselings-processen te onderscheiden', concludeert De Vries: 'vitale' of 'aplasmatische' processen (die in de protoplasmamoleculen plaatsvinden) en 'chemische' of 'plasmatische' processen (die ook los van de protoplasmamoleculen plaats kunnen vinden, dus in de levenloze natuur). De door hemzelf onderzochte groei- en bewegingsverschijnselen zouden volgens De Vries mooi laten zien hoe chemische processen tot krachten kunnen leiden die mechanische processen opwekken. Door de wortels worden stoffen opgenomen die door het protoplasma hetzij onveranderd, hetzij na omzetting in het celsap worden gebracht. Deze trekken water uit de omgeving aan waardoor de cel opzwellt.²¹⁷

Wanneer we ten slotte nog even kijken naar De Vries' populaire werk uit de

jaren tachtig, dan zien we ook daarin de biologische visie opduiken. Verschillende keren brengt hij vorm, bouw of chemische samenstelling van plantenorganen in verband met hun functie. Zo laat hij in een artikel over de sapstroom zien ‘hoe tal van eigenschappen in het lichaam der planten samenwerken om de waterbeweging zowel onder gunstige als onder ongunstige omstandigheden zoo regelmatig mogelijk te doen plaats vinden, en hoe bijzondere inrichtingen aanwezig zijn om de schadelijke gevolgen te voorkomen die uit de onderlinge onafhankelijkheid dier verschillende werkingen zouden kunnen voortvloeien’. Een artikel over wortelharen besluit hij met de opmerking dat ‘de onderaardschen deelen der planten ... niet minder dan de overige organen, een rijke verscheidenheid bezitten, zoo niet van vormen, dan toch van inrichtingen en vermogens om hun eigenaardige doeleinden te bereiken’. In een artikeltje over vedergras (*Stipa pennata*) beschrijft hij hoe de vruchten ervan, door hun eigenschap zich bij afwisselende droogte en vochtigheid op en af te rollen, zich steeds dichtter naar de grond toe werken en uiteindelijk in de aarde boren. En, ten slotte, het duidelijkst in een samenvatting voor het *Album der Natuur* van een publicatie van Ernst Stahl, hoogleraar uit Jena, over de relatie tussen planten en slakken: hoe de eerste zich tegen de laatste wapenen door een vieze smaak, door naalden, door een dikke en harde oppervluid of juist een glibberig oppervlak. ‘In den strijd voor het leven zijn deze middelen van bescherming van het uiterste gewicht’.²¹⁸

De theorie van de panmeristische celdeling

In zijn artikelen over de tonoplast had De Vries niet alleen Von Hansteins visie op de cel ondersteund met een nieuw celorgaan, maar ook een hypothese uitgesproken die logisch uit diens visie volgde: als celorganen geen ‘verdichtingen’ zijn van het protoplasma maar zelfstandige eenheden, dan moeten de tonoplasten reeds vanaf de geboorte van de cel aanwezig zijn. Hij gaf zijn leerling Went de taak die hypothese te onderzoeken. Went stelde de aanwezigheid van vacuolen (en meestal ook van een vacuolewand) vast in de allerjongste meristeemcellen van wortels en stengels van zaadplanten, in topcellen van sporenplanten en in eicellen, sporen en pollenkorrels van allerlei hogere en lagere planten. De Vries’ hypothese was hiermee volgens hem bevestigd, en het idee van enkele gezaghebbende fysiologen (waaronder Sachs) dat vacuolen als ‘druppels’ celsap op willekeurige plaatsen in het uniforme protoplasma kunnen ontstaan, weerlegd. Op 2 oktober 1886 promoveerde Went bij De Vries op zijn studie die de titel droeg *De jongste toestand der vacuolen*. De biologische stem van de meester klinkt duidelijk wanneer Went zijn onderzoek inleidt en wijst

op de opvatting van Von Hanstein en de daarmee in overeenstemming zijnde ontdekking van de tonoplast door De Vries: 'Toen in het midden van deze eeuw de levenskracht uit de wetenschap verbannen was, meende men dat nu ook alle verschijnselen die men in plant of dier waarnam te verklaren waren door middel van bekende fysische en chemische wetten. Zoo werd ook het protoplasma dikwijls geheel als een gewone vloeistof beschouwd waarop men slechts de fysische wetten, die op vloeistoffen betrekking hebben, had toe te passen'.²¹⁹

Uit de gedachte dat celorganen geen 'verdichtingen' maar zelfstandige eenheden zijn die in aanleg in elke nieuwe cel al aanwezig zijn, had De Vries nog een tweede hypothese afgeleid: celorganen kunnen zich alleen vermeerderen door deling. En als er dus nooit sprake is van nieuwvorming, moet elk orgaan wel zijn oorsprong hebben in het overeenkomstig orgaan van de eicel van de moederplant (bekend was inmiddels dat van de pollencel alleen de kern versmelt met die van de eicel). In de voorgaande jaren was vast komen te staan dat de celkern en de bladgroenkorrels zich alleen door deling vermenigvuldigen. De Vries veralgemeniseerde die ontdekking: wat voor deze organen geldt, moet voor alle organen gelden. Met deze hypothese zette hij zich af tegen zelfs maar de meest terughoudende versie van de theorie van de 'neogenetische celdeling', volgens welke onderdelen van de cel na deling nieuw worden gevormd uit de aanwezige stoffen in het protoplasma. Hij noemde zijn opvatting 'panmeristische celdeling'.²²⁰ Went meende met zijn constatering dat vacuolen alleen door deling ontstaan ook deze hypothese van zijn leermeester afdoende bewezen te hebben.

Het onderzoek naar ontstaan, bouw en functie van de celorganen, met de theorie van de panmeristische celdeling als uitgangspunt, vormde in het midden van de jaren tachtig het arbeidsterrein van De Vries en zijn studenten gezamenlijk. Al was het zeer bescheiden en niet te vergelijken met wat men in Duitsland kon aantreffen, de Universiteit van Amsterdam kon zich nu beroepen op een echt Plantenfysiologisch Laboratorium dat zich toeleigde op een specifiek onderdeel van het vakgebied, waar een hoogleraar aan het hoofd stond en waar onder diens leiding beginnende en gevorderde botanici hun weg in de wetenschap zochten.

Went zette na zijn promotie zijn onderzoek naar het ontstaan van vacuolen voort. Zijn proefschrift (in het buitenland verspreid door een Duitse samenvatting van De Vries en een Franse van Went zelf) had tot verschillende reacties pro en contra geleid en de stelling dat vacuolen altijd door deling van bestaande vacuolen ontstaan diende verder onderbouwd te worden. Tijdens een ver-

blijft in het zoölogisch station in Napels in 1888 onderzocht Went het ontstaan van vacuolen (en zijdelings ook andere celorganen) bij algen. Enkele critici hadden namelijk gesteld dat bij deze groep Wents waarnemingen (en dus conclusie) in het geheel niet opgingen. Zijn onderzoek bracht hem echter 'noch zwingender zu der Überzeugung' dat vacuolen 'ganz selbständige Organe des Protoplasma sind, welche sich nur durch Theilung vermehren'.²²¹

De Vries' andere leerling Wakker (eerder genoemd vanwege zijn onderzoek naar bloembollenziekten) werkte na zijn promotie eveneens aan onderzoek naar celorganen, en net als Went bracht hij enige tijd (najaar 1885) door in het zoölogisch station in Napels. Hij koos een chemische benadering: hij onderzocht waar in de cel calciumoxalaat, eiwit en olie ontstaan. De als eerste genoemde stof bleek uitsluitend in vacuolen (dus in het celsap) gevormd te worden en niet in het protoplasma. Er was derhalve geen 'directen invloed van het leven' op de vorming van deze stof; zij was 'geheel onafhankelijk van het leven en wordt alleen beheerscht door de chemische en physische eigenschappen van het celvocht' (hier maakte hij dus, net als De Vries, een scheiding tussen leven en levenloos). De sterk eiwitrijke korrels in het protoplasma (de zogenoemde aleuronkorrels) van zaden waren volgens Wakker geen stukken ingedroogd protoplasma, zoals eerdere onderzoekers hadden gemeend, maar vacuolen die hun water verloren hadden en zich, onder afscheiding van vaste stoffen, in enkele kleinere exemplaren hadden gesplitst. Bij de kieming (en opname van vocht) losten de stoffen namelijk weer op en smolten de korrels weer samen tot één vacuole. Deze constatering waren een belangrijke steun voor Wents conclusie dat vacuolen zelfstandige organen zijn. Olie ten slotte bleek te ontstaan in een specifiek, nog niet eerder geïdentificeerd orgaan dat Wakker 'elaioplast' noemde, geheel in navolging van het door De Vries bedachte woord 'tonoplast', 'omdat het lichaam een deel van het protoplasma is, waaraan de bijzondere functie van olie te vormen is opgedragen'.²²²

Zelf richtte De Vries in de jaren 1884-1886 zijn aandacht op de circulerende en roterende bewegingen van het protoplasma, in navolging van Von Hanstein door hem eerder getypeerd als 'het orgaan voor het vervoer der plastische stoffen door de verschillende delen van den protoplast'.²²³ Verdere onderbouwing van de theorie van de panmeristische celdeling lijkt niet de achterliggende gedachte van dit onderzoek te zijn geweest. Eerder lijkt het erop dat hij, net als bij het onderzoek naar de tonoplast, het aloude groei-onderzoek voortzette op een fysiologisch-anatomische wijze. De Vries redeneerde dat wanneer de beweging van het protoplasma de functie heeft organische voedingsstoffen door de plant te vervoeren, men overal 'waar cellen groeien, hare wanden ver-

dikken, bepaalde stoffen afzonderen of wel voedsel in zich ophoopen ... mijns inziens bewegingen van het protoplasma (mag) verwachten'. Onderzoek van de literatuur en van allerlei plantensoorten bracht hem tot de conclusie 'dat werkelijk overal waar plastische stoffen vervoerd worden, zichtbare bewegingen van het protoplasma kunnen worden aangetroffen'. Het betekende eenvoudig dat in alle levende cellen van alle organen beweging plaats moest vinden. Daarmee week hij, opnieuw, af van de visie van Sachs die meende dat het transport door de plant geschiedt door diffusie van cel naar cel. Met allerlei proeven wist De Vries aan te tonen dat diffusie honderden malen trager verloopt dan het transport dat in planten kan worden waargenomen. 'Ohne die Mitwirkung activer Protoplasma-Bewegungen kann in weitaus den meisten Fällen der Transport der organischen Nährstoffen nicht befriedigend erklärt werden', was zijn conclusie.²²⁴

Vervolgens vroeg De Vries zich af of ook het transport van water door de plant plaatsvindt door de bewegingen van het protoplasma, en niet door diffusie of osmotische verschillen. In de cellen van wortelharen van allerlei soorten had hij al bewegingen vastgesteld, en nader onderzoek toonde hem dat ook het protoplasma van cellen van worteltoppen bewegingen maakt. De richting van deze bewegingen was zodanig dat het hem zeer waarschijnlijk leek dat water op die manier van de wortelharen tot het binnenste van de vaatbundel wordt getransporteerd.²²⁵ De Vries' leerling Janse bestudeerde tegelijkertijd het watertransport door de gehele plant, van de wortel tot het blad, en probeerde daarbij te bepalen welke van de op dat moment heersende contrasterende theorieën over het watertransport als meest waarschijnlijke moest worden beschouwd. Zijn conclusie was dat de theorie (opgesteld door Emil Godlewski, hoogleraar plantenfysiologie in Krakau), volgens welke de bewegingen van het protoplasma meewerken aan het watertransport, naast worteldruk en zuigende werking door verdamping door de bladen, de voorkeur genoot. Daarmee verwierp hij theorieën die veronderstelden dat drukverschillen in de plant vloeibaar water omhoogstuwen, en de door Sachs opgestelde theorie die veronderstelde dat het imbibitiewater in de celwanden door verdamping van de bladen omhoog wordt getrokken (Sachs meende dat vloeibaar water niet in planten voorkwam). Dat Sachs voor zijn theorie aan bepaalde celmembranen onwaarschijnlijke eigenschappen toekende kwam volgens Janse doordat hij 'als vurig tegenstander der vroeger in de wetenschap heersende teleologische richting, geneigd was om alle verschijnselen uitsluitend uit fysische en chemische oorzaken te verklaren. Daardoor liet hij zich soms tot hypothesen

verleiden, waaraan hij dan meer gewicht toekende dan geoorloofd was'. Net als bij Went weerspiegelt deze opmerking duidelijk de biologische visie van De Vries. Janse promoveerde bij De Vries op zijn onderzoek in december 1885.²²⁶ Eerder in 1885 was Janse benoemd tot assistent van Suringar in Leiden. Tijdens zijn dienstverband (dat tot eind 1889 liep) verbleef hij twee keer gedurende enkele maanden aan het Zoölogisch Station in Napels, net als zijn studiegenoten Went en Wakker, en net als zij deed hij er onderzoek dat nauw verband hield met wat er in het Amsterdamse laboratorium gebeurde, onder andere naar de permeabiliteit en de beweging van het protoplasma.²²⁷

Van fysiologie naar erfelijkheid

Met zijn onderzoek naar het transport van plastische stoffen en water door de plant was Hugo de Vries na een lange omweg in zekere zin terug waar hij bijna twintig jaar eerder was begonnen. Tijdens zijn studie aan het einde van de jaren zestig had hij kennisgemaakt met de contrasterende theorieën van Hofmeister en Sachs over de lengtestrekking van weefsels: volgens de één zouden verschillen in rekbaarheid ontstaan door de opname van water en bouwstoffen in de celwanden, volgens de ander zou de druk binnen de cel de wanden uitrekken en daardoor water en bouwstoffen de mogelijkheid geven in de celwanden te dringen. Tijdens zijn verblijf in het laboratorium van Sachs in Würzburg in de jaren 1871-1876 had hij verschillende aspecten van plantengroei onderzocht, dit in het kader van Sachs' programma zijn mechanische groeitheorie verder te onderbouwen en uit te werken. De Vries had zich bezighouden met de krommingen van bladstelen en bladnerven (in 1871), de krommingen van ranken en stengels van slingerplanten (1872), de vorming van jaarringen (1872-1874) en de lengtegroei (1873-1876). Steeds had Sachs' theorie de verklaring voor de onderzochte verschijnselen gegeven, waardoor de theorie aan geldigheid had gewonnen. Na zijn intermezzo in Halle (1877) had De Vries het onderzoek in zijn eigen laboratorium in Amsterdam voortgezet. Daarbij was hij spoedig een eigen, niet door Sachs bepaalde koers gaan volgen. Verder onderzoek naar ranken (1879), waarbij Darwin de grote inspirator was, hadden hem geleid tot een conclusie waarmee hij verder ging dan Sachs, namelijk dat zonder toename van de turgor er geen groei mogelijk is. De volgende stap in het onderzoek had hem van de mechanische fysiologie op de chemische fysiologie gebracht. In de jaren 1881-1883 had hij vastgesteld wat de stoffen in het celsap zijn die water aantrekken en zo de turgor veroorzaken, namelijk organische zuren, zure zouten en suikers. Tevens had hij vast-

gesteld wat hun relatieve wateraantrekkende vermogen is en dit in getallen (de isotonische coëfficiënten) weten uit te drukken. In 1884 had hij aangetoond door welk celorgaan deze stoffen worden gevormd en aan de vacuole worden afgestaan, en wat dus de eigenlijke ‘turgormaker’ is: de vacuolewand, oftewel de tonoplast. Daarmee was hij van de chemische fysiologie terechtgekomen bij de fysiologische anatomie. Tenslotte had hij vastgesteld dat de tonoplast voor zijn functioneren afhankelijk is van de beweging van het protoplasma (in 1885). Met dit alles had De Vries in de loop van vijftien jaar een ‘causale keten’ gesmeed, geheel in overeenstemming met de mechanistische visie op het leven:

groei (niet ongedaan te maken vormverandering) wordt veroorzaakt door
 intussusceptie, die wordt veroorzaakt door
 turgor, die wordt veroorzaakt door
 endosmose door wateraantrekkende stoffen, geproduceerd door
 de tonoplast, die de bouwstoffen hiervoor ontvangt door
 de bewegingen van het protoplasma

Bij dit zoeken naar ‘de oorzaak van de oorzaak’ was De Vries steeds dieper gegaan, ten koste van de breedte. Er was dan ook nog een menigte aan vragen die beantwoord moest worden eer men een goed begrip zou hebben van ‘die Gesetze, welche die Turgorkraft beherrschen’, zo schreef hij in zijn artikel over de analyse van de turgorkracht uit 1884. Volgens hem werd de turgorkracht door het protoplasma gevormd ‘aus anderen, den Zellen zugeführten Kraftformen’. Hoe dit in zijn werk ging was nog onduidelijk. Werden er door de cel stoffen opgenomen of aangemaakt die speciaal dienen voor de turgor? Hoe verandert de turgor door chemische omzettingen, door afgifte of opname van verschillende stoffen? En hoe wordt de toename van de turgor bij groei, krommingen en bewegingen bewerkstelligd? Ook de nauwkeurige bepaling van de turgorkracht zelf, uitgedrukt in atmosferen, moest nog plaatsvinden.²²⁸

Geen van deze vragen zou De Vries echter nog beantwoorden: na het onderzoek naar de bewegingen van het protoplasma stopte hij met zijn onderzoek naar plantengroei. Hij richtte zijn aandacht op erfelijkheid, een onderwerp waarmee hij zich al een tijd op bescheiden schaal bezig had gehouden. Sinds een paar jaar verzamelde hij planten met morfologische afwijkingen en in zijn proeftuin probeerde hij met behulp van selectie de frequentie waarin die eigenschappen optreden en hun verschijningsvorm te beïnvloeden. In

1886 publiceerde hij daarover voor de eerste keer.²²⁹ Met zijn theorie van de panmeristische celdeling als verklaring voor het ontstaan van de celorganen had hij in 1885 de erfelijkheid in zijn groeionderzoek geïntroduceerd. Uit de combinatie van de praktijk van de cultuurproeven en de theorie van de overerving groeide binnen enkele jaren een nieuw onderzoeksprogramma waarin de mechanische groeitheorie geen enkele rol meer speelde. De Vries bleef naar zijn overtuiging de fysiologie echter trouw: hij noemde zijn nieuwe onderzoeksterrein 'de fysiologie van de erfelijkheid'.²³⁰

Er is wel gesteld dat De Vries zijn toevlucht tot de erfelijkheid nam omdat het onderzoek naar plantengroei hem niet bracht waarop hij hoopte. Ten eerste zou hij de concurrentie gevoeld hebben van Van 't Hoff die met zijn theorie van de verdunde oplossingen een groot succes behaalde. Van 't Hoff zag in het osmose-onderzoek theoretische implicaties die bij De Vries niet waren opgekomen, waarop De Vries zich teleurgesteld afwendde van zijn zo sterk fysisch-chemisch getinte onderzoek en zich terugtrok op biologisch terrein. Het onderzoek naar erfelijkheid en, later, soortvorming bood hem een uitstekende mogelijkheid zich te profileren als bioloog, wat hij eigenlijk steeds geweest was. Zeker op chemisch gebied was hij in feite maar een amateur. Bovendien zou hij in erfelijkheidsonderzoek veel meer mogelijkheden gezien hebben voor de verwezenlijking van zijn ideaal om met behulp van wetenschappelijke kennis de mensheid in geestelijk en materieel opzicht vooruit te helpen. Door kennis van de erfelijkheid zou men namelijk in staat zijn planten nieuwe, nuttige eigenschappen te geven.²³¹ Uit het voorgaande valt voor deze opvatting maar weinig steun te halen. Van 't Hoff benaderde de osmose op een geheel andere wijze dan De Vries. Hij gebruikte het verschijnsel om inzicht te krijgen in de affiniteit van atomen en moleculen, terwijl De Vries de osmose zag als een fysisch-chemisch mechanisme dat een rol speelt in het functioneren van een cel. De inzichten van Van 't Hoff waren voor De Vries niet van belang. Wat voor hem telde was slechts dat Van 't Hoff's werk de doelmatigheid van zijn eigen methoden en de juistheid van zijn eigen resultaten bevestigde. Bovendien toonde het eens te meer aan hoezeer de levende en de levenloze natuur met elkaar samenhangen en dat de natuur een eenheid is.²³² Van concurrentie was dus geen sprake, eerder van een elkaar aanvullen. Overigens was op het moment dat Van 't Hoff zijn resultaten verkreeg het onderzoek naar osmose voor De Vries een gepasseerd station. Hij had zijn aandacht inmiddels gericht op de celorganen. Wat het tweede punt betreft: inderdaad verkondigde De Vries reeds in het midden van de jaren tachtig dat kennis over de variabiliteit van planten zijn nut heeft bij het veredelen van gewassen en

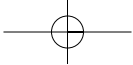
het verhogen van de opbrengsten. Maar kennis over de fysiologie was voor de landbouw niet minder belangrijk, zoals hij aangaf in zijn beschrijvingen van landbouwgewassen voor het Pruisische ministerie van Landbouw en in zijn populair-wetenschappelijke artikelen. Of De Vries werkelijk dacht dat het ene vakgebied een groter nuttig rendement zou opleveren dan het andere, valt uit zijn publicaties niet op te maken. Overigens kon hij in het midden van de jaren tachtig natuurlijk nog helemaal niet overzien wat de resultaten van zijn erfelijkheidsonderzoek zouden zijn.

Toen Vladimir Úlehla, hoogleraar plantenfysiologie aan de universiteit in Brünn, De Vries tijdens een bezoek in 1930 vroeg waarom hij met het plantenfysiologische onderzoek was gestopt, vertelde die dat dit was gekomen doordat hem na 1885 de tijd was gaan ontbreken. Voor experimenten had hij, vanwege zijn steeds drukker wordende onderwijs, alleen maar gelegenheid in de zomervakanties. 'Frau De Vries hatte aber drei kleine Kinder und wollte den Sommer draussen verbringen. So habe ich die Osmotik verlassen'.²³³ Het antwoord lijkt een grapje geweest te zijn, maar een brief die De Vries in januari 1888 schreef aan zijn oude studiegenoot Jan de Man uit Yerseke (met wie hij getuige het schrijven al zeker tien jaar geen contact meer had gehad) bevestigt het verhaal: 'De beide vorige zomers ben ik met mijne familie te Hilversum buiten geweest, en ik hoop dit ook in dit jaar te kunnen doen. Dientengevolg heb ik mij in den laatsten tijd minder met mechanisch-physiologische onderzoekingen beziggehouden, maar meer met erfelijkheid en variabiliteit'.²³⁴

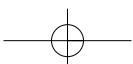
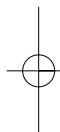
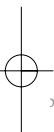
De Vries gaf Úlehla nog een tweede reden voor het einde van zijn fysiologisch onderzoek. Door de colleges erfelijkheidsleer die hij sinds zijn aanstelling in Amsterdam was gaan geven, was hij opnieuw in contact gekomen met zijn 'ersten Liebe von Kindheit her, die Evolutionstheorie'. Inderdaad gaf De Vries in het begin van de jaren tachtig college over Darwins theorie over het ontstaan van soorten. De almanak van het Amsterdamse studentencorps meldde in zijn verslag over de cursus 1881-1882 dat hij op een nieuw college 'de physiologie der vormen' besprak, 'een collectiefnaam waaronder achtereenvolgens de hoofdfactoren van het darwinisme, erfelijkheid en variabiliteit, verder zaken welke met de evolutieleer in betrekking staan, plantengeographie, -geschiedenis en -palaeontologie uit dit oogpunt beschouwd, vereenigd werden'. Ook in de jaren erna gaf De Vries college over erfelijkheid en evolutie.²³⁵ Of de volgorde van oorzaak en gevolg inderdaad zo is geweest als De Vries aangaf kan echter worden betwijfeld: de colleges kunnen net zo goed

een gevolg zijn geweest van zijn groeiende belangstelling voor Darwins evolutietheorie. Sinds zijn studietijd was Darwin overigens steeds in De Vries' gedachten geweest. Zijn onderzoek naar groei en krommingen van ranken en slingerplanten uit de tweede helft van de jaren zeventig was nadrukkelijk door het werk van Darwin geïnspireerd. De nieuwe biologische visie op de levende natuur waar De Vries zich al in 1880 voor had uitgesproken leunde bovendien sterk op Darwins theorie van soortvorming door natuurlijke selectie.

Zeker lijkt wel dat het niet Darwins evolutietheorie is geweest die De Vries van het groeionderzoek afbracht, maar diens ideeën over erfelijkheid. Na met zijn theorie van de panmeristische celdeling een verklaring geformuleerd te hebben voor de overerving van celorganen in morfologische zin, van moedercel op dochtercel, had De Vries zich afgevraagd hoe de overerving verloopt van hun functioneren, van moederorganisme op dochterorganisme. Al vaststaand gold dat bij de bevruchting alleen de kern van de spermatozoïde en van de stuifmeelkorrel versmelt met de kern van de eicel. Hybriden vertonen echter zowel eigenschappen van de moeder als van de vader. Er moet dus een mechanisme bestaan waardoor de erfelijke eigenschappen van zowel de moeder als de vader vanuit de kern op de overige celorganen worden overgebracht. In een lezing voor het Provinciaal Utrechtsch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen op 26 juni 1888 gaf De Vries zijn oplossing voor dit vraagstuk. 'De spreker meent', aldus het verslag ervan, 'dat men zich dat transport moet voorstellen als te geschieden door stoffelijke deeltjes die door de stroompjes van het protoplasma vervoerd worden'. Dit idee kwam voor een groot deel overeen met Darwins pangenesis, zo leerde De Vries zijn publiek, een erfelijkheidstheorie die Darwin had gepubliceerd in *The variation of animals and plants under domestication* uit 1868. Uit het slot van de lezing blijkt dat De Vries met de pangenesis niet zozeer zijn theorie van de panmeristische celdeling wilde bewijzen, maar met de panmeristische celdeling de pangenesis wilde bewijzen: 'De hypothese dat de erfelijkheid aan stoffelijke, georganiseerde en zich door deeling vermenigvuldigende deeltjes gebonden is acht de spreker onafwijsbaar'. Maar vooral wilde hij op de lezing zijn eigen, op enkele punten van Darwin afwijkende erfelijkheidstheorie onder de aandacht brengen. 'De deeltjes die de erfelijke eigenschappen uit de kernen intracellulair overbrengen mogen geenszins met de kiempjes of "gemmules" van Darwin worden geïdentificeerd. Om deze reden stelt de spreker voor om aan zijne opvatting den naam van *intracellulaire pangenesis* te geven'.³³⁶ Zo vormde Darwins pangenesis tegelijkertijd het slot van De Vries' groeionderzoek en het begin van zijn erfelijkheidson-



derzoek. Zoals hij zich in de voorgaande jaren had ingespannen om bewijzen te verzamelen voor Sachs' mechanische groeitheorie, zo zou hij zich in het vervolg geheel wijden aan het verzamelen van bewijzen voor Darwins pangenesis.



V

Theoretische en experimentele pangenesis

1886-1900

*'For some time I have been studying the causes of the variations of plants, as described in your treatise on the variations of animals and plants under domestication, and have endeavoured to collect some more facts on this theme. In your Origin of species you have promised a volume on the variations of animals and plants in the wild state and I very much hope that some day you will have the kindness of fulfilling this promise and of making us acquainted with the results of your investigations on this most interesting subject.'*¹

Op 15 oktober 1881 nam Hugo de Vries weer eens de pen op om een brief aan Charles Darwin te schrijven. Zojuist had hij van hem een exemplaar ontvangen van diens nieuwste boek en dat verdiende natuurlijk een bedankje.² Hij maakte van de gelegenheid gebruik Darwin te vertellen dat hij, naast het onderzoek naar plantengroei, een nieuw onderwerp had aangepakt: de oorzaak van de variatie bij planten. Darwin reageerde op dat nieuwtje met een mengeling van enthousiasme en spijt: 'I am delighted to hear that you intend working on the causes of variation. It is a grand subject, and if I were not so old, I would take it up experimentally. But I am very worn out, and will not attempt writing on any difficult and complex subject again. I fear that I have fallen into many mistakes in my book on the power of movement in plants, and this ought to be a caution to me'.³ Darwin overleed een half jaar later, op 19 april 1882.

Het boek *The variation of animals and plants under domestication* waar De Vries in zijn brief naar verwijst, had Darwin in 1868 gepubliceerd. De bedoeling ervan was een overzicht te geven van de vormveranderingen die planten en dieren in de loop der tijd hebben ondergaan doordat de mens steeds de individuen met de voor hem gunstige eigenschappen heeft geselecteerd. Daarmee hoopte hij 'to obtain some light, little though it be, on the causes of variability, – on the

laws that govern it ..., – and on the amount of change to which domesticated organisms are liable’ en zo dichterbij de oplossing van het grote vraagstuk dat hij bijna tien jaar eerder in zijn *Origin of species* had besproken: ‘The conversion of varieties into species – that is, the augmentation of the slight differences characteristic of varieties into the greater differences characteristic of species and genera, including the admirable adaptations of each being to its complex organic and inorganic conditions of life’. In het één na laatste hoofdstuk had Darwin een hypothese beschreven waarmee hij als afsluiting alle gegeven voorbeelden van erfelijkheid en variatie door een gemeenschappelijke oorzaak met elkaar had verbonden, een ambitieuze onderneming die hij met veel terughoudendheid had gepresenteerd: ‘I am aware that my view is merely a provisional hypothesis or speculation, but until a better one be advanced, it will serve to bring together a multitude of facts which are at present left disconnected by any efficient cause’. Hij had zijn hypothese ‘pangenesi’ gedoopt.⁴ Darwins voorzichtigheid had weinig geholpen: de pangenesi was zwaar onder vuur komen te liggen.⁵ De kritiek was onder andere geweest dat de hypothese teruggreep op achterhaalde ideeën. Julius Sachs, het orakel van de aanhangers van het moderne reductionistisch en mechanisch denken in de biologie, had opgemerkt dat Darwins bewering dat een voorplantingscel alle eigenschappen van een individu bevat op één lijn staat met het achttiende-eeuwse preformationisme: de opvatting dat in een zaadcel of eicel een volledig gevormd individu aanwezig is. Dat idee had de onvermijdelijke consequentie dat de gehele mensheid reeds aanwezig moet zijn geweest in de zaadcellen van Adam, of de eicellen van Eva. Iedereen die maar iets wist van plantenfysiologie begreep volgens Sachs dat een dergelijk idee ‘ausserhalb jeder ernsten Naturwissenschaft liegt’.⁶ Ook De Vries had kritiek op de pangenesi gehad. In een stelling bij zijn proefschrift uit 1870 had hij de mening uitgesproken dat de hypothese ‘de veranderlijkheid der soort niet (kan) verklaren’. Daar was hij intussen van teruggekomen, want aan Darwin schreef hij in zijn eerder aangehaalde brief: ‘I have always been especially interested in your hypothesis of pangenesi, and have collected a series of facts in favour of it’. Dat zal Darwin deugd gedaan hebben, want de kritiek op de pangenesi was hem zwaar gevallen. Aan het eind van zijn leven sprak hij spijtig over zijn ‘well-abused hypothesis’.⁷ Voor De Vries zou de pangenesi in de volgende decennia het uitgangspunt vormen voor al zijn wetenschappelijk denken en doen.

Darwins pangeneses

Darwin was bij het opstellen van zijn pangeneses uitgegaan van het toen nog betrekkelijk nieuwe (en nog niet door iedereen geaccepteerde) idee dat de groei van elk organisme berust op celdeling, dat dus elke nieuwe cel voortkomt uit een reeds bestaande, identieke cel, en dat groepen cellen verschillende weefsels en organen vormen. 'But besides this means of increase I assume that cells ... throw off minute granules or atoms, which circulate freely throughout the system, and when supplied with proper nutriment multiply by self-division, subsequently becoming developed into cells like those from which they were derived. These granules, for the sake of distinctness, may be called cell-gemmules, or, as the cellular theory is not fully established, simply gemmules'. Darwin stelde zich voor dat, nadat uit een bestaande cel een nieuwe cel is ontstaan, deze gemmules uit de moedercel doordringen in de dochtercel. Door hen 'geïnstrueerd' ontwikkelt de dochtercel zich tot een kopie van de moedercel. In sommige cellen verzamelen zich alle gemmules die de lichaamscellen tijdens elk stadium van hun bestaan produceren, namelijk de voortplantingscellen en bij planten tevens de cellen van de knoppen. Uit de delen ontstaat dus opnieuw het geheel: pan-geneses.

Ook lichaamscellen zouden volgens Darwin soms alle gemmules bevatten. Bij bepaalde soorten planten kan uit een klein stukje blad een hele nieuwe plant groeien, en uit een klein stukje koraal kan nieuw koraal groeien. Uit dergelijke gevallen moest volgens Darwin geconcludeerd worden dat er geen essentieel verschil bestaat tussen seksuele en asexuele voortplanting. Dat bleek volgens hem ook uit het verschijnsel parthenogenese: het ontstaan van een organisme uit een onbevuchte eicel. Kennelijk bevat in deze gevallen een eicel voldoende gemmules om alle volgende cellen de benodigde informatie te verschaffen. De gemmules moeten uiteraard bijzonder klein zijn, maar aangezien ze levende wezens zijn moeten ze tegelijkertijd een complexe bouw hebben en uit vele moleculen bestaan. De hoeveelheden identieke gemmules kunnen wisselen. Dat zou verklaren waarom hybriden in sommige eigenschappen meer op de vader en in andere eigenschappen meer op de moeder lijken: de gemmules van de ene ouder kunnen die van de andere in aantal overvleugelen. Gemmules kunnen in latente staat blijven, soms generaties lang. Een eigenschap kan daardoor één of meer generaties onzichtbaar blijven.

Cellen zouden volgens Darwin tijdens al hun verschillende stadia van ontwikkeling gemmules produceren. Daardoor kunnen dochtercellen ook weer alle stadia doorlopen. Veranderingen die een organisme of orgaan tijdens zijn

leven doormaakt werken door in de gemmules: 'In variations caused by the direct action of changed conditions ... the tissues of the body ... are directly affected by the new conditions, and consequently throw off modified gemmules, which are transmitted with their newly acquired peculiarities to the offspring'. De verandering zou pas goed zichtbaar worden als de veranderde gemmules zich in voldoende mate vermenigvuldigd hebben, wat doorgaans enkele generaties duurt. Darwin gaf daarvan verschillende voorbeelden. Doordat de wilde eend na domesticatie minder is gaan lopen en vliegen, zijn de botten van vorm veranderd en is de tamme eend ontstaan. De retriever kan apporteren doordat de mens het hem geleerd heeft. En schapen die in een warmer klimaat zijn gaan leven hebben een dunnere vacht gekregen.

De opvatting dat eigenschappen die onder invloed van de omgeving zijn veranderd kunnen worden overgedragen aan volgende generaties was op het moment dat Darwin zijn hypothese publiceerde niet onomstreden, maar zij veroorzaakte nog niet de grote verontwaardiging die haar later te beurt zou vallen. De veronderstelling van de erfelijkheid van verworven eigenschappen had haar bekendheid vooral te danken aan de Franse zoöloog Jean-Baptiste Lamarck. In het begin van de negentiende eeuw had Lamarck een theorie gepubliceerd waarin hij het ontstaan van nieuwe soorten mede met behulp van die opvatting had verklaard. Hij had die niet zelf bedacht maar aan eerdere evolutionisten (of 'transformisten', zoals ze in hun tijd werden genoemd) ontleend. Het bekendste voorbeeld dat Lamarck gaf om deze visie te ondersteunen is de giraf. Doordat het dier in het droge en kale Afrika leeft is het noodzaak boombladen te eten. De noodzaak zich uit te rekken om bij de bladen te komen had in de loop van vele generaties zijn voorpoten en nek steeds langer doen worden. Lamarck had in zijn eigen tijd weinig waardering voor zijn evolutietheorie gekregen, en vanwege zijn aanname van de erfelijkheid van verworven eigenschappen is hij later vaak belachelijk gemaakt.⁸

Samenvattend stelde Darwin dat alle variabiliteit teruggevoerd moet worden op twee groepen oorzaken. 'Firstly, on the deficiency, superabundance, fusion, and transposition of gemmules, and on the redevelopment of those which have long been dormant. In these cases the gemmules themselves have undergone no modification; but the mutations in the above respects will amply account for much fluctuating variability. Secondly, in the cases in which the organisation has been modified by changed conditions, the increased use or disuse of parts, or any other cause, the gemmules cast off from the modified units of the body will be themselves modified, and, when sufficiently multiplied, will be developed into new and changed structures'.

Een Vriesiaanse interpretatie

Na Darwin hadden meer mensen zich gewaagd aan het opstellen van een erfelijkheidstheorie. Zij hadden dankbaar gebruik gemaakt van nieuwe cytologische en embryologische ontdekkingen en inzichten waardoor hun theorieën heel wat beter onderbouwd waren dan de pangensis. Sommigen volgden het principe van de pangensis, anderen gingen er, als reactie, juist tegenin. Gemeenschappelijk kenmerk van alle theorieën was dat zij waren gebaseerd op reductionistisch-materialistische principes: alle erfelijke eigenschappen werden gebonden gedacht aan moleculen in het protoplasma, of, volgens sommige theorieën, aan alleen moleculen in de celkern. Wat de chemische samenstelling en grootte van de moleculen is, of de moleculen samenwerken in groepen of dat de moleculen (enkelvoudig of in groepen) zelf de erfelijke eigenschappen in zich dragen, daarover waren verschillende meningen. Een hele reeks opvattingen was geopperd en daarmee een bonte verzameling exotische namen om de dragers van erfelijke eigenschappen aan te duiden, zoals 'physiological units', 'granula', 'gemmen', 'idioblasten' en 'plastidulen', de laatste nog onder te verdelen in 'plasmodulen' en 'coccodulen'.⁹

Hoewel De Vries Darwins theorie boven die van anderen verkoos, had ook hij enkele eigen, van de pangensis afwijkende ideeën over erfelijkheid. Dat blijkt uit de reeks artikelen die hij in de jaren 1885-1887 publiceerde in het *Maandblad van de Nederlandsche Maatschappij van Landbouw onder de gemeenschappelijke titel 'Beschouwingen over het verbeteren van de rassen onzer cultuurplanten'*. Sommige opvattingen van Darwin verwierp hij, ideeën van anderen voegde hij aan de pangensis toe en ook gaf hij Darwins woorden wel eens een eigen interpretatie. Met de artikelen wilde hij boeren en tuinders laten zien aan welke wetten de variatie in de natuur gebonden is. Die kennis zouden zij met vrucht bij de veredeling van planten en dieren kunnen inzetten; er kon naar zijn idee op dat punt namelijk nog heel wat vooruitgang geboekt worden. De artikelreeks was daarom geen praktische handleiding maar een voornamelijk theoretisch betoog. Kennis van de erfelijkheid was noodzakelijk om variatie goed te kunnen begrijpen, zo betoogde De Vries. Variaties zijn namelijk slechts 'afwijkingen van den hoofdregel der erfelijkheid, volgens welke de eigenschappen der ouders op de kinderen overgaan. ... De leer der erfelijkheid omvat dus ook de leer der variabiliteit, en de oorzaken dezer laatste kunnen slechts met die der eerste te samen opgespoord en behandeld worden'. Variatie die ontstaat door verschillen in grondsoort, vochtigheid, bemesting en dergelijke behandelde hij daarom niet: die zijn niet erfelijk en voor de veredeling daarom niet van belang. 'Erfelijkheid, zij het

slechts in geringen graad, is dus het kenmerk van elke echte variatie'. Overigens noemt De Vries het woord 'pangenesi's' nergens, wellicht om zijn verhaal niet te ingewikkeld te maken.¹⁰

Alle cellen van elk organisme, zo leerde De Vries zijn lezers, ontstaan door deling uit één cel, de kiemcel, die op zijn beurt is ontstaan als afsplitsing van een volwassen organisme (bij asexuele voortplanting) of door de samensmelting van twee voortplantingscellen (bij seksuele voortplanting). 'Elk levend wezen is dus oorspronkelijk door celdeeling uit één of twee andere levende wezens ontsproten; het protoplasma van het kind vormt dus slechts een door groei sterk vermeerderd deel van het protoplasma der ouders, dat zich daarvan als kiem heeft afgescheiden. De levende stof gaat onafgebroken van het ene wezen op het andere over'. Door de opeenvolgende celdelingen zal van het oorspronkelijke protoplasma dat de kiemcel bevatte uiteindelijk niet veel overblijven. 'Doch tijdens al deze deelingen van den protoplast en den kern is dit gedeelte telkens, ten koste van het opgenomen voedsel, weer aangegroeid tot ongeveer de oorspronkelijke grootte, en daarbij hebben steeds de nieuw opgenomen stofdeeltjes eigenschappen ontvangen, gelijk aan die der reeds aanwezige stof. Zodoende kunnen talrijke cel- en kerndeelingen plaats vinden, zonder dat op den duur de levende protoplasmatische stof in elke cel een vermindering ondergaat'. Dit betekent dat de oorspronkelijke kiemcel waaruit een organisme groeit en de kiemcel die het op zijn of haar beurt weer voortbrengt door een lange reeks celdelingen met elkaar verbonden zijn. 'Wij willen deze onafgebroken reeks van door cel- en kerndeeling uit elkander ontspringende cellen, die de beide kiemcellen verbinden, met den naam van kiembaan bestempelen ... daar zij als het ware de baan vormt waarlangs de erfelijke eigenschappen van kiemcel tot kiemcel overgaan'.

Dit idee van de kiembaan ontleende De Vries aan de erfelijkheidstheorie die August Weismann, hoogleraar zoölogie uit Freiburg, begin jaren tachtig had opgesteld. Volgens Weismann zouden in het kernplasma van de kiemcel alle eigenschappen aanwezig zijn; hij betitelde dit dan ook als het 'kiemplasma'. Wanneer de kiemcel zich gaat delen en zich tot embryo gaat ontwikkelen, treedt al snel differentiatie op. De cellen die het weefsel vormen dat later de voortplantingscellen voortbrengt ontvangen het kiemplasma in onveranderde samenstelling. De overige (somatische) cellen ontvangen slechts dat gedeelte van het kiemplasma (en dus van de eigenschappen) dat nodig is voor hun specifieke functie. Naast 'kiemplasma' was er volgens Weismann dan ook 'somatisch plasma'. Dat uit somatische cellen soms een geheel of gedeeltelijk nieuw organisme kan groeien verklaarde Weismann door aan te nemen dat

deze cellen toch een kleine hoeveelheid kiemplasma ontvangen hebben. Contacten tussen somatische cellen en kiembaancellen zouden er niet zijn; de twee bestaan geheel onafhankelijk van elkaar. Organen die tijdens hun leven veranderingen ondergaan kunnen die dan ook niet overbrengen op de voortplantingscellen en dus op een volgende generatie. Hiermee had Weismann naar zijn overtuiging definitief afgerekend met het idee van de erfelijkheid van verworven eigenschappen. Dat soorten in de loop van generaties niettemin kunnen veranderen moet zijn oorsprong hebben in veranderingen die zich voordoen in de cellen van de weefsels die de voortplantingscellen voortbrengen.¹¹

Door middel van de kiembanen zijn alle generaties door een ‘stoffelijk verband’ met elkaar verbonden, aldus De Vries. ‘De levende stof die deze kiembanen vormt en die uit zich zelve tevens alle overige cellen, en dus alle organen, voortbrengt, terwijl zij door middel van het opgenomen voedsel zich voortdurend regeneert en reproduceert, is het protoplasma, dat dus wel met recht als de stoffelijke grondslag van het leven mag beschouwd worden’. Zoals in het vorige hoofdstuk beschreven betoogde hij in een ander artikel uit de reeks voor het *Maandblad* dat het levende protoplasma uit dezelfde chemische elementen is opgebouwd als levenloze stoffen en dat in de levende en de levenloze stof dezelfde natuurkundige en chemische wetten actief zijn. Het verschil zou slechts zijn dat de moleculen van levende stoffen een veel complexere bouw hebben dan de moleculen van levenloze stoffen. Het lag volgens De Vries voor de hand ‘dat de aanwezigheid van gelijke moleculen in het protoplasma van twee planten, dat is dus het bezit van denzelfden stoffelijken bouw, de oorzaak van hare zichtbare overeenkomst, in vormen en verrichtingen, moet zijn. De samenstellende moleculen van het protoplasma gaan bij de voortplanting van de ouders over op hunne kinderen; zij moeten hier dezelfde erfelijke eigenschappen vertegenwoordigen als daar. Met andere woorden: wij moeten ons voorstellen dat de erfelijke eigenschappen gevolgen zijn van de scheikundige eigenschappen der kleinste stofdeeltjes waaruit de cellen zijn opgebouwd, en dat zij daarom met deze stoffelijke moleculen van het eene geslacht op het andere overgaan’. Onder de microscoop zijn de moleculen die de erfelijke eigenschappen dragen niet zichtbaar. ‘Wel ontwaart men bij sterke vergroting niet zelden in menigen protoplast en in menige kern een fijne structuur, en verraden de ingewikkelde verschijnselen die de kern- en celdeeling begeleiden de aanwezigheid eener bepaalde organisatie’, zo omschrijft De Vries wat later de verdubbeling en de daaropvolgende splitsing van chromosomen zou blijken te zijn. ‘Maar tusschen deze en de in het protoplasma

sluimerende erfelijke vermogens is nergens eenig bepaald verband bekend dat ons tot eene verklaring der laatsten zou kunnen helpen'. Net als bij zijn betoog over de kiembanen was er bij dit alles maar weinig dat De Vries aan Darwin had ontleend. Het meeste kwam uit recent chemisch en cytologisch onderzoek.

Zoals chemische veranderingen van de moleculen verantwoordelijk zijn voor fysiologische processen, zo moeten 'de stoffelijke omzettingen in de cellen die gepaard gaan met de veranderingen in de onderlinge verhoudingen tusschen de erfelijke eigenschappen' de oorzaken zijn van variatie. Anders gesteld: 'De variabiliteit berust op de veranderlijkheid van de getalsverhouding der erfelijke eigenschappen'. De Vries is hiermee na zijn chemische uitstapje weer terug bij Darwins pangensis en wel het idee dat de dragers van een erfelijke eigenschap in aantal kunnen wisselen, waardoor die eigenschap in verschillende intensiteiten kan voorkomen en zelfs ogenschijnlijk kan verdwijnen. En het idee dat er van tijd tot tijd geheel nieuwe eigenschappen kunnen ontstaan. 'Wij komen hier echter op een geheel ander gebied, een gebied dat voor de afstammingsleer van het hoogste belang doch voor onze empirische behandeling nog slechts zeer weinig toegankelijk is'. De Vries gaat er niet verder op in: de kennis over het ontstaan van nieuwe eigenschappen was volgens hem nog veel te beperkt om er iets zinnigs over te kunnen zeggen.

Hoe was het nu mogelijk dat 'veranderingen in de onderlinge verhouding der erfelijke eigenschappen ... door stoffelijke veranderingen in de samenstelling van het protoplasma en de kern der kiembaan-cellen kunnen veroorzaakt worden'? Om daar inzicht in te krijgen was het volgens De Vries eerst nodig duidelijkheid te krijgen over een ander vraagstuk: zijn alle protoplasmamoleculen van één biologische soort identiek van bouw (een opvatting verkondigd door de Engelse filosoof Herbert Spencer in 1864) of zijn zij verschillend (zoals door Darwin in zijn *Variation* beweerd)? Volgens De Vries was er veel dat voor Darwins opvatting pleitte. Volgens Spencers visie zou elk afzonderlijk molecuul alle eigenschappen van de soort in zich moeten dragen, bij Darwins visie kon men elke afzonderlijke eigenschap, of groep eigenschappen, aan een ander molecuul toekennen. In de eerste visie zou men net zoveel typen dragers moeten veronderstellen als er variëteiten zijn, in de tweede zou een beperkt aantal typen dragers in steeds wisselende combinaties en aantallen voldoende zijn. Onderzoek had duidelijk gemaakt dat het protoplasma van één cel niet op alle plaatsen dezelfde eigenschappen heeft. 'Dit wijst er ons op dat ook de moleculaire samenstelling niet overal dezelfde kan wezen, en dit is slechts dan mogelijk wanneer het protoplasma uit ongelijke moleculen is opgebouwd,

wier betrekkelijk aantal dan op verschillende plaatsen verschillen kan'. Met dat laatste kon men het ontstaan van de verschillende organen van een organisme verklaren 'daar in elke cel en in elk orgaan natuurlijk die eigenschap het meest op de voorgrond zal treden waarvan de dragers in het protoplasma het talrijkst vertegenwoordigd zijn'. En een kruising was eenvoudig te verklaren als 'eene vermenging van ongelijksoortige moleculen in dezelfde protoplasten'.

Aangezien Darwin het principe van de celdeling huldigde, zou volgens De Vries het principe van de kiembanen ook in de pangensis vervat zijn. Daarnaast zou Darwin het transport van erfelijke eigenschappen naar de voortplantingscellen in enkele gevallen verklaard hebben door een 'hulphypothese', namelijk het vrij door het organisme bewegen van gemmules. Volgens De Vries had Darwin daarvoor enkele redelijke maar toch onvoldoend overtuigende argumenten gegeven. En er waren ook juist gevallen te bedenken waarbij het transport niet goed past. Hoe men zich het transport moet voorstellen was bovendien onduidelijk. 'Onder deze omstandigheden komt het mij het beste voor de transport-hypothese voorloopig te laten rusten, en haar geen invloed op onze beschouwingen toe te kennen, zoolang omtrent de bovenbedoelde questieuze feiten de ervaring niet met volkomen zekerheid uitspraak gedaan heeft'. Veel meer voor de hand lag dat bij elke deling alle soorten protoplasmamoleculen worden verdeeld en dat 'vóór elke celdeeling de moleculen zoodanig geschikt worden dat in beide toekomstige helften alle soorten dezer eenheden vertegenwoordigd zijn. Welke krachten dit bewerken kunnen is vooralsnog volkomen onbekend en hierin ligt zonder twijfel een der grootste moeielijkheden die aan de voorstelling der ongelijksoortige eenheden verbonden zijn'.

Op de oorspronkelijke vraag, namelijk hoe men zich moet voorstellen dat door chemische veranderingen in het protoplasma de getalsverhoudingen tussen de dragers van de erfelijke eigenschappen zich wijzigen, komt De Vries na dit pleidooi voor Darwins pangensis niet meer terug. Hij had alleen verder aannemelijk gemaakt dat er wijzigingen in de getalsverhoudingen plaatsvinden. Immers, als elke drager alle eigenschappen in zich heeft, kunnen er tussen de eigenschappen waar die dragers uit bestaan onderling nooit verschillen ontstaan en is variatie uitgesloten.

Naast de aanname van Weismanns kiembaan-theorie, de ideeën over de chemische samenstelling van de dragers van de erfelijke eigenschappen en het verwerpen van de transport-hypothese verschilt De Vries op nóg een punt van Darwin. Zoals eerder aangegeven stelde De Vries zich de dragers van de eigen-

schappen voor als (levende) moleculen, terwijl Darwin ze zich had voorgesteld als (levende) gemmules die uit vele moleculen bestaan.¹² Darwin had overigens in het midden gelaten of een gemmule de drager is van één eigenschap of van meer eigenschappen, of de afzonderlijke gemmules onafhankelijk van elkaar zijn of dat zij samenwerken: 'A feather, for instance, is a complex structure, and, as each separate part is liable to inherited variations, I conclude that each feather certainly generates a large number of gemmules; but it is possible that these may be aggregated into a compound gemmule'. Zo kwamen ze wel erg dicht in de buurt van Spencers deeltjes, en het is dus begrijpelijk dat De Vries naar deze opmerking van Darwin niet verwijst.

De Vries' pangenesis

In het voorjaar van 1888 besloot Hugo de Vries zijn, op Darwins pangenesis gebaseerde, ideeën over de overdracht van erfelijke eigenschappen nogmaals op papier te zetten. Had hij zich in zijn 'Beschouwingen' gericht op de practici, dit keer wilde hij de theoretici, zijn vakgenoten, aanspreken. En dus koos hij voor de wetenschappelijke *lingua franca* van dat moment: het Duits. En wellicht om het geheel nog meer cachet te geven koos hij er bovendien voor zijn ideeën niet in een tijdschrift te publiceren maar als boek uit te geven. Het zou, zijn proefschrift en zijn *Habilitationsschrift* niet meegerekend, zijn eerste wetenschappelijke boek worden. De titel die hij eraan gaf was tevens de naam die hij voor zijn eigen versie van Darwins erfelijkheidshypothese had bedacht: *Intracellulare Pangenesis*. Zijn vrienden Beijerinck en Moll gebruikte hij tijdens het schrijven als klankbord. Op 26 juni, kort voordat hij met schrijven begon, gaf De Vries in een lezing voor het Provinciaal Utrechtsch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen de hoofdlijnen van zijn theorie weer.¹³ 'Ik koos dit onderwerp om nog eens vollediger van u en Beijerinck te vernemen op welke punten nog onzekerheid of oneensheid bestaat', schreef hij aan Moll.¹⁴ Toen hij enkele maanden later het manuscript gereed had, gaf hij het beiden ter lezing. Beijerinck leverde nogal wat commentaar op het eerste deel. Het tweede deel liet hij ongemoeid, wat echter niet betekende dat zijn oordeel daarover positief was. 'Hij heeft het slechts doorgezien', schreef De Vries aan Moll. 'Het was hem, geloof ik, te langdradig om het te lezen. Het eerste vond hij daarentegen weer veel te kort'.¹⁵ Van Moll, al meer dan tien jaar zijn belangrijkste meedenker en meeleezer, verwachtte De Vries het belangrijkste commentaar. 'Lees de *Intracellulare Pangenesis* op je gemak, hoe grondiger je die bestudeert, hoe meer ik er van profiteren zal', schreef hij, en met verwijzing naar een artikel dat Moll kort tevoren tot zijn tevredenheid had becommentarieerd: 'Gek

zou 't zijn als er ook zulke bokken in stonden en bleven, dan was alle kans op succes verkeken'.¹⁶

Moll liet zich niet onbetuigd: hij schreef een uitgebreid commentaar¹⁷ en raadpleegde ook de hoogleraar fysiologie in zijn woonplaats Utrecht, C.A. Pelkelharing, een oude studievriend van De Vries. Diens opmerkingen vielen De Vries zwaar. 'P[ekelharing]'s bezwaren tegen latente eigenschappen kan ik niet toegeven', schreef hij aan Moll. 'Ook maakt het het nog veel moeilijker om te zeggen wat ik bedoel. Ik bespeur dat dit mij toch veelal mislukt is'.¹⁸ Pelkelharings opmerkingen lieten hem echter niet los, want speciaal om nog eens met hem te kunnen discussiëren besprak De Vries zijn theorie in de november-vergadering van de afdeling Natuurkunde van de Koninklijke Akademie van Wetenschappen, toen het manuscript van zijn boek al naar de drukker was.¹⁹ Ook Molls kritiek, hoewel naar zijn idee grotendeels terecht, leverde De Vries veel hoofdbrekens op. 'Het correctiewerk vordert langzaam en het gaat veel moeilijker dan anders, als wij alles samen afgesproken hebben', schreef hij hem. 'Ik weet lang niet altijd of gij mijnen correctie beter zult vinden dan 't oorspronkelijke. De geheele geschiedenis begint mij erg tegen te vallen. 'k Wilde dat ik het nooit begonnen was. 't Leek vooraf zoo gemakkelijk'.²⁰ Na enkele dagen stevig doorwerken had De Vries alle correcties verwerkt, maar tevreden over het eindresultaat was hij niet. 'Het was niet gemakkelijk het stuk naar uw wenschen te verbeteren, en het heele ding staat mij nu tegen. Ik ben zeer blij dat het nu achter den rug is'.²¹

Moll hielp zijn Amsterdamse vriend ook om diens ideeën buiten Europa te verspreiden. Tegelijk met het beoordelen van het manuscript schreef hij voor het Amerikaanse tijdschrift *The Botanical Gazette* een uitvoerig en lovend uittreksel; het verscheen in het voorjaar van 1889. Molls Engels was beter dan dat van De Vries, maar toch kostte het schrijven hem veel tijd. De Vries was er zeer tevreden over: 'Het is verreweg beter dan mijn boek. Als ik eens zoo duidelijk kon zijn!', oordeelde hij na lezing van het manuscript. En nadat het was gepubliceerd: 'Zulk een uittreksel draagt eigenlijk nog meer tot verspreiding van de pangensis bij dan mijn boekje zelf'.²²

Uitgeverij Gustav Fischer in Jena bleek interesse te hebben om *Intracellulare Pangensis* uit te geven. Omstreeks 10 november 1888 stuurde De Vries het manuscript op en twee maanden later kon hij de eerste presentemplaren versturen. Voor Moll liet hij als dank voor het vele werk, het schrijven van het uittreksel en 'voor den belangrijken steun voor mijne pogingen tot herstel der pangensis' een exemplaar in harde kaft inbinden.²³

Intracellulare Pangensis bestaat uit twee delen. In het eerste deel toont De

Vries aan dat Darwins pangeneses-gedachte niet alleen zeer aannemelijk maar zelfs onvermijdelijk is; zij was eigenlijk geen hypothese maar eenvoudig een 'Postulat' waarvan iedereen die over de zaak nadacht als vanzelf de juistheid zou inzien. In het tweede deel bespreekt hij zijn eigen, volgens hem slechts in geringe mate van Darwins ideeën afwijkende pangeneses-theorie. De voors en tegens zoals genoemd in de 'Beschouwingen' komen opnieuw voorbij, maar De Vries gaat nu dieper op de zaak in, presenteert nieuwe argumenten en het betoog heeft een duidelijke opbouw. In het eerste deel poneert De Vries een stelling en maakt die vervolgens met een overvloed aan argumenten aannemelijk. In het tweede deel geeft hij eerst een grote hoeveelheid empirisch verkregen feiten en concludeert daarmee vervolgens de juistheid van een stelling.

De stelling in het eerste deel is dat het soortbeeld geen eenheid is, maar is opgebouwd uit zelfstandige eigenschappen die in alle mogelijke vormen met elkaar mengbaar zijn. Dat zou ten eerste blijken uit de evolutie: de hogere soorten zijn uit eenvoudiger vormen ontstaan doordat er steeds nieuwe eigenschappen bij zijn gekomen. Dezelfde eigenschap kan men dan ook bij zeer verschillende organismen aantreffen. Insectenetende planten en dieren gebruiken bijvoorbeeld dezelfde stoffen bij het verteren van dierlijke eiwitten. (De Vries was door dit aan Darwin ontleende feit blijkbaar zeer getroffen. Al ruim tien jaar eerder had hij het gemeld bij een bespreking van diens *Insectivorous plants*). Verder bewijs voor de stelling zou geleverd worden door de vorming van organen, knopvariatie en het ontstaan van mannelijke en vrouwelijke takken aan één enkele plant. Zij zouden op 'einer Art Entmischung' berusten: 'Die in der jungen Pflanze vereinigten Anlagen trennen sich von einander um zur Entfaltung gelangen zu können'. Kwekers zouden bovendien de afgelopen decennia een enorme hoeveelheid bewijsmateriaal voor de stelling bijeengebracht hebben met de vele nieuwe producten die zij op de markt hadden gebracht. Ze hadden daarmee laten zien dat elke eigenschap, onafhankelijk van andere, variabel is, en dat eigenschappen die generaties geleden waren verdwenen weer konden opduiken (een verschijnsel dat 'atavisme' werd genoemd). Verder hadden zij met allerlei voorbeelden van 'ontmenging', zoals bonte bladen en gestreepte bloemen, aangetoond dat erfelijke eigenschappen mengbaar zijn. Kruisingen tussen variëteiten en soorten hadden echter wel de meest treffende voorbeelden opgeleverd van de mengbaarheid en zelfstandigheid van eigenschappen. In de hybride liggen de eigenschappen van de beide ouderplanten duidelijk zichtbaar gemengd: in sommige eigenschappen lijkt de plant op de vader, in andere op de moeder. In haar nakomelingen treden alle mogelijke combinaties op: 'Einige kehren zu

der Form des Vaters, andere zu jener der Mutter zurück²⁴; eine dritte Gruppe steht in der Mitte. Zwischen diesen stellen sich die übrigen in bunter Abwechslung väterlicher en mütterlicher Merkmale, en fast in jedem Grade gegenseitiger Mischung'. Hybridisatie zou volgens De Vries niet verschillen van de normale zelf- en kruisbestuiving. Ook daarbij worden de afzonderlijke eigenschappen van twee planten met elkaar vermengd. 'Selbständigkeit en Mischbarkeit, das sind also die wesentlichsten Eigenschaften des erblichen Anlagen aller Organismen', zo concludeert De Vries. 'Eine Hypothese zu finden welche diese Eigenschaften unserem Verständniss näher führt, das ist nach meiner Ansicht die Hauptaufgabe einer jeden Vererbungstheorie'.²⁵

Met deze zin maakt De Vries een bruggetje naar het volgende hoofdstuk waarin hij de verschillende erfelijkheidstheorieën die in de afgelopen decennia waren geopperd aan de eerder geponeerde en nu amper bewezen stelling toetst. Maar alvorens dat te doen introduceert hij nog een tweede stelling, namelijk dat de erfelijke eigenschappen gebonden zijn aan de moleculen die het protoplasma vormen. Hij maakt deze stelling aannemelijk met dezelfde argumenten als in de 'Beschouwingen': alle materie bestaat uit moleculen, het protoplasma niet uitgezonderd, en fysiologisch onderzoek heeft aangetoond dat levensverschijnselen terug te voeren zijn op chemische omzettingen van deze moleculen die het bijzondere vermogen hebben zich te dupliceren door assimilatie van voedingsstoffen en zuurstof. De in het protoplasma te onderscheiden stoffen waarvan de chemische structuur bekend is en zelfs kunstmatig nageemaakt kan worden, hebben deze eigenschappen niet. De 'levende moleculen' moeten daarom een bijzondere en zeer complexe bouw hebben. Men moet ze zien als 'morphologische Einheiten', die zijn opgebouwd uit vele moleculen en het karakter hebben van minuscule organismen. Daarmee vervallen volgens De Vries vanzelf theorieën die de erfelijke eigenschappen gekoppeld denken aan de enkelvoudige moleculen in het celvocht, zoals de theorieën van Louis Elsberg, keelarts en hoogleraar aan de University of New York (niet bepaald een autoriteit op het gebied van de erfelijkheid) en van Ernst Haeckel, hoogleraar in Jena en de grootste verdediger van Darwin in Duitsland (en beslist wel een groot autoriteit). Haeckel had zich het verschil tussen levende en levenloze materie weliswaar gerealiseerd maar volgens De Vries daarvoor de moleculen van levende organismen allerlei vitalistische eigenschappen toegekend. Haeckels theorie 'führt zu reinen Spekulationen' en De Vries besteedt er daarom verder geen aandacht aan.²⁶

Meer perspectief bieden volgens De Vries theorieën waarbij de dragers van de erfelijke eigenschappen voorgesteld zijn als opgebouwd uit vele molecu-

len. Hij verdeelt die in twee groepen. Ten eerste de theorieën waarbij de dragers als uniform worden beschouwd, dus behept met alle eigenschappen die een organisme kan vertonen. Ten tweede de theorieën die voor elke eigenschap een afzonderlijke drager veronderstellen. Als vertegenwoordigers van de eerste opvatting behandelt hij in kort bestek de theorieën van de Engelse filosoof Herbert Spencer (gepubliceerd in 1864-1867), de hoogleraar botanie uit München Karl von Nägeli (1883) en de al genoemde August Weismann (1883-1887). Volgens Spencer en Weismann zou elk organisme niet alleen eigenschappen van zijn ouders maar ook van zijn voorouders erven; een organisme zou daardoor alle eigenschappen van zijn voorgeslacht in zich dragen. De rol van deze voorouderlijke eigenschappen zou echter beperkt zijn. Spencer had verondersteld dat bij bevruchting gelijke eenheden elkaar aantrekken en ongelijke elkaar afstoten. Weismann had aangenomen dat het aandeel van de voorouderlijke eenheden of 'Ahnenplasmen' aan het kiemplasma van een individu geringer is naarmate de voorouder verder weg in de tijd ligt. Bovendien zou het aantal Ahnenplasma's bij de vorming van voortplantingscellen uit het kiemplasma tot de helft gereduceerd worden. Hij had gemeend dat dat proces zelfs zichtbaar is, namelijk in de afsnoering van de poollichaampjes bij de celdeling. Bij de bevruchting zouden de afgestoten Ahnenplasma's van de ene voortplantingscel weer aangevuld worden door de Ahnenplasma's van de andere voortplantingscel en zich één nieuw kiemplasma vormen. Nägeli had de drager van de erfelijke eigenschappen aangeduid als 'Idioplasmata', een in elke cel aanwezige stevige massa die door het hele protoplasma doorweven is als een 'vielfach gewundener Strang'. De moleculaire samenstelling van het Idioplasmata bepaalt de zichtbare eigenschappen en is per orgaan dan ook verschillend. Een nauwkeurige blik op de theorieën van Spencer, Weismann en Nägeli zou volgens De Vries leren dat de opstellers, al zeiden ze het niet expliciet, hadden gedacht dat hun eenheden uit afzonderlijke eigenschappen zijn opgebouwd. Bij Weismann zou dat wel het duidelijkst blijken: die had aangenomen dat somatische cellen, ontstaan uit het kiemplasma in de loop van vele celdelingen, nog slechts één of enkele zeer specifieke eigenschappen bezitten; zij zijn als het ware de laatste vertakkingen van het kiemplasma. De drie theorieën tonen volgens De Vries dan ook aan dat de aanname van afzonderlijke erfelijke eigenschappen onvermijdelijk is en dat de verschillende opvattingen goed beschouwd overeenkomen met Darwins pangensis-hypothese. In die hypothese was dit idee voor de eerste maal en op de duidelijkste wijze neergelegd, zodat aan Darwins ideeën de voorkeur gegeven moest worden. Andere erfelijkheidstheorieën die voor elke afzonderlijke eigenschap een afzonderlij-

ke drager veronderstellen bespreekt De Vries trouwens niet; zo ze er al geweest zullen zijn pasten ze niet in zijn betoog.²⁷

Al in de inleiding van het boek had De Vries duidelijk gemaakt bezwaar te hebben tegen Darwins idee van het transport van deeltjes naar de voortplantingsorganen, maar vervolgens behandelt hij het onderwerp nauwelijks. Darwin had er volgens hem zelf weinig belang aan gehecht en het idee was al door zoveel mensen (met Weismann voorop) op een zo effectieve manier bekritiseerd dat verdere kritiek overbodig is. Dat Darwin met het transport de erfelijkheid van verworven eigenschappen had verklaard, stipt De Vries slechts even aan. Gezien de hoon die het idee inmiddels ten deel was gevallen is het denkbaar dat De Vries daar, net als eerder in zijn *Beschouwingen*, liever niet al te veel op inging.²⁸

Dit eerste gedeelte van zijn boek besluit De Vries met een schets van Darwins pangenesis, of beter: zijn eigen versie daarvan. Aangezien het woord *gemmules* naar zijn mening te veel met de transporthypothese verbonden is, stelt hij een nieuwe naam voor de eenheden voor: *pangenen*. Reden is bovendien dat zijn deeltjes niet ‘ein morphologisches Glied des Organismus, eine Zelle oder einen Theil einer Zelle’ vertegenwoordigen zoals de *gemmules*, maar een afzonderlijke erfelijke eigenschap. Volgens De Vries had Darwin dat trouwens ook bedoeld: elk kenmerk dat onafhankelijk van andere kenmerken kan variëren is aan een stoffelijk deeltje gebonden, zo had die namelijk geschreven. Dat Darwin niet altijd duidelijk was geweest in wat hij onder een eigenschap verstond en soms ook groepen van kenmerken en morfologische verschijnselen als een eigenschap had beschouwd, dat moest men simpelweg wijten aan de ‘Unvollständigkeit unserer dermaligen Kenntnisse’. Voor al het overige zijn de pangenen wél identiek met de *gemmules*. De intensiteit waarmee een eigenschap zich vertoont is afhankelijk van de hoeveelheid exemplaren die er van het verantwoordelijke pangeen aanwezig is. Van eigenschappen die schijnbaar geheel verdwenen zijn is het aantal pangenen uiterst gering geworden; neemt het aantal weer toe, dan verschijnt de eigenschap, die steeds latent aanwezig was, weer. Het ontstaan van organen vanuit de kiemcel verklaart De Vries net als Darwin door het toenemen van bepaalde pangenen. De vermenigvuldiging van een pangeen op een plaats waar dit normaal gesproken niet gebeurt is de oorzaak van afwijkende vormen die onder botanici en kwekers bekendstonden als ‘monstruositeiten’. Systematische verwantschap berust op het bezit van gelijke pangenen, systematische verschillen op het bezit van verschillende pangenen. Volgens De Vries leidt zijn pangenesis dan ook tot dezelfde conclusie die Darwin had getrokken: er bestaan twee soorten

van variabiliteit, namelijk een kwantitatieve en een kwalitatieve variabiliteit. Darwin had het zó gezegd, aldus De Vries:

Erstens können die vorhandenen Pangene in ihrer relativen Zahl abwechseln, einige können zunehmen, andere können abnehmen oder gar fast verschwinden, lange Zeit unthätig gebliebene können wieder aktiv werden, und schliesslich kann die Verbindung der einzelnen Pangene zu Gruppen möglicherweise eine andere werden. ... Zweitens aber können einige oder mehrere Pangene, bei ihnen successiven Theilungen, ihre Natur mehr oder weniger ändern, oder, mit anderen Worten, es können neue Arten von Pangenem aus den bereits vorhandenen entstehen. Und wenn die neuen Pangene sich, vielleicht im Laufe mehrerer Generationen, allmählich so stark vermehren, dass sie aktiv werden können, müssen neue Eigenschaften an dem Organismus zur Ausbildung gelangen.

Ofkortweg:

Verändertes numerisches Verhältniss der bereits vorhandenen, und Bildung neuer Arten von Pangenem müssen die beiden Hauptfaktoren der Variabilität sein.

De Vries parafraseert hier de passage in de *Variation* waarin Darwin twee soorten variabiliteit onderscheidt op basis van de pangenesis.²⁹ In het eerste deel volgt hij vrij getrouw Darwins woorden, maar in het tweede deel is het vooral De Vries die spreekt. Het idee van de invloed van de omstandigheden is namelijk geheel verdwenen en daarvoor in de plaats is een schijnbaar spontane verandering tijdens de deling gekomen. En daarmee had De Vries, naast het beperken van hun mobiliteit en de verandering van hun rol als vertegenwoordiger, nog een derde punt gecreëerd waarop de pangenen van de gemmules afwijken. Ten slotte verbindt De Vries aan het verschil tussen kwantitatieve en kwalitatieve variabiliteit een visie die bij Darwin evenmin is te vinden. De eerste zou verantwoordelijk zijn voor de dagelijkse, individuele afwijkingen en variaties, de tweede voor ‘die allmählig steigende Differenzirung des ganzen Thier- und Pflanzenreichs’.³⁰ Darwin had beide mechanismen als wegen tot variatie, en dus tot het ontstaan van nieuwe soorten, beschouwd.

Intracellulaire pangenesis

In het tweede deel van zijn boek (dat ongeveer tweederde van het totaal beslaat) behandelt De Vries voornamelijk het transport van pangenen. Hij meende namelijk dat er toch een transport van erfelijkheidsdragers plaatsvindt, niet tussen cellen onderling zoals Darwin had gemeend maar tussen de

celkern en het protoplasma: een intracellulair transport. Het intracellulaire transport vormt een essentieel onderdeel van De Vries' ideeën over erfelijkheid; hij noemde zelfs zijn theorie ernaar. In het onderzoek dat hij in het volgende decennium zou uitvoeren richtte hij zich evenwel geheel op de zelfstandigheid, de mengbaarheid en het nieuw ontstaan van eigenschappen (dus pangenen). Het intracellulaire transport nam hij daarbij steeds als een gegeven aan. Toch is het belangrijk het exposé over het pangenentransport te volgen omdat De Vries hierin nader ingaat op de al even aangestipte begrippen 'activiteit' en 'latentie' van pangenen. Als een rode draad zouden die begrippen door zijn werk van de volgende jaren gaan lopen.

Alvorens het intracellulaire transport te behandelen bespreekt De Vries eerst drie onderwerpen die ermee verband houden, zonder daarop te wijzen. Daarbij gebruikt hij de meest recente inzichten op het gebied van de celleer. Ten eerste maakt hij duidelijk dat elke cel alle erfelijke eigenschappen, dus pangenen, van een organisme moet bevatten. Weismanns kiemplasma-theorie moet het daarbij opnieuw ontgelden. De Vries betwistte niet het idee van de kiembanen, zoals we eerder zagen. Integendeel: 'De kiembaan-theorie is het eenige zeer goede wat ik van hem geleerd heb', had hij in mei 1888 aan zijn vriend Moll geschreven.³¹ Hij meende echter dat de cellen die haar vormen niet wezenlijk verschillen van de cellen in de andere 'banen' die zich van de kiemcel afsplitsen. Alleen het bestaan van knoppen zou al duidelijk maken dat van een strikte scheiding tussen kiemcelbanen en somatische celbanen geen sprake kan zijn. Bij veel hogere planten is vegetatieve vermeerdering uit bepaalde weefsels mogelijk, terwijl bij lagere planten uit bijna elk weefsel een nieuw organisme kan ontstaan. Onder de microscoop gezien is er bovendien geen enkel verschil: alle cellen bezitten een kern en dezelfde organellen. Was volgens De Vries door de onvermijdelijke aanname van eenheden die elk een eigenschap met zich dragen Weismanns theorie van het kiemplasma al ondergraven, de empirisch aantoonbare overeenkomsten tussen alle cellen waaruit een organisme is opgebouwd waren volgens hem de doodsteek.³²

De Vries is erg uitvoerig in zijn kritiek op Weismann. Moll vroeg zich af of dat wel nodig was. Volgens hem was er tussen Weismanns kiembanen en De Vries' pangenesis maar weinig verband. De Vries legde hem uit dat Weismann eerder kritiek op zijn onderscheid tussen kiembaancellen en somatische cellen had gehad maar zich steeds met 'uitvluchten' had weten te redden. 'Niets kan nu helpen dan een zeer uitvoerigen beschrijving en een uitwerking tot in bijzonderheden. ... Zij moeten W[eismann] klemmen, en hem doen wankelen in zijn overtuiging van het principieele verschil tusschen somatische en kiem-

baancellen'.³³ Moll had overigens niet alleen commentaar op de lengte van De Vries' kritiek maar ook op de inhoud ervan: De Vries sloeg bij zijn interpretatie van Weismann volgens hem enkele keren de plank mis. 'Als Weismann dit leest zal hij denken dat je hem geheel verkeerd begrepen hebt en daar zal hij gelijk aan hebben', schreef hij onder andere.³⁴

Een beetje bezwaard voelde De Vries zich toch wel met zijn kritiek. Tegelijkertijd met zijn boek schreef hij een artikel waarin hij dieper inging op de kwestie van de erfelijkheid van verworven eigenschappen, vooral bedoeld om Weismann 'die ik toch al zoo hard moet vallen, hier volkomen te verdedigen', zo schreef hij Moll. Weismann kon tevreden zijn, want De Vries prijst hem als degene die de afgelopen jaren 'herhaaldelijk getracht heeft de nog heerschen- de onjuiste meeningen op dit gebied uit te roeien'.³⁵

Vervolgens behandelt De Vries de gebeurtenissen tijdens de celdeling. Het onderzoek dat sinds het midden van de jaren zeventig was verricht had aangetoond dat zowel celkernen als celorganellen door deling ontstaan en niet, zoals was gedacht, door de groepering van moleculen in het ongedifferentieerde protoplasma. De Vries herinnert zijn lezers nog even aan de bijdrage die hij en zijn promovendi Wakker en Went aan dit inzicht hadden geleverd: zelf had hij de vacuolewand getypeerd als een zelfstandig orgaan, Went had het bewijs geleverd dat nieuwe vacuolen uit reeds bestaande ontstaan, en Wakker had aangetoond dat aleuronkorrels ingedroogde vacuolen zijn en had bovendien met de elaioplast een nieuw organel ontdekt. Ook de celwand leek volgens De Vries bij celdeling uit de bestaande wand voort te komen, maar daarvoor was nog verder onderzoek noodzakelijk. De kern en de verschillende organellen schijnen zich geheel onafhankelijk van elkaar te gedragen: ze bestaan naast elkaar en komen niet uit elkaar voort.³⁶

Toch moet er een bijzondere band tussen de kern enerzijds en de organellen anderzijds bestaan; het is het derde onderwerp dat De Vries ter inleiding bespreekt. In het midden van de jaren zeventig had Oscar Hertwig, hoogleraar anatomie in Jena, aangetoond dat bij dieren de bevruchting bestaat uit de samsmelting van de kernen van eicel en zaadcel. Spoedig daarna had Eduard Strasburger, hoogleraar botanie in Jena, hetzelfde aangetoond voor planten: de zaadcel bestaat uitsluitend uit een kern, de organellen ontbreken. 'Da die Glieder der befruchteten Eizelle dennoch später die Eigenschaften der beiden Eltern besitzen, so ist es klar dass eine Übertragung der erblichen Eigenschaften aus dem befruchteten Kerne auf sie stattfinden muss', zo concludeert De Vries eenvoudig.³⁷

Als nu zeker is dat (1) erfelijke eigenschappen van kiemcel naar voortplan-

tingscel worden overgedragen door een reeks celdelingen, dat (2) protoplasten en organellen van generatie op generatie door celdeling worden overgedragen en dat (3) de kern de organellen aanstuurt, dan is de conclusie onontkoombaar dat er een transport van pangenen vanuit de celkern naar de organellen plaatsvindt, aldus De Vries. In de organellen kunnen de pangenen hun eigenschappen, die zij in de kern niet vertonen, tot uiting brengen. 'Die Kerne sind somit die Träger der latenten erblichen Eigenschaften. Diese müssen, um aktiv zu werden, wenigstens zum weitaus grössten Theil, aus ihnen in die übrigen Organe der Protoplaste übergehen'. Doordat de pangenen onzichtbaar zijn is een transport niet waar te nemen. Uit microscopisch onderzoek was echter gebleken dat in jonge cellen de kern door fijne draden met de celwand verbonden is. Hierlangs zou het transport van pangenen plaats kunnen vinden.³⁸

Moll had bij de lezing van het manuscript dit hele betoog scherp onder vuur genomen, en daarmee volgens hem 'de eigenlijke hypothese der intracellulaire pangensis zelve' onderuit gehaald. De Vries had enkele jaren eerder de protoplasma-stromen aangewezen als de wegen waarlangs het transport van voeding- en bouwstoffen en water door de cel en van cel tot cel plaatsvindt. De lezer 'ziet zich dus genoodzaakt een vervoer van pangenen door de geheele plant heen aan te nemen en meent daardoor zelfs zeer in je geest te handelen. Maar nu vraag ik: keert men dan niet principieel tot Darwins pangensis met stromende pangenen terug? Je tracht je wel tegen deze conclusie te vrijwaren door te zeggen dat de pangenen die uit den kern getreden zijn er nooit meer in terug keeren en je stelt dit punt zeer op den voorgrond. Maar de lezer wil daarin niet medegaan. Er is geen enkele reden om aan te nemen dat pangenen wel uit, maar nooit in den kern kunnen gaan. Die uit den dut ontwaakt is, kan later wel weer inslapen'. Kortom: 'Den indruk van den lezer is dus dat je door lange betoogen die omwegen vormen schijnbaar van Darwins oorspronkelijke pangensis afleidende, tenslotte toch daartoe terugkeert'.³⁹ Aangezien het oorspronkelijke manuscript van *Intracellulare Pangensis* niet meer aanwezig is valt niet te zeggen hoe De Vries de kritiek verwerkte. Mogelijk voegde hij de in het boek aanwezige paragraaf toe waarin hij een vergelijking met Darwins transport-hypothese maakt. Hierin geeft hij toe dat er mogelijkheden te bedenken zijn waardoor pangenen van de ene naar de andere cel kunnen overgaan. Dat echter was gebleken dat alle gevallen waarin sprake zou zijn van verworven eigenschappen onjuist zijn, gaf volgens hem aan dat die mogelijkheden niet reëel zijn. Ook andere gevallen, zoals de invloed die het stuifmeel van een plant lijkt uit te oefenen op de kleur en vorm van de vruchten van een plant die daarmee is besto-

ven (door de Duitse arts en botanicus W.O. Focke 'Xenien' genoemd), leverden onvoldoende bewijs voor een intercellulair transport. 'Das Austreten der Pangene aus den Kernen ergibt sich aus meiner Ansicht, in Verbindung mit unseren jetzigen Kenntnissen über die physiologischen Bedeutung der Kerne, als eine nothwendige Folgerung. Ein Eindringen der ausgewanderten Pangene oder ihrer Nachkommen in andere Kerne brauche ich nicht anzunehmen'.⁴⁰

Om een functie of eigenschap tot uiting te kunnen brengen moeten de pangenen in voldoende mate aanwezig zijn. Duplicatie vindt zowel in de kern als in het protoplasma plaats. 'Im Kerne sind die meisten inaktiv, d.h. sie haben sich nur zu vermehren. Selbstverständlich muss es daneben im Kerne auch aktive Pangene geben, z.B. jene, welche den verwickelten Prozess der Kerntheilung besorgen'. Wanneer de pangenen in de celorganellen zijn doorgedrongen zetten zij hun vermeerdering daar ongebreideld voort. 'Dabei können sie hier kürzere oder längere Zeit inaktiv bleiben, oder auch abwechselnd aktiv und inaktiv sein. Manche werden gleich nach ihrer Ankunft, andere später, einige unabhängig von äusseren Umständen, andere erst in Reaktion auf bestimmte Reize die ihr eigene Thätigkeit anfangen'.⁴¹ De zichtbaarheid en onzichtbaarheid van een eigenschap is dus een veel complexere zaak dan De Vries in het eerste deel had beweerd. Niet alleen het aantal pangenen speelt een rol, maar ook hun toestand, hun plaats in de cel en uitwendige invloeden. Al die factoren hangen enerzijds met elkaar samen en zijn anderzijds weer onafhankelijk van elkaar. In de kern zijn pangenen doorgaans inactief, ook al zijn ze in grote aantallen aanwezig; sommige pangenen zijn in de kern wel actief, ook al zijn ze in een klein aantal aanwezig. Ook in het protoplasma is activiteit niet vanzelfsprekend, ja kunnen activiteit en inactiviteit elkaar zelfs afwisselen. Tegenstrijdigheden zoals weergegeven in de net aangehaalde zin zijn op meer plaatsen in *Intracellulare Pangenese* te vinden: de ene keer lijkt De Vries te bedoelen dat pangenen zich in een actieve of latente toestand bevinden, op andere plaatsen lijkt hij aan te geven dat activiteit en latentie samenvallen met respectievelijk voldoende en onvoldoende aantallen, dat er een soort 'drempelwaarde' is die het verschil tussen actief en latent uitmaakt, en dat bovendien activiteit en latentie zijn gebonden aan respectievelijk het protoplasma en de kern.⁴² Met activiteit en latentie lijkt hij uit te willen drukken dat een pangeen wel of niet deelneemt aan een fysiologisch proces binnen een cel, hetzij in de kern, hetzij in het protoplasma. Aangezien De Vries steeds spreekt over eigenschappen lijkt hij bovendien activiteit en latentie niet als een individueel maar als een collectief kenmerk te beschouwen: alle pangenen van hetzelfde type zijn actief of latent. Eigenlijk gaat het dus

om afzonderlijke eigenschappen die zichtbaar of onzichtbaar zijn.⁴³ Als voorbeeld van een eigenschap die nieuw is ontstaan geeft De Vries de gedraaide stengel bij *Dipsacus sylvestris* (nu *D. fullonum*, Grote kaardebol). Een exemplaar dat de draaiing vertoonde had onder haar 1600 nakomelingen slechts twee exemplaren die de ouderlijke eigenschap eveneens vertoonden. De voor de draaiing verantwoordelijke pangen 'mussten somit relativ so wenig zahlreich sein, dass ihre Aussicht aktiv zu werden höchstens ein pro mille betrug', zo verklaart hij het resultaat.⁴⁴ Afhankelijk van hun gezamenlijke aantal worden pangen dus gezamenlijk actief.

Hoe men zich de dragers van erfelijke eigenschappen in de kern concreet moet voorstellen ontleent De Vries eveneens aan recente microscopische waarnemingen. Tegelijkertijd met de bevruchting en de celdeling was ook de kerndeling nauwkeurig onderzocht. Wat daarbij speciaal was opgevallen was het bijzondere gedrag van de draden (of draad, daarover was geen eenstemmigheid) die in de kern werden waargenomen. De chemische samenstelling van de draden was niet bekend; vanwege de eenvoudige wijze waarop zij gekleurd konden worden was de stof 'chromatine' genoemd. De draden zelf hadden de naam 'chromosomen' gekregen. De Vries sloot zich aan bij de inmiddels breed gedragen opvatting dat de chromosomen de dragers van de erfelijke eigenschappen zijn. Zij vormen 'den morphologischen Ort, wo die erblichen Anlagen aufbewahrt werden. Dieser Faden würde somit aus den zu kleineren und grösseren Gruppen vereinten Pangen bestehen'.⁴⁵

In een beknopte weergave van de pangensis die De Vries in 1889 schreef voor het populair-wetenschappelijke *Album der Natur* ging hij nader in op het gedrag van de chromosomen bij de celdeling. 'In elke kern is een lange, fijne, sterk gewondene en niet zelden van zijtakjes voorziene draad. Deze draad wordt vóór elke deeling korter en dikker, waarbij zij hare takjes intrekt. Dan wordt zij over haar geheele lengte overlans gespleten, en van deze twee helften krijgt elke der beide jonge kernen er eene. Elke helft gaat zich nu verlengen, wordt dunner en maakt talrijke windingen en zijtakjes, om bij eene volgende kerndeeling weer dezelfde veranderingen te ondergaan. ... De overlansche splinging van den kerndraad mogen wij dus beschouwen als een middel waardoor bereikt wordt dat elke der beide nieuwe kernen dragers van alle erfelijke vermogens uit de moederkern ontvangt'.⁴⁶ In *Intracellulare Pangenesis* komen deze opmerkingen niet voor. Wel behandelt De Vries daarin het gedrag van de chromosomen tijdens de bevruchting. Daarover bestond minder duidelijkheid. Volgens Strasburger zouden de chromosomen van ei- en zaadcel ineensmelten, volgens Edouard Van Beneden, hoogleraar zoölogie in Luik, zouden de

chromosomen zich slechts met de twee uiteinden aan elkaar hechten en naast elkaar blijven liggen. Of de chromosomen inderdaad de dragers van de erfelijke eigenschappen zijn, is volgens De Vries van groot belang voor een beter inzicht in het verschijnsel erfelijkheid. 'Für unsere Hypothese ist eine Entscheidung aber nicht unbedingt notwendig'.⁴⁷

De onvermijdelijke aanname van stoffelijke eenheden als dragers van de erfelijke eigenschappen, beschreven in het eerste deel van *Intracellulare Pangenesis*, en de meest actuele inzichten op het gebied van de cel, met daarbij de eveneens onvermijdelijke aanname van een transport van kern naar organellen, beschreven in het tweede deel, brengt De Vries ten slotte samen in de laatste 25 pagina's van zijn boek: hier beschrijft hij zijn 'Hypothese der intracellularen Pangenesis'. 'Das ganze Protoplasma besteht aus solchen zu verschiedenen Zeiten aus dem Kerne bezogenen Pangenenen und deren Nachkommen', zo vat hij de essentie van de hypothese samen. 'Eine andere lebendige Grundlage giebt es in ihm nicht'.⁴⁸

De Vries had hoge verwachtingen van zijn boek. Maar de aandacht was gering. Slechts in enkele tijdschriften en jaarboeken verschenen besprekingen, vrijwel allemaal zonder inhoudelijk op de theorie in te gaan,⁴⁹ en de verkoop verliep langzaam. Het zou vijftien jaar duren eer de uitgever door zijn voorraad heen was.⁵⁰

Wie in elk geval wél goede notie van *Intracellulare Pangenesis* nam was August Weismann. Kort na verschijnen schreef hij De Vries dat het lezen van het boek hem 'ein wirklicher Genuss' was geweest. De geuite kritiek had hem geenszins geraakt. Over verschillende van zijn uitspraken was hij inmiddels namelijk anders gaan denken.⁵¹ In 1892 publiceerde Weismann een nieuwe, meer uitgewerkte versie van zijn kiemplasma-theorie. Alles wat hij eerder over erfelijkheid had geschreven was eigenlijk slechts 'Vorarbeit für eine Theorie' geweest, zo laat hij in het voorwoord weten, en het was volstrekt niet zijn bedoeling geweest 'eine ganze und durchgearbeitete Vererbungstheorie' te geven. Nader onderzoek heeft hem meer inzicht gegeven in de samenstelling van de kiemplasma's, en tot zijn vreugde zijn zijn ideeën nu ook meer in overeenstemming met de opvattingen van Darwin en andere onderzoekers, 'vor Allem De Vries und mit Wiesner'. Weismann blijft erbij dat het kiemplasma is opgebouwd uit Ahnenplasma's (nu door hem 'Iden' genoemd) die van voorouders overgeërfd eigenschappen bezitten, maar hij neemt nu ook een verdere differentiëring aan. De Iden zijn 'Lebenseinheiten der dritten Stufe' en vormen de chromosomen. Zij zijn opgebouwd uit 'Tausenden oder Hunderttausenden von Determinanten ..., Lebenseinheiten zweiter Stufe, die sich dann

wieder aus den eigentlichen Lebensträgern, den Biophoren zusammensetzen, den kleinsten Lebenseinheiten'. De Determinanten bepalen de eigenschappen van een gehele cel of groep cellen; de Biophoren bepalen de eigenschappen van delen van cellen. 'Sie sind die "Eigenschaftsträger" der Zellen, oder genauer: die Träger der Zelleneigenschaften' en zijn verantwoordelijk voor 'die Grundkräfte des Lebens' zoals stofwisseling en groei. De Biophoren zijn volgens Weismann op veel punten gelijk aan De Vries' pangenen: ook zij zouden groeien, zich dupliceren en erfelijke eigenschappen overdragen. Maar ze waren daar toch niet aan gelijk. De biophoren zijn namelijk 'Theile von höheren Einheiten der Vererbungssubstanz'. Volgens Weismann had De Vries de zaken veel te eenvoudig voorgesteld door pangenen te bestempelen tot dragers van primaire eigenschappen. Eigenschappen zijn doorgaans zeer complex samengesteld. Alleen door de samenwerking van vele cellen kunnen zij totstandkomen en de pangenen moeten dus wel in groepen verenigd zijn. Bijvoorbeeld: de strepen van een zebra zouden volgens De Vries' opvatting moeten berusten op de aanwezigheid van pangenen voor zwart en wit die de cellen hun kleuren geven. 'Aber die Zebrastreifung beruht nicht auf Entwicklung von Schwarz und Weiss innerhalb einer Zelle sondern auf der regelmässigen Abwechselung von Tausenden streifenweise angeordneten schwarzen oder weissen Zellen'. Evenzo kan de gezaagde rand van een blad 'nicht auf der Anwesenheit von "Säge-Pangen" beruhen, sondern er beruht auf eigenthümlicher Anordnung der Zellen des Blattrandes'. Meer overeenstemming ziet Weismann met de kleinste levenseenheden die Julius Wiesner onlangs in een eigen erfelijkheidstheorie had onderscheiden, de zogenaamde 'Plasomen'.⁵² De Vries zag echter het verschil niet: 'Dus erkent W[eismann] dat Plasomen en Biophoren alleen andere namen voor de pangenen zijn', zo schreef hij in zijn eigen exemplaar van *Intracellulare Pangenesis*.⁵³

Op zoek naar afwijkingen

Om zijn betoog in *Intracellulare Pangenesis* te ondersteunen had De Vries een grote hoeveelheid voorbeelden gegeven, net zoals Darwin dat eerder in diens *Variation* had gedaan. Maar vrijwel al het aangedragen bewijsmateriaal had hij aan anderen ontleend; over op eigen experimenten gegronde waarnemingen beschikte hij nauwelijks. *Intracellulare Pangenesis* was daardoor voornamelijk een theoretisch werk. Opgegroeid met de opvatting van Julius Sachs dat het experiment het belangrijkste onderzoeksmiddel en de inductie de meest geëigende benaderingswijze is, zal hij een experimentele onderbouwing vanaf het begin echter als noodzakelijk en vanzelfsprekend beschouwd hebben.⁵⁴

Publicaties, brieven en aantekeningen laten zien dat De Vries al in het midden van de jaren tachtig, dus ongeveer gelijktijdig met het schrijven van zijn 'Beschouwingen', met experimenteel erfelijkheidsonderzoek was begonnen. Maar echt serieus werd het na de publicatie van *Intracellulare Pangenesis*. Het onderzoeksprogramma dat hij in de volgende jaren volgde had hij daarin al geformuleerd. Zelfstandigheid en mengbaarheid zijn de belangrijkste kenmerken van de dragers van de erfelijke eigenschappen, zo had hij gesteld. Elke erfelijkheidstheorie diende aan die twee kenmerken recht te doen. 'Versuche und Beobachtungen über das Entstehen und das Fixiren von Variationen (lehren) uns die erblichen Eigenschaften als Einheiten kennen ... mit denen man experimentiren kann. Sie lehren uns ferner dass diese Einheiten fast in jedem Verhältniss mit einander mischbar sind, indem weitaus die meisten Experimente im Grunde nur auf eine Veränderung dieses Verhältnisses hinauslaufen'. Nog duidelijker kon dit alles worden aangetoond door het maken van hybriden door kruisingen: 'Nirgendwo tritt so klar wie hier das Bild der Art gegenüber seiner Zusammensetzung aus selbständigen Faktoren in den Hintergrund'. In een hybride zijn de eigenschappen van de vader- en de moederplant vermengd. 'Und die ausgezeichneten Versuche zahlreicher Forscher haben uns gelehrt, wie in den Nachkommen der Bastarde eine fast unendliche Abwechslung zu beobachten zu sein pflegt, welche wesentlich auf einer in mannigfach verschiedener Weise stattfindenden Vermischung der väterlichen und der mütterlichen Merkmale beruht'.⁵⁵ Het opsporen en permanent maken van afwijkende eigenschappen en het uitvoeren van kruisingen: dat zijn de twee methoden die De Vries gebruikte om bewijsmateriaal voor de pangenesis te verkrijgen.

In zijn keuze van afwijkende eigenschappen als materiaal voor zijn ene onderzoeksmethode was De Vries aanvankelijk niet kieskeurig: zowel grote als kleine afwijkingen interesseerden hem. Dat blijkt uit zijn herbarium (dat voor een groot deel bewaard is gebleven) en zijn collectie 'Variatiën en variëteiten' op alcohol (waarvan de originele stukken vrijwel alle verdwenen zijn, maar waarvan de index nog aanwezig is).⁵⁶ Soms zijn de verschillen met de normale situatie minimaal en moeilijk te zien. De Vries moet niet alleen een gedegen floristische kennis gehad hebben maar ook een bijzonder scherp oog. Zo vond hij van *Cucurbita melanosperma* (nu *Cucurbita ficifolia* forma *melanosperma*, Vijgebladpompoe) een exemplaar met 'verdubbeling en vergroeiing der cotylen'. Bij een *Begonia* was de 'stipula [steunblaadje] half in blad veranderd'. Bij een *Hyacinthus orientalis* (Hyacint) vond hij een 'cilindrisch blad uit een zijknop van een bol'. Van een *Acacia dealbata* (Mimosa) noteerde hij: 'Uit

den top van 't even gevinde blad komt een klein, dun en langgesteeld blaadje'. Van een *Robinia pseudoacacia* (Gewone robinia): 'De twee foliola van één paar ruggelings aan elkander vastgegroeid, blad overigens normaal'. Bij een *Phaseolus multiflorus* (Pronkboon) kwamen uit een internodium 'zijdelings jonge bloemtrossen. Plant overigens normaal'. Een exemplaar van *Pedicularis palustris* (Moeraskartelblad) had '1 normale bloem met drieslippigen onderlip; 2 met 4-slippigen en 1 met 5-slippigen onderlip'. Of de oorzaak van de afwijking van binnenuit kwam of door externe omstandigheden was veroorzaakt, was niet altijd duidelijk. Zo noteerde De Vries bij een exemplaar van *Pinus pinaster* (Zeeden): 'Eenige eindloten droegen van onderen pakjes van 2 (en enkele 3!) naalden en gaan omhoog over in bebladerde loten, zooals anders bij verwonding uit den knop tusschen twee naalden plegen te ontstaan'. Later schreef hij erbij: 'Wellicht een gevolg van 't vreten van rupsen'. Bij een *Saxifraga umbrosa* (Schildersverdriet) waren 'drie meeldraden aaneen gegroeid; naar 't schijnt ten gevolge van een wond die ook het kelkblad trof'. Overal waar hij kwam hield De Vries zijn ogen wijd open: tijdens excursies, in de Hortus, in zijn eigen tuin, in de tuin van zijn ouders in Den Haag. Zelfs op plaatsen waar geen planten waren speurde hij naar afwijkingen. Tijdens een uitje naar Bussum zag hij op een schaalte bessen een witte aalbes liggen. En op een promotiepartij vond hij tussen de hapjes een aantal amandelen, 'gewone en zeldzame variëteit, samen op één schaalte'. Spoedig was De Vries' verzamelwoede ook bij anderen bekend en kreeg hij van allerlei kanten materiaal voor zijn collectie aangereikt. Zijn vrienden Beijerinck en Moll werden vaste leveranciers, net als de (oud-)studenten Janse, Wakker en Heinsius. Sommige afwijkingen kwamen vaker voor dan andere en zo vormden zich enkele grote groepen binnen zijn verzameling. De voornaamste daarvan waren fasciaties (bandvormige afplatting van stengels, bladstelen en bloemen, soms uitlopend in een splijting; ook verdubbelde vruchten rekende De Vries tot fasciaties), torsies (verdraaiing van de stengel), bekervormige vergroeiing van bladen of bloembladen), verdubbeling van bladen, pelorie (radiair symmetrische afwijkingen van bloemen die gewoonlijk tweezijdig symmetrisch zijn), en veranderde aantallen bloembladen, meeldraden en stempels.

De zomers van 1886, 1887 en 1888 bracht De Vries met vrouw en kinderen door in 's-Graveland, even ten noordwesten van Hilversum, in een vakantiehuisje op het landgoed Jagtlust van jonkheer J.P. Six. Daar te midden van de bossen, weilanden en akkers had hij volop de gelegenheid om naar afwijkingen te zoeken. Eigenlijk noodgedwongen, zoals hij aan zijn oude studievriend Jan de Man schreef: laboratoriumonderzoek kon hij niet doen.⁵⁷ In zakboekjes

noteerde De Vries zijn vondsten, die voor een deel verhuisden naar zijn preparatencollectie en zijn herbarium. Sommige soorten plantte hij in de moestuin bij het vakantiehuisje die spoedig voor een deel als proeftuin diende. Na de derde en laatste zomer ging een aantal mee naar Amsterdam, waar De Vries ze verder kweekte op zijn eigen ‘fysiologisch terrein’ van de Hortus, de Overtuin.⁵⁸ In het Spanderswoud, op enkele minuten lopen van zijn vakantiehuisje, vond De Vries bijvoorbeeld in augustus 1886 van *Potentilla anserina* (Zilver-schoon), die normaal vijf-tallige bloemen heeft, exemplaren met vier-tallige bloemen. ‘Reeds een paar malen vond ik op dit zelfde plekje vier-tallige bloemen’, schreef hij in zijn zakboekje. ‘Komen ze hier regelmatig voor? Is het een erfelijke variëteit?, dus een “onvolkomen variatie”, die hetzij door uitloopers, of door zaden? vermenigvuldigd is?’. Van *Quercus pedunculata* (nu *Q. robur*, zomereik) vond hij ‘één bont takje in ’t gewone hakhout; exemplaar overigens groen’. De Vries conclusie luidde daarom: ‘knopvariatie’. Van *Quercus pedunculata* ssp. *heterophylla* vond hij veel exemplaren met ‘tak-atavisme’. ‘Stammen alle als zaailingen af van een oud, geënt exemplaar op [de buitenplaats] Hilverbeek dat evenzoo is, en in zijn zaaisel vrijwel echte en vrij veel atavistische exemplaren geeft’. Van *Achillea millefolium* (Gewoon duizendblad) vond hij een tiental rode exemplaren tussen de gewone witbloeiende in. ‘Beider standplaats (even) zonnig; er is dus geen kwestie van rechtstreeksche inwerking van ’t zonlicht, maar alleen van variatie’.⁵⁹

Een wonderlijke afwijking trof De Vries tijdens de eerste zomer aan bij twee exemplaren van *Oenothera lamarckiana*, de Grote teunisbloem. De stijl was zo kort dat de stempels niet op gelijke hoogte stonden als de helmknoppen, zoals gebruikelijk, maar niet verder kwamen dan de keel van de kelkbuis. Het stuifmeel valt weliswaar rijkelijk op de stempels, maar slechts zelden weet een stuifmeelbuisje tot het vruchtbeginsel door te dringen. De plant ontwikkelt dan ook zelden zaden en de zaaddozen blijven doorgaans onderontwikkeld. Het was door dit kenmerk dat de planten De Vries opvielen en hij gemakkelijk kon vaststellen dat slechts twee van de vele honderden planten de afwijking bezaten. Hij gaf ze de variëteitsnaam *brevistylis*. *Oenothera* vertoonde trouwens nog veel meer opvallende afwijkingen. Hij vond planten waarbij de stijlen niet alleen vier stempels hadden, het normale aantal, maar ook vijf, zes, zeven en zelfs acht. Verschillende keren trof hij naast de normale vierhokkige zaaddozen vijf-hokkige exemplaren aan. Er waren bloemen waarbij de kroonbladen half zo breed als gewoonlijk waren. Hij vond een wortelrozet (*Oenothera* is doorgaans tweejarig) met opvallend smalle bladen. En hij vond een wortelrozet met langgesteelde, brede bladen. Het volgende jaar leverde nieuwe verras-

singen op: in Hilversum een gladbladige vorm (daarom *Oenothera laevifolia* gedoopt) en in Amsterdam uit zaden die hij het jaar ervoor had gewonnen uit een vijfhoekige vrucht een vorm die geen stuifmeel vormde en waarbij alles dikker en breder was dan bij *lamarckiana* (en die hij daarom ‘dikkop’, later *lata* noemde). De kortstijlige, gladbladige en dikkoppige vormen waren, voor zover De Vries’ uitgebreide floristische kennis reikte, nog nooit eerder waargenomen.⁶⁰

Het terrein waar de *Oenothera*’s groeiden was een verlaten aardappelakker waar de planten zich ongehinderd konden vermenigvuldigen. Het terrein was oorspronkelijk aan twee zijden begrensd geweest door een kanaaltje. Rond 1870 had jonkheer Six een nieuwe aftakking van het kanaaltje laten graven waardoor de akker aan drie zijden door water omgeven was. Doordat het land nu moeilijk te bereiken viel was het bij pachters niet meer in trek. Omstreeks 1875 had Six langs het voetpad dat langs de nieuwe aftakking liep een border met bloemplanten laten aanleggen, waarin ook *Oenothera*’s vanuit de tuin van Jagtlust waren aangeplant. De border was spoedig verwaarloosd en vooral de *Oenothera*’s hadden zich ongebreideld verspreid over de verlaten akker. Six had het plan opgevat de akker met eikenbomen voor hakhout te beplanten; binnenkort zouden de eerste jonge boompjes geplant worden. Toen De Vries in mei 1887 opnieuw op de verlaten akker was, constateerde hij dat een deel was omgespit en beplant en dat de *Oenothera*’s daar waren verdwenen. Er viel echter nog genoeg aan afwijkend materiaal bij de nog steeds rijkelijk aanwezige soort te vinden. De volgende winter werd opnieuw een deel van het terrein omgespit en kwamen de *Oenothera*’s verder in het gedrang.⁶¹

De opmerkingen in De Vries’ zakboekjes illustreren duidelijk waar het hem bij zijn zoektochten naar afwijkingen om ging: was de afwijking eenmalig, door uitwendige invloeden veroorzaakt, of herhaalde zij zich en was zij dus erfelijk? Die vraag was alleen te beantwoorden als vastgesteld kon worden of de plant ook in de volgende jaren de afwijking vertoonde, danwel dat de nakomelingen dit deden. Niet alleen bracht hij daarom een aantal opvallende planten over naar de moestuin, maar hij noteerde ook nauwkeurig de vindplaatsen in zijn zakboekjes om de planten het volgende jaar terug te kunnen vinden. Ook markeerde hij wel een plant door er een steen naast te leggen, door er een stukje raffia aan te binden of kerven in de bast te maken. In een roggeveld onder Loosdrecht vond hij in 1886 een *Raphanus raphanistrum* (Knopherik) met gefascieerde stengel en bloemen, en op diezelfde plaats in 1887 en 1888 wederom. *Hieracium pilosella* (Muizenoor) vertoonde op een bepaalde plek veelvuldig laciniatie (insnijding) in de straalbloemen in 1886, en wederom in

1887, 1888 en 1889. Maar het resultaat was niet altijd zo duidelijk. Een *Weigelia amabilis* (nu *Weigelia florida*, Chinese weigelia) die in 1886 drie-, vier-, vijf-, zes- en zeventallige bloemen had (tegen normaal alleen vijftallige), droeg in 1887 slechts vier, vijf en zestallige bloemen. In 1888 telde De Vries aan dezelfde heester aanvankelijk slechts één viertallige bloem en verder alleen vijftallige. Later die zomer bleken er meer viertallige bloemen te zijn en ook zestallige. Exemplaren van *Vitis vinifera* (Wijnstok) hadden in 1886 en 1887 één, twee of drie blaadjes aan de ranken. ‘In augustus 1888 geen bebladerde ranken of schoon de struiken even krachtig zijn als vroeger’.⁶²

In juni 1889 opende zich een nieuwe bron voor het verzamelen van afwijkingen: De Vries werd geïnstalleerd als lid van de Wetenschappelijke Commissie van de Nederlandsche Maatschappij van Tuinbouw en Plantkunde. De commissie was een initiatief van bloembollenkweker en (ere)lid van het hoofdbestuur J.H. Krelage. Sinds 1880 kende de maatschappij een systeem van keuringen van planten, maar naar de mening van Krelage functioneerde dat onvoldoende. Naar voorbeeld van de Engelse Royal Horticultural Society had hij voorgesteld drie vaste commissies in te stellen: één voor de keuring van bloemen en planten, één voor de keuring van vruchten en één voor onderzoek en advies over ziektegevallen, monstrositeiten en dergelijke om aantasting van gewassen te voorkomen. De eerste twee commissies moesten samengesteld worden uit mannen van de praktijk, de derde uit wetenschappers. De top van botanisch-wetenschappelijk Nederland gaf gehoor aan Krelage’s verzoek om in de Wetenschappelijke Commissie zitting te nemen: de hoogleraren De Vries, Oudemans en Suringar, J. Ritzema Bos (docent fytopathologie in Wageningen), J.G. Boerlage (conservator aan het Rijksherbarium en studievriend van De Vries) en Beijerinck. Ook De Vries’ oude vriend Coen Ritsema (entomoloog en conservator bij het Rijksmuseum van Natuurlijke Historie in Leiden) en zijn (voormalige) leerlingen Wakker, Went en Heinsius werden lid. Niet iedereen was trouwens lid van de Maatschappij. In de eerste vergadering werd De Vries gekozen tot voorzitter, Oudemans en Suringar tot vice-voorzitters en Boerlage en Went tot secretarissen. In het verslag van die vergadering werd nog eens de bijzondere taak van de commissie, in vergelijking met die van de andere twee, benadrukt: ‘Terwijl deze toch zich ten doel stellen om de meerdere of mindere verdienste der inzendingen te doen uitkomen en daardoor tot verbetering en volmaking in de cultuur en tot invoering of verkrijging van nieuwe gewassen op te wekken, is het de taak der Wetenschappelijke Commissie alleen om inlichtingen te ontvangen en te geven omtrent buitengewone verschijnselen welke zich in de praktijk voordoen’. Met de inlichtin-

gen over waargenomen ziekten, afwijkingen en insecten zouden de inzenders hun producten kunnen verbeteren terwijl anderzijds ‘de wetenschap gebaat [zal] worden doordat tal van waarnemingen waartoe de praktijk aanleiding geeft in ruimeren kring bekendgemaakt zullen worden’. Plantkunde en tuinbouw, wetenschap en praktijk, zouden zo van elkaar kunnen leren. En dat was precies het ideaal dat Krelage voor ogen had gehad.⁶³ De Wetenschappelijke Commissie vergaderde aanvankelijk éénmaal per maand, spoedig minder en vanaf 1892 tweemaal per jaar. De ingekomen afwijkingen (niet zelden door een van de leden zelf ingebracht) werden besproken en zo nodig nam een van de aanwezigen het voorwerp mee naar huis voor nader onderzoek, waarvan de resultaten in de volgende vergadering werden meegedeeld. De verslagen van de vergaderingen en de onderzoeksrapporten werden gepubliceerd in *Het Nederlandsche Tuinbouwblad*, het weekblad van de Maatschappij, zodat de bevindingen ook voor de niet-wetenschappers beschikbaar waren. Getuige de index op De Vries’ alcoholcollectie kwamen veel van de ingezonden afwijkingen uiteindelijk in zijn privéverzameling terecht.

Kennis uit de eerste hand

Al spoedig na De Vries’ toetreden tot de Wetenschappelijke Commissie werd zijn relatie met de Nederlandsche Maatschappij van Tuinbouw en Plantkunde hechter en voor zijn onderzoek nog profijtelijker. In 1890 overleed plotseling de redacteur van *Het Nederlandsche Tuinbouwblad*: Herman van Hall, zoon van de Groningse hoogleraar, voormalig hbs-leraar plant- en dierkunde en boomkweker. Het bestuur van de Maatschappij vroeg De Vries als zijn plaatsvervanger, en die was bereid het redacteurschap met ingang van de nieuwe jaargang op zich te nemen. In zijn ‘Den lezer heil!’ van de eerste aflevering van 1891 schreef De Vries dat het aanvaarden van de taak een moeilijk besluit was geweest. Met de praktijk van de landbouw was hij al herhaaldelijk in aanraking gekomen en zelfs had hij enkele jaren ten dienste daarvan onderzoek verricht (namelijk in de jaren zeventig in Duitsland). Maar met de tuinbouw had hij pas kennisgemaakt sinds zijn benoeming tot lid van de Wetenschappelijke Commissie.⁶⁴ Erg lang zal hij toch niet getwijfeld hebben. Als redacteur zou hij immers uit de eerste hand kunnen vernemen hoe de kwekers toch kwamen aan al die nieuwe variëteiten die zij jaarlijks op de markt brachten waarmee ze, zoals hij in *Intracellulare Pangenesis* had geschreven, voor de pangenesis zoveel bewijsmateriaal aanleveren. Bovendien zou hij door de kunst af te kijken zijn eigen kweekexperimenten met meer succes kunnen uitvoeren. Getuige zijn bijdragen in het blad bezocht hij in de volgende jaren enkele kwe-

kers in binnen- en buitenland en hield hij daarbij zijn ogen goed open, zowel voor zijn lezers als voor zichzelf.⁶⁵

Dat De Vries het redacteurschap op zich nam had mogelijk ook een persoonlijke reden. In juli 1890, tijdens de vakantie in Ermelo, werd hij getroffen door een ernstige ziekte, naar eigen zeggen later tyfus.⁶⁶ Daardoor was hij voor lange tijd uitgeschakeld. Wellicht dacht hij met de redactie van het *Tuinbouwblad*, die hij voornamelijk vanachter zijn bureau kon voeren, toch nog iets aan zijn onderzoek te kunnen doen. In de zomer van 1891 was De Vries wel zover hersteld dat hij met zijn gezin op vakantie naar (opnieuw) Ermelo kon en zelfs een reisje door Duitsland kon maken. Het bleef echter oppassen: hij moest nog steeds medicijnen gebruiken, regelmatig rust nemen en opletten met eten (beschuitten bleken een probaat dieet te vormen).⁶⁷ 'Met mijne gezondheid gaat het nog steeds veel langzamer vooruit dan ik wel wenschte, 't zal nog heel lang duren eer ik geheel in orde ben', schreef hij in augustus 1891 aan zijn oudleerling Went. 'Tegen vermoeienis, namelijk psychische, ben ik nog niet bestand, bijvoorbeeld niet tegen kaart- of schaakspelen en dergelijke, en 't alerminst tegen moeilijkheden in faculteit, op laboratorium en dergelijken. Gelukkig heb ik daarvan tegenwoordig zeer weinig'.⁶⁸ En nog in mei 1893 schreef hij Went: 'De minste onvoorzichtigheid moet ik nog steeds boeten, en alles wat zenuwaandoening is, zelfs discussies in vergaderingen, of gewone gesprekken, als zij wat al te levendig worden, vermijden. Gelukt mij dit niet, dan voel ik het terstond in loco (dat is, in mijn blinden darm) en dan volgt in den vorm van moeheid, loomheid, koorts, ongeschiktheid tot werk enz. de onverbidelijke straf'.⁶⁹ De rest van zijn leven zou De Vries met de gevolgen van zijn ziekte geconfronteerd worden en moeten oppassen zich niet te veel in te spannen.

In december 1892 benoemde het hoofdbestuur van de Maatschappij G.A. Kuijk, rentmeester bij de gemeente Arnhem, tot plaatsvervangend redacteur aangezien De Vries gedurende enkele maanden wegens 'ambtsbezigheden' verhinderd zou zijn de dagelijkse werkzaamheden uit te voeren, aldus een bericht in het *Tuinbouwblad*. De Vries lijkt zich vanaf dat moment nog maar weinig met het blad en de Maatschappij bemoeid te hebben. In maart 1894 droeg hij het redacteurschap over. Het lijkt erop dat hij toen inmiddels van plantenkweken wist wat hij voor zijn experimenten nodig had en voldoende was hersteld om het geleerde in zijn proeftuin in praktijk te brengen. In december 1895 besloot hij ook om uit de Wetenschappelijke Commissie te stappen. Die had in zijn ogen geen bestaansrecht meer door enkele nieuwe initiatieven op het gebied van de plantenziekten.⁷⁰ Tijdens een internationaal congres voor

land- en bosbouw dat in september 1890 in Wenen was gehouden was de Internationale Fytopathologische Commissie in het leven geroepen. Terwijl de land- en tuinbouw in heel Europa jaarlijks grote verliezen leed door schade veroorzaakt door ziekten en insecten werd er nauwelijks iets gedaan aan onderzoek om de problemen tegen te gaan. Elk land was gevraagd om een sectie te organiseren die op haar beurt weer zou moeten zorgen voor de oprichting van een nationaal onderzoeksinstituut. De Vries en Ritzema Bos hadden zich bij de Commissie als vertegenwoordigers voor Nederland aangesloten. Hun oproep om een Nederlandse sectie te starten had in april 1891 geresulteerd in de oprichting van de Nederlandsche Phytopathologische Vereeniging. Krelage was de eerste voorzitter geworden. In 1895 was bovendien het beoogde onderzoeksinstituut ontstaan, hoewel niet door toedoen van de Phytopathologische Vereeniging maar door particulier initiatief.

In 1893 was Willie Commelin Scholten, student van De Vries, overleden en zijn zeer vermogende ouders hadden ter nagedachtenis van hun zoon het plan opgevat een kapitaal ter beschikking te stellen voor de stichting van een laboratorium op het gebied van de plantkunde. Zijn studievriend Ernst Krelage en diens vader (de Haarlemse bollenkweker) hadden de stichting van een laboratorium voor erfelijkheidsonderzoek voorgesteld. De vraag hoe hybriden en variëteiten ontstaan had Willie intensief bezig gehouden. Voor *Chrysanthemum* had hij zelf geprobeerd de kwestie op te helderen; mogelijk had hij op zijn onderzoek bij De Vries willen promoveren. Gevestigd in Heemstede, temidden van de bollenvelden, zou volgens Krelage een dergelijk laboratorium van groot nut kunnen zijn voor de bloembollensector. Ook een fytopathologisch laboratorium was een mogelijkheid; Willie had zich namelijk ook met plantenziekten bezig gehouden, en een dergelijk laboratorium zou voor de bloembollensector eveneens van groot belang zijn. De Vries had Willie's ouders laten weten het meest voor die tweede mogelijkheid te voelen. In een lange brief had hij een groot aantal argumenten aangevoerd. Weliswaar had Willie's onderzoek naar chrysanthen niets met plantenziekten te maken, maar volgens De Vries ook niets met het ontstaan van variëteiten. Dat zou duidelijk blijken uit de plant die hij had gekozen: 'Het produceeren van variëteiten berust toch, zoo goed als geheel, op het winnen van zaad en het uitzaaien daarvan. De *Chrysanthemums* echter geven ten onzent, ook in kassen, geen zaad'. De Vries had benadrukt goede bedoelingen te hebben: 'Ik voer dit niet aan om het denkbeeld van Krelage waarvoor ik, trots de moeilijkheden, groote sympathie blijf gevoelen, te bestrijden, maar alleen omdat ik overtuigd ben dat het denkbeeld om een laboratorium voor de ziekteleer der planten te stichten

evenzeer in den geest van uw zoon zou vallen'. Immers: 'Zoo dikwijls toch heeft hij er zich over uitgelaten dat het niet de beoefening der zuivere wetenschap maar het belang van de wetenschap voor de praktijk was dat hem ter harte ging. En nergens grijpt de wetenschap der plantkunde zóó rechtstreeks en zóó nuttig in de praktijk in, als juist in de leer der plantenziekten'. Het echtpaar Scholten had zich door De Vries meteen laten overtuigen, en ook Ernst Krelage had er vrede mee gehad: de stichting van een fytopathologisch laboratorium was 'ik zal niet zeggen meer, maar toch zeker evenzeer in den geest van Willie', schreef hij Willie's ouders. De Vries had het voorzitterschap van de stichting op zich genomen, het echtpaar Scholten, Ernst Krelage en H. Löhnis (vertegenwoordiger van het ministerie van Binnenlandse Zaken – de stichting ontving Rijkssubsidie) de overige bestuursfuncties. Ritzema Bos was directeur van het laboratorium geworden en tevens (mede door inspanningen van De Vries) benoemd tot buitengewoon hoogleraar fytopathologie aan de Universiteit van Amsterdam. Naast een wetenschappelijke bedoeling had het laboratorium (vooral) een praktische taak: kwekers konden er advies krijgen over alles dat met 'plantenbeschadiging' (zoals Ritzema het graag noemde) te maken had, net zoals bij de Wetenschappelijke Commissie. In 1899 zou De Vries wegens drukke werkzaamheden uit de Internationale Fytopathologische Commissie, de Nederlandsche Phytopathologische Vereeniging en de Stichting Willie Commelin Scholten treden. Als voorzitter van de stichting werd hij opgevolgd door Went.⁷¹

Of De Vries echt het beste voorhad met de nagadachtenis van Willie Commelin Scholten door te adviseren een laboratorium voor onderzoek naar voor plantenziekten te stichten, kan worden betwijfeld. In een brief die Krelage bijna dertig jaar na de oprichting van de stichting aan Went schreef klinkt duidelijk enige ergernis door: 'Mijn voorstel werd aan professor Hugo de Vries ter beoordeling gegeven, die het onmiddellijk wist te doen verdwijnen op grond van het gemis van een geschikten leider voor een instituut voor erfelijkheidsonderzoek. Daar een phytopathologisch laboratorium ook in de gegeven lijn lag, heb ik mij bij dit plan neergelegd'. Ronduit twijfelachtig is De Vries' argument dat Willie zich niet met het ontstaan van variëteiten bezig had willen houden vanwege zijn keus van de niet voort te kweken *Chrysanthemum*: soorten van dit geslacht zetten wel degelijk zaad in Nederland. De Vries zou er, zoals straks nog zal blijken, vanaf 1892 zelf onderzoek mee doen. Wilde hij het erfelijkheidsonderzoek voor zichzelf houden en voorkomen dat er een concurrerend onderzoeksinstituut zou ontstaan? En gokte hij bij zijn advies op de botanische onkunde van het echtpaar Scholten?

Op kwekersbezoek

Dat De Vries de Maatschappij van Tuinbouw en Plantkunde vanaf het midden van de jaren negentig links liet liggen kwam waarschijnlijk ook doordat hij ervan overtuigd was geraakt dat hij als theoreticus maar weinig van de practicus kon leren. De artikelen die hij in het *Tuinbouwblad* en de brieven die hij aan zijn vrouw Wies schreef over zijn bezoeken aan kwekers in het buitenland (het Duitse Erfurt, een centrum van bloementeelt, in 1891, en drie verschillende locaties in Frankrijk in 1892) laten dat duidelijk zien.

De Erfurter kwekerijen werkten voornamelijk als zaadleveranciers voor de groothandel. Het maken van nieuwe variëteiten was bijzaak, doorgaans een liefhebberij van een van de tuinlieden die daarbij moest oppassen de eigenlijke handel niet te verwaarlozen. Zo iemand lette tijdens het gewone werk op interessante afwijkende vormen en nam die apart, of hij ontfermde zich over een nieuwigheid die door een klant in zijn culturen was aangetroffen. Als uit de gewonnen zaden het volgende jaar een behoorlijk aantal afwijkende exemplaren kwam (meteen zonder atavisten was de nakomelingschap zelden), werd de cultuur voortgezet. Anders was de moeite de vorm te fixeren te veel. De afwijkende vormen kregen geen bijzondere zorg: ze groeiden in dezelfde grond als de oorspronkelijke vorm en vaak zelfs daarbij vlak in de buurt, met alle gevaar van kruisbestuiving. Als er voldoende zaad was geproduceerd om in de handel te brengen (wat doorgaans drie tot zes jaar duurde) werd de nieuwigheid wereldkundig gemaakt. Het percentage atavisten kon dan nog vrij groot zijn, zoals De Vries zelf had gemerkt bij zaden die hij de voorgaande jaren had gekocht. Maar langer 'herumdoctor'n' (zoals de term bleek te luiden) om de variëteit verder te fixeren was gezien de concurrentie niet verantwoord: het gebeurde niet zelden dat een nieuwigheid bij meer kwekers op min of meer hetzelfde moment ontstond. En het ging er natuurlijk om wie als eerste 'de room van de melk schept', aldus een van de bezochte kwekers. Was de nieuwigheid eenmaal op de markt gebracht, dan kochten de andere kwekerijen porties zaden en namen ook zij het nieuwe product in het assortiment op. Vaak volgde dan pas de verdere selectie om het percentage atavisten verder terug te dringen. De grootschalige kweek vond nogal eens plaats in Frankrijk en Italië, waar het klimaat beter was en goedkoper gewerkt kon worden dan in Duitsland.

De Vries kreeg van alle Erfurter kwekers een warm onthaal en zij waren niet te beroerd hun in wording zijnde nieuwigheden te laten zien, mits hij geheimhouding beloofde. Zo liet de chef over de zomerbloemen van kwekerij Haage & Schmidt hem een bed met een nieuwe dubbele *Papaver nudicaule* [IJs-

landse papaver] zien, 'waarvan ik wel een bloem kreeg die geknakt was, maar toch 't bestaan geheim moet houden', zo schreef De Vries aan zijn vrouw. Kweker Otto Putz 'liet mij aalbessen, frambozen, aardbeziën plukken en eten, en gaf mij allerlei bloemen, en inviteerde mij ten slotte op een glas bier in Auerkeller, een kneip op een berg vlakbij vanwaar men zijn terrein overziet'. Veel theoretische kennis leken de kwekers en tuinlieden niet te hebben en erg systematisch gewerkt werd er nergens. De nieuwe variëteiten die men in cultuur had waren allemaal bij toeval gevonden; kunstmatige bestuiving om eigenschappen te combineren werd nauwelijks toegepast, en om een variëteit te zuiveren en zuiver te houden kende men geen andere methode dan alle atavisten te vernietigen. 't Blijkt meer en meer dat aan methode voor Züchtung hier niet gedaan wordt', constateerde De Vries na drie dagen, 'maar wel te Quedlinburg [een ander belangrijk centrum van bloementeel] zoodat ik 't volgend jaar daarheen zal moeten gaan'.⁷²

Het volgende jaar bezocht De Vries echter enkele Franse kwekers. Dat kwam wellicht doordat hij een brochure in handen had gekregen van Emile Lemoine uit Nancy waarin deze kruisingen met soorten van *Gladiolus* (gladiool) besprak. In tegenstelling tot gebruikelijk in kwekerskringen had Lemoine nauwkeurig bijgehouden welke variëteiten hij had gekruist. 'De meeste kruisingen worden uitgevoerd met al die zorgen die voor het verkrijgen van goede zaailingen vereischt worden, maar de meerdere zorgen die voor de kennis van de ware afstamming dier zaailingen vereischt zouden zijn, worden zelden in acht genomen', aldus De Vries in een bespreking van de brochure in het *Tuinbouwblad* uit januari 1892. Voor wie zich op hybridiseren wilde toeleggen was het echter van groot belang te weten hoe zijn product tot stand komt.⁷³ Kruisingen bleken bij meer Franse kwekers een belangrijke rol in het produceren van nieuwigheden te spelen, zoals bij Alfred Bleu in Parijs over wiens kweek van *Caladium* De Vries eveneens in het *Tuinbouwblad* berichtte. Bleu ging te werk 'met de strenge nauwkeurigheid van een natuurkundige'; 'de studie der verschijnselen die de hybridisatie begeleiden is hem een bron van zuiver wetenschappelijk genot'.⁷⁴

Lemoine en Bleu waren De Vries' voornaamste reisdoelen.⁷⁵ Daarnaast bezocht hij nog acht andere kwekers en zaadhandelaren. De eerste visite legde hij af bij Henry de Vilmorin nabij Parijs, een verplicht nummer, want diens firma was een van de oudste (gesticht in 1780), grootste (ongeveer vierhonderd werknemers) en belangrijkste van het land. Maison Vilmorin-Andrieux, zoals de officiële naam luidde, was een van de eerste kwekerijen geweest die voedings- en siergewassen had verbeterd door systematische en langdurige selec-

tie, onder andere graansoorten en suikerbieten. De opeenvolgende directeuren waren deskundigen op het gebied van variabiliteit en erfelijkheid en hadden herhaaldelijk over hun bevindingen gepubliceerd.⁷⁶ Een publicatie van Louis de Vilmorin (Henry's vader) over erfelijkheid en gewasveredeling uit 1859 kende De Vries ongeveer uit het hoofd. Het gesprek met Henry was echter teleurstellend: 'Hij teert op hetgeen zijn vader gedaan heeft, wat methode betreft, maar heeft daarin geen vooruitgang', schreef hij zijn vrouw. Vilmorin hield een lange verhandeling waarin De Vries veel zinnen uit het boekje van diens vader herkende. Kruisingsproeven deed hij alleen bij tarwesoorten en aan het op de markt brengen van nieuwigheden hechtte hij weinig belang. De Vries ergerde zich nogal aan zijn gastheer. Hij behoorde tot die mensen 'die dadelijk zodra je zit het woord nemen en doorpraten tot je weggaat. Bij Vilmorin was 't niet mogelijk er iets tusschen te brengen, ook luisterde hij niet graag; als ik een mededeling begon zei hij eens dadelijk "J'en suis convaincu", en toen had ik natuurlijk uitgepraat, en opmerkingen verkoos hij in 't geheel niet te hooren'.

Aangenamer en leerzamer was het bezoek bij Bleu die, hoewel net zo praatgraag als Vilmorin, ook luisterde en antwoordde. Bleu kruiste zijn *Caladiums* en orchideeën (zijn belangrijkste producten) elk jaar als de combinatie van eigenschappen iets interessants beloofde; hij was inmiddels namelijk redelijk bedreven in het voorspellen van de uitkomsten van een kruising. Maar zo goed als alle verkregen nieuwigheden waren combinaties van bestaande eigenschappen en er leken door kruising geen nieuwe variëteiten te ontstaan: 'Overigens schijnt dat de werking der kruising tot de vormenrijkdom binnen de grenzen der moedersoorten beperkt is, en niet buiten dien kring variabiliteit bevordert. Wel kan men dit dan door selectie onder de kruislingen gedaan krijgen, "maar dat gaat dan zeer langzaam". Zoo liet hij mij een aantal gevallen van fraaier, intensiever of meer volledig over 't blad verspreide kleuren zien dien in de oorspronkelijke soorten geweest waren'. Externe factoren bleken de expressie van de erfelijke kenmerken te beïnvloeden: 'Goede grond, goede bemesting, niet verplanten of tentoonstellen, goede mest doet de planten forscher worden en dan hebben ze meer kleur, d.i. ze zijn meer echt'.

Hoe nauwkeurig Bleu werkte bleek De Vries twee dagen later tijdens een bezoek aan de kweker Comte nabij Lyon. Comte kruiste ook *Caladiums* maar meende 'dat bij een kruising alle eigenschappen van alle voorouders van vroegere (gekruiste) generaties zoo geweldig meewerken en tevoorschijn komen dat de zichtbare eigenschappen der ouders daar tegenover niet zoo heel veel beteekenen. Zoo is 't algemeen bij sterk gekruiste rassen. Bleu zegt dit ook,

maar hij houdt aantekeningen over al zijn kruisingen, weet dus van ieder exemplaar de voorouders, en dus de latente eigenschappen. En hij beweert daarom twee individuen zóó te kunnen kiezen dat hij vrij zeker voorspellen kan wat de kruising zal geven’.

Het eigenlijke doel van het bezoek aan Lyon was kweker Crozy die met de kweek van grootbloemige *Canna*'s in korte tijd zeer bekend was geworden. In 1889 had hij, na vijftien jaar kruising en selectie om de kroonbladen breder en breder te maken, een eerste nieuwe variëteit met de naam ‘Madame Crozy’ op de markt gebracht. Sindsdien had hij geprobeerd het aantal kroonbladen te vermeerderen om daarmee een regelmatige trechtvorm te verkrijgen en om allerlei kleuren en tekeningen te combineren met de breedbladigheid. Een groot aantal nieuwigheden was al in ontwikkeling en gereed om, getooid met een min of meer exotische naam, gelanceerd te worden. Een nieuwe vorm met donker roodbruine randen gaf Crozy ter plekke de naam van zijn Hollandse gast! Ook Crozy hield geen aantekeningen van zijn kruisingen bij, en elk jaar deed hij de oudere typen weg omdat die geen handelswaarde meer hadden en door toevallige kruisingen schade aan het ten doel gestelde product zouden kunnen doen. ‘Voor de vergelijking oudere te bewaren valt hem niet in’, schreef De Vries vol verbazing in zijn notitieboekje.⁷⁷

In Nancy ten slotte bezocht De Vries Lemoine die hij in het *Tuinbouwblad* zo had bejubeld. Maar de teleurstelling was groot: ‘Zelden is mij iets zoo tegen gevallen’, schreef hij aan Wies. ‘Van wetenschap of belangstelling daarin geen spoor; aantekeningen houden ook niet, of uiterst zelden en dan nog alleen in of voor [de] catalogus, of op herhaalde aandrang van anderen. Daarenboven spreken vader en zoon elkander regelmatig tegen, zelfs op de punten die mij ’t meest konden schelen. Zoodat de mededeelingen van anderen ook wel voor een deel zullen berusten op phantasie, die de leemten van het geheugen aanvult’. Lemoine kocht her en der soorten, en als er toevallig iets ontstond dat als nieuwigheid handelswaarde had, kruiste hij die met andere variëteiten om bijzondere eigenschappen te combineren. ‘Door kruising variatie te krijgen die niet als combinatie van de ouders te beschouwen zijn is moeilijk en zeldzaam, en ’t geschiedt of door “accident” (sport) of door langzame selectie, die natuurlijk ook bij hem overal een rol speelt’. Het bezoek aan begoniakweker Crousse in Nancy, de laatste in de reeks, was gelukkig positief: die bleek net als Bleu geregeld aantekeningen bij te houden. Het doel daarvan was zuiver praktisch: Crousse hoopte zo herhaling van kruisingen die onvoldoende interessants hadden opgeleverd te kunnen vermijden en sneller zijn doel te kunnen bereiken. Meer dan andere kwekers had hij bovendien de gewoonte om van

elke moederplant de zaden afzonderlijk uit te zaaien, maar ook hij ging niet zover dat hij eveneens de vaderplanten apart hield: net als zijn collega's be-
 stoof hij elke plant met stuifmeel van meer exemplaren en alle zaden gingen
 vervolgens door elkaar. Bij het beoordelen van het resultaat van elke moeder-
 plant afzonderlijk liet hij zich hooguit leiden door het geheugen om te weten
 welke vaders voor de nieuwe kenmerken verantwoordelijk waren.

Al met al was De Vries tevreden over de reis. 'Hoe nieuwe soorten van vaste
 planten, door bastaardeeren en zaaien, gewonnen worden, is mij nu in hoofd-
 zaak duidelijk geworden', schreef hij na afloop aan Went.⁷⁸ De bezoeken had-
 den hem bovendien gesterkt in zijn overtuiging dat de theoreticus de leer-
 meester moet zijn van de practicus. In de artikelen die hij over zijn bezoeken
 voor het *Tuinbouwblad* schreef geeft hij duidelijk blijk van zijn ergernis over
 'hoe weinig belangstelling in wetenschap als basis der praktijk' hij bij de
 Franse kwekers was tegengekomen. Anderzijds toonde hij begrip: niet alleen
 is een nauwkeurige boekhouding bijhouden omslachtig en bij de grote kwe-
 kerijen daardoor eigenlijk ondoenlijk, bij kruisingen spelen zoveel factoren
 mee dat er eigenlijk niets te voorspellen valt. Niet alleen de eigenschappen
 van de ouders maar ook die van de grootouders, overgrootouders en verder te-
 rug worden in zichtbare of latente vorm overgeërfd en kunnen al dan niet te-
 voorschijn komen. 'Het blijft elk jaar eene verrassing hoeveel en in welke rich-
 tingen men is vooruitgegaan. Alleen dit staat vast, dat door een scherpe keuze
 en strenge uitsluiting van alle atavisten het ras in de gewenschte richting elk
 jaar verbetert. Maar in bijzonderheden kan men niet afdalen. Vandaar dat
 men gerust al het zaad kan dooreen mengen; men zal ten slotte toch eenvou-
 dig uit de zaaïsels, als zij bloeien, de beste moeten uitzoeken'.⁷⁹

De selectie van monstrositeiten

Hoewel De Vries oog had voor alle soorten afwijkingen bij planten ging zijn
 aandacht vooral uit naar grote, opvallende afwijkingen die bekend stonden
 als 'monstrositeiten'. 'Monstrosities were at that time all we knew of variabi-
 lity', zou hij jaren later verklaren.⁸⁰ In zijn 'Beschouwingen' had hij nog be-
 weerd dat monstrositeiten niet of slechts in zeer geringe mate erfelijk zijn,
 zoals ook de algemene mening luidde.⁸¹ Voor zijn onderzoek zouden ze dus
 maar van beperkte waarde zijn. Spoedig was hij er echter van overtuigd dat
 monstrositeiten wel degelijk in hoge mate erfelijk zijn; in een artikel uit juli
 1889 stelde hij dat voor de eerste keer.⁸² In de volgende tien jaren publiceerde
 De Vries een groot aantal artikelen over kweekproeven die hij met monstrosi-
 teiten uitvoerde, maar hoewel hij steeds een ander aspect ervan behandelde

meldde hij eigenlijk niet veel nieuws. In het merendeel van de artikelen herhaalt hij zijn conclusie dat de afwijkingen wel degelijk erfelijk zijn, ondersteund met bewijsmateriaal voor één of enkele typen monstrositeiten.⁸³ Dat eerdere onderzoekers monstrositeiten als niet-erfelijke verschijnselen beschouwden komt vele malen terug. Zijn ontdekking van het tegendeel zou hij nog lang als een van zijn belangrijkste wapenfeiten beschouwen.⁸⁴ De enige monstrositeit die níet erfelijk bleek te zijn was vergroening: een onvolkomen en misvormde groei van de bloeiwijze waardoor de plant vaak geen zaden vormt. Zij bleek veroorzaakt te worden door parasieten die in planten kunnen overwinteren.⁸⁵

Het merendeel van zijn artikelen over monstrositeiten publiceerde De Vries in het *Botanisch Jaarboek* dat vanaf 1889 werd uitgegeven door het Vlaamse Botanisch Genootschap *Dodonea*. Vanaf het eerste jaarboek tot en met 1900 zou hij elk jaar een artikel leveren; tien van de twaalf artikelen gaan over monstrositeiten. De artikelen waren in het Nederlands met een uitvoerige Franse samenvatting. De Vries publiceerde over zijn experimenten ook in verschillende Franstalige tijdschriften; voor Duitse tijdschriften schreef hij slechts enkele artikelen. Hij volgde hier dus een ander beleid dan bij zijn plantenfysiologisch onderzoek, toen hij vrijwel alleen in het Duits publiceerde. Wilde hij zijn kennis soms niet al te uitvoerig onder zijn collega's verspreiden en zijn kruut voor latere publicaties drooghouden? Of meende hij, zijn bezoeken aan Franse en Duitse kwekers indachtig, in Frankrijk een aandachtiger publiek te hebben? Opmerkelijk aan de artikelen is verder dat erfelijkheid niet altijd het belangrijkste onderwerp is. Dat is in het bijzonder het geval in de artikelen die hij schreef over klemdraai, een speciaal geval van torsie van de stengel. De hoogleraar botanie in Berlijn Alexander Braun had in de jaren vijftig reeds een verklaring voor het verschijnsel gegeven: de normale kruisgewijze of kransgewijze bladstelling is veranderd in een spiraalgewijze doordat de bladbases aan elkaar gegroeid zijn. Dat zou reeds in de groeitop het geval zijn. Wanneer de internodiën zich gaan strekken draait de stengel zich in tegengestelde richting waardoor de spiraal zo veel als mogelijk is wordt ontrold. Braun en andere onderzoekers hadden maar weinig materiaal voor onderzoek tot hun beschikking gehad vanwege de zeldzaamheid van het verschijnsel. De Vries toonde met behulp van een grote hoeveelheid waarnemingen aan dat Braun gelijk had gehad. Hij had zoveel onderzoek kunnen doen, zo meldde hij trots, doordat hij wél veel materiaal voor handen had gehad, een eenvoudig gevolg van het feit dat hij erfelijke rassen met klemdraai kweekte. Het kweken van monstrositeiten beveelt hij dan ook aan als een manier om meer materiaal

voor morfologisch en anatomisch onderzoek te verkrijgen, niet om meer inzicht in de erfelijkheid van het verschijnsel te verwerven!⁸⁶

Nog opmerkelijker is dat hij slechts in één artikel de pangeneses ter sprake brengt, namelijk in het artikel (uit 1895) over de erfelijkheid van synfisen (aanengroeiingen): de pangenen die afwijkende eigenschappen dragen 'komen gewoonlijk niet in voldoende aantal voor of hebben ten minste niet het noodige overwicht om meer dan zoogenoemd toevallige monstrositeiten voort te brengen'. Slechts bij 'een zeer gunstige samenloop van omstandigheden' vertoont een monstrositeit zich, 'tenzij ze door selectie bevestigd zijn'.⁸⁷ Het vermogen om een monstrueuze eigenschap te vertonen duidt hij enkele keren aan met het woord 'erfkracht'; hij gebruikt het zowel voor een individuele plant als voor een hoeveelheid zaden van één soort. De erfkracht varieert: hij kan hoog maar ook laag zijn.⁸⁸ Het begrip had hij ook al gebruikt in *Intracelluläre Pangenesis*: het relatieve aantal pangenen voor een eigenschap dat in de celkern aanwezig is bepaalt 'die Kraft der Vererbung' van die eigenschap, zoals het aantal pangenen in het cytoplasma 'die Funktion der einzelnen Organe' bepaalt. Ter illustratie had hij het al genoemde voorbeeld van de gedraaide *Dipsacus sylvestris* gegeven: hoe groter het aantal pangenen in de celkern, des te groter de kans dat de door hen gedragen eigenschap zichtbaar wordt in de volgende generatie. Door selectie is die kans te vergroten. De eenvoudige verklaring daarvoor zou volgens De Vries zijn 'dass durch Züchtung derjenigen Exemplare in den die Eigenschaft durch die meisten (unter sich gleichartigen) Pangene vertreten ist, die relative Anzahl dieser allmählig grösser werden wird'.⁸⁹

Getuige de artikelen was De Vries aardig succesvol om door selectie de erfkracht (dus het aantal pangenen) van monstrueuze eigenschappen te vergroten. Na enkele jaren steeds de fraaiste monstrueuze planten als zaadragers geselecteerd te hebben gaf in zijn rassen elke generatie ongeveer een derde tot de helft afwijkende planten. Sommige monstrositeiten vertoonden zich pas in het volwassen stadium van de plant. Vanwege de beperkte ruimte in de proeftuin moest de cultuur dan beperkt blijven. Andere vertoonden zich al in de kiemplanten, bijvoorbeeld afwijkingen in het aantal zaadlobben. De Vries kweekte dan duizenden of zelfs tienduizenden kiemplantjes waaruit hij enkele of soms niet meer dan één enkele zaailing selecteerde als zaadrunder voor de volgende generatie en de rest vernietigde. In 1893 had hij van meer dan tachtig uit zaad opgekweekte soorten monstrueuze rassen in cultuur, naast de tweejarige en vaste planten die uit het vorige jaar waren overgebleven.⁹⁰ Een artikel in het Belgische *Botanisch Jaarboek* van 1897 waarin hij de zaden van zijn

rassen aanbiedt voor onderzoek in andere botanische tuinen, laat zien dat hij in tien jaar tijd een breed scala aan afwijkingen had verzameld: fasciatie van de stengel (*Aster tripolium*, *Crepis biennis*, *Geranium molle*, *Picris heracoides*, *Veronica longifolia*); torsie van de stengel (*Dipsacus sylvestris*); synfisen (*Hypochoeris glabra*); fistuleuze (pijpvormige) bloemen (*Chrysanthemum segetum*); afwijkingen in het aantal zaadlobben (*Helianthus annuus*, *Helichrysum bracteatum*); afwijkingen in het aantal bladen (*Trifolium pratense*) en kroonbladen (*Ranunculus bulbosus*); een korte stijl (*Oenothera lamarckiana*); afwijking in de beharing (*Lychnis vespertina*, *Lychnis diurna*); dwerggroei (*Oenothera lamarckiana*); afwijkingen in de kleur van de bloemen (*Linaria vulgaris*) en vrucht (*Solanum nigrum*); het voorkomen van zijaren (*Plantago lanceolata*); en polycefalie (de verandering van meeldraden in stijlen) (*Papaver somniferum*).⁹¹

Door de groeiomstandigheden te veranderen bleek de verhouding tussen ‘erven’ en ‘atavisten’ verder beïnvloed te kunnen worden. Al in de eerste aflevering van de ‘Beschouwingen’, uit april 1885, had De Vries ‘de cultuur in vetten, goed bemesten tuingrond, en met al de zorgen die aan fijne tuinplanten plegen ten deel te vallen’ genoemd als een van de in de land- en tuinbouw gebruikte methoden om variatie te bevorderen en variëteiten te winnen.⁹² Ook de Franse kwekers die hij had bezocht maakten van dat middel gebruik. In een artikel van februari 1894 beschreef hij zijn eerste ervaringen op dit gebied⁹³ en vijf jaar later kwam hij er, na voortgezette proeven, nog eens uitvoerig op terug. Hij beschouwde het blijkbaar als een belangrijke vondst, want hij publiceerde er niet minder dan zes artikelen over, in het Frans, Duits en (voor het eerst) in het Engels.⁹⁴ Door zaden niet in de volle grond maar onder glas te laten ontkiemen, de kiemplanten met veel tussenruimte uit te planten, ze een zonnige plaats in de proeftuin te geven, ervoor te zorgen dat insecten en ziekten zo weinig mogelijk kans kregen en door ze steeds rijkelijk met koe-mest en hoornmeel te bemesten, werd het aantal monstrueuze planten aanzienlijk groter. Vooral de laatstgenoemde meststof (gemalen hoorns en hoeven van runderen) bevat een hoog gehalte aan stikstof en het bleek van belang te zijn de hoeveelheid stikstof zo hoog mogelijk op te voeren. De conclusie was dat krachtige, sterk ontwikkelde planten de grootste kans hebben om de van de ouders geërfde monstrositeit te vertonen. Voeding en selectie werken dus hand in hand samen in het verhogen van de ‘Individuelle Kraft’. Of zoals De Vries het kortweg beschrijft: ‘La sélection, c’est le choix des mieux nourris’. Het verschil tussen verworven en niet-verworven eigenschappen verviel nu eigenlijk. ‘Nennt man die durch die Ernährung bedingten Abweichungen vom Mittel erworben, so sind gerade diese erblich und bilden gerade sie das

Material für die Selection und Accumulation'.⁹⁵ De Vries' grootste successen waren *Linaria vulgaris* (Vlasbekje) waarbij hij het aantal exemplaren met pelorische bloemen tot 96% wist op te voeren, *Chrysanthemum segetum* (Gele ganzenbloem) met 97% fistuleuze bloemen, en *Helianthus annuus* (Zonnebloem) met 97% syncotylie (aaneengegroeide zaadlobben).

Dat krachtig ontwikkelde planten het beste presteren bleek ook uit het verschillende resultaat dat eenjarige en tweejarige planten gaven. Om de cultuur te vereenvoudigen en meer materiaal te krijgen maakte De Vries tweejarige planten eenjarig door de zaden vroeg uit te zaaien. De kans dat een plant de afwijking gaat vertonen bleek echter groter te zijn wanneer zich aan het einde van het eerste jaar een krachtig ontwikkelde rozet had gevormd en hij de plant zich pas het volgende jaar verder liet ontwikkelen. Op die manier wist De Vries bijvoorbeeld de torsie bij *Dipsacus sylvestris* tot boven de 40% op te voeren, en de fasciaties bij *Taraxacum officinale* (Gewone paardebloem) en *Crepis biennis* (Groot streepzaad) tot boven de 80%.

Een verschijnsel dat op deze waarnemingen aansloot was de verspreiding van een monstrueuze eigenschap over één en dezelfde plant. Het bleek dat de kans dat een monstrueuze eigenschap zich vertoont tijdens de groei van een plant langzaam toeneemt, dan een maximum bereikt en vervolgens langzaam afneemt. Daarin was de ontwikkeling van een monstrueuze eigenschap identiek aan de ontwikkeling van bijvoorbeeld de grootte van de bladen en de lengte van de zijtakken.⁹⁶

Al deze waarnemingen leidden volgens De Vries tot dezelfde conclusie: 'Je grösser die Erbkraft, um so häufiger sind die abnormalen Organe, um so länger ist die Periode über die sie sich auf den einzelnen Sprossen erstrecken, und um so früher treten sie deshalb auf'. Die conclusie is in overeenstemming met wat hij in *Intracellulare Pangenesis* had geschreven: hoe meer pangenen aanwezig zijn, des te groter de kans dat de bijbehorende eigenschap zich vertoont. En zeker ook met wat hij in zijn 'Beschouwingen' van enkele jaren eerder had geschreven: daarin had hij de pangenen gelijkgesteld met de levende moleculen van het protoplasma die door het opnemen van voedingsstoffen en het afstaan van producten verantwoordelijk zijn voor de stofwisseling en zich hierbij steeds regenereren en dupliceren. Kortom: hoe meer pangenen zich in de celkern bevinden, hoe groter de kans dat die zich naar het protoplasma bewegen⁹⁷, en hoe meer voedingsstoffen aanwezig zijn, des te groter het aantal pangenen in het protoplasma (en kennelijk ook in de celkern) wordt. In de artikelen ontbreekt deze pangenetische verklaring echter. Hier en daar zijn vage opmerkingen te vinden die naar de pangenesis lijken te verwijzen: de afwij-

king zou in vroeger jaren ‘reeds potentieel voorhanden’ geweest zijn;⁹⁸ de plantendelen bezitten ‘latente Characteren welche im normalen Laufe ihres Lebens nie zur Entfaltung kommen’.⁹⁹ Voor het ontstaan van een monstrositeit moet een ‘erfelijke aanleg’ aanwezig zijn,¹⁰⁰ maar er bestaan ook ‘latente eigenschappen’ die bij kruisingen tevoorschijn komen¹⁰¹ zodat de mogelijkheid bestaat van ‘het overslaan van geheele generatiën door de monstrositeit’.¹⁰²

Wellicht was De Vries terughoudend met een verklaring doordat de resultaten niet altijd met de pangenesis in overeenstemming waren te brengen. Zo selecteerde hij gedurende de jaren 1892-1894 exemplaren van *Anethum graveolens* (Dille), *Coriandrum sativum* (Koriander), *Chrysanthemum segetum* (Gele ganzenbloem), *Coreopsis tinctoria* (Meisjesogen), *Bidens grandiflora* (Tandzaad) en *Madia elegans* die in hun aantal schermstralen (de eerste twee) en lintbloemen (de laatste drie) zo ver mogelijk in negatieve zin afweken van het gemiddelde, terwijl hij de planten steeds krachtig bemestte. Soms was er vooruitgang, soms was er achteruitgang en ook kwam het voor dat er noch voor- noch achteruitgang te bespeuren was. Proeven met de vruchtlengte van *Oenothera lamarckiana* waarbij tevens de beide invloeden in de andere richting werden gestuurd, gaven hetzelfde resultaat. Blijkbaar ‘heft bemesting tijdelijk de werking der selectie (meer of min volkomen) op’, stelde hij als conclusie, de positieve werking van voeding dus erkennend. Maar overtuigend vond hij het resultaat waarschijnlijk niet. De Vries zou over de proef pas jaren later publiceren, met de voorzichtige conclusie dat voeding en selectie gelijke invloeden zijn en dat al naar gelang de omstandigheden de één de ander overheerst. En de relativerende opmerkingen dat waarschijnlijk de geselecteerde exemplaren niet de verst mogelijke afwijking van het gemiddelde hadden vertegenwoordigd, en dat hij alle planten gelijke hoeveelheden mest had gegeven en dat dat bij de ene soort mogelijk andere gevolgen had gehad dan bij de andere.¹⁰³

Verder bleken sommige monstreuze eigenschappen vrijwel ongevoelig voor de goede zorgen te zijn. Hoezeer De Vries ook zijn best deed, het lukte hem bij sommige niet hun aandeel in de nakomelingen groter te krijgen dan enkele procenten. Ook daarover zou hij pas later publiceren.¹⁰⁴ Daarentegen bleek het zeer eenvoudig te zijn hun aandeel te verminderen. Bij slechte verzorging daalde het aantal snel, tot 0% aan toe, zelfs bij de optimale zaden uit de best geselecteerde rassen. Tijdens zijn proeven had De Vries een aantal keren zaden van zijn rassen naar andere botanische tuinen gezonden. Vanaf 1897 nam hij in de jaarlijkse zaadlijst van de Hortus Botanicus, waarin ter ruiling aangeboden zaden werden opgesomd, zaden van enkele monstreuze rassen op; in het al genoemde artikel in het *Botanisch Jaarboek* van datzelfde jaar prees

hij de waar aan. Sommigen van zijn collega's wisten een even hoog percentage te krijgen, bij anderen mislukten de culturen geheel. De Vries weet dat laatste aan onvoldoende zorg, want bij goed gezuiverde rassen kan er tussen de verschillende zaden toch nauwelijks verschil bestaan.¹⁰⁵

De wet van Quetelet

Niet lang na het voltooiën van *Intracellulare Pangenesis* ontdekte De Vries het bestaan van een boek dat zijn denken over variabiliteit en erfelijkheid diepgaand beïnvloedde.¹⁰⁶ Het was het al in 1870 verschenen *Anthropométrie, ou mesure des différentes facultés de l'homme* van de Belgische astronoom en wiskundige Adolphe Quetelet.¹⁰⁷ Quetelet betoogde hierin dat de afmetingen en intensiteit van lichamelijke en geestelijke eigenschappen van de mens mathematische wetten volgen. Deze worden duidelijk als men niet naar de mens als individu kijkt maar naar het 'corps social' waarvan iedereen deel uitmaakt. Van grote groepen mensen had hij de vormen, afmetingen, gewichten en krachten bestudeerd, zowel van het hele lichaam als van afzonderlijke lichaamsdelen, en onderzocht hoe deze worden beïnvloed door klimaat, leeftijd, beroep enzovoort. Metingen bij groepen mensen uit dezelfde geografische regio's, van hetzelfde geslacht en min of meer dezelfde leeftijd had hij uitgedrukt in een grafiek. De gevonden waarden had hij in opklimmende volgorde op de x-as gezet en de gevonden frequenties op de y-as. Steeds was de klokvormige curve of Gauss-kromme van de normaalverdeling verschenen, een curve die identiek is met de functie $(a+b)^n$, het zogenoemde Binomium van Newton, als n nadert naar oneindig. De top van de curve vormt de gemiddelde waarde van de hele onderzochte groep; de afwijkingen onder het gemiddelde vormen de linkerzijde van de curve en de afwijkingen boven het gemiddelde vormen de rechterzijde van de curve. Hoe groter de afwijking, des te zeldzamer zij is. Quetelet verklaarde deze verdeling met behulp van de toevalswetten: 'Un phénomène, quel qu'il soit, dépend de causes favorables ou défavorables à son arrivée. Dans le premier cas, les causes favorables ou défavorables peuvent être égales en nombre; dans le second cas, les causes favorables peuvent être plus ou moins nombreuses que les causes contraires'. In het eerste geval komt de waarde in het midden van de curve uit, in het tweede aan de linker- of rechterzijde ervan.¹⁰⁸ Hoewel Quetelet alleen de eigenschappen van de mens had bestudeerd, was hij ervan overtuigd dat de gevonden regel voor de hele natuur geldt.¹⁰⁹

Voor De Vries zullen de door Quetelet gevonden normaalverdeling en de overtuiging dat deze wetmatigheid ook in het plantenrijk opgaat een bevestiging van zijn eigen ideeën hebben betekend. In zijn 'Beschouwingen' uit het

midden van de jaren tachtig had hij het idee van de ‘Formenkreis’ van de Duitse botanicus Johannes von Hanstein besproken: het uiterlijk van elke systematische soort vormt een middelpunt, de afwijkingen van het type strekken zich in alle richtingen daaromheen uit. Grafisch weergegeven zouden de soort en zijn variaties de vorm hebben van een schietschijf: ‘Wij zouden ze moeten laten uitstralen van één middenpunt, dat ingenomen werd door dien vorm dien de overgrote meerderheid der individuen onder die omstandigheden vertoonen, waaronder de soort in het wild het veelvuldigst pleegt voor te komen’. Hoe meer een exemplaar van die vorm afwijkt, hoe verder weg die zou komen te staan van de vorm in het middelpunt. ‘Het zal nu iedereen terstond duidelijk zijn dat over zulk een gebied de individuen geenszins gelijkmatig verspreid kunnen zijn. Integendeel, het middenpunt is het dichtst bevolkt, en van daaruit neemt de dichtheid naar den omtrek toe snel af.’¹¹⁰ In een artikel uit 1890 noemt De Vries ‘de wet van Quetelet’ voor de eerste keer. ‘Hoe algemeen zij geldt is nog niet onderzocht, maar zij geldt in elk geval voor die eigenschappen die in cijfers kunnen worden uitgedrukt’. Ter illustratie geeft hij enkele voorbeelden, onder andere het aantal rijen korrels op maïskolven zoals door hemzelf waargenomen.¹¹¹

De Vries was mogelijk op het werk van Quetelet geweest door Jules Mac Leod, zijn ambtgenoot uit Gent. Mac Leod had op het Nederlandsch Natuur- en Geneeskundig Congres in oktober 1887 een lezing gehouden over de statistische bewerking van gegevens over het bezoek van bloemen door insecten. De Vries was vicevoorzitter van het congres geweest en had er zelf ook een lezing gehouden. Mac Leod publiceerde over het onderwerp in het eerste *Botanisch Jaarboek* dat hij kort hierna namens het genootschap *Dodonaea* verzorgde en waaraan De Vries ook een bijdrage leverde.¹¹² Noch in de lezing, noch in het artikel verwijst Mac Leod naar Quetelet, maar zeker is dat diens werk voor hem de inspiratiebron vormde om statistiek op waarnemingen in de levende natuur toe te passen. Mac Leod kende het werk van Quetelet al van jongs af: zijn vader was een van diens correspondenten geweest.¹¹³

Mac Leod, benoemd tot hoogleraar botanie in 1887, wilde zijn onderwijs uitbreiden met een practicum en nam daarvoor dat van De Vries als voorbeeld. Eind 1891 stuurde hij de pas afgestudeerde Eduard Verschaffelt voor een paar maanden naar Amsterdam om er de kunst af te kijken.¹¹⁴ Opvallend is dat juist in de periode dat Verschaffelt in Amsterdam verbleef De Vries druk doende was met statistische metingen. Mac Leods statistische boodschap is dus mogelijk door zijn leerling verder verspreid. De symmetrische curve die De Vries in november 1891 verkreeg na meting van de lengte van vruchten van *Oenothera*

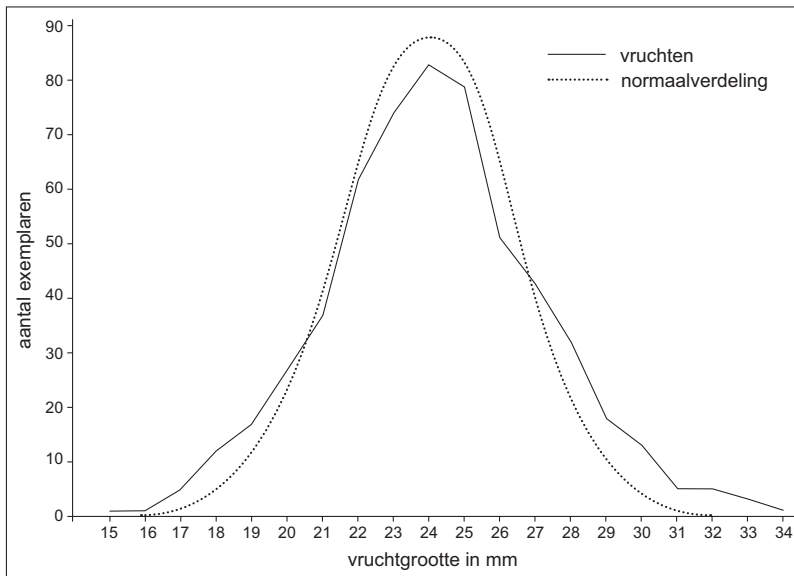


fig. 2: Curve van de lengte van 568 vruchten van *Oenothera lamarckiana* (doorgetrokken lijn) vergeleken met de normaalverdeling (stippellijn).

lamarckiana verwerkte hij in een collegeplaat. Blijkbaar werd de ‘Wet van Quetelet’, zoals het bijschrift op de plaat luidt, toen in de colleges opgenomen.¹¹⁵

De Vries was erg met Verschaaffelt ingenomen en omgekeerd beviel het Verschaaffelt goed in Amsterdam; hij was vast van plan nog eens terug te komen om wat onderzoek te doen. Toen De Vries’ assistent Goethart in september 1892 niet meer kon helpen bij het microscopiepracticum, wilde hij graag Verschaaffelt in diens plaats aanstellen. In het voorjaar van 1893 werd Verschaaffelt door de Nederlandsche Maatschappij der Wetenschappen in Haarlem aangenomen om de Franse vertalingen te verzorgen voor de door de Maatschappij gepubliceerde *Archives*. Goethart trok zich per 1 mei geheel terug en zo was er geen enkele belemmering meer om Verschaaffelt aan te nemen.¹¹⁶ Verschaaffelt zou tot 1896 assistent blijven. In dat jaar ging C.A.J.A. Oudemans met emeritaat. Het leek De Vries vanzelfsprekend dat hij hem als directeur van de Hortus zou opvolgen, en ook de colleges die het meeste in verband met de Hortus stonden, namelijk die in de systematiek en de anatomie, zou overnemen. Eigenlijk leek het hem het beste om het hele onderwijs aan de studenten geneeskunde en farmacie op zich te nemen; zijn colleges fysiologie zouden dan naar

een nieuw te benoemen hoogleraar over kunnen. In de colleges farmacognosie had hij echter geen trek. Curatoren wensten evenwel dat De Vries al Oudemans' taken op zich zou nemen omdat zij één hoogleraar botanie genoeg vonden. De Vries protesteerde hevig en dreigde dat hij het aanbod uit Utrecht om daar de opvolger van Rauwenhoff te worden zou aannemen. Bovendien eiste hij van het gemeentebestuur het voornemen de Hortus te verplaatsen naar een terrein buiten de stad te laten varen. Beide eisen werden ingewilligd: de Hortus zou blijven waar hij was en voor de farmacognosie en de fysiologie zou een (goedkopere) buitengewoon hoogleraar worden aangesteld. Oudemans had zijn leerstoel intussen al aangeboden aan een bevriend apotheker, maar die had voor slechts een buitengewoon hoogleraarschap geen belangstelling. De baan ging uiteindelijk naar Verschaffelt. In 1900 werd Verschaffelt benoemd tot gewoon hoogleraar. De opvolger van Rauwenhoff werd De Vries' vroegere leerling Went, directeur van het proefstation voor suikerriet op West-Java, die als tweede op de voordracht stond. De Vries was daarover zeer verheugd: in zijn felicitatiebrief schreef hij dat het hem een grote voldoening was 'wederom een mijner leerlingen als collega te mogen begroeten'.¹¹⁷

De curve van Galton

Het was waarschijnlijk in het najaar van 1893 dat De Vries een biologisch-statistisch artikel onder ogen kwam van W.F.R. Weldon, docent morfologie van ongewervelde dieren aan de universiteit van Cambridge, dat drie jaar eerder was verschenen. Weldons belangstelling was in de voorgaande jaren geleidelijk verschoven van anatomie en morfologie naar variabiliteit. In 1888 en 1889 had hij onderzoek gedaan naar variatie binnen en tussen lokale rassen van eenzelfde soort. Hij had de lengte gemeten van enkele lichaamsdelen van exemplaren van *Crangon vulgaris* (Gewone garnaal), verzameld op drie verschillende plaatsen aan de Engelse zuidkust. Bij de statistische verwerking van zijn meetgegevens had hij de assistentie gehad van de ontdekkingsreiziger, geograaf en natuurwetenschappelijk onderzoeker Francis Galton die soortgelijke metingen had gedaan bij mensen, gedomesticeerde dieren en cultuurplanten. Galton had vermoed dat op de gemeten eigenschappen de natuurlijke selectie nauwelijks invloed had gehad; zijn onderzoeksmateriaal was immers reeds lang van de natuur afgeschermd. Tevens had hij voorspeld dat selectie ook weinig invloed heeft op de variatie van eigenschappen van in het wild levende organismen: 'So that he expected the frequency, with which deviations from the average size of an organ occurred, to obey the law of error [de normaalverdeling] in all cases, whether the animals observed were under the ac-

tion of natural selection or not'. Weldon had zijn metingen grafisch uitgedrukt naar het voorbeeld van Galton: op de x-as had hij ordinaten uitgezet waarvan de lengten overeenkwamen met de gevonden waarden, één ordinaat per waarneming. Deze kromme had Galton 'ogive' genoemd; de ordinaat die het aantal waarnemingen in twee gelijke helften splitst de 'mediaan' ('M'); en de ordinaten die de twee helften in kwarten verdelen de 'kwartielen' ('Q₁' en 'Q₂'). Weldon had de curven van zijn metingen vergeleken met de curve van de normaalverdeling waarbij de mediaan = 0 en de beide kwartielen = +1 en -1. De overeenkomst tussen de theoretische en de praktische curven was welhaast perfect. Weldons metingen hadden derhalve Galtons vermoeden bevestigd: de gemiddelde waarden (M) van de gemeten onderdelen van de drie afzonderlijke populaties waren weliswaar verschillend en de mate van de afwijkingen eveneens, maar in alle gevallen volgde de variatie de normaalverdeling.¹¹⁸

Het artikel van Weldon maakte De Vries nieuwsgierig naar deze alternatieve methode om variatie grafisch weer te geven en die blijkbaar tevens de mogelijkheid bood haar in getallen uit te drukken. Van 568 vruchten van *Oenothera lamarckiana* die hij in oktober 1893 in Hilversum verzamelde mat hij de lengte. Hij bepaalde de waarden van de mediaan en de kwartielen, maar een nauwkeurige vergelijking ervan met die van de normaalverdeling lukte hem

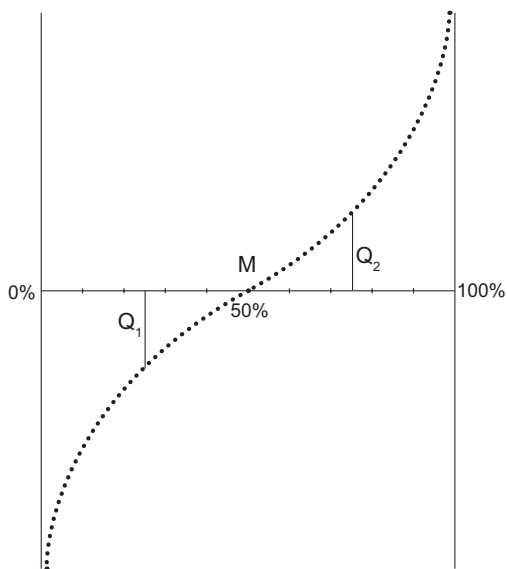


fig 3: Ogive van Francis Galton.

niet. Weldon had voor enkele ordinaten van de theoretische normaalverdeling de waarden gegeven en die kwamen niet overeen met de ordinaten van de curve die De Vries tekende. Hoe de waarde van een willekeurige ordinaat berekend kon worden had Weldon niet aangegeven, en De Vries wist niet hoe dat zou moeten. Erg enthousiast was hij niet over Galtons methode: 'De curven $(a+b)^x$ zijn voor mijn werk beter', concludeerde hij.¹¹⁹

Desondanks (of misschien wel juist hierdoor) bleef De Vries nieuwsgierig naar de statistische ideeën van Galton en hij ging op zoek naar boeken van hem; ze bleken niet eenvoudig te krijgen te zijn, maar uiteindelijk vond hij ze.¹²⁰ Twee waren er voor hem van belang: *Hereditary genius* (1869) en *Natural inheritance* (1889). In het eerste had Galton aan de hand van een grote hoeveelheid data willen aantonen dat bijzondere geestes- en lichaamsgevnen erfelijk zijn en niet door de opvoeding worden ingegeven; zijn voorbeelden had hij onder andere ontleend aan schilders, dichters, staatslieden, roeiers en worstelaars en hun familieleden. In het tweede boek had hij een overzicht gegeven van allerlei aspecten van de erfelijkheid waarbij hij uitgebreid gebruik had gemaakt van statistiek.¹²¹ De boeken maakten op De Vries diepe indruk, zelfs dieper dan *Anthropométrie* van Quetelet, zo lijkt het. Vanaf het moment dat hij de boeken had bestudeerd noemt hij in artikelen waarin de statistische benadering van de natuur ter sprake komt de twee statistici namelijk vaak in één adem, en soms geeft hij zelfs alle eer aan Galton. De klokvormige curve van de normaalverdeling duidt De Vries in het vervolg aan als een 'Galton curve', een merkwaardig erbetoon, want Galton had deze curve in het geheel niet gebruikt. De Vries zou zelf wel steeds de klokvormige curve gebruiken en niet de ogive van Galton; wat dat betreft hield hij dus vast aan de conclusie die hij had getrokken na de eerste kennismaking met Galtons werk.

Mogelijk was De Vries' waardering voor Galton groter dan voor Quetelet omdat hij zich in wetenschappelijk opzicht meer met hem verwant voelde. Galton had met zijn statistische werk steeds de relatie gelegd met erfelijkheid en zelfs soortvorming. Hij zat dan ook dicht bij het vuur: Charles Darwin was een neef van hem (wellicht voor De Vries ook een reden om meer waardering voor Galton te hebben). In zijn *Hereditary genius* uit 1869 had Galton Darwins pangensis zeer positief besproken, iets dat De Vries vanzelfsprekend ook zeer aangesproken zal hebben. Het door Darwin gemaakte onderscheid tussen fluctuerende variabiliteit door wisselende aantallen gemmules en soortenvormende variabiliteit door het ontstaan van nieuwe gemmules had Galton daarin geïllustreerd met het beeld van 'a rough stone, having, in consequence of its roughness, a vast number of natural facets, on any one of which it might

rest in “stable” equilibrium’. Een klein duwtje brengt de steen uit balans, maar hij zal uiteindelijk terugvallen op het vlak waarop hij stond. ‘But, if by a powerful effort the stone is compelled to overpass the limits of the facet on which it has hitherto found rest, it will tumble over into a new position of stability’.¹²² Enkele jaren later had Galton de pangeneses echter een in zijn ogen zware slag toegebracht. Om Darwins hypothese te testen had hij zilvergrijze konijnen door bloedtransfusie het bloed van konijnen met andere vachtkleuren gegeven. De nakomelingen vertoonden echter geen spoor van de kleur van de bloeddonoren. Daarmee was volgens Galton aangetoond dat er geen transport van gemmules plaatsvindt. Darwin had in de tweede druk van zijn *Variation of animals and plants* op Galtons kritiek geantwoord dat hij transport door de bloedbanen niet als een noodzakelijkheid beschouwde; bij lagere dieren en planten kon dit niet eens het geval zijn omdat die geen bloed hebben. De Vries wist zonder twijfel van Galtons experiment; hij kende de *Variation* en zeker het hoofdstuk over de pangeneses immers als geen ander. Galton was na zijn opmerkelijke experiment overigens wel blijven vasthouden aan Darwins idee van ‘particulate inheritance’.¹²³

Hele en halve curven

Galtons boeken lijken De Vries geheel en al overtuigd te hebben van het grote nut van de statistiek bij het onderzoeken van variabiliteit. In juli 1894 schreef hij zijn eerste artikel over zijn statistische waarnemingen.¹²⁴ Dat variatie volgens de normaalverdeling niet alleen voor mensen en dieren opgaat, zoals door Quetelet en Galton was gesteld, maar ook voor planten, illustreert hij hierin met enkele eigen waarnemingen. Maar de belangrijkste boodschap van het artikel is dat variatie ook een andere grafische vorm kan hebben, namelijk een halve curve die hetzij naar links, hetzij naar rechts afloopt. De Vries had dat al jaren geleden opgemerkt. Tijdens zijn verblijf in ’s-Graveland in mei 1886 had hij van 416 bloemen van *Caltha palustris* (Dotterbloem) en 337 bloemen van *Ranunculus bulbosus* (Knolboterbloem) het aantal kroonbladen geteld. Van de eerste soort had 72% van de bloemen het normale aantal van vijf bladen en de overige bloemen zes, zeven en acht bladen, in snel afnemende percentages. Van *Ranunculus* had 92% het normale aantal van vijf bladen en slechts enkele hadden zes, zeven, acht of negen bladen. Al in zijn ‘Beschouwingen’ had hij beide gevallen beschreven.¹²⁵ Hij gaf ze nu opnieuw, aangevuld met nieuwe waarnemingen.

De symmetrische curve en de halve curve correspondeerden volgens De Vries met de twee vormen van variabiliteit die Darwin en, in diens voetspoor,

hijzelf hadden onderscheiden en die door Galton zo treffend waren geïllustreerd door de wankelende steen: een symmetrische curve zou de uitdrukking zijn van fluctuerende variabiliteit, de halve curve de uitdrukking van soortenvormende variabiliteit. Anders dan in zijn artikelen over monstrositeiten legt De Vries in dit artikel nadrukkelijk het verband tussen zijn empirische waarnemingen en zijn theoretische pangeneses. Het artikel begint (met verwijzing naar Darwin) met de aanhaling van een passage uit *Intracellulare Pangeneses* waarin hij het verschil tussen beide typen variabiliteit had uitgelegd in termen van pangenen: fluctuerende (continue) variabiliteit berust op wisselende aantallen pangenen, soortenvormende (discontinue) variabiliteit op de vorming van nieuwe pangenen.

Ter ondersteuning van deze stelling beschrijft De Vries een experiment dat hij met nakomelingen van de in 's-Graveland gevonden boterbloemen had uitgevoerd. Van planten die hij in 1887 naar de Hortus had overgebracht, had hij de volgende vier jaren steeds de exemplaren met meer dan vijf kroonbladen (de afwijkende typen dus) en vervolgens de exemplaren met meer dan negen kroonbladen geselecteerd. De variatie was steeds breder geworden (zelfs bloemen met 31 kroonbladen waren verschenen) en de curve had geleidelijk

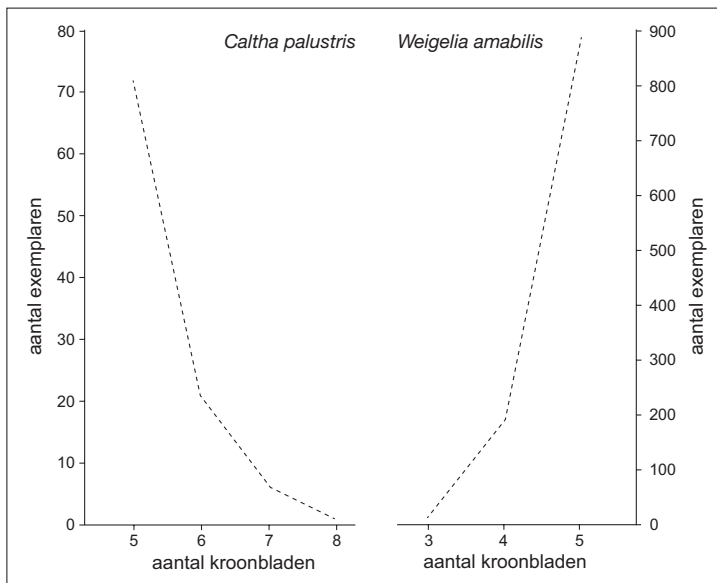


fig. 4: Halve curven van de kroonbladen van *Caltha palustris* en *Weigelia amabilis*.

een symmetrische vorm gekregen met de top van de curve op 9 en (bij de best verzorgde planten) 10. 'Die neue Varietät ist somit zu betrachten als ein Fall von Verdoppelung', concludeerde De Vries. 'Das scheinbar graduellen (individuelle) Variiren beruhte also thatsächlich auf discontinuirlicher Variation, auf dem plötzlichen Auftreten einer anfangs fast latenten Eigenschaft'. De nieuwe variëteit fluctueert zelf ook, vandaar de symmetrische curve. Dat de oorspronkelijke variëteit een halve curve vertoont zou volgens De Vries komen doordat de mate van verdubbeling eveneens de normaalverdeling volgt: zij varieert van 0 (geen verdubbeling, dus vijf kroonbladen) tot oneindig (zoals bleek uit het maximum dat tot 31 was opgelopen).

Een vergelijkbaar resultaat met *Trifolium pratense* (Rode klaver) beschreef De Vries enkele jaren later: de halve curve die de planten in 1891 vertoonden en varieerde van drie tot zeven bladen (met de top op drie), was door het exemplaar met de meeste vier- en vijftallige bladen als zaaddrager te kiezen al het volgende jaar veranderd in een symmetrische curve over dezelfde getallen maar met een top op vijf. De curve was dus niet van gewone drietallige exemplaren van *Trifolium pratense* maar van exemplaren van een vijftallige variëteit, door De Vries toepasselijk *Trifolium pratense quinquefolium* genoemd. Bij verdere

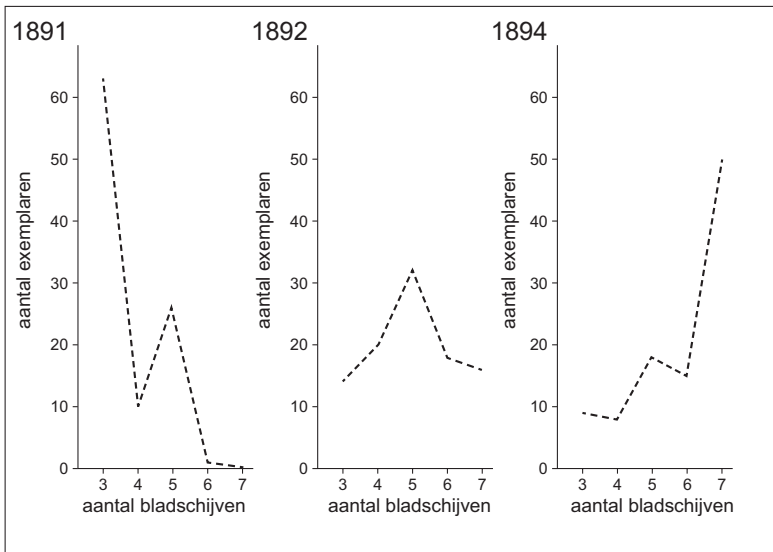


fig. 5: Omkering van de curve van *Trifolium pratense*.

selectie in de volgende twee jaar was het aantal exemplaren met zeven bladen toegenomen en wel zodanig dat op dit aantal een nieuwe top was ontstaan. De breedte van de variatie was echter gelijkgebleven. De curve van het in 1894 verkregen resultaat was opnieuw een halve curve, het spiegelbeeld van de oorspronkelijke curve uit 1891. Blijkbaar, concludeerde De Vries, kent de variëteit *quinquefolium* (in tegenstelling tot *Ranunculus*) een strikte bovengrens die niet overschreden kan worden.¹²⁶

Voor de waarnemingen bij klaver geeft De Vries in het artikel geen verklaring. Hij vergelijkt het geval evenwel met het experiment met *Ranunculus* en dus lijkt de aldaar gegeven verklaring ook hier van toepassing te moeten zijn: de variëteiten ‘*Ranunculus 10*’ en ‘*Trifolium 5*’ zijn allebei uitingen van een nieuwe erfelijke eigenschap die op zichzelf continu varieert door wisselende hoeveelheden pangen. De veronderstelde verdubbeling bij *Ranunculus* wordt door meer of minder pangen blijkbaar meer of minder uitgewerkt: minder ‘*Ranunculus 10*-pangen’ geeft minder dan tien kroonbladen, meer ‘*Ranunculus 10*-pangen’ geeft meer dan tien kroonbladen. Zakt het aantal pangen onder de hoeveelheid die nodig is de eigenschap uit te drukken, dan treedt geen enkele graad van verdubbeling op en blijft het aantal kroonbladen gelijk aan het normale aantal. Maar hier moet de analogie ophouden, want ‘*Trifolium 5*’ kan natuurlijk geen verdubbeling zijn van ‘*Trifolium 3*’. Ook het feit dat *Trifolium* een strikte bovengrens heeft en *Ranunculus* niet, geeft aan dat de twee gevallen verschillend moeten zijn. Het probleem van de bovengrens bij *Trifolium* snijdt De Vries wel aan, maar hij gooit de handdoek direct in de ring: het is ‘eene vraag, waarop het mij nog niet gelukt is een antwoord te vinden’. Over hoe men zich de verdubbeling van een eigenschap zou moeten voorstellen zegt De Vries niets. In een van zijn zakboekjes staat bij notities uit 1893 de term ‘dubbelpangeen’ als verklaring voor het optreden van een *Matthiola* (Violier) met dubbele bloemen.¹²⁷ Zou bij *Ranunculus* ook zo’n ‘dubbelpangeen’ voor de eigenschap ‘vijf kroonbladen’ zijn ontstaan? Het is mogelijk, gelet op De Vries’ verklaring voor nog een derde type curve die hij ontdekte: de curve met twee toppen.

Dubbele curven

Na het lezen van het werk van Galton en de publicatie van zijn eerste botanisch-statistische artikel verdiepte De Vries zich in wat er nog meer aan biologisch-statistisch onderzoek werd gedaan. In Engeland bleek onder invloed van Galtons werk een kleine ‘biological school’ ontstaan te zijn. Weldon had zijn onderzoek naar de afmetingen van *Crangon vulgaris* voortgezet en uitgebreid naar *Paleomonetes varians* (Brakwatersteurgarnaal) en *Carcinus maenas* (Strandkrab).

Karl Pearson, hoogleraar toegepaste wiskunde en mechanica aan University College in Londen, was begonnen de theoretische kant van Galtons ideeën verder uit te werken. De statistische onderzoekers waren in januari 1894 bijeengebracht in het door de Royal Society opgerichte ‘Committee for Conducting Statistical Inquiries into the Measurable Characteristics of Plants and Animals’. Galton was voorzitter, Weldon secretaris.¹²⁸ De Vries vond dat laatste ‘best, maar niet aangenaam’, schreef hij aan Went, ‘daar het mij dwingt mijne curven te publiceeren, om niet later achteraan te komen met dingen die ik nu al jaren lang gereed heb. Maar liever had ik gewacht tot ik alles ook goed begreep’.¹²⁹ William Bateson, zoöloog verbonden aan de universiteit in Cambridge, en Harold H. Brindley, entomoloog, hadden bij hun metingen van onder andere de lengte van de tang van *Forficula auricularia* (Gewone oorworm) en de lengte van de onderste hoorn van *Xylotrupes gideon* (een neushoornkever van Java) niet een curve met één top verkregen maar een curve met twee toppen. Binnen dezelfde soort vielen er dus twee duidelijk van elkaar te onderscheiden variëteiten te onderkennen. Bateson had het verschijnsel verder uitgewerkt in zijn vuistdikke *Materials for the study of variation* uit 1894, een bundeling van bijna negenhonderd gevallen van variatie bij mens en dier, ontleend aan eigen waarnemingen en literatuur.¹³⁰ Hij had zich daarbij beperkt tot gevallen van, wat hij noemde, ‘meristic variation’: variatie die in gehele getallen kan worden uitgedrukt zoals aantallen tenen, vingerkootjes, tanden en wervels. De behandeling van (zoals hij het betitelde) ‘subversive variation’ (bijvoorbeeld lengte, mate van beharing en kleurschakeringen) wilde hij in een volgend boek geven (de voorbeelden in *Materials* vormen volgens de inhoudsopgave ‘Part 1’). Dat zou echter nooit verschijnen.

Bateson had zijn onderzoek nadrukkelijk verbonden met het vraagstuk van het ontstaan van nieuwe soorten. Hij deelde Darwins opvatting dat variatie de basis van soortvorming is: ‘Variation, whatever may be its cause, and however it may be limited, is the essential phenomenon of evolution. Variation, in fact, is evolution’. Variatie onderzoeken was volgens Bateson dan ook de beste manier om het evolutieproces te kunnen begrijpen: ‘In variation we look to see evolution rolling out before our eyes’. Maar over Darwins voorstelling dat het ontstaan van soorten een geleidelijk proces is dat wordt gestuurd door natuurlijke selectie, daarover had Bateson sterke twijfels gekregen. Soorten zijn discontinu, want duidelijk van elkaar te onderscheiden eenheden. De omgevingsfactoren die de soorten volgens Darwin zouden vormen (de verschillende klimaten, landschappen en dergelijke) gaan echter geleidelijk in elkaar over en zijn dus continu. ‘We must admit, then, that if the steps by

which the divers forms of life have varied from each other have been insensible – if in fact the forms ever made up a continuous series – these forms cannot have been broken into a discontinuous series of groups by a continuous environment'. Met de voorbeelden in zijn *Materials* wilde hij laten zien dat 'the discontinuity of which species is an expression has its origin not in the environment, nor in any phenomenon of adaptation, but in the intrinsic nature of organisms themselves, manifested in the original discontinuity of variation'. Aan een verklaring voor het verschijnsel variatie waagde Bateson zich niet; daarvoor was het volgens hem nog te vroeg. Darwins pangenesis wees hij daarvoor in elk geval zeer beslist af.¹³¹

De Engelse mathematisch-biologen hielden zich vrijwel uitsluitend bezig met variatie bij mensen en dieren. Onderzoek naar de variatie bij planten bleek vooral verricht te worden op het continent: behalve door De Vries voornamelijk door Mac Leod en zijn leerlingen en Franz Ludwig, leraar aan het gymnasium in Greiz. Ludwig was al sinds het einde van de jaren tachtig bezig met het tellen van bloemdelen van composieten. Zijn telwerk had een plantensystematische achtergrond: Ludwig wilde van bloemdelen waarvan in systematische werken het aantal vaak als 'oneindig' werd aangeduid het exacte aantal bepalen om zo soorten beter te kunnen karakteriseren. De statistiek beschouwde hij als een hulpwetenschap van de systematiek. Bij zijn tellingen had hij opgemerkt dat de getallen waarop de toppen van de curven lagen niet willekeurig zijn, maar alle voorkomen in de reeks van Fibonacci: de reeks 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55 enzovoort, waarbij elk getal de som is van de twee voorgaande getallen. Zo lagen bij *Chrysanthemum leucanthemum* (nu *Leucanthemum vulgare*, Gewone margriet) en *Chrysanthemum inodorum* (nu *Tripleurospermum maritimum*, Reukeloze kamille) de toppen van het aantal lintbloemen op 21, bij *Anthemis cotula* (Stinkende kamille) op 13, bij *Anthemis arvensis* (Valse kamille) en *Achillea ptarmica* (Wilde bertram) op 8 en bij *Senecio fuchsii* (Echt schaduwkruiskruid) op 5. De curven van deze soorten vertonen bij de andere Fibonacci-getallen vaak kleine toppen. Dat zou er volgens Ludwig op wijzen dat 'bei der Entstehung der Kompositenstrahlen bestimmte Wachstumsgesetze oder mechanische Gesetze allgemeiner Geltung herrschen'. Hij vermoedde dat diezelfde wetten verantwoordelijk zijn voor de aantallen buisbloemen op de bloemhoofdjes van de composieten.¹³²

Batesons curven met twee toppen en Ludwigs curven die de reeks van Fibonacci volgen kwamen De Vries bekend voor. Uit zaden van *Chrysanthemum segetum*, bijeengebracht uit bijna twintig verschillende botanische tuinen ten behoeve van het eerder beschreven onderzoek naar de invloed van bemesting,

waren in 1892 bijna honderd planten opgegroeid die een curve van het aantal lintbloemen van het bloemhoofdje van de hoofdstam hadden gegeven met een top op 13 en een top op 21. Hij had daaruit de planten met 12 en 13 lintbloemen geselecteerd als zaaddragers. De nakomelingen in de twee volgende jaren hadden een symmetrische curve met slechts één top vertoond, op 13. In de cultuur van 1892 waren blijkbaar twee variëteiten van *Chrysanthemum segetum* vermengd geweest: één met de eigenschap van 13 lintbloemen (een soortskenmerk dat onder andere ook voorkomt bij *Anthemis cotula*) en één met de eigenschap van 21 lintbloemen (een soortskenmerk dat onder andere ook voorkomt bij andere soorten van *Chrysanthemum*). Selectie had deze twee rassen al na één generatie van elkaar gescheiden.

In het artikel waarin De Vries dit experiment beschrijft, uit februari 1895, kort nadat hij kennis heeft gemaakt met het werk van Bateson en Ludwig, geeft hij een aanzet tot een verklaring van het resultaat. De Fibonacci-getallen waren ‘als Zeichen discontinuïrlicher Variation zu betrachten, während die zwischen ihnen liegenden Zahlen, welche den übrigen Ordinaten jeder einzelnen Curve angehören, Äusserungen continuïrlicher Variationen sind’. Of anders gezegd: ‘Die Zahlen 5, 8, 13, 21 sind somit Artmerkmale; die Abweichungen von diesen typischen Zahlen gehorchen der Hauptsache nach den Gesetzen der continuïrlichen Variation’. Zoals Ludwig had aangegeven kon men dezelfde getallen (dus eigenschappen) bij verschillende soorten tegenkomen. Dat was in overeenstemming met wat De Vries in *Intracellulare Pangenesis* had beweerd. Wellicht dat dit aan zijn enthousiasme voor Ludwigs werk bijdroeg.

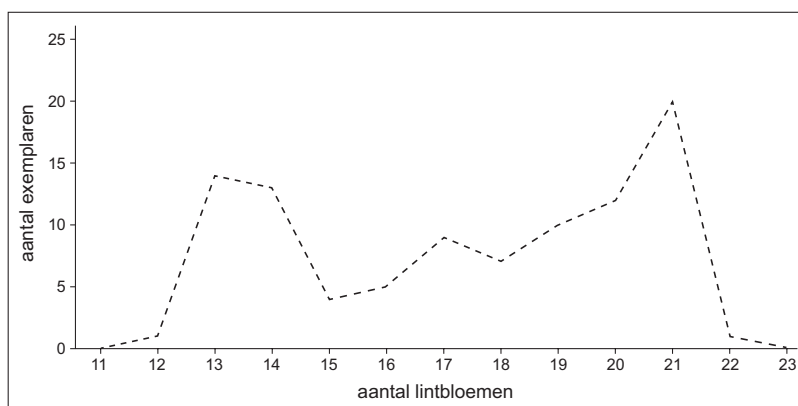


fig. 6: Tweetoppige curve van *Chrysanthemum segetum*.

De bescheiden toppen in de curve op een van de getallen die niet tot de kenmerken van de onderhavige soort behoren maar tot die van een andere soort, zouden volgens De Vries wel eens op ‘versteckten Nebenrassen’ kunnen duiden, zoals dat ook het geval was bij de halve curven. Als dat zo zou zijn, ‘so hatte man hier vielleicht das Material, eine “entstehende Art” experimentell zu studiren’, speculeerde hij.¹³³ Meteen voegde hij de daad bij het woord: opnieuw verzamelde hij zaden van *Chrysanthemum* uit bijna twintig botanische tuinen, die opnieuw een curve met toppen op 13 en 21 gaven. Al na twee jaren strenge selectie had hij een symmetrische curve met één top op 21. De asymmetrische vorm van de curven van de individuele planten die hij geselecteerd had als zaaddragers wees er echter op dat er, zoals De Vries al had vermoed, allerlei tussenvormen bestonden. Bovendien waren er niet alleen vormen met toppen tussen 13 en 21 lintbloemen, maar ook vormen met meer dan 21 lintbloemen. Dat bleek bij voortzetting van de selectie, gecombineerd met zorgvuldige cultuur in tuinaarde met goede bemesting. De Vries wist variëteiten met 26 en 34 lintbloemen te isoleren waarvan aanvankelijk geen spoor te bekennen was geweest, en zelfs exemplaren met 46 en 48 lintbloemen, mogelijk wijzend op een variëteit met 55 lintbloemen. De getallen die buiten de reeks van Fibonacci vielen had Ludwig intussen als ‘nevenreeksen’ getypeerd: zij waren opgebouwd uit doubletten en tripletten of uit optellingen van cijfers uit de hoofdreeks.¹³⁴ De Vries concludeerde nu dat de pakketjes zaden die hij had ontvangen geen mengsels van twee zuivere soorten waren geweest, zoals eerst gedacht, maar afkomstig waren van gemengde rassen. Kruisbestuiving is bij *Chrysanthemum* de regel en variëteiten met alle mogelijke getallen uit de Fibonacci-reeks moesten met elkaar vermengd geraakt zijn.

Net als in het eerdere artikel over de selectie van de variëteit met 13 lintbloemen geeft De Vries een aanzet tot de verklaring van het resultaat. Het verband tussen de verschillende cijfers uit de curven was volgens hem met Ludwigs werk wel duidelijk geworden, maar wat de rol is van ‘den erblichen Einheiten, den Pangenenen, welche dem Spiele dieser Zahlen zu Grunde liegen’ was nog onduidelijk. De diepere oorzaak moest dus bij de pangenen liggen, maar verder gaat De Vries niet op de zaak in. Wellicht dacht hij dat de laagste getallen uit de hoofd- en nevenreeks elk gebonden zijn aan afzonderlijke typen pangenen en dat die bij de hogere getallen samenwerken. In dat geval zouden er nog minder typen pangenen nodig zijn om soortskennmerken bij verschillende soorten uit te drukken dan het aantal getallen uit de reeks van Fibonacci.¹³⁵ Bij de eerder genoemde verdubbeling van het aantal kroonbla-

den bij *Ranunculus* en de ‘dubbelpangenen’ bij *Matthiola* kan De Vries op dezelfde manier geredeneerd hebben.

Verdere voortzetting van de selectie leverde nieuwe verrassingen op. Het aantal lintbloemen steeg verder, tot 101 aan toe. Bovendien verschenen in 1899 bij één plant enkele lintbloemen tussen de buisbloemen van enkele bloemhoofdjes, en in de nakomelingen van deze plant in het volgende jaar zelfs zeer veel en bovendien in bijna alle bloemhoofdjes. Van *C. indicum* en *C. inodorum* waren variëteiten waarbij de gehele schijf met lintbloemen is bedekt, reeds lang als sierbloemen in de handel. Wat ooit al eens bij deze twee soorten was gebeurd, had zich nu dus herhaald in De Vries’ proeftuin, en dat niet geleidelijk maar met een sprong. Overigens was hiermee wel de grens van het mogelijke bereikt. Doordat de buisbloemen geheel bedekt worden door lintbloemen, worden dergelijke ‘ge vulde bloemen’ niet bestoven. De variëteit is dus praktisch steriel en door bestuiving niet voort te kweken.¹³⁶

Monstrueuze curven

Ook de monstrueuze rassen die hij kweekte onderwierp De Vries aan een statistische analyse. Het bleek dat die hun eigen type curve hebben, zoals hij liet zien in een artikel uit december 1895. Als voorbeeld gaf hij de curve van 150 exemplaren van een gefascieerd ras van *Crepis biennis* (Tweejarig streepzaad) die in de voorgaande zomer hadden gebloeid. Van de 108 exemplaren die gefascieerd waren, varieerde de breedte van de stengel continu van 2 tot en met 19 cm, met een top op 9 cm. Zij vormden een hele curve. De negen exemplaren uit dat jaar die alleen in de top van de stengel fasciatie vertoonden zette De Vries links naast deze curve op de ordinaat van 1 cm en de 33 niet-gefascieerde exemplaren, de atavisten, daar weer links van op de ordinaat van 0 cm. Het resultaat was een ‘dimorfe halve curve’. ‘Cette tendance à l’atavisme est peut-être un des traits les plus caractéristiques des monstruosités, quand on les compare aux variétés ordinaires’, zo omschreef De Vries het verschil met de eerder beschreven gevallen. ‘La race monstrueuse est une race à deux types, liés par des rares transitions. Et cette forme dimorphe se conserve dans le cours des générations, nonobstant la sélection constante du type fascié comme porte-graine’. Voor het merkwaardige verschijnsel dat monstrueuze rassen door selectie nooit zuiver konden worden gemaakt had De Vries inmiddels blijkbaar een oplossing gevonden: monstrueuze planten hebben een dubbele natuur. De normale (atavistische) en de afwijkende (monstrueuze) eigenschap zijn innig met elkaar verbonden en kunnen niet van elkaar worden gescheiden zoals dat wel mogelijk is bij twee variëteiten.

De proeven met bemesting hadden aangetoond dat voeding een positieve invloed heeft op het ontstaan van een monstrueuze eigenschap. De best gevoede exemplaren moesten dan ook de rechter top en de minst gevoede exemplaren de linker top vormen. En zoals selectie ('de keuze van de best gevoede') een verschuiving bij de halve curven had veroorzaakt, zo moest dat ook hier gebeuren, redeneerde De Vries. Tevens moest door betere bemesting een aantal atavisten overgaan in exemplaren met een geringe fasciatio, en moest bij de reeds gefascieerde exemplaren de fasciatio toenemen. De linker top van de curve zou dus lager worden, de rechter top naar rechts verschuiven en de lijn tussen beide curven in zou hoger komen te liggen. Een experiment met *Crepis biennis* waarbij een groep zaailingen ruim en een andere groep overmatig werd bemest, bevestigde dit vermoeden evenwel niet. Bij de overmatig bemeste groep nam het aantal atavisten wel af (15% tegen 36%), maar de vorm van de curve van de gefascieerde exemplaren bleef onveranderd en de top verschoof niet. Deze curve werd als geheel wel hoger, wat betekende dat de exemplaren die van atavist in monstruositeit waren veranderd over de gehele curve verdeeld waren. Meer voeding had dus wel de discontinue maar niet de continue variabiliteit bevorderd. De relatie tussen voeding en de breedte van de fasciatio was blijkbaar nogal gecompliceerd. 'Toutefois cette complication s'expli-

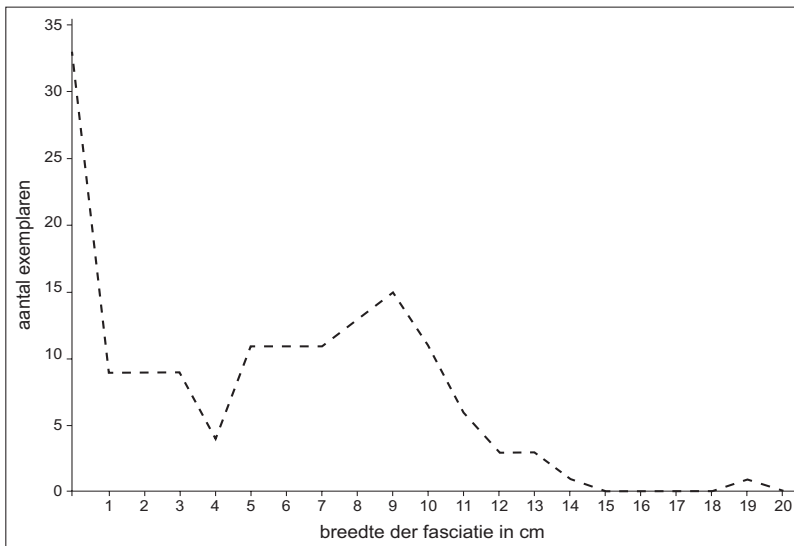


fig. 7: Curve van de fasciatio bij *Crepis biennis*.

que aisément dans la théorie pangénétique par l'hypothèse de pangènes spéciaux pour la fasciation', aldus De Vries, maar helaas blijft het hier bij: verder wil hij niet op zijn theorie ingaan en hij volstaat met een verwijzing in een voetnoot naar *Intracellulare Pangenesis* en zijn artikel over hele en halve curven.¹³⁷

Het onderscheid dat De Vries in dit artikel maakt tussen monstrositeiten en variëteiten is niet terug te vinden in zijn artikel uit het *Botanisch Jaarboek* uit 1897 waarin hij de zaden van zijn proefplanten aanbiedt. Hij somt daarin de soorten in alfabetische volgorde op, waardoor monstrositeiten en variëteiten kriskras door elkaar staan. Blijkbaar vond hij in dit geval het verschil niet belangrijk.

De theorie en de praktijk van de variabiliteit

In de statistische analyse van zijn experimenten had De Vries een uitstekend middel gevonden om inzicht te krijgen in de verschillende vormen van variabiliteit, maar het ging wel moeizaam en langzaam. Toen zijn oudleerling Went hem eind 1894 suggereerde om veel sneller groeiende schimmels in plaats van planten te gebruiken, reageerde De Vries terughoudend: 'Het bezwaar dat bij gewone planten elke generatie één jaar duurt zal later misschien hinderlijk zijn; thans is alles nog zoo in zijn begin, dat deze snelheid meer dan voldoende is. De menselijke hersenen kunnen haar tenminste nog niet bijhouden, in elk geval de mijne niet. Ik begin nu, na acht jaren, een inzicht te krijgen in wat ik gevonden heb, en ik betreur haast dat de winters zoo kort zijn dat ik mijn materiaal niet bewerken kan vóór 't voorjaar weer daar is. Hoofdzaak is voorloopig dat Galton's denkbeelden en methoden algemeen ingang vinden'.¹³⁸

Op het moment dat hij zijn brief aan Went schreef werkte De Vries aan de derde druk van zijn *Leerboek der plantenphysiologie*. Aan de paragraaf over erfelijkheid en variabiliteit voegde hij twee pagina's toe over de wet van Quetelet-Galton, geïllustreerd met het boven aangehaalde geval van de continue variatie van de lengte van 568 vruchten van *Oenothera lamarckiana*. Voor de theoretische verklaring van de wet gebruikt hij niet de pangenesis, zoals hij had gedaan in het eerste artikel over zijn statistische waarnemingen van enkele maanden eerder en de artikelen die hij nog zou schrijven, maar het binomium $(a+b)^n$, geheel in overeenstemming met de uitleg van Quetelet in diens *Anthropométrie*. De Vries splitst het verschijnsel variabiliteit in twee delen. Ten eerste stelt hij dat een eigenschap slechts in twee richtingen kan variëren: toenemend en afnemend. Ten tweede stelt hij 'dat de grootte van een eigenschap in elk gegeven geval door een zeer groot aantal omstandigheden bepaald wordt, en dat deze

omstandigheden door het toeval beheerscht worden'. De Vries zegt het niet expliciet, maar lijkt te bedoelen dat de twee richtingen worden uitgedrukt door de termen a en b en dat het grote aantal omstandigheden wordt uitgedrukt door de exponent n .¹³⁹

Duidelijker dan De Vries is zijn assistent Eduard Verschaffelt, die na zijn aanstelling als assistent in 1893 aan hetzelfde onderwerp werkte als zijn superior. Net als De Vries toonde hij in enkele artikelen aan dat de wet van Quetelet-Galton ook voor het plantenrijk opgaat, maar hij werkte bovendien enkele theoretische aspecten van de variabiliteitscurven uit. In een artikel uit september 1895 legt hij de analogie tussen het binomium en de continue variatie als volgt uit: 'Die Vertheilung der Abweichungen von verschiedener Grösse um den Mittelwerth einer gegebenen Eigenschaft herum lässt sich am besten erklären durch die Annahme der Einwirkung einer grossen Anzahl von unabhängigen Variationsfactoren, welche ebenso stark im Sinne einer Vergrößerung, wie einer Herabsetzung des Werthes der betreffenden Eigenschaft wirken'. In de natuur werken de uitwendige omstandigheden 'in allen denkbaren Stufen der Intensität' zodat de exponent van het binomium altijd zeer groot zal zijn. De invloed die de variatie de ene richting opdrijft kan echter wel eens verschillend zijn van de invloed die op de andere richting inwerkt. De termen a en b zijn dan niet meer gelijkwaardig. Een asymmetrische curve is het gevolg. Verschaffelt geeft drie voorbeelden van dergelijke curven.¹⁴⁰

In een eerder artikel had Verschaffelt de waarde V geïntroduceerd als uitdrukking van de 'breedte' van de variabiliteit, de door Galton met behulp van de kwartielen uitgedrukte 'probable deviation' (zie blz. 243). Verschaffelt had de waarde gedefinieerd als $V = Q : M$ (waarbij $Q = (Q' + Q'') / 2$). Deze waarde bleek van soort tot soort te verschillen, en zelfs verschillend te zijn voor afzonderlijke eigenschappen van dezelfde soort. In een artikel uit 1895 beschrijft Verschaffelt het nut dat deze waarde voor de praktijk kan hebben aan de hand van de teelt van suikerriet. Door van een aantal planten de waarde V voor het suikergehalte te berekenen, kan bepaald worden hoeveel planten een proef moet omvatten om met zekerheid een exemplaar met een bepaald suikergehalte te verkrijgen.¹⁴¹ De Vries spreekt in zijn artikelen over zijn statistische waarnemingen nergens over een praktische toepassing van de gepresenteerde kennis, maar het door Verschaffelt geschreven artikel lijkt toch door een idee van De Vries te zijn geïnspireerd. In januari 1895 had De Vries Went gesuggerd de werken van Galton te lezen en deze bij onderzoek in het proefstation voor suikerriet waar hij werkte te gebruiken voor exact dat doel dat Verschaffelt omschrijft.¹⁴²

De sprongen van de teunisbloem

Van alle soorten die De Vries in de jaren tachtig en negentig kweekte was er één die zich anders gedroeg dan alle andere: *Oenothera lamarckiana*, de Grote teunisbloem. De soort vertoonde unieke afwijkingen op een manier die zich nauwelijks in regels liet vangen, en zeker niet in curven. Na een paar generaties raakte De Vries ervan overtuigd dat hij met *Oenothera* iets heel bijzonders in handen had. Vanaf 1895 richtte hij zijn aandacht daarom meer en meer op deze soort en minder op zijn monstrositeiten en variëteiten.

Zoals eerder beschreven vond De Vries exemplaren van *Oenothera* in grote hoeveelheden tijdens zijn eerste vakantie in 's-Graveland in 1886 op een verlaten aardappelakker waar de planten hem opvielen door hun rijkdom aan monstrueuze afwijkingen. Negen forse rozetten en zaden van een vijfhoekige vrucht nam hij mee naar de Hortus, hopend dat de monstrueuze kenmerken zich in volgende generaties zouden herhalen. De rozetten groeiden in 1887 uit tot krachtige, bloeiende planten maar vertoonden geen opvallende afwijkingen. De verzamelde zaden gaven slechts vijf bloeiende exemplaren (die waren dus eenjarig, terwijl *Oenothera* normaal tweejarig is). Hiervan waren er drie die gelijk waren aan *lamarckiana* en twee die door hun dikke en brede uiterlijk en het ontbreken van stuifmeel daar duidelijk van afweken. Hoewel dit dus maar een pover resultaat was zag De Vries toch toekomst in de soort, wellicht doordat hij de vorm van de twee afwijkende exemplaren in Hilversum niet had gezien en nu spontaan in zijn proeftuin ontstaan leek te zijn. Van de negen uit de rozetten opgekomen planten en van de twee 'dik-koppen' (later door hem *O. lata* genoemd) zaaide hij in 1888 de zaden in grote hoeveelheden uit: de rozetten-planten gaven ongeveer 15.000 nakomelingen, de *lata*'s (bestoven door de drie 'zuster'-*lamarckiana*'s vanwege het ontbreken van stuifmeel) ruim zeshonderd. Daarnaast zaaide hij zaden van enkele gladbladige vormen (*laevifolia* gedoopt) die hij het voorgaande jaar in Hilversum had gevonden; hieruit ontstonden ruim tweehonderd kiemplanten. Het resultaat was opmerkelijk: uit de derde groep ontstonden zowel *lamarckiana*'s als *laevifolia*'s; uit de tweede groep zowel *lamarckiana*'s als *lata*'s, alsmede één exemplaar dat opviel door het glanzende oppervlak van de bladen (daarom *scintillans* gedoopt); en uit de eerste groep ontstonden *lamarckiana*'s, vijf exemplaren die dwerggroei vertoonden (*nanella*) en vijf exemplaren die gelijk waren aan de eerder ontstane *lata*'s. Samen met de kortstijlige *brevistylis* die De Vries in 1886 in Hilversum had gevonden had hij in drie jaar tijd dus vijf afwijkende vormen van *Oenothera lamarckiana* ontdekt, vormen die voor het merendeel niet in één kenmerk afweken (zoals de monstrositeiten) maar in

hun gehele voorkomen en die bovendien voor zover hem bekend nooit eerder waargenomen waren.¹⁴³

In de volgende jaren kweekte De Vries exemplaren van *lamarckiana* en van de nieuwe vormen verder, daarbij de nakomelingen van de drie oorspronkelijke groepen stammoeders steeds streng gescheiden houdend. Hoe meer generaties hij kreeg, des te groter werden de verrassingen. De *lamarckiana*'s uit de 'Lamarckiana-familie' (de nakomelingen van de negen rozetten) gaven in de derde generatie (1890-1891) op 10.000 zaailingen wederom enkele *nanella*'s en *lata*'s en bovendien één exemplaar met opvallend rode bladnerven en brede rode strepen op de kelken en vruchten (*rubrinervis*). De Vries verzamelde de zaden van enkele *lamarckiana*'s, maar zaaide die in 1892 niet uit: 'Die Schwierigkeiten der Cultur waren inzwischen so bedeutend geworden, dass ich sie dann einstweilen aufgegeben habe', zo zou hij later schrijven. De kleinere 'Laevifolia-familie' zette hij wel voort en daarbij voerde hij allerlei proeven uit met onder andere bemesting en kunstmatige bevruchting om de kweekproblemen waarop hij was gestuit op te lossen.¹⁴⁴ De *laevifolia*'s waren in de jaren 1889-1894 (bij vrije bestuiving) vrijwel constant: op enkele duizenden exemplaren ontstonden slechts dertien afwijkende individuen (van de vormen *lata* en *nanella* die ook in de 'Lamarckiana-familie' waren ontstaan, en van een nieuwe, smalbladige vorm: *elliptica*). Vanaf 1894 verpakte De Vries de bloemen van zijn *laevifolia*'s vóór de bloei in papieren zakjes om kruisbestuiving te voorkomen; de vorm was vanaf dat moment absoluut constant. Vanuit de *lamarckiana*'s die de generatie van 1888 had opgeleverd ontstonden in 1889 (naast opnieuw *lamarckiana*'s) 21 exemplaren van vijf afwijkende vormen: voor een deel al bekend, voor een deel nieuw. De vormen *nanella* en *rubrinervis* hieronder werden voortgezet en waren de volgende zes generaties zo goed als constant.¹⁴⁵ De 'Lata-familie' werd door De Vries eveneens na 1890 niet voortgezet. Tot dat jaar ontstonden uit de *lata*'s, bestoven door *lamarckiana*'s, telkens de beide oudertypen en enkele exemplaren met nieuwe vormen.¹⁴⁶

De Lamarckiana-familie pakte De Vries in 1895 weer op (nu met eenjarige generaties en uitsluitend zelfbestuiving) en het resultaat was meteen spectaculair: naast *lamarckiana*'s waren er negen afwijkende vormen te tellen, waarvan vier geheel nieuw: smalle, langstelige bladen (*oblonga*), bleek en zwak (*albida*), zeer smalle bladen (*sublinearis*) en brede bladen en grote bloemen (*gigas*). Om de kans op afwijkingen te vergroten kweekte De Vries in 1895 ook 10.000 kiemplanten van een in 1888 afgesplitste zijtak van de Lamarckiana-familie. Hierin ontstonden acht afwijkende vormen, waarvan twee nog niet eerder in deze familie waargenomen: met smalle bladen (*elliptica*, al bekend uit de *Laevi-*

Stamboom van Oenothera Lamarckiana.

Generatie.	<i>gigas</i>	<i>albida</i>	<i>oblonga</i>	<i>rubrinervis</i>	<i>Lam.</i>	<i>nanella</i>	<i>lata</i>	<i>scintillans</i>
8 ^e Generatie 1899 eenjarig.		5	1	.	1700	21	1	
7 ^e Generatie 1898 eenjarig.		.	9	.	3000	11	.	
6 ^e Generatie 1897 eenjarig.		11	29	3	1800	9	5	1
5 ^e Generatie 1896 eenjarig.		25	135	20	8000	49	142	6
4 ^e Generatie 1895 eenjarig.	1	15	176	8	14000	60	73	1
3 ^e Generatie 1890/91 tweejarig.				1	10000	3	3	
2 ^e Generatie 1888/89 tweejarig.					15000	5	5	
1 ^e Generatie 1886/87 tweejarig.					9			

fig. 8: Stamboom van de Lamarckiana-familie (uit: Hugo de Vries, 'Over het ontstaan van nieuwe soorten van planten', Verslag van de Gewone Vergaderingen der Wis- en Natuurkundige Afdeling der Koninklijke Akademie van Wetenschappen 9 (1901) 247.

folia-familie) en laatbloeiend en met lange, dunne vruchten (*leptocarpa*). De zijtak werd niet verder voortgezet, de hoofdtak wel en elk jaar waren er weer enkele afwijkende individuen; nieuwe vormen ontstonden er echter niet meer. De acht generaties van 1886 tot en met 1899 omvatten ongeveer 50.000 kiemplanten waarvan er ongeveer 800 exemplaren afweken, zo'n 1,5%.¹⁴⁷ De vormen die (met zelfbestuiving) werden voortgezet (wanneer zij tenminste niet te zwak waren en voortijdig stierven) waren vrijwel allemaal constant; soms produceerden zij een afwijkend exemplaar van een reeds bekend type, maar nimmer was hierbij een *lamarckiana*. Uitzonderingen waren *scintillans* en de zeldzame *elliptica* en *sublinearis*. Zo gaf een exemplaar van *sublinearis* dat in 1896 ontstond in 1898-1899 exemplaren van *lamarckiana*, *sublinearis* en zes andere vormen.¹⁴⁸

Niet minder verrassend was het gedrag van de teunisbloem bij kruisingen. *Lamarckiana*'s gekruist met een van de nieuwe vormen gaven exemplaren van de beide oudertypen en (incidenteel) van de nieuwelingen. Zo leverde een kruising in 1897 van *lamarckiana* met *nanella* exemplaren van deze twee en van *lata*, *oblonga* en *rubrinervis*. Een kruising tussen twee exemplaren van de nieuwe vormen leverde doorgaans de beide oudertypen, *lamarckiana* en andere nieuwe vormen. Bijvoorbeeld: de kruising *lata* x *nanella* in 1897 gaf *lata*, *nanella*, *lamarckiana*, *albida* en *oblonga*. Het betekende dat bijvoorbeeld *rubrinervis* in verschil-

lende jaren ontstond uit onder andere *lamarckiana*, *laevifolia*, *oblonga*, *lamarckiana* x *nanella*, *lata* x *brevistylis* en *scintillans* x *nanella*; en dat *oblonga* ontstond uit *lamarckiana*, *lata*, *nanella*, *lamarckiana* x *brevistylis*, *rubrinervis* x *nanella* en *lata* x *laevifolia*.¹⁴⁹

Na zijn laatste vakantie in 1888 ging De Vries vrijwel elk jaar nog eens naar Hilversum om de oorspronkelijke vindplaats van zijn teunisbloemen te bezoeken. De meeste vormen die in zijn proeftuin waren ontstaan vond hij van tijd tot tijd ook in Hilversum, ter plekke groeiend dan wel verborgen in zaden die hij verzamelde en in Amsterdam opkweekte. Ook *brevistylis* en *laevifolia* kwam hij herhaaldelijk opnieuw tegen. In de proeftuin kwamen die in de drie families die hij kweekte merkwaardig genoeg nooit tevoorschijn.¹⁵⁰

Over de teunisbloem schreef De Vries tijdens de jaren negentig slechts één artikel, in 1895. Zijn belangstelling voor *O. lamarckiana*, zo vertelt hij in het artikel, komt voort uit het feit dat hij al enkele jaren ‘une série de formes’ van de plant in cultuur heeft ‘dans le but de faire une étude approfondie sur l’origine des caractères spécifiques’. Van die vormen noemt hij de ‘variétés’ *lata*, *brevistylis* en (die hij later nooit meer zou noemen) *oxypetala*. Verdere informatie geeft hij niet. De bedoeling van het artikel was de in Hilversum gevonden planten te identificeren en hun herkomst te beschrijven. Lamarck had in zijn *Encyclopédie méthodique* uit 1796 een beschrijving gegeven van *Oenothera grandiflora*. Het was hem kennelijk ontgaan dat de plant (met dezelfde naam) al beschreven was door Daniel Solander, welke beschrijving in 1789 was gepubliceerd door William Aiton. Lamarck had zijn beschrijving gemaakt aan de hand van twee exemplaren in zijn herbarium. Nicolas Seringe had in 1828 duidelijke verschillen tussen Lamarcks twee exemplaren en *O. grandiflora* gezien en de planten daarom de naam *Oenothera lamarckiana* gegeven. Lamarcks herbarium werd na enkele omzwervingen inmiddels bewaard in het Muséum d’Histoire Naturelle in Parijs. De Vries deed navraag bij het museum, maar kreeg als antwoord dat de bewuste herbariumexemplaren niet aanwezig waren.¹⁵¹ Tijdens een reisje naar Parijs in september 1895 om (opnieuw) enkele kwekers te bezoeken besloot hij zelf poolshoogte in het Muséum te gaan nemen. En met succes: na veel moeite vond hij de exemplaren terug. De overeenkomst met de in Hilversum groeiende plant was naar zijn overtuiging absoluut.¹⁵²

Vanwege het ontbreken van aantekeningen en publicaties is niet te zeggen hoe De Vries zijn nieuwe *Oenothera*-vormen pangenetisch interpreteerde. In het zojuist genoemde artikel uit 1895 omschrijft hij ze als ‘variétés’. De vorm *brevistylis* kon als variëteit opgevat worden: zij week in één opzicht van de moedervorm af. Ook de vorm *nanella* kon inderdaad zo getypeerd worden: de dwergvorm was ook bij andere soorten bekend en stond vaak als variëteit er-

van te boek. *Nanella* bleek ook dwergexemplaren van andere vormen voort te brengen, en soms gaven de andere vormen dwergexemplaren van zichzelf (zo ontstond uit de reuzenvorm *gigas* in 1897 een *gigas-nanella*). Andere vormen konden echter moeilijk als variëteit worden beschouwd. Gladbladigheid, rode nerven, reuzengroei en smalbladigheid waren afwijkingen die bij andere soorten niet voorkwamen, zelfs niet bij andere *Oenothera*-soorten. Daarnaast onderscheidden de nieuwe vormen zich van *lamarckiana* niet in het ene kenmerk waaraan zij hun naam dankten, maar in hun gehele voorkomen. *Gigas* was niet alleen in bladen en bloemen maar in alle opzichten groter en krachtiger; *rubrinervis* had niet alleen rode strepen en nerven maar was ook sterker behaard, had smalle bladen en de stengel was uitzonderlijk bros; *oblonga* had niet alleen smalle bladen maar was ook als geheel smal en nauwelijks vertakt; de bladen van *scintillans* waren niet alleen glanzend maar ook glad, smal en donkergroen en de plant had bovendien kleine bloemen. De afwijkingen waren tevens bijzonder zeldzaam; in hooguit één op de honderd planten ontstonden zij. Daarin leken ze op monstrositeiten, maar verschil was weer dat er nooit atavisten optraden, volgens De Vries hét kenmerk waarmee monstrositeiten zich van variëteiten onderscheiden.

Getuige De Vries' publicaties over de teunisbloem van na 1900 moet hij al snel een belangrijke conclusie getrokken hebben. Als de nieuwe vormen niet behoren tot de ene vorm van variabiliteit die Darwin in zijn *Variation* en hijzelf in *Intracellulare Pangenesis* had onderscheiden, namelijk de 'fluctuirende Variabilität' die berust op 'dem wechselnden numerischen Verhältniss der einzelne Arten von Pangenem', dan moesten zij behoren tot de andere vorm van variabiliteit: de "'artenbildende" Variabilität' die 'in wesentlichen darauf zurückgeführt (muss) werden, dass die Pangene bei ihrer Theilung zwar in der Regel zwei dem ursprünglichen gleiche neue Pangene ungleich ausfallen können'.¹⁵³ Nu was hij bij zijn monstrositeiten en variëteiten al een aantal van dergelijke nieuwe pangenem op het spoor gekomen, maar niet in die vorm en niet in die hoeveelheid bij één en dezelfde soort. Hier was iets anders aan de hand: het leek erop dat hij met de teunisbloem de evolutie op heterdaad had betrapt! Zo'n spectaculaire ontdekking moest natuurlijk degelijk worden onderbouwd en dat kan zijn lange stilzwijgen verklaren. Want niet alles paste zo goed bij het pangenetische mechanisme van soortvorming. Bij sommige nieuwe vormen leken niet één maar enkele eigenschappen tegelijk ontstaan te zijn, zoals bij *rubrinervis* (rode strepen én een brosse stengel) en bij *oblonga* (smalle bladen én het ontbreken van vertakkingen). Bij andere was het gehele wezen van een plant veranderd, zoals bij *gigas* en *lata*. Dat lijkt moeilijk te rij-

men zijn geweest met de afzonderlijke eigenschappen van de pangensis, en ongemakkelijk dicht in de buurt te zijn gekomen van de door De Vries zo ver-smade ‘totaliteiten’ van de tegenstanders van de pangensis zoals Nägeli en Weismann.

De sprongen van de evolutie

In *Intracellulare Pangensis* had De Vries betoogd dat Darwin het (volgens hem op enkele kleine punten na) met zijn ‘provisional hypothesis of pangensis’ als verklaring voor de variatie in het planten- en dierenrijk bij het rechte eind had gehad. Maar de resultaten van zijn proeven om dat betoog experimenteel te onderbouwen – de constatering dat een monstrositeit een (erfelijke) dubbele natuur heeft, de isolering van verborgen variëteiten, het opvallende gedrag van de teunisbloem – hadden hem vooral gebracht bij één aspect van de variatie, namelijk het ontstaan van nieuwe eigenschappen. En daarmee was hij van de pangensis zelf aanbeland bij hetgeen de pangensis moest verklaren: het ontstaan van nieuwe soorten.

Over Darwins stelling dat soorten veranderen en nieuwe soorten uit oude ontstaan bestond inmiddels, bijna veertig jaar na de publicatie van de *Origin of species*, onder biologen vrijwel geen twijfel meer. Maar over het mechanisme dat die verandering zou sturen, namelijk de permanente selectie van kleine variaties, werd drukker gedebatteerd dan ooit. Argumenten contra waren er te over. Zo ontbraken bij fossiele planten- en diersoorten doorgaans de tussenvormen die er volgens het mechanisme zouden moeten zijn; de ouderdom van de aarde werd geschat op enkele miljoenen jaren, terwijl een geleidelijke evolutie veel meer tijd moet hebben gevegd; menig plant en dier bezat eigenschappen waarvan het nut onduidelijk was, ja zelfs eigenschappen die duidelijk nadelig waren, terwijl volgens de natuurlijke selectie alleen voordelige eigenschappen worden bevorderd; eigenschappen waren vaak zo perfect ontwikkeld dat zij eerder bedacht leken door een intelligente macht. Nu had Darwin in zijn *Origin* selectie weliswaar als het voornaamste maar zeker niet als het enige mechanisme voor soortvorming voorgesteld. Ook de erfelijkheid van verworven eigenschappen, het ontstaan van nieuwe eigenschappen door sprongen (‘sports’ of ‘single variations’) en gecontroleerde ontwikkeling had hij als mogelijkheden gegeven. Maar met de toenemende specialisatie in de biologie waren de nuances verdwenen en had elk mechanisme zijn eigen voor- en tegenstanders gekregen.

Aan het einde van de eeuw waren er binnen het evolutiedebat vier hoofdstromingen te onderscheiden: het neo-darwinisme (selectie uit het aanbod van

willekeurige variaties leidt tot het ontstaan van nieuwe soorten; de verdedigers beschouwden zich als de enige echte, trouwe aanhangers van Darwin), het neo-lamarckisme (tijdens het leven verworven, door de omgeving ingegeven eigenschappen leiden tot nieuwe soorten; de verdedigers beschouwden zich als de erfgenamen van het gedachtegoed van Lamarck), het saltationisme (van het Latijnse saltus = sprong; soorten ontstaan door het plotseling verschijnen van waarneembare, ingrijpende nieuwe eigenschappen) en de orthogenese (van het Griekse orthos = recht, en genesis = ontwikkeling; nieuwe soorten ontstaan door de ontwikkeling van reeds latent aanwezige structuren en van vormen die in verschillende afdelingen van het planten- en dierenrijk gelijk kunnen zijn). Tussen de verschillende stromingen kwamen echter dwarsverbanden voor. Zowel neo-darwinisten als neo-lamarckisten zagen de evolutie als een langzaam proces van aanpassing; zowel neo-lamarckisten als aanhangers van orthogenese zagen de evolutie als een proces met een duidelijke richting; zowel aanhangers van orthogenese als saltationisten meenden dat niet elke eigenschap in principe ontstaat omdat die nuttig is voor een organisme; zowel saltationisten als neo-darwinisten meenden dat de aard van de variatie geheel willekeurig, zonder invloed van de omgeving tot stand komt. Anderzijds waren er grote en onoverkomelijke verschillen: volgens neo-darwinisten en neo-lamarckisten geven externe invloeden richting aan de evolutie; volgens aanhangers van orthogenese en saltationisten is de evolutie toe te schrijven aan interne oorzaken. Maar terwijl neo-darwinisten meenden dat de omgeving een keuze maakt uit het aanbod van variatie, meenden neo-lamarckisten dat variatie ontstaat als reactie op de omgeving. En terwijl aanhangers van orthogenese een richting in de ontwikkeling veronderstelden, meenden saltationisten dat variatie en verandering volkomen willekeurig zijn. Een extra complicerende factor was dat tussen de aanhangers van de verschillende stromingen interpretatieverschillen voorkwamen waardoor de één meer naar deze en de ander meer naar gene stroming overhelde.¹⁵⁴

Het belang van Darwins 'sports' voor de evolutie was in de jaren direct na de publicatie van de *Origin of species* benadrukt door Thomas Henry Huxley, Darwins vriend en belangrijkste verdediger in woord en geschrift. Francis Galton had in zijn *Hereditary genius* uit 1869, zoals eerder beschreven, stabiliteit en veranderlijkheid van soorten gevisualiseerd met een veelvlakkige steen die wordt omgestoten en een nieuw evenwicht vindt. In *Natural inheritance* van precies twintig jaar later was de steen veranderd in een 'polygonal slab' met facetten van verschillende grootte en dus stabiliteit. Dat beeld illustreerde volgens Galton dat er kleine variaties kunnen ontstaan, dat er een terugval naar een

eerdere vorm kan voorkomen, dat een nieuw type kan ontstaan ‘without any large single stride, but through a fortunate and rapid succession of many small ones’ en dat ‘sometimes a sport may occur of such marked peculiarity and stability as to rank as a new type, capable of becoming the origin of a new race with very little assistance on the part of natural selection’. Dat de evolutie uitsluitend met kleine, nauwelijks waarneembare stappen zou verlopen was volgens Galton een beperking voor de theorie van de natuurlijke selectie ‘for which it is difficult to see either the need or the justification’.¹⁵⁵ Enkele jaren later lijkt Galton de knoop te hebben doorgehakt. Al in *Hereditary genius* had hij laten zien dat bijzondere gaven weliswaar erfelijk zijn, maar altijd in verzwakte mate worden overgeërfd. Uitzonderlijke ouders krijgen gemiddeld minder uitzonderlijke kinderen; er vindt steeds een ‘regression to the mean’ plaats. ‘The filial centre is not the same as the parental centre, but is nearer to mediocrity; it regresses towards the racial centre’, zo legde Galton zijn lezers uit in het voorwoord bij de tweede editie van *Hereditary genius* uit 1892. ‘All true variations are (as I maintain) of this kind, and it is in consequence impossible that the natural qualities of a race may be permanently changed through the action of selection upon mere variations. The selection of the most serviceable variations cannot even produce any great degree of artificial and temporary improvement, because an equilibrium between deviation and regression will soon be reached, whereby the best of the offspring will cease to be better than their own sires and dams’. Hoe anders waren de ‘sports’: ‘In these, a new character suddenly makes its appearance in a particular individual, causing him to differ distinctly from his parents and from others of his race’. Een ‘sport’ was ‘a change of typical centre, a new point of departure and consequently a real step forward has been made in the course of evolution’. Hierdoor had natuurlijke selectie bij ‘sports’ wel en bij variaties geen invloed op de loop van de evolutie: ‘When natural selection favours a particular sport, it works effectively towards the formation of a new species, but the favour that it simultaneously shows to mere variations seems to be thrown away, so far as that end is concerned’.¹⁵⁶

Het idee van sprongsgewijze evolutie werd ook verdedigd door W.K. Brooks, hoogleraar aan de Johns Hopkins University in Baltimore. In zijn boek *The laws of heredity. A study of the cause of variation and the origin of living organisms* uit 1883 gaf hij enkele historische voorbeelden van plotselinge veranderingen bij cultuurplanten en gedomesticeerde dieren, veranderingen die ook in de natuur konden voorkomen, wat volgens Brooks zou betekenen ‘that Darwin has overestimated the minuteness of the changes in wild organisms, and has failed to see that natural selection may give rise to new and well-marked races

in a few generations'.¹⁵⁷ William Bateson uit Cambridge onderzocht in 1883 en 1884 onder Brooks' leiding de morfologie van *Balanoglossus* (Eikelworm) in een poging het organisme een plaats in de evolutionaire stamboom van het dierenrijk te geven. Tijdens gesprekken met zijn leermeester maakte Bateson kennis met het saltationisme. Bovendien kwam hij tot de overtuiging dat het reconstrueren van de stamboom van het leven een hopeloze zaak is vanwege de grote lacunes in het fossiele bronnenmateriaal. De evolutie zou volgens hem beter te begrijpen zijn wanneer men zich zou verdiepen in de oorzaken van het ontstaan van variatie, het keuzemateriaal van de natuurlijke selectie, net zoals Brooks gedaan had. De volgende jaren wijdde hij zich daarom aan onderzoek naar de relatie tussen variatie en levensomstandigheden. In Rusland en Egypte onderzocht hij de variatie van *Cardium edule* (Kokkel) in meren met een verschillend zoutgehalte. Was er een correlatie tussen het zoutgehalte en de eigenschappen van de verschillende kokkelpopulaties, kortom: had de omgeving selectief ingewerkt op de soort en daarmee verschillende variaties laten ontstaan? De resultaten gaven dit niet aan: van aanpassing was geen sprake, waarmee voor Bateson zowel het lamarckistische als het darwinistische model van soortvorming verviel. Niet de selectie van variëteiten maar de variëteiten zelf bepalen de loop van de evolutie, zo concludeerde hij. De volgende jaren besteedde Bateson aan het verzamelen van zo veel mogelijk voorbeelden van variatie; het resultaat bracht hij samen in zijn al eerder genoemde *Materials for the study of variation* uit 1894.¹⁵⁸

Met zijn boek stookte Bateson het vuur van de discussie tussen neo-darwinisten en saltationisten in Engeland verder op. Positieve reacties kwamen er van Huxley en Galton, negatieve van Weldon, die met voortgezet statistisch onderzoek juist bewijzen voor de natuurlijke selectie ging zien, en van Alfred Russel Wallace, die in de jaren vijftig onafhankelijk van Darwin het mechanisme van de natuurlijke selectie had uitgedacht en sindsdien een van zijn felste verdedigers was. Er ontstonden heftige polemieken en beide kampen probeerden meer bewijsmateriaal voor hun stelling te verzamelen. Weldon onderzocht de variatie van *Carcinus maenas* (Strandkrab) en ontdekte een duidelijke correlatie met omgevingsfactoren. Van krabben in de Plymouth Sound bleek de breedte van het schild in de periode 1893-1898 gemiddeld kleiner te zijn geworden. Weldon vermoedde een samenhang met een toenemende vervuiling van het water: de kieuwkamers raken vervuild door modder. In zijn laboratorium plaatste hij krabben in extra vervuild water; de brede krabben stierven en de smalle krabben bleven in leven. Omgekeerd plaatste hij krabben in schoon water; na enige tijd was de gemiddelde breedte van het schild

toegenomen. Bateson startte een reeks kruisingsexperimenten met gladde en behaarde plantensoorten. De antagonistische eigenschappen bleven bij de kruisingen als zelfstandige eenheden bestaan, tussenvormen door vermenigving ontstonden niet. Beide kampen waren ervan overtuigd dat het principe van hun zienswijze juist was. Maar bij geen van beide ontstonden bij de experimenten ook werkelijk nieuwe soorten; hooguit nieuwe rassen en variëteiten.¹⁵⁹

Verdedigers van de sprongsgewijze evolutie roerden zich in de jaren tachtig en negentig ook buiten Engeland en Amerika. De Franse chemicus Armand Gautier meende dat variatie afhankelijk is van de moleculaire structuur van het protoplasma. Veranderingen in de structuur zouden leiden tot veranderingen in de stofwisseling en die op hun beurt weer tot morfologische veranderingen. Plasma-veranderingen zouden vooral ontstaan door plasma-vermengingen, dus door bevruchting en door enten, zoals kwekers lieten zien. Dergelijke vermengingen, hoewel alleen mogelijk bij nauw verwante soorten, hadden duidelijk zichtbare, dus sprongsgewijze veranderingen tot gevolg.¹⁶⁰ Louis Dollo, conservator aan het Museum voor Natuurlijke Historie in Brussel, kwam op basis van ruim tien jaar onderzoek aan fossiele botten tot de conclusie dat de evolutie met sprongen verloopt. 'L'Evolution est discontinue', verklaarde hij in een lezing in 1893.¹⁶¹ De Duitse zoölogen Kölliker, Eimer en Standfuss wezen op sprongsgewijze veranderingen in het dierenrijk.¹⁶² De Russische botanicus Sergei Korschinsky, directeur van de botanische tuin in Sint Petersburg, presenteerde in 1899 een grote hoeveelheid voorbeelden uit de plantenwereld van opvallende vormafwijkingen die geheel constant zijn. Korschinsky noemde het verschijnsel 'heterogenesis'. De afwijkingen die hij hieronder schaarde waren van een heel andere aard dan die gerekend werden tot de zogenaamde individuele variatie: 'Alle individuellen Variationen bleiben innerhalb der Grenzen des Typus, die heterogenetischen dagegen treten aus diesen Grenzen heraus und bilden eine Durchbrechung des Typus'. Korschinsky vermoedde dat de veranderingen het gevolg zijn van wijzigingen in de eicel tijdens of na de bevruchting.¹⁶³

De kennismaking met het werk van Galton, Bateson en de andere genoemden zal De Vries gesterkt hebben in de opvatting die hij impliciet al in *Intracelluläre Pangenesis* had aangegeven en in zijn eerste artikel over statistiek uit 1894 had uitgesproken: bij de uitleg van het verschil tussen fluctuerende variabiliteit en soortenvormende variabiliteit had hij daar als conclusie aan toegevoegd dat 'der artenbildende Process ... im Grunde discontinuirlich (muss) sein'.¹⁶⁴ Van zijn stellingname in het evolutionaire debat getuigde hij opnieuw

in de rede die hij op 8 januari 1898 uitsprak als rector magnificus van de Universiteit van Amsterdam, ter gelegenheid van de viering van de *dies natalis*. In zijn rede gaf hij, zoals gebruikelijk in rectorale redes, een schets van het onderzoeksveld waarop hij zich bewoog, begrijpelijk gemaakt voor niet-vakgenoten. Hij behandelde het werk van Quetelet en Galton om te laten zien dat biologische variatie aan wetten gehoorzaamt, dat er *Eenheid in veranderlijkheid* bestaat, zoals de titel van de rede luidde. De wetten gelden voor wat De Vries noemt 'de erfelijkheid in engeren zin', de overerving van individuele eigenschappen van ouders op kinderen, die duidelijk onderscheiden moet worden van de 'erfelijkheid in wijderen zin', de overerving van de eigenschappen van de soort. 'De erfelijkheid in wijderen zin is de grondslag van de gemeenschappelijke afstamming der soorten. Uitzonderingen, of liever afwijkingen van den regel gaan sprongwijze, elke sprong doet eene variëteit ontstaan, en de vereeniging van een zeker aantal variëteitskenmerken stempelt een nieuwen vorm tot soort. De erfelijkheid in engeren zin heeft tot het ontstaan der soorten geen betrekking, zij blijft besloten binnen de grenzen der soort, zij doet rassen ontstaan, maar geen variëteiten'.

Waarschijnlijk met het oog op zijn niet-biologisch gehoor ging De Vries ook in op de betekenis van het variabiliteitsonderzoek voor de maatschappij. Daarbij sloot hij aan bij het werk van Galton die vooral was geïnteresseerd in de variatie bij de mens, in het bijzonder die van de geestelijke en sociale eigenschappen, of volgens De Vries 'die eigenschappen die met zijn levensgeluk het nauwste samenhangen'. Hij deelde Galtons conclusie dat opvoeding en oefening nooit kunnen wedijveren met aangeboren eigenschappen. Zijn mening was daarom dat het onderwijs erop gericht moet zijn 'aan elken leerling dien aanleg te doen kennen die bij hem het best voor verdere ontwikkeling vatbaar is, teneinde hem zodoende tot een doelmatige keuze van zijn toekomstigen werkkring in staat te stellen. Ten onrechte streven onze scholen naar een gelijkvormige ontwikkeling hunner leerlingen. Het voorrecht der hoogeschool elken leerling naar zijn bijzonderen aanleg op te leiden behoorde mijns inziens het gemeenschappelijk doel van alle onderwijs te zijn'. De oorzaken van aangeboren eigenschappen waren nog geheel onduidelijk en verdienden nader onderzoek. Mensen en dieren waren voor dit onderzoek ongeschikt, maar met planten kon men gemakkelijk experimenteren. En het werk van Quetelet en Galton toonde aan dat de wetten van de variabiliteit voor alle levende wezens gelijk zijn. 'Zal de mensch door het kennen en beheerschen van de invloeden die den natuurlijken aanleg bewerken ooit op dien aanleg willekeurig een invloed kunnen uitoefenen? En zal die invloed dan bevorderlijk zijn

aan het menselijk geluk?', vroeg De Vries zijn gehoor. Immers: 'Doel van alle natuuronderzoek toch is het, bij te dragen tot het levensgeluk zijner medemenschen'.¹⁶⁵

Willem Moll had, zoals gebruikelijk, belangrijk bijgedragen aan de uiteindelijke versie van het rectorale betoog. 'Ik dank je nog wel hartelijk voor de zorg op dien genoeglijken avond aan mijn oratie besteed', schreef De Vries hem nadat de feestelijke gebeurtenis achter de rug was en het boekje met de tekst verspreid. 'Ik heb drie ochtenden noodig gehad om je opmerkingen te verwerken, maar ik vlij mij dan nu ook dat de meesten mijner hoorders mijn betoog hebben kunnen volgen.'¹⁶⁶

Ontdekking, herontdekking of plagiaat?

Zoals eerder gezegd (blz. 220) had De Vries in *Intracellulare Pangenesis* twee methoden onderscheiden waarmee bewijzen voor de zelfstandigheid en mengbaarheid van erfelijke eigenschappen, de kernpunten van de pangenesis, konden worden verkregen: het opsporen en permanent maken van afwijkende eigenschappen en het uitvoeren van kruisingen. Hoe hij de eerste methode invulde en welke resultaten hij verkreeg werd in de voorgaande bladzijden besproken: zij leidde hem van het verzamelen van grote en kleine afwijkingen naar selectieproeven met monstrueuze rassen en naar de teunisbloem. Over hoe hij bij de tweede methode te werk ging en wat de resultaten waren is geen goed beeld te krijgen. Zo veel als De Vries publiceerde over zijn monstrositeiten, zo weinig liet hij los over zijn kruisingen. De reden daarvoor is niet bekend. Wellicht leverden zijn kruisingsproeven hem niet wat hij hoopte, waren ze niet talrijk genoeg om er conclusies aan te verbinden, waren de resultaten zo verwarrend dat er geen duidelijke conclusies uit te halen vielen, of waren de resultaten juist zo opmerkelijk hij ze geheim wilde houden tot een geschikt moment om ermee in de openbaarheid te komen.¹⁶⁷ Aangezien evenmin de aantekeningen van zijn experimenten bewaard zijn gebleven is het niet te zeggen hoe het onderzoek in elkaar stak, hoe uitgebreid het was en hoe hij zijn resultaten interpreteerde. We moeten het doen met enkele verspreide opmerkingen, een paar overgebleven notities, enkele pagina's uit de 'Journalen' die hij van zijn experimenten bijhield en beschrijvingen van zijn experimenten achteraf.

Het ontbreken van de bronnen is des te betreurenswaardiger omdat de kruisingsproeven De Vries brachten tot de zogenaamde 'wetten van Mendel', de basisregels van de erfelijkheidsleer. De leraar natuurwetenschappen Gregor Mendel, augustijner monnik in het Oostenrijkse Brunn (tegenwoordig

Brno in Tsjechië), had in de jaren vijftig en zestig kruisingsproeven uitgevoerd met variëteiten van *Pisum* (Erwt). Van zeven antagonistische eigenschappen (zoals gladde en rimpelige zaden, gele en groene zaden, witte en paarse bloemen en stengels van ca. 35 cm en ca. 200 cm) had hij vastgesteld dat hybriden altijd slechts één van beide eigenschappen vertonen. De andere eigenschap moest echter nog wel aanwezig zijn. Wanneer hij de hybriden onderling kruiste verscheen namelijk de verdwenen eigenschap weer, en wel in ongeveer 25% van de individuen. De eigenschap die zich in de hybriden vertoont had Mendel 'dominant' genoemd, de eigenschap die tijdelijk verdwijnt 'recessief'. Het leek erop dat de antagonistische eigenschappen van de beide ouders in de hybride nakomelingen als twee zelfstandige eenheden naast elkaar bestonden (waarbij de ene schuilging achter de andere) en dat zij elk afzonderlijk in zuivere vorm op de geslachtscellen van de hybriden overgingen. Bij kruising van hybriden onderling leken de geslachtscellen zich te combineren tot paren volgens de waarschijnlijkheidswetten in de verhouding 1 : 2 : 1. Mendel had zijn resultaten in 1865 bekendgemaakt in twee lezingen voor de 'Naturforschender Verein' in Brünn. Het jaar erna waren zijn lezingen in druk verschenen in de *Verhandlungen* van het genootschap. Hoewel 120 wetenschappelijke organisaties en instellingen op de verzendlijst stonden, het tijdschrift in veel openbare bibliotheken voorhanden was, Mendel overdrukken van zijn artikel verzond aan in elk geval enkele vooraanstaande botanici, de gezaghebbende botanicus Carl von Nägeli uit München (zelf bezig met kruisingsproeven) het werk van Mendel kende en met hem correspondeerde, en bovendien de publicatie in de volgende tientallen jaren enkele keren werd aangehaald,¹⁶⁸ was er niemand die inhaakte op Mendels constatering. De vraag hoe dat mogelijk is geweest heeft aanleiding gegeven tot veel speculatie. Was het omdat het tijdschrift waarin Mendel zijn lezingen publiceerde niet serieus werd genomen? Was het omdat Mendel zelf niet serieus werd genomen, omdat hij een amateur was, een geestelijke, of allebei? Waren de geesten van de botanici in zijn tijd onder invloed van Darwins evolutietheorie te veel geoccupeerd met de dynamiek van eigenschappen en daardoor niet ontvankelijk voor Mendels conclusies over hun stabiliteit? Was het omdat Mendel de resultaten die hij bij *Pisum* had verkregen niet of nauwelijks terugvond bij zijn kruisingsexperimenten met andere soorten, waarmee hij zelf duidelijk maakte dat er van algemene wetmatigheden geen sprake was? Was het omdat Mendel de resultaten presenteerde als erfelijkheidsregels voor hybriden en noch hij, noch anderen de regels konden vertalen naar 'gewone' erfelijkheid? Of was het omdat Mendels eigenlijke bedoeling was nieuwe soorten door kruising te creë-

ren, niet ongebruikelijk in zijn tijd en dus niet opmerkelijk voor zijn omgeving, en verwerpelijk voor de trouwe aanhangers van Darwin die overtuigd waren van het mechanisme van aanpassing en selectie?¹⁶⁹

Het was Hugo de Vries die in het voorjaar van 1900 de resultaten van Mendel, zestien jaar na diens dood, als eerste op hun waarde wist te schatten. Op 26 maart liet hij tijdens een bijeenkomst van de Académie des Sciences in Parijs door Gaston Bonnier, hoogleraar botanie aan de Sorbonne-universiteit, bekendmaken dat hij een vaste getalsverhouding had ontdekt tussen antagonistische eigenschappen in het nakomelingschap van hybriden en, bovendien, dat naar zijn overtuiging de geconstateerde getalsverhouding een algemene geldigheid heeft en als 'wet' aangemerkt moet worden. Dat Mendel deze ontdekking ruim dertig jaar eerder ook al had gedaan meldde De Vries in deze korte mededeling niet. Dat deed hij wel in een artikel dat verscheen in het aprilnummer van de *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* en een artikel dat in de zomer van 1900 verscheen in de *Revue Générale de Botanique*. De botanici Carl Correns en Erich Tschermak hadden in de voorgaande maanden eveneens de door De Vries (en Mendel) beschreven wetmatigheden ontdekt, zonder daarbij van hun voorgangers of van elkaar geweten te hebben. Bij het vernemen van De Vries' ontdekking haastten zich dat de wetenschappelijke wereld bekend te maken. Sindsdien heeft de vraag wie van de drie de eer van de herontdekking gegeven moet worden velen beziggehouden. Hoe oprecht waren zij geweest in hun bewering de wetmatigheden onafhankelijk van Mendel en van elkaar gevonden te hebben? De discussie is extra gecompliceerd doordat geen duidelijkheid bestaat over wat Mendel zelf voor bedoelingen had met zijn proeven en hoe hij zijn resultaten interpreteerde. Hoe kunnen we spreken over een herontdekking als de ontdekking zelf niet eens helder is?¹⁷⁰

Over De Vries is in de jaren tachtig en negentig van de vorige eeuw door verschillende onderzoekers die de hele herontdekkingsgeschiedenis tot op het kleinste detail hebben nageplozen geoordeeld dat hij niet als een onafhankelijk herontdekker beschouwd kan worden. Zijn pangenesis, de overgebleven aantekeningen van zijn experimenten en zijn publicaties zouden allemaal aantonen dat hij vóór maart 1900 een volstrekt niet-mendelse denkwijze volgde. Zelfs na de herontdekking zou hij daar voor een belangrijk deel nog aan vastgehouden hebben, soms duidelijk aanwijsbaar tegen beter weten in. De Vries zou dus niet alleen geen herontdekker van Mendel zijn, hij zou zelfs niet eens mendeliaan zijn.¹⁷¹ Aantekeningen van De Vries die enkele jaren geleden bekend zijn geworden lijken evenwel het tegendeel te bewijzen: zij la-

ten zien dat De Vries al in 1896 probeerde mendelse verhoudingsgetallen in zijn kruisingsresultaten terug te vinden, en dat hij bovendien een mendelse verhouding als uitkomst van een kruisingsexperiment voorspelde. Deze aantekeningen bevatten echter ook niet-mendelse elementen. Bovendien zijn ze uniek: andere aantekeningen waarin De Vries resultaten uit zijn proeven op een mendelse wijze interpreteert zijn niet bekend. Het is daarom niet te zeggen welke plaats we ze moeten toekennen in zijn denken. Of De Vries in 1896 Mendel al wel of nog niet gelezen had, blijkt er overigens niet uit.¹⁷²

Kruisingen van soorten, variëteiten en monstrositeiten

Het oudst bekende kruisingsexperiment dat De Vries ondernam ving aan in 1892. In dat jaar bracht hij het stuifmeel van onbehaarde exemplaren (*glabra*) van *Lychnis vespertina* (nu *Silene latifolia* subsp. *alba*, Avondkoekoeksbloem)¹⁷³ op drie behaarde exemplaren van *Lychnis diurna* (nu *Silene dioica*, Dagkoekoeksbloem). Het resultaat in het volgende jaar was ruim tweehonderd exemplaren die uiterlijk alle kenmerken van *Lychnis diurna* vertoonden, dus ook behaard waren. Opvallend was echter dat de haren korter waren dan normaal en het midden leken te houden tussen normaal behaard en onbehaard. Kruising van de hybriden onderling leverde in 1894 een cultuur op van ruim 150 planten met de kenmerken van *Lychnis diurna* waarvan twee derde opnieuw behaard was en één derde onbehaard. De eigenschap ‘onbehaard’ van de grootvader was dus weer tevoorschijn gekomen en daarbij, onafhankelijk, overgegaan op een andere soort. Daarmee had De Vries kunstmatig de variëteit *Lychnis diurna glabra* gecreëerd, die zo’n vijftig jaar eerder al eens in de natuur was aangetrof-

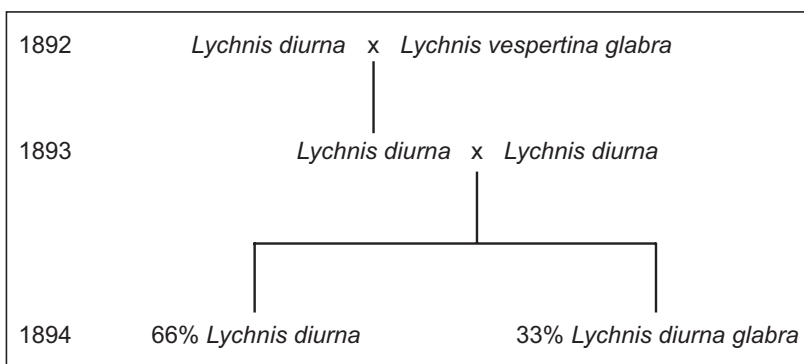


fig. 9: Kruising tussen behaarde *Lychnis diurna* en gladde *Lychnis vespertina glabra*.

fen en door de vinder *Lychnis preslii* was gedoopt. De onbehaarde exemplaren kweekte hij met kunstmatige kruisbestuiving voort; in elke nieuwe generatie waren slechts enkele planten behaard, waarschijnlijk doordat toch vreemd stuifmeel de planten had bereikt.¹⁷⁴

Een vergelijkbaar kruisingsexperiment begon De Vries eveneens in 1892. Al meer dan een decennium had hij een variëteit van *Papaver somniferum* (Slaapbol) in cultuur, namelijk de variëteit 'Mephisto' (rode bloemen met een zwart-violette vlek aan de basis van de kroonbladen) waarbij bovendien de meeldraden voor een deel in stijlen waren veranderd, een monstrueuze eigenschap die 'polycefalie' werd genoemd. Hij bracht het stuifmeel van een monstrueuze Mephisto op een gewoon exemplaar van de variëteit 'Cardinal' (rode, gevulde bloemen met een witte vlek aan de basis van de kroonbladen). De 43 nakomelingen (1893) hadden alle de kleuren van Mephisto, maar vertoonden geen spoor van polycefalie. De Vries kruiste de hybriden onderling en kreeg in 1894 187 planten. Hiervan had ongeveer 20% de kleuren van Cardinal (maar nu enkele in plaats van gevulde bloemen, een variëteit die bekendstond als 'Danebrog') en 80% de kleuren van Mephisto. In beide groepen kwamen polycephale exemplaren voor, in totaal ongeveer 9%. De eigenschap van de grootvader was dus, na een generatie onzichtbaar te zijn geweest, teruggekeerd en daarbij overgebracht op een andere variëteit. De Vries zette de cultuur nog een jaar voort. Een Danebrog-exemplaar zonder polycefalie gaf (na zelfbestuiving) identieke exemplaren van zichzelf, een Danebrog-exemplaar met polycefalie gaf 31% monstrueuze nakomelingen. Een Mephisto-exemplaar met slechts één veranderde meeldraad gaf zowel Mephisto's als Danebrogs, en zowel

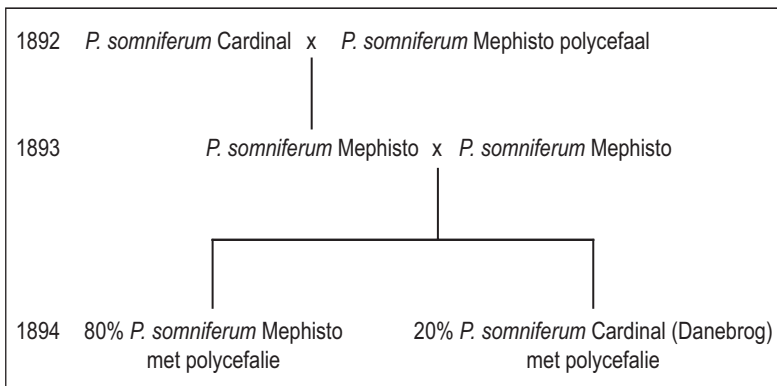


fig. 10: Kruising tussen *Papaver somniferum* Cardinal en *Papaver somniferum* Mephisto met polycefalie.

monstrueuze als niet-monstrueuze nakomelingen. Het was door dit alles duidelijk dat de monstrueuze eigenschap door gewone exemplaren kon worden voortgebracht, oftewel: de monstrueuze eigenschap was in gewone exemplaren latent aanwezig.¹⁷⁵

Hoewel de kruising van de beide papavers getuige het aantal hybriden goed was verlopen, sloot De Vries niet uit een fout gemaakt te hebben. Hij wilde de proef daarom herhalen. Een Mephisto met polycefalie begon net te bloeien, maar een Danebrog-exemplaar voor het stuifmeel was niet voorhanden. De Vries riep snel de hulp van Moll in, die enkele bloemknoppen van de begeerde plant stuurde.¹⁷⁶ Moll was, zoals De Vries natuurlijk wist, juist bezig een overzicht te maken van alle soorten en variëteiten uit de familie der *Papaveraceae* die door botanische tuinen en kwekerijen werden gekweekt en had daardoor veel materiaal beschikbaar.¹⁷⁷ De kruising verliep succesvol. Er kwamen in 1894 69 hybriden op, allemaal met het uiterlijk van de moeder-variëteit Mephisto. Slechts vijftien exemplaren (ca. 20%) vertoonden een geringe graad van polycefalie (één, twee of drie extra stijlen), de overige geen enkel spoor. Voor de volgende generatie gebruikte De Vries zaden uit twee vruchten, één met één en één met drie extra stijlen. De 201 exemplaren die opkwamen waren nu voor een deel Mephisto's en voor een deel Danebrogs. Het aandeel van de exemplaren met polycefalie was dit keer nog geringer, namelijk 14%, maar het aantal extra stijlen per exemplaar was nu wel groter. Twee Danebrog-exemplaren vertoonden een volle krans van extra stijlen en hiermee was, net als in het vorige experiment, de nieuwe combinatie *Papaver somniferum polycephalum* Danebrog gerealiseerd. De combinatie bleek de volgende vier generaties constant te blijven.¹⁷⁸

Uit de periode 1893-1899 zijn nog tien kruisingsproeven bekend die opgezet lijken om nieuwe combinaties te creëren. Daarbij kruiste De Vries zowel tussen variëteiten als tussen soorten, zonder schijnbaar belang te hechten aan het verschil. Zo kruiste hij een witbloemige, drietallige variëteit van *Trifolium pratense* (Rode klaver) met een roodbloemige, vijftallige *Trifolium pratense* (1895); kruiste hij een variëteit van *Brunella vulgaris* (Brunel) met witte bloemen en groene kelken met een gewone *Brunella vulgaris* met violette bloemen en donkerbruine kelken (1896); en kruiste hij *Datura stramonium* (Doornappel) (witte bloemen, gladde vruchten) met *Datura tatula* (nu *D. stramonium* var. *tatula*) (blauwe bloemen, gedoornde vruchten) (1897). *Papaver* en *Lychnis* kwamen terug in kruisingen van een lage, witbloemige *Papaver*-variëteit met een hoge *Papaver somniferum* Mephisto (1893), respectievelijk behaarde, tweejarige exemplaren

van *Lychnis diurna* met gladde, eenjarige exemplaren van *Lychnis vespertina* (1899). Alle mogelijke combinaties van de twee eigenschappen en hun antagonisten traden na onderlinge kruisingen van de bastaarden steeds op, maar door de grote continue variabiliteit van de eigenschappen waren de grenzen tussen de groepen niet altijd duidelijk te trekken.¹⁷⁹

Bij deze kruisingen volgde De Vries eigenlijk dezelfde werkwijze als de handelskwekers die hij had bezocht: die probeerden immers opvallende eigenschappen, interessant uit commercieel oogpunt, die bij afzonderlijke variëteiten voorkwamen in één nieuwe variëteit te combineren. Na zijn bezoek aan kweker Brun in Lyon schreef De Vries aan zijn vrouw hoe deze een winterharde en fraai bloeiende *Cypripedium* (Vrouwenschoentje) probeerde te maken door de winterharde *C. insigno* te kruisen met een fraaie variëteit: 'Hij meent dat men zoo de eigenschap van fraai te bloeien op *insigno* zou kunnen overdragen (evenals ik de bijvruchtenkrans van mijne *Papaver* op andere soorten wil overbrengen)'.¹⁸⁰ Bij het merendeel van zijn kruisingen gebruikte De Vries echter twee planten die slechts in één eigenschap van elkaar verschilden. Combinaties waren daardoor natuurlijk niet mogelijk; alleen de zelfstandigheid van een eigenschap kon ermee onderzocht worden. De verschilpunten betroffen de kleur van de bloemen (bijvoorbeeld *Linaria vulgaris* (oranje lippen) x *L. vulgaris perlutescens* (gele lippen) en *Veronica longifolia* (blauw) x *V. longifolia* (wit)), de zaden of vruchten (*Solanum nigrum* (zwarte bessen) x *S. nigrum chlorocarpum* (geelgroene bessen)) en het loof (*Amarantus caudatus* (rode bladen) x *A. caudatus viridis* (groene bladen)); het wel of niet aanwezig zijn van beharing en bewapening (*Lychnis vespertina* (behaard) x *L. vespertina* (glad)); wel of geen vorming van zetmeel in de vruchten (*Zea mays* x *Z. mays saccharata*, *Pisum sativum* x *P. sativum saccharatum*); een boven- of onderstandig vruchtbeginsel (*Oenothera lamarckiana* x *O. lamarckiana brevistylis*); de insnijding van de bladen (*Chelidonium majus* (geringe insnijding) x *Chelidonium majus laciniatum* (diepe insnijding)); en de kleur van de lintbloemen (*Calliopsis tinctoria* (gele lintbloemen) x *C. tinctoria brunnea* (bruine lintbloemen)).¹⁸¹ Verder voerde De Vries kruisingen uit tussen monocotyle, dicotyle en tricotyle rassen¹⁸² en tussen rassen met gestreepte bloemen en vruchten, gevulde bloemen en bontbladigheid enerzijds en hun normale tegenhangers anderzijds.¹⁸³ Door de grote variabiliteit van deze eigenschappen was het bijzonder lastig de overerving goed te beoordelen, maar niettemin meende De Vries de afwijkende kenmerken als eenheden in de opeenvolgende generaties te kunnen blijven herkennen.

In één artikel uit 1897 en één uit 1899 noemt De Vries van vier kruisingen de verhoudingen die hij had verkregen in het nageslacht van de eerste generatie

hybriden. Ze lijken elke wetmatigheid te ontberen, niet theoretisch berekend te zijn, maar in de praktijk waargenomen en op ruime wijze afgerond tot hapklare brokken: $\frac{2}{3} : \frac{1}{3}$ (verkregen in 1894), 80% : 20% (= $\frac{4}{5} : \frac{1}{5}$, 1896) en $\frac{3}{4} : \frac{1}{4}$ (1896 of eerder, en 1899). Ook meldde hij een kruising waarbij in de nakomelingen van de hybride geen splitsing optrad, namelijk *Lychnis vespertina* x *Silene noctiflora*.¹⁸⁴ De verhoudingen lijken zelfs niet eens bedoeld te zijn om exacte informatie te geven over de verdeling van eigenschappen in het nageslacht van hybriden. Twee verhoudingen noemt De Vries terloops, de twee andere om aan te geven dat de eigenschap van de grootvader na een generatie onzichtbaar te zijn geweest in een substantieel deel van de kleinkinderen weer tevoorschijn was gekomen en dat dus zeker is dat eigenschappen zelfstandige eenheden zijn. Bij één verhouding, namelijk die bij de kleinkinderen van de kruising tussen de behaarde *Lychnis diurna* en de gladde *Lychnis vespertina* (al eerder beschreven) wijst hij op de pangeneses: 'Mijn proef leert hoe de latentie van eene eigenschap door kruising op een andere soort kan worden overgebracht en levert een nieuw argument voor de grondstelling der pangeneses dat gelijke eigenschappen bij verschillende soorten door dezelfde stoffelijke dragers veroorzaakt worden'. De eigenschap 'onbehaard' van *Lychnis vespertina* was namelijk overgebracht op *Lychnis diurna*.¹⁸⁵ Over de aantallen pangenen die in het spel moeten zijn zegt De Vries niets. Volgens de pangeneses is een exemplaar dat een eigenschap niet vertoont een exemplaar met (te) weinig pangenen, en een exemplaar dat een eigenschap wel vertoont een exemplaar met veel pangenen. Dat zou dus betekenen dat in dit geval de groepen pangenen bij de achtereenvolgende kruisingen bij elkaar gebleven zijn en dat zij zich gedragen hebben als afzonderlijke eigenschappen.

De kruising tussen de twee soorten *Lychnis* komt ook voor in een artikel uit 1900, de gedrukte versie van een lezing die De Vries in juli 1899 had gehouden in Engeland (waarover straks meer). Dit artikel bevat meer, afwijkende en tegenstrijdige gegevens en heeft daardoor nogal wat speculaties losgemaakt. Volgens de beschrijving in het artikel hadden alle hybriden kortere haren dan de moederplant. De Vries geeft hiervoor geen verklaring, maar blijktbaar had de ene eigenschap de andere op de een of andere manier afgezwakt. De kruisingen tussen rode, behaarde hybriden hadden het volgende jaar nakomelingen opgeleverd met een verschillend uiterlijk: 'Only about three-fourths were hairy, the rest hairless. I had 99 hairy and 54 hairless, in all 153 plants'. De verhouding tussen behaard en onbehaard was dus eigenlijk 2 : 1 in plaats van 3 : 1. Gesuggereerd is dat De Vries aanvankelijk '2 : 1' in zijn artikel had geschreven, maar deze in de drukproef veranderde in '3 : 1' om de resultaten in overeen-

stemming te brengen met de hem toen inmiddels bekende wetten van Mendel. Ook kan het zijn dat hij het hele artikel na de herontdekking heeft geschreven en zijn oude praktische waarnemingen naast het nieuw verkregen theoretische inzicht zette: het resultaat was 2 : 1, maar vanwege de geringe omvang van het materiaal zou dit voor hem toch voldoende bewijs zijn geweest voor de 3 : 1 verhouding. Tevens is gedacht dat hij een rekenfout maakte: hij zou het aantal onbehaarde exemplaren afgezet hebben tegenover het totaal aantal exemplaren, dus 54 : 153. Hoe dan ook: in juli 1899 zou hij nog geen benul hebben gehad van de mendelse verhouding.¹⁸⁶ Overigens meldt De Vries in zijn lezing ook dat hij in 1893 tevens witte behaarde hybriden had gekruist en dat in de nakomelingen 'the hairyness was inherited, as in the red-flowered plants, in three-fourths of the individuals'. Aantallen planten noemt hij hierbij niet.

De kleur van de bloemen had zich op vergelijkbare manier gedragen. De moederplanten hadden donkerrode, de vaderplanten witte bloemen. Bij de hybriden varieerde de kleur: 'The great majority were purple, some were quite white, others dark red, but, as it appeared to me, not so deeply red as the mother plants in 1892. Between these three principal colours there were numerous grades of intermediate tints'. De Vries gaf als verklaring dat de rode moederplanten waarschijnlijk hybriden waren geweest en dus de kleur wit hadden bezeten. Hij had ze als schijnbaar meest typische exemplaren van *L. diurna* geselecteerd uit een 'brightly coloured mixture', opgekomen uit zaden die hij vanuit andere botanische tuinen had ontvangen en waarvan hij de zuiverheid dus niet had kunnen controleren. De kleur van de bloemen bleek ook in de volgende generaties te variëren. De Vries bestoof (in 1893) donkerrode hybriden met net zo donkerrode hybriden, en het resultaat (in 1894) was zowel rode als witte nakomelingen. De volgende drie jaren kruiste hij rode (onbehaarde) exemplaren onderling en elke keer waren onder de (vrijwel 100% onbehaarde) nakomelingen ongeveer 6% witte planten. Witte hybriden die in 1893 werden bestoven gaven echter in de volgende vier generaties 100% witte nakomelingen.¹⁸⁷ Voor deze resultaten geeft De Vries geen verklaring.

De statistiek van kruisingen

Zijn eerste kruisingsexperimenten voerde De Vries uit in de jaren dat hij steeds meer onder de indruk kwam van het werk van Quetelet en Galton. Continue variabiliteit, ontluikende discontinue variabiliteit, verborgen continue en discontinue variabiliteit, veranderingen in de variabiliteit door selectie en voeding en de specifieke variabiliteit van monstrositeiten: zij bleken

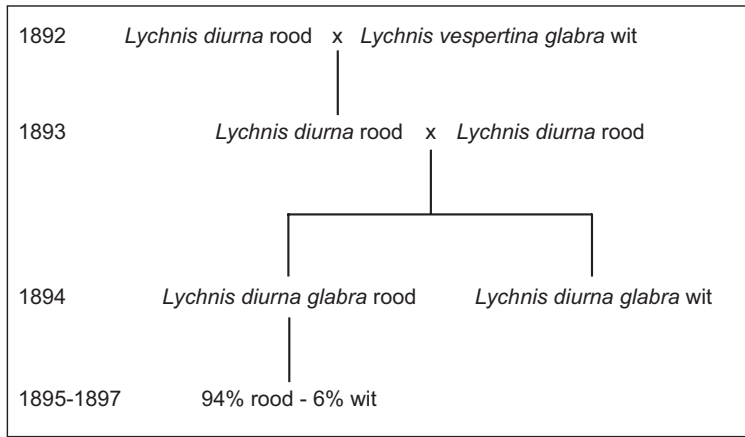


fig. 11: Kruising tussen *Lychnis diurna* met rode bloemen en *Lychnis diurna* met witte bloemen.

allemaal de door Quetelet en Galton geformuleerde wetten te volgen en in curven uitgedrukt te kunnen worden. Een bij toeval bewaard gebleven en dus geheel willekeurige aantekening uit de zomer van 1896 laat zien dat De Vries ook de resultaten van zijn kruisingen aan statistische analyses onderwierp. Met zoveel successen bij de andere variabiliteitsverschijnselen lijkt dat eigenlijk niet meer dan een logische stap geweest te zijn. Het kenmerk van een wet is immers dat die universele geldigheid heeft.

In de aantekening stelt De Vries zichzelf de vraag of in de in het voorgaande jaar verkregen blauw- en witbloeiende nakomelingen van een hybride exemplaar van *Veronica longifolia* (Langbladige ereprijs) de getalsverhouding 1 : 4 : 6 : 4 : 1 te herkennen is. Dat lijkt inderdaad het geval te zijn: hij herkent duidelijk een vijftal kwalitatieve groepen in relatieve kwantiteiten die met de verhouding overeenstemmen. Twee maanden later gaat hij echter aan deze conclusie twijfelen: de getalsverhouding 1 : 2 : 1 lijkt hem beter te passen. Tussen de twee getallenreeksen is een wiskundig verband. Het zijn allebei uitwerkingen van het binomium $(a+b)^n$, de eerste met $n=4$ en de tweede met $n=2$. Quetelet had in zijn boek *Anthropométrie* voorbeelden van de uitwerking van het binomium gegeven en deze vergeleken met de trekking van ballen met de kleuren zwart en wit uit een bak met een oneindig aantal, maar in gelijke verhouding:

Supposons ... qu'on fasse différents tirages, d'abord de deux boules, puis de trois, puis de quatre, etc.; nous aurons successivement, en désignant par b et n les boules blanches et noires:

$$(b+n) = b+n$$

$$(b+n)^2 = b^2 + 2bn + n^2$$

$$(b+n)^3 = b^3 + 3b^2n + 3bn^2 + n^3$$

In een tabel had hij de getalreeksen die men krijgt bij de trekkingen van één tot en met twintig ballen bij elkaar gezet, reeksen die samen de zogenaamde ‘driehoek van Pascal’ vormen. In De Vries’ eigen exemplaar van *Anthropométrie* is duidelijk te zien dat hij dit gedeelte van het boek goed heeft bestudeerd: naast de tabel maakte hij aantekeningen en zowel op de pagina met de Franse titel als in de inhoudsopgave schreef hij een verwijzing naar de pagina waarop de tabel wordt gegeven.¹⁸⁸ Het kan haast niet anders dan dat De Vries bij de interpretatie van zijn *Veronica*-experiment deze passage in Quetelets boek in gedachten heeft gehad. De analogie is groot. Quetelet spreekt over ballen met de kleuren zwart en wit; De Vries over planten met de kleuren blauw en wit. Quetelet theoretiseert over de combinaties van ballen getrokken uit een ‘hybride’ bak met zwarte en witte ballen; De Vries theoretiseert over de gekleurde planten die via kruising ‘getrokken’ zijn uit hybride *Veronica*’s die de eigenschappen blauw (veel pangenen) en wit (weinig pangenen) hebben geërfd van hun respectievelijke ouders.

De *Veronica*-plant waarom het allemaal draait is zonder twijfel het exemplaar dat De Vries in 1889 van Moll had ontvangen en dat een hybride was gebleken te zijn. Uit haar zaden ontstonden namelijk zowel blauwbloeiende als witbloeiende exemplaren.¹⁸⁹ De Vries liet verschillende keren zaden van de bijzondere plant uitzaaien. In zijn in 1900-1903 gepubliceerde *Die Mutationstheorie* beschrijft hij het resultaat dat hij in 1893 had verkregen: 166 blauwe (78%) en 48 witte (22%) nakomelingen. In de aantekening gaat het om het nageslacht dat hij in 1895 had verkregen. Dat bestond uit vijftien blauwbloeiende en een niet genoemd aantal witbloeiende exemplaren. Van elk exemplaar afzonderlijk verzamelde De Vries de zaden en hij zaaide die in 1896 ook weer afzonderlijk uit. Om het resultaat te kunnen beoordelen hoefde hij niet te wachten tot de planten in bloei kwamen; hij kon dit al aan de kiemplanten zien aan de hand van de kleur van de stengel: een blauwbloeiende *Veronica* heeft een roodgroene stengel, een witbloeiende *Veronica* een heldergroene stengel. De vijftien blauwbloeiende moederplanten bleken 1 tot 33% witte nakomelingen te hebben, de witbloeiende moederplanten 94 tot 100% witte nakomelingen. Deze percentages of, zoals De Vries ze noemde, deze ‘erfcijfers’ verdeelde hij op de volgende manier:

1	9	13	20	23	29%	94 – 100%
	11	15		23	29	
		17		26	30	
			27	33		

5/16 wet:	1	4	6		4	1

Men ziet dus dat met de cijfers der 5/16-bastaard wet zeer evident de groepen der erfcijsfers corresponderen. Tusschen de cijfers 1.4.6.4.1 liggen in de erfcijsfertabel evident hiaten. Dit blijkt ook uit deze schrijfwijze (erfcijfers op afstanden met 1% als eenheid):

1.....9.11.13.15.17..20..23..2627292930..33
23

[PIJL NAAR LINKS][PIJL NAAR RECHTS] [PIJL NAAR LINKS] [PIJL NAAR RECHTS][PIJL NAAR LINKS][PIJL NAAR RECHTS] = hiaat

Gelet op de trekkingen van Quetelet zouden de blauwe en witte moederplanten (met b voor blauw en w voor wit) samengesteld moeten zijn geweest als:

1 bbbb : 4 bbbw : 6 bbww : 4 bwww : 1 wwww

(vandaar ook De Vries' benaming '5/16-wet': vijf mogelijke combinaties bij zestien mogelijke permutaties). Wellicht meende De Vries dat in de hybride ouders van deze moederplanten de beide eigenschappen als paren aanwezig waren geweest en dat bij de splitsing van chromosomen voor de vorming van voortplantingscellen de eigenschappen zich volgens de wetten van de kansberekeningen hadden gegroepeerd: bb, bw, wb en ww. Een kruising van twee hybriden zou dan neerkomen op $(b+w)^2 \times (b+w)^2 = (b+w)^4$. Wanneer bij de moederplanten hetzelfde mechanisme zou werken, zouden bbbb-planten bij zelfbestuiving 100% blauwe nakomelingen moeten geven (De Vries vond 1% wit), bbbw-planten 5% nakomelingen met in meerderheid de eigenschap wit (bwww en wwww) (De Vries vond 9-13%) en bbww-planten 31% nakomelingen met in meerderheid de eigenschap wit (De Vries vond 23-33%). (Dat De Vries de generatie van 1896 in de aantekening indeelt volgens de verhouding 1 : 4 : 6 : 4 : 1 van de generatie van 1895 duidt erop dat er alleen zelfbestuiving

had plaatsgevonden.)¹⁹⁰ Ook kan hij gedacht hebben dat de planten waaruit de hybriden zijn ontstaan elk één eigenschap hebben geleverd, dat de hybriden zelf elk twee eigenschappen hebben geleverd (in elke mogelijke combinatie), en dat de nakomelingen van de hybriden er elk vier hebben geleverd. Met zelfbestuiving zouden de erfcijfers hierbij moeten zijn 0% wit, 3% wit en 36% wit. Met kruisbestuiving echter zou na een oneindig aantal generaties de exponent ook oneindig zijn, met een normaalverdeling als resultaat.

Het werk van Galton kan De Vries hier ter inspiratie hebben gediend. Galton had immers ontdekt dat er in volgende generaties regressie optreedt naar het gemiddelde. Bovendien had Galton de door Quetelet geformuleerde wet bevestigd dat hoe groter het aantal kansen voor een eigenschap is om af te wijken, des te groter de kans is op een gemiddelde waarde. De Vries kan dit vertaald hebben naar de gedachte dat extremen (zuiver witte en zuiver blauwe exemplaren, exemplaren dus met extreem veel en extreem weinig pangenen voor blauw) na een groot aantal generaties (vrijwel) verdwijnen en dat het aantal gemiddelden toeneemt. De normaalverdeling, het resultaat van het nageslacht na oneindig veel generaties, zou dus geheel toe te schrijven zijn aan interne factoren. Zoals beschreven duidde De Vries in publicaties uit deze zelfde jaren juist externe factoren als voeding en verzorging aan als oorzaken voor de normaalverdeling.

Uit het vervolg van de aantekening is evenwel op te maken dat er niet uit-

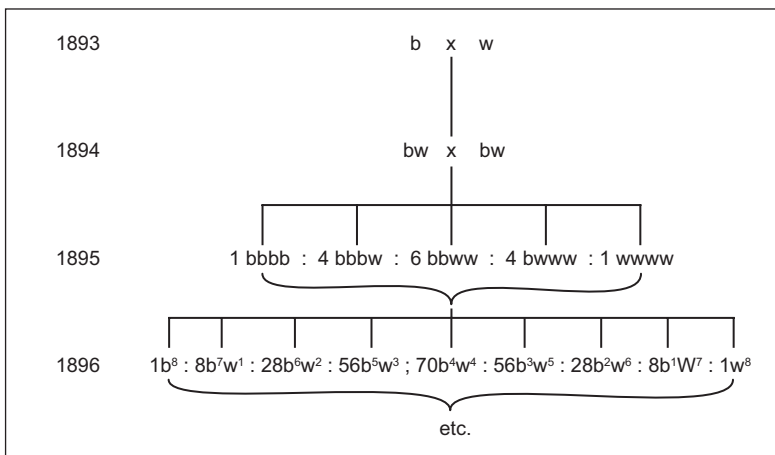


fig. 12: Hypothetische verklaring van de '5/16-wet'.

sluitend zelfbestuiving plaats had gevonden: tussen de blauwbloeiende exemplaren was er tevens kruisbestuiving geweest. Er zouden dus meer factoren blauw in het spel zijn geweest, dus meer blauwbloeiende exemplaren zijn ontstaan, en de percentages witte exemplaren zouden dus lager moeten zijn uitvallen.

Twee maanden nadat hij de *Veronica*-kiemplantjes had geteld en in de uitkomsten de 5/16-wet had herkend, kwam De Vries tot de ontdekking dat hij zich vergist had. Twee cijfers moesten gecorrigeerd worden en twee cijfers worden toegevoegd. De hiaten in de reeks werden hierdoor minder 'evident' en een nieuwe rangschikking van de erfcijfers was noodzakelijk. De Vries rangschikte ze nu volgens de '1.2.1-wet', zoals hij schrijft:

1	5	9	–	14	<u>20</u>	<u>23</u>	<u>29</u>	<u>94</u>
<u>-100%</u>								
1	6	<u>11</u>	–	<u>15</u>		<u>23</u>	<u>29</u>	
		–		<u>26</u>	<u>30</u>			
		–			<u>27</u>	<u>33</u>		

Wat De Vries zich bij deze wet in (pan)genetisch opzicht voorstelde is duidelijker dan bij de 5/16-wet. In het vervolg van de aantekening legt hij de consequenties van de wet namelijk aan zichzelf uit:

Volgens de 1.2.1. wet moeten de oudtypisten, hoe ook bestoven, steeds 100% blauwe geven, terwijl de c[entrale] b[astaarden] bij vrije bestuiving (met uitsluiting van witte), dus door c[entrale] b[astaarden] en door oudtypisten, t[usschen] o en 25% witte zouden moeten geven. Men zou dus moeten verwachten:

Op de 100 ex.	25	50	25
met	100% blauw	m[et] 1-25%	wit
			m[et] 100% wit

M.a.w. die nu 1-11% wit hebben zouden oudtypisten moeten zijn, die met 14-33% echter centrale bastaarden.

Het nageslacht van hybriden zou volgens de '1.2.1-wet' dus voor één vierde moeten bestaan uit 'oudtypisten' die altijd, ook na bestuiving door witte exemplaren, blauwe nakomelingen geven (volgens de pangenesi: met veel pangenen); voor twee vierde uit 'centrale bastaarden' die bij bestuiving hooguit 25% blauwe nakomelingen geven (volgens de pangenesi: met minder

maar voldoende pangenen); en voor één vierde uit witte exemplaren die altijd witte nakomelingen geven (volgens de pangenesis: met te weinig pangenen). Schematisch weergegeven:

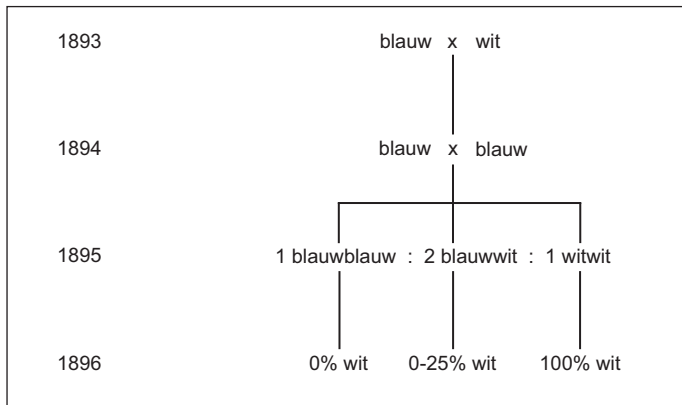


fig. 13: Verklaring van de '1.2.1-wet'.

Elke hybride zou volgens dit schema slechts één eigenschap aan zijn nakomelingen geven, hetzij blauw, hetzij wit. Alleen de combinaties bb, bw, wb en ww zijn mogelijk, oftewel 1 bb : 2 bw : 1 ww, oftewel $(b+w)^2$.

Vanwege de aanwezigheid van voldoende pangenen in drie van de vier mogelijk combinaties is het resultaat uiterlijk gezien een 3 : 1 verhouding. Uit de erfcijfers van de vierde generatie blijkt de werkelijke, pangenetische samenstelling in de derde generatie. Het lijkt erop dat dit het doel van De Vries' rekenarij is: de pangenetische samenstelling van de generatie van 1895 achterhalen met behulp van de uiterlijke samenstelling van de generatie van 1896. Dat zou verklaren waarom hij vooral geïnteresseerd is in de erfcijfers van de blauwe exemplaren: daarin zitten twee verschillende pangenetische types verborgen. In *Die Mutationstheorie* zou De Vries deze techniek later beschrijven als 'die Methode der Erbzahlen'.¹⁹¹

Het in 1896 verkregen resultaat was echter niet in overeenstemming met wat men zou moeten krijgen. Het is immers: 1-11% wit 14-33% wit 94-100% wit. De Vries lost dat als volgt op:

J[ournaal] [18]96 p[agina] 234 onder leert, dat bij 't sorteren op de kiemplanten een scherper toezien meer blauwe doet vinden. Dus zouden alle tellingen te veel witte aanwijzen.

En een correctie in dien zin zou de gevonden cijfers beter met de 1.2.1. wet doen overeenkomen.

Scherper keuzen is dus bepaald noodig bij het tellen.

Bij het beoordelen van de kiemplanten op hun kleur van stengel en bladen als aanwijzing voor hun latere bloemkleur zou hij dus aan te veel exemplaren een heldergroene kleur toebedacht hebben. Theorie en experiment zijn hier niet met elkaar in overeenstemming. De Vries geeft het laatste de schuld: het experiment is onzorgvuldig uitgevoerd. Een terugkeer naar de eerder gehanteerde '5/16-wet' is blijikbaar geen optie.

De '5/16-wet' en de '1.2.1-wet' komen nog enkele keren voor in de zeer spaarzaam overgeleverde aantekeningen van De Vries' experimenten uit de jaren negentig. Aan de '5/16-wet' refereert hij in een opmerking over een kruising waarbij een soort met pelorische bloemen betrokken is (waarschijnlijk *Linaria vulgaris*).¹⁹² Op enkele losse pagina's van een index op de jaarlijkse Journalen die hij van zijn proeven bijhield staat de '1.2.1-wet' vermeld bij kruisingen met de soorten *Lychnis vespertina* x *L. vespertina glabra* (Journaal 1895); *Oenothera brevistylis* (Journaal 1897); *Lychnis diurna glabra* (Journaal 1898); en *Linaria vulgaris peloria* x *L. vulgaris* (Journaal 1899; net als bij *Veronica* zou hij beide wetten dus op dezelfde kruising hebben toegepast); de aantekeningen van deze kruisingen zelf zijn niet bewaard gebleven.¹⁹³ In de index op zijn collectie droge preparaten noteerde De Vries het bezit van drie maïskolven, een in 1899 verkregen resultaat van de kruising *Zea mays saccharata* (suikerhoudende maïs) x *Z. mays* 'harlekijn' (zetmeelhoudende maïs), 'alle drie bastaardkolven met 25% suikerkorrels ter demonstratie der splitsingswet (1.2.1)'.¹⁹⁴

Een aantekening over een kruising van *Aster tripolium* (Zeeaster), afkomstig uit het Journaal van 1896, lijkt op een versluierde manier naar de '1.2.1-wet' te verwijzen. Tijdens een excursie in augustus 1895 naar Huizen vond De Vries een witbloeiend exemplaar te midden van honderden blauwbloeiende (normale) exemplaren. De plant kon vanzelfsprekend alleen door zelfbestuiving of door kruisbestuiving door blauwbloeiende exemplaren bevrucht zijn. De Vries nam het exemplaar mee naar de Hortus en liet de zaden rijpen. In het volgende voorjaar zaaide hij de zaden. 'Doel: bloeien allen wit?', zo schreef hij in zijn Journaal. Het antwoord volgde enkele maanden later: 'Neen!'. Slechts één exemplaar had witte bloemen, tegen achttien exemplaren met blauwe bloemen. De verklaring hiervoor omschreef hij als volgt:

De paarsche ex[emplaren], uit witte moeder, moeten volgens de wet der pangeenkruising (p. 187) paarsche vaders hebben en centrale bastaarden zijn. Zij leren dan, dat de witte ex[emplaren] te Huizen... [voor] 95% door paarsche bevrucht zijn.

Deze veronderstelling kon eenvoudig worden gecontroleerd door de cultuur het volgende jaar voort te zetten:

Win dus zaad en zaai dit. Als er dit jaar geen witte bloeien, en alle ex[emplaren] dus centrale bastaarden zijn, moet het zaad 75% paarsche en 25% witte geven. Dit te onderzoeken.

Volgens de beschrijving van deze kruising in *Die Mutationstheorie* verzamelde De Vries van zeven blauwbloeiende exemplaren de zaden. Die gaven in 1897 maar liefst 682 bloeiende nakomelingen, waarvan 169 (25%) met witte bloemen. Uit de zaden van het ene witbloeiende exemplaar kwamen alleen witbloeiende exemplaren op. Het volgende schema (identiek aan het bovenstaande voor de kruising van *Veronica*) kan De Vries hierbij in gedachten gehad hebben:

De combinaties blauwblauw en blauwwit geven blauwe bloemen door de aanwezigheid van blauw. Uiterlijk dus een 3 : 1-verhouding, genetisch een 1 : 2 : 1-verhouding.

Het is erg verleidelijk om in de aantekeningen over het experiment met *Veronica longifolia* en (in mindere mate) de aantekening over het experiment met *Aster tripolium* het bewijs te zien dat De Vries in 1896 de wetten van Mendel kende.

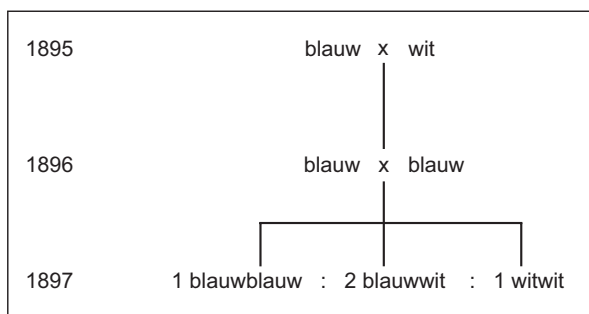


fig. 14: Verklaring van het resultaat van de kruising van *Aster tripolium* met blauwe bloemen met *Aster tripolium* met witte bloemen.

Hij kruiste planten met duidelijk herkenbare antagonistische eigenschappen; zag de antagonistische eigenschappen in de hybride zich niet vermengen maar als afzonderlijke eenheden in stand blijven, de één dominerend over de ander; en hij beredeneerde met behulp van de wetten van de kansberekening een verhouding 1 : 2 : 1 in het nageslacht van hybriden, een verhouding die uiterlijk een verhouding 3 : 1 is omdat de ene eigenschap domineert over de andere. De aantekening over het *Veronica*-experiment laat echter zien dat ook de verhouding 1 : 4 : 6 : 4 : 1 een serieuze rol in zijn gedachten speelde. De Vries' afweging of nu de 5/16-wet of de 1.2.1-wet bij zijn *Veronica*-experiment van toepassing was lijkt erop te wijzen dat hij twijfelde over de waarde van beide wetten, betwijfelde of de wetten algemene geldigheid hadden, en wellicht betwijfelde of er werkelijk van universele wetten sprake was. De onmendelse stelling uit de pangeneses dat een zichtbare eigenschap en een onzichtbare eigenschap staan voor respectievelijk veel en (te) weinig pangenen lijkt overigens geen belemmering te zijn geweest. Zoals eerder opgemerkt (blz. 216-217) gedragen de pangenen zich als een collectief, dus als zuivere eigenschappen.

Op conferentie

Ook William Bateson in Engeland had inmiddels het uitvoeren van kruisingen ontdekt als een methode om variatie te onderzoeken. Tijdens een verblijf in Italië in 1895 had hij twee vormen van *Biscutella laevigata* (Brilkruid) ontdekt: met behaarde en met gladde bladen; tussenvormen ontbraken niet, maar waren relatief gering in aantal. Zijn assistente Becky Saunders kweekte in 1895 en 1896 ruim tweehonderd planten op uit de zaden die Bateson had verzameld. Aangezien de twee vormen in Italië naast elkaar hadden gegroeid en gebloeid, moesten deze planten voor een deel hybriden zijn. Het bleek echter heel gemakkelijk te zijn behaarde en onbehaarde exemplaren van elkaar te onderscheiden. Tussenvormen kwamen opnieuw weinig voor, en die er waren verloren hun beharing naarmate ze zich verder ontwikkelden. De twee antagonistische eigenschappen waren dus als zelfstandige eenheden blijven bestaan; er was nauwelijks 'a blending of parental characters' opgetreden. Kunstmatige kruisingen, uitgevoerd in 1896, gaven hetzelfde resultaat.¹⁹⁵ In 1897 begon Saunders een nieuwe reeks kruisingsexperimenten met behaarde en gladde vormen van *Datura stramonium*, *Datura tatula*, *Lychnis vespertina*, *Lychnis diurna* en *Matthiola incana* (Violier). Voor de gladde *Lychnis diurna* werden planten gebruikt uit de Cambridge Botanic Garden, ontstaan uit zaden die De Vries had gestuurd. De experimenten leverden allemaal hetzelfde resultaat op als bij *Biscutella*: 'In all the cases of mixed progeny there is a sharp

discontinuity'. Bateson zelf intussen was kruisingsexperimenten begonnen met vlinders en pluimvee.¹⁹⁶

Op voorstel van Bateson organiseerde de Royal Horticultural Society op 11 en 12 juli 1899 in Chiswick en Londen een 'International Conference on Hybridisation (the cross-breeding of species) and on the cross-breeding of varieties'. Het onderwerp was onder kwekers bijzonder actueel. 'A few years ago by the expression "new plants", we meant plants newly introduced from other countries, but, with the possible exception of orchids, the number of new plants of this description is now relatively few', aldus Maxwell Masters, arts, botanicus, hoofdredacteur van de *Gardener's Chronicle* en voorzitter van de conferentie in zijn openingswoord. 'The "new plants" of the present day, like the roses, the chrysanthemums, the fuchsias, and so many others, are the products of the gardener's skill. From peaches to potatos, from peas to plums, from strawberries to savoy's, the work of the cross-breeder is seen improving the quality and the quantity of our products, adapting them to different climates and conditions, hastening their production in spring, prolonging their duration in autumn'.¹⁹⁷ Bateson hoopte dat door de conferentie kwekers zich ervan bewust zouden worden dat ze bij het wetenschappelijk onderzoek naar variabiliteit bij twee problemen de helpende hand konden bieden: hoe kunnen individuen door ook maar enigszins te variëren van hun soortgenoten een kans hebben op een langer leven en meer nakomelingen, en hoe kunnen die kleine variaties blijven bestaan als die paar afwijkende individuen zich voortplanten met de meerderheid van niet-afwijkende individuen, het zogenaamde 'swamping effect of intercrossing'? 'Now on each of these two points the work of the hybridist and the experimental breeder comes in exactly. It is he who can see the variations arise, and can note their size and find out exactly how large they are – whether they are great or small – whether offspring do really differ but little from their parents, or whether, in certain cases and in respect of certain characters, the differences in variation may not be very great and definite; whether, also, the supposed swamping effect is a real one or not, or to what extent it is real, and in regard to what characters'.¹⁹⁸ Het bestuur van de Society op zijn beurt meende dat omgekeerd de kweker veel kon leren van de wetenschapper. 'For scientific reasons ... no less than for practical purposes, the study of cross-breeding is most important, and we welcome the opportunity that this conference affords of extending our knowledge of the life history of plants, in full confidence that it will not only increase our stock of knowledge, but also enable us still further to apply it to the benefit of mankind', aldus Masters.

Het zal ook door Bateson zijn geweest dat De Vries als een van de sprekers op de conferentie werd gevraagd. Bateson nodigde hem bovendien uit om de dagen ervoor bij hem in Cambridge te logeren. De Vries accepteerde de uitnodiging, maar liet weten dat ‘he must “take great care of his health and be very sober”’, aldus Bateson aan zijn vrouw Beatrice die gedurende die dagen elders verbleef maar door haar echtgenoot nauwkeurig op de hoogte werd gehouden van de gebeurtenissen aan het thuisfront. ‘I suppose F[rancis] D[arwin] intoxicated him on the last visit’.¹⁹⁹ De kennismaking viel aan beide kanten meteen goed uit. ‘De Vries is a really nice person, very simple and rather rough in style. It is delightful to have a person with whom one can change a word’, zo omschreef Bateson zijn eerste indrukken aan zijn vrouw. De hele eerste dag was gevuld met ‘solid talk, till I think we are both played out’. Ook Saunders was enthousiast: ‘Saunders talked and chattered as I never saw her do before’. Maar al snel vielen Bateson ook wat minder aangename kanten van De Vries op. ‘I fear he didn’t use ’is’ ot water. He declined a cold bath before dinner yesterday with an emphasis that might have been put on the stage. He has I think no sponge. His linen is foul. I daresay he puts on a clean shirt once a week, “whether he requires it or not”, as I have heard said. Art does not reach his soul. I showed him round and thought I was making some impression – when we got to Queens’ [College] I shewed him the Master’s Lodge [een gebouw uit het einde van de zestiende eeuw]. By way of remark he said he supposed it was “a new part” – presumably because it has white plaster outside. So I left his art education. He is a true furriner [foreigner] as the Briton conceives him. Today being the hottest of the year he asked to have the drawing room window shut. “Tank you, yes, it is better so, I zink”’.²⁰⁰ De volgende dag moest Bateson opnieuw even zijn verbazing over de ongemanierdheid van zijn gast aan zijn vrouw kwijt: ‘De V[ries] did not take his bath. I fear also he did not tip Lena [de huishoudster die het diner had verzorgd]’.²⁰¹

Niet alleen op De Vries’ uitspraak van het Engels viel nogal wat aan te merken, ook zijn grammatica was verre van perfect. ‘De Vries’s English is sufficient but very incorrect. He is still in the stage of “becoming” his hat and so forth’, schreef Bateson aan Beatrice. Dat bleek nogmaals toen De Vries hem de tekst van zijn lezing liet lezen: ‘I have thoroughly revised the English of his paper – queer stuff it was’.²⁰² De Vries had zijn lezing de titel ‘Hybridisation as a means of pangenetic infection’ gegeven.²⁰³ Bateson zal ook die titel met enige bedenkingen bezien hebben. Hij was immers bepaald niet enthousiast over Darwins pangenesis, net als trouwens meer Engelse botanici en zoölogen zoals hij De Vries duidelijk maakte. De Vries’ *Intracellulare Pangenesis* had weinig

indruk gemaakt, als het al was gelezen; zelf had Bateson het boekje niet eens. 'I have been very much disappointed that my endeavours to defend Darwins God Pan, as he called it,²⁰⁴ have found so little sympathy in England', schreef De Vries aan Bateson ruim een jaar na zijn bezoek. Dat juist in Engeland Darwins hypothese en zijn eigen versie daarvan zo werden genegeerd, stak hem bijzonder. 'I feel quite sure that Darwin, if he could have read my little book, would have approved of my conception of his pangensis'. De Vries deed tijdens zijn bezoek nog wel pogingen zijn gastheer ervan te overtuigen dat diens idee van zelfstandige erfelijke eigenschappen en Darwins pangensis op hetzelfde principe berustten, maar tevergeefs.²⁰⁵ Wellicht dat De Vries het door dit alles raadzaam achtte de titel voor de gedrukte versie van zijn lezing, die het jaar daarop verscheen in het door de Royal Horticultural Society uitgegeven 'Hybrid conference report', te wijzigen in het neutrale 'Hybridising monstrosities'.

Was De Vries dan in de titel van zijn lezing misschien wat voorzichtiger geworden, in de tekst was hij dat allerminst. Het hele artikel was én bleef een pleidooi voor Darwins pangensis. 'One very important result from pangensis appears to me to be that one and the same quality in various organisms depends upon the presence of the same material bearer. Such material unities may therefore be transferred from one species to another by means of hybridising', zo hield hij de verzamelde 'hybridists' voor, in een snikhete tent in Chiswick Gardens tijdens de eerste dag van de conferentie. 'Thence must arise hybrids which would be just as stable as ordinary species, and which therefore, in certain cases, could imitate normal species'. Als bewijzen voor die stelling behandelde De Vries het ontstaan van *Dipsacus fullonum* met klemdraai (kleinkind van een gewone *Dipsacus fullonum* en een gedraaide *Dipsacus sylvestris*), en het ontstaan van een onbehaarde *Lychnis diurna* (kleinkind van een gewone, behaarde *Lychnis diurna* en een onbehaarde *Lychnis vespertina*, zoals eerder beschreven). Exemplaren van de planten had hij bij zich als demonstratie- en bewijsmateriaal.²⁰⁶

Bateson was over het algemeen tevreden over de conferentie, zoals blijkt uit zijn verslag aan Beatrice: 'The whole thing has been well worth coming to and I think I shall get a good deal from it in various ways. De Vries has been a great stand-by. We were the only two of the recognised scientific people who attended after all'.²⁰⁷ De Vries was zeer te spreken over het feit dat de conferentie een ontmoeting was van wetenschappers en kwekers, zo liet hij weten in een toast tijdens het afsluitende diner: 'Formerly there was very little feeling of com-

munity or of continuity between practice and science, but now on both sides this estrangement is being diminished, and the same sort of bonds that have brought engineering and electricity and all applied sciences to act together, in order to allow such magnificent results, must be brought into action in order to unite scientific and practical horticulturalists in the realms of hybridisation'. Het was een toast met oude wijn in een nieuw glas.²⁰⁸

De ontdekking van de dubbele bevruchting

In april 1899 las De Vries in het *Botanisches Centralblatt* een samenvatting van een artikel dat was verschenen in het tijdschrift van de Russische Keizerlijke Academie van Wetenschappen en dat was geschreven door Sergej Nawaschin, hoogleraar botanie aan de universiteit van Kiew. Nawaschin had bij twee soorten liliaceeën waargenomen dat de stuifmeelbuis die in de embryozak doordringt twee spermakernen bevat. De ene versmelt met een van de kernen van de embryozak (waarvan er doorgaans acht aanwezig zijn); zij vormen samen de kiemcel waaruit het nieuwe individu ontstaat. De andere versmelt met twee van de andere kernen van de embryozak (vanwege hun ligging 'poolkernen' genoemd). Daaruit ontstaat het triploïde endosperm dat het kiemplantje bij het begin van zijn ontwikkeling de noodzakelijke voedingsstoffen levert. Diezelfde maand ontving De Vries een overdruk uit de *Comptes Rendus* van de Franse Académie des Sciences: Louis Guignard, hoogleraar botanie aan de École de Pharmacie in Parijs, had in een lezing voor het geleerde genootschap gemeld precies dezelfde ontdekking als Nawaschin gedaan te hebben bij twee soorten van *Lilium*.²⁰⁹

Voor het 'wetenschappelijk bijblad' van de editie van 1 juli 1899 van het *Album der Natuur* gaf De Vries een korte impressie van de ontdekking. Wellicht had hij de aanstaande hybridisatie-conferentie in zijn hoofd, want in het artikelje stelde hij de vraag of 'in het kiemwit [endosperm] bij bastaarden ook bastaardeigenschappen kunnen gevonden worden (bijv. bij bastaarden van de suikermaïs)'.²¹⁰ Al jaren eerder had De Vries zelf vastgesteld dat een vrouwelijke maïsplant korrels kan ontwikkelen met de kleur en vorm van de korrels van de mannelijke plant waarmee zij is bestoven. In de zomer van 1876 had hij bij zijn onderzoek voor het Pruisische ministerie van Landbouw in zijn proeftuin in Halle kruisingen uitgevoerd tussen onder andere zwarte en witte maïs en zetmeelmaïs en suikermaïs (bij de laatstgenoemde variëteit zijn de korrels gevuld met suikers (vooral dextrine) waardoor deze uitdrogen en een gerimpeld oppervlakte krijgen; het verschil tussen beide variëteiten is derhalve duidelijk te zien). Enkele kolven had hij al die jaren bewaard en gebruikt als demonstra-

tiemateriaal op college.²¹¹ Sinds zijn komst naar Amsterdam had hij nog maar weinig met maïs gewerkt omdat de soort zich vanwege het klimaat niet altijd goed ontwikkelde. Maar juist in augustus 1898 had hij opnieuw een kruising uitgevoerd tussen suikermaïs (als moederplant) en zetmeelmaïs (als vaderplant) om nieuw demonstratiemateriaal te verkrijgen. De rijpe kolven droegen beide typen korrels omdat De Vries ook zelfbestuiving toegelaten had. Bij alleen kruisbestuiving zou de kolf louter zetmeelmaïskorrels bevat hebben en daarmee identiek zijn met een kolf van een zelfbestoven zetmeelmaïsplant. En het was nu juist zijn bedoeling geweest om het effect van kruisbestuiving te demonstreren. Om zijn suggestie dat het endosperm van de door kruisbestuiving ontstane zetmeelmaïskorrels een hybride natuur heeft te controleren, was het nodig te onderzoeken of ook de embryo's van de zetmeelmaïskorrels hybriden waren. Van een van de kolven zaaide hij daarom de twee soorten korrels in 1899 afzonderlijk uit en dit keer zag hij er nauwkeurig op toe dat de planten die opgroeiden niet door stuifmeel van de andere variëteit werden bestoven. De kolven van de planten die uit suikermaïskorrels opkwamen bleken alleen suikermaïskorrels te bevatten. De kolven van de planten die uit zetmeelmaïskorrels opkwamen bleken zowel suikermaïskorrels als zetmeelmaïskorrels te bevatten, en wel in de verhouding 1 : 3.

Dit resultaat was een prachtig, experimenteel verkregen bewijs voor de door Nawaschin en Guignard ontdekte 'dubbele bevruchting'. Om zijn vondst wereldkundig te maken deed De Vries een beroep op zijn collega Gaston Bonnier uit Parijs. In 1898 had Bonnier zijn hulp aangeboden voor het geval De Vries nieuwe bevindingen onder de aandacht van Franse botanici wilde

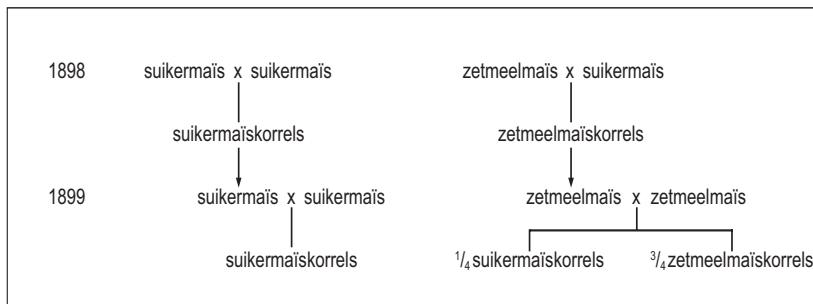


fig. 15: Kruising tussen *Zea* maïs met suikerhoudende zaden met *Zea* maïs met suikerhoudende zaden (links) en kruising tussen *Zea* maïs met suikerhoudende zaden met *Zea* maïs met zetmeelhoudende zaden (rechts).

brenge. Hij kon een korte mededeling bezorgen tijdens een bijeenkomst van de Académie des Sciences (waarvan hij zelf lid was) of een artikel plaatsen in de *Revue Générale de Botanique* (waarvan hij zelf de hoofdredacteur was), zo had hij geschreven.²¹² De Vries had dat aanbod met beide handen aangegrepen: over zijn experimenten met monstrositeiten had hij Bonnier twee artikelen gestuurd: één kort, bedoeld om voor te lezen in een bijeenkomst van de Académie, en één lang, bedoeld voor publicatie in de *Revue*.²¹³ Diezelfde strategie volgde hij nu weer: een korte mededeling over het maïsexperiment presenteerde Bonnier in de vergadering van de Académie van 4 december 1899 (met maïskolven die De Vries hem had opgestuurd als demonstratiemateriaal)²¹⁴, een lang artikel erover verscheen in de aflevering van april 1900 van de *Revue*.²¹⁵

De betekenis van de 1 : 3-verhouding, die in beide artikelen wordt genoemd, is in analyses van de herontdekkingsgeschiedenis verschillend geïnterpreteerd. Enerzijds is gesteld dat de verhouding onomstotelijk bewijst dat De Vries de wetten van Mendel in december 1899 kende.²¹⁶ Anderzijds is gesteld dat de verhouding niet meer was dan een constatering; een verklaring voor de getallen geeft De Vries immers niet. De verhouding was in de voorgaande jaren al door enkele kwekers van maïs opgemerkt. Ingewijden zullen de getallen dan ook niet verbaasd hebben.²¹⁷

Opvallend is dat De Vries nadrukkelijk stelt dat hij noch bij de oogst in 1898 noch bij de oogst van 1899 ‘aucune graine intermédiaire, moitié sucrée, moitié amylicée’ had aangetroffen. In zijn lezing in Engeland een half jaar eerder had hij bij *Lychnis* paarse bloemen beschouwd als de hybride vorm tussen wit en rood, en korte haren als de hybride vorm tussen behaard en onbehaard.

Van de in 1899 verkregen oogst bestemde De Vries drie maïskolven voor zijn collectie preparaten die hij voor onderzoek en onderwijs bijhield. ‘Alle drie bastaardkolven met 25% suikerkorrels ter demonstratie der splitsingswet (1.2.1)’, schreef hij in de index op zijn collectie. Wanneer hij dit schreef is uit de index niet op te maken.²¹⁸ Het kan zijn dat hij deze omschrijving pas maakte nadat hij van Mendels ontdekking kennis had genomen. Anderzijds gebruikte De Vries al in 1896 de term ‘1.2.1-wet’, zoals bleek uit de aantekening over het experiment met *Veronica*. De opmerking over het doel van de kolven in de index komt opvallend genoeg overeen met wat De Vries in maart 1900 zou schrijven in een van de artikelen waarin hij zijn herontdekking van de wetten van Mendel bekendmaakt: de wetten zijn duidelijk te demonstreren met behulp van bloeiende planten, met vruchten en met de bladen van de (kiem)planten van enkele soorten, maar deze hebben allemaal een beperkte

levensduur. 'J'ai donc cherché un moyen de démonstration à la fois plus durable et plus facile de la loi de disjonction des hybrides et je me suis adressé dans ce but aux épis de maïs, sur lesquels on peut compter directement les graines des deux sortes, pourvu qu'elles aient des caractères antagonistes visibles à l'oeil nu'.²¹⁹ Dat zou betekenen dat hij de wetten al in het begin van 1898, bij de aanvang van de maïskruising, kende. Maar het lijkt erop dat hij pas na het lezen over de herontdekking van de dubbele bevruchting in april 1899 bedacht dat de dubbele bevruchting bij maïs ook tot hybride endosperm kan leiden. Bovendien beweerde hij in de mededeling over de dubbele bevruchting voor de Académie slechts dat hij met het toelaten van zelfbestuiving in 1898 de bedoeling had gehad 'à démontrer l'origine de ces épis'.

De bevruchting van het endosperm verloopt overigens anders dan die van een eicel: er versmelten immers niet twee maar drie haploïde kernen. Een maïsplant die een hybride is tussen suikermaïs en zetmeelmaïs vormt haploïde embryozak-kernen, hetzij (voor de helft) met de eigenschap 'zetmeel', hetzij (voor de andere helft) met de eigenschap 'suikervormend'. Bij twee (identieke) poolkernen voegt zich óf een kern met de eigenschap 'zetmeel' óf een kern met de eigenschap 'suikervormend'. Aangezien de eigenschap 'zetmeel' domineert, is het resultaat een 1 : 3-verhouding.

De ontdekking van Mendels artikel

Het verschijnsel dat de zaden of vruchten van een moederplant de eigenschappen overnemen van de plant waardoor zij is bestoven, zoals bij maïs, en dat de invloed van vreemd stuifmeel dus blijikbaar wel eens verder gaat dan alleen de bevruchting van de eicel, was al enkele jaren bekend. Wilhelm Focke, arts en botanicus uit Bremen, had voor deze aldus beïnvloede zaden en vruchten de verzamelnaam 'xeniën' bedacht.²²⁰ Carl Correns, privaatchoort docent botanie aan de universiteit van Tübingen, was in 1894 begonnen met kruisingsexperimenten om het verschijnsel te onderzoeken maar vooral om de gerapporteerde gevallen te verifiëren. Er was nog weinig over xeniën bekend en er werd zelfs getwijfeld of het verschijnsel wel bestond. Correns werkte onder andere met liliaceën, erwten en maïs, en vond alleen bij de laatste soort het veronderstelde verschijnsel bevestigd, en dan alleen nog voor de kleur en de chemische samenstelling van het endosperm. Correns bedacht twee verklaringen. Ofwel de kern van het endosperm wordt net als de eicel bevrucht door een spermakern; 'ein Maiskorn, das durch Bestäubung mit einer anderen Rasse entstanden ist, enthielte also neben dem Bastard-Embryo noch ein Bastard-Endosperm'. Ofwel alleen de eicel werd bevrucht en er 'fände eine enzymatische Einwirkung von

Bastard-Embryo auf das Endosperm statt'. Lange tijd had hij vastgehouden aan de tweede verklaring, maar de ontdekking van de 'dubbele bevruchting' door Nawaschin en Guignard had hem van gedachte doen veranderen, zo liet hij weten in een artikel dat hij in december 1899 schreef (en dat omstreeks 25 januari 1900 gepubliceerd werd). 'Ich bin fest überzeugt, dass die histologische Untersuchung des Befruchtungsvorganges auch beim Mais eine Verschmelzung des zweiten generativen Zellkernes mit den Polkernen im Embryosack zeigen wird', aldus Correns. 'Damit ist dann die Xenienbildung beim Mais erklärt'. Bij xenien die buiten de embryozak zouden worden gevormd wilde Correns 'ein dickes Fragezeichen machen'. Sommige gerapporteerde xenien zouden volgens hem in werkelijkheid helemaal geen xenien zijn, zoals de blauwkleuring van de zaden van *Matthiola* (Violier) die door het ontstaan van blauwe proteïne-korrels zou ontstaan. 'Es ist im wesentlichen das gleiche Verhalten, wie bei der Bastardirung gelb- und grüsamiger Erbsen-Rassen, das schon Darwin und Mendel richtig deuteten', zo eindigt Correns zijn artikel.²²¹

Correns had het artikel van Mendel toen, volgens eigen zeggen vele jaren later, net enkele weken eerder ontdekt door een verwijzing in een boek van de eerdergenoemde Wilhelm Focke. Hij had het echter niet nodig geacht er een publicatie aan te wijden. Hij had bovendien eerst verder onderzoek willen doen om Mendels beweringen te controleren.²²² Er is verondersteld dat De Vries het artikel van Correns direct na verschijning in januari 1900 las, dat hij uit de verwijzing begreep dat Correns het werk van Mendel eveneens kende en dat hij dus snel moest zijn met de publicatie van de door hem gevonden wetmatigheden, wilde hij de prioriteit van de herontdekking van de wetten kunnen opeisen.²²³ Dat De Vries toen inderdaad het artikel van Mendel al kende is echter niet zeker. In het artikel 'Das Spaltungsgesetz der Bastarde', gepubliceerd in de aflevering van april 1900 van de *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* en ontvangen door de redactie op 14 maart, noemt hij Mendels artikel voor de eerste keer. 'Diese wichtige Abhandlung wird so selten citirt, dass ich sie selbst erst kennen lernte, nachdem ich die Mehrzahl meiner Versuche abgeschlossen und die im Text mitgetheilten Sätze daraus abgeleitet hatte', aldus een voetnoot.²²⁴ Wanneer dat is geweest is hieruit niet op te maken; het kan enkele jaren, maar ook enkele dagen vóór het schrijven van het artikel zijn geweest. In elk geval zou het geweest moeten zijn nadat De Vries er zelfstandig van overtuigd was geraakt dat de splitsingsverschijnselen die hij waarnam wetmatigheden zijn. Verschillende keren heeft hij beweerd dat het de kruising *Papaver somniferum* Mephisto x *Papaver somniferum* Danebrog was geweest die hem dat inzicht had opgeleverd.²²⁵

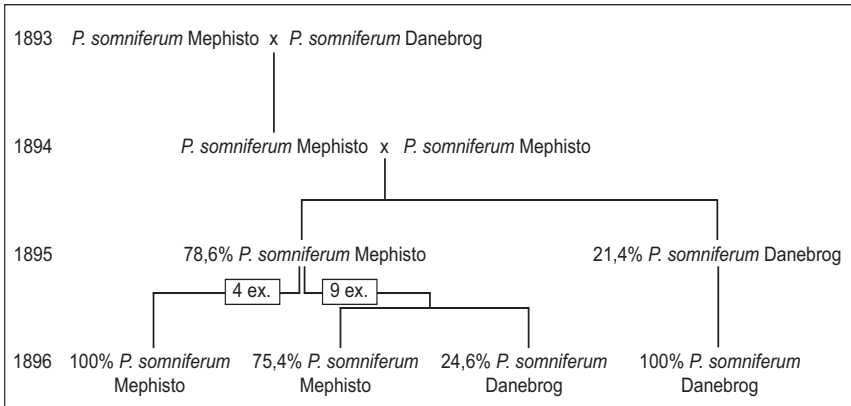


fig. 16: Kruising van *Papaver somniferum* Mephisto met *Papaver somniferum* Danebrog.

Deze kruising, uitgevoerd in 1893, leverde in 1894 69 hybriden op met het uiterlijk van Mephisto. Twee zelfbestoven hybriden gaven in 1895 samen 201 nakomelingen; hiervan hadden 158 het uiterlijk van Mephisto en 43 van Danebrog, een verhouding van 78,6 : 21,4%. Tien zelfbestoven Danebrogs gaven in 1896 1380 Danebrogs en twee Mephisto's; van dertien zelfbestoven Mephisto's gaven vier planten uitsluitend Mephisto's (472 exemplaren) en negen planten zowel Mephisto's als Danebrogs (in de verhouding 1095 : 358, dus 75,4 : 24,6%). Het resultaat van 1896 toonde aan dat in de verhouding 3 Mephisto's : 1 Danebrog van 1895 in werkelijkheid een verhouding 1 zuivere Mephisto : 2 hybride Mephisto's : 1 zuivere Danebrog verscholen zat, precies zoals De Vries diezelfde zomer ook vermoedde bij het eerder beschreven experiment met *Veronica*.²²⁶ Ook het experiment met *Papaver* is trouwens hiervoor al eens beschreven: het was namelijk het experiment waarbij De Vries met succes polycefalie van de variëteit Mephisto wist over te brengen op de variëteit Danebrog. Volgens de beschrijving van het experiment in *Die Mutations-theorie* was die nieuwe combinatie 'das Ziel meiner Cultur'. Probeerde De Vries met het experiment nu twee vliegen in één klap te slaan, of was het verdwijnen en verschijnen van de Danebrog-kleuren een onbedoeld nevenverschijnsel? Bij de beschrijving van het overdrachts-experiment in een artikel uit 1899 vermeldde hij wel de aard van de kleuren, maar niet de verhoudingen. Het gedrag van de bloemkleuren was hem dus in elk geval wel opgevallen.²²⁷

Toen de Amerikaans-Canadese botanicus H.F. Roberts in 1924 De Vries vroeg naar de ontdekking van de splitsingswetten presenteerde hij een geheel

andere versie van de geschiedenis: ‘In 1893, I crossed *Oenothera lamarckiana* with *O. lam. brevistylis*, and found their progeny to be uniform, and true to the specific parent in 1894, but splitting in the second generation 1895, giving 17–26 [%] individuals with the recessive character. ... Many other species were tried with the same result, and dihybrid crosses showed the laws of chance to be valid for them also’.²²⁸ Dat deze kruising inderdaad een belangrijke rol speelde bij de ontdekking suggereert de beschrijving ervan in *Die Mutationstheorie*: uit de uniforme generatie van 1894 ‘entstanden in der zweiten Generation [1895], den mir damals [1-EZ] bekannten Regeln der Bastardspaltung entsprechend, etwa zu einem Viertel Individuen mit den Merkmalen der *O. brevistylis*’. De bedoeling van deze kruising was de variëteit kunstmatig te verkrijgen; *O. brevistylis* vormt bij zelf- en kruisbestuiving namelijk nauwelijks zaden. In 1889 had De Vries al eens in het veld verzameld stuifmeel van de variëteit op *O. lamarckiana* in de Hortus gebracht. ‘Daraus gingen aber nur Pflanzen mit normalen Blüten hervor. ... Ich gab dann die Cultur auf und gewann keine Samen, da ich den Versuch als misslungen betrachtete. Erst einige Jahre später wurde es mir klar, dass ich mich geirrt hatte, und somit wiederholte ich im Sommer 1893 die Kreuzung genau in denselben Weise’. De Vries had dus bij het uitvoeren van de kruising in 1889 verwacht dat de eigenschap van de vader al in de volgende generatie hybriden zichtbaar zou zijn. In 1892 of 1893 zou hij zich dan gerealiseerd hebben dat de eigenschap in de hybride onzichtbaar aanwezig was en zich in de volgende generatie weer kon vertonen, waarop hij de kruising herhaalde.²²⁹

Is de versie over de kruising met *Oenothera* de juiste, dan zou De Vries op z’n vroegst in de zomer van 1895 Mendel gelezen hebben. Is de versie over de kruising met *Papaver* de juiste, dan zou hij Mendel op z’n vroegst in de zomer van 1896 gelezen hebben. Deze jaren komen ongeveer overeen met hetgeen De Vries in 1901 of 1902 schreef aan Liberty Hyde Bailey, hoogleeraar tuinbouw aan Cornell University in Cornell (New York): ‘Many years ago you had the kindness to send me your article on “Cross breeding and hybridization” of 1892; and I hope it will interest you to know that it was by means of your bibliography therein that I learned some years later afterwards of the existence of Mendel’s papers, which are now coming to so high credit. Without your aid I fear I should not have found it at all’. Bailey had de lezing op 1 december 1891 gehouden voor de Massachusetts State Board of Agriculture in Boston. De tekst, met een ongeveer 450 titels bevattende bibliografie vanaf 1724, werd gepubliceerd in de editie van april 1892 van het maandblad *The Rural Library*.²³⁰ De Vries zal weinig moeite gehad hebben om Mendels artikel te vinden. De *Verhandlun-*

gen van de Naturforschender Verein uit Brünn waarin het was verschenen was aanwezig in de bibliotheek van de Akademie van Wetenschappen in Amsterdam, waar hij lid van was.²³¹ Bailey had zelf het artikel van Mendel niet gezien maar de titel overgenomen uit *Die Pflanzenmischlinge* (1881) van Focke.²³² Het boek van Focke was een systematisch geordend overzicht van alle hybriden die bekend waren, zowel gekweekt als uit de natuur. Het was een standaardwerk. De publicaties van Mendel noemde hij bij *Pisum*, *Phaseolus*, *Hieracium* en bij de theoretische behandeling van het verschijnsel kruisingen. De Vries kende het boek van Focke; hij verwees ernaar in *Intracellulare Pangenesis*.²³³

Maar net als bij de vraag welke kruising de sleutel tot de splitsingswetten leverde, heeft De Vries een tweede versie over de manier waarop hij Mendels artikel in handen kreeg verspreid. Theo Stomps, student biologie in Amsterdam van 1903 tot 1910 en vervolgens hoogleraar botanie in Amsterdam en daarmee collega van De Vries, vroeg zijn leermeester eens hoe hij op het werk van Mendel opmerkzaam was gemaakt. Op de tegenvraag van De Vries waarom hij dat wilde weten, antwoordde Stomps dat veel onderzoekers daar later nieuwsgierig naar zouden zijn. Hierop vertelde De Vries dat hij, net op het moment dat hij zijn ontdekking van de regelmatige splitsing van eigenschappen in het nageslacht van hybriden wilde publiceren, een overdruk van het artikel van Mendel opgestuurd kreeg door zijn vriend Beijerinck uit Delft. Stomps publiceerde dit verhaal voor de eerste maal in 1935 en heeft steeds met grote stelligheid beweerd dat dit de ware gang van zaken is geweest; de opmerking naar Bailey zou volgens hem 'slechts een vriendelijkheid' zijn geweest.²³⁴

Dit verhaal lijkt minstens een kern van waarheid te bevatten: Beijerinck bezat inderdaad een overdruk van Mendels artikel, wat een uitermate zeldzaam bezit was. Mendel had veertig overdrukken van zijn artikel gekregen, die hij zeker niet allemaal heeft verzonden. Er zijn op dit moment slechts acht exemplaren bekend.²³⁵ Gesteld dat de bekentenis van De Vries een verzinsel was, dan moet hij toch in elk geval geweten hebben dat Beijerinck het kleinood bezat; goed gokken was uitgesloten. Als Stomps het verhaal was gaan verifiëren had hij gemakkelijk door de mand kunnen vallen. Maar Stomps lijkt niet getwijfeld te hebben aan de woorden van de man die hij mateloos bewonderde. Dat blijkt uit de verdere geschiedenis van Beijerincks overdruk. Enige tijd na Beijerincks dood (op 1 januari 1931) vond zijn neef Willem Beijerinck, oprichter en directeur van het Biologisch Station in Wijster, de overdruk in het sterfhuis in 'een donker stoffig hoekje', zoals hij later schreef. Neef Beijerinck meende in de opschriften op het omslag het handschrift van Mendel te her-

kennen en vroeg Beijerincks zuster Henriëtte, die met haar broer jarenlang had samengewoond en diens nalatenschap beheerde, of hij het overdrukje mocht hebben. Zij zag er de waarde niet van in en stemde toe. Arie Scheygrond, biologieleraar uit Gouda en actief op plantensociologisch gebied, ontdekte korte tijd later tijdens een bezoek aan neef Beijerinck de overdruk 'snuffelend langs zijn boekenkast' en lichtte Theo Stomps in. Die zag hierin, zoals hij later schreef, 'remarkable proof' van De Vries' woorden van destijds en vroeg of hij het exemplaar mocht hebben voor de bibliotheek van de Hortus Botanicus, wat Willem (na ruggespraak met zijn tante) goed vond. Zo kwam de overdruk in december 1935 in Amsterdam aan waar hij zich nu in de universiteitsbibliotheek bevindt.²³⁶

De twee versies hoe De Vries het artikel van Mendel leerde kennen sluiten elkaar niet uit.²³⁷ Het is denkbaar dat De Vries in 1895 of 1896 het artikel las nadat hij er door Bailey's bibliografie op was gestuit. Hij zal er dan zonder twijfel zijn eigen '1.2.1-wet' in herkend hebben, maar mogelijk getwijfeld hebben aan de algemene geldigheid ervan. Mendel had de splitsingsverhoudingen vastgesteld bij *Pisum* en zelf had hij ze vastgesteld bij, zoals hij in 1924 aan Roberts schreef, bij kruisingen tussen *Oenothera lamarckiana* en *O. brevistylis* en, getuige zijn aantekeningen, bij *Papaver* en *Aster*, maar, getuige diezelfde aantekeningen, had hij ze niet met zekerheid vastgesteld bij *Veronica*. Die onduidelijkheid of er werkelijk van een wetmatigheid sprake was zou ook de oorzaak kunnen zijn van De Vries' eerder gesignaleerde vermeende slordigheid tijdens de lezing in juli 1899 op de conferentie in Engeland: wellicht wilde hij daarmee inderdaad, zoals is gesuggereerd, aangeven dat de verhouding tussen behaarde en niet-behaarde exemplaren van *Lychnis* 3 : 1 had moeten zijn, maar dat het resultaat 2 : 1 was. Het experiment met maïs in 1899 bevestigde de 1.2.1-wet echter weer wel, net als enkele andere inmiddels uitgevoerde kruisingen. Wellicht was hij het artikel van Mendel toen inmiddels al weer vergeten; het gaf immers slechts de bevestiging van de verhoudingen bij één soort. Mogelijk ontving hij eind 1899 of begin 1900 de overdruk van Beijerinck en raakte hij, door de hernieuwde kennismaking met dit bewijsmateriaal, er toen van overtuigd dat de 1.2.1-splitsing wel degelijk de benaming 'wet' én een publieke bekendmaking verdiende.

Tegen de Amerikaanse *Oenothera*-onderzoeker Ralph Cleland vertelde De Vries tijdens een bezoek in 1928 dat het afwijkende gedrag van de andere mutanten dan *brevistylis* van *Oenothera* bij kruisingen (zie blz. 259-260) hem ervan had weerhouden de herontdekking eerder te publiceren: 'De Vries told me that his failure to publish his findings prior to 1900 was because he obtained

discordant results, *Oenothera* contrasting with the other plants he had studied. He was endeavoring to understand more fully the reason for this discrepancy before publishing', aldus Cleland later. En dat hij Mendels artikel pas in 1900 had leren kennen en dat die gebeurtenis hem tenslotte over de streep had getrokken: 'His discovery in 1900 of Mendel's paper, however, stimulated him to begin the presentation of his results'.²³⁸

Driemaal Mendel

Over zijn ontdekking van de splitsing in het nageslacht van hybriden publiceerde De Vries in het voorjaar van 1900 maar liefst drie artikelen. Een betrekkelijk kort artikel schreef hij voor de *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*; de redactie ontving het op 14 maart 1900.²³⁹ Voor de twee andere artikelen maakte hij voor de derde keer in ruim één jaar tijd gebruik van het aanbod van zijn collega Bonnier. Voor de *Revue Générale de Botanique* schreef hij een lang artikel; het draagt de datum 19 maart 1900.²⁴⁰ Hij liet het vergezeld gaan van een uittreksel, bedoeld om voor te lezen in de eerstvolgende vergadering van de Académie des Sciences. Die vond plaats op 26 maart 1900. De voordracht voor de Académie verscheen spoedig na voorlezing in de *Comptes Rendus* van de Académie.²⁴¹ Het artikel in de *Berichte* kwam eind april bij de abonnees in de brievenbus. Door nalatigheid van een assistent van de redacteur werden De Vries' correcties op de drukproef niet uitgevoerd maar pas in het 'Schlussheft' van de jaargang rechtgezet.²⁴² Over de reden voor het grote aantal correcties is veel gespeculeerd. De Vries zou gemerkt hebben dat Correns (en/of Tschermak) ook van plan was naar het artikel van Mendel te verwijzen en dat hij dus niet, zoals hij bij het artikel in de *Comptes Rendus* had gedaan en ook nu weer van plan was, de naam van Mendel kon verzwijgen; de vele wijzigingen in de tekst om Mendel alsnog alle eer te geven zouden de zetter in verwarring hebben gebracht.²⁴³ Een andere suggestie is dat De Vries het artikel zou hebben geschreven onder de druk van droevige familieomstandigheden: op 4 maart was zijn vader overleden en als oudste zoon zal hij de begrafenis hebben moeten regelen.²⁴⁴ Of De Vries zou het geschreven hebben onder de druk van de wens de prioriteit voor de ontdekking in de wacht te willen slepen en dus in grote haast gewerkt hebben.²⁴⁵ Het artikel in de *Revue* verscheen pas in de zomer van 1900. Ook hierbij ging iets mis: in een voetnoot die De Vries in de drukproef toevoegde verwees hij naar het eerdere bericht in de *Comptes Rendus*, maar merkwaardig genoeg werd hierbij de titel gegeven van een andere mededeling van De Vries die op 9 juli was voorgelezen en over zijn ontdekking ging van nieuwe soorten bij *Oenothera*.

De drie ‘herontdekkingsartikelen’ geven een schat aan informatie. Wat De Vries vóór 1900 over zijn kruisingsonderzoek had gepubliceerd lijkt slechts het topje van de ijsberg geweest te zijn. De kruisingen *Lychnis vespertina* x *L. glabra* (1892), *Papaver somniferum* Mephisto x *P. somniferum* Danebrog (1893) en *Zea mais* zetmeelhoudend x *Z. mais* suikerhoudend (1898) worden opnieuw genoemd, de *Papaver*-kruising nu met de verhoudingsgetallen tussen beide variaties in de tweede generatie. Maar daarnaast noemt hij nog eens dertien kruisingen die hij heeft uitgevoerd, waaronder twee kruisingen waar twee eigenschappen bij betrokken waren, zogenaamde dihybride kruisingen waarbij hij de op grond van de waarschijnlijkheidsrekening te verwachten verhouding 9 : 3 : 3 : 1 heeft verkregen.²⁴⁶ Bovendien heeft hij hybriden gekruist met een van de oudertypen en daarbij de te verwachten verhouding 1 : 1 verkregen. En ten slotte heeft hij door kruising bij drie soorten weten aan te tonen dat de bloemkleur uit twee kleuren is opgebouwd.²⁴⁷

In de drie artikelen laat De Vries er geen enkel misverstand over bestaan in welk intellectuele kader zijn ontdekking van de splitsingsverschijnselen geplaatst moet worden: elk artikel begint met een verwijzing naar *Intracellulare Pangenesis*. ‘Nach der Pangenesis ist der ganze Charakter einer Pflanze aus bestimmten Einheiten aufgebaut’, zo begint het artikel in de *Berichte*. ‘Diese sogenannten Elemente der Art oder Elementarcharaktere denkt man sich an materielle Träger gebunden. Jedem Einzelcharakter entspricht eine besondere Form stofflicher Träger. Übergänge zwischen diesen Elementen giebt es ebenso wenig wie zwischen den Molekülen der Chemie. Dieses Prinzip bildet für mich seit vielen Jahren den Ausgangspunkt meiner Untersuchungen’. Het traditionele denken is voor wat betreft de hybridisatieleer met de pangenesis volgens De Vries vervallen: het zijn niet de soorten, ondersoorten en variëteiten die worden gekruist, maar ‘Artmerkmale’. ‘Weichen die Eltern eines Bastards von einander nur in einem Punkte ab, oder zieht man nur eine oder einige wenige ihrer Differenzpunkte in Betracht, so sind sie in diesen Eigenschaften antagonistisch, in allen anderen gleich oder für die Berechnung gleichgültig’. Van de antagonistische eigenschappen vertoont de hybride er altijd maar één, zonder tussenvormen, wat volgens De Vries wel het beste bewijs is voor de stelling uit *Intracellulare Pangenesis* dat ‘solche Eigenschaften wohl abgegrenzte Einheiten sind’ (als eerder gezegd: in zijn lezing in Engeland meldde hij wél hybride tussenvormen). De bewering uit *Intracellulare Pangenesis* dat een eigenschap zichtbaar of (tijdelijk) onzichtbaar kan zijn wordt door de wetmatigheid eveneens bevestigd: ‘Von den beiden antagonistischen Eigenschaften nennt Mendel die im Bastard sichtbare die *dominirende*, die latente aber die *recessive*’. Ook in

de twee Franse herontdekkingsartikelen identificeert De Vries de zichtbare eigenschap met de dominerende en de onzichtbare met de recessieve.²⁴⁸ Zijn eigen woord 'actief' gebruikt hij niet, het woord 'latent' wel. Ten slotte krijgen ook Quetelet en Galton nog weer eens gelijk. Bij de vorming van voortplantingscellen gaan de beide eigenschappen uiteen, waarbij zij 'in der Mehrzahl der Fälle einfachen Gesetzen aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung' volgen. Ook bij zelfbestuiving van hybriden gaan de wetten van de waarschijnlijkheidsrekening op: zij combineren zich volgens de formule $(a+b)^2$ tot $a^2+2ab+b^2$.²⁴⁹

In het najaar van 1900 schreef De Vries nog een vierde artikel over kruisingen.²⁵⁰ In de voorgaande jaren had hij namelijk menigmaal opgemerkt dat de nakomelingen van hybriden zich niet splitsen of zich volgens andere regels dan de Mendelwetten splitsen. Hij vermoedde dat bij hybriden die de wetten van Mendel volgen de eigenschappen in gelijke porties over de voortplantingscellen worden verdeeld en dat dit in de andere gevallen niet gebeurt. In het door Mendel ontwikkelde model zijn de eigenschappen gelijkwaardig; De Vries noemt dergelijke kruisingen 'erbgleich'. De andere kruisingen noemt hij daarom 'erbungleich'. Deze zijn absoluut niet zeldzaam en moeten dan ook niet als uitzonderingen worden beschouwd. Sterker nog: 'Im Ganzen und Grossen glaube ich weit mehr erbungleiche als erbgleiche Kreuzungen ausgeführt zu haben'. Ter illustratie geeft hij een aantal kruisingen uitgevoerd met *Oenothera*, zowel tussen 'oude' soorten (*lamarckiana*, *biennis*, *muricata*) als tussen *lamarckiana* en de uit haar ontstane nieuwe vormen en tussen de nieuwe vormen onderling. Bij de eerste groep waren hybriden ontstaan met het uiterlijk van de vader die in de volgende generatie onveranderd waren gebleven. Bij de tweede groep waren in de eerste generatie na de kruising exemplaren ontstaan van *lamarckiana* en de nieuwe vorm, in zeer wisselende verhoudingen. En in de derde groep waren na de kruising exemplaren ontstaan van de twee gekruiste nieuwe soorten én *lamarckiana*, de soort waaruit zij waren ontstaan. Zoals zo vaak geeft De Vries geen verklaring. 'Es würde zu weit führen', is zijn argument. Het zouden dus deze resultaten zijn geweest die, aldus De Vries' tegen Cleland bijna dertig jaar later, de publicatie van de herontdekking van de wetten van Mendel hadden vertraagd.

Driemaal herontdekking

Op de ochtend van 21 april 1900 bekeek Carl Correns, privaattoecent botanie in Tübingen, zijn post. Er zat een artikeltje bij van zijn Amsterdamse collega Hugo de Vries: een overdruk uit de *Comptes Rendus* van de Académie des Scien-

ces in Parijs met de tekst van de mededeling ‘Sur la loi de disjonction des hybrides’ die Gaston Bonnier in de vergadering van 26 maart had voorgelezen. Het sloeg in als een bom. Bij zijn kruisingsexperimenten met variëteiten van onder andere maïs en erwten voor zijn onderzoek naar xeniën was hem in het nageslacht van hybriden herhaaldelijk een verdeling van eigenschappen in de verhouding 3 : 1 opgevallen. Nog maar een half jaar eerder, zo vertelde hij later, had hij zich de oorzaak van het verschijnsel gerealiseerd: op een ochtend toen hij in bed liggend de resultaten van zijn experimenten overdacht. Een paar weken later zou hij het artikel van Mendel ontdekt hebben waarmee zijn vermoeden bevestigd werd. Mendel was voor hem overigens geen onbekende geweest: Correns was een leerling van Von Nägeli en had via hem van diens experimenten met *Hieracium* gehoord.²⁵¹ Correns zou volgens eigen zeggen het plan opgevat hebben zijn bevindingen te zijner tijd te publiceren. Met het artikelje van De Vries in handen concludeerde hij dat hij niet langer kon wachten. Ogenblikkelijk begon hij de resultaten van zijn onderzoek op papier te zetten. De volgende dag al was het artikel klaar en stuurde hij het naar de redactie van de *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*.²⁵²

Het is niet moeilijk in dit artikel Correns’ verontwaardiging te herkennen, verontwaardiging omdat de prioriteit van de ontdekking van de splitsingsregel zijn neus voorbij was gegaan, maar vooral verontwaardiging over het feit dat De Vries alle eer voor zichzelf leek op te eisen. De naam van Mendel werd door De Vries namelijk in de overdruk niet genoemd, terwijl uit het gebruik van Mendels terminologie het voor Correns duidelijk was dat De Vries het oude artikel ook kende. ‘Als ich das gesetzmässige Verhalten und die Erklärung dafür ... gefunden hatte, ist es mir gegangen, wie es De Vries offenbar jetzt geht: ich habe das alles für etwas Neues gehalten. Dann habe ich mich aber überzeugen müssen, dass der Abt Gregor Mendel in Brünn in den sechziger Jahren durch langjährige und sehr ausgedehnte Versuche mit Erbsen nicht nur zu demselben **Resultat** gekommen ist, wie De Vries und ich, sondern dass er auch genau dieselbe **Erklärung** gegeben hat’. En verderop: ‘Man kann das eine [Merkmal] das dominirende, das andere das recessive nennen, wie es seinerzeit Mendel that und durch einen merkwürdigen Zufall nun auch De Vries thut’. Een paar dagen nadat Correns aldus zijn verontwaardiging had geuit werd hij voor de tweede maal onaangenaam verrast: de vierde aflevering dat jaar van de *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, die hij als lid ontving, bevatte een artikel van De Vries over de regelmatige splitsing van eigenschappen in het nageslacht van hybriden. Dit artikel was langer dan dat in de *Comptes Rendus* en bevatte wél een verwijzing naar Mendels artikel. Het was volgens vermelding op 14 maart 1900 door de redactie ontvangen, dus

twalf dagen vóór Bonniers lezing. Correns zag zich nu gedwongen gas terug te nemen: in een 'Nachschrift bei der Correctur' (gedateerd 16 mei) meldde hij het bestaan van De Vries' *Berichte*-artikel en de vermelding daarin van Mendel. Maar hij kon toch niet nalaten nog eens te benadrukken dat diens naam en artikel 'in den "Comptes Rendus" mit keinem Wort erwähnt sind'.²⁵³

Ook de landbouwkundige en botanicus Erich Tschermak in Esslingen (na bij Wenen) ontving in april 1900 van De Vries een overdruk uit de *Comptes Rendus*, en ook hij werd er onaangenaam door verrast. Tschermak was in 1895 gepromoveerd aan de universiteit van Halle en had daarna enkele jaren gewerkt als vrijwilliger bij kwekerijen in Duitsland, België, Engeland en Frankrijk. In het voorjaar van 1898 was hij, naast zijn werk bij een kwekerij in de buurt van Gent, begonnen met een onderzoek naar de verschillen in vruchtontwikkeling bij zelfbestuiving en kruisbestuiving. De eerder genoemde Jules Mac Leod, hoogleraar in Gent, had hem voor de benodigde proeven ruimte in de onder zijn beheer staande botanische tuin aangeboden. Tschermak had aanvankelijk gewerkt met *Cheiranthus cheiri* (Muurbloem), maar was spoedig overgestapt op erwten; hij had maar kort de tijd en erwten groeien en bloeien snel. Vanuit Gent bracht Tschermak (mogelijk op aanraden van Mac Leod) een bezoek aan De Vries in Amsterdam die hem in zijn proeftuin rondleidde. De Vries raakte blijkbaar meteen gesteld op de jongeman, want hij zette hem op zijn verzendlijst van publicaties. In het voorjaar van 1899, inmiddels aan het werk op een landgoed van de keizerlijke familie in Esslingen, zette Tschermak zijn experimenten voort. Het viel hem op dat zijn kruisingen tussen planten die waren ontstaan uit gele peulen enerzijds en groene peulen anderzijds en uit gladde zaden enerzijds en rimpelige zaden anderzijds, uitgevoerd in het voorgaande jaar, alleen gele peulen en gladde zaden hadden opgeleverd. De hybriden onderling gekruist gaven nakomelingen met beide kenmerken, in de verhouding van ongeveer 3 : 1. Kruisingen van hybriden met een van de ouderlijke vormen gaven de verhouding 1 : 1. Intussen was Tschermak een assistentschap beloofd aan de Hochschule für Bodenkultur in Wenen. Als onderwerp voor zijn *Habilitationsschrift* koos hij voor een beschrijving van zijn kruisingsonderzoek, toegespitst op xeniën. Bij het bestuderen van de literatuur in de laatste maanden van 1899 zou hij Mendels artikel ontdekken. Op 17 januari 1900 leverde Tschermak het manuscript van zijn *Habilitationsschrift* in bij de rectoren van de Hochschule, met daarin de vermelding van de verhoudingsgetallen en een verwijzing naar Mendel. In zijn verwachting de prioriteit van de herontdekking van de verhoudingsgetallen te hebben werd Tschermak in de volgende maanden tot driemaal toe teleurgesteld: begin april door het artikeltje dat hij van De

Vries ontving, eind april door het artikel van De Vries in de *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* en eind mei door het artikel van Correns in hetzelfde tijdschrift. Hij deed zijn uiterste best nog iets van zijn aanspraak te redden: hij vroeg de rectoren van de Hochschule zijn *Habilitationschrift* spoedig te beoordelen en vond de redactie van het *Zeitschrift für das Landwirthschaftliche Versuchswesen in Österreich* bereid het te publiceren. Dat ging hem allemaal echter niet snel genoeg en dus stuurde hij een korte samenvatting ervan naar de redactie van de *Berichte*, die het schrijven op 2 juni ontving en in het juninummer publiceerde.²⁵⁴

Over Tschermaks claim de wetten van Mendel onafhankelijk herontdekt te hebben zijn reeds lang geleden twijfels ontstaan. Zijn publicaties wekken de indruk dat hij de verhoudingsgetallen pas herkende nadat hij Mendels artikel had gelezen, maar dat hij desondanks essentiële punten als dominantie en recessiviteit, de onafhankelijkheid van erfelijke eigenschappen en het ontstaan van combinaties van eigenschappen volgens de wetten van de kansberekening niet werkelijk begreep, zelfs niet na het lezen van de artikelen van De Vries en Correns.²⁵⁵ Ook Correns heeft mogelijk pas de ratio's in zijn kruisingsresultaten herkend nadat hij Mendel had gelezen, in plaats van andersom zoals hij zich later herinnerde.²⁵⁶ Getuige een aantekening in een van zijn notitieboekjes kende hij Mendels artikel al in april 1896. Wellicht was hij het vervolgens vergeten en kwam de inhoud op een ochtend weer terug in zijn gedachten.²⁵⁷ Anderzijds wordt Correns van de drie herontdekkers wel gezien als degene die Mendels artikel het best begreep, ja zelfs verder dan Mendel dacht. Daarmee zou hij beschouwd mogen worden als de grondlegger van de mendelse genetica.²⁵⁸

Een nieuw boek

In het najaar van 1899 vond De Vries dat de tijd daar was om *Intracellulare Pangenesis* een vervolg te geven.²⁵⁹ Precies elf jaar eerder had hij het manuscript voor het boekje afgerond en naar de uitgever verstuurd. Voor de destijds verdedigde stelling dat afzonderlijke erfelijke eigenschappen zelfstandige en mengbare eenheden zijn, had hij inmiddels een enorme hoeveelheid bewijsmateriaal bijeengebracht: afzonderlijke eigenschappen kunnen van de ene naar de andere soort worden verplaatst (zoals gebleken was uit de kruisingsexperimenten); zij variëren los van andere eigenschappen binnen strikte grenzen (zoals de verschillende typen curven hadden laten zien); zij kunnen ogenschijnlijk verschijnen en verdwijnen, maar in werkelijkheid worden zij van generatie op generatie in verschillende intensiteiten doorgegeven (wat ook uit de kruisingen

was gebleken); én zij kunnen werkelijk als nieuwigheden spontaan ontstaan (zoals bij de verschillende variëteiten en monstrositeiten en bij de teunisbloem). De Vries wilde het nieuwe boek, net als *Intracellulare Pangenesis*, uit twee delen laten bestaan: één deel over nieuwe eigenschappen en één deel over kruisingen, corresponderend met de twee methoden van experimenteel onderzoek die hij destijds had geopperd en sindsdien had gevolgd. Met een variant op de titel van het vorige boek moest duidelijk worden dat dit door proeven verkregen, nieuw bewijsmateriaal voor de oude theorie bevat: 'Experimentele pangenesis'.²⁶⁰ Maar het onderzoek van het voorgaande decennium had niet alleen bewijzen voor de pangenesis maar ook voor het saltationisme opgeleverd. De nieuwe variëteiten en monstrositeiten en de nieuwe vormen van de teunisbloem waren namelijk sprongsgewijs ontstaan. Die ontdekkingen waren in de ogen van De Vries zó spectaculair dat hij er meer mee wilde doen dan ze louter presenteren als bewijsmateriaal voor de pangenesis. Eigenlijk wilde hij er wel het hoofdthema van het boek van maken, zoals opgemaakt kan worden uit een briefkaart die hij in november 1899 aan Moll schreef. Moll zou over een paar dagen naar Amsterdam komen voor de maandelijks vergadering van de Akademie van Wetenschappen en zoals vaak nodigde De Vries hem uit om na afloop te komen eten en te blijven overnachten: 'Gaarne vernam ik ook uw opinie over een boek waaraan ik bezig ben, tegen de selectieer'.²⁶¹

Moll reageerde positief. Wellicht denkend aan het geringe succes dat *Intracellulare Pangenesis* had gehad, gaf hij als advies: 'Maak het niet te kort'. De Vries nam die raad ter harte en wijdde zich de volgende twee maanden enthousiast aan het schrijven. De zaak liep echter al snel uit de hand: 'Maar nu is het ongeveer 350 bladzijden van mijn schrift geworden', schreef hij Moll in januari 1900. 'Het is veel te lang om het u voor te lezen, maar toch zou ik er zeer op gesteld zijn, dat ge het wildet lezen, en met uw aanmerkingen voorzien'.²⁶² Moll deed wat van hem gevraagd werd. Van zijn commentaar is slechts één punt bekend: hij adviseerde De Vries dringend de pangenesis uit zijn verhaal te schrappen. Die protesteerde heftig, en dat valt te begrijpen. *Intracellulare Pangenesis* was een theoretische uiteenzetting geweest zonder experimenteel verkregen bewijs. Het nieuwe boek zou nu een hoeveelheid experimenteel verkregen bewijs zonder theorie worden. En het verband met zijn eerdere boek en het werk van Darwin zou nu niemand opvallen. Niettemin deed De Vries wat Moll voorstelde: 'Ge zult thans, denk ik, geen spoor van de pangenesis meer terugvinden', schreef hij hem eind maart, nadat hij de tekst herschreven had.²⁶³ Maar het schrappen van de pangenesis was een groot offer geweest: 'Dat ging mij toen zeer aan mijn hart, omdat toch feitelijk de pangenesis het doel

van mijn werken is', schreef hij Moll enkele jaren later toen het hele boek klaar was. 'Maar thans moet ik erkennen dat ge volkomen gelijk gehad hebt, en dat het een geluk is dat ik het zoo heb veranderd. ... Want van bijna overal krijg ik blijken van sympathie en medewerking. En ik geef thans toe dat de pangensis daarin dus volkomen onnoodig was, en dus ook geen goed, maar alleen kwaad had kunnen doen, Daarenboven hebben allerlei personen die niet tegen de pangensis vooringenomen zijn zeer goed het verband ingezien zoodat het dus voor hen niet nodig was dit voorop te stellen'.²⁶⁴

Het manuscript dat De Vries Moll had laten lezen is niet bewaard gebleven. Het is daardoor niet mogelijk om door vergelijking met de tekst die uiteindelijk werd gedrukt te zeggen hoe hij de opzet van zijn betoog veranderde. Maar als hij oorspronkelijk een 'experimentele pangensis' had geschreven, dan heeft hij die rigoureuus omgevormd tot een 'experimenteel saltationisme'. Niet erfelijkheid maar evolutie is het onderwerp van de eerste 'Abschnitt' van het boek, niet de overdracht van eigenschappen via onzichtbare deeltjes maar het mechanisme waardoor nieuwe, zichtbare eigenschappen ontstaan.²⁶⁵ Het eerste woord zet al direct de toon: 'Darwin'. Die had volgens De Vries in zijn *Origin of species* twee mechanismen voor soortvorming onderscheiden: het plotseling ontstaan van nieuwe eigenschappen, de zogenoemde 'single variations', en het geleidelijk ontstaan daarvan door de langdurige selectie van kleine variaties. Wie goed Darwins boeken en diens uitgegeven brieven zou lezen, zou zien dat Darwin 'den "single variations" ein sehr grosses und oft ein überwiegendes, vielleicht sogar ausschliessliches Gewicht beilegte'. Onder druk van zijn critici was Darwin echter steeds meer nadruk zijn gaan leggen op de geleidelijke soortvorming en was hij de 'single variations' als minder belangrijk gaan beschouwen. Vooral Darwins medeontdekker van het mechanisme van de natuurlijke selectie, Alfred Russel Wallace, was er volgens De Vries verantwoordelijk voor geweest dat Darwins volgelingen de geleidelijke soortvorming als het enige geldige mechanisme waren gaan beschouwen. De 'neo-darwinisten' volgden volgens hem dan ook in feite Wallace's selectieleer en niet Darwins selectieleer.

Experimenteel onderzoek naar soortvorming was in de tijd van Darwin en Wallace nog vrijwel onbekend en daarom hadden zij voor bewijsmateriaal geput uit de resultaten van de land- en tuinbouw. Maar volgens De Vries vormen die een onbetrouwbare bron. Boeren en tuinders hebben zelden belangstelling voor wetenschappelijke problemen, en een wetenschappelijke manier van werken is hen doorgaans vreemd, zo had hij zelf bij herhaling geconstateerd. Kleine variaties, grote afwijkingen, vrije en kunstmatige bestui-

ving, bemesting, alle mogelijke methoden worden door hen gebruikt om hun producten te verbeteren en vaak ook tegelijkertijd. Aangezien het wetenschappelijk onderzoek nog steeds onvoldoende materiaal had opgeleverd moet de onderzoeker zich nog steeds veelal bedienen van voorbeelden uit de praktijk. Maar die moeten dus met een kritische blik worden bekeken, en dat is wat De Vries naar eigen zeggen in deze eerste Abschnitt doet.

Alvorens daartoe over te gaan geeft hij een historisch overzicht van het denken over variatie en evolutie (ook Darwin was zijn *Origin of species* daarmee begonnen). Achtereenvolgens bespreekt hij Linnaeus met zijn opvatting dat soorten onveranderlijk zijn omdat de natuur geen sprongen maakt ('*natura non facit saltum*') en dat de botanicus zich verre moet houden van afwijkende exemplaren ('*varietates levissimas non curat botanicus*'); zijn dogmatische volgelingen die zelfs de variëteiten die de grote meester had onderscheiden tot soorten hadden gepromoveerd; de groep Franse botanici uit het midden van de negentiende eeuw die juist veel aandacht had besteed aan de '*varietates levissimas*' en die de linneaanse soorten had opgedeeld in 'elementaire soorten' of 'kleine soorten', maar hoewel bekend met variabiliteit en lokale rassen overtuigd was geweest van hun onveranderlijkheid; Darwin die in zijn *Origin* had gepleit voor de veranderlijkheid van soorten en die het mechanisme van de natuurlijke selectie van variaties, zowel fluctuerend als plotseling ontstaan, had geïntroduceerd; Wallace die het keuzemateriaal van de natuurlijke selectie had beperkt tot de fluctuerende variabiliteit en de plotseling ontstane variaties onbelangrijk had geacht; Quetelet en Galton die met grafieken de frequentie en de grenzen van de fluctuerende variabiliteit hadden gedemonstreerd en daarmee hadden laten zien dat sprongsgewijze veranderingen van een geheel andere orde zijn; en ten slotte Galton, Dollo, Bateson, Korschinsky en vele anderen die in de jaren tachtig en negentig op vaak experimentele wijze aannemelijk hadden gemaakt dat niet de fluctuerende variabiliteit maar sprongsgewijze veranderingen het materiaal voor de evolutie moeten vormen omdat de eerste begrensde is en de tweede de grenzen doorbreekt.

De verandering van soorten, geleidelijk of plotseling, was in het begin van de negentiende eeuw 'transmutatie' genoemd. Ook Darwin had dit woord gebruikt in zijn *Origin of species*, zijn pleidooi tegen 'the immutability of species'. Zijn Franse tijdgenoten die het idee van de elementaire soorten verdedigden hadden het plotseling verschijnen van een nieuwe soort 'mutation' genoemd. De Vries blaast in zijn overzicht dit, door het op de voorgrond stellen van de geleidelijke evolutie in onbruik geraakte woordgebruik, nieuw leven in. Het ontstaan en verdwijnen van een nieuwe eigenschap noemt hij een 'mutatie',

de sprongsgewijze variabiliteit noemt hij 'mutabiliteit' en het gehele pakket van mutaties en mutabiliteit geeft hij de naam 'mutatietheorie'. Het was dit overkoepelende begrip dat hij, bij nader inzien, had gekozen als de titel van zijn nieuwe boek (dat hij, uiteraard, in het Duits schreef): *Die Mutationstheorie*.

Na dit historische overzicht geeft De Vries een lange reeks voorbeelden van nieuwe vormen en rassen waarvan het ontstaan, hetzij door selectie hetzij door plotselinge veranderingen, uit land- en tuinbouwbronnen historisch bekend is. De voorbeelden worden inderdaad, zoals beloofd, kritisch bekeken, maar hun veroordeling staat vanaf het begin al vast: het hoofdstuk waarin ze bespreekt draagt de veelzeggende titel 'Selection führt nicht zur Entstehung von Artmerkmalen'. Nog sterker dan enkele pagina's eerder benadrukt De Vries dat Darwin er oorspronkelijk ook zo over dacht: 'Nach Darwins Meinung, obgleich er diese vielleicht nie ganz scharf formulirt hat, sind es die zufälligen "single variations" durch welche die stetige Ausbildung des Formenreichthums der Organismen zu Stande gekommen ist. Die natürliche Auslese häuft somit im Laufe der Zeiten solche kleine Sprünge, wenn sie nützlich sind, an und dieses bildet das wichtigste Element in der Production neuer Formen'. De Vries' conclusie is dat de nieuwe vormen die de afgelopen eeuwen in de tuinbouw zijn ontstaan het gevolg zijn van bewuste en toevallige kruisingen en, incidenteel, mutaties, waarbij selectie uiteindelijk tot het overblijven van een elementaire soort (als onderdeel van de aanvankelijke, gemengde linneaanse soort) heeft geleid. Ook de nieuwe vormen die in de landbouw zijn ontstaan zijn elementaire soorten, maar vooral rassen; elke generatie opnieuw is namelijk selectie noodzakelijk om regressie te voorkomen.

Ter verdere ondersteuning van zijn mening bespreekt De Vries vervolgens 'Einige Streitfragen aus der Selectionslehre', waaronder de erfelijkheid van verworven eigenschappen, nuttige aanpassingen en de ongelijkheid tussen mensen. Ook bij pogingen om inzicht te krijgen in deze problemen is het volgens hem veel vruchtbaarder duidelijk onderscheid te maken tussen sprongsgewijze en geleidelijke evolutie dan alleen van de laatste uit te gaan. In het hoofdstuk 'Die Entstehung der Arten durch Mutation' bespreekt hij dan allerlei voorbeelden van nieuwe vormen die plotseling zijn ontstaan, zonder selectie, en die net als soorten ook geen selectie behoeven om hun eigenschappen te behouden. Ten slotte vat hij zijn ideeën over soorten en soortvorming in zes punten nog eens kort samen. Kernpunten zijn dat onderscheid gemaakt moet worden tussen linneaanse soorten en kleine soorten, zoals de Franse botanici hadden gesteld, en dat onderscheid gemaakt moet worden tussen variabiliteit (fluctuerende variabiliteit) en mutabiliteit (soortenvor-

mende variabiliteit), zoals Darwin destijds had gedaan. Daaruit volgt dat Darwins strijd om het bestaan, 'the survival of the fittest', zoals Herbert Spencer die had gedoopt, op een geheel andere manier moet worden gezien. De strijd speelt zich af op twee niveaus: binnen elementaire soorten en tussen elementaire soorten onderling. Bij de eerste ontstaan lokale, aan de omgeving aangepaste rassen. Bij de tweede wordt beslist welke elementaire soort overleeft en welke te gronde gaat. Nieuwe soorten ontstaan in beide gevallen niet. De lokale rassen zullen opnieuw van vorm veranderen als de omstandigheden veranderen (zij kunnen dan zelfs tot de oorspronkelijke vorm terugkeren) of, wanneer binnen de grenzen van de variabiliteit geen ruimte is voor een aanpassing aan de nieuwe omstandigheden, verdwijnen. De strijd tussen elementaire soorten onderling gaat tussen reeds aanwezige deelnemers en creëert alleen winnaars en verliezers, geen nieuwe deelnemers. Immers: 'Um mit einander in Wettstreit treten zu können, müssen die Arten erst da sein'. Dit aanwezig zijn kunnen zij aan niets anders te danken hebben dan aan een spontaan, sprongsgewijs ontstaan. 'Kurz gesagt behauptete ich somit auf Grund der Mutationstheorie dass Arten durch den Kampf um's Dasein und durch die natürliche Auslese nicht entstehen, sondern vergehen'.

Mutatie in plaats van pangensis

Aan Molls advies de pangensis niet te noemen had De Vries zich bij het herschrijven van deze eerste Abschnitt goed gehouden. Het woord komt slechts één keer voor, wanneer De Vries wijst op Darwins pangensis en niet op zijn eigen variant. Maar in tegenstelling tot wat hij aan Moll had geschreven zijn er toch wel allerlei sporen van de pangensis in de tekst te vinden. De Vries wijst zijn lezers erop dat het bij evolutie 'eigentlich gar nicht um die Entstehung von Arten, sondern um die Ausbildung von Artmerkmalen handelt', dat die 'Artmerkmale' (die hij ook wel aanduidt als 'die Elemente der Art' en 'die Einheiten') bij kruisingen kunnen mengen, dat ze latent kunnen worden en zelfs geheel kunnen verdwijnen, en dat ze tussen strikte grenzen variëren. De voetnoten bevatten bovendien vele verwijzingen naar *Intracellulare Pangensis*. Wie dat boekje had gelezen zal inderdaad weinig moeite gehad hebben de pangensis te herkennen, zoals De Vries later aan Moll zou schrijven. De Vries houdt zich angstvallig op de vlakte: 'Was Artmerkmale sind, wissen wir kaum', stelt hij. Zeker is wel dat het ontstaan ervan een fysiologisch proces is, maar hoe dit in zijn werk gaat was volgens hem nog geheel onduidelijk; het wachten is op een 'experimentelle Physiologie der Entstehung der Arten'. Het plotseling verschijnen en verdwijnen van een eigenschap presenteert De Vries

eenvoudig als een gegeven. Het woord mutatie krijgt niet haar fysiologische, pangenetische inhoud die hij ruim tien jaar eerder al had geformuleerd. Eigenlijk houdt De Vries zich niet op de vlakte, maar van de domme, daartoe gedwongen door het advies van Moll.

Concreter is De Vries in de inleiding. Hij begint die met een krachtig geformuleerde definitie van het begrip mutatietheorie:

Als Mutationstheorie bezeichne ich den Satz, dass die Eigenschaften der Organismen aus scharf von einander unterschiedenen Einheiten aufgebaut sind. Diese Einheiten können zu Gruppen verbunden sein, und in verwandten Arten kehren dieselben Einheiten und Gruppen wieder. Uebergänge, wie sie uns die äusseren Formen der Pflanzen und Thiere so zahlreich darbieten, giebt es aber zwischen diesen Einheiten ebensowenig, wie zwischen die Molecülen der Chemie.

Het is een merkwaardige definitie: niet het veranderen of ontstaan van afzonderlijke eigenschappen, maar het bestaan van afzonderlijke eigenschappen is wat onder de mutatietheorie moet worden verstaan. Ze zou beter van toepassing zijn op de pangensis. In *Intracellulare Pangensis* had De Vries namelijk geschreven:

Pangensis nenne ich ... dass die einzelnen erblichen Anlagen in der lebenden Substanz der Zellen an einzelne stoffliche Träger gebunden sind. Diese Träger nenne ich Pangene; jede erbliche Eigenschaft, sie mag bei noch so zahlreichen Spezies zurückgefunden werden, hat ihre besondere Art van Pangenen.²⁶⁶

Het lijkt erop dat De Vries een compromis had gevonden tussen zijn eigen bedoeling en Molls advies. De fysiologische ‘Pangenen’ had hij vervangen door morfologische ‘Einheiten’, ‘pangensis’ door het nieuwe begrip ‘mutatietheorie’. Een ‘mutatie’ was hierdoor van een fysiologisch veranderd in een morfologisch verschijnsel.²⁶⁷

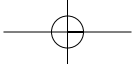
Het principe dat in de definitie van ‘mutatietheorie’ wordt verwoord leidt volgens De Vries tot twee conclusies. Ten eerste dat ‘die Arten nicht fliessend, sondern stufenweise aus einander hervorgegangen sind’ en ten tweede dat ‘nicht die Arten, sondern die einfachen Artmerkmale, die sogenannten Elemente der Art, die Einheiten sind um die es sich bei den Bastardirungen handelt’. Ook hier sprak hij in feite de taal van *Intracellulare Pangensis*. Daarin had hij enerzijds geschreven dat ‘die “artenbildende” Variabilität darauf zurückgeführt [muss] werden, dass die Pangene bei ihrer Theilung zwar in der Regel

zwei dem ursprünglichen gleiche neue Pangene hervorbringen, dass aber ausnahmsweise diese neuen Pangene ungleich ausfallen können'. En anderzijds dat 'in den Nachkommen der Bastarde eine fast unendliche Abwechslung zu beobachten zu sein pflegt, welche wesentlich auf einer in mannigfach verschiedener Weise stattfindenden Vermischung der väterlichen und der mütterlichen Merkmale beruht'.²⁶⁸ Het begrip 'artenbildende Variabilität' dient volgens De Vries vervangen te worden door het woord 'Mutabilität'; 'die von ihr bedingten Veränderungen' zijn 'Mutationen'. Daarin zijn 'progressive mutaties' en 'retrogressive mutaties' te onderscheiden. 'Die ersteren umfassen die Entstehung neuer Eigenschaften, die letzteren beziehen sich auf den Verlust bereits vorhandener'. De eerste zijn verantwoordelijk voor het ontstaan van nieuwe soorten, de tweede voor de talloze afwijkingen binnen een soort. Opnieuw weerklinkt hier *Intracellulare Pangenesis* waarin De Vries had geschreven dat door afwijkingen bij de deling van bestaande pangenen nieuwe pangenen kunnen ontstaan en dat eigenschappen kunnen verdwijnen wanneer het verantwoordelijke pangeen in aantal sterk terugloopt. Opnieuw worden oude begrippen dus vervangen door nieuwe woorden en blijven de achterliggende fysiologische processen onbenoemd. Mutaties 'sind Vorgänge, über deren Natur wir noch sehr wenig wissen', aldus De Vries.

De Vries had geen haast met zijn nieuwe boek: 'Aan de tweede aflevering denk ik pas in september aanstaande te beginnen', schreef hij Moll in januari 1900.²⁶⁹ Maar de plotselinge belangstelling van een uitgever een maand later bracht het schrijven in een stroomversnelling. 'Gisteren ontving ik een aanbod van de firma Veit & Comp. te Leipzig, geheel onverwacht, die voor mijn boek 100 mark per vel druks aanbiedt!', schreef hij aan Moll op 17 februari. Het lijkt erop dat De Vries vermoedde dat zijn vriend meer van dit aanbod afwist: 'Kent ge die firma soms, en kunt ge mij eenigzins omtrent haar inlichten; mij was zelfs de naam onbekend'.²⁷⁰ Veit zag wel brood in het boek, maar meende dat er wel iets aan gedaan moest worden om de aantrekkelijkheid ervan te verhogen: er moesten ook illustraties in de tekst komen ('die wenschen zij bepaald') en de ondertitel moest populairder ('Veit en Comp. wenschen een wijziging van den titel daar *Experimentelle Studien* hun te exclusief is; zij stellen voor *Versuche und Beobachtungen über Vererbung im Pflanzenreich* of iets dergelijks'). De Vries kon met de uitgever snel tot zaken komen: een maand na het aanbod had hij het contract in huis ('Vóór ik het tekenen zou ik het gaarne nog eens met je bespreken', schreef hij Moll).²⁷¹ Volgens het contract zou *Die Mutationstheorie* uit twee delen van elk drie afleveringen bestaan, moest het hele manuscript vóór 31 december 1902 gereed zijn en zou het in een oplage van twee-

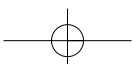
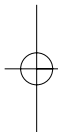
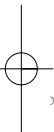
duizend exemplaren worden gedrukt.²⁷² De publicatie van de eerste aflevering werd gepland voor het najaar van 1900. Begin juli zond De Vries het manuscript daarvoor naar de uitgever²⁷³ en startte het moeizame werk van het corrigeren van de drukproeven, elke week één of twee katernen van zestien pagina's.²⁷⁴ Omdat de eerste Abschnitt korter was dan de twaalf katernen van de eerste aflevering en omdat De Vries zijn ontdekkingen bij de teunisbloem niet langer wilde uitstellen,²⁷⁵ stuurde hij ook al het begin van de tweede Abschnitt: 'Die Entstehung von elementaren Arten in der Gattung *Oenothera*'. Bij de bewijzen voor de sprongsgewijze evolutie die hij had gegeven had hij de teunisbloem nog helemaal niet genoemd.

Waarschijnlijk om de lezers nieuwsgierig te maken naar de volgende vijf afleveringen vroeg de uitgever alvast om een voorwoord voor het hele werk; dat zou dan gedrukt worden aan de binnenzijde van de papieren omslag van de eerste aflevering.²⁷⁶ Het werd een herhaling van de inleiding. Met veel sprongsgewijze evolutie: 'Aufgabe des vorliegenden Werkes ist es ... zu zeigen, dass Arten stossweise entstehen, und dass die einzelnen Stösse Vorgänge sind, welche sich ebenso gut beobachten lassen, wie jeder andere physiologische Process'. En een klein beetje pangensis: 'Der Gegensatz zwischen ... der Variabilität im engeren Sinne und der Mutabilität, leuchtet sofort ein, wenn man annimmt, dass die Eigenschaften der Organismen aus bestimmten, scharf unterschiedenen Einheiten aufgebaut sind. Das Auftreten einer neuen Einheit bedeutet eine Mutation; die neue Einheit selbst ist aber in ihren Äusserungen nach denselben Gesetzen variabel, wie die übrigen bereits vorher vorhandenen Elemente der Art'. Het voorwoord sloot De Vries met een weids vergezicht op passende wijze af: 'Die Kenntniss der Gesetze des Mutirens wird voraussichtlich später einmal dazu führen, künstlich und willkürlich Mutationen hervorzurufen und so ganz neue Eigenschaften an Pflanzen und Thieren entstehen zu lassen'. Zoals kwekers door selectie in staat waren veredelde rassen met hogere opbrengsten te kweken, zo zouden zij in de toekomst wellicht in staat zijn 'durch die Beherrschung der Mutationen dauernd bessere Arten von Culturpflanzen und von Thieren hervorzubringen'. In de eerste Abschnitt had hij enkele keren over een toekomstige 'Mutationsbeheerschung' gespeculeerd, maar dat toekomstbeeld ook gerelativeerd: 'Davon sind wir noch weit entfernt'. Hij zou er verder in het boek niet meer op terugkomen, want op dit punt stond hij werkelijk nog met lege handen. Toen Die *Mutationstheorie* gereed was schreef hij aan Moll: 'Het slot van het geheele boek is toch dat ik niet gevonden heb wat ik zocht, namelijk de methode om kunstmatig mutaties te doen ontstaan, en feitelijk ben ik daarvan nog bijna even ver



af als vóór vijftien jaar. Ik wil nu echter trachten zooveel mogelijk alleen dit doel voor oogen te houden. Want als ik dat middeltje vinden kon, zal denk ik wel de laatste twijfel aan de mutatieleer moeten verdwijnen'.²⁷⁷

Op 1 oktober controleerde De Vries de gecorrigeerde versie van het laatste katern. Enkele weken later was de eerste aflevering van *Die Mutationstheorie* gereed en vonden de eerste exemplaren hun weg naar de lezers.²⁷⁸



VI

De sprongen van de teunisbloem

1900-1935

'Ik heb thans, in de vijftien jaren die mijn proef duurt, een duizendtal mutatiën waargenomen waarbij twaalf goed onderscheiden en meestal zaadvaste soorten zijn opgetreden. Daarenboven ontstonden nog een aantal andere, onduidelijke, steriele of niet voldoende zaadvaste typen.'

Het is zaterdag 29 september 1900: de leden van de Wis- en Natuurkundige Afdeling van de Koninklijke Akademie van Wetenschappen zijn in het Amsterdamse Trippenhuys bijeen voor hun maandelijks vergadering. Hugo de Vries staat als eerste spreker op de agenda met een lezing getiteld 'Over het ontstaan van nieuwe soorten van planten'.¹ Het is een bijzondere gebeurtenis: voor de aanwezigen, want het is meer dan tien jaar geleden dat De Vries in een vergadering een lezing heeft gehouden, maar vooral voor De Vries zelf. Na jarenlang in stilte gewerkt te hebben onthult hij vandaag zijn grote ontdekking: ten minste twaalf nieuwe soorten van *Oenothera*, spontaan ontstaan door mutatie. Dat de evolutie met kleine sprongen verloopt, door Darwin al als mogelijkheid geopperd, is bewezen!

Het moment van de lezing is niet toevallig gekozen. Over een paar weken zal de eerste aflevering van *Die Mutationstheorie* uitkomen en om de aandacht op zijn geesteskind te vestigen heeft De Vries een uitgekende reclamecampagne opgezet. Sinds het voorjaar heeft hij in Duitse, Franse en Nederlandse tijdschriften al enkele 'reclameartikelen', zoals hij ze in een brief aan Moll noemt, gepubliceerd over onderwerpen die in het boek aan bod zullen komen.² Ook het tegenwoordig zo fameuze artikel over de herontdekking van de wetten van Mendel was zo'n 'vorläufige Mittheilung', zoals de ondertitel luidt. De lezing voor de Akademie is het startschot voor het eigenlijke promotieoffensief. Binnen veertien dagen volgen een kort bericht voor de Académie des Sciences

in Parijs (waarschijnlijk door Bonnier voorgelezen); een lezing (weer door Bonnier voorgelezen?) op het eerste internationale botanische congres dat wordt gehouden tijdens de Wereldtentoonstelling in Parijs⁵; een artikel in het *Album der Natuur*⁶; een lezing voor studenten in de Hortus Botanicus van Amsterdam⁶; en een heuse biografie met daarin een gedetailleerde beschrijving van de experimenten uit de jaren negentig en de aankondiging van *Die Mutationstheorie*, geschreven door De Vries' voormalige leerling F.A.F.C. Went en gepubliceerd als aflevering in de door de Haarlemse uitgever Tjeenk Willink verzorgde reeks 'Mannen en vrouwen van betekenis in onze dagen'.⁷ Zoals bedoeld blijft respons niet uit: De Vries' artikelen en lezingen worden op hun beurt weer verslagen in enkele tijdschriften en kranten, zowel in Nederland als daarbuiten. De reacties waren positief: 'Een merkwaardige ontdekking', 'een nieuw tijdperk van onderzoek is geopend', 'een werk dat een monument zal zijn voor de vaderlandsche wetenschap'.⁸

Net als in de eerste aflevering van *Die Mutationstheorie* houdt De Vries in zijn artikelen een pleidooi voor de sprongsgewijze evolutie en noemt hij de pangenesis niet. Maar vergeten was hij die uiteraard niet, zoals blijkt uit de brief die hij schreef aan William Bateson ter begeleiding van een presentexemplaar van de eerste aflevering. Het boek was 'as discontinuous as you could hope it', verzekerde De Vries hem, maar hij hoopte toch ook 'that you will see in my *Mutationstheorie* proofs for the pangenesis and that I will succeed in persuading you, what I tried to do at Cambridge, that your discontinuity and Darwin's pangenesis are founded on exactly the same principle'.⁹ Bateson was inderdaad positief over het boek, te meer daar hij tot zijn vreugde constateerde dat zijn eigen *Materials for the study of variation* door De Vries werd geciteerd. Dat stemde De Vries op zijn beurt weer tot tevredenheid, 'for there must be no discontinuity between us', zo schreef hij terug. Vol vertrouwen nodigde hij Bateson dan ook uit kritiek te spuien: 'I shall be very obliged to all criticism and remarks which may be of use to me in writing my last chapter (theory of mutations = pangenesis, you know!)'.¹⁰

Alles in één schema

Op 30 oktober 1900 stuurde De Vries aan Willem Moll het manuscript voor de tweede Abschnitt van *Die Mutationstheorie*: de beschrijving van de nieuwe soorten van *Oenothera* die in de voorgaande jaren in de proeftuin waren ontstaan, wat het bewijs moest leveren voor hetgeen in de eerste Abschnitt was beweerd. 'Er is geen pangenesis in', verzekerde De Vries zijn vriend. Althans, niet voor de onwetende lezer: 'Maar het heeft toch, meen ik, een vrij duidelijke pange-

netische strekking'.¹¹ In de tekst die uiteindelijk werd gedrukt neemt De Vries flink de ruimte voor de bewijsvoering: eerst bespreekt hij de afwijkende vormen die zijn ontstaan in de afzonderlijke cultures, elk afgeleid van één stamplant, en vervolgens bespreekt hij de vormen allemaal nog eens uitgebreid afzonderlijk. Onderwijl formuleert hij aan de hand van het gedrag van de teunisbloem 'die Gesetze des Mutirens':

- nieuwe elementaire soorten ontstaan sprongsgewijs
- zij zijn doorgaans meteen zaadvast
- zij verschillen van variëteiten
- zij treden in een vrij groot aantal exemplaren tegelijkertijd op
- de nieuwe eigenschappen zijn niet door tussenvormen met de bestaande eigenschappen verbonden
- de nieuwe eigenschappen wijken in alle denkbare richtingen af
- de nieuwe elementaire soorten treden periodiek op.

Alle nieuwe vormen van *Oenothera* die hij beschrijft noemt De Vries 'mutaties'. Volgens de definitie die hij in de inleiding had gegeven zouden het progressieve mutaties moeten zijn; maar die term gebruikt hij niet, ook niet in de theoretische paragrafen aan het einde van de Abschnitt waarin hij speculeert over de oorzaken van het ontstaan van mutaties. Aangezien de mutaties in het nageslacht van *O. lamarckiana* slechts bij enkele exemplaren, maar wel elke generatie opnieuw verschijnen, moet het latente, erfelijke eigenschappen betreffen. 'Die *Oenothera lamarckiana* erscheint für uns also beladen mit einer gewissen Anzahl von latenten Eigenschaften; sie kann diese von Zeit zu Zeit abspalten, wenn man es so ausdrücken darf. De latente eigenschappen moeten op hun beurt weer zijn ontstaan door een samenspel van inwendige en uitwendige omstandigheden. Aangezien mutaties zo zeldzaam zijn, lijkt het De Vries waarschijnlijk dat deze omstandigheden combinaties zijn van extreem gunstige en extreem ongunstige invloeden. Voor de aanduiding van dit ontstaan van latente, mutabele eigenschappen introduceert De Vries een nieuw woord: 'Prämutation'. 'Zusammenfassend gelangen wir somit zu dem Satze, dass jeder Mutationsperiode eine Prämutationsperiode vorangegangen sein muss, in der die fraglichen neuen Eigenschaften, unter dem Einflusse äusserer Umstände, latent entstanden sein müssen'.¹²

Met deze speculaties over de oorzaken van mutaties wordt het derde, slechts veertig pagina's lange Abschnitt 'Ernährung und Zuchtwahl' ingeleid. De Vries bespreekt hierin zijn proeven om met behulp van wisselende hoe-

veelheden mest, water en licht enerzijds en selectie anderzijds de vruchtlengte van *O. lamarkiana* en de hoeveelheid lintbloemen bij composieten en umbelliferen te beïnvloeden. Doel van het stuk is te laten zien hoezeer variatie en selectie met elkaar samenhangen, en hoezeer variabiliteit een geheel ander verschijnsel is dan mutabiliteit. ‘Die fluktuirende Variabilität ist also eine Erscheinung der Ernährungsphysiologie’, luidt de conclusie, ‘während von der Mutabilität die äusseren Ursachen noch völlig unbekannt sind’.¹³

Zoals de tweede Abschnitt over de nieuwe soorten bij *Oenothera* om druktechnische redenen over de eerste en tweede Lieferung van *Die Mutationstheorie* verspreid werd, zo werd de Abschnitt over voeding en selectie verdeeld over de tweede en derde Lieferung. Die laatste zou verder nog gaan bestaan uit de vierde Abschnitt waarin De Vries nogmaals de onhoudbaarheid wilde aantonen van de opvatting dat door selectie nieuwe variëteiten en soorten kunnen ontstaan. In de eerste Abschnitt had hij dat al betoogd en daarbij enkele van zijn in de jaren negentig uitgevoerde experimenten genoemd, maar nu gaat hij daar nog eens nader op in en voert hij nog meer experimentele bewijzen daarvoor aan.

Uit zijn kweekproeven van de jaren negentig had De Vries geconcludeerd dat er onderscheid gemaakt moet worden tussen variëteiten en monstrositeiten: de eerste geven niet of nauwelijks atavisten, de tweede geven veel of zeer veel atavisten, maar door selectie kan het percentage atavisten met meer of minder succes verminderd worden (zie blz. 253). Dat onderscheid had hij eerder in *Die Mutationstheorie* opnieuw gemaakt en bovendien in (uiteraard bedekte) pangenetische termen verklaard. Een variëteit had hij gedefinieerd als een vorm die in vergelijking met het wildtype één of enkele kenmerken heeft verloren doordat die latent zijn geworden.¹⁴ Monstrositeiten had hij gedefinieerd als vormen waarbij één of meer latente, afzonderlijke eigenschappen zichtbaar zijn geworden: ‘Die ... beruhen auf latenten erblichen Anlagen, welche sich von Zeit zu Zeit, in einzelnen Zweigen oder Blättern u.s.w. äussern’ (en zich dus duidelijk onderscheiden van de nieuwe vormen van de teunisbloem die in hun gehele uiterlijk zijn veranderd).¹⁵ Bij zijn kweekproeven was De Vries enkele keren soorten tegengekomen die zowel karakteristieken van variëteiten als van monstrositeiten hadden vertoond, onder andere *Linaria vulgaris* (Vlasbekje) en *Antirrhinum majus* (Grote leeuwenbek). Uit de gewone *Linaria* waren soms exemplaren ontstaan waarbij de tweezijdig symmetrische bloemen waren veranderd in radiaal-symmetrische, zogenaamde pelorische bloemen. De (vrijwel steriele) pelorische exemplaren hadden 90% pelorische en 10% niet-pelorische exemplaren gegeven. Uit de gewone rode *Antirrhinum* waren soms exemplaren met witte of gele bloemen ontstaan, vaak met rode

strepen. Uit de gestreepte planten waren zowel gestreepte (met verschillende breedtes) als geheel rode exemplaren ontstaan. Beide soorten konden dus een eigenschap verliezen (de tweezijdig symmetrische vorm, de egaal rode kleur), maar dat verlies was niet volledig, zoals uit de volgende generatie bleek.¹⁶

De Vries begon aan de vierde Abschnitt met het beschrijven van zijn experimenten met deze twee soorten om daarmee de verschijnselen variëteit en monstrositeit te illustreren, maar liep spoedig vast. Hij riep daarom Moll maar weer te hulp. 'De quaestie atavisme is nogal ingewikkeld, en ik zou gaarne weten of ge mijn ontwikkeling goedkeurt. Ik heb mijn proeven over pelorische *Linaria* en gestreepte bloemen geschreven, dat zijn de meest volledige voorbeelden m.i. Mag ik u die thans zenden (1 1/2 vel druks) en zoudt ge ze dan voor zaterdag 29 december [1900] kunnen lezen? Inmiddels schrijf ik dan de andere gevallen met theorie en samenvatting wachtende tot nader order'.¹⁷ De volgende dag stuurde hij het manuscript op, maar voegde er nog een uitgebreide toelichting bij.¹⁸ Variëteiten en monstrositeiten had hij samen met de soort in één schema ondergebracht en hij was zo tot vijf typen gekomen. In het geval van *Antirrhinum* waren dat:

1. De soort, rood, zaadvast
2. De variëteit, geel of wit, zaadvast
3. Het smalgestreepte ras, dat zeldzaam sectoriale en knop- en zaadvariatie heeft
4. Het breedgestreepte ras, dat deze drie zeer veel heeft
5. Het roode ras, dat inconstant is, en weer gestreepte geeft.

Elk van de vijf typen ontleende zijn kenmerken aan zijn pangenetische samenstelling:

Nu stel ik verder: een eigenschap kan

- a. ontbreken
- b. aanwezig zijn (actief)
- c. latent of semilaten (dat is hetzelfde en hangt m.i. van uitwendige invloeden af).

Dan heb ik als ik noem

W = wit aanwezig actief w = wit latent w o = o [afwezig-EZ]

R = rood actief r = rood latent r o = afwezig

no. 1 soort =	$R + w o$
no. 2 variëteit =	$W + r o$
no. 3 halfras =	$W + r$
no. 4 tusschenras =	$W + R$ (op Mendelmanier liggend)
no. 5 [dubbelras-EZ] =	$w + R$

De soort en de variëteit zouden dus van twee antagonistische eigenschappen er één dragen, waardoor atavisten zijn uitgesloten. Van een monstrositeit zouden er dus drie typen zijn (hier 'rassen' genoemd) die elk twee antagonistische eigenschappen dragen waardoor er wél atavisten kunnen verschijnen:

Constantie = 100% zaadvast, berust op afwezigheid van de antagonistische eigenschap; inconstantie op aanwezigheid daarvan in een latenten toestand.

De combinaties van twee antagonistische eigenschappen van ongelijke natuur koppelde De Vries aan twee van de typen curven die hij tijdens zijn experimenten had geconstrueerd:

De Halbrassen schijnen in 't algemeen gekenmerkt te zijn door halve Galtoncurven; de Doppelryassen door de tweetoppige curven der monstrositeiten. Is dit zoo, dan pleit het meteen voor hare naam.

Bij het halfras zou dus de top worden gevormd door de atavisten en is het geringe aantal exemplaren met de afwijkende vorm verborgen in een kleine symmetrische curve die voor een deel samenvalt met de aflopende lijn van de curve van de atavisten. Bij het dubbelras is het aantal exemplaren met de afwijkende vorm groter en de symmetrische curve ervan daarom duidelijk te onderscheiden van de halve curve van de atavisten. De eerder gemaakte typeringen dat een halve curve de typische uitdrukking is van een variëteit (de onvolkomen uitdrukking van een nieuw pangeen naast het wildtype) en dat de tweetoppige curve de typische uitdrukking is van een monstrositeit ('une race à deux types') had De Vries dus herzien; beide typen curven gelden nu voor monstrositeiten. Het verschil tussen beide curven zou worden veroorzaakt doordat de monstreuze eigenschap hetzij de actieve, hetzij de latente is:

Tot de halfrassen behooren alle toevallige monstrositeiten, fasciatie, klemdraai, bont, bladsplijting, enz. enz. Zij hebben halve curven. Tot de dubbelrassen behooren dezelfde, zoodra zij 30-50% erfelijk zijn (tusschengraden schijnen te ontbreken).

De derde mogelijke combinatie van antagonistische eigenschappen, het tussenras, is voor De Vries voornamelijk een theoretische mogelijkheid. Het is, zo schrijft hij in zijn toelichting aan Moll, een bastaard van een halfras en een dubbelras. In zijn culturen had die meestal ontbroken 'of ik heb de bastarden tot nu toe niet van een der ouders kunnen onderscheiden'. De combinatie van twee eigenschappen in latente toestand die logischerwijs ook uit die kruising moet kunnen ontstaan, ontbreekt in het schema.

Het uitdenken van het schema was vergezeld gegaan van een herinterpretatie van de begrippen 'actief' en 'latent' uit de pangenesis. In *Intracellulare Pangenesis* had De Vries voor de beide begrippen geen duidelijke definitie gegeven. Of een pangeen werkzaam is of niet hangt af van de plaats (celkern of protoplasma), het aantal (veel of weinig) en de omstandigheden (prikkel of niet), maar geen van deze is op zichzelf beslissend (blz. 216-217). Nu staan beide begrippen voor een toestand die in elk geval met het aantal aanwezige identieke exemplaren niets te maken heeft:

Dan kom ik uit met maar twee toestanden voor elke eigenschap aan te nemen, namelijk de actieven en de latente (semilatenste). De stelling in mijn Pangenesis-boekje over het wisselend aantal pangenen vervalt dan voor de mutabiliteitsleer (de leer der eenheden der eigenschappen) en wordt beperkt tot de variabiliteitsleer waar zij best op haar plaats is. Want: de Mutabiliteit is 'nucleair' en de Variabiliteit somatisch. ... De stelling is dus: elke eigenschap is in ... [de] kern vertegenwoordigd óf niet, óf door een slapend pangeen, óf door een actieve. Andere gevallen komen niet voor.

Van verschijningsvormen van erfelijke eigenschappen zijn 'actief' en 'latent' nu veranderd in karakteristieken van de dragers van de erfelijke eigenschappen. Wat eerst gevolgen waren, zijn nu oorzaken.¹⁹ En van Darwins pangenesis was De Vries nu opnieuw een stap verder verwijderd.

De nieuwe definities gaven naar De Vries' idee ook een beter inzicht in de aard van de verschillende typen kruisingen die hij eerder had onderscheiden: 'Met de Mendelwet en met de erbungleiche Kreuzung meen ik dat het nieuwe pangenesisprincipe goed uitkomt, tenminste beter dan het oude'. Een 'erbungleiche' (mendelse) kruising zou volgens het nieuwe principe een kruising zijn tussen een plant met actieve pangenen en latente pangenen (voor dezelfde eigenschap), en een 'erbungleiche' kruising een kruising tussen een plant met actieve pangenen en geen pangenen (voor dezelfde eigenschap).

Het lijkt erop dat De Vries flink had zitten worstelen om zijn pangenesis en zijn onderzoeksresultaten in één schema te combineren. 'Vermoeiend, hè?'

zo besloot hij zijn toelichting voor Moll. En dat hij bovendien zijn nieuwe pangensisprincipe nog niet goed had begrepen. ‘Wit’ is nu namelijk ook een actieve eigenschap, terwijl er tegelijkertijd ‘latent rood’ bestaat en bovendien ‘latent wit’. In *Die Mutationstheorie* publiceerde De Vries een aanmerkelijk gewijzigd schema. Of hij zichzelf heeft gecorrigeerd of dat de verandering van Moll afkomstig is blijkt uit de correspondentie niet.

Die normale Eigenschaft sei: Die Anomalie sei:

I	activ	latent
II	activ	semilaten
III	Beide halten sich ungefähr das Gleichgewicht	
IV	semilaten	activ
V	latent	activ

I heet nu ‘Ursprüngliche Art’, V ‘constante Varietät, II ‘Halbrasse’, III ‘Mittlerasse’, en van IV betwijfelt De Vries sterk of die in de natuur voorkomt. En zo is van *Antirrhinum majus* I nu ‘systematischen Art’ en V ‘systematischen Varietät’; is II ‘einfarbig roth, aber mit unvollkommener Erblichkeit’, bezit III ‘gestreiften Blumen und starker fluktuirender Variabilität’, terwijl IV niet bestaat.²⁰ Het verschil tussen II en III is dat bij III de anomale eigenschap een grotere neiging heeft zich te uiten dan bij II. De halve Galtoncurve koppelt De Vries nu dan ook aan zowel II als III, met dit verschil dat in geval III de curve door voeding en selectie sneller in een symmetrische of tegengestelde curve is om te vormen dan bij II. De eerder als typische uitdrukking van een monstrositeit bestempelde tweetoppige curve noemt De Vries niet meer. Verder is ‘semilaten’ niet meer hetzelfde als ‘latent’ maar een duidelijk andere, dus derde toestand: ‘Eine semilaten Eigenschaft kann in vielen Exemplaren und Organen latent bleiben, während sie in anderen activ wird. Eine eigentliche latente Eigenschaft wird dagegen nur höchst selten activ’.²¹

Maar ook het nieuwe schema bevat onlogische elementen. Het latent worden van de actieve eigenschap zou automatisch gepaard gaan met het actief worden van de antagonistische latente eigenschap. Ook de soort en de variëteit hebben nu namelijk een dubbele natuur. Niet alleen is dat mechanisme op zich al merkwaardig, de dubbele natuur maakt ze tot monstrositeiten. De Vries definieert die namelijk als ‘Combinationstypen, durch Verbindung zweier (oder mehrerer) antagonistischen Merkmale entstanden’.²² Uit een brief aan Went van enkele jaren later blijkt dat De Vries met de monstrositeiten niet goed raad had geweten. ‘Die ongelukkige half- en middenrassen zijn

een ramp, de dingen zelf zoowel als de namen', schreef hij naar aanleiding van een opmerking van Went erover. 'Maar zij bestaan en zijn uiterst algemeen, veel algemeener dan men zou vermoeden, men vindt ze telkens en telkens'.²³ De monstrositeiten zouden spoedig uit De Vries' publicaties verdwijnen: hij zou er nog maar nauwelijks mee werken.

De discussie met Moll over dit gedeelte van het boek leverde waarschijnlijk nóg een nieuwigheid op. Naast de progressieve mutatie (het ontstaan van een nieuwe eigenschap) en de retrogressieve mutatie (het latent worden van een actieve eigenschap) stelt De Vries de degressieve mutatie: het verschijnen van een eigenschap die eerder was verdwenen, oftewel het wederom actief worden van een latent geworden eigenschap. Hij voert het namelijk op als het tweede mechanisme waardoor variëteiten en monstrositeiten kunnen ontstaan. Theoretisch gezien was de degressieve mutatie de logische tegenhanger van de retrogressieve mutatie, maar kennelijk was De Vries er nog niet eerder opgekomen.²⁴

De nauwe samenhang tussen soorten, variëteiten en monstrositeiten en tussen de drie verschillende typen mutaties beschrijft De Vries in de eerste drie inleidende paragrafen van de vierde Abschnitt. Uit de combinatie tussen beide groepen verschijnselen leidt hij de verschillende mogelijkheden tot het ontstaan van nieuwe soorten af: 'Die Fortschritt im Stammbaume beruht nothwendiger Weise auf Progression, auf der Bildung neuer Eigenschaften; der überwaltigende Formenreichthum aber beruht daneben auf dem gelegentlichen Verschwinden bereits vorhandener, und der Activirung latenter Eigenschaften'. Schematisch weergegeven: nieuwe soorten ontstaan door

- A. het ontstaan van nieuwe eigenschappen: progressieve soortvorming
- B. zonder het ontstaan van nieuwe eigenschappen:
 1. door latent worden van actieve eigenschappen: retrogressieve soortvorming
 2. door actief worden van latente eigenschappen: degressieve soortvorming.

Bovendien kunnen nieuwe soorten ontstaan door bastaardering: bestaande eigenschappen kunnen op een nieuwe manier gecombineerd worden. Nieuwe eigenschappen ontstaan daarbij uiteraard niet. De Vries beschrijft zijn nieuwe inzichten allemaal, het advies van Moll getrouw, zonder tot het niveau van de pangenen af te dalen. Voor zijn lezers bleef het 'nieuwe pangensisprincipe' dan ook verborgen.²⁵

De resterende vijf paragrafen van de vierde Abschnitt vulde De Vries met

een groot aantal voorbeelden waarbij het scala van soort – halfras – middenras – variëteit valt te herkennen, waaronder de gestreepte bloemen van *Antirrhinum majus* en de pelorische bloemen van *Linaria vulgaris*.²⁶ Opnieuw viel het schrijven niet mee en riep hij de hulp van Moll in, en opnieuw werd het manuscript aanzienlijk bijgesteld. ‘Toen je hier waart had ik wel het gevoel van iemand wien een kies getrokken wordt en misschien heb ik dat ook niet kunnen verbergen’, schreef hij zijn vriend eens na een bezoek. Maar Molls advies stelde hij steeds op hoge prijs en volgde hij toch altijd op: ‘Ik heb nu twee nieuwe paragrafen bij de inleiding geschreven, die ik hoop dat ze zullen voldoen, en ik heb ook besloten het geheele hoofdstuk over zuiverheid en onzuiverheid van tuinbouwzaad en tuinvariateiten er uit te nemen en in deel II achter de bastaarden te zetten. Je vond dat dit hoofdstuk óf sterk verkort, óf weggelaten moest worden’. En toen *Die Mutationstheorie* helemaal af was: ‘Erg moeilijk blijft de derde aflevering, en zoo ge daarin niet zoo flink het mes gezet hadt, denk ik dat die geheel onbegrijpelijk zou gebleven zijn.’²⁷

Net als bij de verschijning van de eerste *Lieferung* liet De Vries het verschijnen van de twee volgende afleveringen (in respectievelijk mei en september 1901) vergezeld gaan van enkele ‘reclame artikelen’. Op de bijeenkomst van de vereniging Het Nederlandsch Natuur- en Geneeskundig Congres (die om de twee jaar werd belegd) op 12 april hield hij de lezing ‘Over het ontstaan van soorten door mutatie’. De tekst werd opgenomen in de *Handelingen* van de bijeenkomst, in het *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde* en het *Album der Natuur*.²⁸ Later in het jaar verschenen in het *Album* nog twee artikelen over de mutatietheorie.²⁹ De bijeenkomst van de afdeling natuurwetenschappen van het *Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte* op 26 september in Hamburg (onder voorzitterschap van Van ’t Hoff, sinds 1896 hoogleraar in Berlijn), benutte De Vries om zijn inzichten naar voren te brengen voor het buitenlandse publiek. Samen met de hoogleraar paleontologie E. Koken uit Tübingen en de hoogleraar zoölogie H.E. Ziegler uit Jena gaf hij er een overzicht van de actuele stand van het evolutieonderzoek.³⁰ Ook deze lezing verscheen in drie verschillende edities in druk: in de *Verhandlungen* van de bijeenkomst, het populaire tijdschrift voor kunst, cultuur en wetenschap *Die Umschau* en (in uitgebreide vorm) als afzonderlijke brochure, uitgegeven door dezelfde uitgever als van *Die Mutationstheorie*.³¹ Ook Moll hielp bij het propagandaoffensief. Net als hij ruim een decennium eerder had gedaan bij het verschijnen van *Intracellulare Pangenesis* schreef hij een uitvoerige samenvatting.³² En net als de vorige keer was De Vries zeer tevreden over het exposé, en hij niet alleen: ‘Ook Wies is daarmee zeer ingenomen’, schreef hij Moll.³³

In de lezingen en artikelen volgt De Vries nauwkeurig de inhoud van *Die Mutationstheorie* en houdt hij zich precies aan het uitdrukkelijke advies van Moll de pangeneses buiten beschouwing te laten. In de Hamburgse lezing van september 1901 en het gelijktijdig verschenen artikel in het *Album der Natur* behandelt hij echter ook een idee dat niet in het boek voorkomt, wellicht juist omdat het direct op de pangeneses aansloot: de stelling dat elke soort is opgebouwd uit een beperkt aantal 'elementare Eigenschafte'. Hij gaat zelfs zover te speculeren over het aantal eigenschappen (dus typen pangenen) dat een organisme zou kunnen bezitten. De opvatting dat planten- en diersoorten schoksgewijs ontstaan zou volgens De Vries onvermijdelijk leiden tot 'de voorstelling dat in de ontwikkelingsgeschiedenis van elke soort perioden van veranderlijkheid met perioden van onveranderlijkheid hebben afgewisseld. En daaruit volgt verder dat het aantal dier perioden voor elke soort zeer bepaald moet wezen; de mutatiën zelve moeten telkens geschied zijn in korte perioden die door lange tijden van rust van elkander gescheiden zijn'. De bladen, bloemen en vruchten van hogere planten die in Egyptische graven waren gevonden, waren allemaal identiek met nog steeds voorkomende soorten. Een periode van onveranderlijkheid, tussen twee mutaties in, zou voor deze soorten dus ten minste vierduizend jaar moeten duren. William Thompson, lord Kelvin, hoogleraar natuurkunde aan de universiteit van Glasgow, had recentelijk op basis van de afkoeling van de aardkorst berekend dat het leven op aarde ongeveer 24 miljoen jaar geleden begonnen kan zijn. 'Is de gemiddelde tijdsruimte tusschen twee mutatiën vierduizend jaren of meer, dan volgt uit onze vergelijking [24 miljoen / 4000] dat de bedoelde planten zesduizend mutatiën of minder doorlopen hebben om hun tegenwoordigen hoogen graad van organisatie te bereiken'. En aangezien 'elke mutatie berust op het optreden van een nieuwe eigenschap' moeten de hogere planten ongeveer zesduizend eigenschappen bevatten. De Vries vermoedde dat dat aantal te hoog is: veel eigenschappen zijn namelijk combinaties van eigenschappen, veel eigenschappen (bloemkleur, bladvorm) komen bij veel en onderling zeer verschillende soorten voor, en de nieuwe vormen van de teunisbloem laten zien dat één mutatie heel verschillende effecten kan hebben. Hij benadrukt dan ook dat zijn berekening slechts een idee geeft van de 'grenswaarden' voor het gemiddelde aantal eigenschappen dat hogere planten en dieren bezitten.

Pro en contra

Die Mutationstheorie werd zeer verschillend ontvangen: volledige acceptatie, volledige verwerping en alle gradaties daar tussenin. Afhankelijk van de eigen

overtuiging werd de theorie heel verschillend geïnterpreteerd, en lang niet altijd op een manier zoals De Vries die had bedoeld.³⁴ Zo waren er die de mutatietheorie als geheel in tegenspraak met het darwinisme beschouwden. Karl Camillo Schneider, privaattoecent zoölogie aan de universiteit van Wenen, zag in haar een hoogst wenselijk nieuw verklareingsmodel dat zowel het darwinisme als het lamarckisme, beide naar zijn idee reeds lang onhoudbaar gebleken, volkomen overbodig maakte. Volgens hem kwam de theorie geheel tegemoet aan de drie grote problemen die het evolutievraagstuk kenmerkten: het ontstaan van variatie, de erfelijkheid van variatie en het overleven van bepaalde varianten.³⁵ Ook Lucien Cuénot, hoogleraar zoölogie aan de universiteit van Nancy, meende dat het plotselinge ontstaan van mutaties, hun volkomen erfelijkheid en de ineffectiviteit van kleine variaties volkomen vreemd zijn aan zowel darwinisme als lamarckisme. Dat mutaties geheel zonder de invloed van de omgeving ontstaan beschouwde Cuénot als het meest originele, maar tegelijkertijd ook het moeilijkst te accepteren onderdeel van de mutatietheorie.³⁶ De jonge Weense filosoof Max Steiner constateerde tot zijn genoegen dat De Vries met zijn theorie een ‘Vernichtungskrieg gegen den Darwinismus’ voerde en de bijl in de oude theorie had gezet. ‘Erbarmungslos reisst er eine Faser nach den anderen von den heiligen Bäumen weg, die man vier Jahrzehnte hindurch bei Strafe der wissenschaftlichen Ächtung auf den Knien anzubeten hatte’. Met verbazing vroeg hij zich af waarom De Vries niet de laatste stap had gezet door te stellen dat het hele evolutiedogma een grondige herziening behoeft.³⁷ Eberhard Dennert, bioloog, filosoof en docent aan het Evangelisches Pädagogium in Bad Godesberg, meende eveneens dat De Vries geheel onnodig nog aan Darwins selectiegedachte vasthield. Voor nuttige mutaties zou men zich nog wel een bevoordeling door selectie kunnen voorstellen, maar op neutrale mutaties zou de strijd om het bestaan geen enkel effect hebben, en schadelijke mutaties zullen altijd verdwijnen, daar is geen strijd voor nodig. ‘Für den Darwinismus ist die neue Lehre ein schwerer Schlag’, stelde Dennert dan ook in zijn in 1906 uitgegeven boekje over de recente ontwikkelingen op het gebied van de evolutieleer, veelzeggend getiteld *Vom Sterbelager des Darwinismus*.³⁸ En Albert Dastre, hoogleraar algemene fysiologie aan de Sorbonne in Parijs, stelde eenvoudig (en met groot genoegen): ‘La doctrine de H. de Vries s’oppose à celle de Darwin sur presque tous les points’.³⁹

Sommigen ondersteunden hun lof voor de mutatietheorie met nieuwe voorbeelden van mutaties. Karl Domin, hoogleraar botanie in Praag, meldde de waarnemingen van plotseling ontstane veranderingen bij *Potentilla*, *Primula* en *Picea*.⁴⁰ De Noorse botanicus Jens Holmboe vond een groot aantal afwijken-

de vormen van *Anemone hepatica* nabij Oslo en vermoedde een ‘Mutationszentrum’ ontdekt te hebben.⁴¹ Julius Wiesner, hoogleraar plantenfysiologie aan de universiteit van Wenen, liet met vreugde weten nu eindelijk een bevestiging te hebben gekregen van zijn vermoeden over het ontstaan van *Lysimachia zawadskii*, een vorm die hij vijftig jaar eerder had gevonden in de omgeving van Brünn en sindsdien nooit meer had waargenomen. Hij had nog eens pogingen gedaan de vorm uit *Lysimachia nummularia* (Penningkruid) te verkrijgen door de groeiomstandigheden te variëren, maar deze waren mislukt; waarop Wiesner geconcludeerd had dat de vorm spontaan was ontstaan, ‘kurzum ein Beispiel von Mutation, im Sinne von De Vries’.⁴² De diatomeeënkenners Otto Müller uit Berlijn ontdekte bij zijn onderzoek naar soorten uit het geslacht *Melosira*, verzameld in het Njassameer in Tanganjika en het Müggelmeer bij Berlijn, drie verschillende typen waarvan hij vermoedde dat ze door mutaties waren ontstaan. Eén van de in Afrika gevonden vormen, nog niet eerder beschreven, doopte hij ter ere van De Vries *Melosira de Vriesii*.⁴³ Anderen rapporteerden mutaties bij onder andere orchideeën, de aardappel en *Commelina nudiflora*.⁴⁴ J.C. Willis, directeur van de botanische tuin op Ceylon, liet weten de bewijzen voor de mutatietheorie overal om zich heen te zien. Ceylon kende zo’n achthonderd endemische soorten waarvan twee derde slechts in heel beperkte gebieden voorkwam, bijvoorbeeld op één bergtop of één klein plekje in het oerwoud. Aangezien de leefomstandigheden op de ene bergtop of in het ene stukje bos niet verschilden van die op een andere bergtop of in een ander stukje bos, was het volgens hem zeer onwaarschijnlijk dat de endemen waren ontstaan door natuurlijke selectie van nuttige eigenschappen die hen voor specifiek die ene groeiplaats geschikt hadden gemaakt. Vaak groeiden zij bovendien te midden van verwante soorten waarmee zij de concurrentie hadden moeten aangaan, en daarmee waren de verschillen soms zodanig dat van een geleidelijke verandering geen sprake kon zijn geweest. De soorten moesten volgens hem dus wel door mutatie zijn ontstaan.⁴⁵

Indirect bewijs voor de mutatietheorie leverde Wilhelm Johannsen, hoogleraar aan de landbouwkundige hogeschool in Kopenhagen. Johannsen had gedurende een reeks van jaren selectieproeven uitgevoerd met erwten-, bonen- en gerstsoorten (alle vrijwel strikte zelfbestuivers) waarbij hij had geselecteerd op gewicht en grootte van de vruchten en het aantal zaadknoppen. Hij ontdekte dat de soorten bestonden uit een aantal typen waarbinnen door selectie nauwelijks verschuiving van de gemiddelde waarde kon worden bewerkstelligd; Johannsen noemde deze typen ‘reine Linien’. ‘Eine Selektion in Populationen wirkt in meinen Fällen nur insofern sie Repräsentanten schon

existierender Typen auserwählt’, concludeerde hij. ‘Diese Typen werden nicht successive gebildet, etwa durch Schutz derjenigen Individuen welche in der betreffende Richtung fluktuierend variieren; sie werden aber gefunden und isoliert’. Het leek er dus sterk op dat erfelijke eigenschappen standvastig zijn, ongevoelig voor selectie, en veranderingen alleen door mutaties kunnen ontstaan.⁴⁶ De Vries reageerde enthousiast op Johannsens ontdekking: ‘Ihre reinen Linien sind offenbar nichts anderes als meine elementaren Arten, und bilden einen mir sehr lieben und wie mir scheint sehr wichtigen Beitrag zur Auflösung der älteren Arten in ihre wirklichen Bestandteile’.⁴⁷ Maar daar was Johannsen toch niet zo zeker van, zo schreef hij terug. Kon men bij kruisbestuiving binnen eenzelfde soort eigenlijk wel van ‘reine Linien’ spreken? Bestonden er binnen een elementaire soort niet meerdere ‘reine Linien’ naast elkaar? ‘Ihr Begriff Elementar-Art ist also an und für sich = “Reine Linien”, aber die faktischen Pflanzen womit anfangs operiert wurden, könnten vielleicht mehreren Linien gehörig oder “Linienbastarde” gewesen sein’.⁴⁸

Er waren er ook die geen tegenstelling tussen de mutatietheorie en andere evolutionaire theorieën zagen. Richard von Wettstein, Eugen Warming en Simon Schwendener, hoogleraren botanie in respectievelijk Wenen, Kopenhagen en Berlijn, konden het optreden van mutaties uitstekend combineren met hun lamarckistische overtuiging.⁴⁹ Leo Errera, hoogleraar plantkunde aan de universiteit van Brussel, zag in de mutatietheorie ‘le complément le plus important que la théorie de l’évolution ait reçu depuis Darwin’. Volgens hem vormden De Vries’ mutatietheorie en Darwins selectietheorie een harmonieus geheel en stonden beide absoluut niet tegenover elkaar. Net als de darwinisten beschouwde De Vries immers de natuurlijke selectie als de voornaamste factor in het proces van soortvorming.⁵⁰ Ook Louis Blaringhem, docent landbouwkunde aan de Faculté des Sciences in Parijs, dacht er zo over: ‘La théorie de la sélection de Darwin reste entière’.⁵¹ Carl Detto, assistent aan het botanisch instituut van Jena, zag in de mutatietheorie eveneens grote overeenkomsten met Darwins selectietheorie: De Vries had slechts geprobeerd te bepalen welke van de verschillende vormen van variatie die Darwin had onderscheiden beslissend is in het evolutieproces.⁵² Ludwig Plate, hoogleraar zoölogie aan de Landwirtschaftliche Hochschule in Berlijn, zag zelfs nauwelijks verschil tussen de mutatietheorie en de selectietheorie. Ook in de mutatietheorie was de natuurlijke selectie immers de richtinggevende factor. Bovendien waren De Vries’ mutaties volgens hem juist dat wat Darwin als variatie had aangeduid. Darwin had de fluctuerende variabiliteit geheel buiten beschouwing gelaten omdat die niet erfelijk is en dus geen betekenis voor

de evolutie heeft. De Vries had Darwin volgens hem op dit punt geheel verkeerd begrepen. Ingrijpende mutaties zoals bij *Oenothera* hadden volgens Plate weinig evolutionaire waarde. Ten eerste zijn ze daarvoor te zeldzaam, en ten tweede wijzigen ze het gehele aanzien van de plant terwijl voor het overleven van een soort het van belang is dat elk orgaan zich zelfstandig kan aanpassen. Ingrijpende mutaties waren niet het materiaal voor de ontwikkeling van de 'Hauptäste des Stammbaumes', hooguit voor het ontstaan van 'unbedeuten-de Seitenzweige'. Voor Plate, neo-lamarckist, was de mutatietheorie slechts een 'modifizierte Selectionstheorie' en hij typeerde De Vries als neo-darwinist.⁵³ August Weismann, algemeen als de voorman, zo niet de uitvinder van het neo-darwinisme beschouwd, dacht daar echter anders over. Uitgaande van zijn eigen erfelijkheidstheorie (zie blz. 218-219) veronderstelde hij dat bij De Vries' mutaties er veel meer 'iden' een gelijksoortige verandering hadden ondergaan dan bij een (darwinistische) variatie. Dat had hij ooit zelf al eens bedacht en leek nu dus door De Vries bevestigd te worden. In genetisch opzicht was er volgens hem dan ook geen principieel verschil tussen mutatie en variatie. Verschil was er wel in evolutionair opzicht. De kleine, door selectie geleide variaties waren aanpassingen aan de omstandigheden. Aanpassing was naar zijn mening het essentiële kenmerk van soortvorming, en de spontane, willekeurige en richtingsloze mutaties waren daar per definitie mee in tegenspraak. Alleen op 'das kleine Feld der indifferenten Characteren' zag Weismann een rol voor mutaties weggelegd. Ook De Vries' bewering dat kleine variaties nooit gefixeerd kunnen worden door selectie bestreed Weismann. Aanvankelijk zullen slechts enkele iden het afwijkende karakter dragen, maar in de loop der generaties zullen de 'Rassen-Iden' steeds meer de overhand krijgen. En de natuur houdt niet op te selecteren, zoals een kweker, maar gaat eeuwig voort.⁵⁴ Hans Driesch, privaatdocent in Heidelberg, vond eveneens maar weinig darwinisme in de mutatietheorie terug. De Vries had volgens hem van het hele darwinistische bouwwerk slechts een negatief werkende selectie laten staan. Daarbij had hij nog maar een deel van het soortvormingsvraagstuk opgehelderd. Het ontstaan van een eigenschap kan met een mutatie worden verklaard, maar of de eigenschap voordelig of nadelig uitvalt is een kwestie van geheel andere orde. 'Die Mutation schafft den Typus und die Organisationshöhe, die Adaption die funktionellen Ausprägung'. De mutatietheorie gaf volgens Driesch een goede basis voor een wetenschappelijke 'Organisatorik', maar voor een gedegen 'Regulatorik' schoot zij tekort.⁵⁵

Raoul Francé, botanicus en microbioloog uit München, meende echter weer dat De Vries met de mutatietheorie darwinisme, lamarckisme en sprongsgewij-

ze veranderingen op een schitterende wijze had verenigd. Immers, uitwendige invloeden, lokale omstandigheden, aanpassingen, de strijd om het bestaan en de natuurlijke selectie doen allemaal hun invloed gelden op het lot van een mutatie. Om al deze mechanismen zowel afzonderlijk als in samenhang te kunnen begrijpen moest volgens Francé voor elk organisme een streven naar doelmatigheid aangenomen worden, waarmee hij ook het neo-vitalisme onder de ‘nakomelingen’ van het oorspronkelijke darwinisme opnam.⁵⁶ Carl Correns, hoogleraar botanie in Leipzig en een van de twee andere herontdekkers van de wetten van Mendel, meende net als Francé dat soortvorming meer oorzaken moet hebben en dat niet één mechanisme zaligmakend is: mutaties waarvan het succes door selectie wordt bepaald, variaties veroorzaakt door leef- en groeiomstandigheden en die tot aanpassingen kunnen leiden, en kruisingen waardoor nieuwe combinaties van eigenschappen ontstaan.⁵⁷ Georg Klebs, hoogleraar in Halle, drukte zich op dezelfde wijze uit hoewel ook hij, net als Weismann, geen duidelijk verschil zag tussen Darwins variatie en De Vries’ mutaties.⁵⁸ Arnold Lang, hoogleraar zoölogie in Zürich, betoogde in 1905 dat hij bij zijn onderzoek bij slakken vaak tussen twee geheel verschillende vormen een hele reeks tussenvormen had waargenomen. Hij concludeerde dat erfelijkheid zeer variabel is en dat een overgeërfde eigenschap de ene keer een grotere variatie kan vertonen dan een andere keer. Tussen verschillen in kwantitatieve zin (variatie) en kwalitatieve zin (mutatie) was volgens hem geen duidelijk onderscheid te maken en hij ontkende dan ook dat er tussen beide een verschil zou zijn. Overigens had hij wel enkele zeldzame afwijkingen gevonden, maar deze bleken niet of nauwelijks erfelijk te zijn.⁵⁹ De botanicus en Anglicaans predikant George Henslow echter meende weer dat er wel degelijk verschil tussen variatie en mutatie was, en dat Darwin dat ook had ingezien. Aan de extreme ‘single variations’ of ‘sports’ had hij echter geen evolutionaire waarde toegekend. Waar Darwin had gesproken over een alternatief voor soortvorming door natuurlijke selectie had hij gedoeld op het ontstaan van nieuwe eigenschappen door de directe invloed van de omstandigheden, oftewel het neo-lamarckistische standpunt. Net als Plate meende Henslow dat De Vries Darwin verkeerd had begrepen, maar dan op een andere manier. Overigens meende de dominee dat De Vries niet alleen theoretisch maar ook praktisch verkeerd zat. De *Oenothera*-mutanten waren volgens hem de resultaten van De Vries’ kweekmethoden: te veel vocht en te ruime bemesting. De mutanten, zoals De Vries had aangegeven merendeels zwakker dan de moedersoort, leden aan ‘manure disease’. De eigenschappen van de mutanten waren beslist niet nieuw maar moesten gewoon tot de normale fluctuerende variabiliteit worden gerekend.⁶⁰

Het biometrisch debat

W.F.R. Weldon, hoogleraar vergelijkende anatomie aan de universiteit van Oxford en fervent aanhanger van de selectietheorie, was door *Die Mutationstheorie* diep geschokt. Aan de wiskundige Karl Pearson, hoogleraar geometrie aan Gresham College in Londen, die hem bij zijn statistisch onderzoek naar variabiliteit terzijde stond, schreef hij na lezing van de eerste *Lieferung*: 'You will, I think, have to read *De Vries*, if only to see what a thoroughly rotten en sliphod creature he is. The harm all this is doing abroad is terrible'. Het anti-darwinisme greep volgens hem op schrikbarende wijze om zich heen met als gevolg dat de neo-darwinistische consensus verdween: 'The whole doctrine of evolution is going back into chaos'.⁶¹ Volgens Weldon was het nu echt de hoogste tijd de volgens mathematische principes werkende neo-darwinisten een eigen platform te geven in de vorm van een nieuw tijdschrift. Een conflict over een artikel had dat plan bij hem recentelijk laten ontstaan. Pearson had een uitgebreide uiteenzetting over een nieuwe theorie over het ontstaan van variatie ter publicatie aangeboden aan de Royal Society; in de vergadering van 15 november 1900 had hij er een lezing over gegeven, rijkelijk gevuld met cijfers en berekeningen. William Bateson, op de vergadering aanwezig, had zijn minachting over alle dat rekenen duidelijk laten blijken. Pearson had zich vervolgens bij Galton en Weldon over diens afwijzende houding beklaagd. Weldon had zijn verontwaardiging gedeeld: 'The contention "that numbers mean nothing and do not exist in nature" is a very serious thing, which will have to be fought', had hij teruggeschreven. 'Most other people have got beyond it, but most biologists have not. Do you think it would be too hopelessly expensive to start a journal of some kind?' De zaak was inmiddels nog ernstiger geworden doordat de redacteurs van de Royal Society Pearsons artikel ter beoordeling naar Bateson hadden gestuurd, die het vanzelfsprekend had afgewezen, en vervolgens naar enkele andere referenten, mét daarbij het oordeel van de autoriteit Bateson. Weldon was zeer verontwaardigd over deze gang van zaken geweest en had er ernstig over nagedacht zich terug te trekken uit het 'Committee for Conducting Statistical Inquiries into the Measurable Characteristics of Plants and Animals' van de Royal Society: 'It is a practical notice to quit', had hij aan Galton geschreven. 'This notice applies not only to my work, but to most work on similar statistical lines. It seems needful that there should be some organ for publication of this sort of work'.⁶²

Pearson was het met Weldons plannen voor een tijdschrift volkomen eens. Charles Davenport, hoogleraar zoölogie aan de universiteit van Chicago en degene die Galtons biologisch-mathematische ideeën in Amerika had geïn-

roduceerd, vonden zij bereid zich als derde redacteur bij hen te voegen. Hij zou de Amerikaanse bijdragen onder zijn hoede nemen. Galton nam de taak van redactie-adviseur op zich. Het tijdschrift kreeg de naam *Biometrika*. Het eerste nummer verscheen in oktober 1901. In het voorwoord van dat eerste nummer spraken de redacteurs de hoop uit dat het tijdschrift de verzamelplaats zou worden van biologisch-statistische gegevens, al dan niet voorzien van een wiskundige analyse. Volgens hen was het basisprincipe van Darwins evolutietheorie dat er tussen de exemplaren van een soort of ras meetbare verschillen bestaan. ‘The first step in an enquiry into the possible effect of a selective process upon any character of a race must be an estimate of the frequency with which individuals, exhibiting any given degree of abnormality with respect to that character, occur’. Niet het individu, maar een geheel ras (of representatief gedeelte van een ras) moest dan ook het onderzoeksobject zijn. ‘A single individual may have a variation which fits it to survive, but unless that variation appears in many individuals, or unless that individual increases and multiplies without loss of the useful variation up to comparatively great numbers – shortly, until the fit type of life becomes a mass-phenomenon, it cannot be an effective factor in evolution. The moment this point is grasped, then whether we hold variation to be continuous or discontinuous in magnitude, to be slow or sudden in time, we recognise that the problem of evolution is a problem in statistics, in the vital statistics of populations’.⁶³

Van de neutrale opstelling tegenover de verschillende opvattingen over het ontstaan van variatie zoals uitgedrukt in het voorwoord van *Biometrika* kwam vanzelfsprekend niet veel terecht. Al in de derde aflevering deed Pearson een harde aanval op Batesons ideeën over discontinuïteit⁶⁴ en Weldon op De Vries’ mutatietheorie⁶⁵. Van Bateson moest vooral diens *Materials for the study of variation* het ontgelden, een boek dat volgens Pearson de verwarring zelve zou zijn. ‘Mr Bateson nowhere gives concise definitions, to which he consistently keeps in the course of his treatise. His whole thought seems in flux, and if the reader believes he has Mr Bateson’s sense on one page, he will find that the context connotes something totally different on the next’. Zo telde hij voor het begrip ‘discontinuïteit’ drie verschillende definities binnen vijftig pagina’s! En wat zo mogelijk nog erger was: ‘Not one of them has been used in his own treatise to test whether the cases he adduces are variations, or, if so, discontinuous variations’. Bateson had namelijk steeds de afmetingen van de individuen van één generatie gegeven en nooit twee of meer opeenvolgende generaties met elkaar vergeleken. Wat betreft de waarde van Batesons ideeën als verklaring van soortvorming was Pearson uitermate stellig: ‘Let me state once and for all that I con-

sider Mr Bateson's peculiar theory of evolution by discontinuous variations untenable'. Nu kon het zijn dat hij door het inconsequente gebruik van termen de theorie niet goed had begrepen, nog afgezien van de mogelijkheid dat misschien Bateson het allemaal zelf niet eens goed had begrepen. 'But I do know that I have gone through hundreds of populations now, each involving several hundred up to a thousand individuals for a great variety of characters in both the animal and the plant kingdoms, and I find, when really comprehensive populations are examined, so little of anything like this discontinuous variation in which Mr Bateson puts his faith, that I doubt whether it has any statistical validity in that mass struggle for existence which occurs in nature. On the other hand, taking variation in its biometric sense for a continuous homogeneous distribution of frequency, I do find definite evidence of progressive change in races'. En al zouden de door Bateson waargenomen opvallend afwijkende individuen voldoende vaak voorkomen, dan nog was dat feit niet genoeg hen een evolutionaire betekenis toe te kennen. Want er zou ook vastgesteld moeten worden of de afwijking erfelijk is, of de individuen voldoende nageslacht produceren en of de natuurlijke selectie hen gunstig gezind is. 'In other words he must deal with the vital statistics of a population, or proceed biometrically'.

Met deze kritiek op Bateson had eigenlijk ook De Vries zijn beurt al gekregen.⁶⁶ Weldon hield het derhalve kort en richtte zich op het gebruik door De Vries van het aan Galton ontleende begrip 'regressie'. 'Gewone' variatie zou zich rond vaste gemiddelde waarden groeperen, met de neiging steeds dit gemiddelde te willen bereiken. Door mutatie zou een nieuw gemiddelde ontstaan waar de mutanten zich rond groeperen en naar toe neigen (door Galton geïllustreerd door een tik tegen een veelvlakkige steen). In de eerste plaats twijfelde Weldon er aan of de door De Vries gevonden afwijkingen reëel waren (dat wil zeggen: een genetische oorzaak hadden) en niet ingegeven waren door uitwendige omstandigheden. 'Until we know far more than we know at present about the relation between an organism and its environment, it is simply useless to discuss the stability of characters, whether "variations" or "mutations", except under environmental conditions which are as constant as we can make them during the period under discussion'. Maar afgezien daarvan: het idee dat een gemiddelde waarde voor een soort of ras absoluut vast zou zijn was pertinent onjuist, zoals Galton, Pearson en vele anderen hadden aangetoond: het wisselt per generatie en een gedurende enkele generaties voortgezette selectie kan dan ook tot een nieuw gemiddelde leiden. Het was zeker opvallend dat De Vries hetzelfde resultaat had bereikt met sterk afwijkende

exemplaren als uitgangsmateriaal, maar volgens Weldon leverde geen van de in *Die Mutationstheorie* beschreven experimenten het bewijs dat alleen mutatie en niet selectie hiervan de oorzaak kon zijn. 'I feel confident that when this result is better understood than it is at present such naturalists as professor De Vries and Mr Bateson will abandon their attempts to distinguish between "variations" and "mutations", or between "normal" and "differentiant" variations. Those attempts appear always to rest upon a fancied relation between the phenomenon of "regression" and the stability of specific mean character through a series of generations which a little knowledge of the statistical theory of regression will show to be wholly imaginary'.

Bateson bracht De Vries spoedig na het verschijnen van de twee artikelen op de hoogte van de geuite kritiek. Hij was van plan een reactie te schrijven, maar De Vries antwoordde dat hij daar om principiële reden niet in mee zou gaan: 'Personally I will not reply. Before publishing my book I have made up my mind never to reply to criticisms and never to go into polemics about it'. Tijdens het schrijven had hij trouwens al geprobeerd toekomstige problemen zo veel mogelijk te vermijden: 'As I began writing my book I knew very well that it would have to be very disagreeable to two persons, viz. Weismann of Freiburg and Weldon. I have avoided as much as possible quoting them, not to open myself a polemic. But that my facts are against them, I cannot deny nor dissimulate'. Overigens was Weldon een reactie ook niet waard, want uit zijn opmerkingen had De Vries opgemaakt dat hij *Die Mutationstheorie* niet eens gelezen had.⁶⁷

Bij nader inzien zag Bateson van een weerwoord af. Wel besloot hij te reageren op een eerder artikel van Weldon waarin die de wetten van Mendel naar het rijk der fabelen had verwezen.⁶⁸ Net als De Vries' variaties en mutaties zouden Mendels antagonistische eigenschappen volgens Weldon onderdeel uitmaken van één continu variërend spectrum. Bateson had in het voorjaar van 1900 door De Vries' Duitse herontdekkingsartikel met Mendel kennisgemaakt en was spoedig een vurig aanhanger van diens ideeën geworden. Dit plan van Bateson steunde De Vries wel van harte. 'Don't forget to say that each conscientious reader may easily see that Mendel knew all this things far better than Weldon', ried hij hem aan.⁶⁹ Het weerwoord verscheen in 1902 als boek met de titel *Mendel's principles of heredity: a defence*. Daarin verdedigde Bateson toch ook de sprongsgewijze evolutie; Mendels werk zou daar volgens hem namelijk uitstekende bewijzen voor leveren.⁷⁰

Het tweede deel

Hugo de Vries wist waar hij het over had toen hij zijn oordeel over Mendels genetische kennis aan Bateson schreef. Sinds een halfjaar was hij namelijk bezig met het schrijven van het tweede deel van *Die Mutationstheorie* en daarin zouden de inzichten van Mendel een prominente rol gaan spelen. In het eerste deel had hij met de beschrijving van zijn selectieproeven en de nieuwe vormen van *Oenothera* en vele andere soorten aangetoond dat het spontaan ontstaan van nieuwe, afzonderlijke eigenschappen de brandstof is waarop de evolutionaire motor draait. In het tweede deel wilde hij met behulp van zijn kruisingsproeven laten zien dat alle organismen mozaïeken van dergelijke afzonderlijke eigenschappen zijn. Planten moet men ‘niet als “Arten” oder “Varietäten”, sondern einfach als Träger bestimmter elementarer Eigenschaften betrachten’, zo schrijft hij in de inleiding. Een kruising is geen vermenging van twee geslachten, soorten of variëteiten, maar een vermenging van eigenschappen. En ‘die Zerlegung der Artcharactere in ihre einzelnen Factoren ist ... eins der Hauptziele der Bastardlehre’. De titel van het tweede deel luidt dan ook: ‘Elementare Bastardlehre’. Maar eigenlijk is de studie van hybriden een noodgreep: ‘Wir können die Elemente der Art nun einmal nicht von den lebenden Organismen selbst trennen und gesondert untersuchen, etwa wie man die Krankheitserreger isoliren und für sich cultiviren kann. Für eine elementare Eigenschaft bleibt wohl immer die Pflanze oder das Thier selbst der einzige Culturboden, auf dem sie wächst’. Mutaties laten de elementaire eigenschappen veel duidelijker zien dan kruisingen, ‘aber so lange dort das Beobachtungsmaterial noch so sehr beschränkt ist, ist es vom höchsten Werthe, in den künstlichen Kreuzungen ein zweites Mittel zu besitzen, um ihr Wesen zu ermitteln’.⁷¹ Zo werden de twee wegen van onderzoek die De Vries in *Intracellulare Pangenesis* had omschreven en gedurende de jaren negentig had gevolgd weerspiegeld in de twee delen van *Die Mutationstheorie*: het opsporen en fixeren van afwijkende eigenschappen in ‘Die Entstehung der Arten durch Mutation’ en het doen van kruisingen in ‘Elementare Bastardlehre’.⁷²

Het tweede deel begint met wat De Vries in de inleiding had aangekondigd als ‘eine sehr gedrängte Übersicht über den jetzigen Zustand unseres Wissens’ (al met al zo’n honderd pagina’s!) waarin hij een beschrijving geeft van allerlei aspecten van hybriden die botanici de voorgaande anderhalve eeuw hadden beziggehouden, zoals de gelijkenis met hun ouders (de ene, de andere, of allebei), het terugkeren van de ouderlijke eigenschappen in hun nakomelingen (in wisselende mate en intensiteit), hun grote vruchtbaarheid en hun (ver-

meende) grote neiging tot variëren en het voortbrengen van monstrositeiten. Als conclusie stelt hij dat telkens weer was gebleken dat het soortbeeld niet een eenheid is, maar is opgebouwd uit zelfstandige elementen. In werkelijkheid neemt De Vries dat in zijn betoog steeds stilzwijgend als een gegeven aan. De bewijsvoering voor die stelling volgt pas in de volgende driehonderd pagina's (de tweede Abschnitt) die gewijd zijn aan de wetten van Mendel. Voor het werk van de Oostenrijkse leraar-monnik uit De Vries herhaaldelijk grote lof: 'In der ganzen Bastardlehre gibt es keine schönere Beweise für die Existenz elementarer Eigenschaften als die von Mendel bei Erbsen aufgefundenen Spaltungsgesetze', schrijft hij onder andere. Met zijn experimenten had Mendel aangetoond dat de zeven door hem geselecteerde eigenschappen van *Pisum* niet alleen vaste regels bij de overerving volgen, maar ook dat ze zich doorgaans onafhankelijk van elkaar gedragen. 'Mendel löste diesen Species-Character, so weit wie möglich, in seine einzelnen Componenten auf, und lehrte wie aus ihrer Verbindung die complicirten Vorgänge sich dennoch in einfacher und klarer Weise berechnen lassen'. Volgens De Vries was 'diese Zerlegung des Art-Character in seine einzelnen Factoren' waardoor gebleken was dat de ogenschijnlijk chaotische variatie eenvoudige regels bleek te volgen 'wohl das Hauptverdienst von Mendel's bewunderungswürdiger Arbeit'. De Vries schroomt niet Mendel als een geestverwant van Darwin te beschouwen. Ook die had immers met zijn pangenesis het idee van de onafhankelijke, elementaire eenheden verdedigd. Hij ziet nog een tweede overeenkomst: ook Darwin had destijds voor zijn hypothese maar weinig bijval gevonden.⁷³

Het hele betoog over de wetten is niet alleen zeer uitgebreid maar ook nogal omslachtig. Eerst behandelt De Vries het verschijnsel dat een eigenschap zichtbaar of onzichtbaar, actief of latent (volgens zijn eigen termen), dominant of recessief (volgens Mendels termen) kan zijn. 'In sehr zahlreichen Fällen folgen den Mendelschen Regeln solche Merkmalspaare, in denen dieselbe Eigenschaft bei dem einen der Eltern activ, bei dem anderen aber latent ist. In diesem Falle dominirt das active über das latente, wobei je nach den einzelnen Fällen das sichtbare Merkmal durch die unsichtbare, latente, ihm antagonistische Anlage im Bastard mehr oder weniger geschwächt erscheint. ... Die Latenz kann sich auf die Farbe, die Bewaffnung und Behaarung, die Ausbildung der Stärke, des understandigen Fruchtknotens u.s.w. beziehen'.⁷⁴ Vervolgens geeft hij daarvan een aantal soorten als voorbeelden, beschrijft tot in detail de kruisingen die hij (en anderen) met deze planten heeft uitgevoerd en toont ten slotte met behulp van de verkregen percentages aan dat de door Mendel gevonden regels juist zijn. Pas dan maakt hij dui-

delijk wat de wetten van Mendel inhouden. In plaats van waarnemingen in wetten te vangen, zou het helderder geweest zijn wetten met behulp van waarnemingen te bewijzen.

Ter verdere ondersteuning van de wetten geeft De Vries vervolgens een uitgebreide beschrijving van zijn experimenten met tricotyle (drie zaadlobbige) en syncotyle (één zaadlobbige) rassen. Slechts voor een klein deel gaat het betoog over de kruisingen die hij er mee uitvoerde. De meeste woorden zijn gewijd aan de pogingen om de rassen vanuit gewone dicotyle (twee zaadlobbige) soorten door selectie zuiver te verkrijgen. Ondanks verwoede pogingen was het De Vries niet gelukt zuivere tricotyle en syncotyle rassen te isoleren; steeds hadden de geselecteerde exemplaren ook een percentage dicotyle atavisten voortgebracht. De verkregen (onzuivere) tricotyle en syncotyle rassen had hij dan ook geschaard onder de monstrueuze half- en middenrassen die hij in het eerste deel van *Die Mutationstheorie* had besproken: individuen die twee elkaar uitsluitende elementaire eigenschappen bezitten. De Vries herinnert zijn lezers er nog even aan dat half- en middenrassen zich niet van elkaar onderscheiden door het bezit van antagonistische eigenschappen zoals bijvoorbeeld planten met verschillende bloemkleur-variëteiten. ‘Die innere Eigenschaft, welche den Differenzpunkt bildet, ist in der Halbrasse semilalent, d. h. sie äussert sich nur selten, in wenigen Individuen auf jedes Hundert oder Tausend, u. s. w. In der Mittelrasse ist sie aber activ und ebenbürtig mit derjenigen Eigenschaft, neben der sie in der Halbrasse ganz untergeordnet liegt’. Hij drukt het verschil in de neiging tot atavisme tussen beide nu in getallen uit: in een halfras vertoont slechts een klein percentage de afwijkende eigenschap terwijl in een middenras ongeveer 50% van de individuen de afwijking vertoont; door selectie en bemesting kunnen die getallen worden verhoogd. Bij alle selectie- en bemestingsexperimenten was het echter nooit gebeurd dat een halfras overgegaan was in een middenras of andersom: het waren twee duidelijk van elkaar gescheiden gevallen. ‘Nur ein seltener Zufall, nur eine Mutation, könnte die eine in die andere überführen’. Een kruising tussen een middenras en een halfras geeft derhalve de mogelijkheid te bestuderen hoe een actieve en een semilante eigenschap zich ten opzichte van elkaar gedragen, zoals een kruising tussen een soort en een variëteit de mogelijkheid geeft te bestuderen hoe een actieve en een latente eigenschap zich ten opzichte van elkaar gedragen. De beschreven selectieproeven met tri- en syncotyle rassen had De Vries in 1892-1897 uitgevoerd, de kruisingsproeven in 1896 en 1897.⁷⁵ Of het genoemde doel van de kruisingsproeven ook de oorspronkelijke opzet was geweest, valt te betwijfelen. In

1896 had De Vries al wel de splitsing van de in een hybride samengebrachte antagonistische eigenschappen in diens nakomelingen beredeneerd, maar zoals uit zijn correspondentie met Moll bleek worstelde hij nog in december 1900 met de verklaring van het atavisme bij zijn monstrueuze rassen en kwam hij pas toen tot het idee van elkaar uitsluitende antagonistische eigenschappen. Hoe het ook zij: de conclusie uit de kruisingproeven die De Vries in het tweede deel van *Die Mutationstheorie* presenteert luidt dat de sterk variabele tricotyle en syncotyle half- en middenrassen net zo goed de wetten van Mendel volgen als de eerder besproken constante soorten en variëteiten.⁷⁶ Daar moet een stevige herinterpretatie van zijn waarnemingen aan voorafgegaan zijn, want in een brief aan Bateson van oktober 1901 had hij nog het tegendeel beweerd: 'Please don't stop at Mendel. I am now writing the second part of my book which treats of crossing and it becomes more and more clear to me that Mendelism is an exception to the general rules of crossing. It is in no way the rule!' De *Oenothera*'s volgden de wetten namelijk in het geheel niet, en die niet alleen: 'I have made a long series of experiments in crossing half-races and middle-races of tricotyledonous plants (such races having as it seems never been studied before). They don't mendelize at all'.⁷⁷ Net als bij het eerste deel van *Die Mutationstheorie* worstelde De Vries dus ook bij het tweede deel nog met de interpretatie van zijn waarnemingen terwijl het manuscript al gedeeltelijk bij de drukker lag. Onbekend is of hier opnieuw Moll heeft ingegrepen.

Ten slotte behandelt De Vries nog zijn kruisingproeven met enkele andere monstrositeiten waarvan hij de selectieproeven gedeeltelijk al in het eerste deel had beschreven: planten met gestreepte bloemen en zaden, bontbladerigheid, gevulde bloemen (*Chrysanthemum*), polycefalie (*Papaver*) en meertallige bladen (*Trifolium*). De eigenschappen van deze monstrositeiten varieerden nog sterker dan bij de tricotyle en syncotyle rassen en de resultaten van de kruisingen waren daardoor nog moeilijker te interpreteren. Niettemin had De Vries ook in deze gevallen geconcludeerd dat de wetten van Mendel opgaan.

Mendel en mutatie

Aan het einde van zijn lange betoog gaat De Vries na door welke 'gemeenschappelijke Züge' de twee behandelde typen kruisingen (tussen een soort en een variëteit en tussen een middenras en een halfras) met elkaar zijn verbonden. Bij de eerste groep verkeert van de beide antagonistische eigenschappen de ene in de actieve-dominante en de andere in de latente-recessieve toestand. Bij de andere groep zijn er twee mogelijkheden. Planten die tot een halfras be-

horen bezitten twee eigenschappen waarvan de ene (het soortskenmerk) zich in de actieve en de andere (de anomalie) zich in de semilatente toestand bevindt: 'Die semilatente Eigenschaft muss, um sich zu äussern, eine andere, active Eigenschaft überwinden, da sie sich mit dieser nicht gleichzeitig äussern kann, wie ja ein Kleeblatt nicht zu derselben Zeit drei und vier Scheiben führen kann. Diese active und die semilatente Eigenschaft sind somit antagonistisch, aber in anderen Sinne als bei den Bastarden, wo die beiden antagonistischen Merkmale von verschiedenen Eltern ererbt wurden, und sich bei der Fortpflanzung wiederum trennen'. Planten die tot een middenras behoren bezitten eveneens de twee antagonistische eigenschappen (het soortskenmerk en de anomalie), maar deze zijn ongeveer even sterk: 'Das heisst, das sie unter gewöhnlichen Bedingungen nahezu gleich häufig activ werden'. Voor de duidelijkheid introduceert hij een nieuw begrip: 'Wir wollen, um einen bequemen Ausdruck zu haben, den Zustand der die Anomalie bedingenden Eigenschaft in den Mittelrassen semiactiv nennen'. Uit het vervolg van het verhaal blijkt dat het nieuwe begrip meer is dan louter 'einen bequemen Ausdruck': het is een nieuwe, vierde toestand waarin een elementaire eigenschap zich kan bevinden.

Kennelijk had De Vries zijn ideeën over pangenetische toestanden in soorten, variëteiten en monstrositeiten, die hij eerder in één schema had geprobeerd samen te brengen (blz. 317-321), inmiddels op orde gebracht. Niet alleen voor de middenrassen is er namelijk een verandering, maar ook voor de soorten en de variëteiten: van de onlogische dubbele natuur van hen is nu geen sprake meer. Wat betreft de overgangen tussen de verschillende toestanden hapert er echter nog wel iets. In het eerste deel van *Die Mutationstheorie* had De Vries beschreven dat de toestanden 'actief' en 'latent' van elkaar gescheiden zijn door een mutatie: de overgang van de actieve in de latente toestand had hij 'retrogressieve mutatie' genoemd, de overgang van de latente in de actieve toestand 'degressieve mutatie'. Deze definities zouden dus nu een uitbreiding moeten krijgen: een degressieve mutatie is niet alleen de activering van een latente maar ook van een semilatente eigenschap, een retrogressieve mutatie is niet alleen het latent worden van een actieve maar ook van een semiactieve eigenschap. De eerste uitgebreide definitie geeft De Vries inderdaad, maar de tweede niet. En dat is niet het enige dat ontbreekt. Kan de semiactieve toestand ook uit de actieve ontstaan? En de semilatente uit de latente? Kan de semiactieve toestand ook in de actieve overgaan, en de semilatente in de latente? Wellicht kwamen die gevallen niet bij hem op, wellicht wist hij eenvoudig het antwoord niet (fig. 17).

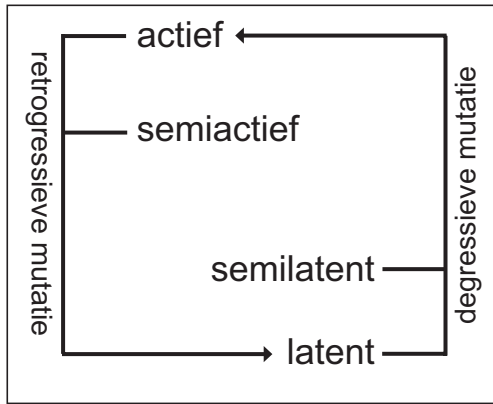


fig. 17: Schema van de vier toestanden waarin pangenen zich kunnen bevinden en de mogelijke overgangen door mutatie (volgens Die Mutationstheorie, 1903).

De conclusie van De Vries' driehonderd pagina's lange betoog over de wetten van Mendel is dat de door retrogressieve en degressieve mutaties ontstane eigenschappen de wetten volgen. 'In beiden Fällen handelt es sich bei den in der Kreuzung verbundenen Stammformen um dieselbe Eigenschaft, welche aber in dem einen Elter in einem anderen Zustande vorhanden ist als in dem anderen'. Vier toestanden zijn er in het spel: de actieve en de latente, de semiactieve en de semilaten. 'In den Bastarden dominirt somit, für dieselbe innere Eigenschaft, der active Zustand über den latenten, und der semilaten über den latenten. Bei der Bildung der Fortpflanzungszellen der Bastarde aber sind die verschiedenen Zustände ebenbürtig; keiner überwiegt den anderen, denn sie verlassen einander nach gleichen Zahlen, und verbinden sich bei der Befruchtung mit gleichen Ansprüchen'.⁷⁸

In de beschrijving van zijn kruisingsexperimenten en zijn conclusies gebruikt De Vries zijn eigen begrippen 'actief' en 'latent' enerzijds en Mendels begrippen 'dominant' en 'recessief' anderzijds door elkaar. Hij lijkt ze als synoniemen te beschouwen. Bij eerdere analyses van De Vries' werk is erop gewezen dat dat onterecht was. Mendel drukte met 'dominant' en 'recessief' namelijk een relatie tussen twee verschillende eigenschappen uit, terwijl De Vries (in navolging van Darwin) met 'actief' en 'latent' twee absolute toestanden van dezelfde eigenschap bedoelde.⁷⁹ Uit opmerkingen aan het begin van zijn betoog over de Mendelwetten blijkt dat De Vries inderdaad dit verschil ook zag maar niet als een tegenstelling beschouwde. 'Ich betrachte ... das Do-

miniren nicht als das ausschliessliche Vorkommen des einen Merkmals, sondern im Anschluss an die eigentliche Bedeutung des Wortes selbst nur als ein Vorherrschen', zo stelt hij. Dit 'Vorherrschen' is beperkt tot de expressie van de eigenschappen in kwestie. De splitsing van de nakomelingen van de hybride laat zien dat de beide eigenschappen volledig gelijkwaardig zijn: 'Bei den Spaltungen überwiegt das Dominirende das Recessive nicht mehr'.⁸⁰ Een latent rode bloemkleur is voor De Vries net zo goed een eigenschap als een actief rode bloemkleur. 'Latent' wil namelijk niet zeggen dat er niets te zien is, maar dat een eigenschap in een andere vorm te zien is.⁸¹

Mendelkruisingen en mutatiekruisingen

In tegenstelling tot wat De Vries zo overtuigd aan Bateson had geschreven had hij bij nader inzien dus geconcludeerd dat de monstreuze rassen bij kruisingen toch de wetten van Mendel volgen. De *Oenothera*'s echter hadden zich buiten de regels gehouden. Dat laat hij zien in de volgende zestig pagina's tellende derde Abschnitt van het tweede deel van *Die Mutationstheorie*.

In het eerste deel had De Vries betoogd dat elke nieuwe vorm van *Oenothera* ontstaan is door de activering van een eigenschap die in *lamarckiana* in latente toestand aanwezig is en door een 'premutatie' is ontstaan. *Oenothera lamarckiana* is dus drager van zo'n dozijn nieuwe latente eigenschappen, elke nieuwe vorm de drager van ditzelfde latente dozijn min één, namelijk de eigenschap waaraan zij haar afwijkende uiterlijk te danken heeft en die actief is. Een kruising tussen *O. lamarckiana* en één van de daaruit ontstane vormen is derhalve een monohybride kruising: de beide ouders hebben dezelfde eigenschappen, waarvan er één bij de ene actief en bij de andere mutabel is. Een kruising tussen twee verschillende nieuwe vormen is volgens deze zienswijze een dihybride kruising: beide dragen dezelfde door premutaties ontstane eigenschappen als *O. lamarckiana*, maar in (bijvoorbeeld) *O. nanella* is de eigenschap *nanella* actief en zijn alle andere latent, en in *O. rubrinervis* is de eigenschap *rubrinervis* actief en zijn alle andere latent. Ondanks deze overeenkomst met een kruising tussen een soort en zijn variëteit bleken bij kruisingen met *Oenothera* de wetten van Mendel niet op te gaan. Uit een kruising tussen *O. lamarckiana* met een van haar mutanten waren exemplaren ontstaan met een uiterlijk waarin eigenschappen van beide ouders waren te herkennen (zonder merkbare verzwakking), uit een kruising tussen twee *Oenothera*-mutanten de beide mutanten, de grootouderlijke vorm *lamarckiana* en soms ook nog exemplaren waarin de eigenschappen van de twee mutanten zijn verenigd, en dit alles in sterk wisselende percentages. 'Offenbar ist eine Eigenschaft in der activen Lage ungleich-

werthig mit derselben im mutablen Zustande', concludeert De Vries. In de volgende generaties waren de uit de kruising voortgekomen vormen steeds constant gebleven. De verschijnselen bij (zoals De Vries ze noemt) 'mutatiekruisingen' zijn dus precies het tegenovergestelde van die bij de 'Mendelkruisingen'.⁸² Beide typen kruisingen leiden echter tot dezelfde boodschap die De Vries met het tweede deel van *Die Mutationstheorie* wil overbrengen: 'War dort [bij Mendelkruisingen] die Spaltung und Isolirung ein Beweis für die selbständige Existenz der inneren Eigenschaften, so ist es hier [bij mutatiekruisingen] das anfängliche getrennte Auftreten nicht weniger. Beide Thatsachen gehören zu den besten Stützen für die Lehre von den elementaren Eigenschaften und somit auch für die ganze Mutationstheorie'.⁸³

Naast de kruising van planten met een eigenschap in de actieve en de latente toestand (die een splitsing volgens de Mendelwetten oplevert) en de kruising van planten met een eigenschap in de mutabele en de actieve toestand (waarbij splitsing zonder duidelijke regel optreedt), behandelt De Vries in een afzonderlijke (vierde) Abschnitt kort een derde type: de kruising tussen een exemplaar dat een bepaalde eigenschap bezit en een exemplaar dat diezelfde eigenschap niet bezit, noch in latente, noch in mutabele toestand. Bastardering leidt in een dergelijk geval tot een 'rein einseitigen Vererbung': 'Denkt man sich bei der Kreuzung alle Eigenschaften der beiden Eltern paarweise zusammengesetzt, so findet jede Eigenschaft des Vaters in der Mutter eine gleichnamige Einheit, nur die neue findet keine. Sie liegt im Bastard ungepaart'. De Vries noemt een dergelijke kruising een 'uniseksuele kruising' (eerder in een artikel 'erbungleiche Kreuzung', zie blz. 300), ter onderscheiding van het andere type dat hij 'biseksuele kruising' (eerder 'erbgleiche Kreuzung') noemt. De levensvatbaarheid en het voortplantingsvermogen van een 'uniseksuele' hybride was vaak gering, wat gemakkelijk was voor te stellen: 'Die beiden Idioplasmen passen nicht mehr genau aufeinander'. Gevallen dat een dergelijke hybride net zo levensvatbaar en vruchtbaar is als een 'biseksuele' hybride of zuivere soort waren er echter volop. De ongepaarde Anlage had zich volgens De Vries dan op vegetatieve wijze vermeerderd. Kwekers spraken in dergelijke gevallen van een 'constante bastaard': een hybride vorm die zich generatie na generatie herhaalt, zonder splitsing (in tegenstelling tot een mendelse 'inconstante bastaard' waarvan het nageslacht immers elke generatie uit drie typen bestaat).⁸⁴

Het was opnieuw Moll die belangrijk bijdroeg aan de uiteindelijke vorm van de stukken over de verschillende typen kruisingen (die samen merendeels de vijfde Lieferung omvatten). Toen het boek af was schreef De Vries hem: 'Het

meeste werk hebben uw opmerkingen mij gegeven in de vijfde aflevering, die voor mij thans voor de pangenesis het meest principieele deel is geworden, maar waarin de onderscheiding der drie soorten van bastaardeeringen (Mendel [biseksueel], unisexueel en mutatiekruising) niet doorgevoerd was toen ik je het manuscript zond, terwijl ik geloof dat nu, dank zij je hulp, ieder die wil die onderscheiding best kan inzien, en kan begrijpen hoe die met het gronddenkbeeld van de afzonderlijke dragers der erfelijke eigenschappen samenhangt'.⁸⁵

Na de beschrijving van zijn kruisingsexperimenten keert De Vries in de vijfde Abschnitt terug naar het onderwerp van het eerste deel van *Die Mutationstheorie*: het ontstaan van soorten. De stelling dat nieuwe soorten kunnen ontstaan door kruising lijkt hem, op basis van de vele ervaringen van kwekers in het verleden en zijn eigen kruisingen, wel bewezen. Maar het blijft in die gevallen bij nieuwe combinaties van reeds bestaande eigenschappen. Nieuwe elementaire eigenschappen ontstaan er bij kruisingen niet. Dat kan uitsluitend door een progressieve mutatie. Aan deze kwestie koppelt De Vries de vraag of zijn half- en middenrassen, waarin twee antagonistische eigenschappen onlosmakelijk aan elkaar zijn verbonden, door kruising ontstaan kunnen zijn. Na het aanhalen van allerlei voorbeelden en het afwegen van de mogelijkheden trekt hij de conclusie dat een ontstaan door kruising onwaarschijnlijk is en dat een mutatie de meest voor de hand liggende oorzaak is. Vervolgens wijdt hij nog zo'n honderd pagina's aan zijn selectie- (geen kruisings-) experimenten met planten met fasciatie en klemdraai, en nog niet eerder gepubliceerde experimenten met planten met het 'cruciata-Merkmal': het verschijnsel dat vier kroonbladen zo smal zijn dat zij bij de bloei een kruis lijken te vormen.⁸⁶ Met 'elementare Bastardlehre' hebben zij slechts zijdelings te maken.

Het slot van een groot werk

Op 29 september 1902, ongeveer een jaar nadat hij met het tweede deel van *Die Mutationstheorie* was begonnen, stuurde De Vries aan Moll het concept van de zesde en laatste Abschnitt. Na in meer dan duizend pagina's de 'empirische Begründung' van de mutatietheorie uitgewerkt te hebben, was hij nog kort haar 'Leistungsfähigkeit' nagegaan aan de hand van enkele belangrijke biologische kwesties. Of zoals hij aan Moll uitlegde: het slothoofdstuk had de bedoeling 'aan te toonen dat de mutatietheorie met het soortsbegrip, met de pangenesis, met de geologie en zelfs met de plausibele verklaringen der aanpassingen beter harmonieert dan de selectieleer, en dus m.i. in al deze opzich-

ten kans heeft om aangenomen te worden'.⁸⁷ De Abschnitt kent echter niet de eenheid die De Vries had beoogd. De paragraaf over de relatie tussen de mutatietheorie en het soortbegrip is tegelijkertijd een samenvatting en een synthese van de beide delen: uitgaande van de gedachte dat niet het totale soortbeeld maar de elementaire eigenschap de systematische eenheid is, behandelt De Vries nog eens de vier toestanden waarin een elementaire eigenschap zich kan bevinden (actief, latent, semiactief, semilaten), de overgangen tussen deze toestanden (progressieve, retrogressieve en degressieve mutatie), de relatie tussen innerlijke toestand en uiterlijke verschijning (actief: soort; latent: variëteit; actief+semilaten: halfras; (semi)actief+semiactief: middenras) en de resultaten die kruisingen tussen eigenschappen in de verschillende toestanden opleveren ((semi)actief x (semi)laten: splitsing volgens de wetten van Mendel; actief x mutabel: splitsing volgens afwijkende regel; actief x afwezig: geen splitsing, constante bastaardrassen). Kortom: toestand, mutatie, uiterlijk en kruisingsresultaat hangen nauw met elkaar samen en zijn uit elkaar af te leiden.

De paragraaf over de verhouding tussen de mutatietheorie en het soortvormingsproces is vooral de presentatie van nieuw bewijsmateriaal: nieuwe voorbeelden van mutaties, reeds vóór 1900 in de literatuur vermeld (en De Vries wellicht ontgaan) en sinds het verschijnen van het eerste deel waargenomen en onder zijn aandacht gebracht. Het selectionisme van Wallace krijgt daarbij nog enkele veges uit de pan: als het gaat om de verklaring van de aanpassing van organismen aan hun omgeving schiet die volgens De Vries hopeloos tekort. De variabiliteit zou oneindig en alzijdig moeten zijn, maar statistisch onderzoek heeft aangetoond dat zij begrensd is en alleen kan toe- en afnemen. Minieme verschillen kunnen nooit keuzemateriaal voor de natuurlijke selectie leveren, mutaties wel. En onnutte eigenschappen (waarvan er in de natuur vele zijn) zouden door de op bruikbaarheid gerichte selectie nooit langzaam kunnen ontstaan noch kunnen blijven bestaan, maar natuurlijk wel als zij als volkomen gevormde mutaties ontstaan.

De paragraaf over de mutatietheorie en de pangenesis zou, zo beloofde De Vries aan Moll, alleen oud materiaal bevatten: 'Van pangenesis komt er, krachtens je veto, niets meer in dan een uittreksel uit mijn vroeger boekje; geen verdere uitwerking'. De bedoeling was slechts om te laten zien dat het bewijsmateriaal voor de mutatietheorie naadloos aansluit op de pangenesis. 'Man hat eigentlich nur an die Stelle der empirischen Einheiten der erblichen Eigenschaften, wie wir sie bisher kennen gelernt haben, die Vorstellung von inneren Anlagen oder stofflichen Trägern derselben zu setzen, um die Beobach-

tungsergebnisse für die Pangenesislehre verwerthen zu können'.⁸⁸ Dat de bewijsvoering in werkelijkheid toch de andere kant op ligt, blijkt uit de bekentenis van enkele pagina's verderop:

Für mich ist die Pangenesis immer der Ausgangspunkt meines Suchens gewesen, anfangs allerdings nur in theoretischer Richtung, von dem Augenblicke aber, in welchem ich meine Betrachtungen zusammenfassen und vorläufig abschliessen zu können glaubte [in Intracellulare Pangenesis], habe ich sie vorwiegend als Leitschnur für experimentelle Studien benutzt. Namentlich hat sie mich dazu geführt, in der freien Natur nach dem Mutationsvorgange selbst zu suchen, da ich hoffte, dadurch sowohl für die Lehre von den Trägern der erblichen Eigenschaften, wie für die ganze Vererbungslehre, Thatsachen finden zu können, welche mehr unmittelbare Schlüsse gestatten würden, als das bis dahin vorhandene Beobachtungsmaterial.⁸⁹

Dat het niet Darwins oorspronkelijke hypothese was geweest die hem als richtsnoer had gediend maar zijn eigen daarvan afgeleide versie, zonder de onnodige 'hulphypothese' van het intercellulaire transport, had De Vries kort tevoren al duidelijk gemaakt. Maar als hij vervolgens de door Darwin genoemde twee groepen oorzaken van variabiliteit ('the deficiency, superabundance, fusion, and transposition of gemmules, and the redevelopment of those which have long been dormant' enerzijds en 'changed conditions, the increased use or disuse of parts, or any other cause' anderzijds) vergelijkt met de resultaten van zijn onderzoek, wekt hij net als destijds in *Intracellulare Pangenesis* de indruk dat er geen verschil is tussen zijn eigen ideeën en die van de grote meester. Integendeel: zijn ontdekking van de verschillende typen mutaties had Darwins constatering alleen nog maar versterkt. Naast het wisselende aantal pangenenen dat gelijkgesteld moest worden met de 'deficiency' en de 'superabundance' van deeltjes, waren er nu de retrogressieve mutatie die gelijkgesteld kon worden met de 'transposition' en de degressieve mutatie die gelijkgesteld kon worden met de 'redevelopment'. Het ontstaan van nieuwe eigenschappen, door De Vries in *Intracellulare Pangenesis* al vertaald naar het ontstaan van nieuwe pangenenen, kon gelijkgesteld worden met de progressieve mutatie. 'Verändertes numerisches Verhalten der Pangene ist somit die Grundlage der fluctuirenden Variabilität, Umlagerung der Pangene im Kerne bedingt die retrogressiven und degressiven Mutationen, während die Bildung neuer Arten von Pangenenen zur Erklärung der progressiven erforderlich ist'. Er liep dus een ononderbroken intellectuele lijn van *The variation of animals and plants* via *Intracellulare Pangenesis* naar *Die Mutationstheorie* waarbij de oorzaken

van de verschillende vormen van variabiliteit, en het onderscheid tussen enerzijds wat werkelijk variabiliteit is en anderzijds wat mutabiliteit moet worden genoemd, steeds duidelijker was geworden.⁹⁰

In de volgende pagina's bespreekt De Vries (ondanks zijn belofte aan Moll niets nieuws te vermelden) nog kort het gedrag van de pangenen bij de vier verschillende toestanden waarin zij zich kunnen bevinden: de actieve en de latente, de semiactieve en de semilatenste. In de normale, actieve toestand kunnen de pangenen zich (afhankelijk van de levensomstandigheden) onbeperkt vermeerderen en naar het protoplasma overgaan om daar hun fysiologische taak te verrichten. In de latente toestand daarentegen vindt er (onafhankelijk van de levensomstandigheden) niet of nauwelijks vermeerdering plaats. In de semiactieve en de semilatenste toestand strijden de pangenen met de actieve pangenen waarmee zij verbonden zijn om de voorrang. Zij worden 'zwar gleichsinnig, aber in höchst verschiedenem Grade' beïnvloed door de omgeving. De evolutionair gezien oudere is doorgaans veel minder beïnvloedbaar dan de jongere. Verkeert de jongere eigenschap in de semilatenste toestand, dan vindt nauwelijks vermeerdering plaats; de eigenschap wordt nauwelijks zichtbaar. Verkeert zij in de semiactieve toestand, dan vindt er wel een aanzienlijke vermeerdering plaats en wordt de eigenschap in veel planten zichtbaar. Bij progressieve mutaties komen uit bestaande pangenen nieuwe pangen voort. Deze 'prämutirte Pangene' zijn aanvankelijk inactief, hetzij vanwege hun geringe aantal, hetzij 'aus anderen Gründe'. In verband hiermee introduceert De Vries op de valreep nogmaals een nieuw begrip, namelijk het 'labiele pangeen'. Pangenen of pangeengroepen kunnen in een vast of los verband met elkaar staan. 'Ist die Lage eine feste, so bleibt sie durch alle Generationen dieselbe und ist die betreffende Art oder Varietät bezw. der betreffende Charakter immutabel. Ist die Gleichgewichtslage eine labile, so ist die betreffende eigenthümlichkeit mutabel, geringe äussere Eingriffe können sie in eine feste Lage überführen und dadurch die sichtbare Mutationen, wie bei den Oenotheren, hervorrufen'. Het 'labiele pangeen' zou in het vervolg van De Vries' onderzoek nog een belangrijke rol gaan spelen.⁹¹

De relatie tussen de mutatietheorie en de geologie vormt de laatste paragraaf van het slothoofdstuk. Hierin herhaalt De Vries het betoog dat hij in zijn lezing in Hamburg in september 1901 had gehouden over de ouderdom van de aarde, de periode tussen twee mutaties en het mogelijke aantal elementaire eigenschappen dat hogere organismen bezitten. Had hij toen aangegeven dat dat aantal door deling van de eerste twee perioden kan worden berekend, nu geeft hij daarvoor een vermenigvuldiging die hij de 'biochronische vergelij-

king' noemt: $M \times L = BZ$, waarbij M het aantal progressieve mutaties is, L de tijdsinterval tussen twee mutaties en BZ de 'biologische Zeit' waarin het organisme is ontstaan. De bedoeling van de vergelijking is, zo stelt De Vries in de laatste twee zinnen van zijn boek, 'die Bedeutung der elementaren Einheiten der Organismen klar zu machen, und diese dadurch immer mehr in den Vordergrund des Interesses und der Forschung zu bringen'. En daarmee had hij toch weer op bedekte wijze een lans gebroken voor de pangeneses. Het was, opnieuw, het voorstel van Moll geweest het boek op die manier te besluiten. En opnieuw was De Vries met dat voorstel zeer tevreden geweest, ervan overtuigd 'dat daardoor het slot veel rationeeler en natuurlijker geworden is dan het oorspronkelijk was'.⁹²

Met een zucht van verlichting schreef De Vries de laatste woorden. 'Het is een ware verlossing dat het nu af is, en allerliefst zou ik een half jaar lang van de geheele quaestie niets meer horen. Zeker zal ik alle lectuur over het onderwerp voorlopig uitstellen om weer op mijn verhaal te komen', schreef hij eind maart 1903 aan Moll. 'Een dik boek schrijf ik nooit weer'.⁹³ Er restte toen echter nog het voorwoord voor het tweede deel. De Vries maakte er een historisch overzicht van, waarbij hij tevens eenheid aanbracht in de onderwerpen die in de beide delen waren behandeld: in *Intracellulare Pangenesis* had hij destijds gesteld dat deeltjes in het protoplasma de dragers van de afzonderlijke eigenschappen zijn, en met experimenteel onderzoek naar mutaties en kruisingen had hij vervolgens geprobeerd die stelling te bewijzen; monstrositeiten bleken ook tot het domein van de erfelijke eenheden gerekend te kunnen worden, maar de fluctuerende variabiliteit bleek tot een andere klasse verschijnselen te behoren; de wetten van Mendel, uit de experimenten voortgekomen, hadden aan het einde van de onderzoeksperiode een prachtige bevestiging opgeleverd van de stelling dat erfelijke eigenschappen afzonderlijke eenheden zijn.

De Vries stuurde Moll begin april het concept van het voorwoord. 'Ik heb veel moeite gehad tusschen Deutsche onbescheidenheid en Hollandsche bescheidenheid den weg te vinden', schreef hij hem. 'Bescheidenheit ist eine Zier, Doch kommt man weiter ohne ihr. In Godsnaam!'⁹⁴ Met de bescheidenheid van Moll had De Vries kennelijk minder problemen gehad: 'Een tijd lang heb ik gemeend in het voorwoord van mijn tweede deel je hulp te noemen, maar tenslotte heb ik geloofd dat je dit toch niet aangenaam zou geweest zijn'.⁹⁵ Nadat de drukproef van het voorwoord gecorrigeerd was en toen het werk er eindelijk op zat, betuigde De Vries nog eens zijn dank aan Moll voor alle hulp en moeite, 'maar vooral voor het geduld dat gij met mij hebt gehad.

Ik heb wel eens gemopperd, en dikwijls met moeite besloten de verbeteringen aan te brengen die ge mij hebt opgegeven, maar ik ben je er nu uiterst dankbaar voor'. Vooral dankbaar was hij voor de raad de pangensis uit de eerste aflevering te schrappen. 'Dat ging mij toen zeer aan mijn hart, omdat toch feitelijk de pangensis het doel van mijn werken is. Maar thans moet ik erkennen dat ge volkomen gelijk gehad hebt, en dat het een geluk is dat ik het zoo heb veranderd. Over het succes van mijn eerste en tweede aflevering kan ik zóó tevreden zijn als over geen ander onderzoek want van bijna overal krijg ik blijken van sympathie en medewerking. En ik geef thans toe dat de pangensis daarin dus volkomen onnoodig was, en dus ook geen goed, maar alleen kwaad had kunnen doen, Daarenboven hebben allerlei personen die niet tegen de pangensis vooringenomen zijn zeer goed het verband ingezien zoodat het dus voor hen niet nodig was dit voorop te stellen'.⁹⁶

Net als het eerste deel verscheen het tweede deel van *Die Mutationstheorie* in drie afleveringen van ongeveer 250 pagina's elk, met een tussentijd van enkele maanden. Moll schreef opnieuw drie samenvattingen.⁹⁷ Zelf beperkte De Vries de reclamecampagne tot enkele artikelen bij het verschijnen van de laatste aflevering. Een mededeling voor de Académie des Sciences op 2 februari 1903 over de samenhang tussen de verschillende toestanden van de erfelijke eigenschappen en de resultaten van kruisingen kreeg, zoals gebruikelijk, een vervolg in Bonniers *Revue Générale de Botanique* en tevens in de *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*.⁹⁸ 'I wish De Vries would not keep on this practice of publishing his papers twice over', verzuchtte Bateson naar aanleiding hiervan aan een collega.⁹⁹

'Elementare Bastardlehre' bracht veel minder pennen in beweging dan 'Die Entstehung der Arten durch Mutation'. Carl Correns maakte een beschrijvende recensie en volgde met een kort artikel waarin hij de 'erbugleiche' kruising bekritiseerde.¹⁰⁰ Enkele anderen behandelden onderdelen uit het boek bij besprekingen van het eerste deel, van het werk van Mendel, of van beide.¹⁰¹ Maar fundamentele aanvallen of verdedigingen zoals bij het eerste deel waren er niet. Nu bevatte het boek ook nauwelijks iets dat de lopende controverses verder op scherp zette. De Vries had het begrip 'mutatie' verder uitgewerkt, een vierde toestand geïntroduceerd en inwendige toestanden gekoppeld aan uitwendige verschijningsvormen (in moderne termen: voor elk genotype het bijbehorende fenotype gedefinieerd), maar over de oorzaken waardoor mutaties ontstaan had hij niets gemeld. Hij had nieuwe voorbeelden van mutaties gegeven, nieuwe voorbeelden van mislukte pogingen om door selectie afwijkende vormen standvastig te maken, en vanuit de systema-

tiek en de geologie nieuwe argumenten voor de sprongsgewijze evolutie aangevoerd, maar tot nieuwe inzichten had dat niet geleid. Hij had door een uiteenzetting van zijn eigen versie van de pangenesis de mutatietheorie een fysiologische basis gegeven, maar daarbij voornamelijk herhaald wat hij al meer dan een decennium eerder had betoogd. Hij had met behulp van kruisingen van tientallen soorten de geldigheid van de wetten van Mendel aangetoond, maar het bewijsmateriaal daarvoor was al overstelpend aanwezig. Sinds De Vries in het voorjaar van 1900 zijn herontdekking van de wetten wereldkundig had gemaakt was er op het gebied van het erfelijkheidsonderzoek namelijk veel gebeurd. Carl Correns en Erich von Tschermak hadden zich meteen als mede-herontdekkers gemeld en sindsdien uitvoerig over hun bevindingen gepubliceerd. Botanici en zoölogen in zowel Europa als Amerika waren onderzoeken gestart om de wetten te verifiëren en verder uit te bouwen, wat een massa aan erfelijkheidspublicaties tot gevolg had gehad.¹⁰² Hoe belangrijk het ook was voor De Vries, voor evolutionisten en genetici liep het boek achter de gebeurtenissen aan.¹⁰³

Pangenen en chromosomen

Het werk van Mendel en degenen die in zijn voetsporen traden had De Vries in de weergave van zijn pangenesis aan het einde van 'Elementare Bastardlehre' naar voren gebracht als bewijs voor de juistheid van zijn (en Darwins) denkbeelden. Daarbij had hij de vraag gesteld of de zelfstandige erfelijke eenheden, de 'Anlagen' van Mendel, 'selbst die Pangene des Kernfadens sind, oder ob jede Anlage aus einer Gruppe von gleichnamigen Einheiten aufgebaut ist'. De vraag (die De Vries overigens onbeantwoord laat, aannemend dat die 'später sich wohl durch die Erfahrung wird entscheiden lassen') is tamelijk cryptisch: vorm staat tegenover aantal, waardoor de tegenstelling onlogisch is. Of 'jede Anlage aus einer Gruppe von gleichnamigen Einheiten aufgebaut ist' was voor De Vries bovendien geen punt van discussie: volgens zijn opvatting werd fluctuerende variabiliteit immers veroorzaakt door een wisselend aantal pangenen. De hele paragraaf over de pangenesis aan het einde van *Die Mutationstheorie* is doortrokken van het idee van 'Gruppen gleichnamigen Pangenen'. Zoals de wetten van Mendel lieten zien erven eigenschappen als zuivere eenheden over. Alles wees er volgens De Vries op dat de Anlagen zich bij de vorming van voortplantingscellen van hybriden volkomen splitsen: de dominerende eigenschap draagt geen spoor van de recessieve bij zich. Kortom: de pangenen onderling zijn 'locker verbunden und keineswegs durcheinander gemischt'. Mogelijk bedoelde De Vries met zijn cryptische zin de vraag te stel-

len of de chromosomen uit pangenen bestaan of dat de chromosomen in letterlijke zin slechts de dragers van de pangenen zijn. Uit de alinea's die volgen zou men op kunnen maken dat hij naar het laatste neigde. Tijdens de vorming van de voortplantingscellen zou er volgens De Vries een uitwisseling van Anlagen plaatsvinden. Elke Anlage gedraagt zich daarbij geheel zelfstandig van zijn burens. Op die manier ontstaan alle mogelijke combinaties van eigenschappen. De natuurlijke selectie bepaalt welke combinatie in elke omstandigheid de beste is.¹⁰⁴

Deze vraag over de groepering van pangenen is de enige keer in *Die Mutationstheorie* dat De Vries naar chromosomen verwijst. Destijds in *Intracelluläre Pangenesis* had hij zich aangesloten bij de opvatting dat de chromosomen 'den morphologischen Ort wo die erblichen Anlagen aufbewahrt werden' zijn, en in de populaire weergave van zijn pangenentheorie in het *Album der Natur* had hij beknopt de cel- en chromosoomdeling beschreven. Sindsdien had hij aan cytologische kwesties geen woorden meer besteed; in zijn vele publicaties uit de jaren negentig had hij het woord 'chromosomen' eveneens slechts één keer gebruikt.¹⁰⁵ Anderen hadden in de jaren negentig echter nijver voortgebouwd op de vele ontdekkingen op het gebied van de cytologie die de voorgaande twee decennia waren gedaan. Van steeds meer soorten was duidelijk geworden dat zij een vast aantal chromosomen bezitten. Mitose en meiose waren nader onderzocht. Dankzij verbeteringen aan de microscoop, de microtoom en kleuringstechnieken was het mogelijk geworden beide processen nauwkeurig te volgen. Menig boek en artikel was opgesierd door reeksen gedetailleerde tekeningen van splitsende cellen en chromosomen.¹⁰⁶ Een van de onderzoekers was Willem Moll geweest. Om preparaten te maken van celkernen had hij geëxperimenteerd met de in de zoölogie reeds lang gebruikte methode van inbedding in paraffine. Verder had hij zich verdiept in kleuringstechnieken en testen uitgevoerd met een nieuwe microtoom. De resultaten waren uitstekend geweest. De Vries leende in 1888 enkele preparaten van zijn vriend om op een college te laten zien; zelf had hij er niet één, schreef hij hem.¹⁰⁷ Op de tweede bijeenkomst van de vereniging Het Nederlandsch Natuur- en Geneeskundig Congres van een jaar later vertoonde Moll preparaten van celdoorsneden uit de embryozak van *Fritillaria imperialis* (keizerskroon). Ook maakte hij preparaten van celkernen van de alg *Spirogyra*, en aan de hand daarvan concludeerde hij (in tegenstelling tot enkele andere onderzoekers) dat de celdeling van deze lage plant niet wezenlijk verschilt van die van de hogere planten.¹⁰⁸ Theodor Boveri, hoogleraar zoölogie in Würzburg, had in de jaren tachtig vastgesteld dat de chromosomen tijdens de celdelingen in vorm en

aantal gelijkblijven, ondanks de vele gedaanteverwisselingen en herschikkingen die zij tijdens hun leven doormaken. Walter Sutton, student aan het zoölogisch laboratorium van Columbia University in New York, zette in 1902 de kroon op Boveri's werk met onderzoek naar de chromosomen van de sprinkhaansoort *Brachystola magna*. Hij nam duidelijk waar dat de chromosomen doorgaans verschillen in vorm en afmeting, maar dat in die diversiteit steeds paren van twee identieke chromosomen zijn te herkennen. Van elk paar zou volgens hem het ene lid aangeleverd worden door de vader en het andere door de moeder.¹⁰⁹ Een volstrekt juiste conclusie, zo bleek spoedig.

Wellicht om aan te sluiten bij de recente ontdekkingen op het gebied van de cytologie, en daarmee het verzuim in *Die Mutationstheorie* enigszins goed te maken, hield De Vries op 16 mei 1903 voor de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen in Haarlem een lezing waarin hij het gedrag van de chromosomen tijdens de mitose en meiose behandelde. De lezing publiceerde hij in uitgebreidere vorm in *De Gids* en in latere jaren verschenen er ook (soms ingekorte) vertalingen van in het Duits, Frans, Zweeds en Engels.¹¹⁰ In zijn lezing, die de titel 'Bastardeering en bevruchting' droeg, pakte hij het onderwerp op waar hij het vijftien jaar eerder had verlaten: direct na de bevruchting, wanneer de chromosomen van de twee geslachtscellen bij elkaar komen. Destijds had hij de mening van Strasburger (de chromosomen versmelten) geplaatst tegenover die van Van Beneden (de chromosomen liggen tegen elkaar aan), zonder een oordeel over de kwestie te vellen (zie blz. 217-218). Het sindsdien verrichte onderzoek had volgens De Vries Van Beneden gelijk gegeven. 'Elke kern, in elke cel van het lichaam, is dus dubbel, en bestaat uit de vaderlijke en moederlijke voorkern. Samen beheerschen zij alle daartoe noodige voorschriften en deelen deze uit. Of liever, het is duidelijk dat elk van haar een geheel wetboek bevat, maar dat beiden copieën zijn van een zelfde model'. Onder de microscoop leken de chromosomen te bestaan uit 'kleinste min of meer korrelvormige lichaampjes, die door een bindmiddel tot een soort van snoer verbonden zijn'. Deze korrels konden beslist nog niet de dragers van de erfelijke eigenschappen zijn; daarvan moesten planten en dieren er zeker enkele duizenden hebben. 'Wel verre van de laatste eenheden voor te stellen, moeten dus de kleinste zichtbare bestanddeelen nog zelve samengesteld van bouw zijn en, naar schatting, minstens elk een tiental kleinere eenheden omvatten'. Verwijzend naar het recent verschenen werk van Sutton legde hij zijn toehoorders uit dat de chromosomen paren vormen: 'Telkens zijn er twee van gelijke lengte en liggen die naast of bij elkander. Klaarblijkelijk behoort van elk paar er één tot de vaderlijke en één tot de moederlijke voorkern, en hebben

dus beide voorkernen niet alleen evenveel maar ook even lange kerndraden. Wat trouwens wel haast vanzelf spreekt, omdat beide de dragers zijn van hetzelfde stel van erfelijke eigenschappen'. In de somatische cellen blijven de voorkernen levenslang met elkaar verbonden; bij celdeling delen ook de chromosomen zich in twee gelijke helften. Bij de vorming van voortplantingscellen echter (steeds in groepen van vier) gaan de beide voorkernen uit elkaar, waarbij 'een deel, in den regel den helft, der eicellen een voorkern van den grootvader, en de andere helft een voorkern van de grootmoeder zal krijgen. Hetzelfde geldt voor de sperma-cellen'. Vlak voordat de twee voorkernen uit elkaar gaan vindt er een uitwisseling plaats van de dragers van de erfelijke eigenschappen. 'Het spreekt vanzelf dat bij de uitwisseling niet oog tegen oor, of neus tegen tand geruild wordt, maar dat ook hier de stelling geldt: oog om oog en tand om tand' (er zou dus geen uitwisseling zijn van chromosomen, zoals de huidige visie is, maar alleen van eigenschappen). De twee antagonistische kenmerken zijn echter niet geheel identiek: 'De gunst des levens [heeft] deze bevorderd, de ongunst der omstandigheden gene tegengewerkt. Elke drager van een eigenschap vindt in de andere voorkern zijn overman, als drager van hetzelfde kenmerk. Maar in bijzaken, in het meer of minder volkomen vervullen van hun taak, verschillen zij. En juist om die verschillen is het bij de uitwisseling te doen. Juist die moeten in alle denkbare combinaties gebracht worden, teneinde in de som van alle de meest mogelijke verscheidenheid te brengen'. Want zo ontstaat er variatie binnen een soort en heeft een soort kansen om onder verschillende en wisselende omstandigheden te overleven. Hybriden wijken slechts in zoverre van de normale situatie af dat 'het vertegenwoordigende deeltje in de eene voorkern in actieven, in de andere in inactieven of latenten toestand' zich bevindt. Bijvoorbeeld bij een kruising van een blauw- en een witbloeiend exemplaar: 'Wij hebben dus in de eene voorkern den vertegenwoordiger van het blauw, die in de andere onwerkzaam is, en dus de bloemen kleurloos of wit zou laten'. Bij een kruising tussen soorten en geslachten passen de voorkernen niet precies op elkaar omdat de twee planten verschillende eigenschappen hebben en er hiaten in de reeksen zitten. 'Waar geen paar is, kan niet geruild worden. En het is niet moeilijk zich voor te stellen dat daardoor ook de ruil in de naburige paren gestoord kan worden'.

Had De Vries in *Die Mutationstheorie* niet over chromosomen maar (uiteindelijk) wel over pangenen gesproken, in 'Bastaardering en bevruchting' is het juist andersom: het woord pangenen valt niet. Wellicht had hij Molls waar- schuwning nog steeds in gedachten, wellicht vond hij dat zijn verhaal anders te

ingewikkeld zou worden. Over de verschillen in aantallen gelijksoortige pangenen als fysiologische grondslag voor de fluctuerende variabiliteit en hoe de uitwisseling van erfelijke eigenschappen tussen de chromosomen op fysiologisch niveau verloopt lezen we dan ook niets, en evenmin iets dat De Vries' cryptische vraag uit *Die Mutationstheorie* kan ophelderen.

'Bastaardering en bevruchting' zou voorlopig De Vries' laatste publicatie zijn waarin hij op het gedrag van de chromosomen ingaat. De pangenen zou hij de volgende tien jaar nog wel ter sprake brengen, maar slechts mondjesmaat. Hij lijkt ze eerder te hebben willen vermijden, gelet op zijn boeken *Species and varieties* (1905) en *Plant-breeding* (1907), bundelingen van colleges over erfelijkheid en soortvorming in het algemeen en de mutatietheorie in het bijzonder die De Vries had gehouden tijdens de *Summer Session* van de universiteit van Berkeley in 1904 en 1906 (waarover later). In *Species and varieties* stelt De Vries dat planten opgevat kunnen worden als dragers van 'unit-characters'. 'We may assume that these units are represented in the hereditary substance of the cell-nucleus by definite bodies of too small a size to be seen, but constituting together the chromosomes. We may call these innermost representatives of the unit-characters pangenes, in accordance with Darwin's hypothesis of pangenesis, or give them any other name, or we may even wholly abstain from such theoretical discussion, and limit ourselves to the conception of the visible character-units'.¹¹¹ De Vries heeft kennelijk gekozen voor het laatste: in het boek gaat het alleen over de zichtbare kenmerken. Ook in *Plant-breeding* wordt de fysiologie ver weg gehouden. Erfelijke eenheden kunnen op twee manieren worden bekeken, aldus De Vries. 'We may be content with analyzing the visible characters and with reducing them to independent groups, or we may ask for some invisible, although material cause, which constitutes the real source of each unit. This latter inquiry, however, is as yet wholly of a hypothetical nature, and so we may suffice to have suggested it, and to return to the visible features for our further discussion'.¹¹² Het kan zijn dat De Vries deze weg koos omdat de relatie tussen chromosomen en pangenen hem nog lang niet duidelijk was. Opvallend is een opmerking die hij in 1909 in een aantekeningboek neerschreef bij het herlezen van *Über Reduktionstheilung, Spindelbildung, Centrosomen und Cilienbilder im Pflanzenreich* van Eduard Strasburger dat al in 1900 was verschenen. Het bestaan van de reductiedeling pleitte er volgens De Vries voor dat een erfelijke eigenschap slechts door één pangeen wordt uitgedrukt. Immers: 'Als elke eigenschap in de kern door meer dan één pangeen vertegenwoordigd was, zou er geen reductiedeling noodig zijn'. En: 'Bij de bevruchting zouden de mannelijke en vrouwelijke groepen van gelijknamige pange-

nen dubbel zoo groot worden (door de vereeniging), maar als overigens dit aantal van voeding en prikkels afhangt, zou dit er niet op aankomen'.¹¹³

De Vries en Mendel

Species and varieties is De Vries' laatste publicatie waarin hij het werk van Mendel behandelt. Erfelijkheid bleef een belangrijke rol in zijn werk en publicaties spelen, niet echter als zelfstandig onderwerp maar als instrument in zijn pogingen inzicht te krijgen in het ontstaan van mutaties. En daarbij ging het doorgaans niet om de gevallen waar de wetten opgingen maar juist waar zij niet opgingen. Ondertussen kreeg Mendel (postuum) voor zijn onderzoek steeds meer waardering, stortten zich steeds meer onderzoekers op erfelijkheidskwesties en ontwikkelde het onderzoek en alles wat daarmee samenhang zich tot een zelfstandige disciplinemet de naam 'genetica'. Dat De Vries, nota bene een van de herontdekkers van de wetten van Mendel, niet in de nieuwe richting meeging heeft velen later verbaasd. Het is door een aantal onderzoekers beschouwd als extra bewijs voor wat volgens hen uit allerlei opmerkingen en gebeurtenissen kan worden opgemaakt: tussen Hugo de Vries en Gregor Mendel zat het niet goed. Al meteen zou het mis zijn gegaan.¹¹⁴ De Vries had jarenlang kruisingsproeven uitgevoerd zonder daarbij ook maar enig inzicht in het mechanisme van overerving te krijgen, en daar bleek opeens een volstrekt onbekende amateurbotanicus al 35 jaar eerder een even briljante als eenvoudige verklaring voor de verschijnselen gegeven te hebben. Misschien dat De Vries al wel een spoor te pakken had, maar in elk geval was de mogelijkheid om de primeur te hebben van een grootse ontdekking nu verkeken. Om toch de prioriteit op te kunnen eisen publiceerde hij snel (en slordig) zijn resultaten, en verzweeg daarbij Mendels naam. Maar zijn collega-herontdekkers wezen hem direct terecht en met haastig uitgevoerde correcties in de proefdrukken van zijn artikelen moest hij zijn gezicht redden. Verblind door zijn pangenentheorie enerzijds en door zijn streven een nieuwe evolutietheorie te lanceren anderzijds, ontgingen De Vries zowel de inhoudelijke als de wetenschappelijke betekenis van Mendels werk. Spoedig merkte hij echter hoe belangrijk de conclusies van Mendel waren en bij het schrijven van *Die Mutationstheorie* kon hij niet om het werk van de geniale monnik heen. Of het De Vries nu helemaal niet, voor een deel, of juist heel goed lukte Mendels ideeën in zijn eigen voorstellingen over pangenen en mutaties te integreren, daarover lopen de meningen uiteen, maar in elk geval moest hij een enorme intellectuele worsteling voeren. Vol ergernis ging hij Mendels prestaties openlijk relativeren en daarmee kleineren. Een mendelse kruising zou slechts

een laboratoriumfenomeen zijn en weinig met de normale gang van zaken in de natuur te maken hebben. 'Please don't stop at Mendel', schreef hij immers aan Bateson. 'Mendelism is an exception to the general rules of crossing. It is in no way the rule!' Het tweede deel van *Die Mutationstheorie*, bedoeld als een uitvoerige bespreking van de leer der kruisingen, bevat maar heel weinig mendelse genetica. Toen enkele jaren later een Engelse vertaling van het hele werk verscheen, zou De Vries zijn kans schoon gezien hebben om Mendel helemaal uit het boek weg te laten. Na *Die Mutationstheorie* negeerde hij Mendel volkomen, zelfs in zijn in 1907 gepubliceerde boek over gewasveredeling met de veelzeggende titel *Plant-breeding*. Maar het mocht niet baten. Mendel kreeg alle lof van de wereld toegezwaaid, terwijl de mutatietheorie meer en meer onder vuur kwam te liggen. Geërgerd zou De Vries de mendelse genetica de rug toegekeerd hebben. Aan eerbetoon jegens Mendel wilde hij niet meedoen. Niet in 1906, toen de Naturforschender Verein in Brünn voor Mendel een standbeeld wilde oprichten en hem via Tschermak vroeg om met nog enkele kopstukken zitting te willen nemen in een comité van aanbeveling ten behoeve van de inzameling van het benodigde geld. De Vries antwoordde dat hij zijn naam niet aan het initiatief wilde verbinden 'da mir die ganze Sache höchst unsympatisch ist'.¹¹⁵ Het standbeeld werd in 1910 onthuld, De Vries was er niet bij.¹¹⁶ En niet in 1922, toen de Nederlandse Akademie van Wetenschappen hem via zijn oudleerling Went, voorzitter van de afdeling Natuurkunde, vroeg of hij haar wilde vertegenwoordigen tijdens de festiviteiten die ter gelegenheid van Mendels honderdste geboortedag in Brünn zouden worden gehouden. 'De vereering van Mendel is een modeartikel, waaraan iedereen, ook zonder veel inzicht, kan meedoen; die mode zal wel voorbijgaan', antwoordde hij.¹¹⁷

Er is in het voorgaande al het een en ander aangemerkt op deze visie. Voortbordurend op zijn statistische werk had De Vries al in het midden van de jaren negentig een splitsing in de nakomelingen van hybriden in de verhouding 1:2:1 beredeneerd en geprobeerd te verifiëren. Mendels bevindingen kwamen voor hem waarschijnlijk wel onverwacht, maar waren hem meteen vertrouwd (zie blz. 277-285). De beweringen dat De Vries aanvankelijk Mendels naam uit zijn herontdekkingsartikelen hield om de prioriteit op te eisen bleken volstrekt onjuist te zijn (zie blz. 301-302). Ook de publicaties uit de volgende jaren vertonen geen spoor van een vijandige houding. Integendeel: De Vries is juist vol lof over Mendels ontdekking en hij misgunt hem de eer allerminst (zie blz. 334). Dat Mendel zijn wetten alleen bij *Pisum* had vastgesteld, en dat hij bij *Hieracium* zijn wetten niet had teruggevonden, was voor De Vries, zoals

hij zegt in het tweede deel van *Die Mutationstheorie*, ‘wohl selbstverständlich’ geen reden om diens naam niet aan de wetten te verbinden.¹¹⁸ Dat het De Vries heel goed lukte pangen en mutaties met de mendelse genetica te verenigen bleek al bij de bespreking van de herontdekking en nogmaals bij de bespreking van het tweede deel van *Die Mutationstheorie* (zie blz. 331-332 en 385-389). Zelfs het geheel on-mendelse idee van meer pangen voor één eigenschap vormde geen probleem. Het paste allemaal zelfs zó goed bij zijn eigen ideeën dat De Vries een mendelse kruising een zeer specifieke rol kon geven binnen zijn complexe bouwwerk van pangen-toestanden en hun combinaties: de wetten gaan op wanneer een actieve en een latente eigenschap elkaar treffen. Andere combinaties volgen andere regels. Vandaar het geringe aandeel van mendelse kruisingen in het tweede deel van *Die Mutationstheorie*. Vandaar De Vries’ waarschuwing aan Bateson ‘Please don’t stop at Mendel’ (een waarschuwing die zoals gezegd bij nader inzien alleen op mutatiekruisingen van toepassing was). En vandaar (waarschijnlijk) ook zijn waarschuwing in een artikel uit 1903, verwijzend naar Batesons *Mendel’s principles of heredity* van het jaar tevoren, tegen de ‘übertriebene Bedeutung’ die er aan de Mendelwetten zou worden gehecht.¹¹⁹

Naast deze zeker niet onvriendelijk bedoelde relativering valt er in De Vries’ herontdeckingsartikelen, in *Die Mutationstheorie* en in zijn andere artikelen echter toch ook een minder vriendelijke teneur waar te nemen. Wanneer De Vries de splitsingswetten bespreekt, laat hij nimmer na te vermelden dat Mendel de wetmatigheden slechts bij één geslacht, *Pisum*, had vastgesteld. ‘Für einen speciellen Fall’, aldus een van de herontdeckingsartikelen.¹²⁰ Zelf had hij de wetmatigheden bij wel meer dan een dozijn soorten gevonden. ‘Aus diesen und zahlreichen weiteren Versuchen folgere ich’, aldus hetzelfde artikel, ‘dass das von Mendel für Erbsen gefundene Spaltungsgesetz der Bastarde im Pflanzenreich eine sehr allgemeine Anwendung findet’.¹²¹ Tussen de regels door lezend zouden we hieruit kunnen opmaken dat De Vries vond dat niet hij het ene resultaat van Mendel, maar dat Mendel de vele resultaten van hem had bevestigd. Die constatering gold dan eigenlijk ook nog voor Mendels *Hieracium*-onderzoek: De Vries had bij kruisingen met verschillende soorten van *Oenothera* en hun mutanten namelijk veel gevallen ontdekt waarbij eveneens geen splitsing optreedt. Wat Mendel dus niet gelukt was, was hem wel gelukt: voldoende experimenteel bewijsmateriaal bijeenbrengen om de waargenomen verschijnselen tot wetten te kunnen verheffen. En dat was volgens De Vries nu juist de reden waarom Mendels ontdekking onopgemerkt was gebleven: ‘Mendel hatte aber nicht die Gelegenheit seine Untersuchungen wei-

ter auszudehnen, und so blieb es ihm unbekannt ob eine von diesen beiden Typen – *Hieracium* oder Erbsen – für das Pflanzenreich eine allgemeinere Gültigkeit haben würde. Dementsprechend sind seine Ergebnisse bis vor Kurzem als Einzelfälle ohne principiële Bedeutung betrachtet worden und in Vergessenheit gerathen'.¹²²

In zijn *Species and varieties* gaat De Vries uitvoerig in op de Mendelwetten. Het boek bestrijkt dezelfde materie als *Die Mutationstheorie* maar op een beknoptere en (mede daardoor) meer toegankelijke manier. De Vries had namelijk gemerkt dat zelfs zijn eigen studenten het grote werk te lang om te lezen vonden.¹²³ Het boek was een schot in de roos: de verkoop ging zo snel dat al na een halfjaar duidelijk was dat er een tweede druk moest komen. Bovendien werd het spoedig vertaald in het Duits, Frans, Nederlands en Italiaans. Bij De Vries' studenten viel het inderdaad goed in de smaak: 'Dit rode boek [zowel de Engelse als de Nederlandse editie hadden een rode band-EZ] was in onze studententijd ongeveer wat het rode boekje van Mao is voor de Chinezen!', aldus Jacob Heimans in 1970.¹²⁴ De Vries roemt in het boek Mendels artikel als 'one of the most important works on heredity'. Maar ook hier relativeert hij de geldigheid van de wetten zoals in *Die Mutationstheorie*, en ook hun praktische waarde. Met de wetten valt te berekenen hoe groot de omvang van een cultuur moet zijn om alle mogelijke combinaties van eigenschappen te verkrijgen. Wanneer er bijvoorbeeld zeven kenmerken in het spel zijn en men een plant met alle zeven in actieve toestand zou willen hebben, dan is de kans daarop slechts één op 16384. 'Mendel's law teaches us to predict the difficulties, but hardly shows any way to avoid them. It lays great stress on the old prescript of isolation and pure fertilization, but it will have to be worked out and applied to a large number of practical cases before it will gain a preeminent influence in horticultural practice'.¹²⁵ Wellicht dat daarom Mendel en de wetten ontbreken in *Plant-breeding*, de bundeling van de tweede reeks colleges die De Vries in Berkeley gaf. *Species and varieties* was vooral theoretisch, *Plant-breeding* vooral praktisch. Het was een pleidooi voor een nieuwe methode van gewasveredeling: niet het aloude verrichten van kruisingen en vervolgens selecteren van de beste variaties, maar het selecteren van de beste spontaan optredende mutaties heeft de toekomst. Bij de oude methode ontstaan namelijk alleen onstandvastige nieuwe variëteiten. Door mutaties daarentegen ontstaan standvastige nieuwe soorten. Hoewel een bespreking van de wetten van Mendel hierdoor niet erg toepasselijk was, had deze beslist niet misstaan, zeker niet in het hoofdstuk waarin De Vries het idee van de 'unit characters' als de dragers van erfelijke eigenschappen behandelt en aangeeft hoe met behulp van krui-

singen de eenheden geïsoleerd kunnen worden. Hij geeft zelfs de door hem al zo vaak ter demonstratie van de Mendelwetten gebruikte papaver-kruising als voorbeeld!¹²⁶ De in later jaren geuite verbazing over het ontbreken van de naam Mendel in het boek is dan ook begrijpelijk.

Het succes van *Species and varieties* bracht de uitgever, The Open Court Publishing Company in Chicago, tot het besluit een Engelse vertaling van *Die Mutationstheorie* op de markt te brengen. De Vries greep de kans aan om onvolkomenheden van het boek recht te zetten. Hij veranderde het een en ander in de volgorde van de tekst en wilde die zowel inhoudelijk als fysiek spreiden over drie delen, respectievelijk handelend over het ontstaan van soorten door mutaties (vrijwel het gehele eerste Duitse deel), over het ontstaan van variëteiten door mutaties (het laatste stuk van het eerste Duitse deel en één derde gedeelte uit het tweede Duitse deel) en over kruisingen (twee derde gedeelten uit het tweede Duitse deel). Maar de inhoud van het derde deel beviel De Vries bij nader inzien niet. Getuige een aantekening uit juli 1908 wilde hij de tekst sterk wijzigen, zo sterk dat van een vrijwel nieuw boek sprake zou zijn.¹²⁷ Uiteindelijk leek het hem het beste om het derde deel geheel te laten vervallen. Destijds had hij, zo omschrijft hij zijn overwegingen in een brief aan de uitgever, de hoofdstukken over kruisingen opgenomen om zijn lezers duidelijk te maken dat die experimenteel onderzoek vereisen, met het bestaan van afzonderlijke erfelijke eigenschappen daarbij als uitgangspunt. In die opzet was hij naar zijn mening inmiddels geslaagd. ‘No preaching on this line could now be of any avail’. Verder zouden volgens hem de hoofdstukken geactualiseerd moeten worden, maar met de enorme hoeveelheid (en lang niet altijd betrouwbare) literatuur die er inmiddels over het onderwerp bestond was dat eigenlijk onmogelijk, en een bewerking zou zeker het peil van de tekst omlaaghalen. Het gedeelte over kruisingen met teunisbloemen kon in elk geval niet gehandhaafd blijven. De Vries was met dat onderwerp zelf verder gegaan en inmiddels had hij nieuwe, zeer verrassende resultaten gekregen. Het eerste gedeelte van het tweede deel, een overzicht van de literatuur over kruisingen vóór 1900, werd volgens hem alleen door specialisten gewaardeerd, ‘and they are now engaged, not in general hybridological work, but in the special cases of Mendelism, going even so far as to neglecting or even denying all other possibilities’. Ten slotte zou door het weglaten van de hoofdstukken het redactiewerk een stuk eenvoudiger worden. De vertaling (door Arthur Darbishire, docent zoölogie aan het Royal College of Science in Londen, en John Farmer, hoogleraar plantkunde aan het Imperial College of Science and Technology in London) was volgens De Vries namelijk slecht gedaan en de correctie vereiste

veel van zijn aandacht.¹²⁸ The Open Court ging direct met De Vries' idee akkoord.¹²⁹ In het voorwoord van *The mutation theory* (zoals de vertaling eenvoudig heette) lichtte De Vries zijn lezers over de ingreep als volgt in: 'Some chapters, especially among those on hybridization, which seem to be of too technical a nature for the general student, will be omitted from the second volume'. Maar blijkbaar had hij de hoop toch nog niet helemaal opgegeven, want hij vervolgde met: 'It is proposed to publish their translation in a separate work'. Dat boek is echter nooit verschenen.

Het is dus wel degelijk De Vries' bedoeling geweest om het gedeelte in *Die Mutationstheorie* over de mendelse kruisingen in de Engelse vertaling op te nemen. Uit zijn brief aan de uitgever laat De Vries bovendien niets van minachting jegens Mendel blijken, wel jegens degenen die zich op hem blindstaren. De waarschuwing destijds aan Bateson vond hij blijkbaar nog steeds actueel. Uit het voorwoord dat hij schreef voor *The mutation theory* spreekt juist, opnieuw, waardering. Het belangrijkste doel van het boek is volgens De Vries 'the promulgation of the principle of unit-characters'. Dat principe wordt ondersteund door bewijsmateriaal uit drie afzonderlijke bronnen: de gewasveredeling, die laat zien dat niet de selectie van uiterste variaties maar elementaire soorten het uitgangspunt moeten zijn (de boodschap van *Plant-breeding*); de teunisbloem en enkele andere soorten met hun sprongsgewijze veranderingen; en de mendelse kruisingen. In *The mutation theory* ontbreekt dus het laatste. Het lijkt onwaarschijnlijk dat De Vries het negeren van Mendel boven de volledige bewijsvoering voor de mutatietheorie verkoos.

Overigens blijkt uit het voorwoord opnieuw waar het De Vries met zijn boek uiteindelijk om gaat: aantonen dat het soortbeeld is opgebouwd uit afzonderlijke, zelfstandige erfelijke eigenschappen, oftewel de juistheid van Darwins pangenesis aantonen. Om die stelling verder kracht bij te zetten stelde hij, tijdens de productie van *The mutation theory*, The Open Court voor om ook een vertaling van *Intracellulare Pangenesis* te publiceren. 'I think this will be a very useful work since the interest in this little book has largely increased now people see that it is the theoretical basis of the mutation theory'.¹³⁰ De uitgever reageerde positief, maar wilde, met de uitgave van het grote werk zelf op stapel, het project zo goedkoop mogelijk houden en alleen de productiekosten betalen. De vertaling moest dus 'a work of love' zijn.¹³¹ De Vries vond de vereiste liefhebber in C. Stuart Gager, hoogleraar plantkunde aan de universiteit van Missouri. Om het twintig jaar oude boekje te actualiseren voegde hij zelf enkele voetnoten toe en liet hij Gager bovendien een vertaling maken van zijn artikel 'Bevruchting en bastaardering' uit 1903 dat aan *Intracellular pangenesis* als

bijlage werd toegevoegd.¹³² De bedoeling was het boekje in 1909 op de markt te brengen, het jaar van de herdenking van de honderdste geboortedag van Darwin en de vijftigste geboortedag van *The origin of species*. Het werd uiteindelijk het jaar erna, maar dit geval bewijst wederom De Vries' toewijding aan Darwin. En dat moet dan ook de werkelijke reden voor De Vries' niet altijd even grote enthousiasme voor Mendels werk zijn: zijn grote enthousiasme voor Darwin. Het verklaart zeker zijn afwijzende reactie uit 1922. De zin in de brief aan Went waarin hij de verering van Mendel 'een modeartikel' noemt vervolgt namelijk met: 'De feestviering te Brünn is nationaal en anti-Engelsch, speciaal tegen Darwin gericht en mij daarom onsympathisch, maar ook daarom zeer populair. En de heeren te Brünn zijn bekend voor de voortreffelijke wijze waarop zij feesten organiseren'.

Een eigen vereniging

In Nederland werd de mutatietheorie met enthousiasme ontvangen. Vanaf de bekendmaking lieten kranten en tijdschriften zich in lovende woorden uit over zowel De Vries' persoon ('Een voortreffelijk geleerde, een man van buitengewone werkkraft') als zijn werk ('De Vries' mutatieleer is nog slechts weinig jaren publiek domein en reeds is zij de wereld rondgevlogen'), niet zelden vergezeld van een grote dosis chauvinisme (''t Is geen geringe eer voor ons klein landje dat de naam van De Vries over de geheele wereld genoemd wordt in onmiddellijk verband met dien van Darwin').¹³³ Ook De Vries' vakgenoten waren positief. 'Wie doordenkt over de uitkomsten die De Vries aan zijne proevenreeksen ontleenen mocht zal met ons erkennen dat hij eene zeer gewenschte en zeer noodige consolidatie aan het gebouw der evolutieleer heeft verschaft', aldus de Utrechtse hoogleraar algemene dierkunde A.A.W. Hubrecht.¹³⁴ 'Wat Linnaeus staande op het oude standpunt van de leer der afzonderlijke scheppingen niet heeft kunnen vermoeden zelfs, wat door Darwin mogelijk is geacht maar door hem niet is aangetoond kunnen worden, dat heeft Hugo de Vries op meesterlijke wijze duidelijk gemaakt', aldus H.J. Calkoen, leraar natuurlijke historie in Haarlem.¹³⁵ De Vries werd met allerlei eerbetoont overladen: erelidmaatschappen van het Natuurkundig Genootschap in Groningen, de Nederlandse Maatschappij voor Tuinbouw en Plantkunde, het Genootschap voor Natuur-, Genees- en Heelkunde en de Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, lid van Teylers Tweede Genootschap, Ridder in de Orde van de Nederlandse Leeuw, etcetera, etcetera. T. Place, hoogleraar fysiologie in Amsterdam, nomineerde hem in 1907 zelfs voor de Nobelprijs.

De grote roem bracht De Vries de positie waar hij al enkele jaren naar toe

was gegroeid: de positie van machtigste botanicus van Nederland. Was hij met zijn fysiologische werk in het begin van zijn academische loopbaan een vreemde eend in de Nederlandse, sterk op de systematiek gerichte botanische bijt geweest, inmiddels was hij de nestor van de Nederlandse wetenschappelijke botanie op wie aller ogen gericht waren. Hij telde de meeste leefjaren en ambtsjaren, had de meeste doctoraalstudenten en de meeste promovendi. De andere hoogleraren in het land waren oude vrienden (Beijerinck in Delft, Moll in Groningen, Ritzema Bos in Amsterdam) of vroegere leerlingen (Verschaffelt in Amsterdam, Went in Utrecht, Janse in Leiden). Allemaal hadden ze hun positie mede te danken aan een aanbeveling van De Vries. En allemaal hielden ze zich niet of nauwelijks bezig met systematiek maar met experimenteel werk. Dat was veelal sterk fysiologisch getint; op onderzoek naar erfelijkheid en soortvorming had De Vries vrijwel het monopolie. Zijn bemoeienissen met de Nederlandse Botanische Vereeniging laten duidelijk zien hoe hij als spin in het web zijn invloed op de Nederlandse botanie deed gelden. Niet iedereen in de Vereeniging was echter te spreken over het machtsspel dat hij en degenen die zich rond hem schaarde speelden. Gevolg was dat de kleine Nederlandse botanische gemeenschap in twee vijandige kampen scheurde.

Hugo de Vries was in 1871 lid geworden van de Botanische Vereeniging, op een moment dat het ledental aanzienlijk groeide.¹³⁶ De nieuwe generatie botanici diende zich aan: de eerste oud-hbs'ers, mensen met een natuurwetenschappelijke opleiding, geen amateurs maar geheel of gedeeltelijk beroeps, werkzaam als bijvoorbeeld leraar plant- en dierkunde, en niet alleen geïnteresseerd in systematiek maar ook in de nieuwe richtingen in het vak. Waarschijnlijk op initiatief van Hugo de Vries, maar in elk geval met de steun van voorzitter Oudemans, werd in 1878 besloten om naast de jaarlijkse ledenvergadering in de zomer een extra vergadering te organiseren in een van de wintermaanden waarop minder aandacht zou zijn voor floristische maar meer voor fysiologische, anatomische en morfologische onderwerpen.¹³⁷ Deze bijeenkomst was kennelijk een succes: ook in de volgende jaren werd een 'buitengewone wintervergadering' gehouden en met een statutenwijziging in 1882 werd vastgelegd dat er jaarlijks twee vergaderingen zouden plaatsvinden.¹³⁸ De winter- en zomervergaderingen die nu werden gehouden hadden een heel verschillend karakter. De wintervergaderingen werden gehouden in Amsterdam of Leiden, er werd gesproken over nieuwe literatuur, over fysiologie, anatomie en morfologie en over nieuwe instrumenten die men bij zijn onderzoek kon gebruiken. De zomervergaderingen werden gehouden in een hotel ergens in Nederland, er werd gesproken over nieuwe soorten en ontdek-

te vindplaatsen, herbariumexemplaren gingen over de tafel en na afloop trok men het veld in om te botaniseren. Ondanks de verschillen was de Vereniging een eenheid: veel leden bezochten namelijk beide vergaderingen.

Enkele 'biologen' lijkten echter meer zelfstandigheid en meer bijeenkomsten gewild te hebben. In de zomervergadering van 1892 deden De Vries, Heinsius (leraar en twee jaar eerder bij De Vries gepromoveerd) en Goethart (assistent van De Vries) het voorstel de wintervergadering voortaan steeds in Leiden te houden en tijdens de winter elke maand in Amsterdam een buitengewone vergadering te houden om daarop, vooral, de recent verschenen literatuur te bespreken. Met opnieuw een wijziging van de statuten werd dit voorstel gehonoreerd door de leden toe te staan plaatselijke afdelingen te stichten met eigen besturen en eigen vergaderingen. De eerste (en enige) plaatselijke afdeling werd in december 1892 opgericht in Amsterdam onder de naam 'Centrale Afdeling'. Het werd echter geen club van biologen: ook floristen bezochten de bijeenkomsten en er werden mededelingen gedaan en literatuurreferaten gehouden over alle richtingen in de plantkunde. De Centrale Afdeling leek meer een tweede, in Amsterdam gevestigde, botanische vereniging te zijn die met haar maandelijks vergaderingen en moderne onderwerpen veel dynamischer was dan de Vereniging in Leiden.¹³⁹

In november 1896 trad een nieuw bestuur van de Centrale Afdeling aan: Wijsman (promovendus van De Vries en hoogleraar farmacie in Leiden), Went (eveneens promovendus van De Vries en de kersverse hoogleraar in Utrecht) en Verschaffelt (De Vries' assistent en beoogd opvolger van zijn collega Oudemans) werden de nieuwe voorzitter, vice-voorzitter en secretaris-penningmeester. Het lijkt erop dat dit bestuur in overleg met De Vries spoedig besloot zich van de Botanische Vereniging af te scheiden. In de algemene vergadering van het Genootschap ter Bevordering van Natuur-, Genees- en Heelkunde van 20 oktober 1897 opperde de Amsterdamse hoogleraar oogheelkunde Straub tijdens de rondvraag een sectie Biologie op te richten. Hij kreeg meteen bijval van De Vries (lid sinds 1871 en actief geweest als voorzitter van de sectie Natuurkunde en redacteur van het door de sectie uitgegeven *Maandblad*), die uitgebreid de wenselijkheid van een dergelijke afzonderlijke afdeling schetste. Noch het algemeen bestuur, noch de sectie Natuurkunde (waarin de biologen waren opgenomen) bleken bezwaar te hebben. In december verzocht het bestuur van de sectie Natuurkunde De Vries de voorzitter van de nieuwe sectie Biologie te willen worden. Die antwoordde daartoe bereid te zijn, echter op voorwaarde dat acht leden van de Centrale Afdeling die geen lid van het Genootschap waren als zodanig benoemd zouden worden. Dat werd toegestaan

en zo kwam op 5 maart 1898 de sectie Biologie voor de eerste keer bij elkaar. Wijsman werd vice-voorzitter, J.C. Costerus (leraar biologie aan de Amsterdamse hbs die in 1875 De Vries in die functie was opgevolgd) secretaris. Tijdens de algemene vergadering op 26 oktober kreeg de sectie haar officiële status.¹⁴⁰ Verschaaffelt meldde als secretaris van de Centrale Afdeling in januari 1899 het bestuur van de Botanische Vereeniging dat de Afdeling overgegaan was naar het Genootschap en dus geen deel meer uitmaakte van de Vereeniging. Alle leden van de voormalige Centrale Afdeling bleven overigens wel lid van de Vereeniging. De Vries liet weten zich niet meer actief voor de Vereeniging in te zullen zetten, maar onbekend is of dat iets te maken had met de omzetting van de Centrale Afdeling in de sectie Biologie. Beijerinck had het jaar eerder zijn lidmaatschap van de Vereeniging opgezegd, volgens eigen zeggen vanwege ‘verschillende omstandigheden’ maar waarschijnlijk vooral vanwege de benoeming van een hem onsympathiek lid tot voorzitter.¹⁴¹

Hoe het bestuur van de Botanische Vereeniging op de afscheiding reageerde is niet bekend, maar het is goed voor te stellen dat men er niet gelukkig mee was. Bij Suringar, voorzitter sinds 1881, lijkt de gebeurtenis hard aangekomen te zijn. Al enkele jaren had hij last van depressieve buien. Volgens een in memoriam ging hij gebukt onder miskennis, zelfs ‘soms van eene zijde waarvan men dit het minst zou verwacht hebben’.¹⁴² Door Leidse biologen is De Vries wel eens de schuld van Suringars depressiviteit gegeven: door zijn macht te laten gelden zou hij zijn oude leermeester onder druk hebben gezet.¹⁴³ Zeker is dat enkele maanden na de gebeurtenissen rond de Centrale Afdeling een conflict tussen beiden speelde over de opvolging van de Leidse hortulanus Hendrik Witte. Suringar had de zoon van Witte beloofd dat die de baan zou krijgen, maar De Vries vond de Groningse hortulanus Fiet een betere kandidaat. Na afloop van een vergadering van de Akademie van Wetenschappen sprak De Vries Suringar over deze kwestie aan, tot diens duidelijke ergernis. ‘Hij had blijkbaar gehoopt zijn spel te kunnen spelen zonder dat iemand er iets van bemerkte, en ik geloof dat hij er niet goed voor dorst uit te komen’, schreef De Vries aan Moll. ‘Zoudt ge hem niet eens zeer uitvoerig kunnen schrijven en, zonder juist mijn naam te noemen, hem aantoonen dat iedereen Fiet als den aangewezen man beschouwt? Misschien laat hij zich bewegen Fiet met Witte voor te dragen, en dan zou de taak van Curatoren zeer vereenvoudigd zijn’. De Vries benaderde ook de Leidse curator Fock (een goede vriend van zijn vader) en die liet weten dat de Curatoren zeker de voorkeur zouden geven aan Fiet als die werd voorgedragen.¹⁴⁴ Maar De Vries’ plan mislukte: Witte werd toch benoemd.

Op 12 juli 1898 werd Suringar dood in zijn laboratorium aangetroffen. Hij had zelfmoord gepleegd.¹⁴⁵ Dat het tussen hen niet helemaal had geboterd was voor De Vries geen beletsel een necrologie voor de *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* te schrijven, noch voor Suringars zoon om hem daarvoor biografische gegevens te verschaffen.¹⁴⁶ De Curatoren van de Leidse universiteit vroegen hem zelfs als Suringars opvolger. De Vries voelde veel voor de positie: de Leidse Hortus was veel ruimer en beschikte over een veel groter budget dan die in Amsterdam. De positie vond hij voor één persoon echter te zwaar en hij stelde daarom voor de taken te verdelen over een hoogleraar botanie, tevens directeur van de Hortus en het Rijksherbarium, en een hoogleraar plantenfysiologie. Voor de positie van hoogleraar botanie had hij geen belangstelling. 'Een eventuele aanbieding voor eene voordracht voor een professoraat in den plantenfysiologie echter zou ik op hoogen prijs stellen en zeer gaarne in ernstige overweging willen nemen', schreef hij Curatoren. Die wilden het graag overnemen, maar de minister van Binnenlandse Zaken, die tevens onderwijst in zijn portefeuille had, weigerde waarop De Vries bedankte. Na lang zoeken vonden Curatoren J.M. Janse, student en promovendus van De Vries, voormalig assistent van Suringar en sinds 1890 chef bij 's Lands Plantentuin in Buitenzorg, bereid de vacature te vervullen.¹⁴⁷

Suringars assistent Vuyck werd de nieuwe voorzitter van de Botanische Vereniging. Hij zag het als zijn taak eenheid en vrede onder de Nederlandse botanici te brengen. De 'biologen' vormden in zijn ogen een probleem: zij vertoonden zich zelden op de vergaderingen en plaatsten hun publicaties liever in een buitenlands tijdschrift dan in het *Nederlandsch Kruidkundig Archief* dat de Vereniging uitgaf. Hoewel De Vries met de sectie Biologie van het Genootschap ter Bevordering van Natuur-, Genees- en Heelkunde in feite zijn eigen vereniging van 'biologen' had gecreëerd, deelde hij kennelijk het ideaal van Vuyck en hoopte hij dat het onder diens leiding met de Vereniging nog wel goed zou komen. Hij bleef na de benoeming van Vuyck immers lid, in tegenstelling tot Beijerinck. Initiatieven voor veranderingen bleven echter uit en De Vries lijkt het vertrouwen verloren te hebben: in 1901 zegde hij zijn lidmaatschap op. Datzelfde jaar werd J.P. Lotsy actief in de Vereniging. Hij ontwierp een nieuwe structuur die de beoogde harmonie moest bewerkstelligen. Maar dat pakte verkeerd uit.

Verdeeldheid in de Vereniging

Jan Paulus Lotsy was een telg uit een voornaam geslacht uit Dordrecht. Hij had gestudeerd aan de Rijkslandbouwschool in Wageningen en was gepro-

moveerd aan de universiteit van Göttingen. Enkele jaren was hij lector aan de Johns Hopkins University in Baltimore geweest en vervolgens had hij in Nederlands-Indië fysiologisch, cytologisch en embryologisch onderzoek gedaan in het Kina-Proefstation en 's Lands Plantentuin. Door ziekte was hij gedwongen geweest in 1900 naar Nederland terug te keren. Daar was hij de drijvende kracht geworden achter de (op zijn initiatief opgerichte) 'Association Internationale des Botanistes' en redacteur van de twee tijdschriften die de Association uitgaf. In 1904 werd Lotsy benoemd tot lector systematische botanie aan de universiteit van Leiden, ter ontlasting van de hoogleraar Janse. Zijn voormalige assistent Wouter Goddijn beschreef Lotsy in een *In memoriam* als iemand met een 'strijdbare geest, die uit botsing van ideeën dieper inzicht en waarheid wilde putten' en die sprak met een 'openhartige taal, die zonder aanzien des persoons onomwonden zijn overtuiging uitdrukte'. 'Dr. Lotsy was een persoonlijkheid', aldus Goddijn. 'Aan den suggestieven invloed die van zijn persoon uitging konden maar weinigen zich geheel onttrekken'. W.H. Wachter, onderwijzer op een lagere school en later leraar natuurlijke historie en wiskunde, die Lotsy als bestuurslid in de Botanische Vereeniging meemaakte, beschreef hem in 1945 in zijn geschiedenis van de Vereeniging als iemand met 'onmiskenaar organisatorisch talent', maar wiens 'ietwat bruuske en militante aard' hem in de weg zat om met dat talent successen te boeken.¹⁴⁸

Samen met J.W.C. Goethart, de conservator herbarii van de Vereeniging, sinds 1897 conservator bij het Rijksherbarium en een goede vriend uit zijn studietijd, ontwikkelde Lotsy in 1903 een plan om de Vereeniging te reorganiseren. Het voorstel was de Vereeniging te splitsen in twee afdelingen: één voor floristiek ('Afdeling A') en één voor biologie ('Afdeling B'). Elke afdeling zou een eigen uit drie personen bestaand bestuur moeten hebben, de twee besturen samen, aangevuld met een algemeen secretaris-penningmeester, het bestuur van de gehele Vereeniging vormen. Hoewel geen lid volgde De Vries de gebeurtenissen op de voet. Hij was met het plan niet gelukkig en drong er bij Moll op aan zich tegen het voorstel te keren. 'Het schijnt dat L[otsy] en G[oehtart] zich krachtig weeren en dat de zaak heel moeilijk is. Krijgen zij hun zin, dan gaan alle fatsoenlijke leden eruit, maar dan behouden zij het recht om uit naam der Nederlandsche botanici te spreken. En dit mag mijns inziens niet'.¹⁴⁹ Het bezwaar dat De Vries tegen Lotsy en Goethart had was dat zij in zijn ogen geen echte, academisch opgeleide botanici waren. Zij hadden de landbouwschool in Wageningen bezocht en waren vervolgens in Duitsland gepromoveerd, een volgens hem gemakkelijke methode om het doctoraat te

verwerven.¹⁵⁰ Het plan werd door de meerderheid van de leden (waaronder Moll) in februari 1904 echter goedgekeurd. Vijftien leden sloten zich bij beide afdelingen aan, vier bij alleen Afdeling A en tien bij alleen Afdeling B. Als bestuurders van Afdeling A werden gekozen Goethart (voorzitter), Burck (conservator) en Lotsy (rapporteur) (met D. Lako als vervanger), van Afdeling B Went (voorzitter), Moll (vice-voorzitter) en Wijsman (rapporteur) (met Heinsius als vervanger). Vuyck werd gekozen tot algemeen secretaris-penningmeester. Went zou de gecombineerde vergaderingen voorzitten. Tevens werd besloten tot de oprichting van een tweede tijdschrift: het *Receuil des Travaux Botaniques Néerlandais* waarin biologische artikelen een plaats moesten krijgen. Het *Kruidkundig Archief* werd gereserveerd voor publicaties over de Nederlandse flora en zou dus de spreekbuis worden van Afdeling A.¹⁵¹

Vrijwel meteen ontstond er een meningsverschil tussen de bestuursleden van de beide afdelingen. In de tweede vergadering van het gezamenlijke bestuur stelde Moll voor om De Vries, Beijerinck en Treub het erelidmaatschap van de Vereeniging te verlenen. De statuten kenden het verschijnsel 'erelid' echter helemaal niet, zo brachten enkele bestuursleden als bezwaar in. Hierop besloot men met de benoemingen te wachten tot de statuten gewijzigd zouden zijn.¹⁵² Afdeling B kwam twee maanden later voor de eerste keer bij elkaar. Wellicht was het door een wat al te enthousiaste Went, die de vergadering voorzat, wellicht ook door een wat al te enthousiaste Wijsman, die de vergadering notuleerde, dat in het verslag van de bijeenkomst (dat werd gepubliceerd in het *Kruidkundig Archief*) de mededeling werd opgenomen dat 't bestuur plan heeft Hugo de Vries op de algemeene vergadering als erelid voor te stellen'.¹⁵³ In de volgende algemene bestuursvergadering liet Lotsy blijken hierover enigszins gepikeerd te zijn. Nu het eenmaal gedrukt stond, al was dat dan ook 'in een onbewaakt oogenblik' gebeurd, kon men volgens hem niet meer terug. Hij vond echter dat er van de kant van De Vries wel een 'blijk van toenadering' moest komen, bijvoorbeeld een artikel in het *Receuil*. Niemand van de aanwezigen durfde dat echter te vragen. Goethart wilde weten in welke hoedanigheid de voorstellers eigenlijk De Vries het erelidmaatschap wilden aanbieden: als verdienstelijk lid van de Vereeniging of als botanicus? Moll legde hierop uit dat men door een dergelijk eerbetoon 'niet altijd den persoon wil eeren, maar zichzelf, dat wil zeggen de Vereeniging, een ornamentum wil verschaffen'. Lotsy wees er vervolgens op dat de leden van de 'oude' Vereeniging, de Vereeniging van voor de splitsing, vooral te vinden zijn in Afdeling A en dat van die afdeling dus zeker oppositie te verwachten viel. Goethart beaamde dat door erop te wijzen 'hoe De Vries persoonlijk bij de oude leden, en niet ten on-

rechte, in een slecht blaadje staat, wat zeker niet het geval is met professor Beijerinck, die in 1898 terstond als lid heeft bedankt'. Wanneer nu voorgesteld zou worden naast De Vries ook Beijerinck en Treub tot ereleden te benoemen zou de oppositie waarschijnlijk wel verdwijnen. Lotsy opperde daarop De Vries een lezing te laten houden op de volgende algemene ledenvergadering. 'Ware hij daartoe te bewegen, dan ware de zoo gewenschte toenadering gevonden en de gelegenheid aangewezen om hem het eerlidmaatschap aan te bieden'.¹⁵⁴ De bestuursleden lijken het bij nader inzien verstandiger gevonden te hebben de zaak te laten rusten: noch in de volgende bestuursvergaderingen, noch op de ledenvergadering later werd over een erelidmaatschap voor wie dan ook nog gesproken.

Het volgende jaar bracht een nieuw conflict. In februari 1905 ontving het bestuur de uitnodiging van de Nederlandse Natuurhistorische Vereniging (NNV) om samen met andere verenigingen deel te nemen in een organisatie voor de bescherming van 'natuurmonumenten': bijzondere landschappen, zeldzame planten en dieren en belangrijke geologische formaties. Het merendeel van de bestuursleden voelde daar wel voor, maar Goethart en Lotsy waren er ronduit op tegen. Zij dreigden zelfs met aftreden. Met het standpunt dat de Botanische Vereniging alleen zou meedoen als de nieuwe organisatie in haar belang zou zijn, kon iedereen zich echter vinden. Uiteindelijk werd niet de beoogde 'vereniging van verenigingen' opgericht maar een nieuwe 'Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland'.¹⁵⁵

Spoedig was het opnieuw hommeles. Goethart, conservator van het verenigingsherbarium, stelde voor het herbarium over te dragen aan het Rijk en voor de eigen collectie een voltijds conservator aan te stellen. Zelf kon hij namelijk onmogelijk al het benodigde werk doen. De nieuwe conservator zou voor een deel door de Vereniging en voor een deel door het Rijk betaald moeten worden. Lotsy en Burck waren vóór, Went, Verschaaffelt en Schoute (die Moll en Wijsman inmiddels hadden opgevolgd) tegen. 'Ik kan niet inzien dat het voorstel anders te verdedigen is dan uit het oogpunt van het voordeel dat het voor den directeur van 's Rijksherbarium zou hebben een zoo belangrijk geschenk te ontvangen, plus een bijdrage in de kosten van een conservator', aldus Went met een duidelijke sneer naar Lotsy die inmiddels directeur van het Rijksherbarium was geworden. Vuyck wist de partijen bij elkaar te brengen met het voorstel 'schenking' te vervangen door 'langdurige bruikleen'.¹⁵⁶

Door een andere kwestie waren de verhoudingen inmiddels verder verslechterd. In de ledenvergadering van Afdeling A van 19 mei 1906 herinnerde

Lotsy de aanwezigen eraan dat het dat komende jaar tweehonderd jaar geleden zou zijn dat Linnaeus werd geboren. Die dag moest zeker herdacht worden.¹⁵⁷ Zowel de NNV als de sectie Biologie van het Natuur- en Geneeskundig Congres bleken gelijke plannen te hebben. Went, lid van de sectie, meldde in de algemene bestuursvergadering van 28 oktober dat de sectie Hugo de Vries had gevraagd als spreker op te treden en, zijn mutatietheorie in gedachten, een rede te laten houden over linneaanse en nieuwe soorten. Lotsy merkte op dat het onderwerp hem ‘niet gelukkig gekozen toescheen’. Een verhaal over Linnaeus’ natuurlijk systeem leek hem toepasselijker. De Vries had echter voor de eer bedankt: ‘Ik heb voor een viering van Linnaeus niet zoo heel veel sympathie. Ik acht hem hoog, maar meen dat hij toch te zeer verheerlijkt wordt’, had hij aan Went geschreven.¹⁵⁸ Het Congres had bovendien besloten maar weinig aandacht aan het Linnaeus-jubileum te schenken en was bovendien niet van zins zijn vergadering te verplaatsen naar 23 mei, Linnaeus’ geboortedag. Het bestuur van de Vereeniging besloot daarom in te gaan op het plan van de NVV om samen met de dierentuin Artis en de Dierkundige, de Entomologische en de Ornithologische Vereniging een herdenking te organiseren.¹⁵⁹ In februari 1907 richtten leden van deze zes organisaties het ‘Comité Linnaeus Herdenking 1907’ op. Besloten werd op 23 mei 1907 in Haarlem en Heemstede (waar Linnaeus tijdens zijn verblijf in Nederland had gewoond) enkele feestelijke bijeenkomsten en een tentoonstelling te houden. Enkele leden meenden dat De Vries als voornaamste spreker moest optreden, maar gezien zijn eerdere weigering leek daar geen kans op. Ook Max Weber, hoogleraar zoölogie in Amsterdam, bleek niet tot een lezing bereid te zijn zodat uiteindelijk Lotsy werd gevraagd. Die stemde toe, na lang aarzelen. Hij vreesde namelijk dat door zijn optreden de ‘officiële botanie’ zich zou terugtrekken. En die vrees bleek terecht: geen der hoogleraren botanie vertoonde zich op de feestdag ‘daar men in een klein land als het onze door onderlinge veeten liever aan zijn eigen ontstemming toegeeft dan door samenwerking iets goeds tracht op te bouwen’, aldus Vuyck, secretaris-penningmeester van het comité, in een verslag over de viering.¹⁶⁰ De Vries drukte zich in zijn afbericht diplomatiek uit: ‘Wat mij persoonlijk betreft zal niemand mij van gemis van vereering voor Linnaeus verdenken, maar wel zou mijn tegenwoordigheid te Haarlem waarschijnlijk, en met graagte, verkeerd worden uitgelegd en mijns inziens ten nadeele van de plantkunde in ons vaderland’.¹⁶¹ Aan Went was hij duidelijker: ‘Mij komt het niet gewenscht voor tegelijkertijd hulde aan Li[nnaeus] en Lo[ttsy] te brengen’. Naar de eveneens op het programma staande onthulling van Linnaeus’ borstbeeld, waar Lotsy niet zou spreken, wilde hij dan ook wel komen.¹⁶²

Daags na de Linnaeus-herdenking kwam Afdeling B weer bij elkaar. Lotsy meldde daar dat de Association Internationale des Botanistes hem had benaderd met de vraag of het volgende Internationaal Botanisch Congres, gepland voor 1910, in Nederland kon worden gehouden, dat hij daar positief op was ingegaan en reeds ver gevorderd was met de organisatie. Hij had zelfs al een toezegging van het Rijk voor f 3000 en van de koningin-moeder voor f 1000. Hoewel het congres feitelijk buiten de Botanische Vereeniging om ging, wilde Lotsy haar er toch bij betrekken. Hij stelde voor dat de Vereeniging de uitnodigingen zou versturen en dat het congres in Leiden, officieel de vestigingsplaats van de Vereeniging, zou plaatsvinden. Met alle ogen van de botanische wereld op Nederland gericht kon Hugo de Vries natuurlijk niet ontbreken. Lotsy wilde hem daarom erevoorzitter maken.¹⁶³ Went, hoewel zeer verrast door Lotsy's voortvarendheid, was het met dat laatste volkomen eens. Omdat de Association vóór 1 juni uitsluitel wilde hebben, was haast geboden. Went schreef De Vries meteen een brief om hem over te halen de benoeming als erevoorzitter te accepteren en riep de overige bestuursleden van de Vereeniging voor overleg bij elkaar. Tijdens die vergadering (op 29 mei) kon Went het antwoord van De Vries al meedelen: 'Helaas onmogelijk. Brief volgt', had hij getelegrafeerd. Went, Verschaffelt en Schoute meenden hierop dat de Vereeniging niet kon meewerken. Maar Lotsy, Goethart en Vuyck wilden doorzetten. Goethart meende dat wanneer de Vereeniging zich terug zou trekken 'zij absoluut zou staan onder den invloed van mannen die niet tot de Vereeniging behoren en dat dit des Vereenigings onwaardig is'. Lotsy vond dat, nu was voldaan aan de beleefdheid De Vries het erevoorzitterschap aan te bieden, de Vereeniging volkomen vrij was te doen wat haar goeddunkt. En Vuyck betreurde het 'dat de bezwaren die gemaakt worden nooit in een vasten vorm tot ons komen; dat de Vereeniging voortdurend strijd heeft te voeren tegen aanvallen die niet openlijk geschieden, zoodat men zich niet verdedigen kan, zelfs nimmer te weten komt waartegen het verzet zich richt'. Er werd nog geprobeerd de zaak te redden. Als de Association nu eens zelf de uitnodigingen rondstuurde, zou De Vries dan wel willen meewerken? Went betwijfelde dat. En als het congres nu eens in Amsterdam gehouden zou worden? In dat geval zouden Amsterdammers, dus De Vries en Verschaffelt, het congres moeten organiseren. Verschaffelt kon alvast meedelen dat hij zeer tegen dat werk opzag en hij vermoedde van De Vries hetzelfde. Niettemin bood hij aan met De Vries te willen spreken. Secretaris Vuyck concludeerde hierop dat de discussie gesloten kon worden, want het eventuele Amsterdamse comité kon wel eens hele andere ideeën hebben over de rol van de Botanische Vereeniging dan het

Leidse. Het voorstel van Lotsy om de uitnodigingen door de Vereeniging te laten versturen werd ten slotte in stemming gebracht. Went, Schoute en Verschaffelt stemden tegen, Lotsy, Goethart en Vuyck voor; Burck was vanwege verblijf in het buitenland niet aanwezig. De stem van de voorzitter moest daarom de doorslag geven en dus was het voorstel afgewezen.¹⁶⁴

Enkele dagen later ontving Went de beloofde brief van De Vries. Aan een congres in Leiden zou hij zeker niet meewerken, meldde hij. Hij vond 'Leiden zóó dat ik bij elke gelegenheid het eerste het beste voorwendsel pleeg aan te grijpen om daar niet heen te gaan'. Maar eigenlijk zag hij het hele congres niet zitten: 'Ik moet toch vreezen dat de taak die gij mij toedenkt bij de tegenwoordige verdeeldheid onder de Nederlandsche botanici alle kans zou hebben geen aangename te zijn, terwijl het mij aan de andere zijde voorkomt in dezen toestand beter te zijn in ons land geen internationale congressen te houden. Il faut laver son ligne sale en famille'.¹⁶⁵

Lotsy had de brief van De Vries niet afgewacht. Voor hem was de maat vol: hij trad af als bestuurslid. 'Herhaaldelijk is mij gebleken', schreef hij zijn collega's daags na de vergadering, 'dat de meerderheid van het bestuur der Nederlandsche Botanische Vereeniging, in plaats van de ter tafel gebrachte onderwerpen eenvoudig te beoordeelen naar hun mérites ten opzichte van de Vereeniging, geïnfluenceerd wordt door égards die zij meent verschuldigd te zijn aan een persoon, die zelfs geen lid der Vereeniging is. Met alle waardeering van de verdiensten van die persoon, professor Hugo de Vries, meen ik toch dat deze handelwijze van het bestuur niet in het belang der Nederlandsche Botanische Vereeniging is en gevoel ik mij bezwaard deel uit te maken van een bestuur dat mijns inziens zijn taak als vertegenwoordiger der leden geheel verkeerd opvat'. Lotsy deed nog pogingen in z'n eentje het congres te organiseren want, zo scheef hij Vuyck, 'het is toch àl te dol dat Nederland, omdat één man niet wil, geen congres zou kunnen ontvangen. ... Ik schaam mij botanicus te zijn!'.¹⁶⁶ Bij nader inzien gaf hij de zaak helemaal op. Het congres werd uiteindelijk in België gehouden.

Goethart zette de benoeming van een opvolger voor Lotsy op de agenda van de volgende bijeenkomst van Afdeling A, maar achttien leden die verhinderd waren vroegen om uitstel; zij vonden het onderwerp zó belangrijk dat zij meenden dat er zo veel mogelijk leden aanwezig dienden te zijn. Gepikeerd trad ook Goethart toen af.¹⁶⁷ Lotsy stelde voor schoon schip te maken: het hele bestuur (uitgezonderd algemeen secretaris Vuyck) moest aftreden en zich niet herkiesbaar stellen. Dat was voor Went weer de druppel: hij trad af en zegde bovendien zijn lidmaatschap op.¹⁶⁸ Verschaffelt overwoog zijn voorbeeld te

volgen en De Vries vreesde, net als drie jaar eerder, een leegloop van de Vereeniging. ‘Het is te vreezen dat alle fatsoenlijke leden met hem [Went] uit de Vereeniging zullen gaan. Maar dan krijgen de Wageningers het heft in handen en kunnen officieel uit naam der Vereeniging stappen doen die in strijd zijn met de belangen van ons vak’, schreef hij Moll. De Vries vond het tijd om in te grijpen en vroeg, wederom, Moll op te willen treden. ‘Gij zijt de eenige die hierin hulp kan brengen, niet alleen door uw invloed, maar ook door uw erkend neutraal standpunt. Zoudt ge nu niet iets kunnen doen om de Vereeniging het initiatief te doen nemen om Went er weer in en Lotsy er geheel uit te brengen? Alleen zóó toch kan de zaak gered worden, dit ziet denk ik iedereen in. Gesteund door de jongeren zult ge toch zeker een meerderheid kunnen krijgen. Zoo niet, dan staat mijns inziens de eer van ons vaderland in de botanie op het spel’.¹⁶⁹ Dit keer wilde Moll wel meewerken. Verschaffelt bleek bereid te zijn om spoedig Afdeling B bij elkaar te roepen en, zoals De Vries aan Went schreef, ‘een poging te doen om u op uw besluit te doen terugkomen, en u daartoe zoo volledig mogelijk herstel van grieven aan te bieden – zoo mogelijk met opoffering van de oorzaak dier grieven’. Om Went gunstig te stemmen (en waarschijnlijk ook om recht van spreken en stemmen te krijgen) meldde De Vries zich opnieuw aan als lid van de Vereeniging. ‘Wij zijn het allen eens dat de onruststoker eruit moet gaan, maar moeten daartoe de gelederen aaneensluiten. Het komt mij voor dat het thans het juiste oogenblik is om dezen dienst aan de vaderlandsche plantkunde te bewijzen. Wij mogen niet toestaan dat een indringer voortaan alleen uit naam der Nederlandsche Botanische Vereeniging zal kunnen spreken’.¹⁷⁰

Op de vergadering van Afdeling B werd het gerezen conflict door Verschaffelt uit de doeken gedaan waarbij de daarop betrekking hebbende brieven werden voorgelezen, ondanks protest hiertegen van Goethart.¹⁷¹ Het algemeen bestuur werd gevraagd een algemene ledenvergadering te houden, die op 13 oktober plaatsvond. Lotsy, Goethart en Vuyck dienden op die vergadering een motie in waarin zij verzochten een commissie in stellen om de problemen te onderzoeken. Die werd echter verworpen; de meeste leden wilden dat het zittende bestuur zelf tot een oplossing zou komen. Staande de vergadering kwam die er: Lotsy verklaarde zich geheel te zullen terugtrekken, waarop Went verklaarde dat het probleem nu uit de wereld was en als bestuurslid terug te willen keren. Moll uitte zijn visie dat de problemen grotendeels waren voortgekomen uit de opsplitsing van de Vereeniging in twee afdelingen. Op zijn voorstel werd een commissie benoemd om nieuwe statuten te ontwerpen.¹⁷² Ruim een halfjaar later presenteerde die haar plannen: de twee afde-

lingen moesten worden opgeheven, de Vereniging moest weer een eenheid worden.¹⁷³ Het ontwerp van de statuten werd aan alle leden ter goedkeuring toegestuurd. Enkelen reageerden. Goethart vreesde dat door de eenwording de floristen altijd afhankelijk zouden zijn ‘van eene groote meerderheid die voor de floristische belangen niets voelt’. Vuyck constateerde dat de statutencommissie ‘te veel uit het oog verloren heeft dat in de Vereniging nog een groep van leden bestaat die onder het tegenwoordige regime niet zoo krachtig zich ontwikkeld heeft als de andere groep, doch waarmede nog altijd rekening dient gehouden te worden’. Statutenwijziging was om die reden ongewenst maar eigenlijk gewoon overbodig. Immers, de wrijvingen waren niet het gevolg van verschillen van mening tussen twee partijen maar van ‘persoonlijke grieven die men tegenover een der bestuursleden koesterde’. Lotsy hield het kort. Hij schreef dat door de eenwording de destijds door hemzelf voorgestelde poging de biologen en de floristen autonomie te verlenen en daardoor tot elkaar te brengen, nu weer tenietgedaan werd. ‘Om die reden kan ik, tot mijn spijt, tot het aannemen dezer statuten niet mede werken’.¹⁷⁴

Op 6 juni 1909 werd een algemene ledenvergadering gehouden waarop de nieuwe statuten in stemming kwamen. Negentwintig leden waren present. Zes floristen vroegen in een motie van behandeling af te zien omdat naar hun mening de commissie onvoldoende met de leden had gesproken. De motie werd met een krappe meerderheid verworpen. Lotsy verliet hierop uit protest de zaal. Vervolgens werden alle artikelen besproken en met meerderheid van stemmen aangenomen. Tot nieuwe bestuursleden werden Went (voorzitter), Burck (vice-voorzitter), Verschaffelt (eerste secretaris), Schoute (tweede secretaris) en Vuyck (penningmeester) gekozen. De Vries was op de vergadering niet aanwezig. Bij de stemming voor een bestuursfunctie kreeg hij slechts één stem.¹⁷⁵ Goethart en Vuyck waren niet gelukkig met de gang van zaken maar bleven tot hun dood lid. Met De Vries was de relatie geheel verstoord. Jacob Heimans kreeg van Vuyck eens toegeblaft toen die hoorde dat Heimans assistent van De Vries was: ‘Als je hem spreekt, zeg hem dan uit mijn naam: hoe eerder hij crepeert hoe beter. Maar echt zeggen, uit mijn naam hoor!’¹⁷⁶ Lotsy echter zegde zijn lidmaatschap op.¹⁷⁷

Geen concurrentie

Dat De Vries er zo op gebrand was Lotsy in het stof te laten bijten lijkt niet alleen te zijn voortgekomen uit zijn loyaliteit met Went maar ook uit zijn loyaliteit met Janse. Bovendien lijkt hij in Lotsy een wetenschappelijke concurrent gezien te hebben die hij wilde uitschakelen om zo het alleenrecht op experi-

menteel onderzoek naar erfelijkheid en soortvorming te behouden (net zoals hij mogelijk tien jaar eerder had gedaan bij de oprichting van de stichting Willie Commelin Scholten, zie blz. 227-228). Zoals gezegd was Janse in 1899 benoemd tot opvolger van Suringar als hoogleraar in Leiden. Hij had toen ook diens positie van directeur van het Rijksherbarium overgenomen. De faculteit Wis- en Natuurkunde was niet gelukkig met die combinatie en had Curatoren geadviseerd te bewerkstelligen dat er een afzonderlijke directeur zou worden benoemd. Ook Janse was als fysioloog niet gelukkig met de baan. In zijn inaugurele rede had hij openlijk verklaard 'dat ik zeker niet de persoon ben die in de eerste plaats geschikt is om de schatten van ons vooral vroeger zoo beroemd Herbarium aan de wetenschap dienstbaar te maken'. Hij hoopte dan ook dat het Curatoren spoedig zou lukken het directoraat 'in meer bevoegde handen' over te laten gaan.¹⁷⁸ In 1906 werd Lotsy, als gevolg van een conflict met Janse over ingrijpende plannen met het Rijksherbarium en tegen diens zin, als nieuwe directeur aangesteld. Janse bleef zich tegen Lotsy's plannen verzetten en vond in De Vries' een trouwe bondgenoot.

Spoedig¹⁷⁹ na zijn benoeming had Janse Curatoren gewezen op de erbarmelijke huisvesting van het botanisch laboratorium (gevestigd in enkele gebouwen in de Hortus) en het Rijksherbarium (gevestigd in een deftig herenhuis verderop aan het Rapenburg 22). Hij stelde voor beide instellingen onder te brengen in één nieuw gebouw in de Hortus. Voor zijn fysiologische proeven wilde hij in de Hortus bovendien een proeftuin en voor zijn 'biologische' (ecologische) proeven enkele biotopen, zoals een vijver en een duin. Na lang zeuren en plannenmaken werd eind 1904 begonnen met de eerste fase van een nieuwe gebouw, het gedeelte voor het laboratorium. Enkele maanden eerder was Lotsy benoemd tot lector systematische botanie en het lag in de lijn der verwachting dat hij spoedig het directoraat van het Rijksherbarium zou overnemen. Janse was geen voorstander van Lotsy's aanstelling geweest en had ook bedenkingen tegen zijn benoeming tot directeur. Volgens hem was de kans groot dat hij spoedig een hoogleraarspositie elders zou verwerven terwijl een wetenschappelijke instelling als het Rijksherbarium gebaat is bij continuïteit in het beheer. Lotsy had een uitgesproken visie op het hem opgedragen vakgebied en als gevolg daarvan op de huisvesting van het Rijksherbarium. De systematiek had de voorgaande jaren grote veranderingen ondergaan, zo liet hij Curatoren spoedig na zijn komst weten. Het beschrijven van soorten had zij achter zich gelaten: 'De botanische systematiek beoogt het vaststellen van een stamboom der thans op aarde levende gewassen'. Daarvoor was het nodig te bepalen wat precies een soort is, en zoals Hugo de Vries had laten zien diende

dat op experimentele wijze aan levende planten te gebeuren. In het buitenland had men dat al ingezien: in Leipzig, Wenen en Cambridge waren proeftuinen aangelegd (die onder leiding stonden van respectievelijk Correns, Tschermak en Bateson). Hij raadde Curatoren derhalve aan 'de tot het verkrijgen van een dergelijke experimenteertuin noodige stappen te doen, opdat in het land van Hugo de Vries, van den man die de vader van deze nieuwe richting der systematiek mag genoemd worden, eene op de hoogte des tijds staande experimenteertuin niet langer ontbreke'. Aangezien in de Hortus de benodigde ruimte niet beschikbaar was, leek het hem het beste de tuin buiten de stad aan te leggen. Het Rijksherbarium zou daar ook gevestigd moeten worden 'daar beide inrichtingen mijns inziens een onafscheidelijk geheel vormen'. Om zijn voorstellen nader te onderzoeken vroeg hij Curatoren een studiereis naar Leipzig, Wenen en Cambridge te mogen maken, samen met curator Goethart.

Janse vond al deze plannen voorbarig en adviseerde Curatoren er niet op in te gaan (nog afgezien van zijn mening dat dergelijke plannen alleen door hem en niet door Lotsy ingediend mochten worden). Maar Curatoren zagen er wel wat in en gaven toestemming voor de gevraagde studiereis. En hun enthousiasme groeide nog toen zij van Lotsy's en Goetharts bevindingen kennis namen. Janse echter stelde zich nog negatiever op en kondigde zelfs aan ontslag als directeur te nemen als Curatoren en de regering tot scheiding van laboratorium en herbarium zouden besluiten. Curator Johannes Bosscha, die de kwestie namens zijn collega's behandelde, meende dat van dat dreigement meteen gebruik moest worden gemaakt: in Janse's bezwaren zag hij 'een kleingeestige monopoliezucht en een vals begrip aangaande mogelijke begrenzing van gesplitste deelen eener wetenschap' die hem ongeschikt maakten voor het directoraat. Bovendien: had Janse destijds niet zelf gezegd dat hij van zijn post ontheven wilde worden? De andere Curatoren sloten zich bij hem aan en verzochten derhalve de minister van Binnenlandse Zaken (die tevens onderwijs in zijn portefeuille had) eind 1904 Janse van zijn taak te ontheffen, Lotsy in zijn plaats aan te stellen, de oprichting van een 'afzonderlijk, vrijliggend herbarium met experimenteertuin' te willen bevorderen, het bestaande bouwplan op te schorten en hen opdracht te geven een geschikt terrein te vinden voor het nieuwe Rijksherbarium annex proeftuin. Lotsy en Goethart hadden voor de proeftuin hun oog laten vallen op een terrein in Oegstgeest, enkele jaren eerder door de gemeente op advies van Suringar aangekocht als mogelijke nieuwe vestigingsplaats van de Hortus. De gemeente was bereid één hectare daarvan aan het Rijk over te doen voor f 5000.

In overleg met de Rijksbouwkundige stelden Lotsy en Goethart de volgende zomer een bouwplan op dat net zo duur was als de bouw van het Rijksherbarium in de Hortus. Onder herhaalde druk van Lotsy en Curatoren besloot de minister in januari 1906 Janse van het directoraat te ontheffen en Lotsy aan te stellen. Janse zegde hierop zijn lidmaatschap van de Botanische Vereeniging op. Ook wenste hij het volgende jaar niet aanwezig te zijn bij de herdenking van Linnaeus' geboortedag. In zijn afbericht schreef hij dat de reden om niet te komen uitsluitend was 'dat het Comité juist den heer Lotsy tot spreker heeft uitgenodigd'.¹⁸⁰ Maar verder aarzelde de minister om de verzoeken van Curatoren te honoreren. Hij kon de zaak niet goed beoordelen en vroeg daarom advies aan De Vries. Goethart, die dit ter ore kwam, schreef Curatoren (en die weer aan de minister) dat het hem 'niet geheel onmogelijk [scheen] dat in deze aangelegenheid door bedoelden raadsman een ietwat partijdig standpunt kan worden ingenomen' en dat hij hoopte dat de verhoging van het peil van de universiteit en het Rijksherbarium niet 'onmogelijk worden gemaakt door de, naar 't mij voorkomt, uitsluitend op persoonlijke eerzucht gegronde tegenwerking van één persoon'. Zoals Goethart had verwacht adviseerde De Vries inderdaad negatief. Onder het mom van een tuin voor plantensystematisch onderzoek werd er volgens hem in feite gevraagd om een tuin voor algemeen fysiologisch onderzoek, een onderzoek dat niet bij een herbarium behoort. Het Rijksherbarium hoort een bewaarplaats van gedroogde planten te zijn die dienen als bewijsmateriaal voor de juiste omschrijving van de linnaeaanse soorten. Het beheer ervan liet geen andere werkzaamheden toe, nog afgezien van het feit dat experimenteel werk een geheel andere opleiding en instelling vraagt dan systematisch. De minister vroeg ook advies aan Moll en ook die meende dat Lotsy zijn boekje te buiten ging. 'Hij heeft zich namelijk gesteld op het standpunt van een jong lector, tevens wetenschappelijk onderzoeker, brandende van verlangen om allerlei wetenschappelijke vraagstukken die zich over een groot deel der botanie uitstrekken ter hand te nemen en tevens om de middelen tot zijne beschikking te krijgen die daarbij van dienst kunnen zijn'. Maar dat was niet de taak van de directeur van het Rijksherbarium. Het Rijksherbarium heeft een universele taak, het is de 'centrale bibliotheek' voor systematisch onderzoek en hoort niet ten dienste te staan van de persoonlijke ambities van één iemand. Moll meende dat 'de toevoeging van een proeftuin aan 's Rijks Herbarium even misplaatst zou zijn als de stichting van een drukkerij of laboratoria onder het beheer van den bibliothecaris eener universiteitsbibliotheek'. Op grond van beide adviezen besloot de minister vast te houden aan het oorspronkelijke plan het Rijksherbarium in de Hortus

te vestigen. Na protesten van Curatoren besloot hij toch het aankoopbedrag van f 5000 voor het terrein van de proeftuin op de begroting voor het volgende jaar te zetten, volgens de toelichting niet om de aanleg op korte termijn te realiseren maar slechts om de mogelijkheid daarvoor open te houden. De Tweede Kamer vond bij de behandeling van de begroting de uitgave onvoldoende toegelicht waarop de minister de post terugnam. Het volgende jaar prijkte die dus opnieuw op de begroting.

Janse besloot nu een actie te starten om goedkeuring alsnog tegen te houden. Hij benaderde De Vries die op zijn beurt Verschaaffelt, Moll en Went mobiliseerde om, zoals hij Moll schreef, 'te trachten de plannen van Lotsy om het Herbarium in een fysiologisch laboratorium te veranderen te verijdelen'. De Vries stelde voor om alle leden van de Tweede Kamer te vragen om de behandeling van de begroting uit te stellen of de begroting af te keuren. Kamerleden van wie te verwachten viel dat zij het voor Janse zouden willen opnemen dienden apart benaderd te worden. Wellicht hoopte hij daarmee te bewerkstelligen dat Janse terug zou keren als directeur: 'Wij kunnen toch het feit van Janse's ontheffing van de directie van 't Herbarium niet maar laten rusten', schreef hij Went.¹⁸¹ Voor het *Album der Natuur* schreef De Vries snel een artikeltje waarin hij (zonder de kwestie te noemen) betoogde dat een herbarium als bewaarplaats voor de linneaanse soorten van groot belang is voor het determineren van planten, voor de plantensystematiek, de plantengeografie, de afstammingsleer, voor het onderzoek naar het gebruik van cultuurgewassen en medicinale planten, en dat een instelling als een herbarium een zorgvuldig beheer vereist en niet verwaarloosd mag worden. Maar dat een herbarium voor het onderzoek naar het ontstaan van soorten van weinig waarde is. Het gaat daarbij immers niet om de linneaanse soorten maar om de elementaire soorten. 'Het ontstaan der eersten behoort tot de geschiedenis, dat der laatsten is toegankelijk voor het experiment. Men kan een elementaire soort zien ontstaan, men kan zien uit welke andere soorten zij ontspringt en hoe dat gebeurt. Men kan zelfs de voorwaarden voor dat ontstaan onderzoeken en zich voorbereiden voor een beantwoorden der vraag hoe men kunstmatig en willekeurig daarop een invloed zou kunnen uitoefenen. Maar dat is een zaak van experimenteel onderzoek; zij behoort in een proeftuin thuis en niet op een Herbarium'.¹⁸² Het artikel zou pas het volgende jaar verschijnen, maar De Vries zorgde ervoor alvast overdrukken te hebben om uit te delen aan Curatoren, Kamerleden en andere 'personen die ons misschien kunnen steunen'. Om minister en kamerleden persoonlijk te overtuigen reisde hij af naar Den Haag waar hij, een pak overdrukken in de hand, Lotsy tegen het lijf liep. 'Zeer

lezenswaardig artikel', aldus Lotsy in een brief aan Vuyck over de toevallige ontmoeting, 'vulgo tendensroman'. 'Het is nu tusschen De Vries en mij vechten bis ans bittere Ende'.¹⁸³ De campagne had echter niet het gewenste resultaat: bij de behandeling van de begroting werden de amendementen tegen de voorgestelde uitgavepost verworpen met vijftig tegen 28 stemmen. Gemeente en Curatoren konden het over de aankoop van het terrein echter niet eens worden en bij de minister rezen twijfels of de bouwkosten wel binnen het afgesproken budget zouden blijven. En zo verscheen het onderwerp eind 1908 opnieuw op de begroting. Zijn rede bij de opening van het botanisch laboratorium greep Janse aan als ultieme poging goedkeuring tegen te houden. 'Moge datgene wat ten allen tijde bijeen behoort niet onherroepelijk gescheiden worden!', riep hij de aanwezige hoogwaardigheidsbekleders toe.¹⁸⁴ Dit keer hadden de tegenstanders in de Kamer succes: het voorstel werd afgekeurd. Gedesillusionneerd nam Lotsy ontslag als directeur én als lector. Hij vertrok naar Haarlem waar hij een baan had gekregen als secretaris van de Nederlandsche Maatschappij der Wetenschappen, als opvolger van Bosscha die hem had gesteund. Goethart volgde hem op als directeur en legde zich bij de situatie neer. Het gebouw in de Hortus werd in de jaren 1911-1913 afgebouwd zoals de bedoeling was geweest.¹⁸⁵

Naast de loyaliteit met Went en Janse en het tegengaan van concurrentie lijkt er voor De Vries nóg een reden te zijn geweest om Lotsy dwars te zitten: Lotsy had twijfels geuit over de mutatietheorie. Met zijn onderzoek zou hij dus niet alleen een wetenschappelijke concurrent maar ook tegenstander kunnen worden. In zijn inaugurele rede als lector *Wat is systematiek?* had Lotsy een historisch overzicht van het vakgebied dat hij ging doceren gegeven. Uitgebreid was hij daarbij ingegaan op 'het geniale onderzoek van De Vries' die met zijn mutatietheorie liet zien hoe de kleinste systematische groepen ontstaan en bovendien 'door een meesterlijke redeneering' de orthodox-darwinistische opvatting dat fluctuerende variabiliteit de bron van soortvorming is had ontkracht.¹⁸⁶ Maar al spoedig had hij zich aangesloten bij degenen die veronderstelden dat *Oenothera lamarckiana* haar bijzondere gedrag te danken heeft aan het feit dat zij een hybride is. De nieuwe vormen konden namelijk heel goed ontstaan zijn 'als Resultat des Auseinanderfallens des zusammengesetzten Allelomorphs', zo schreef hij in een bundeling van zijn colleges die in begin 1906 verscheen. In dat geval waren de nieuwe vormen natuurlijk geen nieuwe soorten maar slechts 'die Manifestation präexistierender Eigenschaften', oftewel gewoon variëteiten.¹⁸⁷ Vanaf 1910, nadat hij Leiden achter zich gelaten had en hij de beschikking had gekregen over een tuin in Heemstede,

verdiepte Lotsy zich verder in de kwestie en groeide zijn kritiek. Hij verwierp het idee dat mutaties verantwoordelijk zijn voor soortvorming en stelde daarvoor een nieuwe theorie in de plaats: nieuwe soorten ontstaan uitsluitend door kruising. Zo gedreven als De Vries zijn mutatietheorie uitdroeg, zo gedreven propageerde Lotsy zijn kruisingstheorie. Vanwege de slechte naam die hij door de tegenwerking van De Vries en zijn getrouwen had gekregen en het ontberen van een universitaire positie lukte het hem echter nauwelijks aandacht voor zijn opvattingen te krijgen. Na 1920 maakte Lotsy veel buitenlandse reizen om zijn theorie te verbreiden en kruisingen in het wild te bestuderen om zo verdere bewijzen voor zijn theorie te krijgen. Desondanks bleef hij een geïsoleerde figuur wiens stem in het evolutionaire debat maar weinig gehoord werd.¹⁸⁸

De mutatietheorie naar Amerika

Bij de verschijning van *Intracellulare Pangenesis* had Willem Moll een uitvoerig artikel geschreven voor het Amerikaanse tijdschrift *The Botanical Gazette* om ook de biologen aan de overkant van de oceaan op de hoogte te brengen. Zelf had De Vries een artikel in *Nature* overwogen. Bij de publiciteitscampagne voor *Die Mutationstheorie* echter richtte noch Moll, noch De Vries zich speciaal tot het Amerikaanse lezerspubliek. Binnen korte tijd werden de mutatietheorie én De Vries toch buitengewoon populair in Amerika, misschien wel meer dan in Europa. De populariteit leidde onder andere tot wat in eerder al terloops werd genoemd: twee reeksen colleges voor de universiteit van Berkeley en vier boeken uitgegeven door The Open Court.

De bal werd aan het rollen gebracht door paleontoloog Charles White, als honorair curator werkzaam bij het prestigieuze Smithsonian Institution in Washington dat in haar wapenschild de leus 'For the increase and diffusion of knowledge among men' voerde. In het *Annual Report* voor het jaar 1900-1901 van het instituut publiceerde hij, als eerste Amerikaan, een bespreking van *Die Mutationstheorie*. De Vries' theorie was volgens hem 'in material disagreement with the Darwinian theory' en voor hem als paleontoloog juist daardoor aantrekkelijk. Het plotseling verschijnen en verdwijnen van dieren en planten gedurende de geologische perioden, zoals gedocumenteerd door de fossielen, was met de langzaam werkende natuurlijke selectie namelijk niet goed te verklaren maar met de mutatietheorie geheel in overeenstemming.¹⁸⁹ White had de meest overtuigende bewijzen voor de mutatietheorie overigens niet gevonden tussen zijn fossielen maar in zijn volkstuin. Uit de tomatenplanten die hij kweekte was in 1899 en 1901 plotseling een geheel nieuwe variëteit ont-

staan. Na het lezen van *Die Mutationstheorie* had hij snel de overeenkomst met de *Oenothera*'s gezien. Hij meldde het geval aan De Vries die meteen geïnteresseerd was. Hij vroeg White zaden om de nieuwe variëteit zelf te kunnen kweken. Nadat hij de planten aldus zelf had kunnen aanschouwen aarzelde hij niet de afwijkende vorm tot nieuwe mutatie te bestempelen.¹⁹⁰

White's lof werd snel gevolgd door die van Daniel Trembley MacDougal, hoofd van de laboratoria van de New York Botanical Garden. Hij besprak de mutatietheorie twee keer in april 1902 tijdens de 'botanical convention', de lezing die de botanische tuin wekelijks organiseerde. MacDougal publiceerde zijn lezingen de volgende maanden in het tijdschrift van de Torrey Botanical Club, Amerika's oudste vereniging van amateur- en beroepsbotanici, waarvan hij een van de redacteurs was.¹⁹¹ MacDougal prijst daarin De Vries om diens experimentele benadering, maar over de juistheid van de theorie spreekt hij zich niet uit. Het lijkt erop dat hij eerst meer wilde weten. Hij stuurde namelijk een brief aan De Vries met het verzoek om zaden van zijn proefplanten om diens experimenten te kunnen herhalen. Die reageerde daarop met het sturen van zaden van *O. lamarckiana* en een vijftal mutanten.¹⁹² De planten sloegen goed aan en groeiden voorspoedig.¹⁹³ Tussen MacDougal en De Vries ontstond zich een regelmatige correspondentie. Voor het populaire tijdschrift *The Independent* schreven ze in 1902 allebei een artikel over hun experimenten met de teunisbloem.¹⁹⁴ Voor het tijdschrift van de Torrey Botanical Club schreef De Vries in 1903 over de variatie (en vermoedelijk mutatie) die hij had geconstateerd in *O. cruciata*, een soort die in Amerika werd aangetroffen in de Adirondacks. Hij vroeg zijn lezers opmerkzaam te willen zijn op variaties bij de soort en deze aan hem te melden. 'For it is of undoubted interest to the study of mutability to know whether the variability which *Oenothera cruciata* displays with us is also met with in America, in those parts where the plant grows wild'.¹⁹⁵

Ook bij de andere artikelen die in deze jaren in Amerikaanse tijdschriften over de mutatietheorie verschenen kreeg De Vries de hulp van anderen. Een artikel in *Everybody's Magazine* was het resultaat van een interview.¹⁹⁶ Voor *Science* maakte Henri Hus, assistent van De Vries sinds september 1901, een vertaling van De Vries' lezing voor het Nederlandsch Natuur- en Geneeskundig Congres.¹⁹⁷ Hus, Leidenaar van geboorte, was in 1894 met zijn ouders naar Amerika geëmigreerd en had in Berkeley biologie gestudeerd. Tijdens zijn studie was hij met De Vries in contact gekomen: van diens rectorale rede uit 1898 had hij een geautoriseerde vertaling gemaakt, deze gebruikt voor een lezing en gepubliceerd in het universiteitsblad van Berkeley.¹⁹⁸

In het voorjaar van 1902 ontving De Vries het verzoek om een lezing te ge-

ven op de 'International Conference on Plant Breeding and Hybridization' die in het najaar in New York zou worden gehouden. Het congres was een initiatief van de pas opgerichte Horticultural Society of New York die zich liet inspireren door de conferentie die de Engelse Royal Horticultural Society in 1899 in Londen en Chiswick had gehouden. Veel deelnemers hadden destijds de conclusie getrokken dat het nuttig zou zijn als een dergelijke conferentie regelmatig en in verschillende landen zou worden gehouden. De Amerikaanse aanwezigen hadden toen de hoop uitgesproken dat de volgende conferentie in hun land gehouden zou worden. De Society ging ambitieus te werk: invitaties gingen uit naar kwekers en wetenschappers in zowel de nieuwe als de oude wereld.¹⁹⁹ Uiteindelijk was de conferentie voornamelijk een (Oost-)Amerikaans-Canadees-Engels onderonsje. De meeste bijdragen uit het buitenland werden door anderen voorgelezen. Ook De Vries zag (om onbekende reden) af van persoonlijke deelname.²⁰⁰ Zijn lezing werd voorgelezen door MacDougal.

De wetten van Mendel liepen als een rode draad door de lezingen op de conferentie heen; de mutatietheorie werd slechts enkele keren genoemd.²⁰¹ William Bateson, afgevaardigd namens de Royal Horticultural Society en de eerste spreker, schetste de grote mogelijkheden die de mendelse regels de boer en tuinder aanboden: 'He will be able to do what he wants to do, instead of merely what happens to turn up'.²⁰² Ook De Vries behandelde in zijn bijdrage een mendels onderwerp. Hij beschreef zijn kruisingsproeven met *Antirrhinum majus* waaruit gebleken was dat de rode bloemkleur van het wildtype was opgebouwd uit twee kleuren die elk afzonderlijk als variëteiten bekend waren. Door weloverwogen kruisingen kon men uit het wildtype variëteiten en uit variëteiten het wildtype 'construeren'. Schijnbaar onverwacht optredende, atavistische kenmerken bleken in werkelijkheid logisch te beredeneren resultaten te zijn die de wetten van Mendel volgen.²⁰³ De Vries beschreef dezelfde experimenten in het gedeelte van *Die Mutationstheorie* dat hij in mei 1902 naar de drukker stuurde. Waarschijnlijk maakte hij de Duitse en de Engelse beschrijving van zijn experimenten tegelijkertijd.²⁰⁴

Dat jaar 1902 kwamen ook de eerste Amerikaanse botanici in Amsterdam op bezoek: in augustus Thomas Hunt Morgan, assistent-hoogleraar biologie aan Bryn Mawr College nabij Philadelphia, en in september Charles B. Davenport, hoogleraar zoölogie aan de University of Chicago.²⁰⁵ Beiden zouden een belangrijke rol in De Vries' leven gaan spelen: door hun bemoeienis kreeg de mutatietheorie meer bekendheid maar kwam zij uiteindelijk ook geheel op losse schroeven te staan. Davenport, die een reeks artikelen over variabiliteit, een boek over de statistische benadering van soortvorming en twee boeken

over experimentele morfologie had geschreven, had al enkele jaren rondgelopen met het plan een laboratorium voor experimenteel evolutieonderzoek te stichten. In het laboratorium moest vooral wetenschappelijk, fundamenteel onderzoek gedaan worden, onderzoek dat de op de praktijk gerichte landbouwproefstations moesten laten liggen. In het voorjaar van 1902 had Davenport zijn plan voorgelegd aan het zojuist opgerichte Carnegie Institution of Washington, een initiatief van multimiljonair Andrew Carnegie dat de doelstelling had ‘to encourage in the broadest and most liberal manner investigation, research, and discovery, and the application of knowledge to the improvement of mankind’. Om dat doel te bereiken wilde het zowel bestaande wetenschappelijke instellingen financieel steunen als nieuwe instituten oprichten. Davenport maakte het de beheerders van het Institution gemakkelijk: onderzoeksprogramma, personeel, huisvesting en wat de zaak zou gaan kosten had hij al tot in detail uitgewerkt. Als vestigingsplaats stelde hij Cold Spring Harbor op Long Island voor. Hier was al sinds 1890 een biologisch laboratorium gevestigd dat werd gefinancierd door het Brooklyn Institute of Arts and Sciences. Een vaste staf was er niet; wetenschappers konden er op verzoek gebruikmaken van de faciliteiten. In 1898 was Davenport directeur van het laboratorium geworden. Bij Cold Spring Harbor waren meren, zee, bossen en heuvels in de buurt, ideaal om planten en dieren in verschillende en veranderende omstandigheden te kweken en te bestuderen. Bovendien waren New York met zijn wetenschappelijke instellingen, het al bestaande laboratorium en de New York State Fish Hatchery dichtbij. Ondanks de gedetailleerde plannen reisde Davenport in de laatste maanden van 1902 door Europa om biologische proefstations en experimenteel werkende evolutionisten te bezoeken om verdere inspiratie op te doen. Het was op die reis dat hij een bezoek bracht aan De Vries. De aldus vergaarde informatie, de inmiddels bekendgeworden wetten van Mendel en de nieuwe mutatietheorie van De Vries noopten Davenport tot een bijgestelde aanvraag. Bovendien bleek de eigenaar van de grond rond het laboratorium in Cold Spring Harbor bereid bijna 5 hectare beschikbaar te stellen en \$ 15.000 bijeen te brengen voor de bouw van woon- en werkruimten. Geholpen door deze gunstige omstandigheden besloot het Carnegie Institution in december 1903 tot oprichting van een ‘Station for Experimental Evolution’. Davenport werd (zoals hijzelf had voorgesteld) benoemd tot directeur.²⁰⁶

Had Davenport bij zijn bezoek aan De Vries al zijn sporen verdiend met onderzoek naar variabiliteit en soortvorming, de precies even oude Morgan was vrijwel een nieuwkomer op het gebied. Morgan had zich in de loop van de ja-

ren negentig ontwikkeld van beschrijvend morfoloog tot experimenteel werkend embryoloog, werkend in de traditie van de Europese 'Entwicklungsmechanik'. Op Bryn Mawr College had hij gedurende het jaar 1891-1892 samengewerkt met Jacques Loeb, net geïmmigreerd vanuit Duitsland. De voorgaande twee winters had Loeb in het zoölogisch station in Napels onderzoek gedaan naar groei, ontwikkeling en regeneratie bij zeeorganismen. Via Loeb en Europese tijdschriften had Morgan vernomen over de ontwikkelingen in het embryologisch onderzoek in de oude wereld. Het collegejaar 1894-1895 had hij doorgebracht in Europa, voornamelijk in het station in Napels. Daar had hij een warme vriendschap gesloten met Hans Driesch en was hij geheel overtuigd geraakt van diens visie dat de differentiatie van cellen vanuit de kiemcel het gevolg is van fysisch-chemische processen die zowel door interne als externe invloeden worden gestuurd, een visie die 'epigenese' werd genoemd. Deze visie werd juist in deze jaren sterk onder vuur genomen door onderzoekers die meenden dat de manier waarop een organisme zich ontwikkelt voor het grootste deel al vastligt in de voortplantingscellen, een visie die met het reeds uit de zeventiende eeuw stammende woord 'preformationisme' werd aangeduid. De preformationisten voelden zich gesteund door erfelijkheidstheorieën als van Weismann en De Vries die immers dragers van 'voorgevormde' erfelijke eigenschappen veronderstelden.

Europa en het zoölogisch station in Napels hadden Morgans hart gestolen en hij keerde er terug in 1896, 1898, 1900 en 1902. Behalve in onderzoek naar de ontwikkeling van het embryo ging ook hij zich verdiepen in regeneratie: de vooral bij wormen, reptielen en amfibieën voorkomende eigenschap dat beschadigde of zelfs geheel geamputeerde organen zich volledig herstellen. Hierdoor raakte hij ook geïnteresseerd in evolutie. Het leek Morgan onwaarschijnlijk dat het regeneratievermogen door natuurlijke selectie was ontstaan. Individuen die een orgaan hadden gemist zouden altijd in het nadeel zijn geweest ten opzichte van onbeschadigde individuen. Zij zouden in de strijd om het bestaan omgekomen zijn, zonder gelegenheid gehad te hebben hun herstellingsvermogen te ontwikkelen. Een geleidelijk ontstaan van de eigenschap, zoals volgens de theorie van de natuurlijke selectie eveneens aangenomen moest worden, was net zo onwaarschijnlijk. Een minimaal hersteld orgaan is net zo nutteloos als een geheel niet hersteld orgaan. Bovendien kon de vraag gesteld worden hoe het herstellingsvermogen ooit ontstaan had kunnen zijn. Bij salamanders groeit een verwijderde oog lens opnieuw aan, maar in de natuur raakt het oog van een salamander vrijwel nooit beschadigd.

Morgan besloot zijn bezwaren tegen de selectietheorie op papier te zetten

en was daarmee al ver gevorderd toen hij in het voorjaar van 1902 hoorde van de mutatietheorie. Die kwam op uitstekende wijze aan zijn bezwaren tegemoet. Van de reis naar Europa in 1902 die toch al op het programma stond maakte hij gebruik om haar bedenker te bezoeken en informatie uit de eerste hand te verkrijgen. Morgans kritiek (niet alleen op het darwinisme maar ook op het lamarckisme) verscheen eind 1903 in boekvorm met de titel *Evolution and adaptation*.²⁰⁷ Zijn standpunt maakt hij al in het voorwoord duidelijk: 'We can profitably reject, as I believe, much of the theory of natural selection, and more especially the idea that adaptations have arisen because of their usefulness'. Een nauwkeurige kijk op de natuur zou volgens hem leren dat van aanpassing niet eens sprake is: sommige soorten zijn helemaal niet zo optimaal geschikt om te leven in de omstandigheden waarin ze leven, terwijl andere juist eigenschappen hebben die veel nuttiger zijn dan de omstandigheden vereisen. Soorten worden niet gevormd door de selectie op nutte en onnutte eigenschappen, maar op hun vermogen om te overleven. 'Nature's supreme test is survival. She makes new forms to bring them to this test through mutation, and does not remodel old forms through a process of individual selection'.

Morgans boek wekte onder andere de ergernis op van Ludwig Plate, die eerder dat jaar *De Vries onder vuur* had genomen. Morgan ging volgens hem voorbij aan de belangrijkste vragen, stapte schijnbaar onbewust over belangrijke problemen heen, gaf herhaaldelijk blijk van onvoldoende kennis en leek zowel Darwin als *De Vries* niet goed begrepen te hebben. Maar eigenlijk was het hele boek onzinnig omdat de tegenstelling die Morgan had gemaakt tussen selectietheorie en mutatietheorie volgens Plate niet bestond. De mutatietheorie was volgens hem immers 'durch und durch darwinistisch gedacht'.²⁰⁸ Ook dominee Henslow kwam weer in het geweer. Zowel in Darwins theorie als in de mutatietheorie speelde het toeval een overheersende rol, zo benadrukte hij, en er was geen sprake van een duidelijke relatie tussen variatie en omgeving. Volgens het neo-lamarckisme echter ontstaan veranderingen uitsluitend als reactie op de omgeving. 'Hence there is a natural law connecting the variation with the environment, and chance has no place in the process'. Bovendien: 'While Darwin's and Morgan's views are both unproven hypotheses, "adaptation by response" is based upon an infinite amount of actual proofs, both in nature and cultivation'.²⁰⁹ *De Vries* zelf was zeer ingenomen met Morgans boek. In 1906 verscheen een Nederlandse vertaling waarvoor hij een lovend voorwoord schreef.²¹⁰

Een interessant voorstel

De Vries' roem in Amerika verspreidde zich allengs verder. Liberty Hyde Bailey van Cornell University schreef over de mutatietheorie in het wetenschappelijke tijdschrift *Science*, Morgan in het populaire *Harper's Magazine*, MacDougal in *The American Naturalist*, en De Vries zelf in *The Popular Science Monthly*.²¹¹ In 1903 bezochten al tien Amerikanen de proeftuin in de Amsterdamse Hortus. Onder hen was William Setchell, hoogleraar plantkunde in Berkeley en een van de leermeesters van De Vries' assistent Henri Hus.²¹² Setchell stelde De Vries voor naar Berkeley te komen om een serie lezingen over zijn werk te geven.²¹³ Die voelde daar wel wat voor. Hoe meer aandacht de mutatietheorie kreeg, hoe beter. Hij had trouwens zelf ook al het plan opgevat naar Amerika te gaan. Volgend jaar zou tijdens de Wereldtentoonstelling in Saint Louis het International Congress of Arts and Science worden gehouden en dat wilde hij graag bezoeken. Verder was hij de voorgaande jaren steeds meer geïnteresseerd geraakt in de zich massaal ontwikkelende land- en tuinbouw in Amerika. Vooral de vruchtenteelt in Californië fascineerde hem, en dan in het bijzonder het werk van de kweker Luther Burbank in Santa Rosa. Burbank had sinds het einde van de jaren tachtig een hele reeks nieuwe variëteiten op de markt gebracht, vooral van fruitbomen en -struiken en van bloemen. Daarbij had hij soms het schijnbaar onmogelijke gepresteerd: een kruising tussen een aardappel en een tomaat, een kruising tussen een braam en een framboos, een pruim zonder harde pit, ja zelfs een grootschijvige *Opuntia*-cactus zonder doorns! Ondanks de soms astronomische bedragen die Burbank voor zijn creaties vroeg kochten kwekers van over de hele wereld op grote schaal bij hem in. Vakgenoten en wetenschappers waren vrijwel unaniem in hun lofprijzingen. De Amerikaanse kranten en populaire tijdschriften, niet geheel vrij van sensatiezucht en de neiging tot overdrijven overigens, hadden alle lof en prestaties breed uitgemeten. 'A miracle worker', 'the Edison of horticultural mysteries', 'the wizard of horticulture', zo hadden zij Burbank genoemd.²¹⁴ De Vries had uit alle berichten geconcludeerd dat er een grote overeenkomst moest zijn tussen het werk van hem en Burbank, en dat zijn Amerikaanse collega hem op enkele punten zelfs vooruit was. Niet alleen had Burbank net als hij bestaande eigenschappen als afzonderlijke eenheden tussen soorten en geslachten kunnen uitwisselen en nieuwe eigenschappen bij planten ontdekt, hij had deze nieuwe eigenschappen bovendien bij een enorme hoeveelheid soorten ontdekt en ze zelfs met succes weten in te zetten ten gunste van handel en consumptie. Burbank had zich destijds aangemeld voor de hybridisatie-conferentie van de Royal Horticultural Society in 1899. De Vries had ge-

hoopt hem daar te ontmoeten en hem daarom van tevoren geschreven. Op het laatste moment had Burbank echter afgezegd vanwege drukke werkzaamheden. Wel had De Vries toen een van de felbegeerde catalogi van de meesterkweker ontvangen.²¹⁵ De kans was groot dat De Vries hem dit keer wel zou kunnen ontmoeten, niet alleen omdat Santa Rosa niet ver van Berkeley verwijderd was maar ook omdat enkele botanici van de universiteit tot zijn bewonderaars en vrienden behoorden.

Een bezoek aan Amerika zou De Vries ook de mogelijkheid geven *Oenothera*'s in hun oorspronkelijke Amerikaanse leefmilieu te onderzoeken en antwoorden te krijgen op enkele prangende vragen. Hadden de voorouders van de Hilversumse planten ook al mutanten voortgebracht? En waren dat dezelfde mutanten als in Hilversum of andere? Of was *lamarckiana* pas na zijn introductie in Nederland in zijn 'mutabele periode' gekomen? Hoe zat het met de mutabele periode van andere *Oenothera*-soorten waarvan sommige in Europa niet of nauwelijks voorkwamen en dus ontoegankelijk waren voor onderzoek? En welke onbekende vormen zouden er allemaal verborgen zitten in de herbaria van de verschillende Amerikaanse universiteiten en botanische tuinen?

Terug in Berkeley besprak Setchell zijn voorstel met de president van de universiteit, Benjamin Ide Wheeler. Het plan ontstond om De Vries te vragen voor een reeks colleges tijdens de eerstvolgende *Summer Session*. De universiteit had in 1891 zijn eerste zomercursus gegeven: een cursus scheikunde, voornamelijk bedoeld voor leraren die aankomende studenten voorbereidden op hun toelatingsexamen. Sindsdien was het aanbod langzaam uitgebreid. De Session van 1903 had bestaan uit 68 cursussen en was gedurende zes weken gehouden. Er hadden 869 cursisten aan meegedaan, meest leraren uit het middelbaar onderwijs. Ook reguliere universitaire studenten konden de lessen volgen en er studiepunten mee verdienen.²¹⁶ De Session van 1904 moest groter dan ooit worden. Om het geheel nog meer status te geven wilde men deze keer ook docenten uit het buitenland aantrekken. Begin november ontving De Vries de uitnodiging van Wheeler om gedurende zes weken, van 27 juni tot 7 augustus 1904, dagelijks college te geven of, wanneer dat onmogelijk was, gedurende een deel van de *Summer Session*. Als salaris voor volledige deelname bood hij \$ 750.²¹⁷

Maar De Vries reageerde terughoudend. Van deelname aan het congres in Saint Louis had hij afgezien, antwoordde hij, enerzijds vanwege de enorme kosten, anderzijds omdat de experimenten met zijn planten dan een hele generatie zouden stilliggen. Juli en augustus waren juist de maanden dat de *Oe-*

nothera's bestoven werden, een nauwkeurig en intensief werk dat hij aan niemand wilde overlaten. Niettemin gaf hij precies aan waarover hij wilde spreken en hoe hij zijn colleges wilde vormgeven. Als de universiteit nu ook zijn reiskosten (naar schatting \$ 300) zou vergoeden, dan was hij gaarne bereid om tijdens de hele Summer Session college te geven.²¹⁸ Wheeler meldde terug dat hij uit een speciaal potje die reiskosten inderdaad kon vergoeden, waarop De Vries de uitnodiging aannam.²¹⁹ Prompt maakte Wheeler de komst van De Vries wereldkundig, die daarop meteen kennismaakte met de gretige Amerikaanse media die heel wat brutaler te werk gingen dan de Europese. *The San Francisco Call* wilde een serie artikelen schrijven over de aanstaande Summer Session en vroeg hem zijn portret op te willen sturen.²²⁰ De Vries honoreerde het verzoek en het portret werd inderdaad geplaatst, vergezeld van een korte levensbeschrijving en een tekening waarop De Vries, zoals hij later verbaasd schreef, was afgebeeld 'op een denkbeeldige bergtocht, met een grote loep een onbekende plant beschouwende, met berglaarzen en een tweekleppige pet, en met een ezel, beladen met pakken gedroogde planten'.²²¹

Gezien zijn aanvankelijke gretigheid om naar Amerika te gaan is De Vries' tweeslachtige reactie op de uitnodiging van Wheeler zeker merkwaardig te noemen. Het bezwaar dat er een zomer lang geen teunisbloemen gekweekt konden worden was bij nader inzien blijkbaar niet echt onoverkomelijk. Het bezwaar lijkt zelfs niet eens bestaan te hebben omdat die zomer de proeftuin toch voor een groot deel niet bruikbaar zou zijn vanwege de bouw van een nieuwe kas.²²² Al zolang als hij *Oenothera's* kweekte had De Vries moeten vechten tegen de grillen van het Nederlandse weer, tegen insecten die de bloemen ongewild bestoven en tegen andere ongenode gasten zoals vogels, muizen, slakken, luizen, schimmels en zelfs een keer een uit Artis ontsnapte papegaai die zich te goed had gedaan aan de vruchten van zijn zorgvuldig geselecteerde planten. Kooien van dicht gaas hielpen tegen de meeste problemen, maar de ideale oplossing was een dichte kas.²²³ De bouw daarvan was echter een kostbare zaak. Toen (oud-)studenten, collega's, vrienden en bekenden De Vries' 25-jarig hoogleraarsjubileum in oktober 1903 uitgebreid wilden vieren, vroeg hij als geschenk dan ook een kas voor zijn proeftuin. Er kwam voldoende geld binnen om die wens te realiseren.²²⁴ Verzwegen De Vries tegenover Wheeler het bouwproject om het maximale uit het aanbod te halen? Of maakte hij uiteindelijk van de nood een deugd door het bouwproject, dat vanwege de overlast het beste in de wintermaanden uitgevoerd kon worden, naar de zomer te verplaatsen zodat hij na terugkomst meteen aan de inrichting van zijn nieuwe kas zou kunnen gaan werken?

Het bericht dat De Vries naar Amerika zou komen verspreidde zich als een lopend vuurtje. Van allerlei instellingen kwamen uitnodigingen binnen. De University of Chicago bood hem \$ 200 voor een aantal lezingen. De organisatoren van het International Congress of Arts and Science vroegen hem een lezing te houden. De Columbia University in New York wilde hem een eredocoraat aanbieden.²²⁵ En Charles Davenport vroeg of hij de officiële opening van het nieuwe Station for Experimental Evolution van het Carnegie Institution wilde verrichten ‘as the one person who has done most to stimulate the line of work which we are to pursue’ (hoewel redacteur van het tegen de mutatie-theorie vijandige *Biometrika* had hij voor het werk van De Vries grote waardering).²²⁶ De Vries was zeer vereerd met die laatste uitnodiging en nam haar graag aan.²²⁷ Dat Davenport hem als de hoofdrolspeler van de openingsplechtigheid zag leerde De Vries uit een volgende brief. Eerst zouden vertegenwoordigers van de genereuze schenkers van de grond, van het Carnegie Institution en van een nabijgelegen universiteit spreken ‘and after that the scientific address of the day as the *pièce de resistance* by yourself’. En alsof dat nog niet genoeg was: ‘I trust that you will bring over with you a recent photograph of yourself which you will present to the station so that we may have a portrait of the god-father of the station to hang on its walls’.²²⁸ Wat begonnen was als een zes weken durende collegereeks in Californië groeide met alle uitnodigingen en De Vries’ eigen plannen in korte tijd uit tot een tournee door heel Amerika die enkele maanden zou gaan duren.

Hugo de Vries naar Amerika

Op 28 mei 1904 vertrok Hugo de Vries vanuit Rotterdam naar New York. Meteen begon hij met het schrijven van brieven aan het thuisfront, en dat hield hij tot het einde van zijn reis vol. Bovendien hield hij van wat hij zag en hoorde uitvoerige aantekeningen bij, want met uitgeverij Tjeenk Willink, uitgever van zijn *Leerboek der Plantkunde* en van het *Album der Natuur* waarvan hij een van de redacteurs was, had hij afgesproken over zijn reis een boek te zullen schrijven.²²⁹ Tijdens de overtocht bleef hij meestal in zijn hut. ‘Alles maakt zoo’n herrie en geweld’, schreef hij zijn vrouw Wies. In zijn hut was het rustig en dankzij zijn moeder heerste er een huiselijke sfeer: ‘Ik heb de pantoffels die u voor mij gebreid heeft mee op ’t schip, en heb er vandaag al heerlijk van genoten; zolang ik in mijn hut ben, heb ik ze natuurlijk aan’, schreef hij haar. Verder repeteerde hij intensief de eerste colleges voor de Summer Session en de openingsrede voor het laboratorium in Cold Spring Harbor. Vanwege de onbekende omstandigheden en zijn moeite met het Engels had hij ze woord

voor woord uitgeschreven en door ze eindeloos te herhalen leerde hij ze volledig uit het hoofd. Om zijn woorden te ondersteunen had hij meer dan vijftig collegeplaten in zijn koffers gepakt, een aantal speciaal voor de gelegenheid gemaakt.

De eerste dag na aankomst vond al meteen de eerste plechtigheid plaats: de uitreiking van het eredoctoraat van de Columbia University tijdens de Commencement Exercises waarbij aan de studenten hun diploma's werden verleend, 'het slot ... van hun academietijd en dus het begin van het praktische leven. Vandaar de naam'. De Vries bezag in opperste verbazing het zo van de Europese academische gewoonten afwijkende spektakel: de drieduizend deelnemers, de studenten met (net als de hoogleraren) toga en baret, de kleurige linten en doctorskappen op de toga's die de verschillende faculteiten vertegenwoordigen, de vele vrouwen die getuige hun kappen de doctorstitel hadden, de luide *Columbia-yell* die klonk wanneer een diploma werd uitgereikt, de nationalistische oproep om de opgedane kennis ten nutte van de bloei en vooruitgang van Amerika in te zetten, en de muziek, koorzang en gebeden die het geheel omlijstten. De plechtigheid werd afgesloten met een lunch voor alumni waar zo'n vijfhonderd mensen aan deelnamen, van de die dag afgestudeerden tot alumni die in 1846 hun graad hadden behaald. 'Ongeleukkiger wijze moest ik toen alle gebouwen door om alles te bewonderen maar ik was veel te moe', schreef hij Wies na afloop. 's Avonds was er een diner voor degenen die die dag een eredoctoraat hadden ontvangen en enkele autoriteiten, waarbij hem opnieuw weinig rust werd gegund.

De volgende dag bracht hij met MacDougal een bezoek aan de New York Botanical Garden. Door de enorme regen was het niet mogelijk de *Oenothera*'s die opgekomen waren uit de zaden die hij had gestuurd te bekijken. In het herbarium van de tuin waren echter ook volop *Oenothera*'s te zien. De Vries vond exemplaren van *O. muricata*, *O. biennis* en bovendien 'een pracht *lamarckiana*' die in het midden van de negentiende eeuw in Florida was gevonden door A.W. Chapman. MacDougal beloofde dat hij zou laten uitzoeken of de soort daar nog steeds groeide. Voorzichtig tastte De Vries de mening over de mutatietheorie af. 'De echte systematici vinden sympatisch dat ik de kenmerken weet, en er mij voor interesseer, en dit helpt om de bezwaren tegen de kleine soorten weg te nemen. Al de anderen zitten vol van gevallen van kleine soorten'. 's Middags was er bij de directeur van de tuin een receptie waarbij vele handen geschud moesten worden. 's Avonds was er een diner met na afloop opnieuw een receptie met veel gasten 'die alle kwamen om mij te bekijken!' De Vries had inmiddels sterk het gevoel een bezienswaardigheid te zijn.

De volgende ochtend spoorde hij naar Cold Spring Harbor. De voorgaande maanden had het Station for Experimental Evolution langzaam vorm gekregen. Voor het botanische onderzoek had Davenport zijn promovendus George Harrison Shull benoemd, voor het zoölogisch onderzoek zijn student Frank Eugene Lutz. Als assistent had Davenport Anna Mae Lutz (geen familie van Frank Lutz) benoemd. Zij was een alumna van de universiteiten van Purdue en Michigan en vooral bekend met cytologisch onderzoek. Er waren al enkele gebouwen gereed en in de loop van de zomer zouden de eerste experimenten beginnen. Na de kennismaking met de staf nam De Vries de openingsspeech met mevrouw Davenport door. Onzeker over zijn Engels had hij haar van tevoren de tekst ter correctie toegestuurd. Van Davenport zelf had hij verwacht dat die het daarvoor te druk zou hebben. Mevrouw Davenport was zelf ook bioloog en dus een uitstekende plaatsvervanger. Zij had haar echtgenoot ook vergezeld op diens reis door Europa.²³⁰ ‘Zij had allerlei fouten gecorrigeerd en had een paar punten van lokaal belang die zij liever veranderd wou hebben’, schreef De Vries later aan Wies. ‘Daarna heb ik haar het heele stuk voorgelezen en van alles gevraagd of het goed was, en alles in mijn schrift aangetekend. Zij was erg goedig en geduldig, vond alles goed ingestudeerd, zoodat ik veilig en niets zenuwachtig over mijn fouten was. We zijn er ruim twee uur aan bezig geweest. Toen boven de fouten verder verbeterd, namelijk uit haar copie in de mijne alles overgenomen’. De correcties hadden tot gevolg dat er de volgende ochtend, voorafgaand aan de plechtigheid, opnieuw druk geoefend moest worden: ‘Eerst met de twee meisjes [de dochtertjes van Davenport] kijken naar de zaal, die drie minuten van hier is, als Library-Hall. Zij waren erg vroolijk, wij hebben krijgertje gespeeld, op ’t platform waar ik op moest spreken een “Indian dance” (= patertje langs de kant) gedanst en dansvoorstellingen gegeven. Teruggaande ontmoetten wij miss Lutz, een jong meisje die heel genoegelijk was met de kinderen, en thuiskomende vonden wij dr. Shull, die in de keuken mevrouw Davenport hielp aardbeien schoonmaken, en allerlei. Erg huiselijk. Toen op mijn bed liggende twee uur den speech ingestampt, vooral alle correcties, zoodat ik nergens meer haperde. Toen met Shull naar de zaal, gordijnen en licht en spreektafeltje in orde gemaakt, en mijn stem geoefend terwijl Shull achterin zat om te zeggen of ’t goed was. Toen hij weg was, heb ik, achter ’t spreektafeltje staande, den heelen speech met volle stem gelezen, als laatste repetitie’.

De Vries begon zijn lezing²³¹ met veel retoriek. Over de zegeningen van de wetenschap: ‘Science is a field of light amidst universal darkness. Brightly it shines on mankind, delivering us from ignorance and impotence, from doubt

and fear'. Over de mogelijkheden en het nut van onderzoek naar soortvorming: 'Evolution has to become an experimental science. First it must be controlled and studied, afterwards conducted, finally shaped to the use of man'. En over het nieuwe onderzoeksstation en zijn directeur: 'With him it will lead us into wide fields of unexpected facts, and lay the foundation for a new science, and for unheard-of methods of improvement of our domestic animals and plants'. Het grootste deel van de lezing bestond echter uit speculaties over de werkwijzen die het nieuwe station zou kunnen benutten om inzicht te krijgen in het evolutieproces. De Vries behandelde daarvoor het werk van enkele biologen uit de afgelopen jaren die erin waren geslaagd de eigenschappen van cellen te manipuleren. Zoals Engelmann, die onder de microscoop met lichtstralen bepaalde delen van een cel had verbrand; Johannsen, Overton and Wilson, die cellen hadden bewerkt met ether en chloroform; Loeb, die met behulp van zoutoplossingen uit onbevuchte eicellen van zee-egels complete embryo's had opgekweekt; Davenport, die zich ontwikkelende organismen immuun had gemaakt voor giftige stoffen door die organismen aan diezelfde giftige stoffen bloot te stellen; Röntgen en Curie, die hadden aangetoond dat radioactieve stralen invloed hebben op organismen. En natuurlijk behandelde hij zijn eigen onderzoek naar mutaties bij de teunisbloem. Uit al deze proeven kon het nieuwe station inspiratie putten voor het onderzoek naar het ontstaan van nieuwe eigenschappen, een onderzoek dat De Vries zelf gedurende vele jaren in stilte en geheimzinnigheid had verricht, dat hij nog maar kort geleden bekend had gemaakt en dat nu al zoveel nieuwe beoefenaren kende.

The foundation of this laboratory is the mightiest, and most dreadful competition that could be made to me. I have to give up security and freedom, quietness and calmness and all those faculties of secrecy which I so dearly loved. I have to submit to the prospect of being soon surpassed and largely excelled on the path which until now I considered as my own. I have to yield my much beloved child. But I do it gladly and without regret. It is the interest of the child itself, which commands me. It will be better in your hands, Mr and Mrs Davenport, and in yours, lady and gentlemen, officers of the staff. Pray have good care of it and educate it assiduously, that it may once become one of the most brilliant parts of your work, a glory to this laboratory and to the Institution that founded it, a pride for your country, and a bliss for humanity!

De lezing werd door de ongeveer tachtig aanwezigen met enthousiasme beluisterd. Na afloop werden er heel wat complimenten uitgedeeld. De Vries

was door alle inspanningen geheel uitgeput zodat hij, toen alle gasten vertrokken waren, meteen in bed kroop. 'Ondertusschen kwam er een zware regenbui, die heerlijk was, omdat ik voor 's avonds een boottocht had moeten aannemen, wat nu niet hoefde', schreef hij Wies. En dus kon hij tot zijn vreugde na het diner opnieuw vroeg naar bed.

Terug in New York bezocht De Vries opnieuw de botanische tuin waar hij dit keer wel de teunisbloemen kon bekijken en een idee kreeg hoe het er straks in Cold Spring Harbor uit zou gaan zien. De *Oenothera*'s stonden uitgeplant op een veld dat groter was dan de hele proeftuin in Amsterdam. 'Gigas prachtig, zoowel uit zaad als uit de gezonden wortels, ook *lamarckiana* en *rubrinervis* en allerlei bastaarden. Meest rosetten, maar een stengel bloeide bijna'. Vervolgens was hij enkele dagen in Philadelphia te gast bij John Harshberger, docent zoölogie en botanie aan de University of Pennsylvania. In het herbarium van de Philadelphia Academy of Sciences vond hij opnieuw een exemplaar van wat volgens hem *O. lamarckiana* moest zijn, verzameld in 1834 door C.W. Short nabij Lexington (Kentucky). Harshberger toonde hem de planten die hij in cultuur had en die mutaties leken te vertonen. Samen brachten ze een bezoek aan de embryoloog Edward Conklin, hoogleraar zoölogie, die door de mutatietheorie was aangesproken omdat zij evolutionaire veranderingen lokaliseerde in de voortplantingscellen en niet, zoals bij andere theorieën, in volwassen organismen. Conklin behoorde tot het kamp van de preformationisten en meende bovendien, net als De Vries, dat erfelijke eigenschappen gebonden zijn aan materiële deeltjes die samen de chromosomen vormen. Ook steunde hij De Vries' idee dat de kern de gehele cel aanstuurt door intracellulair transport van kernmateriaal naar het cytoplasma. Hij liet De Vries 'preparaten ... zien over 't uittreden van chromatiën (pangen) uit de kernen in 't protoplasma in de eerste stadiën der embryonen der slakken'. Dat kernmateriaal groeide uit tot volledige onderdelen van het embryo. 'Verder over 't eerste begin van linksheid en rechtsheid in de winding der slakkenhuizen, wat al bij de eerste deling der eicel zichtbaar beslist is. Hij gaf mij zijn paper daarover'.²³²

In New York en Philadelphia probeerde De Vries zijn treinreis naar Californië te regelen, wat een omslachtige en tijdrovende klus bleek te zijn. Hij was nu een week in Amerika en zijn indruk van het land en de bevolking was niet erg positief: 'Alles gaat hier in een hurrie, slordig en vol fouten', schreef hij Wies. 'Je moet erg oppassen, vooral omdat ze zoo onduidelijk spreken. Je woont dan ook allerlei standjes bij. Veel is hier veel minder goed dan bij ons. Niemand denkt hier aan Amerikanisatie van de wereld, maar in alles zijn zij jaloersch van Europesche toestanden, en terecht'.

In Californië

Na Philadelphia ondernam De Vries een lange en steeds warmer, droger en stoffiger wordende treinreis naar Arizona waar hij het Desert Botanical Laboratory bezocht, eveneens een recente stichting van het Carnegie Institution. De woestijn boeide hem enorm omdat daar planten groeien die de extreemste levensomstandigheden kunnen doorstaan. De selectie is ier op zijn strengst en leverde naar zijn idee misschien wel de meest overtuigende bewijzen op dat soortvorming door langzame aanpassing onwaarschijnlijk is. Alleen wie van nature geschikt is in de woestijn te leven, kan er een plaats vinden. 'Mogen de woestijnplanten ons voorkomen als bannelingen, als uitgestooten uit de flora der rijkere streken, feitelijk zijn zij door zeer bijzondere eigenschappen in staat gesteld die bannelingschap te verdragen', aldus De Vries in zijn reisboek. Ook de woestijn in het zuiden van Californië die hij hierna bezocht maakte diepe indruk. 'Hoe heerlijk is de woestijn als men die voor de eerste maal en geheel alleen bezoekt. Rondom de onafzienbare vlakke, geen geluid van mensch en dier, geen spoor dat aan de maatschappij doet denken'.

Op 25 juni werd de eigenlijke bestemming bereikt: Berkeley. De assistent-hoogleraar botanie W.J.V. Osterhout nam hem onder zijn hoede. Meteen speelde de onzekerheid over de aanstaande colleges op. De dag na aankomst, nota bene een zondag, inspecteerde hij met Osterhout de collegezaal. 'Terwijl ik mijn eerste les repeteerde ging hij nu eens hier, dan weer daar zitten om te luisteren of het verstaanbaar was. De conclusie is dat alles aankomt op heel langzaam lezen en geen stemverheffing, want die geeft in deze zaal resonneren en echo, of wat hij zoo noemt. Ook moet ik niet teveel opkijken van mijn schrift, vooral niet hoog'. Doordat hij langzaam zou moeten spreken zou hij maar twee derde van alles wat hij had voorbereid kunnen behandelen. En waarschijnlijk nog wel minder: Osterhout vertelde dat hij geen vijftig minuten hoefde te doceren; veertig minuten was lang genoeg. 'Nobody is expected to trouble himself during summer'. De Vries was hoogst verbaasd.

Om hem te helpen bij de inschrijving van de studenten, de colleges, de excursies en de examens was door de leiding van de Summer Session Henri Hus, De Vries' vroegere assistent, aangesteld.²³³ De Vries was tijdens zijn assistentschap in Amsterdam erg op Hus gesteld geraakt en had hem privaatdocent cryptogamen willen maken. Daarvoor had hij eerst moeten promoveren, wat in Nederland een langdurige zaak zou worden omdat hij de benodigde Nederlandse vooropleiding miste. De Vries had gehoopt op een snelle promotie in Berkeley, maar uit nadere inlichtingen van Osterhout, een van Hus' leermeesters, was gebleken dat Hus nog niet alle examens had afgelegd.²³⁴ In okto-

ber 1903 was Hus teruggekeerd naar Berkeley om zijn studie voort te zetten. Inmiddels had hij een aanbod geaccepteerd van de California Academy of Sciences om mee te gaan op een expeditie naar de Galápagos Eilanden. In zijn plaats was daarom Bessie Palmer, alumna van de universiteit en lerares plantkunde aan de Los Angeles High School, aangesteld.²³⁵ De Vries ontdekte dat pas na een paar dagen. Door geldgebrek was de expeditie bij zijn aankomst nog niet vertrokken en Hus hielp hem alsof er niets aan de hand was. De expeditie ging pas in juni 1905 van start; Hus had toen inmiddels ander werk gevonden.

Voor het college hadden zich ongeveer zestig belangstellenden ingeschreven, voor het overgrote deel meisjes en vrouwen. ‘Dat is hier zoo de gebruikelijke verhouding’, legde De Vries zijn vrouw uit. Ook de biologieprofessoren kwamen herhaaldelijk luisteren. De Vries behandelde dezelfde materie als in *Die Mutationstheorie*, maar getuige de gedrukte versie ervan (het al eerder genoemde *Species and varieties*) in een andere en meer logische volgorde, waardoor de hele uiteenzetting aanmerkelijk overzichtelijker was.²³⁶ De verschillende typen variaties en mutaties besprak hij duidelijk van elkaar gescheiden, terwijl ze in *Die Mutationstheorie* nog wel eens door elkaar hadden gelopen. De hoofdstukken in het boek bestaan voor het overgrote deel uit voorbeelden om de besproken begrippen te illustreren. Natuurlijk verwijst De Vries herhaaldelijk naar het idee van de ‘eenheidskenmerken’, het basisidee van het gehele bouwwerk dat hij behandelt, maar de theoretische kant blijft meestentijds onbelicht. Het woord ‘pangenesi’s’ of ‘pangenen’ valt nooit. Van de complexe monstrueuze rassen behandelt hij alleen de middenrassen (nu ‘ever sporting varieties’ genoemd) en de halfrassen nauwelijks of alleen eenvoudig als monstruositeiten.²³⁷ Het lijkt erop dat De Vries zijn colleges niet te ingewikkeld wilde maken. Ter ondersteuning van zijn woorden gebruikte hij een groot aantal collegeplaten en dia’s (de laatste gemaakt door Willem Moll). In de botanische tuin groeiden *O. lamarckiana* en enkele mutanten alsmede de vijfvallige klaver, alles door Hus opgekweekt uit zaad dat De Vries vanuit Nederland had toegezonden. De boekuitgave van de colleges bevat echter geen enkele tabel, grafiek of illustratie. De lezer moet wel een heel sterke verbeeldingskracht en een gedegen floristische kennis hebben om zich de vele voorbeelden die De Vries opsomt voor te kunnen stellen. Na de aanvankelijke onzekerheid ging het collegegeven al snel vrij gemakkelijk. Het uitvoerig repeteren kon De Vries na enkele weken achterwege laten; één keer overlezen voorafgaand aan het college was uiteindelijk voldoende. Een praatje ‘voor de vuist’ was ten slotte ook geen probleem meer. Zijn assistente miss Palmer gaf elke middag een

herhalingscollege. Zij was diep onder de indruk van De Vries geraakt en trad blijkbaar graag in zijn plaats. Of was het dat de studenten ondanks het vele illustratiemateriaal moeite hadden met de enorme hoeveelheid feiten die De Vries presenteerde?

Hoewel hij elke dag maar één uur (van negen tot tien uur 's ochtends) college gaf, waren De Vries' dagen in Californië goed gevuld. Na het college maakte hij de platen voor de volgende les in orde. Tevens had hij dan spreekuur. Ging het instuderen van de colleges spoedig veel sneller, het inkorten van wat hij allemaal had opgeschreven nam veel tijd in beslag. Verder hield hij zijn reisaantekeningen bij. Een deel van zijn beoogde boek maakte hij al persklaar en stuurde hij naar de uitgever. Voor enkele tijdschriften in Nederland schreef hij artikelen over zijn wederwaardigheden. Uitnodigingen voor een visite, een etentje of receptie kwamen bij massa's binnen. Ook vertegenwoordigers van de pers kwamen enkele keren langs, maar die bezoeken verliepen doorgaans snel. 'Gisteren opgetelephoneerd, de [San Francisco] Call zou om drie uur komen. Toen kwam een redacteur met een fotograaf, vroeg mij even in den tuin te komen, fotografeerde mij voor de Call en ging weer heen'. Een journalist die De Vries wegens vermoeidheid niet kon ontvangen schreef een fantasie-interview met veel onjuistheden. De Vries leek het nodig de zaak recht te zetten, maar zijn Amerikaanse collega's reageerden laconiek: zó belangrijk was een krantenartikeltje niet. Veel tijd ging op aan eenvoudige dingen als boodschappen doen, een bezoek aan het postkantoor en het regelen van de reis terug naar de oostkust. De afstanden waren namelijk een stuk groter dan De Vries gewend was. Tussen alle bedrijven door moest hij ook zorgen voldoende rust te nemen vanwege zijn zwakke gestel, nog steeds een gevolg van de zware tyfusaanval die hem in 1890 had getroffen. De vochtige warmte van Berkeley kon hij maar moeilijk verdragen. Een verkoudheid lag steeds op de loer. 'Je moet hier bijna altijd winterkleeren aanhebben en meest een overjas, ofschoon 't geregeld 20 °C is'.

In Berkeley werd geen onderzoek gedaan naar variabiliteit en soortvorming, wel op Stanford University, de andere (particuliere) universiteit in Californië. De president, David Star Jordan, hield zich bezig met de systematiek van vissen en hechtte grote waarde aan de invloed van geografische isolatie op soortvorming. Hij liet De Vries bij zijn bezoek aan Stanford de verscheidenheid in kleuren en kleurpatronen bij één soort tropische vis zien. 'Onbegrijpelijk waartoe al die kleurtekeningen en verschillen zouden moeten dienen', schreef De Vries verbaasd aan Wies, maar niet van zijn mutatietheorie afgebracht: 'Zij zullen waarschijnlijk wel zonder nut zijn'. In het laboratorium

voor insecten bekeek De Vries selectieproeven met de kever *Lina lapponica* (Goudhaantje) die op grote schaal in flesjes werd gekweekt. ‘Ze leven van populierenbladen en iederen dag moet hun flesch schoon gemaakt worden en van een nieuw blad voorzien. Een juffrouw was assistent en zorgde daarvoor. De teekeningen op de schilden zijn verschillend en nu zoeken ze gelijke paartjes en laten die dan in zoo’n flesch eieren leggen en kweken dan de jongen op. ... Ze hadden al acht constante ondersoorten op die manier uitgezocht en bij iso-leering in een reeks van geslachten constant gevonden’.

Tijdens een bezoek aan het Hopkins Laboratory voor oceaanonderzoek in Pacific Grove ontmoette De Vries opnieuw Thomas Hunt Morgan. Morgan was een maand eerder getrouwd met een voormalige studente van hem en op huwelijksreis. In het laboratorium deed hij onderzoek naar regeneratie bij hagedissen. Zijn vrouw liet De Vries zien hoe zij de proefdieren met behulp van een kleine lasso ving. Van de biologen die De Vries in Berkeley ontmoette kon hij het beste opschieten met Jacques Loeb, hoogleraar fysiologie. Met Osterhout vormde die al snel een hulpvaardig duo. ‘Loeb is degeen die mij altijd raad geeft en Osterhout is de man die nooit raad geeft maar alles voor mij doet wat ik hem vraag’, legde hij Wies uit. De Vries vond het fijn om met Loeb, in 1891 uit Duitsland geïmmigreerd, Duits te praten. Ook had hij veel schik in zijn twee jongens, dertien en negen jaar oud en ‘vrij en vrolijk als Amerikaantjes’. De oudste volgde trouw zijn colleges (‘Hij houdt erg veel van planten’); Loeb zelf kwam trouwens ook herhaaldelijk luisteren. Loeb had in Berlijn en Straatsburg humane fysiologie gestudeerd en was toen geïnteresseerd geraakt in het lokaliseren van lichamelijke activiteiten in de hersenen. Tijdens zijn studie had hij zich de aan Duitse universiteiten gangbare mechanistisch-materialistische visie op biologische processen eigen gemaakt. In 1887-1888 was Loeb assistent geweest aan de universiteit van Würzburg waar hij kennis had gemaakt met de plantenfysioloog Julius Sachs, De Vries’ leermeester uit diens plantenfysiologische periode. Sachs had zich toen al enkele jaren beziggehouden met tropismen en beïnvloed door diens onderzoek had Loeb helio- en geotropie en de invloed van andere uitwendige prikkels bij dieren bestudeerd, in de hoop meer te weten te komen over oriëntatie en waarneming van de driedimensionale ruimte, zowel bij dieren als mensen. De gedachte dat door prikkels het gedrag, de groei en de vorm van organismen gemanipuleerd kan worden, was hem steeds meer gaan fascineren. In Amerika had hij Driesch’ experimenten met zee-egels voortgezet en spoedig diens epigenetische visie gedeeld. Loeb meende wel dat ‘every animal has specific germ substances, and that the germ substances of different animals differ chemically’,

maar ontkende dat ‘the unknown chemical nature of the germ determines all the different organs and characters that belong to the species’. In 1899 had hij zijn grootste wetenschappelijke triomf beleefd: kunstmatige parthenogenese. Door onbevuchte zee-egeleieren in bepaalde zoutoplossingen te brengen was het hem gelukt de embryonale ontwikkeling op gang te brengen. Zowel de wetenschappelijke als de populaire pers hadden versted gereageerd op de ontdekking; al snel was gespeculeerd of deze manier van voortplanting ook bij de mens bewerkstelligd zou kunnen worden. Loeb was in 1902 in Berkeley komen werken. Sindsdien had hij de techniek van de kunstmatige parthenogenese bij de zee-egel verder verfijnd en geprobeerd uit te breiden naar andere soorten. Ook was hij begonnen met hybridisatie-experimenten: door parthenogenese ontstane embryo’s probeerde hij te ‘bevuchten’ met zaadcellen van niet-verwante soorten.²³⁸ Loeb deelde dus het ideaal van De Vries om controle te krijgen over de wijze waarop soorten zich ontwikkelen en om uiteindelijk zelfs nieuwe soorten gecontroleerd te kunnen laten ontstaan. Zij verschilden echter in de mening waarop dat zou kunnen gebeuren. Loeb meende als aanhanger van de epigenetische visie dat ontwikkeling en soortvorming bepaald worden door fysisch-chemische processen, en door in te grijpen op deze processen zouden ontwikkeling en soortvorming beïnvloed kunnen worden. De Vries daarentegen huldigde, als aanhanger van de pangensis, de preformationistische visie dat ontwikkeling en soortvorming bepaald worden door materiële deeltjes in de celkernen. Veranderingen in het al vastliggende proces zouden alleen kunnen optreden door mutatie. En hoe mutaties gestuurd kunnen worden was nog een raadsel.

De vijf weekeinden die er in het verblijf in Californië vielen gebruikte De Vries voor tochten naar plaatsen in de omgeving van Berkeley. Vanzelfsprekend hadden die allemaal een botanisch karakter: een excursie naar het Big Basin Redwoods State Park waar een stuk Californisch oerbos werd beschermd tegen de gretigheid van de houthakkers; een bezoek aan George Roeding in Fresno die liet zien hoe hij een woest stuk woestijn had veranderd in een vruchtbare wijn- en vijgenplantage; een bezoek aan Eliza Willekes MacDonald in Aldcot die daar een boomgaard en appelgroothandel had. MacDonald was een vriend en klasgenoot van De Vries’ broer Rudolf geweest en hoewel hij al sinds 1870 in Amerika woonde, vond hij bij hem toch nog een Hollandse sfeer. ‘Het was voor mij een groot genot Nederlanders te ontmoeten en weer eens Hollands te praten’, schreef hij in zijn reisboek. ‘Maar bovenal heb ik genoten van de omgang in een echt Nederlands-beschaafde omgeving’. Zijn negatieve indruk van de Amerikanen was er in Californië niet beter

op geworden. Ze waren gastvrij, energiek en ondernemend, pakten alles aan waar winst viel te behalen, waren praktisch ingesteld en sterk gericht op vooruitgang van de maatschappij, en om dat alles bewonderde en waardeerde hij ze. Maar tegelijkertijd waren ze slordig, oppervlakkig en roekeloos, gaven ze meer om materiële dan geestelijke rijkdom, waren ze lichtgelovig en konden ze enorm overdrijven. ‘Het verre westen is “unfinished”, zoals de Amerikanen zelf het telkens en telkens noemen, en het is dit in alle opzichten, ook in zijn beschaving’, zo stelde hij in zijn reisboek. ‘Zeer zeker zijn de Californiërs beschaafd en neemt hunne beschaving met snelle schreden toe. Maar wat snel toeneemt, is uit de aard der zaak onvoltooid en daar het doel de toeneming van een beschaving is, gelijk aan die van de oostelijke staten en van Europa, zo maakt het op een Europeaan die enige tijd, zij het ook nog zo kort, te New York vertoefd heeft, de indruk van een contrast’. Voor de lezers van zijn boek had De Vries dan ook een duidelijk advies: ‘Wie mee wil werken aan een krachtige vooruitgang, ga naar Californië. Hij is daar dubbel welkom. Maar wie genieten wil van wat beschaving alreeds tot stand gebracht heeft, blijve in Europa’.

Op bezoek bij Luther Burbank

Hoog op De Vries’ wensenlijstje stond een bezoek aan Luther Burbank. Nog in Amsterdam had hij de wonderkweker laten weten graag meteen op zijn eerste vrije weekeinde in Californië langs te willen komen.²³⁹ In Berkeley bleek dat Edward J. Wickson, hoogleraar landbouwkunde en vriend en bewonderaar van Burbank, op dezelfde dag Burbank zou bezoeken. Loeb en Osterhout lieten weten graag mee te willen. Het kwam namelijk maar zelden voor dat de drukbezette beroemdheid gasten ontving. Ook de Zweedse chemicus Svante Arrhenius, een van de andere buitenlandse docenten tijdens de Summer Session, wilde van de bijzondere gelegenheid graag gebruikmaken. Arrhenius hield zich weliswaar niet met biologie bezig maar was, aldus De Vries in zijn reisboek, van de wetenschappers die hij in Californië ontmoette ‘zeker de man met de meest uitgebreide kennis en belangstelling, en zijn oordeel over Burbanks methoden was dan ook voor ons allen van zeer grote waarde’.

Burbank gunde het gezelschap een vrijdagavond en een zaterdag van zijn drukke tijd. De eerste avond werd vooral gevuld met een monoloog van Burbank. ‘Na de gebruikelijke plichtplegingen zaten wij in een kring’, schreef De Vries in zijn reisboek. ‘Maar allengs schoof Burbank in het midden van de kring en voerde hij nagenoeg alleen het woord, ons vertellende van zijn ervaringen en denkbeelden. Wij spraken natuurlijk slechts weinig, juist genoeg

om zijn belangstelling levendig te houden en hem te brengen op die onderwerpen en vraagstukken die ons het meest interesseerden'. Zijn verhaal illustreerde hij met de vele foto's van zijn producten die, keurig ingelijst, de wanden van zijn huis sierden. Enthousiast vertelde Burbank over zijn pogingen soorten te kweken die kunnen groeien in streken waar klimaat en bodem niet gunstig zijn voor de landbouw, en die vruchten voortbrengen die geschikt zijn voor vervoer over lange afstanden, dat alles gepaard aan een rijke opbrengst. 'Hij gloeide in de hoop nog bij zijn leven deze denkbeelden te kunnen verwezenlijken', aldus De Vries. 'Hij heeft geen kinderen en geen behoefte aan ophoping van kapitaal. Maar planten te maken die de algemene welvaart verhogen, dat is het doel van zijn streven'.

Hoe interessant dat verhaal ook was, De Vries wilde iets anders weten. Niet de praktische maar de theoretische kant interesseerde hem. Zo gauw hij kon stuurde hij het gesprek in die richting en wel door te vragen naar het ontstaan van de wonderlijke 'stoneless prune'. Zo'n resultaat kon niet het gevolg zijn van kruisingen, want daarbij worden slechts bestaande eigenschappen gecombineerd. Hier moest een mutatie plaatsgevonden hebben, een retrogressieve mutatie en geen progressieve mutatie weliswaar, maar toch. Het antwoord was teleurstellend. Burbank had een paar vruchten gekocht van de al sinds eeuwen in Frankrijk bekende 'prune sans noyau'. Hij had de vruchten gezaaid en de daaruit opgekomen struiken gekruist met de andere pruimen die hij in cultuur had. De Vries maakte in zijn reisboek geen geheim van zijn teleurstelling. 'Dus geen uitzondering op de regel, geen werkelijke productie van een nieuwe eigenschap, maar alleen een bijzonder geval van de grote stelregel der Amerikanen: alles aanpakken. Overal op de wereld zoekt Burbank naar soorten en variëteiten van pruimen, die, hoe onbetekenend ook, hoezeer ook wild en oneetbaar, een of andere eigenschap bezitten, die in verbinding met de gewone, een nieuwe soort van grotere waarde zouden kunnen voortbrengen'. Burbank bleek in zijn werkwijze dus niet te verschillen van zijn collega's in Europa.

De zaterdag, waarop ook een bezoek werd gebracht aan Burbanks kwekerij in het nabijgelegen Sebastopol, bracht weliswaar vele verrassingen maar geen verandering in de teleurstelling. Zijn witte bramen, zijn blauwe papavers, zijn reuzenmargriet en zijn cactus zonder doorns, al Burbanks producten waren het resultaat van vele kruisingen en geduldige selectie. Uitzonderlijk en spectaculair vond De Vries ze dan ook niet. Hoewel: 'Hoe verklaarbaar het ook zijn moge, toch wekt het verbazing en verwondering hem over zijn wangen te zien wrijven met een cactus'. Ook in een ander opzicht bleek Burbank niet van de

Europese kwekers te verschillen: aantekeningen van al zijn kruisingen hield hij nauwelijks bij. Slechts het resultaat telde, niet de manier hoe dat resultaat verkregen was. Verder bleek Burbank zich te bedienen van een voor wetenschappers cryptisch kwekersjargon. Voor woorden als ‘erfelijkheid’ en ‘variëteit’ had hij geheel eigen betekenissen, hem ingegeven door de ervaring in de praktijk.

Ondanks alles was De Vries diep onder de indruk van wat hij bij Burbank in de proeftuin zag. Burbank was dan weliswaar niet de geestverwant die hij had gehoopt aan te treffen, hij had beslist bijzondere kwaliteiten. Hij beschikte over een ‘geniale blik’ in de keuze van de soorten en variëteiten als uitgangsmateriaal voor zijn kruisingen en een ‘haast bovennatuurlijke vermogen om het goede van het minder bruikbare te kunnen onderscheiden’ onder de vele duizenden vruchten en bloemen die zijn kruisingen opleverden. Burbank was op zijn beurt erg onder de indruk van De Vries. ‘Come back, if you like’, fluisterde hij De Vries bij het afscheid in het oor, en aan die uitnodiging gaf De Vries drie weken later graag gehoor. Dit keer ging hij alleen, op een stille zondag. ‘Te zien was er natuurlijk precies hetzelfde als de vorige maal, maar omdat er nu geen anderen bij waren kon ik er meer van vernemen. ’t Is erg interessant, maar heeft voor mijn werk geen directe beteekenis’, schreef hij na afloop aan Wies. ‘In ’t algemeen valt erg tegen wat ik hier voor mutatie- of voor proeftuinwerk leer. ’t Is tot nu toe precies niets. Maar voor de verspreiding der mutatieleer is dit bezoek erg gunstig’.²⁴⁰

In de voorgaande jaren had Burbank een aantal keren financieel aantrekkelijke aanbiedingen gehad om meer van zijn kennis en kunde te openbaren. Zowel de University of California in Berkeley als Stanford University hadden hem een docentschap aangeboden, maar Burbank had voor beide bedankt. Hij had gemeend voor de samenleving meer te kunnen doen op zijn kwekerij waar nu letterlijk de vruchten van zijn jarenlange werken op grote schaal beschikbaar kwamen. De Californische wetenschappers hadden echter de hoop niet opgegeven hem ooit nog eens binnen hun kring te kunnen trekken. De Vries voelde in de gesprekken met zijn collega’s dat er van hem een steunbetuiging verwacht werd. Tijdens een diner dat de afdeling California van de American Chemical Society aanbod aan de docenten van de Summer Session bracht hij daarom een toast uit op Burbank en stelde hij dat die financieel, en zonder voorwaarden, geholpen moest worden.²⁴¹ Het pleidooi maakte op de aanwezigen veel indruk. President Jordan, die juist de dag voor De Vries’ tweede bezoek bij Burbank was geweest om hem een aanbod te doen, maakte driftig aantekeningen. ‘I never heard so highly appreciative words concerning Bur-

bank', zei die in zijn eigen toost. Hij gebruikte De Vries' lofprijzing om nogmaals bij het Carnegie Institution aan te dringen op financiële steun voor Burbank.

In het midden en het oosten

Op 4 augustus gaf De Vries zijn laatste college. Doordat enkele dagen waren uitgevallen had hij in totaal 22 colleges gegeven. Met een hartelijk applaus, vele persoonlijke bedankjes en een cadeautje (een vouwbeen met een originele Indiaanse pijlpunt) namen zijn studenten afscheid van hem. Er restte weliswaar nog een examendag, maar De Vries had zich opgegeven voor een tour door het Yellowstone Park, had een afspraak met Willet M. Hays in Saint Anthony Park in Minnesota en moest op tijd in Chicago zijn voor zijn lezingen. Het afnemen van de examens kon hij gelukkig met vertrouwen overgeven in de enthousiaste handen van miss Palmer. De tocht door Yellowstone Park was interessant maar erg vermoeiend, met lange tochten in rijtuigen, een slechte organisatie en, tot De Vries' niet geringe ergernis, een over het algemeen onbeschaafd reisgezelschap. 'Het park is "for the benefit and enjoyment of the people" en jan en alleman trekt er heen', schreef hij Wies. Dat was natuurlijk heel positief, maar: 'Een mooi dennenbos verliest veel als de man voor je in [het] rijtuig je in een rookwolk hult, en tot afwisseling nogal dikwijls spuwt. Of als ze elkaar toeroepen: "How many coaches can you see?", en dit bij elke draai van de weg. Overigens bestaat de conversatie vernamelijk in: "Is this not lovely, pretty, beautiful? Indeed, it is", en verder aantal mijlen en hoogte waarop wij zijn. 't Is verbazend voor zo'n deel als de conversatie der Amerikanen uit cijfers bestaat'.

Het bezoek aan Hays bracht De Vries terug bij de toegepaste botanie. Hays, hoogleraar landbouwkunde en directeur van het proefstation van de University of Minnesota, had hem in 1899 bezocht en nu voor een kort verblijf uitgenodigd. Hays was erin geslaagd de productie van de twee meest geteelde tarwerassen in Minnesota met vijftien tot twintig procent te verhogen en de opbrengst gelijk te maken aan die in andere staten en Europa. De Vries was nieuwsgierig hoe hem dat was gelukt. Had hij wellicht nieuwe eigenschappen bij de planten aangeboord? Het bleek dat Hays een selectiemethode gebruikte die De Vries al kende van een roggekweker in Duitsland, een suikerbietenkweker in Nederland en een landbouwkundig proefstation in Zweden, en hijzelf sinds tien jaar in zijn eigen proeftuin had toegepast bij zijn *Oenothera*'s. Hays had de zaden van het als beste geselecteerde ras niet (zoals gebruikelijk was) door elkaar gemengd maar elk afzonderlijk uitgezaaid. Op die manier

had hij een beeld gekregen van de waarde van elke individuele moederplant, niet gebaseerd op de uiterlijke eigenschappen van de moederplant zelf maar op het vermogen die eigenschappen op de volgende generatie over te brengen. De Vries was niet erg onder de indruk van het resultaat: als de opbrengst van de twee tarwerassen in Minnesota zoveel achter liep op wat diezelfde rassen elders presteerden, dan lag het voor de hand dat er door selectie verbetering op zou treden. 'Nu het inhalen is van wat elders reeds was, is het natuurlijk voor de [mutatie]theorie niet zóó belangrijk als het scheen, en met name geen bewijs dat door die selectie enz. ook elders een verbetering van 10% zou te bereiken zijn. Het kan wel zijn, maar volgt er, mijns inziens, niet uit', schreef hij teleurgesteld aan Wies. 'Zoo valt er op de rekening van de Amerikaansche bluf nogal wat af te schrijven, juist als bij Burbank en anderen'. Ook verder kende het bezoek enkele hem inmiddels bekende Amerikaanse verschijnselen en ergernissen: de grote afstanden, een verplichte rondleiding door alle gebouwen van de universiteit inclusief een 'vertoning' aan de *president*, Hays die niets van de mutatietheorie af wist en een vrijpostige journalist die van De Vries' bezoek een verslag wilde maken.

In Chicago gaf De Vries gedurende een week vijf colleges over zijn mutatietheorie. De belangstelling was meteen groot: de zaal telde 150 zitplaatsen en velen moesten buiten blijven staan. Voor het laatste college (waarop hij lantaarnplaatjes vertoonde) week hij uit naar een grotere zaal. Er kwamen zo'n zeshonderd belangstellenden. En bij dit succes bleef het niet. Tijdens zijn verblijf in Berkeley had De Vries het bericht ontvangen dat de universiteit hem op 2 september, de dag dat het academische jaar werd afgesloten, een eredoctoraat wilde aanbieden. Graag wilde men dat hij dan tevens een lezing over een wetenschappelijk onderwerp zou geven. Vanzelfsprekend koos De Vries ervoor zijn mutatietheorie nog eens in het zonnetje te zetten. Hij wees er nog eens op welke wegen er door de theorie geopend zijn voor de veredeling van landbouwgewassen. Niet de selectie van de beste variaties maar de keuze van de beste mutaties moest de toekomst zijn, zo stelde hij. Deze nieuwe en afwijkende opvatting durfde hij op deze dag en op deze plaats zonder enige angst naar voren te brengen: 'Perfect freedom of thought and investigation, unhampered rights of professing and defending one's conviction, even if it should be wholly contrary to the universal belief, are the high privileges of all real universities'. Tot zijn genoegen had hij gemerkt dat Amerika's rijke burgers en overheden inzagen dat wetenschappelijk onderwijs en onderzoek de uitgelezen middelen zijn om de welvaart te vergroten en dat zij grote sommen ter beschikking stelden. Nergens ter wereld was de band tussen theorie en

praktijk daardoor zo sterk als op de Amerikaanse universiteiten. ‘Your system of promoting agriculture by means of experiment stations, of scientifically conducted farm-cultures, of inquiries in all parts of the world, and of collecting, introducing and trying all kinds of plants that might become useful crops, is not only admired, but even highly envied by us Europeans’. Maar volgens De Vries kleefde aan deze prijzenswaardige houding ook een groot nadeel en konden de Amerikaanse universiteiten toch nog een voorbeeld nemen aan Europa: ‘With you all is sparkling and boiling, with us it is the quietness of solitude, even in the midst of a busy city. Your students and teachers are expected to show what they are doing, and to produce their results at short intervals. In Europe, on the contrary, we are trusted and left free even on this point’. En het was door deze academische rust dat hij bijna twintig jaar had kunnen werken aan de ontwikkeling van zijn mutatietheorie.²⁴² Deze opmerking toont opnieuw De Vries’ ambivalente houding die hij steeds tijdens zijn reis had. Enerzijds de bewondering voor de Amerikaanse daadkracht en gerichtheid op praktische toepasbaarheid, anderzijds de liefde voor de Europese cultuur en tradities. En ook toont de opmerking nog eens De Vries’ ambivalentie over toegepaste en zuivere wetenschap: de twee kunnen niet zonder elkaar, maar moeten toch duidelijk gescheiden van elkaar beoefend worden.²⁴³

Vanuit Chicago maakte De Vries een uitstapje naar La Salle waar hij een bezoek bracht aan Paul Carus, directeur van The Open Court Publishing Company. Loeb had hem geadviseerd zijn colleges voor de Summer Session te publiceren en via MacDougal was hij met Carus in contact gekomen. Afgesproken werd dat De Vries het manuscript bij zijn vertrek in New York bij MacDougal zou achterlaten. Die zou de zaak verder afhandelen zodat het boek misschien nog aan het einde van het jaar kon verschijnen.

Chicago beviel De Vries goed. ‘Tot nu toe heb ik van elke plaats gedacht: heerlijk om er te komen, en heerlijk om weer weg te gaan. Maar hier in Chicago zou ik dolgraag nog een week willen blijven’, schreef hij Wies. Maar hij moest verder: hij werd verwacht op het congres tijdens de Wereldtentoonstelling in Saint Louis en wilde onderweg groeiplaatsen van *Oenothera* bezoeken. Daar was nog maar weinig van gekomen. In Californië had hij op verschillende plaatsen *O. hookeri* gevonden, in Yellowstone Park *O. strigosa* en nabij Minneapolis de Nederlandse en de Amerikaanse *O. biennis* (die onder andere in grootte van de bloemen van elkaar verschillen) en *O. rhombipetala* die De Vries alleen in de Jardin des Plantes in Parijs eerder had gezien. Een korte zoektocht in de omgeving van Chicago had geen bijzondere vondsten opgeleverd. Van een aantal collega’s had De Vries de namen gekregen van vier botanici, zowel be-

roeps als amateurs, in Kansas en Missouri die veel van de plaatselijke *Oenothera*-groeiplaatsen af zouden weten. Maar dat bleek erg tegen te vallen en de botaniseertochten leverden alleen de al bekende soorten (Amerikaanse) *O. biennis* en *O. muricata* op. Binnen deze soorten kwamen wel allerlei afwijkende typen voor, maar slechts één (een smalbladige vorm van *O. biennis*) kon De Vries als mogelijke mutant aanmerken. *Oenothera lamarckiana* was nergens te vinden. ‘Dit hele tochtje na Chicago had ik veilig kunnen weglaten’, mopperde De Vries na afloop tegen Wies. Natuurlijk had hij wel zaden verzameld of, wanneer dat vanwege het te vroege seizoen niet mogelijk was geweest, met zijn gastheren afgesproken dat die hem zaden zouden sturen. In de soorten konden immers heel goed mutaties verborgen zitten. Proeven in de Hortus zouden dat de komende jaren moeten uitwijzen.²⁴⁴

Het International Congress of Arts and Science en de Wereldtentoonstelling in Saint Louis waren allebei groots opgezet. Het congres wilde een overzicht geven van de stand van zaken in alle wetenschappen en had voor 128 vakgebieden steeds twee sprekers uitgenodigd, één uit Amerika en één uit Europa. De Vries sprak in de ‘Section of Phylogeny’, samen met Charles Whitman, hoogleraar zoölogie aan de University of Chicago. De voordracht verliep tamelijk rampzalig. Het was in Saint Louis erg warm en vochtig, winderig en stoffig, en bij De Vries’ gastheer (William Trelease, directeur van de Missouri Botanical Garden en hoogleraar botanie) stonden alle ramen wijd open. Na amper een dag was De Vries snipverkouden en nog maar nauwelijks bij stem. Door de muggen in zijn kamer sliep hij amper. De lezing hield hij in een houten loods waar achter de dunne tussenmuur nog een andere spreker bezig was; het applaus van het publiek daar overstemde herhaaldelijk De Vries’ ijle stemgeluid. Bovendien kwam er elke drie minuten een tram met donderend geraas langs. Vragen en opmerkingen na afloop waren er niet. De Vries was ervan overtuigd dat nauwelijks iemand hem had kunnen verstaan.

In zijn lezing, ‘A comparison between artificial and natural selection’ getiteld, behandelde De Vries zijn opvatting over de werking van natuurlijke selectie, als tegengesteld aan die van de neo-darwinisten. ‘Natural selection, as pointed out by Darwin, is one of the great principles which rule the evolution of organisms. It is the sieving out of all those of minor worth, through the struggle for life’, betoogde hij. Maar selectie is ‘only a sieve, and no force of nature, no direct cause of improvement, as has so often been asserted. Its only function is to decide what is to live and what is to die’. De bewijzen voor zijn visie zouden volop in de land- en tuinbouw zijn te vinden. Als voorbeeld noemde hij het werk van Willet Hays uit Minnesota. Was hij over het door Hays be-

haalde resultaat niet erg enthousiast geweest, over de selectiemethode die hij had toegepast was hij dat wel: Hays had de beste individuele moederplanten gekozen en die gebruikt als uitgangspunten voor verdere veredeling. Het gebruikelijke ‘variety testing’ had hij daarmee vervangen door ‘the choice of the best among the elementary species’. In de natuur vinden beide typen van selectie plaats: ‘Nature in this way performs her primary selection and thus this process can be called selection between elementary species or “interspecific selection”. The alternate principle could then be called the selection within the elementary species or the “intraspecific selection”’. De variabiliteit van elementaire soorten is binnen strikte grenzen beperkt en selectie binnen de soort zal daarom nooit tot nieuwe eigenschappen leiden. ‘Thus interspecific selection is the broad base of progress at large as well in practice as in nature, whilst intraspecific selection is the basis of highly valuable, but local and transient improvements. ... Thence we conclude that selection between species or interspecific selection through the struggle for life is the always acting sieve which keeps evolution on the main lines, and which, in this way, is the one great Darwinian cause of all organic progress’.²⁴⁵

Afgezien van de herrie tijdens de lezing, de verkoudheid en de muggen vond De Vries het verblijf in Saint Louis erg gezellig. Hij zag er allerlei mensen terug die hij de afgelopen maanden had ontmoet en ook was het vaak een hartelijk weerzien met collega’s uit Europa, waaronder zijn oude vriend Van ’t Hoff. Ook trof hij er zijn vroegere assistent uit de proeftuin Frans Meijer, kort tevoren door Trelease in dienst genomen voor werk in de botanische tuin. Op de wereldtentoonstelling was allerlei interessants te zien, van Japanse bonsai-boompjes tot de wilde dieren in het circus van Karl Hagenbeck. En het herbarium van de botanische tuin leverde een exemplaar van *O. lamarckiana* op, net als dat in New York door Chapman gevonden in Florida. ‘Dat is dus no. 3’, schreef hij Wies triomfantelijk.

Vanuit Saint Louis bracht De Vries een kort bezoek aan Illinois College in Jacksonville dat zijn 75ste verjaardag vierde. Illinois College was een kleine particuliere universiteit die nooit rijke maecenassen had aangetrokken. De president had de verjaardag aangegrepen om de aandacht op de instelling te vestigen en handig gebruikgemaakt van het grote aantal geleerden dat vanwege het congres in de buurt was. De Vries was uitgenodigd om de Europese universiteiten te vertegenwoordigen. Voor zijn aanwezigheid werd hij beloond met een eredoctoraat (zijn derde), net als trouwens bijna alle andere sprekers van het congres die waren gekomen. ‘Dat schijnt zoo gewoonte te zijn. President Wheeler had er geloof ik al acht of tien verdiend door aanwezigheid en een

address bij verschillende gelegenheden'. Alle plechtigheden en toespraken liepen erg uit en omdat De Vries en nog twee gasten met een speciale trein terug naar Saint Louis moesten, werd het geheel maar onderbroken om hen snel de eredocoraten uit te reiken. Met een kort woordje werd ieder een bul (de verkeerde, zo bleek na afloop) overhandigd en de hood omgehangen. 'Gelukkig had ik een schoone zakdoek en een veiligheidspeld bij mij om 't ding in te pakken'. Het ging het er in De Vries' ogen allemaal weer typisch Amerikaans aan toe: informeel, rommelig en behoorlijk onbeschaafd.

Vanuit Saint Louis spoorde De Vries naar Washington omdat hij, met alle andere buitenlandse deelnemers aan het congres, was uitgenodigd voor een receptie van president Theodore Roosevelt in het Witte Huis. 'Tegen mij zei hij: "De Vries? O, dan zijn wij zeker *relatives* want een mijner voorouders heette ook De Vries"'. Verder ontmoette hij in Washington Charles White, die de mutatietheorie in Amerika had geïntroduceerd, en enkele collega-biologen van het Department of Agriculture en het National Museum of Natural History. Een van hen, een entomoloog, kweekte bastkevers van het geslacht *Scolytus* en had daarin honderden elementaire soorten ontdekt. 'Er schijnen daarin mutatiën te zijn voorgekomen, waardoor een tusschensoort ontstond die een andere boomsoort aantastte zoodat plotseling alle bosschen van die soort geheel verwoest werden', schreef hij enthousiast aan Wies. De betreffende entomoloog wist dat De Vries zou komen en had daarom zijn zoon meegenomen. 'I wish him to be able to say that he has shaken hands with you', aldus de man.

Ten slotte bracht De Vries een drukke week door in New York en Cold Spring Harbor. Met MacDougal en miss Vail maakte hij het manuscript voor zijn boek van de in Berkeley gegeven lessen persklaar. In het herbarium lagen exemplaren van *Oenothera* op hem te wachten, verzameld in de binnenlanden van Alabama door S.M. Tracy uit Biloxi (Mississippi), werkzaam voor het Bureau of Plant-Introduction in Washington. MacDougal had Tracy gevraagd daarheen te willen gaan naar aanleiding van een passage in het reisverhaal van de botanicus William Bartram: in 1776 had die tijdens een botaniseertocht door de zuidelijke staten op verzoek van de Engelse arts en botanicus John Fothergill aan de oever van de Alabama River een grootbloemige *Oenothera* gevonden. Ondanks Bartrams vage aanduiding was het Tracy gelukt de plaats terug te vinden.²⁴⁶ De Vries determineerde het verzamelde materiaal als *O. grandiflora*; *lamarkiana*'s waren het beslist niet. In de botanische tuin stonden de verschillende mutanten uit Amsterdamse zaden inmiddels in volle bloei. De Vries gebruikte ze als levend demonstratiemateriaal voor een lezing, een verplichting waar hij dit keer niet onderuit kon komen. Afgezien van de colle-

ges voor de Summer Session was het zijn twaalfde lezing. In Cold Spring Harbor had het Station for Experimental Evolution al meer vorm gekregen, maar veel activiteit was er nog niet. Directeur Davenport had op eigen kosten een terrein gekocht waar hij allerlei variëteiten van kippen hield die hij met elkaar kruiste. De laatste twee nachten logeerde De Vries bij Thomas Hunt Morgan die zijn nieuwe betrekking als hoogleraar experimentele zoölogie aan Columbia University zojuist aanvaard had. Met twee recepties, één van het Museum of Natural History and één van de universiteit, namen de Amerikaanse biologen afscheid van De Vries. Op 15 oktober was hij terug in Nederland. Hij was viereneenhalve maand weggeweest. *Species and varieties*, de uitgave van de colleges in Berkeley, kwam in het begin van het nieuwe jaar uit. Het verkocht zó goed dat al na een halfjaar een tweede druk nodig bleek te zijn.²⁴⁷ In deze druk prijkte één van de portretten die van De Vries in het woestijnlaboratorium van Tucson was gemaakt. Carus had het uitstekende foto's gevonden. De Vries was het met hem eens geweest maar had toch bedenkingen tegen publicatie gehad: vanwege de temperatuur had hij zich ontdaan van colbert, vest, das en boord. 'They are in undress and not fit for formal occasions. If you can change or conceal this I should, of course, have no objection'. De foto is echter slechts lichtelijk geretoucheerd.²⁴⁸ Ook het boek dat De Vries over zijn reis schreef, *Naar Californië*, was een succes. Ook dat werd al na een jaar herdrukt.

Een vruchtbare reis

Zoals De Vries na zijn tweede bezoek aan Burbank aan zijn vrouw had geschreven kwam de mutatietheorie in Amerika door zijn bezoek volop in de belangstelling te staan.²⁴⁹ De American Society of Naturalists in Philadelphia organiseerde op 28 december 1904 een bijeenkomst waarop zes sprekers hun visie op de theorie gaven. W.E. Castle, hoogleraar zoölogie aan Harvard University, stelde dat nieuwe eigenschappen die door kwekers worden benut voor het creëren van nieuwe rassen vrijwel zonder uitzondering het gevolg van mutaties moeten zijn. Edward Conklin uit Philadelphia prees zowel de pangenesis, omdat die zo goed overeenkomt met de recente waarnemingen bij het onderzoek naar chromosomen en de celdeling, als de mutatietheorie, omdat die onderkent dat evolutie draait om veranderingen in de voortplantingscellen en niet (zoals volgens andere theorieën) om veranderingen in volwassen organismen. MacDougal gaf de eerste resultaten van het *Oenothera*-onderzoek in New York van de afgelopen zomer: zowel het percentage nakomelingen van *O. lamarckiana* dat muteerde als het aantal typen mutanten was groter dan in Amsterdam.²⁵⁰ De andere sprekers behandelden de positieve effecten die de muta-

tietheorie volgens hen kon hebben op de studie van de anatomie, de selectie en de ethologie. De lezingen werden gepubliceerd in het veelgelezen tijdschrift *Science*.²⁵¹ Meer loftuitingen volgden. ‘The mutation theory is evidently the best that has been advanced to account for these known facts’, stelde paleontoloog Thomas L. Casey in *Science* na het bespreken van een aantal, schijnbaar plotseling verschenen, fossiele dieren.²⁵² De ornitholoog William E.D. Scott concludeerde hetzelfde voor een negental recent ontdekte vogelsoorten die hij in hetzelfde tijdschrift besprak: ‘Beyond doubt we have witnessed the birth of new species during the past seventy years’.²⁵³ ‘The main truth of the vast importance of mutations in the origin of species can no longer be questioned’, aldus C.B. Davenport in zijn recensie van *Species and varieties*, hoewel er volgens hem in de dierenwereld ook veel aanwijzingen waren voor evolutie zonder mutatie.²⁵⁴ ‘His discoveries demonstrate conclusively that evolution can be studied experimentally in a manner hitherto unsuspected, and furthermore raise the important question whether we can control evolution and so produce species at will’, aldus Osterhout in een nieuw boek.²⁵⁵ MacDougal had zich dat laatste ook gerealiseerd. Bij verschillende plantensoorten injecteerde hij de weefsels die de eicellen vormen met zoutoplossingen en hij stelde deze bloot aan radium. De behandeling leverde in enkele gevallen nieuwe vormen op; bij *O. biennis* en *Raimannia odorata* bleken de nieuwe vormen zaadvast te zijn.²⁵⁶

Maar er klonken ook kritische geluiden. Maynard Metcalf, hoogleraar botanie in Baltimore, twijfelde aan De Vries’ stelling dat mutaties in alle richtingen optreden. *Oenothera lamarckiana* had slechts zeven nieuwe vormen voortgebracht, wat er volgens hem op wees dat mutaties niet volkomen willekeurig zijn maar dat er een ‘internal control over variation’ moest zijn, ‘making it somewhat determinate, instead of purely indeterminate’.²⁵⁷ David Starr Jordan stelde dat soortvorming door opeenhoping van kleine variaties of door grote mutaties nauwelijks bekend is, maar dat geografische isolatie een bewezen factor is. Volgens hem vormde die de werkelijke sturende kracht van de evolutie.²⁵⁸ J.A. Allen, curator vogels en zoogdieren aan het American Museum of Natural History in New York, reageerde hierop door te wijzen op de invloed op variatie van het klimaat, van de samenstelling van het water en de bodem en als gevolg hiervan de verschillen in vegetatie.²⁵⁹ En Charles Robertson door te wijzen op de rol van migratie als middel om competitie te voorkomen: ‘I think the students of geographical distribution can show a thousand incipient species, where the mutationists can show a doubtful one’.²⁶⁰ Edward W. Berry van de Maryland Geological Survey vond deze discussie over de verschil-

lende factoren die meespelen bij soortvorming een felicitatie waard. Het enthousiasme voor de mutatietheorie had volgens hem als gevaar dat andere theorieën werden vergeten. 'Not that I would endeavor to throw any doubt upon De Vries's facts', schreef hij, 'but they do not ... exclude every other factor from the problem'.²⁶¹ C. Hart Merriam, werkzaam bij de United States Biological Survey, achtte soortvorming door zowel kleine variaties als door mutaties mogelijk, maar aangezien de eerste zeer algemeen en de laatste buitengewoon zeldzaam zijn, achtte hij de mutatietheorie 'one of a hundred minor factors to be considered in rare cases as a possible explanation'.²⁶² De al genoemde Thomas Casey vond die conclusie te snel getrokken en wilde beide theorieën behouden. Het leek hem, kijkend naar fossielen, dat in bepaalde geologische perioden mutatie een grotere rol bij soortvorming heeft gespeeld dan andere factoren.²⁶³ Maar voor A.E. Ortmann van het Carnegie Museum in Pittsburg ging Merriam nog niet ver genoeg. De Vries' mutanten waren volgens hem geen soorten maar variëteiten: grote sprongen waren namelijk 'a special form of variation'. 'Consequently, nothing is left of De Vries's mutation theory but the bare facts represented by his experiments, which, indeed, are valuable for the study of variation, but belong to a class that was already known to Darwin. ... I do not see that there is anything in the mutation theory which might advance our general knowledge of the factors cooperating in evolution'.²⁶⁴ Net als in Europa werd de mutatietheorie dus heel verschillend gewaardeerd.

Kreeg de mutatietheorie door De Vries' reis meer bekendheid, hemzelf leverde zij, bij nader inzien, nieuw bewijsmateriaal voor de theorie op. Oorzaak daarvan was het bezoek aan Willet Hays. De resultaten die Hays had verkregen waren in zijn ogen weliswaar niet spectaculair en zijn methode van de 'inter-specific selection' niet nieuw, maar zoals De Vries op het congres in Saint Louis had betoogd bevestigde de methode op schitterende wijze het principe van de mutatietheorie: niet de selectie van de beste variaties maar de selectie van de beste mutaties is de werkelijke bron van evolutionaire vooruitgang. Het was De Vries bekend dat Hays' selectiemethode ook werd gebruikt op het proefstation van de 'Sveriges Utsädeforening' (Zweedse zaaigranvereniging) in het dorp Svalöf. Tijdens zijn lezing voor het 'Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte' op 26 september 1901 in Hamburg had De Vries daar de directeur van het station, Hjalmar Nilsson, ontmoet. Die had hem toen gewezen op de overeenkomsten tussen de mutatietheorie en de door hem gebruikte methode. De Vries had enthousiast gereageerd. 'U hebt alles voorhanden waar ik naar gezocht heb! Had ik dat maar vooruit geweten, dan zou

mijn boek heel wat beter onderlegd zijn, met praktische ervaring, dan nu', zou hij verzucht hebben. Meteen had hij beloofd zo snel mogelijk naar Svalöf te komen om de resultaten met eigen ogen te aanschouwen en meteen was hij zich gaan verdiepen in de publicaties die het station uitgaf. Hij leerde er speciaal Zweeds voor.²⁶⁵ Maar van een reis naar Svalöf was het niet gekomen en een paar regeltjes in het tweede deel van *Die Mutationstheorie* was het enige dat De Vries sindsdien over de Zweedse selectiemethode had geschreven.²⁶⁶ Gestimuleerd door wat hij in Amerika had gezien besloot De Vries het eerdere verzuim goed te maken en de Zweedse selectiemethode maximaal te benutten voor de verdere promotie van de mutatietheorie.

Het proefstation in Svalöf was in 1886 opgericht door een vereniging van akkerbouwers die zich ten doel stelde landbouwgewassen (vooral granen en peulvruchten) te verbeteren en, naast deze zelf aan te planten, als zaai- en plantgoed in de handel te brengen. In de voorgaande jaren waren de opbrengsten aanzienlijk achteruitgegaan, onder andere doordat het zaigoed onzuiver en onbetrouwbaar was geworden. Men hoopte het doel te bereiken door de rassen die al in Zweden werden geteeld door nauwkeurige selectie te zuiveren en nieuwe rassen die met succes in andere landen werden geteeld te importeren en geschikt te maken voor de Zweedse klimaten en bodems. De medewerkers van het proefstation gingen op de gebruikelijke manier te werk: elk jaar werden alleen de zaden van de als beste beschouwde exemplaren geoogst en het volgende jaar uitgezaaid. Daarvoor werden de schijnbaar meest identieke exemplaren uitgezocht en werd er scherp voor gewaakt dat er geen vervuiling door kruisingen optrad. Deze methode had de voorgaande decennia letterlijk uitstekende vruchten afgeworpen. Exemplarisch was het succes dat Wilhelm Rimpau uit Schlanstedt had bereikt. In de loop van twintig jaar had hij een uitmuntend roggeras verkregen dat sinds de jaren tachtig in heel midden-Duitsland en noord-Frankrijk werd geteeld en alle andere rassen had verdrongen. De Vries had het ras-in-wording met eigen ogen aanschouwd toen hij in 1876 en 1877 het landgoed van Rimpau had bezocht. Inderdaad werden door het Zweedse proefstation na enkele jaren belangrijke resultaten verkregen, maar dat waren vooral uitzonderingen. De meeste rassen bleven zeer variabel en lieten zich niet in de gewenste richting sturen.

Een toevaligheid deed directeur Nilsson beseffen dat er een andere methode gevolgd moest worden. In 1892 bemerkte hij bij twee percelen gerst een opvallend grote eenvormigheid; de aren op beide percelen leken sterk op elkaar. Uit de boekhouding bleek dat de planten op de beide percelen dezelfde moederplant hadden. Nilsson selecteerde vervolgens uit de graanrassen die wer-

den geteeld ongeveer tweeduizend typische exemplaren en zaaide daarvan de zaden afzonderlijk. Wat hij gehoopt had gebeurde: zo goed als alle nakomelingen van dezelfde stamplant bleken aan elkaar gelijk te zijn. Binnen enkele jaren was voor alle gewassen die door het proefstation werden gekweekt de 'Massen-Kultur' zoals gevolgd door Rimpau vervangen door de 'Separat-Kultur'. Vervolgens was men binnen de nakomelingen van elke afzonderlijke moederplant gaan selecteren en gaan letten op bijzondere afwijkingen. In 1901 werden achttien nieuwe typen granen op de markt gebracht. Hoewel van elk type slechts één plant als uitgangspunt werd gebruikt, ging de productie voor de markt voldoende snel. Binnen zes of zeven jaar kon één plant een nageslacht produceren dat 75 hectaren vulde.

Voor De Vries was meteen duidelijk wat er was gebeurd. De soorten waarmee het proefstation was begonnen, hadden bestaan uit een groot aantal elementaire soorten en de zaden die men jaarlijks had gewonnen waren ook mengsels geweest. Na enkele jaren was dat mengsel nog maar nauwelijks gezuiverd geweest. Nilsson echter had met het afzonderlijk uitzaaien de elementaire soorten binnen de linneaanse soorten direct van elkaar gescheiden en daarvan meteen de beste kunnen uitkiezen. Daarna had men binnen elementaire soorten geselecteerd op variaties en waren toevallige kruisingsproducten (granen zijn vrijwel volledige zelfbestuivers) en mutaties afgezonderd. Ook Rimpau's uitgangsmateriaal was niet eenvormig geweest maar had bestaan uit een groot aantal elementaire soorten. Door niet de zaden van één enkele plant te selecteren maar van meer en door dat elke generatie te herhalen, had hij er twintig jaar over gedaan om tot één enkele elementaire soort te komen. Rimpau was ervan overtuigd geweest dat ook het verkregen eliteras selectie behoefde. Bij boeren die zijn product kweekten ging het ras na enkele jaren merkbaar achteruit. Het bijmengen van zaden uit de oorspronkelijke cultuur van Rimpau was daardoor steeds nodig, wat hem geen windeieren bracht. Volgens De Vries vergistte Rimpau zich. De resultaten in Zweden toonden aan dat elementaire soorten van cultuurgewassen net zo constant zijn als van wilde soorten. De regressie moest het gevolg zijn van verontreinigingen en kruisingen met elders te velde staande soorten (rogge is, in tegenstelling tot tarwe, een kruisbestuiver).

Met behulp van de publicaties die het station had uitgebracht (en een Duits boekje over de resultaten dat in 1904 was verschenen) schreef De Vries in 1906 enkele artikelen over de in Svalöf gebruikte technieken en behaalde resultaten. Daarbij ging hij niet in op het praktische belang maar alleen op het wetenschappelijke belang. Had hij vroeger steeds betoogd dat de wetenschap de leer-

meester van de praktijk moet zijn, nu was zijn boodschap precies andersom zijn: de wetenschap trekt hier lering uit de praktijk.²⁶⁷ Op het praktische belang wees hij wel in een voor een groot publiek geschreven boekje van een jaar later waarin hij een aantal argumenten vóór sprongsgewijze en tégen geleidelijke evolutie nog eens op een rijtje zette: 'De tijd schijnt nabij waarop de graanbouw over de gehele wereld in productiviteit een reuzenstap vooruit zal doen en de hoop op meer en beter en goedkooper brood is thans ten nauwste aan deze uitkomsten der selectiemethode verbonden'.²⁶⁸ Dat nieuwe vormen in de landbouw op een andere manier ontstaan dan in de tuinbouw zoals hij in *Die Mutationstheorie* had gesteld, nam hij nu terug. Elke selectie is uiteindelijk de selectie van een elementaire soort, zowel in de tuinbouw, als in de landbouw, als in de natuur. Wat Darwin als uitzondering had beschouwd, namelijk e 'sport' of 'single variation', bleek de algemene regel te zijn. 'La sélection continue et l'amélioration lente qu'elle est supposée produire n'existent pas'. De opvatting dat nieuwe soorten ontstaan door langzame selectie was volgens De Vries nu van zijn laatste bewijs beroofd. 'Il n'y a d'autre origine de formes nouvelles que celle par saut brusque. ... C'est le principe des mutations'.

Opnieuw naar Amerika

Eind december 1905 ontving De Vries een brief van de American Philosophical Society uit Philadelphia. Het genootschap had het plan om komend april de tweehonderdste geboortedag te herdenken van Benjamin Franklin, de wetenschapper en politicus die als rechterhand van George Washington een belangrijke rol had gespeeld in de onafhankelijkheidsstrijd van Amerika. Een van de programmaonderdelen zou een reeks lezingen door prominente wetenschappers zijn, over een onderwerp naar eigen keuze. De Vries was een van de vier Europeanen die daarvoor werden uitgenodigd. Als vergoeding bood de Society het enorme bedrag van \$ 400 aan.²⁶⁹ De Vries accepteerde de uitnodiging direct. Hoewel de reis van het vorige jaar hem voor zijn *Oenothera*-onderzoek weinig had opgeleverd, hij de Amerikanen onbeschaafd had gevonden en het reizen vanwege zijn zwakke gestel verre van aangenaam was geweest, wilde hij graag nog eens Amerika en dan vooral Californië bezoeken. En dus schreef hij aan zijn vriend Loeb of die wilde informeren of Stanford University nog een collegereeks van hem op prijs stelde, zoals men daar vorig jaar had laten doorschemeren.²⁷⁰ Maar Loeb kwam met iets anders: de universiteit in Berkeley nodigde hem opnieuw uit voor een reeks lezingen. De Vries antwoordde Loeb dat die uitnodiging hem zo blij had gemaakt 'dass ich einen halben Tag nicht habe arbeiten können'.²⁷¹

De Vries verwachtte dat het deze keer om een korte reeks colleges zou gaan, maar het bleek dat de universiteit hem opnieuw voor de gehele Summer Session wilde hebben. Hij nam de uitnodiging aan, maar liet weten dat hij wel minder colleges wilde geven dan de vorige keer en meer ruimte wilde geven aan demonstraties in de botanische tuin en excursies. Vanwege de korte voorbereidingstijd (de uitnodiging kwam pas begin maart binnen) kon dat volgens hem ook niet anders. Als titel voor de cursus gaf hij op 'The biological principles of selection in plants' waarin hij 'the correlation of characters and selection in agriculture' wilde behandelen. Dat kwam voor een groot deel neer op zijn fascinatie van dat moment: het werk van het proefstation in Svalöf. Ook wilde hij graag dat miss Palmer weer zijn assistente zou zijn.²⁷² Sinds het vertrek uit Californië had zij hem met veel en lange brieven haar bewondering voor de mutatietheorie en haar bedenker kenbaar gemaakt. De tuin achter haar huis had ze tot proeftuin omgevormd en om alle noodzakelijke informatie in alle details en uit de eerste hand te kunnen vernemen was ze Nederlands en Duits gaan leren. De Vries had al die aandacht wel op prijs gesteld. Hij had haar lange brieven teruggeschreven waarin hij haar had geadviseerd over de experimenten die zij zou kunnen doen en over zijn eigen werk had verteld. Om haar te helpen bij het leren van Nederlands (en misschien ook wel omdat hij het Engels niet zo goed beheerste) was hij haar na een jaar in het Nederlands gaan schrijven. De Vries hoopte dat zij met zijn verzoek dat zij weer zijn assistente zou zijn akkoord zou gaan. 'Wij zullen dan meer kunnen samenwerken dan voor twee jaren, toen alles zoo druk was dat ik niet eens de gelegenheid gehad heb u goed te leeren kennen'.²⁷³ Dat was niet tegen dovemansoren gezegd: 'I wish to thank you very, very gratefully and most cordially for asking president Wheeler to again appoint me your assistant. I cannot tell you how much it pleased me and I most earnestly hope he will grant me your request. The opportunity to work together with you and under such close direction and supervision, with its privileges of asking you questions in regard to botanical (rather, biological) phenomena that interest me so greatly and to become better acquainted with you personally would give me the greatest pleasure this summer season can offer!' En zo ging ze nog twee pagina's door.²⁷⁴ Het verzoek van De Vries werd door Wheeler meteen gehonoreerd.

Nu de bezoeken aan oost- en westkust vaststonden ging De Vries plannen maken voor de reis daartussen. Hoog op de agenda stonden uitstapjes aan het grote zoutmeer bij Salt Lake City, het versteende woud in Arizona en de Grand Canyon, plaatsen die de vorige keer noodgedwongen uit het reisprogramma waren geschrapt. In Californië wilde hij graag opnieuw een tocht door de

woestijn maken en alle eerder gemaakte kennissen bezoeken, niet in de laatste plaats Burbank. Net als de vorige keer begonnen de uitnodigingen om te komen logeren en lezingen te geven van allerlei kanten al snel weer binnen te stromen, en net als de vorige keer werd de reis veel langer dan de bedoeling was geweest. De Vries vertrok op 31 maart en was op 13 september weer terug; hij was dus bijna een halfjaar van huis!

Het tweede verblijf in Amerika²⁷⁵ begon zoals het eerste was geëindigd: De Vries logeerde in New York bij Thomas Hunt Morgan en zijn vrouw. Twee maanden eerder was hun zoon geboren. Wies had een blauw jurkje voor de baby gemaakt dat in grote dank werd aanvaard. Morgan werkte nog steeds aan regeneratie van kikkers en salamanders, zoals hij De Vries op zijn laboratorium liet zien. Vanwege zijn embryologisch onderzoek en zijn belangstelling voor evolutie was hij inmiddels ook geïnteresseerd geraakt in erfelijkheid. Vooral de vraag waardoor het geslacht van een individu wordt bepaald boeide hem: gebeurt dit door een interne factor en ligt de uitkomst dus meteen na de bevruchting vast, of gebeurt dit door uitwendige invloeden tijdens de ontwikkeling van het organisme en kan dit dus beïnvloed worden? Beide opvattingen hadden hun aanhangers die schermde met hun bewijzen. Morgan kon moeilijk een keuze maken. Als embryoloog uit de epigenetische school van Hans Driesch was hij erg sceptisch over de preformationistische wetten van Mendel die materiële deeltjes met erfelijke eigenschappen veronderstelden en over de opvatting dat chromosomen de dragers van die deeltjes zouden zijn. Een kiemcel zou volgens hem een homogene structuur hebben en door uitwendige prikkels enerzijds en interne chemische en fysiologische processen anderzijds zich ontwikkelen tot volwassen organisme, inclusief het geslacht. De resultaten van zijn collega-hoogleraar aan Columbia University voor zoölogie Edward B. Wilson hadden hem echter recentelijk aan het twijfelen gebracht. Wilson was juist een vurig aanhanger van de wetten van Mendel en de chromosoomtheorie. In zijn toen reeds beroemde *The cell in development and inheritance* van enkele jaren eerder had hij het gedrag van de chromosomen tijdens de celdeling uitgebreid besproken en zich positief uitgelaten over de preformationistische visie op erfelijkheid.²⁷⁶ Wilson had bij een aantal soorten insecten vastgesteld dat spermatozoiden die een klein extra chromosoom bezitten bij bevruchting steeds vrouwelijke exemplaren geven, en spermatozoiden zonder dit chromosoom steeds mannelijke exemplaren. Morgan was zeer verbaasd geweest, maar had vervolgens geredeneerd dat Wilsons twee typen spermatozoiden teruggevoerd moesten worden tot twee typen protoplasma.²⁷⁷ Tijdens een van zijn bezoeken aan Columbia was De

Vries getuige van en zelfs deelnemer aan een van de gesprekken tussen de twee hoogleraren: 'Op de trap van zijn laboratorium kwam ik Wilson tegen. Toen bij die een bezoek gebracht, waar Morgan later ook bij kwam. Druk gereede- neerd over Wilsons chromosomen-onderzoek en de kans dat die dingen pa- rallel gaan met de erfelijke eigenschappen'.

Net als op de eerste reis bezocht De Vries tijdens de eerste dagen de New York Botanical Garden en het Station for Experimental Evolution in Cold Spring Harbor. In de botanische tuin groeiden de *Oenothera*'s overvloedig. MacDougal was zijn onderzoek echter aan het afsluiten: hij was benoemd tot directeur van het Desert Botanical Laboratory in Arizona en bezig te verhui- zen. In Cold Spring Harbor viel van de *Oenothera*'s nog maar weinig te zien. George Shull, die de leiding had over de botanische experimenten, had in fe- bruari zaden van de verschillende mutanten uitgezaaid zodat hij nog slechts kiemplanten had. Getuige zijn brieven aan Wies werd De Vries meer geboeid door de experimenten van directeur Davenport. 'Hij heeft tal van kruisingen van kippen gemaakt, enige duizenden bastaarden gekregen, en al de verschil- punten blijken ondeelbare units te zijn zodat hij nu veel meer tot de mutatie- theorie bekeerd is dan vroeger. 't Is wel pas ruim een jaar dat hij hiermee bezig is, maar toch corrigeert hij al de drukproeven van een dik boek erover, met fo- to's ervan, ik zou haast zeggen ál zijn kippen'. Verder deed hij kruisingsproe- ven met kanaries, geiten, schapen en andere dieren. De Vries keek zijn ogen uit. 'Het is een vreemde toestand, zo'n groep mensen die niets anders doen dan onderzoeken, maar voor wie dat werk dan ook is als college en micro- scopie, dat je graag eens overlaat aan een ander. ... Ik zou niet graag zo'n soort van betrekking hebben. Mij lijkt college geven voor je tractement en proeven doen voor je plezier veel aangener'.

Het bezoek aan Cold Spring Harbor stond voor een groot deel in het teken van Burbank. Het Carnegie Institution, financier van het station, had eind 1904 besloten om Burbank gedurende vijf jaar te steunen met het enorme be- drag van \$ 10.000 per jaar, een besluit waar De Vries' positieve woorden tijdens het diner van de Chemical Society in San Francisco twee jaar eerder zeker aan hadden bijgedragen.²⁷⁸ Als tegenprestatie wilde het Carnegie Institution een uitvoerig rapport over Burbanks werk. Shull was aangewezen dat rapport te maken en zou die zomer zes weken in Santa Rosa doorbrengen. Hij vroeg De Vries daarom honderduit. Er was het voorgaande jaar veel over Burbank ge- schreven. David Starr Jordan, president van Stanford University en een van zijn bewonderaars, had een artikel gemaakt voor *Popular Science Monthly*. Dat tijd- schrift had ook een vertaling gepubliceerd van het hoofdstuk over Burbank

uit De Vries' reisboek. De journalist Harwood had zelfs een geheel boek over Burbank geschreven, echter niet geheel vrij van overdrijving. 'Ze hebben hier niet de flauwste voorstelling wat Burbank eigenlijk is en daarom hadden MacDougal en Davenport mij verzocht hem uitvoerig mijn mening over zulk werk te vertellen', schreef De Vries aan zijn vrouw. Tijdens zijn afwezigheid zou Shull het werk aan de *Oenothera*'s overlaten aan zijn assistent Macy, 'a brilliant young man' volgens Shull, maar De Vries vond hem 'uiterst onhandig, zó, dat hij niet eens zijn hoofd recht kan houden'. Ook over Shull was hij niet bar enthousiast: 'Shull is van het echte type dat graag en hard werkt maar als hij enigszins kan zijn werk door een ander laat doen'. Zondag beschouwde Shull als een vrije dag en dan keek hij niet naar zijn *Oenothera*'s om, zo had De Vries vol verbazing geconstateerd.

Na deze bezoeken reisde De Vries naar Philadelphia voor de 'Franklin Bicentennial'. De feestelijkheden verliepen op een manier die hij de vorige keer als typisch Amerikaans was gaan beschouwen: massale recepties, diners en plechtigheden, de kennismaking met veel onbekenden en de hernieuwde kennismaking met oude bekenden, de uitreiking van eredoctoraten (waaronder aan hemzelf, zijn vierde) en langdradige en moeilijk te verstande toespraken. Ook zijn eigen lezing verliep zoals hij al eens eerder had meegemaakt: 't Was warm en benauwd, alle ramen open en elke twee minuten dreunde een elektrische tram voorbij. Veel wagens en lawaai, moeilijk te verstaan. Ik had geen platen, gelukkig, want daarvoor was geen gelegenheid en te veel herrie. Ook had ik mijn voordracht die eigen ochtend nog sterk ingekrompen en alles eruit gelaten wat niet precies noodig was. 't Was dus korter dan een half uur en best'. De lezing was een voorproefje van wat hij in Berkeley zou gaan doceren: het verschil tussen de Duitse 'Massen-Kultur' en de Zweedse 'Separat-Kultur'. Voor het wetenschappelijk publiek in de zaal benadrukte De Vries de betekenis van het verschil voor het evolutievraagstuk. 'The German breeding process has always been one of the most valuable arguments for the theory of gradual selection and was of late considered as its last botanical support', zo stelde hij aan het eind van zijn lezing. 'By means of the discoveries of Nilsson and Hays this support has now been broken down, and agricultural selection is no longer an argument against the conception of an origin of species by saltatory changes'.²⁷⁹

Precies op het moment dat De Vries nog even sleutelde aan zijn lezing, op 18 april om twaalf minuten over vijf plaatselijke tijd, werd San Francisco getroffen door een zware aardbeving. De schok werd gevolgd door een massale brand. Bluswater was er nauwelijks omdat ook de waterleidingen sprongen.

Vrijwel de gehele stad werd verwoest. Ook plaatsen in de omgeving werden zwaar getroffen. Van de universiteit in Berkeley ontving De Vries een telegram dat de Summer Session waarschijnlijk werd uitgesteld, maar daarna hoorde hij niets meer. Miss Palmer schreef hem enkele weken later dat alles gewoon door zou gaan zoals gepland.²⁸⁰ De twee maanden tot aan het begin van de Summer Session bracht De Vries dan ook onbekommerd door met allerlei excursies: hij bezocht een groeiplaats van vleesetende planten in North Carolina; reed over de nog onaangetaste prairies in Kansas; bezocht de Grand Canyon en het versteende woud; kampeerde een paar dagen in de San Bernardino Mountains in zuid-Californië; en bewonderde de onderzeese flora en fauna bij Santa Catalina Island met behulp van een 'glasbodembootje'. Als wederdienst aan zijn gastheren gaf hij onderweg op enkele scholen en universiteiten een lezing over de mutatietheorie. Maar afgezien van die momenten was de evolutie ver weg. En het zoeken naar *Oenothera*-soorten lijkt dit keer niet erg hoog op de agenda gestaan te hebben.

Vanwege zijn drukke toeristische programma had De Vries nauwelijks tijd om de lessen voor de Summer Session voor te bereiden. Een van zijn gastheren had hem bovendien gevraagd twee artikelen over het telen van maïs te schrijven. Hij was van plan om de laatste weken voor de Summer Session in een hotelletje aan de kust rustig te gaan werken, van daaruit wat excursies te maken en bij miss Palmer in Los Angeles langs te gaan. Maar toen hij op weg naar de kust al even bij zijn assistente langs ging om te kijken of er nog brieven voor hem waren, liet zij hem niet meer gaan. De hernieuwde kennismaking werd eigenlijk een eerste kennismaking. 'Palmer is heel anders dan zij vroeger leek en heel anders dan haar portret, juist zoals in haar brieven: erg vrolijk, druk pratend en dweeperig', liet De Vries aan Wies weten. En later nog eens: 'Miss Palmer (Bessie heet zij) dweept ontzettend met mij; je zoudt er plezier in hebben. Ze klautert op 't dak om rozen te plukken en op mijn kamer te zetten en vraagt altijd door of ik nog niet iets van dit of van dat wil hebben, of nog wat meer. Zij komt om vier à vijf uur thuis en wenscht dan te gaan wandelen. ... 's Avonds kan ik wel eens een korten brief schrijven als 't noodig is, maar meest blijf ik beneden, 't een of ander bekijken of bepraten. Zij leest elken avond voor oefening iets in 't Hollandsch hardop en dan help ik haar met de uitspraak. Ze gebruikt daarvoor stukjes uit 't *Album der Natuur* waarvan ik haar overdrukken zond'.

De Summer Session werd dat jaar door maar zo'n zeshonderd studenten bezocht. 'Alles is zonder enthousiasme, heel anders dan twee jaar geleden. De brand van San Francisco deprimeert ieder en alles'. De belangstelling voor zijn

eigen cursus viel echter mee: na een aarzelend begin kwamen er steeds zo'n dertig leerlingen, meest onderwijzers en kwekers. Dit keer gaf De Vries op maandag- en dinsdagmorgen een uur college en op woensdagochtend een uur demonstratie in de botanische tuin. Net als de vorige keer groeiden en bloeiden daar een groot aantal *Oenothera*-mutanten, de vijftallige klaver en de onbehaarde *Lychnis*. Vier keer organiseerde hij op een zaterdag een excursie, maar de belangstelling daarvoor was gering. Op twee excursies ging slechts één leerling mee omdat die bij de plaats van bestemming in de buurt woonde; voor de anderen was de reis te duur.

Hoewel De Vries dit keer meer vrije tijd had, kwam hij er toch nauwelijks toe om uitstapjes te maken. Een keer ging hij met zijn collega Osterhout en de assistent van Andrew Lawson, hoogleraar mineralogie en geologie in Berkeley, naar het gebied ten noorden van San Francisco om de gevolgen van de aardbeving te bekijken. Lawson leidde het officiële onderzoek van de staat Californië naar de beving en zijn assistent moest enkele foto's maken. Met verbazing zagen de drie mannen hoe de aarde verschoven was, bijvoorbeeld bij een huis waarvan het toegangspad naar de voordeur nu bijna vijf meter zuidelijker lag. Een botanische excursie naar een plaats ten zuiden van San Francisco combineerde De Vries met een bezoek aan Stanford University waar hij werd rondgeleid door president Jordan. De imposante gebouwen die twee jaar eerder diepe indruk op hem hadden gemaakt waren voor een deel tot trieste ruïnes vervallen. In plaats van op stap te gaan ging De Vries ook wel eens logeren bij zijn collega's Osterhout en Loeb. En soms moest er ook op de vrije dagen gewerkt worden. Zo bracht De Vries eens drie dagen in Oakland door om enkele colleges te schrijven en te repeteren, op de vlucht voor de piano in zijn kosthuis die hem uit zijn concentratie bracht. En voor het slechte eten in de Faculty Club, een sociëteit van de hoogleraren en assistenten, waar hij zijn lunch en diner gebruikte. Ook ontbeet hij daar aanvankelijk, maar de Club was ruim tien minuten lopen van zijn huis af en dat ging hem vervelen. 'Ik heb wat busjes corned beef in mijn koffer en een voorraad "cookies", dat zijn zachte beschuiten. Dat en wat chocolade is voldoende voor mijn ontbijt', vertelde hij zijn moeder.

Net als de vorige keer gebruikte De Vries zijn eerste vrije dagen voor een bezoek aan Luther Burbank. Zijn huis en kwekerij hadden door de aardbeving geen schade geleden, maar Santa Rosa was voor een groot deel verwoest. De Vries wilde dit keer ruim de tijd nemen: bijna vier dagen wilde hij bij Burbank doorbrengen en die bleek daar geen enkel bezwaar tegen te hebben. Aan het station van Santa Rosa werd De Vries verwelkomd door Shull uit Cold Spring

Harbor. Die was ruim een maand eerder aangekomen, in het gezelschap van Davenport, zijn baas, en Woodward, voorzitter van het Carnegie Institution, om een begin te maken met zijn taak Burbanks methoden te bestuderen. Het werk was moeizaam begonnen: Burbank was erg ziek geworden en had een paar dagen het bed moeten houden. Gelukkig was de ziekte niet ernstig, zo kon Shull later aan Davenport melden: 'Mr. Burbank's illness was nothing more serious than a slight cold complicated no doubt by the nervous exhaustion resulting from the strenuous way in which he entertained the Carnegie Committee. He always comes home from a day's work at Sebastopol almost a nervous wreck'. Vaak moest Shull het werk dan ook vroegtijdig stoppen omdat Burbank op de grens van een zenuwinstorting stond. Shull had erg met de breekbare en sympathieke kweker te doen. 'I never saw a man who would be quicker to detect the least insincerity', schreef hij Davenport. 'You were quite right in saying that he would study me. This has made my task easy for he has as keen insight into human nature as into plants. Mr. Burbank is himself an honest man, without the thing you call tact. He has the superior traits of correct interpretation and sympathy'.²⁸¹ De Vries echter was nog meer teleurgesteld dan de vorige keer. 'De wetenschappelijke resultaten vielen tenslotte weer erg tegen en ook de praktische resultaten bestaan meer in hoop op de toekomst dan in feitelijk ingevoerde verbeteringen', schreef hij Wies. 'Hij is veel zwakker dan twee jaar geleden, meer ineen gezakt en veel meer geneigd tot bespiegeling over mysterieuze krachten die alles bewerken, zodat hij telkens afdwaalt'. De Vries beschreef het werk van Burbank nog in drie artikelen en in de uitgave van zijn colleges voor de Summer Session van dat seizoen, maar zou er daarna nooit meer over schrijven.

Shull werkte nog enkele jaren door aan zijn opdracht, ook nadat het Carnegie Institution in 1908 had besloten de financiële steun aan Burbank te beëindigen. Elk jaar verbleef hij vele maanden in Santa Rosa waar hij dan een berg aan informatie verzamelde, hoewel Burbank hem meestal maar heel weinig van zijn tijd gunde. In 1908 reisde hij vier maanden door Europa om de mening van kwekers over Burbanks producten te horen (doorgaans negatief, zo bleek). Hij bracht toen ook een bezoek aan De Vries. Nog in 1914 was hij bezig zijn aantekeningen uit te werken tot een dik boek, maar het werk lijkt hem meer en meer tegen te zijn gaan staan. Het jaar erop verruilde Shull het laboratorium in Cold Spring Harbor voor de universiteit van Princeton, wat het einde van het project betekende. Het dikke boek is nooit verschenen.²⁸²

Volgens William Bateson, die in 1907 Amerika bezocht, was het hele project een politieke zet geweest: de bestuurders van het Carnegie Institution hadden

gehoopt dat het onderzoek naar Burbanks opzienbarende resultaten Carnegie zou overhalen meer geld aan het Institution te schenken. ‘So De Vries was put up to cry “Eureka”, which, I am sorry to say, he did. There is something very queer about De Vries’s goings on and I wonder if he will not get us all into trouble some day, and discredit our mystery’.²⁸³

Was voor De Vries’ cursus de belangstelling uiteindelijk niet tegengevallen, voor het examen verschenen slechts zeven leerlingen. Twee daarvan verlieten de zaal nadat ze de vragen gelezen hadden. Eén leverde zijn antwoorden met tegenzin in; hij bleek een onvoldoende te verdienen. Er slaagden er dus uiteindelijk maar vier.²⁸⁴ De laatste dagen in Berkeley werden gevuld met ‘veel geloop om cheque en [reis]biljetten en veel afscheid nemen’, aldus het verslag aan Wies. ‘Het is in America alles precies goed zolang als er niets hapert. Maar versta je een inlichting verkeerd of wordt je verkeerd verstaan, dan kan alles in de war lopen’, klaagde hij nog maar weer eens een keer. Toch vertrok hij met een positief gevoel: ‘t Spijt mij deze keer bepaald om weg te gaan, maar toch geloof ik dat ik toch niet veel langer evenveel genoeg van mijn verblijf zou hebben’. De Vries zette koers naar Chicago. De universiteit had hem opnieuw gevraagd enkele lezingen te houden. Onderweg verbleef hij een paar dagen in Salt Lake City, waar hij de plantengroei rond het zoutmeer bestudeerde, en in Ames (Iowa), waar hij was uitgenodigd door het Agricultural College. ‘Natuurlijk moest ik ook weer een voordracht houden. Ik had niets bij mij, geen platen en geen manuscript, en heb dus de *Oenothera*’s weer eens opgewarmd’, en wel in de vorm van een lezing die hij al tweemaal in Californië had gehouden. ‘Het is goed één zo’n hele voordracht in ’t Engels uit ’t hoofd te kunnen doen’. Een tocht door de omgeving leverde nog twee vormen van *O. biennis* op. Ook voor de lezingen in Chicago maakte De Vries het zich makkelijk: hij gebruikte drie van zijn lessen uit de cursus van de Summer Session. Vanuit Chicago maakte hij een uitstapje naar Bloomington (Illinois) waar hij de maïsfarm van de gebroeders Funk bezocht; een van hen had hem het jaar daarvoor in Amsterdam bezocht. Per automobiel reed hij een hele dag over de akkers heen en weer, met weinig resultaat. ‘Ik zag veel mooi slachtvee en veel maïs, maar van de selectie is niet veel te zien’. Een van de broers hield zich met selectieproeven bezig, maar leek er weinig verstand van te hebben. Na logeerpartijen bij de hoogleraren Coulter en Cowles (die het voorgaande jaar eveneens in Amsterdam was geweest) en directeur Carus van The Open Court Publishing Company kwam De Vries in New York aan. Afgezien van een korte ontmoeting met Morgan was er geen tijd voor bezoeken. In de vroege morgen van 5 september vertrok de boot richting Rotterdam. De Vries kon terugkijken op

een geslaagde reis. Hij had meer van Amerika gezien, meer vakbroeders gesproken en meer lezingen over zijn visie op het evolutieproces gegeven dan de vorige keer. Opnieuw was hij geroemd en bejubeld en had hij een eredoctoraat ontvangen. The Open Court wilde opnieuw zijn lessen van de Summer Session uitgeven en hij had materiaal genoeg voor een nieuw reisboek. Maar over het grote raadsel hoe mutaties ontstaan, bij planten en dieren in het algemeen en bij *Oenothera* in het bijzonder, was hij ook deze keer weer niets wijzer geworden.

Naar Engeland, Zweden en Duitsland

Een week na terugkomst uit Amerika voer De Vries opnieuw uit, nu in gezelschap van vrouw en dochter. De University of St. Andrews in Aberdeen vierde haar vierhonderdste verjaardag en deelde een aantal eredoctoraten uit. 'Het is mijn eerste eeredoctoraat in Europa, en daarom hecht ik er nogal aan', schreef hij na afloop van de plechtigheden aan zijn moeder.²⁸⁵ Nog groter was de voldoening over het eerbewijs dat hij enkele maanden later ontving: de Royal Society of London (die hem nog maar net het voorgaande jaar tot buitenlands lid had gekozen) verleende hem de Darwin-medaille die elke twee jaar werd uitgereikt aan iemand die zich verdienstelijk had gemaakt met onderzoek op biologisch gebied. Eerder was de medaille gegeven aan grootheden als Alfred Russel Wallace, Thomas Henry Huxley, Ernst Haeckel, Francis Galton en William Bateson. En zo reisde De Vries, opnieuw met vrouw en dochter, eind november wederom naar 'het land van den vijand', zoals hij Engeland betitelde in een brief aan miss Palmer. 'U kunt begrijpen dat ik dat zeer bijzonder op prijs stel. Eensdeels omdat het een bewijs is dat men het verband tusschen mijn werk en Darwins *Origin of species* erkent, en mij dus wel niet meer tegen Darwin zal uitspelen, en ten tweede omdat het land van *Biometrika* tot nu toe zoozeer vijandig tegenover de mutatieleer stond'. De warme ontvangst van de mutatietheorie in Amerika stond volgens hem daarmee in een schril maar begrijpelijk contrast: 'In dit oude Europa speelt de persoonlijke jalousie zulk een machtige rol dat ieder die iets goeds tot stand wil brengen daarmee een groot deel van zijn leven te kampen heeft en er ten slotte toch niet geheel overheen komt'.²⁸⁶ In zijn toost tijdens het diner na afloop van de uitreiking benadrukte De Vries nog maar weer eens dat zijn werk 'in the fullest harmony with that of Darwin' is, een opmerking die met gejuich werd ontvangen.²⁸⁷ Tijdens zijn twee bezoeken aan Engeland sprak De Vries ook met John Farmer en Arthur Darbishire die werkten aan de vertaling van *Die Mutationstheorie*. Dat het juist twee Engelsen waren die de vertaling maakten zal De Vries eveneens wel veel genoegen hebben gedaan.

Hoezeer zijn eigen ideeën aansloten bij die van Darwin legde De Vries nogmaals uit in het inleidende hoofdstuk van *Plant-breeding*, de uitgave van de colleges die hij in Berkeley had gegeven en die verscheen in het voorjaar van 1907. 'On the ground of the mutation theory, there is a struggle for life among species as well as among individuals. ... Thus we come to the conclusion that natural selection is as active as Darwin assumed it to be, and as pre-eminent a factor in the process of evolution. It causes the survival of the fittest; but is not the survival of the fittest individuals, but that of the fittest species, by which it guides the development of the animal and vegetable kingdom'. Met een uitvoerige beschrijving van de resultaten van het proefstation in Svalöf toont hij aan dat die 'fittest species' elementaire soorten zijn die door mutatie ontstaan. Aangezien het mutatieprincipe nauw samenhangt met 'the assumption of distinct units in the characters in plants and animals' gaat hij ook uitvoerig in op de kruisingsexperimenten van Luther Burbank. 'In hybrids the characters of the parents may be combined in different ways, but the unit-characters cannot be split or divided'. Nieuwe soorten ontstaan daarbij wel, maar nieuwe eigenschappen niet. Op kritiek gaat De Vries niet in, conform zijn eerder ingenomen standpunt. 'Ik voor mij beschouw het als een groot voordeel dat ik eens en voor altijd aangenomen heb mij tegen aanvallen niet te verdedigen', zo had hij enkele maanden eerder nog aan miss Palmer geschreven.²⁸⁸ Het idee van de 'unit characters' (het woord pangenesis valt niet) behandelt De Vries tevens in een hoofdstuk over correlatie, het verschijnsel dat verschillende eigenschappen steeds tegelijkertijd optreden. Zijn opvatting over de werking van selectie legt hij nog eens uit in een hoofdstuk over de geografische verspreiding van planten. Selectie is niet aangepast raken aan de natuur maar van nature aangepast zijn. 'Present distribution is the effect of migration, and migration is governed and directed by the given characters of the species. It produces the intimate relationship of the organisms to their environment, to climate and soil as well as to all their vegetable and animal competitors. But in this the qualities of the organisms are the causes, and the distribution is the effect'. Zo bevatte *Plant-breeding* zowel de oorspronkelijke als de nieuwe bedoeling van *Die Mutationstheorie*: de pangenesis bewijzen én de sprongsgewijze evolutie bewijzen. Aan het eind van het boek keert nog een ander oud thema terug: de samenwerking tussen wetenschap en praktijk waar zoveel goeds voor de mensheid uit kan voortkomen.²⁸⁹

In juli 1907 reisde De Vries dan eindelijk naar Svalöf om met eigen ogen het werk van het proefstation aldaar te bekijken. Vanaf Kopenhagen reisde hij in gezelschap van Wilhelm Johannsen, inmiddels hoogleraar plantenfysiologie

aan de universiteit aldaar, wiens onderzoek naar ‘reine Linien’ van enkele jaren eerder de wetenschappelijk tegenhanger was gebleken te zijn van het praktische werk van het station.²⁹⁰ Over het bezoek schreef De Vries slechts een artikel voor het *Album der Natuur*.²⁹¹ Wellicht vond hij dat hij al genoeg over het onderwerp had geschreven (als dank voor alle positieve aandacht ontving hij van de Zweedse academie voor landbouw een onderscheiding). Wellicht hielden nieuwe vondsten bij zijn *Oenothera*'s (waarover later) hem intussen meer bezig. In elk geval vond hij het werk van het proefstation nog wel zo belangrijk dat hij de Hollandsche Maatschappij van Landbouw ertoe bewoog een prijsvraag uit te schrijven voor een verhandeling over de in Svalöf gevolgde werkwijzen en resultaten.²⁹² Hij schoof zijn student Klaas Tjebbes als enige kandidaat naar voren. Tjebbes werkte vervolgens negen maanden als volontair in Svalöf, schreef een uitvoerig verslag en werd daarvoor zoals bedoeld beloond met de eerste prijs: een gouden medaille en een bedrag van f 500. In 1911 werd zijn inzending door de Maatschappij uitgegeven.²⁹³ Jacob Heimans, die in 1907 in Amsterdam plant- en dierkunde was gaan studeren en Tjebbes als medestudent meemaakte, beweerde vele jaren later dat het De Vries' bedoeling was geweest dat Tjebbes bij hem op de verhandeling zou promoveren. “Toen Tjebbes het antwoord wilde inzenden, volgens voorschrift “met een andere hand dan die des auteurs geschreven, onder een kenspreuk als pseudoniem en vergezeld van een verzegelde enveloppe waarop de kenspreuk en waarin de naam en adres van den auteur”, eiste Hugo de Vries het stuk te mogen zien en beoordelen voordat het ingezonden werd. Tjebbes, een stijfkop-pige Fries, weigerde dit als inbreuk op het voorschrift. Daarop weigerde Hugo de Vries het als proefschrift te accepteren’. Een ‘levenslange vijandschap’ was het gevolg. Tjebbes promoveerde in 1912 op een plantenfysiologisch onderwerp bij Verschaffelt.²⁹⁴

Naar Zweden zou De Vries niet meer terugkeren, naar Engeland wel: in 1909 gaf hij in Londen tweemaal een lezing voor de Royal Horticultural Society. Met jaarlijkse lezingen waarmee prominente wetenschappers over hun recente ontdekkingen zouden vertellen wilde de Society een eerbetoon brengen aan de onlangs overleden botanicus Maxwell Tylden Masters, jarenlang hoofdredacteur van de *Gardener's Chronicle* en actief lid van de Society. In zijn eerste lezing behandelde De Vries Maxwells bekendste boek: *Vegetable teratology* uit 1869, een uitgebreid overzicht van vormafwijkingen bij planten waaronder veel van de monstrositeiten die hij zelf had bestudeerd. In de tweede Masters-lezing behandelde hij een aantal ‘constant varieties’ (mutaties) en ‘ever sporting varieties’ (de vroegere middenrassen), zonder daarbij op het

theoretische verschil in te gaan. Wellicht meende hij dat dat voor zijn publiek te ingewikkeld zou worden, wellicht wilde hij zich er makkelijk vanaf maken.²⁹⁵ Tijdens zijn eerste bezoek bezocht De Vries het graf van Darwin in Westminster Abbey, tijdens zijn tweede bezoek het Natural History Museum 'waar', schreef hij miss Palmer, 'een marmeren standbeeld van Darwin op het trapportaal in de groote zaal staat. Het is prachtig, in zittende houding, en Darwin zit er even natuurlijk en even vriendelijk als hij in mijn herinnering gebleven is sedert ik hem voor ongeveer dertig jaren mocht bezoeken'.²⁹⁶ Ook liet hij zich in Londen portretteren bij de fotostudio van Elliott & Fry, dezelfde studio die decennia eerder een aantal portretten van Darwin had gemaakt.

Na afloop van de eerste lezing reisde De Vries naar Cambridge waar hij, als vertegenwoordiger van de Akademie van Wetenschappen, deelnam aan de viering van de honderdste geboortedag van Darwin en de vijftigste verjaardag van het verschijnen van diens *Origin of species*.²⁹⁷ Van de universiteit aldaar ontving hij een eredoctoraat (zijn zesde), samen met nog twintig gelukkigen. De viering bracht 235 wetenschappers uit 167 landen bij elkaar en De Vries trof er dan ook menige bekende, onder wie Edmund B. Wilson, Jacques Loeb en Charles Davenport. Ook de kennismaking met de kinderen en kleinkinderen van Darwin was hem een groot genoegen.²⁹⁸

Net als bij de twee bezoeken aan Engeland in 1906 waren Wies en Eva mee. Zij logeerden bij William Bateson, De Vries in een hotel. Hij had dit keer duidelijk geen behoefte aan Batesons gezelschap.²⁹⁹ Mogelijk was De Vries teleurgesteld geraakt in zijn oude kameraad in de strijd tegen de biometrici. De discussie was de afgelopen jaren voortgegaan maar van karakter veranderd: de aandacht was van evolutie en Darwin verschoven naar genetica en Mendel. De biometrici hadden hun statistische werkwijzen verfijnd en hun oude onderzoeken herhaald, maar waren niet tot nieuwe bewijzen gekomen. De mendelisten hadden met hun experimenten overtuigende bewijzen voor hun visie verzameld, maar op evolutionair terrein evenmin vooruitgang geboekt.³⁰⁰ Bateson had zich ontwikkeld tot de aanvoerder van de mendelisten. Zijn experimenten hadden hem tot een eigen 'presence and absence'-theorie geleid. Het mendelse begrip 'dominant' had hij gelijkgesteld met de aanwezigheid, 'recessief' met de afwezigheid van een erfelijke factor. Een homozygoot dominant individu had van beide ouders twee gelijke 'doses' van een eigenschap geërfd, een heterozygoot (dominant) individu slechts van één ouder een eigenschap en een homozygoot recessief individu had de eigenschap in het geheel niet geërfd. Het verschil dat De Vries had gemaakt tussen soortskennmerken en variëteitskennmerken bestond voor Bateson niet, en hierdoor evenmin

het door De Vries aan dit verschil gekoppelde onderscheid tussen een uniseksuele en biseksuele kruising. Bateson was tot de opvatting gekomen dat de evolutie verloopt door het steeds verschijnen en verdwijnen van afzonderlijke (mendelende) factoren. Natuurlijke selectie bepaalt of het verkrijgen dan wel het verliezen van een eigenschap gunstig of ongunstig is in de strijd om het bestaan. De ingrijpende veranderingen bij de teunisbloem waarbij meer, schijnbaar aan elkaar gekoppelde eigenschappen tegelijk ontstaan was hij met steeds meer scepsis gaan bezien. Dat de chromosomen als de dragers van de erfelijke eigenschappen beschouwd moesten worden ontkennde hij overigens nog steeds.³⁰¹ Voor de bundel opstellen die de Cambridge Philosophical Society had uitgebracht ter gelegenheid van de Darwin-herdenking had Bateson een pleidooi geschreven voor de bestudering van 'the physiology of heredity and variation' om daarmee een beter inzicht te krijgen in de evolutie. Daarbij had hij het werk van Weismann, Mendel, Wilson en Morgan nadrukkelijk genoemd, en dat van De Vries slechts terloops.³⁰²

Ook De Vries had een bijdrage aan het gedenkboek geschreven. Hij had van de gelegenheid gebruik gemaakt om nogmaals zijn trouw aan Darwin en de overeenkomst van de mutatietheorie met Darwins ideeën te laten zien. Een citaat uit de zesde editie van de *Origin of species* (uit 1872) voerde hij op als bewijs dat Darwin ook toen nog had vastgehouden aan het verschil tussen fluctuaties en mutaties, hoewel hij de betekenis van grote veranderingen had afgezwakt als gevolg van de kritiek die hij had gekregen: 'The doctrine of natural selection or the survival of the fittest, which implies that when variations or individual differences of a beneficial nature happen to arise, these will be preserved'. Volgens De Vries maakte Darwin hier duidelijk onderscheid tussen 'ordinary fluctuations which are always present, and such variations as "happen to arise" from time to time. The latter afford the material for natural selection to act upon on the broad lines of organic development, but the first do not'. Dit door Darwin gemaakte onderscheid had met de mutatietheorie weer alle eer gekregen: 'Darwin's variations, which from time to time happen to arise, are mutations, the opposite type being commonly designed fluctuations'. De redacteur van de bundel, A.C. Seward, hoogleraar botanie in Cambridge, had als regel gesteld dat alle opstellen zonder commentaar opgenomen zouden worden, maar had gemeend hier in te moeten grijpen. Deze interpretatie kon hij niet accepteren en hij kreeg daarbij steun van Darwins zoon Francis. Hij schreef De Vries dat in de zin 'variations or individual differences of a beneficial nature happen to arise' het woord 'or' niet als 'of' maar als 'alias' opgevat moest worden. De Vries antwoordde dat het in de *Origin* moeilijk was vast te

stellen hoever Darwin in het maken van het onderscheid was gegaan. Het hoofdstuk over de pangenesis in de *Variations* gaf echter meer duidelijkheid. 'A careful and often repeated study of the pangenesis hypothesis has convinced me that Darwin, when he wrote that chapter, was well aware that ordinary variability has nothing to do with evolution, but that other kinds of variation were necessary', stelde hij. 'To my mind, "happen to arise" is the sharpest indication of his inclining in this direction. I am quite convinced that numerous expressions in his book become much clearer when looked at in this way'. Die toelichting maakte de zaak voor Seward alleen maar erger, maar De Vries wilde zijn tekst niet veranderen en dus werd besloten het meningsverschil tussen auteur en redacteur in een voetnoot te vermelden; het werd de enige voetnoot bij de 29 opstellen in het zeshonderd pagina's dikke boek. Voor De Vries lijkt Seward's kritiek reden te zijn geweest om aan het einde van zijn opstel nog enkele zinnen toe te voegen waarin hij enerzijds zijn uitgesproken standpunt nuanceert en anderzijds de pangenesis naar voren schuift als de sleutel tot het mysterie, waarmee hij dan alsnog zijn gelijk meende te halen. Goed beschouwd stond volgens hem de theorie van soortvorming door natuurlijke selectie los van de vraag wat de oorzaak is van de variaties waaruit de natuur selecteert. 'They may arise slowly, from simple fluctuation, or suddenly, by mutations; in both cases natural selection will take hold of them'. De beslissing over dit 'difficult and obviously subordinate point' had Darwin aan zijn opvolgers overgelaten. 'But in his pangenesis hypothesis he has given us the clue for a close study and ultimate elucidation of the subject under discussion'.³⁰³

In oktober 1909 maakte De Vries nog een reisje naar Berlijn waar hij, voor een publiek van bijna duizend personen, een lezing hield voor de Wissenschaftlicher Verein. 'Ik ben er drie dagen geweest en moest elken dag uit dinereen gaan. Dat is in Berlijn de hoofdzaak voor de geleerden', schreef hij miss Palmer. Het Duitse academische leven stond hem, dertig jaar nadat hij het de rug had toegekeerd, kennelijk nog steeds niet erg aan.³⁰⁴ In tegenstelling tot zijn twee Engelse lezingen hield De Vries dit keer weer zijn gebruikelijke pleidooi vóór de sprongsgewijze evolutie en tégen de orthodox-darwinistische selectieleer. Als door selectie soorten aangepast raken aan hun omgeving, hoe kunnen dan onnutte eigenschappen ontstaan? En hoe kunnen soorten het in andere omstandigheden dan beter doen dan in de omstandigheden die hen gevormd hebben? Niet de omstandigheden maar de soorten zelf zijn actief: 'Die Pflanzen sind einfach eingewandert. Jede Art hat sich dabei die Bedingungen ausgesucht die für sie passten. Wo sie diese nicht fand ist sie selten ge-

blieben oder ganz ausgestorben. Wo sie sie aber fand hat sie sich rasch vermehrt'. Met zijn pangeneses zou Darwin zelf de weg gewezen hebben naar een juist begrip van het ontstaan van soorten. Op basis daarvan moet immers naast de gewone variabiliteit de sprongsgewijze variabiliteit worden aangenomen. 'Als Fluktuation und Mutation umfassen sie zusammen die Haupterscheinungen der pflanzlichen und der tierischen Variabilität'.³⁰⁵

Tweelinghybriden en tweelingchromosomen

In *Die Mutationstheorie* en de boeken en artikelen die hij sinds het verschijnen ervan had geschreven was er steeds één prangende vraag geweest die De Vries onbeantwoord had gelaten: waardoor ontstaan mutaties? En zou het met behulp van die kennis ook mogelijk zijn mutaties kunstmatig op te wekken? 'Ik wil nu echter trachten zooveel mogelijk alleen dit doel voor oogen te houden', had hij Moll geschreven nadat hij het boek in het voorjaar van 1903 had afgesloten.³⁰⁶ Tijdens zijn verblijf in 1906 in Berkeley liet Eugene Hilgard, hoogleraar landbouwkunde, De Vries zijn proeven zien waarmee hij de invloed van het kalkgehalte van de bodem op de variabiliteit van planten onderzocht. Hilgard vermoedde dat kalk een belangrijke rol speelt bij het ontstaan van mutaties. De Vries was zo onder de indruk dat hij besloot dat onderzoek over te nemen en de *Oenothera*'s merendeels vaarwel te zeggen. Meteen ging hij zaden van eenjarige verzamelen en hij vroeg zijn Californische vrienden hetzelfde voor hem te willen doen. Toen hij in september thuiskwam, zag hij op een van de bedden met teunisbloemen echter een opmerkelijk verschijnsel dat een oplossing leek te bieden voor een andere kwestie die hij in *Die Mutationstheorie* eveneens onopgelost had moeten laten: het afwijkende gedrag van *Oenothera* bij kruisingen, waarvan viel te verwachten dat het te maken had met haar vermogen mutaties voort te brengen. De Vries besloot dit onderwerp voor te laten gaan. In het voorjaar van 1907 zaaide hij daarom alleen nog maar *Oenothera*'s uit, bijna uitsluitend hybriden en planten om te kruisen.³⁰⁷

Wat De Vries bij thuiskomst zag was iets dat hij al vaker had waargenomen. De kruisingen *O. lamarckiana* x *O. biennis* en *O. lamarckiana* x *O. muricata* (de twee andere van oudsher in Nederland bekende soorten van het geslacht) gaven vormen die veel op *O. biennis* respectievelijk *O. muricata* leken. De reciproke kruisingen *Oenothera biennis* x *O. lamarckiana* en *O. muricata* x *O. lamarckiana* echter gaven in ongeveer gelijke hoeveelheden twee vormen die het midden hielden tussen de beide ouders maar op enkele punten van elkaar verschilden. Het opvallendst verschilpunt vormden de bladen: bij de ene vorm waren die breed, vlak en helder groen, bij de andere vorm smal, gootvormig, grijsgroen en be-

haard. De Vries gaf deze 'tweelinghybriden' de namen *laeta* en *velutina*. Ook in kruisingen waarbij *O. brevistylis*, *rubrinervis* en *nanella* (drie uit *O. lamarckiana* voortgekomen mutanten) het stuifmeel hadden geleverd ontstonden de beide vormen. Enkele van de tweelingen waren inmiddels enkele generaties onveranderd in cultuur. Het waren blijkbaar constante hybriden. Het volgende jaar bleek dat ook wanneer de mutanten *lata* en *scintillans* werden bestoven door de soorten *O. strigosa*, *O. hookeri* en *O. biennis* 'Chicago' (die De Vries in Amerika had verzameld) de tweelingen ontstaan. De Vries beschreef de nieuwe vormen in enkele artikelen, zonder een verklaring voor hun ontstaan te geven.³⁰⁸

De Vries' leerling J.A. Honing zag grote overeenkomsten tussen *O. laeta* en *O. lamarckiana* enerzijds en tussen *O. velutina* en *O. rubrinervis* anderzijds. Voor zijn proefschrift vergeleek hij enkele morfologische en fysiologische kenmerken van de vormen. Zijn conclusie was eenvoudig: 'De *laeta* = *O. lamarckiana*, de *velutina* = *O. rubrinervis*'. Daarmee had hij een verklaring voor hun ontstaan: 'De bij zelfbestuiving constante soorten *Oenothera lamarckiana* en *O. rubrinervis* zijn dubbel-individuen. *O. lamarckiana* bevat haar mutant *O. rubrinervis* en deze laatste haar moedersoort *lamarckiana*. Door kruising met *O. biennis* of *O. muricata* zijn beide te scheiden'.³⁰⁹ Aanvankelijk had Honing geschreven dat *O. lamarckiana* een hybride is, maar die conclusie had De Vries niet willen accepteren en hij had het proefschrift daarom geweigerd. Na bemiddeling door Verschaffelt en aanpassing van inhoud en titel ging de promotie toch door. Twee jaar later, inmiddels werkzaam in Nederlands-Indië, publiceerde Honing de oorspronkelijke tekst van zijn proefschrift alsnog in de vorm van een tijdschriftartikel. De Vries probeerde opnieuw publicatie tegen te houden, dit keer zonder succes. Honing stelde daarin onomwonden: 'Die *rubrinervis* hat eine Doppelnatur, ist ein Bastard mit *lamarckiana*'. Ook *O. lamarckiana* zelf was een dubbel-individue 'und vielleicht besser als ein Bastard mit einer unbekanntenen *rubrinervis* ähnlichen *Oenothera* aufzufassen, oder als ein Polyhybride'. Met zijn tweelinghybriden had De Vries volgens hem 'seine Mutationstheorie nicht gekräftigt'.³¹⁰

Om inzicht te krijgen in het gedrag van *Oenothera* bij kruisingen en daarmee een verklaring te krijgen voor het verschijnen van de tweelinghybriden voerde De Vries in de volgende jaren duizenden kruisingen uit tussen zo'n beetje alle hem bekende soorten en mutanten in alle mogelijke combinaties. In *Die Mutationstheorie* had hij drie verschillende typen kruisingen onderscheiden: mutatiekruisingen (waarbij één of beide ouders een eigenschap in mutabele toestand bezit), biseksuele kruisingen (waarbij de antagonistische eigenschappen in verschillende toestand verkeren: actief – latent) en uniseksuele

kruisingen (waarbij de ene ouder een eigenschap wel en de andere ouder die eigenschap niet bezit: aanwezig – afwezig). Elk type was te herkennen aan de aard en de wijze waarop de nakomelingen zich splitsen. Of de gekruiste planten een eigenschap wel of niet in zich droegen, of er een mutatie was opgetreden en of de betrokken planten zich in een mutabele toestand bevonden was dus uit het resultaat van een kruising af te lezen.

Kruisingen tussen *O. biennis* en *O. muricata* gaven een resultaat dat met geen van de drie eerder onderscheidde typen overeenkwam: de hybriden die uit de reciproke kruisingen tevoorschijn kwamen waren onderling ongelijk en verschilden tevens van hun ouders, maar de hybriden onderling gekruist gaven weer een vorm die gelijk was aan die van een van de grootouders (fig. 18).

De Vries concludeerde dat zowel bij *O. biennis* als *O. muricata* het stuifmeel andere erfelijke eigenschappen bezit dan de eicellen. De eigenschappen van de grootvader erven alleen via het stuifmeel over op de kleinkinderen, de eigenschappen van de grootmoeder erven alleen over via de eicellen op de kleinkinderen. Hij noemde het verschijnsel ‘heterogamie’ (ter onderscheiding van ‘isogamie’, wanneer stuifmeel en eicellen gelijke eigenschappen bezitten). Van beide soorten wist hij vast te stellen dat de typische eigenschappen van de soort zich in het stuifmeel bevinden: de hybriden waren allemaal sterk ‘patroklien’. Het ‘eicellenbeeld’ van beide soorten was recessief ten opzichte van dit ‘pollenbeeld’ maar verscheen bij kruisingen met andere soorten wanneer het domineerde. Voor *O. biennis* noemde De Vries dit eicellenbeeld het ‘Conica-type’ en voor *O. muricata* het ‘Frigida-type’. Een ander opvallend verschijnsel bij beide soorten was dat zowel de eicellen als de stuifmeelkorrels voor ongeveer de helft slechts rudimentair ontwikkeld waren. De heterogamie en de

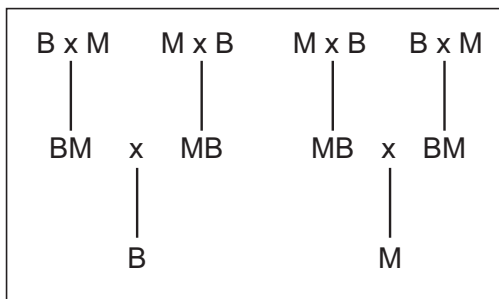


fig. 18: Het ontstaan van verschillend nageslacht bij kruisingen tussen *Oenothera biennis* (B) en *Oenothera muricata* (M).

gedeeltelijke steriliteit combinerend concludeerde De Vries dat van elke vier voortplantingscellen die bij de meiose ontstaan er zich twee ontwikkelen en twee te gronde gaan; bij de eicellen zouden alleen die met de moederlijke eigenschappen in leven blijven, bij het stuifmeel alleen die met de vaderlijke eigenschappen. Maar er waren volgens hem ook andere verklaringen denkbaar, bijvoorbeeld dat 'eine pangenetische Vermischung stattfindet, dass aber in jeder Sexualzelle nur eine der beiden Potenzgruppen aktiv werden könnte und dass somit die andere unterdrückt werden müsste'.³¹¹ Gedeeltelijke steriliteit van het stuifmeel bij *O. biennis* en *O. muricata* en bij *O. lamarckiana* had hij al jaren eerder geconstateerd.³¹² Zijn student Johan Geerts had voor zijn proefschrift inmiddels vastgesteld dat in de familie der Onagraceae gedeeltelijke steriliteit een veelvoorkomend verschijnsel is, zowel bij het stuifmeel als de eicellen. Voor *O. lamarckiana* bleek dat voor beide 50% te zijn.³¹³

Met behulp van kruisingen lukte het De Vries voor een aantal soorten vast te stellen of ze heterogaam of isogaam zijn en in welke mate: *O. hookeri*, *O. cockerelli* en *O. strigosa* waren zo goed als volledig isogaam; *O. biennis* 'Chicago' en *O. cruciata* waren voor sommige eigenschappen isogaam en voor andere heterogaam; *O. biennis* en *O. muricata* waren volledig heterogaam; en *O. lamarckiana* was eveneens volledig isogaam; een goede soort, dus geen 'dubbel-individu' zoals Honing had gesteld.³¹⁴

Opmerkelijk nieuws over *O. gigas* kwam er intussen uit Amerika. Uit tellingen van het aantal chromosomen was de voorgaande jaren geconcludeerd dat *O. lamarckiana* en zijn mutanten in de vegetatieve cellen naar alle waarschijnlijkheid veertien chromosomen hebben.³¹⁵ Anne Lutz, de assistente van het Station for Experimental Evolution in Cold Spring Harbor, maakte in 1907 bekend dat ze bij *O. lamarckiana* meestal veertien (soms dertien en soms vijftien) chromosomen had geteld, en bij *O. gigas* ongeveer het dubbele aantal: 28 of 29.³¹⁶ Haar ontdekking werd spoedig bevestigd door Reginald Ruggles Gates, werkzaam aan de University of Chicago: ook hij had bij *O. gigas* 28 chromosomen geteld in de vegetatieve cellen en veertien in de voortplantingscellen. Dat verklaarde zijn telling van 21 chromosomen bij een hybride die was ontstaan uit de kruising *O. lata* x *O. gigas*: 7 + 14. Bij de reductiedeling van de hybride had hij gezien dat de twee dochtercellen tien en elf chromosomen kregen. De zeven chromosomen van *lata* paarden met zeven homologe chromosomen van *gigas*, de zes overige chromosomen vormden drie paren en één chromosoom bleef ongepaard. Gates vermoedde dat het vaker voorkomt dat een dochtercel een extra chromosoom ontvangt; dat zou het door Lutz geconstateerde aantal van vijftien verklaren.³¹⁷

De Vries was enthousiast over Lutz' ontdekking: 'Please tell miss Lutz that I enjoyed the discovery of the double number of chromosomes in *Oenothera gigas* immensely', schreef hij haar baas Davenport. 'You know that, to my mind, the origin of the *gigas* is the one absolutely typical case of species-formation in all my cultures'.³¹⁸ Maar Gates' ontdekking van de 21 chromosomen in een *gigas*-hybride kon hij niet goed verklaren: 'Uiterst merkwaardig, en niet zoo gemakkelijk te rijmen met de theorie over de zelfstandigheid der chromosomen', schreef hij miss Palmer. 'Het kwam mij daarom goed voor te beschrijven welke bastaarden ik van *O. gigas* tot heden gekweekt heb. Zullen zij allen 21 chromosomen hebben?'³¹⁹ Die vraag beantwoordt De Vries in het artikel dat hij schreef echter niet. Hij beschrijft slechts het uiterlijk van de hybriden, vrijwel steeds intermediaire vormen waaruit hij concludeert dat *O. gigas* zich gedraagt 'wie eine gute Art, und nicht wie eine Varietät'. In een voetnoot stelt hij slechts de vraag 'ob die Verdoppelung bei dieser Mutation [*O. gigas*] durch eine Längsspaltung oder durch Querteilungen erreicht worden ist', en ook hierop blijft het antwoord uit.³²⁰

Microscopisch onderzoek van verschillende typen weefsels leerde Gates dat de cellen van *O. gigas* steeds groter zijn dan die van *O. lamarckiana*. Hij twijfelde er niet aan dat dit kwam door het dubbele aantal chromosomen. Wat het ontstaan van *O. gigas* betreft meende hij dat direct na de bevruchting het aantal chromosomen, als voorbereiding op de kern- en celdeling, was verdubbeld maar dat hierna de deling achterwege was gebleven, zoals enkele jaren eerder was waargenomen bij enkele soorten planten en dieren. Dat een gemuteerde en een gewone voortplantingscel elkaar hadden getroffen, de meest aannemelijke verklaring voor het ontstaan van een mutant volgens De Vries zelf in *Die Mutationstheorie*, was volgens hem onmogelijk: *O. gigas* zou dan immers 21 chromosomen gehad moeten hebben. En dat twee gemuteerde voortplantingscellen elkaar hadden getroffen leek hem, net als De Vries in *Die Mutationstheorie*, hoogst onwaarschijnlijk.³²¹ Soorten die het dubbele aantal chromosomen bezitten in vergelijking met nauw verwante soorten waren inmiddels ook bij enkele andere geslachten bekend. Volgens Gates zou het een methode voor soortvorming kunnen zijn, maar zeker geen erg gebruikelijke: 'Rather is it more of the nature of an accident, or rather, an incident, among evolutionary phenomena'. 'The doubling of the chromosome number in *O. gigas* is to be looked upon as a duplication of the chromosome set already present in *O. lamarckiana*', was dan ook zijn conclusie. 'There is no evidence that any new unit characters have been added or that anything really new has come into the germ plasm. ... The hypothesis that such new units originate in some myste-

rious manner in the germ plasm of *O. lamarckiana* and finally gave rise suddenly to the new form, *O. gigas*, seems to the writer an unphilosophical and unnecessary assumption with no facts to support it'. Het geval toonde volgens Gates 'the failure of the premutation hypothesis of De Vries to be of lasting value as a method of explanation'. En daarmee ondergroef hij het hele idee van soortvorming door mutatie.³²²

Een reactie op Gates' conclusies van De Vries is niet bekend, wel van zijn student Theo Stomps. In zijn proefschrift dat hij kort na het verschijnen van Gates' bevindingen schreef en dat handelde over de kerndeling bij *Spinacia oleracea* (Spinazie) wijdde Stomps een paar pagina's aan de kwestie. Aangezien Stomps een groot bewonderaar was van zowel De Vries als de mutatietheorie, De Vries zijn promotor was én De Vries later instemmend naar de passage zou verwijzen, kan veilig worden aangenomen dat de mening van Stomps niet verschilde van die van De Vries. Wat betreft het ontstaan van *O. gigas* meende Stomps dat, hoe zeldzaam ook, twee gemuteerde cellen elkaar hadden getroffen. Elke nieuwe eigenschap, dus ook het vermogen het aantal chromosomen te kunnen verdubbelen, moet door mutatie ontstaan en het leek hem het meest waarschijnlijke dat die mutatie al in de voortplantingscellen was opgetreden. Wat betreft de rol van het dubbele aantal chromosomen op het uiterlijk van de soort wilde Stomps wel aannemen dat dit de oorzaak is van de forsere gestalte, maar niet van allerlei andere eigenschappen zoals het grotere percentage tweejarige planten, de makkelijkere ontkieming van de zaden, de kleinere vruchten, de kortere internodiën, het opgroeien van de okselknoppen aan de stengel en de ronde vorm van de bladen van de kiemplanten (in tegenstelling tot de spitse bladen van *O. lamarckiana*). Het dubbele aantal chromosomen en de andere kenmerken moesten dus samen het gevolg zijn van één mutatie.³²³

De kwestie werd ook opgepakt door Johan Geerts, in 1909 bij De Vries gepromoveerd op onderzoek naar de cytologie van *O. lamarckiana* en werkzaam als leraar aan de hbs in Utrecht. Hij stelde vast dat hybriden die zijn ontstaan uit de kruising *O. gigas* x *O. lamarckiana* 21 chromosomen, en nakomelingen van de hybriden veertien chromosomen hebben. Beide hebben echter duidelijk de uiterlijke kenmerken van *O. gigas*. 'Wanneer de chromosomen dragers der erfelijke eigenschappen zijn, zijn dus zeven chromosomen van *O. gigas* voldoende om de eigenschappen van die plant tot uiting te brengen', luidde zijn conclusie. Gates' stelling dat de kenmerken van *O. gigas* worden veroorzaakt door het dubbele aantal chromosomen was volgens hem dan ook onjuist.³²⁴ Stomps ontdekte in 1910 het aantal van 21 chromosomen bij planten die uit *O.*

lamarckiana waren ontstaan en het midden hielden tussen de moederplant en *O. gigas*. Daarmee was volgens hem het bestaan van gemuteerde voortplantingscellen bewezen. Hij noemde deze ‘halve mutant’ *O. semigigas*.³²⁵ De vondst werd bevestigd door Anne Lutz.³²⁶ Na haar ontdekking van de 28 chromosomen bij *O. gigas* had zij zich in enkele jaren tijd ontwikkeld tot, zoals haar collega Shull van het laboratorium in Cold Spring Harbor het omschreef, ‘the most critical and best trained student of the *Oenotheras* in America’.³²⁷ Ondanks haar harde werken, grote plannen voor onderzoek en vele beloftes met resultaten te komen (in de zomer van 1910 beweerde ze tegen haar baas Davenport veertien artikelen in voorbereiding te hebben!) bleven publicaties vrijwel uit. Davenport zag zich gedwongen haar per 1 maart 1911 te ontslaan.³²⁸ Lutz vertrok vervolgens naar Europa waar zij, werkend aan verschillende universiteiten maar vooral aan die van Leuven onder leiding van hoogleraar botanie Victor Grégoire, haar onderzoek voortzette. In de zomers van 1911 en 1912 bezocht ze enkele keren Amsterdam, maar onbekend is of ze toen ook in De Vries’ laboratorium heeft gewerkt. Noch tegen Grégoire, noch tegen De Vries vertelde ze overigens dat ze was ontslagen en dat het cytologisch onderzoek aan *Oenothera* in Cold Spring Harbor was beëindigd. Het was haar bedoeling de resultaten van haar werk daar en in Europa samen te brengen in een lang artikel. Aangezien het meeste werk in Cold Spring Harbor was verricht verwachtte Davenport dat zij het onder de vlag van het station zou publiceren, en Lutz voelde zich ook moreel verplicht dat te doen. Ze bleef dan ook druk met haar vroegere baas corresponderen en beloftes doen over een spoedige publicatie. Vanwege familieomstandigheden moest ze in oktober 1912 plotseling terug naar Amerika.³²⁹ In haar ouderlijk huis werkte ze de aantekeningen van de voorgaande jaren uit. In 1916 en 1917 publiceerde ze eindelijk haar bevindingen.³³⁰

Stabiele en labiele pangenen

Ondanks zijn voor de mutatietheorie vernietigende conclusies was De Vries erg te spreken over het werk van Gates. Hij was zeer verheugd hem te ontmoeten tijdens de driedaagse excursie na afloop van het derde botanisch congres dat in mei 1910 in Brussel werd gehouden.³³¹ Toch was zijn werk, en dat van Lutz, voor hem geen reden om na twintig jaar de microscoop weer eens ter hand te nemen en ook eens een blik op de chromosomen van *Oenothera* te werpen. Ongestoord werkte hij verder aan het doel dat hij zich na zijn tweede reis naar Amerika had gesteld: een verklaring krijgen voor het afwijkende gedrag van *Oenothera* bij kruisingen, daarbij lettend op de uiterlijke kenmerken. Wel-

licht vond hij onderzoek van de chromosomen overbodig. Met de pangensis had hij immers een duidelijke voorstelling van wat er binnen een cel gebeurde met de dragers van de erfelijke eigenschappen. Wellicht ook beschikte hij niet over de juiste apparatuur. Een microtoom voor het maken van cel- en kerndelingspreparaten lijkt in Amsterdam niet aanwezig te zijn geweest. Voor Geerts' promotieonderzoek naar de cytologie van *Oenothera* vroeg De Vries de hulp van Moll en Went die wel over de benodigde apparatuur beschikten.³³² Stomps werkte in het voorjaar van 1909 enkele weken in Bonn op het laboratorium van Eduard Strasburger, een van de pioniers van het onderzoek naar chromosomen, om zich de techniek van het werken met de microtoom eigen te maken, zowel voor zijn eigen aanstaande promotieonderzoek als om het geleerde op het Amsterdamse laboratorium in te voeren (Stomps was op dat moment assistent en begeleidde het microscopiepracticum).³³³ Maar ook nadat de nieuwe techniek in Amsterdam was ingevoerd bleef De Vries werken met uiterlijke kenmerken en liet hij het onderzoek naar chromosomen over aan zijn studenten. Wanneer hij toch aantallen chromosomen wilde weten liet hij de tellingen door hen of zijn assistent uitvoeren.³³⁴

Tegelijkertijd met zijn kruisingsproeven verdiepte De Vries zich in het onderwerp dat hij na voltooiing van *Die Mutationstheorie* eigenlijk had willen aanpakken: de oorzaken van mutaties. Anders dan de bedoeling was geweest gebruikte hij voor zijn onderzoek uitsluitend *Oenothera* en beperkte hij zich tot de inwendige oorzaken (die bepalen wat er kan gebeuren, zoals hij later schreef), de uitwendige oorzaken (die bepalen wanneer iets kan gebeuren) voorlopig buiten beschouwing latend.³³⁵ Sleutelbegrip werd het 'labiele pangeen' dat hij aan het einde van *Die Mutationstheorie* had geïntroduceerd (zie blz. 344). In de loop van 1910 ontstond het plan om over de nieuwe inzichten een boek te schrijven.³³⁶ Het verscheen in september 1913 onder de titel *Gruppenweise Artbildung unter spezieller Berücksichtigung der Gattung Oenothera*.

De bedoeling van het boek was, aldus De Vries in de inleiding, middelen aan te bieden waarmee het ontstaan van soorten door mutatie bestudeerd kan worden. Het groepsgewijs ontstaan van nieuwe soorten in één bekende soort geeft daarvoor meer houvast dan geïsoleerde gevallen, zodat hij voor dat eerste gekozen heeft. En omdat het groepsgewijs ontstaan alleen bekend is bij *Oenothera* beperkt hij zich tot die soort. Maar 'zweifelsohne sind weitaus die meisten der jetzt lebenden elementaren Arten gruppenweise entstanden'. Uit het wetenschappelijk belang van dit onderzoek volgt het praktische belang, omdat men zo dichter komt bij het gecontroleerd laten ontstaan van nieuwe soorten planten en dieren voor de land- en tuinbouw. Verder gaat hij daar niet

op in. Ondanks het woord 'Artbildung' in de titel en daarmee de verwijzing naar het werk van Darwin (zijn naam is dit keer het derde woord van het eerste hoofdstuk), wordt de relatie met de evolutie nauwelijks gelegd. *Gruppenweise Artbildung* is in de eerste plaats een boek over de (pan)genetica van het geslacht *Oenothera*. En daarmee was De Vries eigenlijk goeddeels terug bij zijn bedoeling van dertig jaar eerder: bewijsmateriaal leveren voor Darwins pangenesis.

In tegenstelling tot *Die Mutationstheorie* maakt De Vries van zijn liefde voor de pangenesis nu geen geheim. Als een rode draad loopt zij door het boek heen. Al in het eerste inleidende hoofdstuk geeft hij een kort overzicht van zijn pangenentheorie, identiek aan hetgeen hij had betoogd in *Intracellulare Pangenesis* uit 1889 maar aangevuld met het tijdens het schrijven van *Die Mutationstheorie* ontwikkelde idee dat een pangeen in een vaste, erfelijke toestand verkeert en dat een verandering van die toestand een mutatie inhoudt. Tegelijkertijd houdt hij vast aan zijn eerdere stelling dat pangenen in de kern inactief en in het protoplasma actief zijn. 'Die Physiologie beschäftigt sich mit den Lebensäusserungen der Pangene ausserhalb, die Erblichkeitslehre aber mit jenen innerhalb der Kerne. Ihr Grenzgebiet bildet ... die fluktuierende Variabilität'. Dat de intensiteit van een eigenschap afhankelijk is van het aantal pangenen in het protoplasma beweert hij namelijk eveneens opnieuw. Ook dit keer is er een uitbreiding van de oorspronkelijke theorie, die voortbouwt op de eerdere uitbreiding: naast de actieve en de latente toestand onderscheidt De Vries de labiele toestand. Deze toestand definieert hij als 'eine Lage, welche von äusseren, und wohl bisweilen auch von inneren, Ursachen in eine feste übergeführt werden kann. Sie kan dabei aktiv werden und die entsprechende Eigenschaft in der Pflanze zur Äusserung bringen, oder inaktiv, in welchem Falle die Eigenschaft latent wird'. De inwendige oorzaken voor het ontstaan van de labiele toestand vat hij nu samen met het (eveneens in *Die Mutationstheorie* geïntroduceerde) woord 'premutatie': 'Die Prämutation ist die Vorbereitung zu den Mutationen, und muss somit als das Übertreten stabiler (aktiver oder inaktiver) Pangene in den labilen Zustand aufgefasst werden'. De semiactieve en de semilaten toestand, waarmee hij in *Die Mutationstheorie* het gedrag van monstrositeiten had verklaard, noemt De Vries dit keer niet. Nu schrijft hij dat in monstreuze planten 'zwei antagonistische Pangene derart miteinander verbunden [sind], dass das eine Mal die eine, das andere Mal aber die entgegengesetzte Eigenschaft zur Äusserung gelangt', een verschijnsel dat hij de naam 'Verkoppelung' geeft. Overigens houdt hij een directe overgang van de actieve naar de latente en andersom ook nog steeds voor mogelijk (fig. 19).

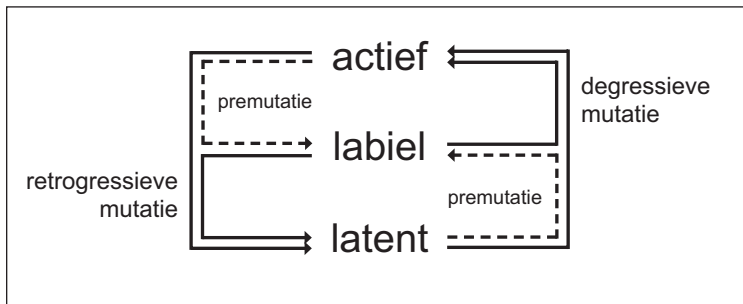


fig. 19: Schema van de drie toestanden waarin pangenen zich kunnen bevinden en de mogelijke overgangen door premutatie en mutatie (volgens *Gruppenweise Artbildung*, 1913)

Vanaf de buitenkant zou niet te zien zijn of er in een plant labiele pangen aanwezig zijn. Labiele pangen zijn namelijk net zo werkzaam als actieve pangen. Kruisingen tussen planten met labiele pangen (door kruisbestuiving of zelfbestuiving) en tussen planten met labiele en actieve pangen voor dezelfde eigenschap geven daardoor nooit een splitsing te zien. Een kruising die de wetten van Mendel volgt (met een splitsing in de tweede generatie) definieert De Vries (net als in *Die Mutationstheorie*) als een kruising waarbij een eigenschap in de ene plant actief en de andere plant latent is. Een typische ‘mutatiekruising’, waarbij één of beide partners zich in een mutabele periode bevindt en die gekenmerkt wordt door een splitsing in de eerste generatie, moet een kruising zijn tussen planten met labiele en latente pangen, zo stelt hij nu. Het idee van het labiele pangen was enerzijds theoretisch uit de pangenesis afgeleid en anderzijds empirisch gefundeerd. Aan de bruikbaarheid van het idee hoefde volgens hem dan ook niet getwijfeld te worden: ‘Wir gelangen dadurch auf Grund unserer Theorie zu einem rein empirischen Satze, der dann später ruhig als Grundlage für weitere Untersuchungen wird benutzt werden können’.³³⁷

Na het eerste inleidende, theoretische hoofdstuk bespreekt De Vries uitvoerig de kruisingen tussen *O. biennis* en *O. muricata* met als conclusie dat beide soorten heterogaam zijn, zoals hij eerder in een artikel al had gesteld. Opnieuw geeft hij als verklaring dat de van vader en moeder geërfde eigenschappen gescheiden overgaan op de voortplantingscellen, maar dat het stuifmeel met de moederlijke en de eicellen met de vaderlijke eigenschappen niet tot ontwikkeling komen. ‘Unter diesen Voraussetzungen werden die reinen Arten sich also in gewissem Sinne wie Bastarde verhalten, da die beiden Hälften

ihrer Zellkerne ungleiche Potenzen führen'. Maar ook stelt hij opnieuw dat andere verklaringen mogelijk zijn, zodat het hybriden-gedrag nog geen hybride natuur hoeft te betekenen.³³⁸ Het labiele pangeen speelt in dit hoofdstuk geen rol.

Vervolgens wijdt hij een hoofdstuk aan de kruisingen met *O. lamarckiana* en de daaruit ontstane vormen, waaronder de tweelinghybriden. Over de oorzaak van hun verschijnen is De Vries kort. Op grond van zijn empirische kruisingsresultaten concludeert hij dat 'der *O. lamarckiana* eine Spaltbarkeit inneohnt, welche die Entstehung von Zwillingen in der ersten Generation nach einer Kreuzung bedingt'. Deze eigenschap blijft bij zelfbestuiving verborgen maar kan door een andere soort worden geactiveerd. Die soort moet daarvoor in bezit zijn 'des bestimmten Vermögens, die Spaltung hervorzurufen. Wo dieses fehlt, bleiben die Zwillinge aus'. Van *O. biennis* en *O. muricata* hebben de eicellen dit vermogen wel, de stuifmeelkorrels niet, wat overeenkomt met hun eerder vastgestelde heterogamie. Op grond van zijn theoretische pangenesis concludeert De Vries vervolgens dat het pangeen dat de *laeta*-eigenschappen draagt in *O. lamarckiana* zich in de labiele toestand verkeert en in de andere soort die de splitsing bewerkstelligt in de latente toestand. Immers: een treffen van een labiel en latent pangeen resulteert in een splitsing in de eerste generatie. Uit de resultaten van zelfbestuiving van de tweelingen, kruisingen onderling, kruisingen met de oudersoorten en met andere soorten maakt hij tenslotte op dat het *laeta*-pangeen in *O. velutina* latent is in zowel het stuifmeel als de eicellen, en in *O. laeta* actief in het stuifmeel en labiel in de eicellen. Wat er precies was gebeurd schrijft Hugo de Vries niet. Door het treffen met latente pangen en was kennelijk de helft van de labiele pangen van *O. lamarckiana* latent geworden, maar onbekend is of en de andere helft van de labiele pangen actief was geworden en de latente pangen van *O. biennis* labiel, of dat de andere helft van de labiele pangen onveranderd was gebleven en dat de latente pangen van *O. biennis* actief waren geworden. In elk geval was een deel van de labiele pangen overgegaan in een stabiele toestand daarmee en de 'Grad der Mutabilität' verminderd. De premutatie had een gevolg gekregen in de vorm van een echte mutatie.³³⁹

In het vierde hoofdstuk geeft De Vries, net als eerder in *Die Mutationstheorie*, een overzicht van de mutanten die uit *O. lamarckiana* zijn ontstaan. De resultaten van de kruisingen en de introductie van het labiele pangeen leiden tot een grotendeels nieuwe typering van de mutanten. Alleen *O. gigas* beschouwt hij nu nog als progressieve mutatie. Gekruist met *O. lamarckiana*, zijn mutanten en andere soorten geeft *O. gigas* intermediaire vormen waarin de *gigas*-ken-

merken duidelijk herkenbaar zijn. Dat wijst erop dat *O. gigas* een eigenschap bevat die in alle andere vormen niet aanwezig is. Het dubbele aantal chromosomen en daarmee het grotere formaat van de cellen is volgens De Vries zonder twijfel verantwoordelijk voor de reuzenkenmerken, maar bijvoorbeeld de kortere afstand tussen de okselknoppen en de gemakkelijke ontkieming van de zaden vallen er niet mee te verklaren. De verdubbeling is voor hem dan ook een begeleidend verschijnsel bij de progressieve mutatie. Ook de status van *O. brevistylis* en *O. nanella* zijn nog gelijk: het zijn retrogressieve mutanten. In de eerste is door een retrogressieve mutatie het pangeen dat de ontwikkeling van het onderstandig vruchtbeginsel bepaalt latent geworden. Aangezien het kenmerk bij kruisingen de wetten van Mendel volgt en het noch in de proeftuin, noch elders buiten de groeiplaats in Hilversum in het wild ooit was ontstaan, concludeert De Vries dat het desbetreffende pangeen zich in alle *Oenothera*-soorten (inclusief *lamarckiana*) en -vormen in de actieve toestand bevindt. In *O. nanella*, de dwergvorm, moet het pangeen dat de lange stengel vormt latent zijn geworden. Op grond van zijn kruisingsproeven vermoedt De Vries dat het pangeen in *O. lamarckiana* en de andere mutanten labiel is. Echter niet in *O. rubrinervis* die het pangeen in actieve vorm moet bezitten. Voor zijn eigen kenmerk, een brosse en gemakkelijk breekbare stengel, was *O. rubrinervis* ook een retrogressieve mutant gebleken: het pangeen dat de stevigheid van de stengel bepaalt is in de latente toestand aanwezig. In *O. lamarckiana* moet het labiel zijn geweest. *O. rubrinervis* had dus twee mutaties ondergaan. De vormen *O. lata*, *O. scintillans* en (vermoedelijk) *O. oblonga* zouden degressieve mutanten zijn. De eigenschap waarmee zij zich onderscheiden hebben zij in labiele vorm en *O. lamarckiana* in latente vorm. Andere mutanten die de voorgaande decennia uit *O. lamarckiana* waren ontstaan had De Vries niet in zijn onderzoek betrokken. Zij waren te zeldzaam, te zwak of waren onvruchtbaar.

Oenothera lamarckiana, zo luidt De Vries' conclusie, kenmerkt zich dus door het bezit van een aantal labiele en latente pangen die tijdens de vorming van voortplantingscellen kunnen overgaan in de actieve of de labiele staat. Bij andere soorten binnen *Oenothera* treden slechts zelden mutaties op, soms dezelfde als bij *lamarckiana* (reuzen- en dwergvorm), soms andere (bleekgele bloembladen). Dat zou erop kunnen wijzen dat het aantal mutabele pangen bij *O. lamarckiana* in de loop der tijd geleidelijk was toegenomen: 'Es besteht die jetzige so auffallende Mutabilität unserer Pflanze aus zahlreichen, voneinander mehr oder weniger unabhängigen einheiten, welche im Laufe der phylogenetischen Entwicklung sich allmählich in ihren Vorfahren angehäuft haben'. Voor het feit dat alle mutaties, uitgezonderd *O. brevistylis*, ve-

getatieve kenmerken betreffen oppert De Vries de verklaring dat alle betreffende pangenen op hetzelfde chromosoom liggen. 'Diese Chromosom könnte man vielleicht als das vegetative bezeichnen'. Mogelijk, zo speculeert hij verder in een voetnoot, dat het chromosoom door zijn 'Reichtum an labilen Pangenen' als geheel zelf minder stabiel is geworden. Dat zou de door Anne Lutz geconstateerde afsplitsing van een extra chromosoom kunnen verklaren.³⁴⁰ De Vries verwijst hiermee naar de constatering die Lutz in haar eerdergenoemde artikel uit 1907 over de ontdekking van de 28 chromosomen bij *O. gigas* had gepubliceerd en onlangs nog had herhaald: sommige mutanten, in elk geval *O. lata*, hebben vijftien in plaats van veertien chromosomen.³⁴¹

De Vries besluit *Gruppenweise Artbildung* met een hoofdstuk over de oorzaken van mutaties. Daarin bespreekt hij vrijwel uitsluitend de inwendige oorzaken, waarbij het labiele pangeen wederom centraal staat. Aan de uitwendige oorzaken en de mogelijkheden die te onderzoeken wijdt hij slechts tweeënhalve pagina. Net als in *Die Mutationstheorie* spreekt hij het vermoeden uit dat de voeding en de verzorging die een plant gedurende zijn leven geniet van beslissende invloed is op het ontstaan van mutaties. Zwakke planten, zijtakken en planten waarop in de herfst de zaden hebben gerijpt leveren in hun nageslacht namelijk aanzienlijk minder afwijkende vormen op dan krachtige, goed bemeste planten, planten waarvan de zijtakken zijn verwijderd en planten die aan het einde van de zomer zaad zetten. Selectie op basis van erfcijfers zou, net als bij de eerder uitgevoerde proeven met monstruositeiten, de aangewezen weg voor nieuw onderzoek zijn. 'Versuche in dieser Richtung habe ich angefangen', zo laat De Vries zijn lezers weten. 'Doch wird es notwendigerweise die Arbeit vieler Jahren erfordern, bevor sie spruchreif sind'.³⁴²

Na het voltooien van *Die Mutationstheorie* had De Vries zich voorgenomen niet te reageren op kritiek. In de artikelen en boeken die hij sindsdien had geschreven had hij zich daar steeds aan gehouden. Maar in *Gruppenweise Artbildung* wijkt hij daar vanaf, zij het bescheiden. De bewering dat *Oenothera* geen voorbeelden levert van soortvorming was van allerlei kanten namelijk al weerlegd, zo verklaart hij in het voorwoord zijn beleid. Ingaan op de kritiek zou het boek bovendien te lang hebben gemaakt. En ten slotte meent hij dat hetgeen hij bespreekt betrekking heeft op een zodanig afgesloten, op zichzelf staand gebied dat een bespreking van alle voors en tegens niet op zijn plaats is. En dus gaat hij niet in op de rol van natuurlijke selectie, de betekenis van onnutte eigenschappen of de geografische verspreiding van soorten zoals hij al zo vaak had gedaan, en doet hij kritische tegenwerpingen dat *O. lamarckiana* een hybride zou zijn en dat de kenmerken van de dwergvorm *O. nanella* door een bacte-

rie worden veroorzaakt met enkele zinnen af in een voetnoot. Arend Hagedoorn, oud-student van De Vries, sloeg het boek om die reden niet hoog aan. 'Did you see De Vries' new book?', schreef hij aan William Bateson. 'It certainly has some defects, it is not overcritical, but as a monument, a relic from the age in which one published one's results in a book every ten years, and one did not need to read, it requires consideration. Fancy writing such a book now, in 1913, ignoring everything which anybody may have published in one's own branch of science in the last fifteen years!'³⁴³ Dat het niet erg kritisch was klopt, maar dat De Vries geen oog had voor de ontdekkingen van anderen is onjuist: de rapporten van MacDougal en de zijnen over de *Oenothera*-culturen in New York en de tellingen van Lutz, Gates en Geerts van aantallen chromosomen krijgen ruim de aandacht.

Een hybride plant

Zoals gezegd had De Vries aan het slot van *Gruppenweise Artbildung* kort een blik geworpen op het onderwerp waarmee hij zich in de volgende jaren wilde gaan bezighouden: de uitwendige oorzaken van mutaties. Het eerste resultaat van deze nieuwe richting in zijn onderzoek publiceerde hij in 1915: het aantal dwergexemplaren in het nageslacht van de kruising *O. lamarckiana* x *O. nanella* kan door gebruik te maken van krachtige, goed bemeste, tweejarige planten en door de kruisingen bij warm weer uit te voeren tot boven de 90% worden opgevoerd. Onder tegenovergestelde omstandigheden kan het percentage dwergen tot bijna nul zakken.³⁴⁴ Het tweede resultaat verscheen het volgende jaar: uit *O. lamarckiana* en enkele kruisingen van mutanten bleken in de loop van de zomer, wanneer temperatuur en zonlicht geleidelijk gaan afnemen, steeds minder afwijkende vormen voort te komen.³⁴⁵ Bij deze twee artikelen zou het blijven. Nieuwe ontwikkelingen in het onderzoek naar de genetische samenstelling van *O. lamarckiana* dwongen De Vries spoedig terug te keren naar de inwendige oorzaken van mutaties.

Al tijdens het verschijnen van *Die Mutationstheorie* was er kritiek geweest op De Vries' stelling dat *O. lamarckiana* een zuivere soort zou zijn. William Bateson, in de ban geraakt van het werk van Mendel, had in 1902 geopperd dat de mutanten van *O. lamarckiana* het gevolg zijn van 'some unsuspected cross'. De gedeeltelijke steriliteit van de soort, een algemeen kenmerk van hybriden, wees daar volgens hem ook op.³⁴⁶ Bateson had bijval gekregen van H.M. Vernon, botanicus en docent chemische fysiologie in Oxford. Die had vermoed dat *O. lamarckiana* een tuinvariëteit was, als hybride ontstaan uit *O. biennis*, 'whilst the mutations obtained by De Vries may merely be partial or complete

reversions to the original ancestors of the plant'.³⁴⁷ Ook De Vries' promovendus Honing had een hybride natuur van de plant vermoed, zoals eerder aangegeven.

Net als bij het onderzoek naar de chromosomen speelden Amerikanen een belangrijke rol bij het onderzoek naar de hybride structuur van *O. lamarckiana*. Edward C. Jeffrey, docent plantenmorfologie aan Harvard University, begon in 1907 met het kweken van teunisbloemen. Hij gebruikte zaden die De Vries had opgestuurd maar ook zaden van inheemse soorten. Het was hem opgefallen dat *O. lamarckiana*, voorzover bekend nooit in Amerika waargenomen, door Lamarck was beschreven amper twintig jaar nadat de nauw verwante soort *O. grandiflora* in Engeland was geïntroduceerd door John Fothergill door middel van zaden die hij van William Bartram uit Alabama had ontvangen. Hij vermoedde dat *O. lamarckiana* in die korte tijd was ontstaan uit *O. grandiflora* door kruising, vermoedelijk met *O. biennis* die al in de zeventiende eeuw in Europa was geïntroduceerd. Jeffrey vroeg S.M. Tracy die in 1904 Bartrams vindplaats had teruggevonden opnieuw naar Alabama te willen gaan om zaden te verzamelen. Hij hoopte door kruising *O. lamarckiana* opnieuw te kunnen creëren. Vanwege andere werkzaamheden droeg hij het project spoedig over aan Bradley Moore Davis, docent aan de universiteit van Chicago, vanaf 1911 hoogleeraar plantkunde aan de universiteit van Pennsylvania in Philadelphia.³⁴⁸

In de volgende jaren verkreeg Davis uit kruisingen tussen *O. grandiflora* en *O. biennis* inderdaad planten die sterk leken op *O. lamarckiana*. Weliswaar was geen enkel exemplaar precies gelijk aan De Vries' plant, maar elk kenmerk kwam wel eens in identieke vorm voor bij één van de hybriden. De hybriden gaven evenmin de mutanten die De Vries had gevonden, maar wel andere vormen die voldoende van de moederplant verschilden om als aparte soorten aange merkt te kunnen worden. Bij kruisingen met andere soorten gaven de hybriden dezelfde tweelinghybriden als De Vries' plant. Dat er exemplaren zouden ontstaan die in uiterlijk en gedrag exact gelijk zouden zijn aan *O. lamarckiana* leek Davis trouwens onwaarschijnlijk. Tijdens zijn experimenten had hij namelijk niet alleen gemerkt dat *Oenothera* een sterk variabel geslacht is, maar ook dat in De Vries' *O. lamarckiana* een aantal verschillende typen te onderscheiden is. Net als Wilhelm Johannsen eerder met zijn bonenplanten had hij die als erfelijke 'reine Linien' kunnen voortkweken. De kans in een hybride alle kenmerken van De Vries' *O. lamarckiana* samen te brengen uit een hoeveelheid 'biotypes' was volgens hem bijzonder klein. De twee vormen van variatie die Darwin had onderscheiden en die door De Vries steeds waren opgevoerd, gaf Davis een nieuwe invulling: de kleine variaties zijn 'somatic variations' en

komen vooral voor bij homozygote individuen, grote veranderingen zijn ‘germinal variations’, ‘due to the mingling of germ plasms’ en komen vooral voor bij heterozygote individuen.³⁴⁹

In zijn mening dat *O. lamarckiana* niet eenvormig is werd Davis spoedig gesteerd door onderzoek van Nils Heribert-Nilsson, werkzaam op het landbouwkundig onderzoeksstation in Weibullsholm nabij Landskrona in Zweden. Nilsson kweekte exemplaren van *O. lamarckiana* die hij in het zuiden van Zweden had gevonden. Hij zag in zijn culturen duidelijke verschillen in onder andere hoogte, bloemkleur, bloemgrootte, vrucht lengte en bladnerfkleur en ook hij kon een aantal erfelijke ‘reine Linien’ isoleren. Hij concludeerde daaruit dat *O. lamarckiana* geen ‘Elementarart’ maar een ‘Kollektivart’ is en dat De Vries’ uitgangsmateriaal niet zuiver was geweest. Bij kruisingen bleken sommige kenmerken de wetten van Mendel te volgen. Hieruit concludeerde Heribert-Nilsson dat de mutanten in werkelijkheid ‘Kombinanten’ waren geweest van verborgen mendelse factoren.³⁵⁰

De Vries nam met ongenoegen kennis van al deze bevindingen. Een uitnodiging om aanwezig te zijn bij de opening van een nieuwe universiteit in Texas in oktober 1912 greep hij aan om Davis’ proeven met eigen ogen te aanschouwen én hem van zijn ongelijk te overtuigen.³⁵¹ De uitnodiging bood bovendien de mogelijkheid Bartrams vindplaats zelf te bezoeken. Hij nam daarom contact op met ontdekker Tracy. Die antwoordde dat hij De Vries graag op excursie mee wilde nemen, maar hoopte dat hij De Vries niet zou teleurstellen: ‘I have never seen *Oenothera lamarckiana*, and am quite sure that it does not occur in any parts of the Gulf States which I have visited, as I have watched for it very closely ever since you called attention to its mutations’. Op Bartrams vindplaats had hij alleen *O. grandiflora* en een vorm die leek op *O. biennis* gevonden. Die laatste was onlangs door Harley Harris Bartlett, werkzaam op het Bureau of Plant Industry in Washington en bezig met een studie naar alle in Amerika voorkomende soorten van *Oenothera*, te zijner ere tot *O. tracyi* gedoopt.³⁵² Davis ontving De Vries met open armen. Voor de ontmoeting had hij tevens Bartlett uitgenodigd.³⁵³ Wat die van Davis’ reconstructieproeven vond is niet bekend, De Vries was er niet van onder de indruk.³⁵⁴

Tijdens het bezoek vertelde De Vries aan Davis dat hij van plan was *O. lamarckiana* in Texas te (her)introduceren en daarom pakketjes zaden uit Amsterdam had meegenomen. Op de lange duur zou men dan kunnen nagaan of de soort zich in haar (veronderstelde) oorspronkelijke omgeving net zo zou gedragen als in Nederland. Nader onderzoek naar de oorsprong van de zaden waaruit de *Oenothera*’s op de oorspronkelijke vindplaats in Hilversum ont-

staan waren, had De Vries geleerd dat die afkomstig waren geweest van een handelaar in Londen, die ze op zijn beurt uit Texas had.³⁵⁵ Davis schrok nogal van dat plan. Enkele dagen na het bezoek vroeg hij De Vries of die de plaatsen waar hij de zaden zou uitstrooien aan hem en Bartlett wilde doorgeven. 'Should the *lamarckiana* establish itself, there would sooner or later be published by some American botanist an account of *lamarckiana* as a native American plant', zo waarschuwde hij. 'As you know we are trying very hard to gather data on the very point of whether or not *lamarckiana* is or ever was a native American species and it is very important that all cases of its possible introduction be recorded and followed critically'.³⁵⁶ 'Beloofd', schreef De Vries in de kantlijn van de brief. Of hij zich daaraan heeft gehouden is niet bekend, wel is zeker dat hij inderdaad zaden in Texas heeft verspreid. 'Bij Austin had ik op een automobielrit de gelegenheid op een vijftal dicht bijeen gelegen plekjes in de akkerranden langs den weg zaad uit te strooien', schreef hij in *Van Texas naar Florida*, het boek dat hij over zijn reis schreef. 'Te San Marcos had ik gelegenheid gehad om zaad uit te strooien op een maïsveld bij den oorsprong der San Marcos-rivier en bij San Antonio langs den weg bij de Mission San José'. Bovendien vroeg hij aan enkele collega's van de University of Texas en twee High Schools in de staat hetzelfde te willen doen.³⁵⁷

Aangezien het een van Bartletts opdrachten was teunisbloemen te verzamelen, wilde hij graag met De Vries mee naar Alabama.³⁵⁸ In Mobile werden zij door Tracy ontvangen en na uitstapjes in de buurt reisden zij gedrieën naar de historische plek. Met een raderboot voeren ze de Alabama River op en na een lange en langzame tocht van bijna een hele dag legden ze aan bij de landingsplaats van het gehucht Dixie, midden tussen de katoenvelden. 'Er is een winkel die door de doctor gehouden wordt en een katoenloods die vlak bij de plek staat waar de boot landt. Behalve de winkel en het huis van de eigenaar van de loods zijn er slechts negerhutten', aldus De Vries in zijn reisboek. Een hotel was er niet en dus werd in de loods overnacht. 'De eigenaar van de loods liet voor ons elk een laken en een kussen op de katoenzakken uitspreiden en daarboven een tentje van muggengaas hangen. Want muggen zijn er in dit vochtig warme land overal veel'. De volgende ochtend zou men alweer vertrekken, maar een middag en een avond waren voldoende om het gebied te onderzoeken. Het resultaat was wat Tracy al voorspeld had: *O. lamarckiana* was nergens te vinden. De enige soorten die er groeiden waren *O. grandiflora* en *O. tracyi*. Van beide werd een groot aantal typen gevonden die echter niet het resultaat van mutaties maar van kruisingen en herkruisingen leken te zijn. De twee soorten waren door kruisingen zozeer met elkaar vermengd dat het onmogelijk was

zuivere exemplaren te vinden. Om de twee oorspronkelijke soorten te kunnen isoleren en vervolgens na te kunnen gaan of zij net als *O. lamarckiana* mutanten voortbrengen verzamelde Bartlett zaden en rozetten voor zijn proeftuin in Washington. In de hoop zuivere exemplaren van beide soorten te vinden botaniseerden Bartlett en De Vries na terugkomst uit Dixie ook in de buurt van het plaatsje Castleberry. De plek leek meer perspectief te bieden: weliswaar groeiden beide soorten er, maar ver van elkaar verwijderd. Of zij wild waren of ontsnapt uit tuinen was echter niet vast te stellen.³⁵⁹ De Vries moest vervolgens doorreizen naar Texas en Bartlett terug naar Washington. Onderweg bezocht Bartlett nog enkele vermoedelijke groeiplaatsen van *Oenothera*, onder andere bij Lexington (Kentucky), waar Short in 1834 een plant had gevonden die De Vries op zijn eerste reis als *O. lamarckiana* had gedetermineerd. Bartlett vond er inderdaad teunisbloemen, maar geen grootbloemige exemplaren.³⁶⁰ De Vries reisde na zijn verplichtingen in Texas nog een tijdje door Florida om er de landbouw en de wilde natuur te bekijken. Ongetwijfeld hoopte hij er net als Chapman ruim een halve eeuw eerder *O. lamarckiana* te vinden, maar dat gebeurde niet.

Met Bartlett schreef De Vries een kort artikel over het bezoek aan Dixie Landing dat nog tijdens zijn verblijf in Amerika werd gepubliceerd. Hoewel de proeven van Davis niet worden genoemd zal het de welingelichte lezer duidelijk zijn geweest dat De Vries zich tot hem richtte met zijn conclusie dat ‘no *Oenothera* from Dixie Landing, however constant it may seem to be when grown generation after generation from self-pollinated seed, can be cleared of the suspicion that it may be of hybrid origin. In other words, the same suspicion that attaches to so many of the strains of *Oenothera lamarckiana* in Europe attaches to any strain of *Oenothera grandiflora* which is now being used by experimentation’. Het verwijt aan *O. lamarckiana* was overigens onterecht, zo benadrukt hij nog even, want in Hilversum groeien geen andere soorten van *Oenothera*.

Eveneens nog tijdens De Vries' verblijf in Amerika publiceerde Davis een nieuwe, ingrijpende conclusie. Van de twee herbariumexemplaren die Lamarck had beschreven als *O. grandiflora* in zijn *Encyclopédie méthodique* uit 1796, en die Seringe in 1828 *O. lamarckiana* had genoemd, had hij foto's en informatie van ooggetuigen ontvangen. Hij had daaruit geconcludeerd dat Seringe het bij het verkeerde eind had gehad: beide waren duidelijk exemplaren van *O. grandiflora*. Bovendien had hij duidelijke verschillen gezien tussen de herbariumexemplaren en De Vries' plant. De naam *O. lamarckiana* Seringe was dus een overbodig synoniem, en De Vries' plant was nu plotseling naamloos gewor-

den. Om de naamgeving niet te ingewikkeld te maken stelde Davis de naam ‘*Oenothera lamarckiana* De Vries’ voor. De ontstaansgeschiedenis van de plant was nu trouwens nog onduidelijker geworden. Alle mogelijke kruisingen tussen soorten en hybriden van *Oenothera* die vóór 1860, het jaar waarin voor de eerste maal zaden van *O. lamarckiana* door Europese handelaren waren aangeboden, in Europa waren geïntroduceerd kwamen nu als oorzaak voor haar ontstaan in aanmerking. En dat bleek hem spoedig uit kruisingen tussen *O. franciscana* en (Europese) *O. biennis*: zij gaven prachtige exemplaren van *O. lamarckiana*. Davis vermoedde dat de Londense handelaar, de bron van de zaden waaruit de *Oenothera*'s in Hilversum waren ontstaan, zijn materiaal niet had betrokken uit Texas maar uit een plaats dicht bij huis: vormen met een sterke gelijkenis met *O. lamarckiana* groeiden namelijk al zeker sinds een eeuw overvloedig ten noorden van Liverpool.³⁶¹

De Vries had in 1895 Lamarcks herbariumexemplaren zelf bestudeerd en was ervan overtuigd dat hij zijn plant juist had gedetermineerd. Niettemin reisde hij in oktober 1913 nogmaals naar Parijs waar Lamarcks herbarium werd bewaard in het Muséum d’Histoire Naturelle. Hij kwam tot de conclusie dat de twee herbariumexemplaren verschillend waren. Op het ene had Lamarck de beschrijving van de soort in zijn *Encyclopédie méthodique* gebaseerd en het was dit exemplaar dat door Seringe van naam was veranderd. Bij het andere exemplaar had Lamarck ‘*Oenothera (grandiflora) nova species*’ geschreven, wat er volgens De Vries op duidde dat Lamarck over de determinatie niet zeker was geweest. Volgens De Vries was dit exemplaar *O. grandiflora* zoals beschreven door Solander. Op het laatste ogenblik vond hij in het herbarium van André Michaux nog een exemplaar dat identiek bleek te zijn aan de in Hilversum gevonden soort. Michaux had bij zijn vondst geen naam, datum of vindplaats vermeld, maar bekend was dat hij van 1785 tot 1796 aan de oostkust van Amerika had gebotaniseerd. Dat de Engelse zaadhandelaar zijn materiaal niet uit Texas had ontvangen was hiermee geheel in overeenstemming. Dat was volgens De Vries des te waarschijnlijker aangezien informatie afkomstig van kwekers vaak onbetrouwbaar is en ‘more in the interest of advertising than in that of pure science’ wordt gegeven. Een plant uit een exotisch oord verkoopt immers beter dan een plant uit de plaatselijke flora. Waarschijnlijk had de handelaar zijn materiaal inderdaad ontleend aan de *Oenothera*'s nabij Liverpool, die op hun beurt dezelfde Amerikaanse oorsprong hadden als de herbariumexemplaren van Lamarck en Michaux.³⁶²

De Vries haalde opgelucht adem: *O. lamarckiana* was niet alleen een echte, elementaire maar ook een authentieke, Amerikaanse soort. En zo legde hij in

januari 1914 in een lezing voor de universiteit van Brussel vol vertrouwen zijn mutatietheorie nog een keer uit, een theorie die op prachtige wijze werd bewezen door het gedrag van een absoluut zuivere, uit Amerika afkomstige soort.³⁶³ Maar Davis was niet overtuigd: hij zag geen verschil tussen de twee herbariumexemplaren van Lamarck, hield vol dat ze allebei *O. grandiflora* waren, maar zag nog steeds wel grote verschillen met De Vries' plant. En wat het exemplaar van Michaux betreft: daaraan durfde hij geen naam te koppelen.³⁶⁴

Voor Jeffrey, met wie Davis' speurtocht naar de oorsprong van *O. lamarckiana* begonnen was, was de zaak inmiddels duidelijk. 'No genus or group of plants could have been more unfortunately chosen to illustrate the origin of species by mutation or saltatory evolution', zo schreef hij in een artikel met de veelzeggende titel 'The mutation myth'. 'The mutation theory of De Vries appears accordingly to lag useless on the biological stage and may apparently be now relegated to the limbo of discarded hypotheses'.³⁶⁵ Ook voor Lotsy, De Vries' grote Nederlandse rivaal, had de mutatietheorie met de nieuwste ontdekkingen definitief afgedaan. 'Een plant van onbekenden oorsprong, *O. lamarckiana*, heeft hij een zuivere soort genoemd en toen deze bij uitzaaiing inconstant bleek, dat wil zeggen toen het bleek dat zij bijmengsels bevatte, heeft hij niet getracht deze *O. lamarckiana* van die bijmengsels te zuiveren maar kortweg geconcludeerd dat deze bijmengsels mutanten waren, dat wil zeggen nieuwe soorten uit een zuivere soort ontstaan', zo analyseerde hij De Vries' falen. 'Het is zeker merkwaardig dat men vrij algemeen – onder de suggestie van De Vries' boek – dit gedrag van eene onzuivere *O. lamarckiana* als een experimenteel bewijs voor de mutatietheorie heeft aanvaard'. Volgens Lotsy had De Vries door zijn verzuim de zuiverheid van zijn materiaal te onderzoeken noch voor het bestaan van pangenen, noch voor hun muterende gedrag afdoende bewijs geleverd. 'De mutatietheorie is niets meer en ook niets minder dan een scherpzinnige hypothese'. De mutatietheorie kon dus vervallen en vervangen worden door zijn eigen kruisingstheorie.³⁶⁶

William Bateson zag in Davis' en Heribert-Nilssons proeven bevestigingen van zijn tien jaar eerder geuite vermoeden dat *O. lamarckiana* een hybride is. Op de vraag of 'in *Oenothera* we can claim to see a special contemporaneous output of new species in actual process of creation', was het volgens hem 'obvious that ... such a claim has no adequate support'. De mutatietheorie kon echter niet geheel vervallen, maar moest worden bijgesteld in de vorm van zijn eigen 'presence and absence'-theorie. Immers: 'Of variation, or, if we will, mutation, in respect of some one character, or resulting from recombination, there is proof in abundance'.³⁶⁷ Wilhelm Johannsen deelde Batesons opvatting dat het

bestaan van mutaties voldoende bewezen was, maar niet door *O. lamarckiana*: alles wees erop dat die een polymorfe hybride is en dus geen geschikt materiaal vormt voor onderzoek naar het ontstaan van nieuwe soorten. De mutatietheorie zoals door De Vries geformuleerd was dan ook achterhaald en geschiedenis: zij vormde volgens hem 'den vornehmsten Merksteine des Überganges von den älteren Anschauungen zur modernen Betrachtung der Vererbung und wird darum stets ihre historische Bedeutung behalten'.³⁶⁸ Ernst Lehmann, hoogleraar botanie aan de universiteit in Tübingen, wilde zo ver weer niet gaan, zo betoogde hij in 1914 in een artikel 'Über den gegenwärtigen Stand der Mutationstheorie'. Weliswaar was dankzij de wetten van Mendel en de 'reine Linien' van Johannsen duidelijk geworden dat veel nieuwe vormen die als mutaties waren bestempeld die benaming niet verdienden, en had het cytologisch onderzoek van *Oenothera* aangetoond dat chromosomale afwijkingen parallel gaan met morfologische afwijkingen, maar daarnaast waren sprongsgewijze veranderingen vastgesteld bij zuivere (homozygote) exemplaren uit 'reine Linien' bij allerlei soorten. De mutatietheorie was kortom nog lang niet ontkracht.³⁶⁹

Thomas Hunt Morgan verwoordde zijn visie op het soortvormingsproces in zijn *A critique of the theory of evolution* uit 1916. De evolutietheorie die hij bekritiseerde was, net als in 1903 in zijn *Evolution and adaptation*, het selectionisme van Wallace en de biometrici. Volgens hem was nu voldoende experimenteel bewezen dat nieuwe eigenschappen niet ontstaan door selectie maar door mutatie. 'Evolution has taken place by the incorporation into the race of those mutations that are beneficial to the life and reproduction of the organism'. Door natuurlijke selectie wordt het aantal individuen dat een voordelige mutatie draagt vergroot, waardoor de kans toeneemt dat nieuwe voordelige eigenschappen die hier op voortbouwen ontstaan. In die zin zou men selectie een scheppende kracht kunnen noemen. Hoewel die visie overeenkwam met de mutatietheorie noemt Morgan de theorie en het werk van De Vries slechts terloops. Het werk van Mendel komt daarentegen uitvoerig aan bod. Het belang van het genetisch onderzoek van de voorgaande jaren was volgens hem dat daardoor duidelijk was geworden hoe variatie kan ontstaan en aan volgende generaties wordt doorgegeven.³⁷⁰

R.R. Gates publiceerde in 1915 een boek waarin hij het *Oenothera*-onderzoek van de voorgaande vijftien jaar samenvatte. Volgens hem was *O. lamarckiana* geen hybride maar wel meende hij dat er binnen de soort verschillende rassen aangewezen konden worden, zoals die van De Vries en die van Heribert-Nilsson. Aan De Vries' oorspronkelijke idee dat soorten ontstaan door willekeuri-

ge mutaties gezeefd door natuurlijke selectie hield hij vast, maar diens pangenetische verklaring voor mutaties deelde hij niet. Een mutatie definieerde hij als 'a discontinuous change arising from a physical or chemical alteration in the structure of the organism (in micro-organisms) or of one or both of the germ-cells (in higher organisms) which produce a new individual, or from such a change arising in certain cells elsewhere in the life-cycle of the organism'. Een dergelijke verandering kon (1) de functie of chemische samenstelling van een chromosoom, (2) een deel van een chromosoom, (3) het aantal chromosomen of (4) 'the whole groundwork of the whole nucleus or cell' beïnvloeden. Batesons mendelse 'presence and absence'-theorie was veel te eenvoudig om deze processen te kunnen verklaren. Niet verwonderlijk, aldus Gates, want het mendelisme is een erfelijkheidstheorie en geen evolutietheorie. Erfelijkheid en soortvorming zijn echter nauw met elkaar verbonden. Gates' visie was dat er in de loop der tijd veranderingen in de chromosomen van twee geïsoleerd geraakte rassen ontstaan. Sommige eigenschappen zullen mendelen, andere niet, afhankelijk van het type mutatie dat is opgetreden.³⁷¹

Davis toonde zich in een recensie van Gates' boek sceptisch over diens ideeën dat veranderingen in het cytoplasma ingrijpende veranderingen kunnen veroorzaken. Volgens hem vormde 'the mixing of diverse germ plasms with their complex interactions' het belangrijkste materiaal voor de evolutie. Niettemin: 'Modifications of germ plasm through crossing, and mutations due to external chemical and physical factors, would be expected at times to work simultaneously', zo filosofeerde hij. 'Mutations, even though small in degree, would, if sufficiently numerous, work in time profound modifications of structure, and on this common ground the mutationists and the followers of Darwin seem to have the strongest hopes of reaching an agreement'.³⁷²

Een complexe plant

Nauwelijks had De Vries de aanvallen van Davis naar zijn idee effectief afgeslagen of een nieuwe *Oenothera*-onderzoeker die sterke aanwijzingen had voor een hybride aard van *O. lamarckiana* diende zich aan. Opnieuw verzette De Vries zich tegen de beweringen, maar dit keer ontwikkelde hij tevens een eigen visie op de interne structuur van de plant die niet alleen veel leek op die van zijn nieuwe tegenstander maar haar in ingenieusheid zelfs de loef afstak. De pangenesis, in *Gruppenweise Artbildung* nog zo prominent naar voren gebracht, raakte daarbij steeds verder op de achtergrond. Pangenen maakten plaats voor chromosomen, negentiende-eeuwse speculatie voor twintigste-eeuwse feite-

lijkheid. Niet *Die Mutationstheorie*, zoals Johannsen in 1913 stelde, maar *Gruppenweise Artbildung* markeert in De Vries' wetenschappelijke carrière het sluitstuk van een oude en het begin van een moderne visie op erfelijkheid.

In januari 1914 ontving De Vries van Otto Renner, privatdocent aan de universiteit van München, een brief waarin die een pakketje zaden van *O. lamarckiana* vroeg voor zijn embryologisch onderzoek. De Vries stuurde het gevraagde op, erbij vermeldend dat zeker niet alle zaden zouden kiemen; zijn ervaring was dat ongeveer twee derde van de zaden niet kiemkrachtig is. Renner reageerde enthousiast: de verhouding tussen kiemkrachtige en niet-kiemkrachtige zaden was juist wat hij wilde onderzoeken. Microscopisch onderzoek van zaden van andere *Oenothera*-planten had hem geleerd dat de zaadhuid wel wordt gevormd maar dat de embryo's en hun endosperm zich niet of nauwelijks ontwikkelen, waardoor de zaden in meer of mindere mate leeg blijven. Hij was ervan overtuigd dat het leegblijven van de zaden 'kein Verhungern ist, sondern auf der pangenetischen Konstitution der betreffende embryonen beruht' omdat die uit 'lebensunfähige Kombinationen' van voortplantingscellen bestaan. De Vries meldde Renner terug dat hij had gemerkt dat niet alleen van *O. lamarckiana* maar ook van haar mutanten minder dan de helft van de zaden ontkiemt (uitgezonderd *O. gigas* waarvan bijna 100% ontkiemt), en dat van de in het wild voorkomende soorten vrijwel alle zaden ontkiemen. Hij stuurde daarom van nog enkele andere soorten, van mutanten en van hybriden zaden op. Renner besloot de zaden niet alleen voor microscopisch onderzoek te gebruiken, maar net als De Vries en andere *Oenothera*-onderzoekers voor een eigen serie kruisingsexperimenten. Voorzichtig liet hij De Vries weten in welke richting het resultaat naar zijn idee waarschijnlijk zou gaan. Hij vermoedde een verband tussen het ontstaan van de tweelinghybriden en de lege zaden en dat *O. lamarckiana* voor het *laeta*-pangeen heterozygoot zou zijn, waardoor het idee van labiele *laeta*-pangen en overbodig werd. 'Ich bitte um Verzeihung wenn ich so freimütig rede. Das Charakteristikum eines labilen Pangens – Konstanz in dem betreffenden Merkmal bei Selbstbefruchtung – scheint mir eben nicht mehr gegeben, falls die tauben Samen als das Produkt einer Mendelspaltung neben den gesunden angesehen werden müssen'.³⁷³

Inmiddels had Renner een artikel over zijn onderzoek naar de lege zaden gereed gemaakt. Van de hybriden *O. biennis* x *O. lamarckiana* (de tweelinghybriden *laeta* en *velutina*) waren alle zaden gezond geweest, van *O. lamarckiana* x *O. biennis* (die één type gaf) de helft van de zaden leeg en niet kiemkrachtig. Gelet op de door De Vries vastgestelde heterogamie van *O. biennis* (stuifmeel met één

groep eigenschappen en eicellen met een andere groep eigenschappen) suggereerde hij dat *O. lamarckiana* twee typen stuifmeel en twee typen eicellen voortbrengt, het ene met *laeta*- en het andere met *velutina*-kenmerken. Bij zelfbestuiving zouden de combinaties van gelijke typen stuifmeel en eicellen niet levensvatbaar zijn. Van de zaden van zelfbestoven *O. lamarckiana*'s was namelijk de helft leeg. 'Die Bildung der Zwillingbastarde ist dennach eine einfache Mendel-Spaltung'.³⁷⁴

In een eerste reactie stelde De Vries dat Renners opvatting over de bijzondere hybride aard van *O. lamarckiana* op te veel veronderstellingen berustte om aannemelijk te zijn. Maar aangenomen dat het idee dat combinaties van gelijke typen stuifmeel en eicellen niet-levensvatbare zaden opleveren toch juist is, dan was zij volgens hem juist een ondersteuning van de mutatietheorie 'since it is evidently impossible that these presumed qualities, which are incompatible with life, could have evolved slowly on the ground of their utility in the struggle for existence'. De lege zaden zijn van normale grootte, dus de gezonde zaden hebben geen extra ruimte gekregen; van een verdubbeling van de toegevoerde voedingsstoffen is geen sprake; soorten met 100% kiemkrachtige zaden zijn niet beter toegerust voor de strijd om het bestaan; en dat het aantal lege zaden precies de helft bedraagt is met de selectietheorie onverklaarbaar. Alleen het ontstaan via een mutatie was volgens De Vries mogelijk. Zoveel was echter wel zeker dat met de hybride structuur van *O. lamarckiana* het vermogen van de soort om jaarlijks enkele nieuwe vormen in zulke geringe hoeveelheden voort te brengen niet te verklaren is.³⁷⁵

Niettemin sloeg De Vries aan het experimenteren om Renner te weerspreken. In de winter van 1915-1916 probeerde hij 750 porties van elk tweehonderd zaden van een groot aantal vormen van *Oenothera* onder optimale ontkiemingscondities te brengen. Van alle beproefde methoden bleek dat water in de zaden persen met behulp van een luchtpomp het beste resultaat gaf: het aantal kiemingen van aldus behandelde zaden nam aanmerkelijk toe. Bij *O. lamarckiana* bleef het aantal kiemende zaden niettemin bij de helft steken. Van de mutanten van *O. lamarckiana* bleken bij sommige de zaden voor de helft en bij sommige volledig te ontkiemen, terwijl van alle onderzochte vanouds bekende soorten, zowel in Europa als in Amerika, met uitzondering van *O. suaveolens*, het aandeel kiemkrachtige zaden bijna 100% bleek te zijn. In het artikel over zijn resultaten verwees De Vries Renners verklaring voor het percentage van 50% lege zaden naar het rijk der fabelen. Er zouden dan twee typen lege zaden moeten zijn, wat noch door Renner, noch door hemzelf was waargenomen. Voor de stelling dat gelijke typen voortplantingscellen elkaar zouden

uitsluiten gaf Renner geen reden. Evenmin voor de stelling dat uit ongelijke typen een constante vorm zou ontstaan. In plaats van twee typen voortplantingscellen opperde De Vries dat er er een erfelijke letale factor in het spel is, of beter, omdat die veroorzaakt dat de helft van de zaden sterft: een *semiletale factor*. Die eigenschap zou, getuige het feit dat zij bij kruisingen niet meer tevoorschijn komt, recessief zijn. Het begrip ‘letale factor’ ontleende hij aan Morgan en zijn medewerkers die het onlangs hadden geïntroduceerd als een verklaring voor bepaalde verschijnselen in de erfelijkheid van de fruitvlieg, *Drosophila*.³⁷⁶ De Vries had er naar zijn gevoel een goede, want eenvoudige tegenhanger mee gevonden voor Renners mendelse verklaring die allerlei hulphypothesen behoeft en haar daarmee ongeloofwaardig maakte. De wetten van Mendel waren te eenvoudig om het ingewikkelde ontstaan van mutanten te kunnen verklaren: ‘Die Spaltungsvorgänge bei den Oenotheren umfassen ein viel ausgedehnteres Gebiet als der Mendelismus, und sollen von diesem Gesichtspunkte aus studiert werden.’³⁷⁷

Renner intussen werkte zijn ideeën verder uit, daarbij dankbaar gebruikmakend van de zaden die hij van De Vries had ontvangen. Aangezien hij als soldaat aan het westelijk front diende (de Eerste Wereldoorlog was inmiddels aan de gang) en dus elke dag zijn laatste kon zijn, publiceerde hij eind 1916 alvast een kort artikel met zijn belangrijkste conclusies waarin hij tevens reageerde op De Vries’ tegenwerpingen. Het jaar daarop kon hij zijn eigenlijke artikel publiceren.³⁷⁸ Zijn opmerkelijkste stelling is dat de door hem onderzochte soorten van *Oenothera* bestaan uit twee ‘haploide Factorencomplexen’ die bij alle celdelingen steeds onveranderd in stand blijven, zowel bij de mitose als de meiose. Zij erven derhalve als geheel in de eicellen en het stuifmeel over; uitwisseling van eigenschappen tussen de twee complexen vindt niet plaats. De complexen van *O. muricata* noemt hij ‘rigens’ en ‘curvans’. Bij deze soort komt het eerstgenoemde complex alleen in de eicellen en het tweede complex alleen in het stuifmeel voor. Renner had de namen ontleend aan de eigenschap van de eicellen een rechtopgaande stengel te vormen en de eigenschap van het stuifmeel een geknikte stengel te vormen. De twee complexen van *O. biennis* noemt hij ‘albicans’ en ‘rubens’; de eerste komt zowel in de eicellen als het stuifmeel voor, de tweede alleen in het stuifmeel (halfheterogaam; De Vries had de soort als zuiver heterogaam beschouwd). Deze namen had hij ontleend aan het verschijnsel dat bij een kruising het stuifmeel de rode kleur in de nerven bepalen, terwijl de eicellen in een kruising nooit de rode kleur inbrengen. De twee complexen van *O. lamarckiana* noemt hij ‘gaudens’ en ‘velans’, naar De Vries’ tweelingbastaarden

laeta en *velutina* ('gaudere' is synoniem voor 'laetere'). De beide complexen komen zowel in de eicellen als in het stuifmeel voor. De diploïde, fenotypische kijk van De Vries moest volgens Renner worden vervangen door een haploïde, genotypische kijk. Alle kruisingen zijn eenvoudig combinaties van voortplantingscellen met verschillende eigenschappen, in principe niet verschillend van de wetten van Mendel. Wat betreft De Vries' vondst van de semiletale factor, die vond hij 'nicht viel mehr als eine Umschreibung des Tatbestandes'.

Het ontstaan van de tweelingbastaarden zou volgens Renner verlopen zoals weergegeven in fig. 20, het ontstaan van één vorm bij de reciproke kruisingen zou verlopen als weergegeven in fig. 21.

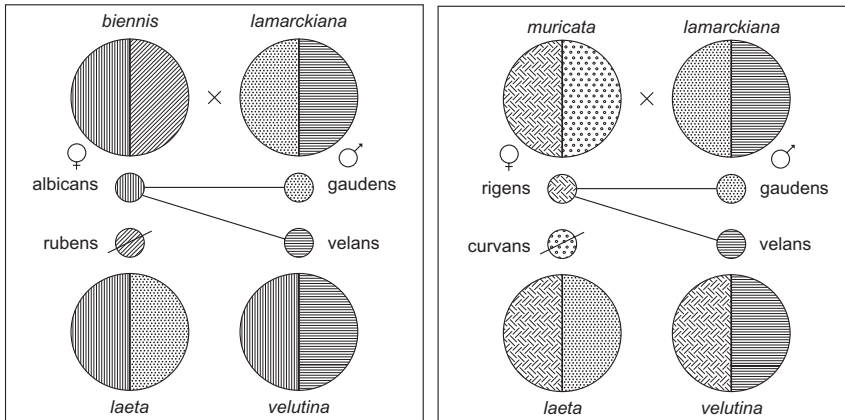


fig. 20: Het ontstaan van de tweelinghybriden *laeta* en *velutina* uit de kruisingen *Oenothera biennis* x *O. lamarckiana* en *Oenothera muricata* x *O. lamarckiana* (volgens Otto Renner).

Gelet op de lege zaden die bij deze kruisingen ontstaan veronderstelde Renner dat sommige combinaties van factorencomplexen niet levensvatbaar zijn. Ook bij *O. lamarckiana* schreef hij de 50% lege zaden toe aan niet-levensvatbare combinaties. In dit geval zouden de homozygote combinaties niet levensvatbaar zijn. *O. lamarckiana* geeft daarom bij zelfbestuiving geen mendelse splitsing maar een identiek nageslacht te zien (fig. 22).

Daarmee was *O. lamarckiana* volgens Renner haar bijzondere karakter kwijt, want permanente heterozygotie zonder homozygoten voort te brengen was bij meer soorten bekend. Voor haar bijzondere vermogen afwijkende vormen voort te brengen had hij geen verklaring, maar hij vermoedde dat ze-

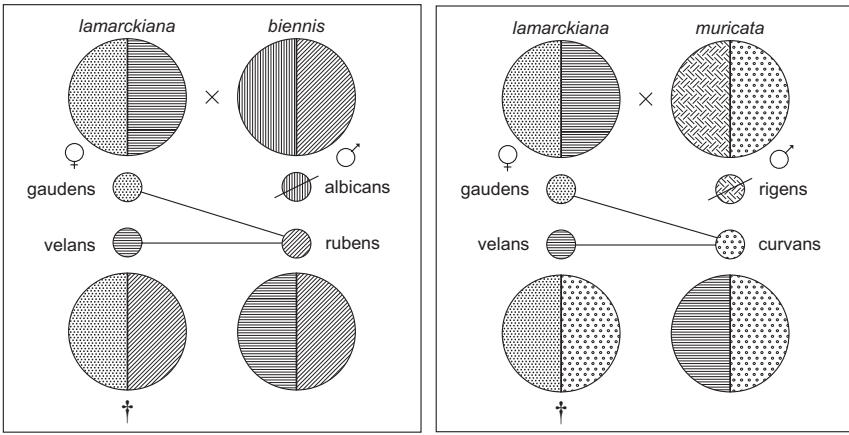


fig. 21: Het ontstaan van één vorm uit de kruisingen *Oenothera lamarckiana* x *O. biennis* en *Oenothera lamarckiana* x *O. muricata* (volgens Otto Renner).

ker een deel van de mutanten hun oorzaak had in de uitwisseling van factoren tussen de beide complexen. Op die manier waren vermoedelijk ook de complexheterozygote soorten ontstaan uit hybriden van homozygote soorten.

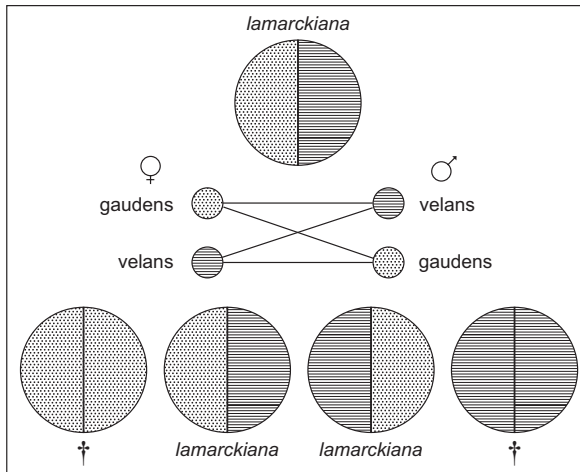


fig. 22: *Oenothera lamarckiana* x *O. lamarckiana* (volgens Otto Renner).

Massamutaties en halve mutanten

Het idee dat een letale factor een belangrijke rol in *Oenothera* speelt, zoals in zijn weerwoord tegen Renner geopperd, kon De Vries spoedig nader uitwerken dankzij een recente ontdekking van Bartlett, de grote deskundige op het gebied van de systematiek van het geslacht *Oenothera* met wie hij in 1912 in Alabama op zoek was gegaan naar teunisbloemen. Bartlett had onder de nakomelingen van twee Amerikaanse soorten, *O. reynoldsii* en *O. pratincola*, een groot aantal mutanten waargenomen. Aangezien mutanten normaal gesproken slechts ongeveer 1% van de nakomelingen uitmaken was het hem direct duidelijk geweest dat met deze ‘massamutatie’ iets bijzonders aan de hand was. In de verhoudingsgetallen had Bartlett een duidelijke overeenkomst gezien met de tweede generatie van een mendelse kruising. Hij had verondersteld dat de ouders van de mutanten hybriden waren geweest, ontstaan uit een gemuteerde en een niet-gemuteerde voortplantingscel (fig. 23).³⁷⁹

Een dergelijke ‘massamutatie’ had De Vries in zijn eigen cultures sinds enkele jaren waargenomen bij de nakomelingen van *O. rubrinervis* en *O. grandiflora*, de laatste opgekweekt vanuit zaden die hijzelf in Alabama had verzameld. *Oenothera rubrinervis* gaf voor ongeveer een derde deel planten met bredere bladen met helder groenere kleur (*O. deserens* gedoopt); *O. grandiflora* gaf voor ongeveer een derde deel planten met bredere, geel-groene bladen die zeer zwak waren (*O. ochracea*). De Vries vermoedde dat *O. deserens* en *O. ochracea* de homozygote nakomelingen zijn van *O. rubrinervis* en *O. grandiflora*, die zelf hun ontstaan dan-

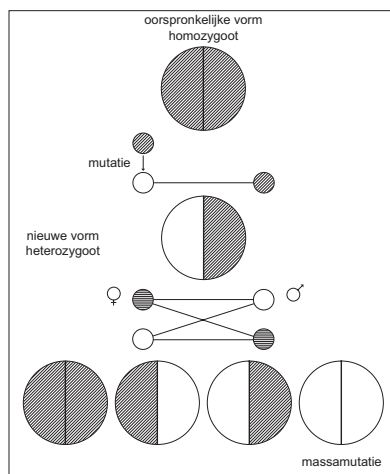


fig. 23: Het ontstaan van een massamutatie (volgens H.H. Bartlett).

ken aan het treffen van een gemuteerde en een gewone, ongemuteerde voortplantingscel. Hij noemde deze vorm een ‘halve mutant’. De gewone voortplantingscel zou een letale factor hebben bevat (het woord ‘semiletaal’ gebruikt hij niet meer); de homozygote combinatie is niet levensvatbaar en dat verklaart de 25% lege zaden bij beide (fig. 24).

Dit idee bleek ook op *O. lamarckiana* toegepast te kunnen worden. De Vries stelde zich voor dat de plant ontstaan is uit een gewone voortplantingscel met een letale factor en een gemuteerde voortplantingscel waarin een andere letale factor was ontstaan. De twee heterozygote combinaties van twee (verschillende) letale factoren zijn levensvatbaar, de twee homozygote combinaties niet. Zij geven de 50% lege zaden, en de massa-mutaties blijven hierdoor onzichtbaar (fig. 25).

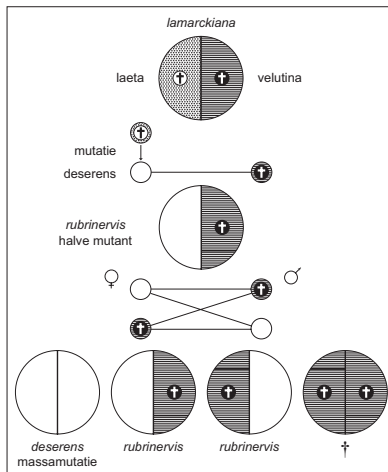


fig. 24: Massamutatie in *Oenothera rubrinervis* (volgens Hugo de Vries).

Het ontstaan van de tweelinghybriden was nu eenvoudig te verklaren: dat waren de twee mogelijke combinaties tussen één voortplantingscel, afkomstig van een *Oenothera*-soort, met een voortplantingscel met een *laeta*-pangeen en met een voortplantingscel met een *velutina*-pangeen, afkomstig van *O. lamarckiana*.

Hoewel ze de mendelse splitsingswetten volgen mochten halve mutanten volgens De Vries geen hybriden worden genoemd. ‘Denn Bastarde entstehen durch die geschlechtliche Verbindung von verschiedenen Rassen, sei es nun dass

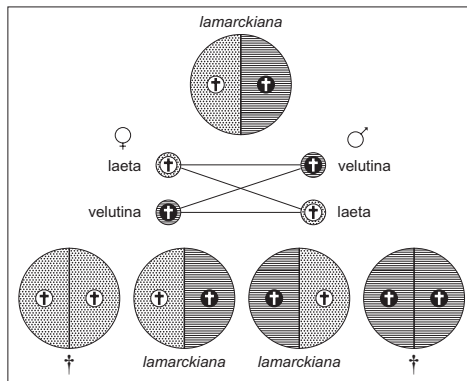


fig. 25: *Oenothera lamarckiana* x *O. lamarckiana* met twee letale factoren (volgens Hugo de Vries).

diese Arten oder Varietäten oder einfach Zuchtfamilien sind. Halbe Mutanten entstehen aber in unseren Versuchen durch Selbstbefruchtung innerhalb reiner Linien; ihnen fehlt somit der hybride Ursprung'.³⁸⁰

Renner kon in een naschrift bij zijn lange artikel nog net op De Vries' nieuwe idee reageren. Ten eerste was volgens hem een massamutatie eenvoudig een homozygote, mendelse combinatie en hij zag daarom niet in waarom men dit afzonderlijke begrip zou hanteren. Ten tweede constateerde hij triomfantelijk dat De Vries er nu ook van overtuigd was dat *O. lamarckiana* twee typen voortplantingscellen produceert die in homozygote combinatie verantwoordelijk zijn voor de lege zaden. 'So ist die *Lamarckiana* doch nicht mehr und nicht weniger als ein heterozygetisches Wesen, das verschiedene Keimzellen immer erzeugen muss, nicht infolge einer seltsamen Mutabilität unter gewissen Bedingungen erzeugen kann'.

Verder speculerend over het ontstaan van *O. lamarckiana* bedacht De Vries dat die door opeenvolgende mutaties was verlopen. Eerst was in een van de voortplantingscellen van een zuivere (homozygote) *O. lamarckiana* een mutatie opgetreden met de kenmerken van *velutina*. De ongemuteerde voortplantingscellen hadden hun *laeta*-eigenschappen (die domineren over *velutina*) behouden; die kon men dus ook als *typica* aanduiden. In een halve mutant in een van de volgende generaties zouden vervolgens in zowel *laeta*- als *velutina*-voortplantingscellen de twee verschillende letale factoren zijn ontstaan (fig. 26).

Twee reeds jaren eerder ontstane mutanten kregen nu ook een verklaring. De ene vorm, die De Vries *O. blandina* had genoemd, leek zeer sterk op de twee-

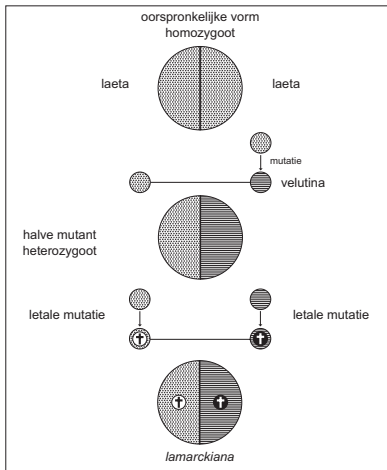


fig. 26: Het ontstaan van *Oenothera lamarckiana* (volgens Hugo de Vries).

linghybride *O. velutina*, de andere, *O. simplex*, leek zeer sterk op de tweelinghybride *O. laeta*. Bij kruising met andere soorten hadden zij nooit tweelingen voortgebracht, alleen intermediaire hybriden; zij moesten dus homozygoot zijn. Ook produceerden zij nooit lege zaden; zij konden dus geen letale factor in zich hebben. De Vries concludeerde dat de beide vormen zuivere *velutina*'s en *laeta*'s (*typica*'s) zijn, ontstaan doordat de beide letale factoren waren teruggemuteerd en weer vitaal waren geworden. Kruisingen tussen *O. simplex* en *O. blandina* leverden, precies zoals te verwachten viel, *O. lamarckiana* op. Alleen de voor de soort typerende bobbelige bladen en de lege zaden ontbraken. 'Abgesehen von diesen beiden Punkten kann aber die *O. lamarckiana*, wenn man sich so ausdrücken darf, durch die Kreuzung wieder hergestellt werden und kann man die beiden Mutanten somit – nahezu – als ihre Komponenten betrachten' (fig. 27).³⁸¹

Zijn grote stelligheid dat Renners opvattingen onverenigbaar zijn met die van hemzelf had De Vries intussen afgezwakt. Het leek hem dat 'seine Hypothesen bei richtiger Durchführung gerade zu meiner Auffassung herüberleiten'.³⁸² Maar Renner zag dat anders. Hij bleef in de introductie van de letale factor louter een 'Umschreibung der Tatsachen' zien, 'und zwar streng genommen eine für unsere jetzige Kenntnis unzulässig präziserte Umschreibung'. Om in navolging van de onderzoeksgroep van Morgan het ontstaan van een letale factor aan een mutatie toe te schrijven, was volgens hem ontloe-

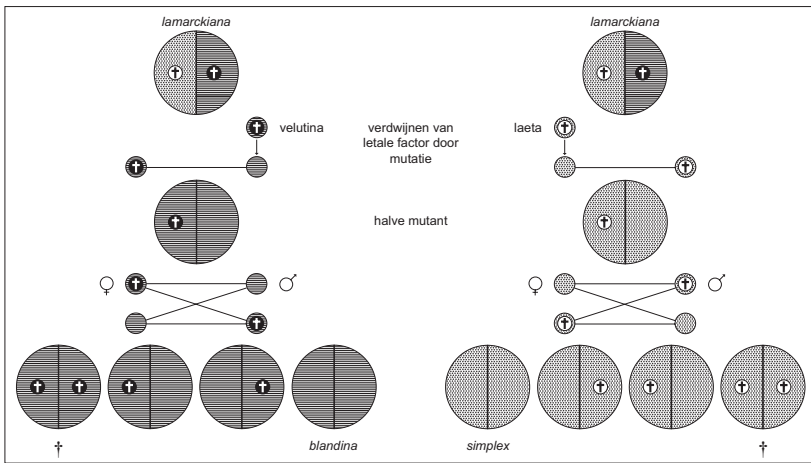


fig. 27: Het ontstaan van *Oenothera blandina* en *Oenothera simplex* (volgens Hugo de Vries).

laatbaar. Vergeleken met *Drosophila* was over de genetische structuur van *Oenothera* namelijk nog vrijwel niets bekend.³⁸³ Steun voor zijn visie kreeg De Vries echter vanuit diezelfde groep van Morgan. In een artikel uit 1917 beschreef Morgans vroegere assistent Hermann Muller een geval bij *Drosophila* waarbij een homozygote combinatie van factoren voor een bepaalde vorm van de vleugels was opgetreden, die vanwege een letale factor op hetzelfde chromosoom niet levensvatbaar is. De oorzaak hiervan moest zijn dat door uitwisseling van fragmenten tussen homologe chromosomen (zogenoemde 'crossing over') de letale factor was losgeraakt van de factor die de vleugelvorm bepaalt. De homozygote combinatie van de factoren die de vleugelvorm bepaalt gaf hierdoor niet meer tegelijk een homozygote combinatie van letale factoren. Muller had grote overeenkomsten gezien tussen dit geval en het gedrag van *Oenothera*: hij vermoedde dat ook daarin 'balanced lethal factors' aanwezig zijn en dat 'some (if not most) of the so-called mutations in *O. lamarckiana* are but the emergence into a state of homozygosis, through crossing over, of recessive factors'.³⁸⁴ Maar met deze steun was De Vries bepaald niet gelukkig, zo blijkt uit zijn opmerkingen bij de tekst van een lezing over Mullers bevindingen die Morgan hield voor de American Society of Naturalists en hem ter beoordeling opstuurde. 'The mutation of *Oenothera* is nearer solution than ever before', had Morgan daarin hoopvol gesteld. 'Neen', schreef De Vries in de kantlijn. 'The so-called mutation process in *Oenothera* has turned out to be, I venture to think, largely a phenomena of lethals – zygotic and gametic'. 'I',

aldus De Vries. 'I venture to hope that the mutation problem of *Oenothera* may find a very happy solution in the theory of balanced lethal factors'. 'Unhappy', schreef De Vries erbij. Het lijkt erop dat Morgan met De Vries' bezwaren rekening heeft gehouden. In een artikel van enkele maanden later waarin hij de lezing verwerkte drukte hij zich minder stellig uit.³⁸⁵ Muller publiceerde zijn ideeën spoedig hierna in een lang artikel. Hij herhaalde daarin zijn idee dat de meeste mutanten van *Oenothera* in werkelijkheid 'crossovers' zijn, tot ergernis van De Vries: 'I much regret that Morgan has had such nonsense published by one of his pupils, as you may have read in Muller's article in *Genetics*', schreef hij aan zijn oude vriend Jacques Loeb.³⁸⁶

De nieuwe inzichten over het ontstaan en het gedrag van *O. lamarckiana* hadden tot gevolg dat voor De Vries het idee van het labiele pangeen grotendeels overbodig werd. En dat leverde hem een probleem op. Bartlett was in 1915 begonnen met een Engelse vertaling van *Gruppenweise Artbildung*, waarin zoals eerder beschreven het labiele pangeen een prominente rol speelt. De Vries had in de katernen die hij Bartlett van tijd tot tijd voor de vertaling toestuurde al allerlei correcties aangebracht, maar nu zouden ook grote stukken herschreven moeten worden. 'Mass mutation and lethal factors will have to be introduced in order to explain the twins, and the labile pangen will have to give up its place for these phenomena', schreef De Vries begin 1917 aan Bartlett. Anderzijds zou dit echter gunstig uitpakken: 'Numerous facts will find a very simple explanation, and the proofs for the mutation-idea will become strengthened by the mass mutations far more than by the hypothesis of labile pangenes. This latter will be reduced to cases of mostly secondary rank'.³⁸⁷ Gedurende het jaar 1918 verbleef Bartlett in Nederlands-Indië en lag het vertaalwerk, dat nog weinig gevorderd was, stil. Paul Carus van uitgeverij The Open Court die, net als de eerdere werken van De Vries, het boek zou uitgeven wilde voor de illustraties de originele drukplaten van de Duitse uitgever hebben en wachtte daarom het einde van de oorlog af. Carus overleed in februari 1919. Het project werd niet meer opgepakt en de vertaling is nooit verschenen.³⁸⁸

Met zijn onderzoek naar de interne structuur van *O. lamarckiana* was De Vries niet alleen terug bij zijn oorspronkelijke bedoeling maar eigenlijk dezelfde weg ingeslagen als Bateson en Morgan eerder: evolutie had plaatsgemaakt voor erfelijkheid, mutatietheorie voor pangenesis. Maar zijn eerdere fascinatie was hij beslist niet vergeten: tussen alle genetische stukken door publiceerde hij elk jaar nog wel één of meer artikelen waarin hij de mutatietheorie als verklaring voor het ontstaan van nieuwe soorten propageerde. Nieuwe inzichten meldde hij echter niet. Dezelfde bezwaren tegen de selec-

tietheorie (het bestaan van nutteloze eigenschappen, de onvoldoende ouderdom van de aarde, de onmogelijkheid uit de fluctuerende variabiliteit te breken) en dezelfde voordelen van de mutatietheorie daartegenover (spontane veranderingen zonder relatie met de omgeving, de snelheid van het soortvormingsproces, het ontstaan van nieuwe erfelijke eigenschappen) die hij in *Die Mutationstheorie* al had genoemd, worden telkens herhaald. De artikelen verschenen mogelijk daarom in populair-wetenschappelijke tijdschriften. Ook de nieuwe bewijzen die sinds de publicatie van het boek op tafel waren gekomen en die hij al meermalen had beschreven (allerlei nieuwe eigenschappen bij allerlei soorten, de resultaten van het proefstation in Svalöf, de 'reine Lijnen' van Johannsen) noemt hij steeds opnieuw. En uiteraard is er geen artikel zonder *Oenothera*. Slechts één nieuw argument geeft hij, maar ook dat telkens weer: de 'age and area'-theorie van J.C. Willis. Sinds zijn publicatie uit 1907 waarin hij de endemische soorten van Ceylon als bewijs voor de mutatietheorie had opgevoerd (zie blz. 325), had Willis zijn ideeën verder uitgewerkt. Hij was tot de conclusie gekomen dat endemische soorten altijd relatief jonge soorten zijn, en daaruit de algemene conclusie getrokken dat de geografische verspreiding een maat is voor de ouderdom: hoe groter de verspreiding, des te ouder de soort. Een oorzakelijk verband tussen de eigenschappen van endemische soorten en de leefomstandigheden had Willis nooit waargenomen. Nieuwe soorten ontstaan niet door aanpassing aan de omgeving maar spontaan op willekeurige plaatsen en verspreiden zich vervolgens al naar gelang de mogelijkheden, zo was zijn overtuiging. Het idee was geheel in overeenstemming met de mutatietheorie; De Vries had zelfs al enkele keren eerder vergelijkbare visies op de plantengeografie verkondigd. Zijn artikel met de veelzeggende titel 'The present position of the mutation theory', gepubliceerd in *Nature* in 1919, besloot hij dan ook vol vertrouwen in zijn geesteskind: 'Thus we see that the broad arguments for the mutation theory are continually increasing in number, whereas the criticisms are more and more directed against special cases'.³⁸⁹

Studenten en promovendi

De kruisingsproeven met *Oenothera* vroegen veel van De Vries' tijd en aandacht. Elk voorjaar en elke zomer kweekte hij duizenden plantjes op en voerde hij even zo vele kruisingen uit. 'Ik heb vandaag mijn vijfhonderdste plant van deze zomer gereed gemaakt voor kunstmatige bestuiving', schreef hij bijvoorbeeld op 1 augustus 1908 aan miss Palmer. 'Enkele honderden staan nog op behandeling te wachten of ontwikkelen zich om op het juiste oogenblik

gereed te komen. Ik heb nu ruim vijfduizend planten in bloei, meest bastaarden of anders soorten om te kruisen. U kunt begrijpen dat er zoo goed als geen tijd voor iets anders is'.³⁹⁰ Maar iets anders was er in overvloed: twee reizen naar Engeland en een reis naar Duitsland in 1909 (zoals eerder beschreven); een derde reis naar Amerika in 1912 (waarover later); bezoekers en logees uit binnen- en buitenland; de correctie van de Engelse vertaling van *Die Mutationstheorie*; de bouw van een nieuwe palmenkas en een nieuw laboratorium (waarover later eveneens meer). Bovendien was het aantal studenten en promovendi groter dan vóór 1900. Zoals destijds gebruikelijk had De Vries als promotor de taak de manuscripten en drukproeven van de proefschriften van zijn promovendi te corrigeren. De meeste promovendi vertrokken na hun promotie naar Nederlands-Indië waar zij een baan hadden gekregen bij een landbouwproefstation; de promotie moest daardoor wel eens in grote haast geschieden.³⁹¹ Het merendeel van de promovendi promoveerde op een onderzoek naar variatie en mutatie bij de teunisbloem; in *Gruppenweise Artbildung* verwijst De Vries er herhaaldelijk naar. Zoals in het midden van de jaren tachtig het Amsterdamse laboratorium met de studenten (en promovendi) Janse, Wakker, Went en Wijsman een kleine 'fysiologische onderzoeksgroep had gekend, zo bestond er in het eerste decennium na 1900 een bescheiden 'genetische onderzoeksgroep'.

Na de genoemde vier fysiologen was in 1890 H.W. Heinsius nog onder De Vries gepromoveerd. Zijn proefschrift handelde over de bestuiving van inheemse bloemen door insecten. Het materiaal ervoor had Heinsius voornamelijk verzameld voor een antwoord op een prijsvraag die in 1887 was uitgeschreven door de Philosophische Faculteit van de universiteit van Leiden; hij had er de eerste prijs mee gewonnen. Op aanraden van De Vries had Heinsius de inzending omgewerkt tot een proefschrift. Wellicht had De Vries hierin een mogelijkheid gezien om zijn eigen onderzoek op dit gebied, gestart in het midden van de jaren zeventig maar reeds in een vroeg stadium afgebroken, toch nog een vervolg te laten krijgen. Heinsius maakte voor zijn proefschrift een dankbaar gebruik van de gegevens die zijn promotor bijna twintig jaar eerder had verzameld.³⁹² Na enkele jaren als leraar gewerkt te hebben in Den Bosch en Rotterdam werd Heinsius benoemd aan de tweede hbs in Amsterdam; hij bleef daar tot zijn pensioen, dertig jaar lang. Buiten school speelde hij een belangrijke rol in de opkomende natuurstudiebeweging en natuurbescherming. Hij was een van de oprichters en eerste bestuursleden van de Nederlandse Natuurhistorische Vereniging (1901) en de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland (1905). Zijn naam werd onder vak- en

amateurbotanici bekend doordat hij samen met de Amsterdamse onderwijzers en belangrijkste propagandisten van de 'natuursport' E. Heimans en Jac. P. Thijsse in 1909 de tweede druk van hun *Geïllustreerde Flora van Nederland* publiceerde, een gids die sindsdien vele malen is herdrukt en reeds lang bekendstaat als 'de HH&T'.³⁹³

Pas twaalf jaar later trad De Vries opnieuw als promotor op. C.J.J. van Hall promoveerde in 1902 op een studie naar plantenziekten die door bacteriën worden veroorzaakt. Van Hall bestudeerde vooral de ziekten bij voedingsgewassen waardoor de studie een sterk toegepast karakter had.³⁹⁴ Onderwerp en aard van zijn dissertatie bleef Van Hall hierna trouw. Hij was achtereenvolgens inspecteur van landbouw in Suriname en hoofd van de botanische laboratoria van het Departement van Landbouw in Nederlands-Indië waardoor hij zich ontwikkelde tot een specialist op het gebied van tropische-plantenziekten. In 1927 ging hij werken bij het Koloniaal Instituut in Amsterdam, waar hij bleef tot zijn pensioen.³⁹⁵ Ook voor het proefschrift van Th. Weevers, eveneens uit 1902, was De Vries promotor, maar op de dag van de promotie was hij ziek. Zijn collega Verschaaffelt trad toen in zijn plaats.³⁹⁶ Het onderwerp lag ook veel meer op Verschaaffelts vakgebied. Weevers onderzocht of glucosiden (verbindingen die een of meer suikermoleculen bevatten) een rol spelen in de stofwisseling van een plant en, zo ja, welke.³⁹⁷ Weevers werkte na zijn promotie bijna twintig jaar als leraar biologie in Amersfoort, werd in 1921 buitengewoon hoogleraar plantenfysiologie in Groningen (als opvolger van Moll) en in 1924 hoogleraar plantenfysiologie en farmacognosie in Amsterdam (als opvolger van Verschaaffelt). Net als Heinsius speelde Weevers een belangrijke rol in de Nederlandse natuurbescherming. Tijdens de eerste van de twee termijnen die hij voorzitter was van de Nederlandse Botanische Vereniging (1925-1930; de tweede termijn was 1930-1935) werd mede op zijn initiatief als onderdeel van de Vereniging de Commissie voor de Bescherming van de Wilde Flora opgericht; Weevers werd zelf de eerste voorzitter. Ook was hij een van de drijvende krachten achter de in 1934 opgerichte Commissie van Advies inzake de Natuurmonumenten van het Staatsbosbeheer, in de wandeling de 'Commissie Weevers' genoemd. Vanwege zijn belangstelling voor vegetaties en gemeenschappen van (al dan niet bedreigde) wilde planten geldt hij als een van de eerste Nederlandse plantensociologen.³⁹⁸

Gedurende de jaren negentig had De Vries wel meer studenten onder zijn hoede dan de genoemde drie, maar die braken hun studie af, kozen na enkele jaren voor een andere richting of volgden de studievariant die onderwijsbevoegdheid voor de vakken plant-, dier-, delfstof- en aardkunde voor het mid-

delbaar onderwijs opleverde, de zogenoemde acte K IV, waarmee het niet mogelijk was te promoveren aan een Nederlandse universiteit. De carrières van de leden van de studentenclub 'De Lustige Pangenen' waaraan De Vries in het midden van de jaren negentig leiding gaf, geven een goede illustratie van de situatie: de leden Verschaffelt en Van Hall kozen voor de botanie, J. Versluys en H.C. Redeke voor de zoölogie, J. Boeke en J.W. Langelaan voor de medicijnen en J.A. Resink brak zijn studie af.³⁹⁹

Aan het einde van de jaren negentig begon het aantal studenten plant- en dierkunde aanmerkelijk toe te nemen. Was eerst het aantal nieuwe aanmeldingen steeds op één hand te tellen, nu kwam het snel boven de tien. De groeiende belangstelling voor de biologiestudie werd voor een belangrijk deel veroorzaakt door de groei van de 'natuursport'-beweging die door het land trok. Geïnspireerd door de vanuit het buitenland overgewaaide methode van het aanschouwelijk onderwijs, de 'biologische' benadering van de natuur, zijn eigen belangstelling en de gebrekkige natuurkennis van de arbeiderskinderen waaraan hij les gaf, had de Amsterdamse onderwijzer Eli Heimans in 1893 een nieuwe, origineel opgezette handleiding voor het natuuronderwijs op de lagere school geschreven onder de titel *De levende natuur*. Het boekje maakte andere onderwijzers enthousiast om ook met hun kinderen naar buiten te trekken, hen een herbarium aan te laten leggen of een aquarium of terrarium in de klas in te richten. Misschien wel Heimans' meest enthousiaste medestander was de eveneens in Amsterdam werkende onderwijzer Jac. P. Thijsse, net als hij een gepassioneerd natuurliefhebber. Samen schreven ze in de volgende jaren enkele eenvoudige natuurboekjes als *Van vlinders, bloemen en vogels*, *In sloot en plas* en *In het rietland*, boekjes die, zoals de titels aangeven, beschrijvingen waren van levensgemeenschappen van plant en dier. Daarmee weken ze doelbewust af van andere natuurboeken die, voortbordurend op de systematisch-determinerende traditie, vooral gericht waren op het herkennen van individuele soorten. Nieuw eraan was bovendien dat de boekjes vrijwel uitsluitend gebaseerd waren op eigen waarnemingen. De lezer wandelt en kijkt als het ware met de auteurs mee. Met de eveneens Amsterdamse onderwijzer J. Jaspers waren Heimans en Thijsse in 1896 gestart met de uitgave van het tijdschrift *De Levende Natuur* dat dezelfde sfeer uitstraalde als de boekjes: het was gevuld met toegankelijke artikelen over dieren, planten, insecten en de manier waarop zij samen leven, geschreven vanuit waarnemingen door de redacteurs en de lezers die nadrukkelijk bij de samenstelling van het blad werden betrokken. Het was een onmiddellijk succes: al na drie maanden had het blad duizend abonnees. De redacteurs

werden overspoeld met vragen, opmerkingen en waarnemingen van lezers, zowel jong als oud.⁴⁰⁰ In hun voorwoord in het eerste nummer hadden Heimans, Thijsse en Jaspers de verwachting uitgesproken weinig te kunnen betekenen voor de wetenschappelijk opgeleide en werkzame plant- en dierkundigen. Wel dachten zij de wetenschap indirect van dienst te zullen zijn: ‘Als de belangstelling van het publiek toeneemt, zal aan de vakgeleerden meer materiaal toevloeien, zullen er meer jongelui hunne gelederen komen versterken, zullen hunne werken een ruimer debiet vinden, zullen hunne adviezen voor het publiek meer beteekenis krijgen’.⁴⁰¹ Dat tweede kwam dus spoedig uit.

De Vries had het werk van Heimans, Thijsse en Jaspers meteen met enthousiasme begroet. Vooral was hij te spreken geweest over de biologische benadering die de ‘natuursporters’ volgden. ‘De studie der levende natuur was ten onzent op een verkeerden weg geraakt. De belangstelling beperkte zich tot de soorten van Linné, vooral tot zeldzame of nieuwe inlandsche gewassen. Het oude verkeerde voorschrift van den grooten priester van het systeem: “Een goed botanicus let niet op de kleinere verschillen” ... gold nog steeds, en oefende nog steeds zijn geestdodende werking uit’. Maar die situatie was voorbij. ‘Er is aan planten en dieren heel wat anders te zien dan de soortnaam en de soortskennmerken. Het is alles leven, ontwikkeling, verandering, strijd, vooruitgang en overwinning’ (De Vries vat hier eigenlijk zijn eigen ontwikkeling samen: begonnen als systematicus ontwikkelde hij zich eerst tot fysioloog en vervolgens tot evolutionist). Zo’n veelzijdige benadering moest wel leiden tot een grote nieuwsgierigheid. ‘Zelf opmerken en waarnemen, ziedaar de leuze. Alleen de weg daartoe moet u gewezen worden’, en dat gebeurde nu op uitstekende wijze.⁴⁰²

Maar dat zoveel jonge natuuronderzoekers van hun hobby hun beroep wilden gaan maken was De Vries spoedig met grote zorg gaan vervullen. Bij de inschrijving van de eerstejaars studenten in 1899 zei hij tegen nieuwkomer W.M. Docters van Leeuwen: ‘U is al nummer elf, zoudt u niet een ander vak kiezen?’⁴⁰³ Het was tijd om in te grijpen. In juni 1900 publiceerde hij in *De Levende Natuur* een waarschuwing aan hen die van de natuurstudie hun broodwinning wilden maken. ‘Het aantal betrekkingen voor plant- en dierkundigen is in ons vaderland nog gering en ondergaat slechts zeer langzaam uitbreiding’, zo liet hij zien: in het middelbaar onderwijs was behoefte aan ongeveer honderd leraren plant- en dierkunde en bij de proefstations in Nederland en Nederlands-Indië, het Fytopathologisch Laboratorium en de diensten die toezicht houden op landbouw en visserij enkele tientallen. Op

dat moment was er vanuit die instellingen veel vraag naar biologen. Zo werden er ook houders van het K IV-diploma benoemd aan vijfjarige hbs'en en gymnasia, terwijl dat papier eigenlijk slechts toegang gaf tot een baan aan een driejarige hbs. Maar: 'Over vier à vijf jaren zal de markt overvoerd zijn en de concurrentie hevig worden'. Aan de vier universiteiten in het land stonden op dat moment 58 biologiestudenten ingeschreven, waarvan iets meer dan de helft aan de Universiteit van Amsterdam. 'Stel dat er jaarlijks vijf plaatsen openvallen of nieuwe betrekkingen in het leven worden geroepen, dan zullen velen die thans jongere studenten zijn na hunnen promotie toch nog vijf of meer jaren moeten wachten voor zij een betrekking vinden'. De Vries hoopte dan ook dat 'vele jongeren die de natuur liefhebben bij de keuze van een studierichting niet alleen met hunne neiging, maar ook met de feitelijke bestaande vooruitzichten rekening houden!'.⁴⁰⁴ (Dat was dus precies dezelfde waarschuwing die De Vries ruim dertig jaar eerder zelf te horen had gekregen van zijn vader, en die hij toen in de wind had geslagen!)

De redactie van *De Levende Natuur* liet weten het geheel met De Vries eens te zijn. 'De natuurstudie op te vatten met het oog op winst of een bestaan' achtte zij onjuist. "t Is de studie om de studie, het goede doen, omdat het goed is en het ons verheft boven 't alledaagsche en dierlijke'. En met dat laatste was De Vries het weer geheel eens. 'Heerlijk is de natuur en zoo verscheiden zijn de uitingen van haar leven dat zij bijna overal en altijd ons allerlei aanbiedt wat met onzen gemoedstoestand overeenkomt en ons troost kan doen vinden in tegenspoed', schreef hij in 1905 in een recensie van een bundel met natuurschetsen. 'Overal maant de natuur ons tot krachtsinspanning en tot oefening van den wil, overal wijst zij ons hoe men niet op anderen moet vertrouwen, maar eigen aanleg en neiging goed moet leeren kennen en zooveel mogelijk ontwikkelen en hoe daardoor overal niet alleen vooruitgang, maar ook tevredenheid en levensgenot verkregen worden'. Natuurstudie leidde kortom tot de ontwikkeling van het karakter dat men bij de geboorte had meegekregen (dat de ontwikkeling van ieders aangeboren talenten belangrijk was had De Vries in zijn rectorale rede uit 1898 ook al betoogd; zie blz. 267), tot geluk en tot beschaving. 'Hoe meer wij met de natuur omgaan, des te tevredener en vrolijker wordt onze levensopvatting, des te edeler onze denkbeelden en onze bedoelingen'.⁴⁰⁵

De waarschuwing in *De Levende Natuur* lijkt effectief te zijn geweest. In 1900 meldden zich in Amsterdam nog maar twee nieuwe studenten plant- en dierkunde aan, in de volgende drie jaar telkens maar vijf, in 1904 waren het er zes en in 1905 negen. In de volgende tien jaar varieerde het aantal nieuwkomers

tussen zeven en vijftien (uitgezonderd 1908 en 1909, toen er slechts drie aanmeldingen waren).⁴⁰⁶

Enkele studenten die zich na 1900 aanmeldden verzamelde De Vries in twee clubs. In 1904 vormde hij 'De Club van Tien', bestaande uit de vijf eerstejaars en vijf veelbelovende ouderejaars die door De Vries zelf werden geselecteerd. In 1906 vormde hij een tweede club van acht tweede- en derdejaars studenten. De clubs kwamen elke week bij elkaar, de Club van Tien op maandagavond (waardoor zij ook wel 'Maandagavondclub' werd genoemd), de andere club op woensdagavond (vandaar 'Woensdagavondclub'). Om de beurt hield een van de leden een lezing en de recent verschenen literatuur werd besproken. 'Jaren lang hebben wij op maandagavond vergaderd in de kamer van professor De Vries in het laboratorium en hij verkeerde daar met ons alsof hij zelf student was', schreef Theo Stomps, secretaris van de Club van Tien, in 1923 in *De Telegraaf* bij de vijfenzeventigste verjaardag van De Vries. 'Alle officieelerigheid, waarvan hij trouwens nooit iets moest hebben, legde hij daar af, en professor en studenten waren eenvoudig vrienden. ... Had iemand een mop, professor De Vries had er twee terug. Zijne gevatheid werd spreekwoordelijk. Niets kon men zeggen ... of men moest op een geestige tegenwerping bedacht zijn'. De Club maakte zeker één keer per jaar een meerdaagse excursie en ook dan was de verhouding tussen hoogleraar en studenten informeel. 'Hadden wij soms lust eens te ravotten, professor De Vries was van de partij, hetzij dat het om een springconcours op de Hilversumsche Meent ging, of om een worstelwedstrijd op het strand van Rockanje', aldus Stomps.⁴⁰⁷

Maar volgens Jacob Heimans, lid van de Woensdagavondclub, viel het met die gelijkheid wel mee. 'Op de practica-dagen en op zijn seminarie-avonden kon hij soms heel gezellig en openhartig over zijn eigen levenservaringen spreken. Door onze grenzeloze verering van zijn figuur en angst voor zijn onbegrensde machtspositie in de universitaire wereld bleef er toch een grote afstand', vertrouwde hij op gevorderde leeftijd een collega toe.⁴⁰⁸ Ook was volgens hem de stemming lang niet altijd zo gemoedelijk: 'Hugo de Vries kon onbarmhartig scherp losbranden om een kleine fout of nalatigheid'. Over personen kon hij zich plotseling heel boos maken, ook over personen waarvan de studenten en assistenten meenden dat ze goed bij hem stonden aangeschreven. 'Dat is een domme man, wat die schrijft lees ik niet', riep hij dan bijvoorbeeld. Maar soms had de schrijver het werk zelf al gedaan: 'Ein jeder blamiert sich selbst am besten', was een gevleugelde uitspraak. Op het practicum liet hij blijken de studenten maar 'luie stumpertjes' te vinden en 'als die in hun onnozelheid ook eens een onrijpe mening hardop uitten, ze vol verach-

ting de rug toekeerde en niet meer een blik waard vond'. Wat Heimans overigens achteraf, gelet op De Vries' eigen 'bovenmenselijke prestatie aan experimenteel peuterwerk' in de jaren tachtig, heel goed kon begrijpen. Degenen die door 'de banbliksem van Hugo de Vries' waren getroffen werden nogal eens opgevangen door Verschaffelt, 'bij iedereen geacht wegens zijn bescheidenheid en hulpvaardigheid'. En ook Wies deed bij haar echtgenoot nog wel eens een goed woordje voor een in ongenade gevallen student. De verhouding met Verschaffelt was volgens Heimans overigens zo slecht dat die 'hun beider leven (en onze studententijd) vergalde'. Verschaffelt kwam eens de practicumzaal binnen om iets in een boek op te zoeken. 'Hugo de Vries riep opeens over de groep practicanten heen: "Verschaffelt, ik wou dat je hier niet binnenkwam als ik bezig ben". Verschaffelt was toen al jaren ordinarius naast Hugo de Vries'. Wat Verschaffelt over De Vries dacht mag enigszins blijken uit de opmerking die hij ooit tegenover Heimans maakte: 'Verwacht jij van hém dan ooit iets anders dan opzettelijke leugens?'⁴⁰⁹

Docters van Leeuwen had eveneens uiteenlopende ervaringen met De Vries zoals blijkt uit zijn herinneringen aan de excursies die hij met hem maakte. 'Soms waren ze gezellig genoeg, dan tapte professor moppen en we kwamen er wat beter in. ... Ik herinner me nog een excursie met de vroege boot naar Aalsmeer. Halverwege werden wij afgezet en het regende en het bleef regenen. De tocht eindigde in een café, waar we ons met potspelen op het biljart vermaakten. Professor deed ook gezellig mee'. Maar hij herinnerde zich ook een lange, warme tocht waarbij De Vries al bij het begin uit zijn humeur was. 'De stemming zakte voortdurend en we liepen verder en werden warmer en warmer. Eindelijk tegen koffietijd kwamen wij bij een café en allen verheugden zich reeds op een koel glas bier. Professor merkte dit wel, maar vroeg aan het enige meisje: "En heeft u behoefte om wat te rusten?" "Nee, professor, ik ben nog niet moe". "Nu, dan gaan we maar weer verder", zei professor. Wij giftig, maar er was niets aan te doen'. Na nog enkele uren lijden ging het gezelschap eindelijk met de trein terug naar huis. 'Professor reisde eerste klasse, wij derde klasse'. Ook volgens Docters van Leeuwen bleef ondanks de gezellige omgang die er regelmatig was toch een afstand tussen hoogleraar en studenten: 'De meesten hadden een heilige vrees voor hem en bleven liefst zo ver mogelijk uit zijn buurt'.⁴¹⁰

Nu was er ook vaak geen mogelijkheid voor de studenten een goed contact met De Vries op te bouwen omdat hij een groot deel van de dag onzichtbaar was, aldus Stomps in een lezing voor de vereniging van Amsterdamse biologiestudenten CONGO in 1948, ter gelegenheid van de honderdste geboortedag

van zijn leermeester. “s Morgens was professor De Vries voor iedereen onbereikbaar en zat hij op zijn kamer thuis te werken, slechts even naar den Hortus overlopend als hij een college moest geven. Precies om kwart voor één werd er koffie gedronken en dan nam hij rust tot twee uur, tenminste, sinds ik hem in 1903, toen hij al 55 jaar was, leerde kennen. Dan kwam hij naar den Hortus en liet zich gaarne even op de practica zien, ’s winters vooral. Want als de proeftuincampagne begonnen was, liet hij deze aan zijn assistenten over en was ook ’s middags ongenaakbaar. Precies om kwart voor zes werd er gegeten en daarna kon men hem vanuit het lab weer elken avond op zijn kamer zien werken’.⁴¹¹

Volgens Stomps was De Vries ‘een man van groote sympathieën en antipathieën’. Hij was iemand die ‘aan sommige menschen dadelijk het land had, terwijl anderen geen kwaad bij hem konden doen, waarbij nog kwam dat hij ook tegenover zijn beste vrienden soms zeer pijnlijke opmerkingen kon maken’. Zo kreeg een student bij de ontvangst van zijn kandidaatsbul te horen: ‘Hier is het diploma, maar de commissie geeft u den raad nu maar met de studie uit te scheiden, want voldoende hersens hebt ge niet’. De student vertrok naar een andere universiteit, beëindigde daar zijn studie en klom op tot een hoge positie. Een promovendus kreeg te horen: ‘Uw studie was niet veel bijzonders, de dissertatie doet de deur toe, maar enfin, hier is uw doctorsbul’. Studenten die deftig deden konden het bij De Vries meteen vergeten. ‘Deftigheid dient slechts om ledigheid te verbergen’, meende hij. Aan een smoking had hij een hekel, en zo gauw het kon gingen boord en manchetten af. ‘Bij hem moest men jong zijn, vroolijk, enthousiast, open, dat wekte hem op in zijn eenzaam leven van stoeren werker. Zoo mag ik het zeggen, want eenzaam heeft hij zich gevoeld, ondanks de goede fee die mevrouw De Vries voor hem is geweest. Dat heeft hij mij zelf vaak gezegd: een groote eenzame, als gevolg van het vreeselijke werken’. Ook bekeek De Vries zijn medemensen vaak met een flinke portie wantrouwen, aldus Stomps. ‘In mijn jonge jaren verdedigde ik eens tegenover hem de stelling dat de mensch lief en goed is. Nooit zal ik zijn antwoord vergeten. “De mensch lief en goed?”, zei hij. “De wereld is zóó gemeen, dat, als ze kans zagen, dan zouden ze zelfs mij nog trachten mijn baantje afhandig te maken”’.⁴¹²

Volgens Heimans was De Vries een gecompliceerde persoonlijkheid wiens gedrag een opvallende gespletenheid vertoonde: ‘Ontwapenende hartelijkheid tegen de een, en tegelijk fulminerende agressiviteit tegen een ander’. Studenten en assistenten werden ‘telkens weer gefrustreerd door de tegenstelling tussen de stralende, ontwapenende vriendelijkheid voor buitenlanders en in brieven, tegenover de vernietigende, en voor hen vaak fatale, af-

straffing van ook zijn beste leerlingen, om ogenschijnlijk futiele redenen'. Door zijn onberekenbaarheid 'ontstond er om hem heen een sfeer van onbehagen, op z'n minst van onzekerheid, ook bij degenen die hem vereerden en hem nastonden, zelfs bij zijn eigen kinderen. De weinigen die hem door dik en dun verdedigden, zoals onder anderen Stomps, kwamen in verdenking van schijnheiligheid. Ten onrechte! Hugo de Vries wás voor hun anders. Ook dit niet uit schijnheiligheid, hoogstens gespletenheid'. Heimans verklaarde De Vries' sterk wisselende oordelen over zijn studenten (en zijn collega's) uit het feit dat hij van hen dezelfde inzet en hetzelfde enthousiasme verwachtte als hij zelf had: 'Moeilijk en veeleisend tegenover zichzelf, scherp kritisch in zijn eigen werk, was hij ook meedogenloos kritisch tegenover anderen. Vaderlijk en geduldig voor de enkelen die zijn volle sympathie wisten te verwerven, maar ook onbarmhartig scherp in zijn oordeel tegenover degenen wier persoon of werk hij meende niet te kunnen waarderen, heeft hij zeker wel vaak ook de beste van zijn leerlingen en collega's van zich vervreemd'. Het conflict met student Klaas Tjebbes is eerder al beschreven. Een tweede slachtoffer zou student Arend Hagedoorn zijn geweest. Hij werd volgens Heimans 'in een woedebui' weggejaagd met de woorden: 'Jij moet mijn boekje *Pangenesi*s nog maar eens lezen, daar heb je niets van begrepen!'. Hagedoorn vertrok naar Amerika, zette zijn studie voort in Berkeley en promoveerde bij Jacques Loeb. In tegenstelling tot Tjebbes was hij later niet rancuneus tegenover De Vries en bewonderde hij hem om zijn wetenschappelijke prestaties.⁴¹³

Ook Mia Boissevain, die na een jaar als toehoorder colleges van De Vries gevolgd te hebben zich in 1896 inschreef voor de K IV-opleiding, vielen de tegenstrijdigheden in De Vries' karakter op. Zij weet dit aan het ingewikkelde en vernieuwende van zijn werk. 'De Vries had een grote eenvoud en kameraadschappelijkheid in de omgang, maar wie hem beter leerden kennen ontdekten op den duur vreemde kanten aan zijn karakter. Hij had een sterke emotionele natuur, zijn eigen nieuwgewonnen inzichten beroerden hem innerlijk heftig. Hij had niet de olympische kalmte die men bij geleerden verwacht. Ook zijn leerlingen ondervonden dikwijls de eigenaardigheden van zijn wisselend temperament. Het leek wel alsof zijn geestelijke energie geheel werd opgeëist door zijn werk, wat daarbuiten viel prikkelde en hinderde hem. Dit gaf aan zijn omgang een onzeker element, waardoor velen teleurgesteld werden die de geleerde in hem zijn blijven vereren'.⁴¹⁴ Een onbekende omschreef in 1923, ter gelegenheid van De Vries' 75ste verjaardag, het aldus in zijn herinneringen: 'Hij had groote waardering voor betoonde verdiensten en kon zijn gunst dan met volle handen geven, maar duldde toch ook dan niet de minste nonchalance in

die formaliteiten, die hij voor noodzakelijk hield. Een enkele overtreding, hoe onschuldig ook bedoeld, kon iemand onherroepelijk in ongenade brengen'.⁴¹⁵

Ondanks De Vries' moeilijk grijpbare sympathieën en soms fatale afstraffingen werd hij door zijn studenten toch wel eens in de maling genomen. Toen tijdens een excursie De Vries aan een student gepikeerd vroeg of hij geen planten verzamelde, antwoordde die: 'Nee, professor, dat vind ik zo nutteloos'. Even later merkte De Vries dat de student toch planten in zijn tas stopte. 'Waarom doe je dat?', vroeg hij. 'Die plant ik in mijn tuintje' antwoordde de verzamelaar, die op een bovenkamertje in de Pijp woonde.⁴¹⁶ Studente Julia van Bork stak in een sinterklaasgedicht eens de draak met De Vries' onbedwingbare behoefte om chocolade te snoepen. Zij liet hem in het gedicht zelf aan het woord:⁴¹⁷

Op practicum, college of vergadering,
 Heb ik steeds in mijn zak een verzameling,
 Van stukjes chocolaad met zilverpapier,
 Soms ook vermengd met *Oenothera*'s en stukjes wier.
 Wanneer ik zin heb aan een stukje daarvan,
 Let maar goed op, dan leer je ervan,
 Dan steek ik heel gewoon mijn hand in die zak,
 Met een gezicht very common en strak,
 Strijk dan over mijn snor, alsof die in disordre was,
 En 't feit is volbracht, is dat niet kras?

Het gedicht begeleidde een zelfgemaakte zakdoek, een verwijzing naar een ongelukje dat eens bij het stiekeme snoepen was voorgevallen:

Maar laatst, 't is al een jaar geleden,
 Is er midden in het college een stuk uit mijn zak gegleden.
 't Viel gelijk met het uittrekken van mijn zakdoek op de grond,
 En van schrik hield ik een oogenblik mijn mond.

Van Bork hoopte dat haar gedicht in goede aarde zou vallen:

Weet u wie dit voor u heeft bereid?
 't Is een akelige, ondeugende meid,
 Die veel van een grapje houdt,
 En hoopt dat u het ook zo beschouwt.

De Vries kon het grapje inderdaad wel waarderen. Hij antwoordde de dichteres met een eigen versje waarin hij duidelijk maakte haar helemaal niet ‘akelig’ maar juist ‘smakelijk’ te vinden:

Om je zenuwen in bedwang te houën,
 Doe je 't best, wat chocolade te kauwen.
 Want anders ga je maar drinken of rooken,
 Of je laat je hartstochten vrij opkoken.
 Fataal is het als een ander het ziet,
 Want dan probeer je, maar je kunt haast niet.
 En als het een meisje is, dan gaat ze je plagen,
 En spot maar vrij met je kauwbehagen.
 Maar wacht maar, ze loopt er toch nog in,
 Met haar onderteekening.
 Want alles is hartelijk wat ze zeijt,
 Maar aan 't slot komt deze openhartigheid:
 “Wie heeft u dit grapje nu bereid?
 't Is een smakelijke, ondeugende meid.”

Slimme meisjes en knappe jongens

Met De Vries' onvoorspelbare karakter enerzijds en de hiërarchische verhoudingen tussen hoogleraren en studenten anderzijds is het goed te begrijpen dat Julia van Bork hoopte dat haar grapje goed viel. Of was er misschien nog een andere reden voor haar bezorgdheid? Volgens Jacob Heimans had De Vries een ‘ongeveinsde afkeer’ van meisjes die studeerden.⁴¹⁸ Ook enkele recente onderzoekers hebben geconcludeerd dat De Vries weinig ophad met vrouwelijke studenten.⁴¹⁹ Zij hadden geen weet van Heimans' uitspraak maar baseerden hun conclusie op berichten over de ervaringen van Johanna (Hans) Westerdijk, die in de jaren 1900-1904 studeerde, en Tine Tammes, die in 1899 drie maanden bij De Vries werkte. Westerdijk, die de K IV-opleiding volgde, werd volgens eigen zeggen bij haar komst op het laboratorium door De Vries niet toegelaten tot het practicum. Ze week uit naar het Fytopathologisch Laboratorium elders in de stad, waar zij de aldaar aan zijn proefschrift werkende C.J.J. van Hall kende. Toen Westerdijk haar ‘zonde’ aan het einde van het collegejaar aan De Vries vertelde zou die droogjes gezegd hebben dat ze nu het tweedejaars-practicum kon gaan volgen. Echter: ook Westerdijks collega-eerstjaars mochten geen practicum volgen. En Van Hall herinnerde zich haar komst op het Fytopathologisch Laboratorium heel anders: Westerdijk kwam

bij hem werken omdat ze op De Vries' practicum was uitgekeken.⁴²⁰ Later in haar studie, bezig met haar afsluitende onderzoek, zou ze zich er eens over verbaasd hebben dat haar schimmelcultures steeds mislukten. Op een avond liet ze zich insluiten in het laboratorium en ontdekte ze de oorzaak: ze zag hoe De Vries de deksels van de petrischalen oplichtte en daarmee de kweekfels bedierf. Op haar vraag waarom hij dat deed antwoordde de betrapte De Vries dat hij niet wilde dat een vrouw bij hem zou afstuderen. Maar nu moest dat toch maar gebeuren: ze kon de volgende dag bij hem tentamen doen (alle tentamens waren individueel en mondeling) en hij zou haar laten slagen zodat hij toch van haar af zou zijn. Dit verhaal werd in 1980 voor de eerste keer opgetekend uit de mond van iemand die beweerde het zelf van Westerdijk gehoord te hebben.⁴²¹ Aan de juistheid ervan moet echter getwijfeld worden. Een halfjaar na haar afstuderen beval De Vries haar namelijk aan voor de positie van directeur van het Fytopathologisch Laboratorium met de woorden: 'Zij is een van onze beste leerlingen, stil en degelijk en met een goed verstand. Zij heeft zeer veel gewerkt, vooral met het microscoop en al heeft zij nog geen plantenziekten bestudeerd, toch acht ik haar voor dat werk zeer goed onderlegd'.⁴²² Niet alleen was hij dus zeer positief over haar, maar hij probeerde haar ook een belangrijke functie te geven. Het bestuur van het laboratorium meende met De Vries dat zij de beste kandidaat was, maar vond een promotie noodzakelijk. Na haar K IV-diploma gehaald te hebben was Westerdijk vertrokken naar de universiteit van München waar ze onderzoek was gaan doen aan levermosen. Aangezien ze geen gymnasiumdiploma had kon ze daar niet promoveren. Ze stapte daarom over naar de universiteit van Zürich waar dat wel mogelijk was, promoveerde er acht maanden later en kwam terug naar Amsterdam.⁴²³ In 1917 werd ze (naast het directeurschap) buitengewoon hoogleraar fytopathologie in Utrecht (waarmee zij de eerste vrouwelijke hoogleraar in Nederland werd) en in 1930 werd ze in diezelfde functie benoemd in Amsterdam. Afgezien van zijn weigering om haar aan het practicum deel te laten nemen heeft Westerdijk in haar publicaties nooit iets negatiefs over De Vries verteld, integendeel: bij haar pensionering dankte ze hem publiekelijk voor de aanbeveling van destijds. Maar buiten het oor van een groot publiek liet ze zich niet altijd even vriendelijk over De Vries uit. In brieven uit 1918 noemde ze hem spottend een 'edele ridder' die zich had teruggetrokken op 'zijn landgoedje' in Lunteren, en een 'slang'.⁴²⁴ Tegen een collega zou ze eens gezegd hebben: 'Ik walgde van hem'.⁴²⁵ En toen in 1931 Westerdijk haar 25-jarig jubileum als directeur vierde schreef ze aan Went, voorzitter van de stichting die het laboratorium beheerde, dat ze graag had dat De Vries niet op het feest zou komen:

‘Het gezicht van De Vries is voor mij zóó iets antipathieks dat het mijn geheel- en dag zou bederven. Dit is mogelijk ziekelijk, maar het is zoo’.⁴²⁶

Tine Tammes, het andere vermeende slachtoffer van De Vries’ vrouwonvriendelijkheid, had zich in 1890 ingeschreven aan de universiteit van haar geboortestad Groningen voor de onderwijsakte natuurkunde, scheikunde en kosmografie (‘K III’). Na haar examen had ze gewerkt als lerares natuur- en scheikunde, maar was teruggekeerd naar de universiteit voor het behalen van de akte K IV. De Vries was een van haar examinatoren en toonde zich toen uiterst welwillend tegenover haar.⁴²⁷ Willem Moll was erg enthousiast over haar en probeerde haar carrière een meer academisch karakter te geven. Hij benoemde haar tot zijn assistente, liet haar chemisch-fysiologisch onderzoek doen en vroeg eind 1898 aan De Vries of zij enkele maanden bij hem kon werken. Moll kleedde zijn verzoek voorzichtig in, want hij voorzag problemen: ‘Ik weet wel dat je er niet zoo heel erg op gesteld zijt een dame voor onderzoek op bezoek te hebben’, schreef hij zijn vriend, ‘maar ik geloof dat je dit erg mee zal vallen; zij kan zeer goed op zichzelf werken en haar eigen weg gaan, zoodat ik er zeker van ben dat je geen last van haar zult hebben’.⁴²⁸ De Vries reageerde inderdaad niet enthousiast: ‘Wat mejuffrouw Tammes betreft heb ik wel erge bezwaren tegen uw voorstel, maar als ge het wilt, zal ik het natuurlijk doen’. Hij wilde echter wel precies weten wat Moll en Tammes van het verblijf verwachtten. ‘Het zal mijns inziens erg tegenvallen’.⁴²⁹ In plaats van te veronderstellen dat De Vries geen onervaren, incapabele vrouw op bezoek wilde hebben⁴³⁰ lijkt het meer voor de hand te liggen te concluderen dat hij er tegenop zag nog een extra leerling in huis te krijgen. Er had zich dat studiejaar een ongewoon groot aantal studenten plant- en dierkunde aangemeld. Daarbij kwam nog dat Tammes zich bezighield met een vakgebied dat De Vries reeds lang achter zich had gelaten. ‘Gemicroscopieerd heb ik in geen tien jaren, en doctorandi die dit deden heb ik in dien tijd niet gehad’, waarschuwde hij Moll. ‘Zij zal dus zeer weinig in orde vinden’.⁴³¹ Het antwoord van Moll (en Tammes) ontbreekt, maar het lijkt erop dat zij De Vries ter wille zijn geweest door hem zelf het onderwerp voor het onderzoek te laten kiezen: Tammes onderzocht het verschijnsel dat monstrueuze planten hun kenmerkende eigenschappen nauwelijks vertonen in de eerste en laatste fasen van hun leven maar voornamelijk in de periode daartussenin, de periode dat zij het krachtigst groeien. Een microscoop was daarbij niet nodig. De Vries publiceerde in 1899 zelf twee artikelen over het onderwerp en zat er op het moment van Molls verzoek dus middenin.⁴³² Na haar verblijf in Amsterdam zette Tammes haar onderzoek in Groningen voort. De resultaten werden in de jaren 1903-1904 gepubliceerd door onder andere de

prestigieuze Akademie van Wetenschappen.⁴³³ De Vries was zeer over Tammes' werk te spreken: al voordat de resultaten gepubliceerd werden, verwees hij er naar in *Die Mutationstheorie*.⁴³⁴

Net nadat Tammes bij De Vries was komen werken werd haar een baan aangeboden bij het Fytopathologisch Laboratorium door de directeur Ritze-
ma Bos. De vertegenwoordiger van de regering in het laboratoriumbestuur (het laboratorium kreeg jaarlijks f 7000 overheidssubsidie) blokkeerde haar benoeming echter met zijn vetorecht. Tammes zou de directeur bij diens afwezigheid moeten vervangen en bij bezoeken aan kwekerijen de te velde staande gewassen moeten inspecteren, werkzaamheden die hij voor een vrouw niet geschikt vond. Moll schakelde De Vries in voor hulp, maar die kon weinig doen: hij was net uit het bestuur van het laboratorium gestapt. Het bezwaar kon hij zich overigens goed voorstellen: 'Ik heb dit eenmaal in guur weer gedaan en 't is ellendig werk'. Niettemin hoopte hij dat men niemand anders zou vinden en dat Tammes toch aangenomen zou worden.⁴³⁵ De benoeming ging echter niet door.

De stage bij De Vries had grote gevolgen voor Tammes' carrière. Zij bleef zich bezighouden met variabiliteit en erfelijkheid en werd (door de niet aflatende inzet van Moll) in 1919 benoemd tot buitengewoon hoogleraar in deze twee vakken aan de universiteit van Groningen. Zij was de tweede vrouwelijke hoogleraar in Nederland.⁴³⁶

Westerdijk en Tammes waren zeker niet de enige vrouwen die van De Vries' steun profiteerden. In de jaren 1896-1898 was Reino Leendertz, na het behalen van haar K IV-diploma, zijn assistente. Zij ordende het herbarium van de Hortus, controleerde de determinaties, stelde de zaadlijsten voor de ruil met andere tuinen samen en maakte een gedrukte catalogus van de tuincollectie. In 1901 gaf De Vries aan Went een hartelijke aanbeveling van haar: 'Een eigenlijk wetenschappelijk onderzoek heeft zij echter nooit gedaan; daartoe heeft zich de gelegenheid niet voorgedaan, doch acht ik haar daartoe zeker voldoende bekwaam en voorbereid. Wat haar karakter betreft is zij zelfstandig, maar daarbij zacht, aangenaam en gemakkelijk in den omgang en zeer beschaafd. Wij zagen haar met veel genoegen van tijd tot tijd bij ons aan huis'.⁴³⁷ Bessie Palmer, zijn assistente tijdens de Summer Sessions in Berkeley, hielp hij graag met het opzetten van een eigen proeftuin achter haar huis door haar allerlei zaden te sturen, adviezen te geven en over zijn eigen werk te vertellen. Op haar (nooit gerealiseerde) plan naar Amsterdam te komen om onderzoek te doen reageerde hij positief.⁴³⁸ Van de Club van Tien waren drie studentes lid: Annie Buekers, Suze Ronner en To Sluiter. Zij deden net zo goed mee met de refer-

eeravonden en excursies als hun mannelijke collega's. Alledrie volgden ze de opleiding voor de akte K IV. Promoveren bij De Vries was voor hen dus niet mogelijk. Buekers echter maakte onder zijn supervisie een vierde deel van het *Leerboek der plantenkunde* dat hij met Oudemans had geschreven, namelijk een beknopte handleiding voor de plantensystematiek, speciaal bedoeld voor de studenten in de medicijnen en farmacie.⁴³⁹ Suze Ronner maakte onder leiding van De Vries een vertaling van *Experiments with plants* van W.J.V. Osterhout.⁴⁴⁰ Zij trouwde in 1908 met mede-clubgenoot Johan Geerts, die ze al voor haar studie had leren kennen.⁴⁴¹ Geerts promoveerde in 1909 bij De Vries die meende dat er eigenlijk van een dubbele promotie sprake was. Tijdens de plechtigheid zei hij tegen Suze: 'Het spijt mij dat de wet niet toelaat aan u, mevrouw, ook een doctorsbul te verlenen, daar u geen eindexamendiploma hebt, anders zou ik dat op grond van wat u aan uw mans onderzoek bijdroeg gaarne hebben gedaan'.⁴⁴² Buekers en Ronner publiceerden ook in het *Album der Natuur*, waarvan De Vries een van de redacteurs was.⁴⁴³ Sluiter ten slotte vertrok na haar diploma behaald te hebben naar Zürich, waarschijnlijk voor promotieonderzoek. Ze werkte er samen met Johanna Westerdijk die ze kende van de middelbare school. Na haar terugkeer uit Zürich (zonder proefschrift) werkte ze bij het Fytopathologisch Laboratorium.⁴⁴⁴

Wanneer De Vries inderdaad grote bezwaren tegen studerende vrouwen gehad zou hebben, dan zal hij het met Ronner en Sluiter trouwens kwaad te stellen gehad hebben. Ronner was (net als haar echtgenoot) een voor haar tijd typische sociaaldemocraat: lid van de SDAP en sympathiserend met de geheelonthouding, de 'reinleven-beweging', de natuursport en de gedachte dat man en vrouw volkomen gelijkwaardig zijn.⁴⁴⁵ Sluiter verzorgde op de tentoonstelling 'De Vrouw 1813-1913', georganiseerd door een groot aantal vrouwenorganisaties ter gelegenheid van de honderdste verjaardag van het Koninkrijk der Nederlanden, de afdeling 'De vrouw in het laboratorium' waarin werd getoond wat vrouwen al hadden betekend en nog zouden kunnen betekenen in de natuurwetenschappen. In de revue 'De Eerste Vrouw' die door Westerdijk en haar vriendinnen werd opgevoerd ter gelegenheid van haar benoeming tot hoogleraar speelde Sluiter een hoofdrol.⁴⁴⁶

Ook van de Woensdagavondclub waren studentes lid, waaronder De Vries' dochter Eva die de K IV-opleiding volgde.⁴⁴⁷ Een heel erg enthousiaste studente lijkt Eva niet geweest te zijn. Echte belangstelling voor plantkunde had ze pas enkele jaren na het behalen van haar hbs-diploma gekregen en ze deed er bijna tien jaar over om haar K IV-diploma te halen. In 1914 vertrok ze naar Zürich waar ze promoveerde (in 1919) en een echtgenoot vond.⁴⁴⁸ Of De Vries zijn

dochter heeft gestimuleerd om plant- en dierkunde te gaan studeren is niet bekend, noch hoe hij zich tegenover haar opstelde. Volgens Heimans deelde Eva in De Vries' antipathie tegen studentes. 'Op de vlucht voor haar vader' werd ze volgens hem assistente bij diens collega Verschaaffelt.⁴⁴⁹ Anderzijds is zeker dat De Vries zijn dochter enkele keren mee op reis nam en dan voorstelde aan collega-botanici (net als zijn vrouw overigens) en dat hij Eva, toen zij in 1911 de Amsterdamse hoogleraar zoölogie Max Weber en diens vrouw Anna van Bosse ging assisteren, een microscoop cadeau deed.⁴⁵⁰ In 1912 werd Eva redactrice van de nieuwe Nederlandse uitgave van Darwins verzamelde werken. Het project kwam niet verder dan een nieuwe editie van de *Origin of species*, 'opnieuw bewerkt en met aantekeningen voorzien door Eva de Vries, met medewerking van Hugo de Vries'.⁴⁵¹

Buiten zijn laboratorium had De Vries eveneens steeds met vrouwen te maken en ook daar maakte hij hen zonder merkbare tegenzin deelgenoot van zijn kennis. De cursussen over botanische onderwerpen die hij van 1898 tot en met 1914 elke winter gaf voor de Maatschappij Diligentia in Den Haag werden voornamelijk gevolgd door vrouwen, onder wie zijn moeder. Van zijn publicaties gaf hij haar en zijn vrouw steeds een exemplaar. Ook het publiek tijdens de twee Summer Sessions in Berkeley bestond voornamelijk uit vrouwen. De geëmancipeerde Amerikaanse vrouwen, die De Vries niet alleen studierend in de collegebanken zag maar ook werkend op bijvoorbeeld de veerboten en in de treinen, bekeek hij met verbazing maar zeker niet met afkeuring. Al vond hij het duidelijk jammer dat hij hen zijn Europese hoffelijkheid niet kon tonen. 'Zij gedragen zich meer als de gelijken van de mannen dan bij ons, en verwachten dan ook niet die vele kleine opmerksaamheden die wij hen bij ons zo gaarne geven', schreef hij in zijn eerste reisboek. Maar daar zat ook een voordeel aan. 'Zo was het mij natuurlijk onmogelijk alle dames die zich op mijn college aan mij lieten voorstellen van naam en aangezicht te onthouden. Maar in de tram en op straat verwachten zij niet dat men hen 't eerst groet en spreken u dus aan, zodat u dan weet dat u hen kent'.⁴⁵²

Al het voorgaande overziend lijkt het erop dat het voor De Vries geen enkel probleem was dat vrouwen gingen studeren, promoveerden en als bioloog werkten bij een laboratorium of universiteit. Als ze intelligent waren, enthousiast meededen en zich serieus aan hun studie wijdde, waren ze bij hem welkom. Volledige gelijkheid van man en vrouw lijkt hem echter te ver te zijn gegaan. Dochter Eva had sympathie voor de vrouwenbeweging en assisteerde in 1908 bij een internationaal congres over vrouwenkiesrecht, 'though at present I am not one of those that think it necessary for our happiness', schreef ze miss

Palmer. 'Of course, I need not tell you that my father is against women's suffrage! I dare say, you know enough of his character to know that too! But fortunately, he is liberal enough to let me see as much of the congress as I like'.⁴⁵³ Ook lijkt De Vries tegen benoemingen van vrouwen in hoge academische posities geweest te zijn. Toen Heimans in 1917 De Vries vertelde dat Johanna Westerdijk benoemd zou worden tot buitengewoon hoogleraar zou hij gereageerd hebben met: 'Wat zeg je me nou, kunnen tegenwoordig de meisjes ook al professor worden? Dan wordt het tijd dat ik doodga!' 'Dit is natuurlijk een onschuldige ontboezeming', aldus Heimans veel later, 'maar wel typerend'.⁴⁵⁴ Westerdijk werd een jaar later genoemd als een van De Vries' mogelijke opvolgers. Haar aanstelling zou op zijn veto zijn gestuit.⁴⁵⁵ Wellicht was De Vries' houding ten opzichte van geleerde vrouwen gelijk aan die van zijn collega-hoogleraar voor zoölogie C.P. Sluiter. In diens rectorale rede uit 1908 stelde Sluiter dat de vrouw op de universiteit van harte welkom is, maar tevens sprak hij de hoop uit dat ze 'haar hoofdvoering in dit leven', namelijk moeder en echtgenote zijn, niet zou vergeten. Een gestudeerde vrouw is 'voor den ontwikkelden man de meest gewenschte levensgezellin', maar mag nooit zijn concurrent zijn. Kortom: studeren mag, maar met de studie in de praktijk brengen moet ze terughoudend zijn.⁴⁵⁶ Sluiter kende het verschijnsel van de studerende vrouw van dichtbij: To Sluiter, die bij De Vries studeerde, was zijn dochter en hij had een schoondochter die was gepromoveerd in de medicijnen. Voor een vrouw betekende een huwelijk toentertijd in vrijwel alle gevallen het einde van haar carrière buitenshuis. Voor de wetenschap was een man opleiden dus een betere investering. Zo is te begrijpen dat De Vries in september 1915 aan een Amerikaanse collega schreef dat hij niet gelukkig was met het vooruitzicht dat het komende studiejaar de collegebanken gevuld zouden zijn met een paar voor de dienst afgekeurde mannen en een behoorlijk aantal vrouwen.⁴⁵⁷

Heimans achtte het mogelijk dat De Vries' 'ongeveinsde afkeer' van studerende meisjes voortkwam uit zijn geaardheid: hij was ervan overtuigd dat De Vries homoseksueel was. De reden dat hij tegen sommige studentes wel vriendelijk was, was dat ze waren verloofd of getrouwd met een van zijn mannelijke studenten met wie hij goed kon opschieten, of dat hij op die manier poogde zijn geaardheid te camoufleren.⁴⁵⁸ Waarop de overtuiging van De Vries' homoseksualiteit gegrond was heeft Heimans voor zover bekend nooit geuit. De zeer hechte verhouding die De Vries (in Heimans' tijd als student en assistent) had met zijn student Theo Stomps kan meegespeeld hebben. Stomps' vader was onderwijzer in Amsterdam en bevriend met Thijsse en Jaspers. Via hen

werd Theo een gepassioneerde 'natuursporter' en de studie plant- en dierkunde was na de hbs een vanzelfsprekende keuze. 'In de hoogste mate onwijs', 'zwellend in natuurstudie' en 'onbevreesd voor wien ook', zoals hij later zou schrijven, betrad Stomps de universiteit, amper wetend wie De Vries was. Maar juist door zijn naïviteit viel hij spoedig op. Na het eerste college stapte Stomps op De Vries af om iets te vragen. Hij stelde zich voor en De Vries reageerde met: 'O, ben jij die Stomps'. Waarop de verraste student riep: 'Hè, kent u mij dan al?' Op een van de eerste practica wees De Vries een fout aan in Stomps' tekenschrift. Stomps hield vol dat hij gelijk had, De Vries zocht het na, en moest tot zijn verbazing in zijn student zijn meerdere erkennen. Stomps riep triomfantelijk: 'Dat wist ik toch ook wel, dat ik zoo'n ezel niet was om dat niet te weten'. De Vries deinsde onthutst achteruit, maar zei: 'Je had in elk geval gelijk, dus je mag heel wat tegen mij zeggen'.⁴⁵⁹ Al snel ontstond er een grote wederzijdse genegenheid. Stomps behoorde tot de uitverkorenen die de Club van Tien vormden (De Vries zou hem zelfs gevraagd hebben de oprichting te organiseren). Toen in juni 1904 Stomps' vader plotseling overleed bood De Vries hem de (betaalde) post van 'conservator herbarii' aan. Stomps hoefde daarvan geen gebruik te maken omdat een vriend van zijn vader zijn studie voor vier jaar financieel had veiliggesteld. In 1907, toen die steun ophield, werd hij (betaald) assistent en in 1909 alsnog conservator. De Vries ontfermde zich ook over de jongere broers van Stomps; hij hielp hen bij het huiswerk en maakte excursies met ze. Stomps genoot met volle teugen van zijn studie en zijn bevoorrechte positie. Maar het was niet alleen maar feest. Voor zijn promotieonderzoek zag hij zich gedwongen uit te wijken naar Bonn omdat, zoals De Vries in zijn toespraak bij de promotie memoreerde, hij 'de prooi [werd] van een ontrouwen vriend, van één die zich voor uw besten vriend uitgaf, maar die u, waar hij kon, belasterde en zwart maakte'.⁴⁶⁰ De Vries kwam enkele keren in Bonn langs om het onderzoek te volgen en samen maakten de twee uitstapjes in de buurt. De meeste studiegenoten van Stomps vertrokken na hun promotie naar Nederlands-Indië, maar De Vries hoopte dat Stomps in de wetenschap actief zou blijven. Een halfjaar na zijn promotie wist De Vries voor zijn leerling de positie van lector systematische botanie in Amsterdam te creëren en al enkele maanden later de positie van buitengewoon hoogleraar cytologie.⁴⁶¹

De Vries heeft in zijn leven vaker mensen onder zijn hoede genomen. Frans Meijer, zijn proeftuinassistent gedurende de jaren negentig, leidde hij persoonlijk op tot een bekwaam botanicus.⁴⁶² A.C.J. van Goor, een onderwijzer die graag plant- en dierkunde wilde studeren, werd tot proeftuinassistent be-

noemd zodat hij kon studeren en promoveren.⁴⁶³ Maar de aandacht die hij Stomps gaf was uitzonderlijk. Tegelijkertijd bleef er altijd een afstand tussen hen. Zo had De Vries de gewoonte om Stomps aan te spreken met 'jongetje'. Het nieuws dat Stomps benoemd was tot hoogleraar deelde De Vries hem mee met de uitroep: 'Jongetje, je wordt buitengewoon!' Dat jongetje wilde Stomps trouwens maar al te graag zijn en de rest van zijn leven blijven, schreef hij eens. Voor Stomps was en bleef De Vries 'professor', in brieven zelfs 'hooggeachte professor'. Hij putte zich uit in duizend excuses toen hij eens per ongeluk boven een brief 'beste professor' had geschreven.⁴⁶⁴ Zowel tijdens als na zijn studietijd onderzocht Stomps de mutaties bij *Oenothera*, net als zijn leermeester, maar dan vooral in de soort *biennis*. Zijn promotieonderzoek stond zelfs geheel los van het *Oenothera*-probleem. Hij onderzocht het gedrag van de chromosomen tijdens de celdeling en nam daarvoor *Spinacia oleracea* (Spinazie) als proefplant.⁴⁶⁵ Stomps ontwikkelde zich tot cytoloog-geneticus, terwijl De Vries meer evolutionist-geneticus was.

Ook over Stomps ging het gerucht dat hij homoseksueel was. Dat idee werd sterk gevoed door de dies-rede die hij in 1935 uitsprak als rector magnificus. Aan de hand van enkele voorbeelden liet hij zien hoe De Vries' mutatietheorie in een aantal vakgebieden buiten de biologie zijn nut bewijst. 'Ik had gedacht goed te doen nu eens niet een zeer wetenschappelijk thema te behandelen waarbij velen in slaap vallen, maar een thema dat ieder kan begrijpen en waardeer', verklaarde Stomps in een lezing ruim tien jaren later zijn aanpak. Op het gebied van de geneeskunde zou de mutatietheorie volgens Stomps een verklaring geven voor homoseksualiteit: de pangen die het geslacht bepalen kunnen door mutaties minder werkzaam zijn geworden of hun werking geheel hebben verloren. Homoseksualiteit is dus een eenvoudig te begrijpen biologisch verschijnsel, 'niets geheimzinnigs, niets schandelijks' en wie het treft verdient slechts medelijden omdat hij het stichten van een gezin moet ontberen.⁴⁶⁶ Stomps vertelde later dat hij zich voor homoseksualiteit was gaan interesseren tijdens de eerste jaren van zijn professoraat, toen een van zijn leerlingen vanwege zijn geardheid met justitie in aanmerking was gekomen. 'Toen was de belangstelling ontwaakt en toen zag ik meteen, in het licht van De Vries' stelling dat pangen met een verschillende graad van activiteit kunnen werken, ... wat de oplossing van dit probleem is'. Daarvoor had hij zich nooit met het onderwerp beziggehouden. 'Ik geef toe, het was een hypothese van een leek op een gebied dat hem vreemd was'.⁴⁶⁷ Stomps kreeg door zijn verdedigende betoog onder homoseksuelen een goede naam; zijn rede werd in tijdschriften nog een paar keer aangehaald en hij zou, 'zelf gelukkig

normaal aangelegd' zoals hij eens zei, nog enkele keren zijn sympathie laten blijken.⁴⁶⁸ Maar de kritiek op de rede, die nog een aantal controversiële uitspraken bevatte, overheerste. Door veel van zijn studenten en collega's werd Stomps al als tamelijk excentriek beschouwd en niet geheel voor vol aangezien. Zijn 'grijze' houding tijdens de Tweede Wereldoorlog deed hem de das om. Het College van Herstel, dat na de bevrijding het College van Curatoren tijdelijk verving, constateerde 'dat professor Stomps vóór, tijdens en na de bezetting karaktereigenschappen heeft geopenbaard welke aan het vertrouwen en het respect welke een hoogleraar bij zijn staf en zijn studenten behoort te genieten ten eenemale in de weg staan'. Het meende 'dat van meet af aan de benoeming van professor Stomps tot hoogleraar een fout is geweest'. Gebruikmakend van het Koninklijk Besluit van 10 oktober 1945 dat regelde dat een ambtenaar ontslagen kon worden wanneer 'zijn houding in verband met de bezetting zodanig [was] geweest dat hij in zijn betrekking niet [kon] worden gehandhaafd' kreeg hij in 1946 'ongevraagd eervol ontslag'.

Het gerucht dat De Vries homoseksueel was lijkt wijdverbreid te zijn geweest.⁴⁶⁹ Maar ook ging het gerucht dat hij op excursies 's avonds onder de ramen sloop en de meisjesstudenten begluurde bij het naar bed gaan.⁴⁷⁰ Ook over Stomps werden tegenstrijdige verhalen verteld. Schrijver Simon Vestdijk hoorde als eerstejaars student geneeskunde zowel het verhaal dat men als mannelijk examinandus beter niet met Stomps alleen in één kamer kon vertoeven, als het verhaal dat hij in ruil voor zijn hoogleraarschap beloofd had de lelijke dochter van De Vries te trouwen (maar toen hij eenmaal hoogleraar was geworden had gedaan alsof hij van niets wist).⁴⁷¹ Trouwplannen heeft Stomps zeker gehad, maar voorzover bekend niet met Eva. In 1912 verloofde hij zich met Helene Loeber uit Hilversum. Toen zijn zeer vermogende aanstaande schoonvader beloofde het jonge paar jaarlijks financieel te zullen ondersteunen omdat hij ervan uitging dat Stomps als eenvoudig ambtenaar zijn dochter niet de luxe zou kunnen geven waaraan zij gewend was, verbrak Stomps verontwaardigd de verloving.⁴⁷² De rest van zijn leven (hij overleed in 1973 op bijna 88-jarige leeftijd) bleef Stomps vrijgezel.

Een aanbod uit Amerika

Bij zijn twee bezoeken aan Columbia University in New York had De Vries een goede indruk gemaakt, zo goed dat de universiteit hem in 1910 een positie als hoogleraar aanbood. De Vries ging serieus op het aanbod in. Maandenlang onderhandelde hij in het geheim met de president van Columbia, Nicholas Murray Butler, en bereidde hij zijn toekomstige werkzaamheden tot in detail

voor. Uiteindelijk ging de benoeming niet door. Wat de reden daarvan was is niet duidelijk, maar duidelijk is wel dat die reden al vanaf het begin een onoverkomelijk obstakel had gevormd. En dat doet de vraag rijzen of De Vries het aanbod werkelijk serieus heeft genomen of dat hij een gewiekst spel heeft gespeeld. Door het aanbod uit New York af te slaan kreeg hij namelijk in Amsterdam wat hij al jaren had gewenst: meer tijd en meer ruimte om onderzoek te doen.⁴⁷³

De positie die De Vries kreeg aangeboden was eerder bezet door Lucien Underwood; De Vries had hem bij zijn bezoek aan Columbia in 1904 zelf ontmoet. Overspannen geworden door zorgen en grote werkdruk had Underwood in 1907 zelfmoord gepleegd. Zijn overlijden was voor het bestuur van de universiteit aanleiding het Department of Botany grondig te reorganiseren. Het botanisch onderwijs en onderzoek was over een aantal instituten verspreid terwijl de New York Botanical Garden officieel niet tot de universiteit behoorde. Door alle botanische activiteiten samen te voegen hoopte men dat een sterke afdeling met internationale allure zou ontstaan. Als eerste stappen werden Nathaniel Britton, directeur van de Botanical Garden, en Carlton Curtis, associate professor en plaatsvervanger van Underwood, benoemd tot leden van de University Faculty of Pure Science. Vervolgens ging men op zoek naar een opvolger van Underwood die Columbia de gewenste glans zou kunnen verlenen. Er passeerden enkele namen van eminente Amerikaanse botanici de revue, maar door ernstig geldgebrek was het enkele jaren niet mogelijk actie te ondernemen. Pas in het voorjaar van 1910 konden de Trustees van de universiteit, met een groot legaat in het vooruitzicht, weer serieus over de opvolgingskwestie denken. Er werd meteen hoog ingezet. 'The suggestion has been made that we ought to secure for this chair one of the greatest living botanists, such, for example, as Hugo de Vries', schreef Butler aan Britton.⁴⁷⁴ Die reageerde enthousiast: 'It would be an ideal solution of the question'. Spontaan bood hij aan het verzoek persoonlijk aan De Vries mee te delen.⁴⁷⁵ Maar dat hoefde niet. Butler had namelijk een reis naar Europa gepland om zich te informeren over het universitair onderwijs in de oude wereld en had een ontmoeting met De Vries in zijn programma opgenomen.

Kort voor zijn vertrek lichtte Butler De Vries in over zijn komst en probeerde hij hem alvast gunstig te stemmen om het gesprek makkelijk te laten verlopen. 'Your academic duties would in such case be whatever you might choose to make them', schreef hij. Een groep gevorderde studenten en promovendi zou zich spoedig om hem heen vormen en de New York Botanical Garden stond hem ter beschikking. Als salaris zou hij \$ 7500 per jaar krijgen en na zijn

65ste verjaardag (wat over slechts drie jaar zou zijn) kon hij met pensioen gaan met een toelage waarbij geheel rekening zou worden gehouden met de dienstjaren die hij in Amsterdam al had opgespaard.⁴⁷⁶ Britton deed er nog een schepje bovenop: 'Please say to professor De Vries ... all the facilities of the New York Botanical Garden will be at his disposal', schreef hij aan Butler. 'Land, greenhouses and laboratories are immediately available and any special facilities that he would need from time to time can doubtless be supplied. We should probably also be able to supply him with funds for collecting any species that he might particularly need'.⁴⁷⁷ De Vries reageerde voorzichtig. Het idee met zijn Amerikaanse collega's samen te werken en geen beginnende studenten te hoeven begeleiden sprak hem ten zeerste aan, maar spoedig vertrekken was moeilijk, of eigenlijk: gewoon onmogelijk, zo antwoordde hij.⁴⁷⁸ Tijdens het gesprek dat De Vries een maand later had met Butler (in het luxueuze Amstel Hotel waar de *president* logeerde) benadrukte hij dat laatste nog eens. Pas over drie jaar, in juli 1913, zou hij willen vertrekken. Hij zou dan 65 zijn, recht hebben op een pensioen en zijn baan kunnen opgeven. Waarom hij zoveel waarde hechtte aan dat pensioenrecht is onduidelijk. Columbia bood hem immers precies hetzelfde recht aan. Of was het dat hij door vervroegd weg te gaan zijn pensioenrecht in Nederland grotendeels of zelfs geheel verspeelde, en dat hij zijn Amerikaanse pensioen zou verspelen als hij Amerika zou verlaten? Wilde hij, kortom, de mogelijkheid hebben om na enkele jaren terug te gaan naar Nederland, maar was hij bang dat hij bij terugkomst onvoldoende inkomen zou hebben en dus verplicht was de rest van zijn leven in Amerika te blijven? Uit een brief die De Vries enkele weken na het gesprek aan Butler schreefblijkt dat, zo er inderdaad een financieel probleem was, dit toch zeker niet het enige was: 'My view about not coming to Columbia before July 1913 is mainly based on family circumstances which, I fear, it is not in my power to change'. Overigens meende hij dat een spoedig vertrek om praktische redenen toch ook onmogelijk was: 'It would seem to me that at all events there will be so much preparatory work to do that it will hardly be possible to have matters ready before that time'.⁴⁷⁹ Maar Butler zag dat toch anders: 'I fear that would be an insuperable obstacle to the appointment. As I have already explained we are most anxious not to leave this chair vacant longer than the autumn of 1911'.⁴⁸⁰

Niettemin bespraken Butler en De Vries zowel tijdens hun persoonlijk treffen als in de brieven die zij in de weken die volgden met elkaar uitwisselden tot in detail wat er allemaal bij de opzet van een nieuw Department of Botany zou komen kijken. De Vries omschreef zijn eigen leeropdracht als 'heredity in connection with general physiology'. Hij zou zich voornamelijk met

onderzoek bezighouden, zowel dat van hemzelf als dat van de gevorderde studenten. Voor het onderwijs aan de beginnende studenten en voor representatieve taken wilde hij naast zich een hoogleraar erfelijkheidsleer. De afstand tussen Columbia University en de New York Botanical Garden was naar zijn mening namelijk zo groot dat het ondoenlijk zou zijn onderzoek en onderwijs in één hand te houden; het onderzoek onderbreken om heen en weer te pendelen leek hem niet gewenst. Verder wilde hij een assistent-hoogleraar plantenfysiologie (met assistent), drie assistenten voor in de proeftuin, een hoofdtuinman en enkele tuinlieden, een amanuensis-fotograaf en een timmerman om de experimentele opstellingen in de tuin en kassen in orde te maken (alles net als in Amsterdam). De proeftuin moest een oppervlakte krijgen van twee- tot drieduizend vierkante meter (De Vries' tuin in Amsterdam was slechts 600 m²; de Overtuin waar studenten en promovendi werkten 1200 m²) en moest voorzien worden van een laboratorium met kamers voor experimenten, colleges, practicum en voor berging van de collecties, werkruimten, etcetera. Bij het laboratorium moesten kassen en schuren komen alsmede een woning voor de hoofdtuinman. De kosten voor het draaiende houden van proeftuin en laboratorium schatte De Vries op \$ 6000 per jaar. Naast dit alles zou er nog een afzonderlijk laboratorium voor plantenfysiologie moeten komen.⁴⁸¹

Enkele dagen na zijn thuiskomst, op 2 november 1910, bracht Butler de hele kwestie naar voren in de gecombineerde vergadering van de Trustees en de Committee on Education van Columbia. Unaniem waren de aanwezigen van mening dat de wensen van De Vries alleszins redelijk waren en dat een spoedige benoeming niet alleen mogelijk maar ook wenselijk was; de vacature was lang genoeg onvervuld gebleven. De opmerking van De Vries dat hij pas in de zomer van 1913 wilde komen werd weggewuifd: óf hij kwam de volgende zomer, óf de benoeming ging niet door. Meteen na afloop van de vergadering liet Butler aan De Vries weten hoe de stemming was geweest.⁴⁸² De Vries begreep dat het menens was. 'I will give the question of coming next summer a most careful consideration and review all the difficulties which are in the way of doing so', schreef hij terug.⁴⁸³ Nog maar net had Butler die brief gelezen en een ontvangstbevestiging geschreven, of hij ontving van De Vries een telegram. Het bestond uit slechts één woord: 'Impossible'.⁴⁸⁴ Tien dagen later volgde een brief met de verklaring: 'I very much regret to be obliged to tell you that I have not found it possible to overcome the difficulties which are in the way of my leaving here next summer. As I told you at the Amstel Hotel, they are many and weighty and mostly of an intimate kind, springing from family

circumstances'.⁴⁸⁵ Butler had die brief niet afgewacht. Met Britton en het Comité on Education was hij het snel eens geworden over de andere kandidaat die hij op het oog had: professor Robert A. Harper van de universiteit van Wisconsin. Harper had maar enkele dagen nodig om met de voorgestelde positie akkoord te gaan. Per 1 juli 1911 trad hij in dienst, met een jaarsalaris van \$ 6000.⁴⁸⁶

Wat De Vries in zijn brief aan Butler niet vertelde was dat hij van het gemeentebestuur van Amsterdam, tevens bestuur van de universiteit, inmiddels enkele toezeggingen had gekregen die weliswaar nog niet in de buurt kwamen van alles wat Columbia hem had aangeboden, maar toch zijn positie zodanig zouden veraangenamen dat een vertrek naar New York minder aantrekkelijk was geworden. Na ontvangst⁴⁸⁷ van Butlers brief over de afloop van de vergadering van de Trustees en het onderwijscomité was De Vries naar de president-curator van de universiteit, tevens burgemeester van Amsterdam, gestapt om die van het aanbod op de hoogte te brengen. Die had hem niet zomaar willen laten gaan en een tegenbod gedaan: De Vries moest maar eens op papier zetten wat er moest gebeuren om de situatie in de Hortus zodanig te verbeteren dat hij zou blijven. De burgemeester had beloofd zijn best bij de wethouders en de raad te doen om die wensen in vervulling te laten gaan.⁴⁸⁸ Hoewel De Vries toch heel goed wist wat de problemen waren lijkt hij toch even met de mond vol tanden gestaan te hebben. Stomps vertelde vele jaren later dat De Vries bij hem te rade was gegaan wat te moeten vragen. Die zou toen voorgesteld hebben om, met het oog op het groeiende aantal studenten, het bestaande laboratorium flink uit te breiden. Op de plaats van de oude, bouwvallige palmenkas langs de Plantage Middenlaan, ingeklemd tussen twee kleine laboratoria (het ene in gebruik bij De Vries, het andere bij Verschaffelt), kon een nieuw gebouw komen met werkruimten en een grote collegezaal. De collegezaal in het gebouw op de hoek van de Plantage Middenlaan en de Nieuwe Herengracht, door de studenten veelzeggend 'de paardenstal' genoemd, was geheel ongeschikt. In de Hortus zelf zou een nieuwe palmenkas gebouwd kunnen worden, zoals een tiental jaren eerder trouwens al eens was gesuggereerd. 'Zoo, is dat je meening', zou De Vries geantwoord hebben. 'Ik heb altijd getracht de zaak zoo klein mogelijk te houden, dan heeft men veel tijd voor zijn wetenschappelijk werk. Maar goed, ik zal het vragen, maar jij krijgt alle zorgen te dragen'.⁴⁸⁹

Met het uitbreiden van de werkruimten zou hij bij het doceren en onderzoeken natuurlijk erg geholpen zijn, maar de hoeveelheid werk die De Vries moest verzetten zou hetzelfde blijven. Nu was hij al bezig geweest om daarin

verbetering te brengen. Nog in september had hij curatoren en B en W ervan overtuigd dat er een lector aangesteld moest worden om zijn colleges systematiek voor eerstejaars studenten plant- en dierkunde, farmacie en geneeskunde over te nemen. Op 31 oktober was die benoeming er ook werkelijk gekomen; Stomps was de gelukkige geweest.⁴⁹⁰ Met het verzoek van de burgemeester had hij zijn kans schoon gezien nog een stukje verder te gaan: naast een nieuw laboratorium had De Vries de aanstelling van een (derde) hoogleraar gevraagd. Die zou nog meer colleges van hem over kunnen nemen en bovendien de elk jaar meer dan honderd propedeusestudenten medicijnen en farmacie kunnen examineren. Ten slotte had hij nog een salarisverhoging voor zowel hortulanus Van Laren als zijn trouwe amanuensis Meyer (in dienst sinds 1878) gevraagd. Met dit verlanglijstje had De Vries zich weer bij de burgemeester vervoegd. Die had eerst maar eens opdracht gegeven uit te rekenen wat de wensen zouden gaan kosten.

Intussen had de redactie van het *Algemeen Handelsblad* lucht van de zaak gekregen. Na een tip van een zeer goed ingelichte bron (Stomps? De Vries zelf? de burgemeester?) was journalist David Manassen op donderdagavond 17 november spoorlags afgereisd naar Den Haag om van De Vries, die bij zijn moeder logeerde omdat hij zaterdag voor de maatschappij *Diligentia* een lezing moest geven, bevestiging van het verhaal te vragen. De Vries had de nieuwsgierige verslaggever van alle gewenste informatie voorzien, de hoogte van het salaris dat hij in New York zou krijgen inclusief. ‘Professor De Vries kan in Amsterdam alleen tevreden zijn over zijn proeftuin’, berichtte Manassen de volgende dag. ‘De gebouwen deugen absoluut niet. Een goed laboratorium en een goede collegezaal met de noodige ruimte zijn dringend noodig’.⁴⁹¹ Ook andere kranten waren vervolgens op de zaak gesprongen. ‘Ons land en de Amsterdamsche universiteit worden voor de zooveelste maal met het verlies van professor Hugo de Vries bedreigd en thans vreezen wij met groote vreeze dat ’t er toe komen zal’, had het *Nieuws van den Dag* geschreven.⁴⁹² Het *Handelsblad* was poolshoogte in de Hortus gaan nemen en had zich ‘van bevoegde zijde’ over de erbarmelijke situatie laten informeren. ‘Op het laboratorium van professor De Vries is het een echte ouderwetsche boel’, zo had men te horen gekregen. Op het practicum was maar plaats voor achttien studenten tegelijk zodat dertig tot veertig studenten medicijnen niet aan de lessen konden deelnemen. Met de verlichting was het er treurig gesteld. Een goede collegezaal, een aparte ruimte voor de kandidaatsstudenten plant- en dierkunde, een bibliotheekruimte en een museumzaal waren er allemaal niet. ‘Het komt ons voor dat het in de eerste plaats op den weg der gemeente ligt in dit alles te voorzien’, al-

dus de krant. Maar als de financiën ontbraken konden particulieren wellicht bijspringen. 'Wij zijn overtuigd dat heel wat Amsterdammers, Nederlanders in het algemeen, zouden willen meewerken om te doen wat in Amerika op zoo groote schaal geschiedt, namelijk helpen om een Nederlandsche universiteit zoo te voorzien van hulpmiddelen dat een man als Hugo de Vries er vindt wat hij noodig heeft voor de vrije ontwikkeling van al zijn krachten'.⁴⁹³ Dat het hier een zaak van nationaal belang betrof was meteen door andere kranten onderschreven. Het *Nieuws van den Dag* had gemeend dat 'geheel het vaderland' ervan overtuigd was dat geprobeerd moest worden De Vries voor Nederland te behouden.⁴⁹⁴ 'Wat beteekent het financieel offer dat hier gevraagd wordt tegenover den wensch die wel door geheel Nederland zal gedeeld worden dat een man als Hugo de Vries in zijn eigen land zal mogen blijven werken?', had *De Telegraaf* retorisch gevraagd.⁴⁹⁵

De krantenberichten waren niet onopgemerkt gebleven. Op verzoek van zijn studenten had De Vries in een speciaal college de zaak toegelicht.⁴⁹⁶ In de gemeenteraadsvergadering van woensdag 23 november had het raadslid Simons de vraag gesteld of het college bekend was met het dreigende vertrek. De burgemeester had laten weten dat hij inmiddels een wensenlijstje had ontvangen en ook inzage in de kosten had. Een nieuwe (buitengewoon) hoogleraar zou f 3000 per jaar kosten, de gevraagde salarisverhogingen voor hortulanus en amanuensis f 1500 per jaar en de bouw van een nieuwe kas en laboratorium was door Publieke Werken op f 100.000 begroot. De burgemeester meende dat de wensen van De Vries 'bescheiden' waren. De uitgaven voor nieuwbouw zouden bovendien uiteindelijk toch gedaan moeten worden. De gebrekkige faciliteiten zouden bij het aantrekken van een opvolger voor De Vries wel eens een groot struikelblok kunnen gaan vormen. De burgemeester vroeg de raad of die bereid was op De Vries' wensen in te gaan; dan kon hij de onderhandelingen verder voeren. Vanuit de raad werd even gemopperd over de royale houding van de burgemeester. Raadslid Fabius was er geen voorstander van mensen 'met allerlei tegemoetkomingen' te behouden, maar voor De Vries wilde hij graag een uitzondering maken. Raadslid Worst meende dat 'men ... niet [kan] gaan opbieden tegen Amerika wanneer die de professoren hier wil afkopen'. Straks gingen andere universiteiten dat ook doen. Wibaut bromde dat De Vries de laatste jaren nauwelijks op verbeteringen had aangedrongen, maar Ketelaar meende dat De Vries dat juist wel had gedaan en vond het heel begrijpelijk dat hij daar nu weer mee kwam. Unaniem was men het er ten slotte over eens geweest dat de gevraagde verbeteringen noodzakelijk en wenselijk waren en de burgemeester had geconcludeerd dat de gemeente aan

De Vries' wensen tegemoet zou komen.⁴⁹⁷ Met deze welwillende houding van de raad aan de ene kant en het ongeduld van Columbia University aan de andere kant was het voor De Vries niet moeilijk meer geweest te besluiten: hij bleef in Amsterdam.

Pers en publiek werden snel op de hoogte gebracht: 'Professor Hugo de Vries blijft', kopte het *Handelsblad* al op zaterdag 26 november. De verslaggevers staken hun nationalistische gevoelens ook dit keer niet onder stoelen of banken, net als trouwens de cursisten van *Diligentia*. Toen De Vries de volgende week weer in Den Haag kwam voor een lezing was de zaal feestelijk versierd en prijkte op de spiegel boven de schouw de vreugdekreet 'Behouden voor Holland'.⁴⁹⁸ De regering waardeerde zijn besluit door hem te benoemen tot Commandeur in de Orde van de Nederlandse Leeuw, een onderscheiding die zelden aan niet-staatslieden werd verleend.⁴⁹⁹ In de familiekring werd echter wisselend gereageerd. 'If my father had decided the other way, my mother and myself should have accompanied him to New York. Just fancy, what a change it would have been!', schreef Eva aan miss Palmer.⁵⁰⁰ Niet alleen Eva maar ook Wies was graag naar New York verhuisd, schreef neef Reinout van Vloten aan miss Palmer. 'Only his mother had a hard time while he was considering the case. She could not stand the idea to loose her beloved son'.⁵⁰¹ Zou dit een van de 'family circumstances' zijn geweest die De Vries het zo moeilijk hadden gemaakt om te vertrekken?

Toch naar Amerika

Ondanks dat De Vries het aanbod van Columbia University in een ver stadium van onderhandeling afsloeg en ondanks de goed gefundeerde twijfels over de waarde van *Oenothera* als bewijsmateriaal voor de mutatietheorie bleef De Vries in Amerika populair. Begin 1912 kreeg hij de uitnodiging in oktober aanwezig te zijn bij de opening van een nieuwe universiteit in Houston: The Rice Institute. Hij was een van de tientallen wetenschappers uit Amerika en Europa die gevraagd werden om de opening met hun aanwezigheid op te luisteren. Het bestuur van de nieuwe universiteit wilde namelijk terstond een prestige verwerven dat even groot was als het kapitaal dat door de stichter, wijlen multimiljonair William Marsh Rice, was nagelaten. Alle genodigden werd verzocht ten minste drie opstellen te schrijven voor het gedenkboek dat zou verschijnen, maar natuurlijk moest er tijdens de opening ook gesproken worden. De Vries aarzelde om de uitnodiging aan te nemen. Hij had nog nooit van The Rice Institute gehoord en informeerde daarom eerst maar eens bij enkele van zijn Amerikaanse collega's naar de aard en het niveau van de instelling.⁵⁰² De

informatie die hij ontving bleek gunstig te zijn en dus nam De Vries de uitnodiging aan. Net als bij de vorige twee bezoeken verspreidde het bericht van zijn komst zich spoedig over de Amerikaanse academies en kwamen er van allerlei instellingen weer verzoeken om een lezing te houden. Maar dit keer wilde De Vries niet zo heel lang wegblijven: hij vertrok op 31 augustus 1912 en was enkele dagen voor kerstmis weer thuis.

De reis begon met een drukke week in New York. Meteen na aankomst bezocht De Vries wederom het Station for Experimental Evolution in Cold Spring Harbor dat hij acht jaar eerder had helpen openen. George Shull werkte, naast zijn onderzoek naar de methoden en resultaten van Luther Burbank, nog steeds aan *Oenothera*. Hij toonde De Vries zijn proeftuin en de mutanten die de voorgaande jaren waren ontstaan. Directeur Davenport had zijn belangstelling inmiddels verlegd van kippen naar mensen. In 1910 had hij het Eugenic Record Office opgericht en nu was hij druk bezig met het verzamelen van zo veel mogelijk gegevens over de overerving van zowel positieve als negatieve eigenschappen. ‘Statistieken op Jamaica toonen aan dat blanken en negers mendelen met twee kleurkenmerken’, noteerde De Vries in zijn opschrijfboekje over een van de zaken die Davenport hem liet zien. Davenport moest voor dergelijke informatie wel op buitenlandse gegevens afgaan want, noteerde De Vries: ‘In US zijn huwelijken tusschen blanken en colored people verboden, en ofschoon zij in ’t geheim gebeuren, zijn er geen statistieken van’. Het onderzoek was overigens maar beperkt van omvang: ‘De statistieken schijnen alleen op de huidskleur betrekking te hebben, niet op gelaatstrekken en mental qualities’.⁵⁰³ Terug in New York werd De Vries uitgebreid geëerd door het Brooklyn Institute of Arts and Sciences. In de twee jaar eerder gestarte botanische tuin van het instituut plantte hij, onder toezien oog van enkele tientallen genodigden, een boom. De avond tevoren had hij, met behulp van dia’s, over zijn werk in Amsterdam een lezing gegeven voor de medewerkers van het instituut waarin hij zijn aloude mening over de scheiding tussen theorie en praktijk nog eens had verkondigd. ‘My work in the gardens of Amsterdam is entirely theoretical. I do not look for any practical results. They are for the next generation to develop’, had hij zijn gehoor uitgelegd. ‘My experimentations have so far been only with wild flowers. Yours are with the useful grain and other foodstuffs. Someday that line of experimental work will be exhausted. Scientists will ask for something new. Then someone will discover a practical use for ideas and principles which we of the botanical gardens now develop’.⁵⁰⁴ Na nog een lezing voor de New York Botanical Garden en de hernieuwde kennismaking met zijn collega’s in de tuin reisde De Vries naar

Houston. Onderweg ontmoette hij, zoals eerder beschreven, in Philadelphia B.M. Davis en H.H. Bartlett, bezocht hij in Alabama de plaats waar Bartram O. *grandiflora* had ontdekt (zie blz. 440-441) en maakte hij in de buurt van New Orleans enkele uitstapjes.

De opening van The Rice Institute nam drie dagen in beslag. De pracht en praal waarmee alles gepaard ging stond nogal in contrast met het uiterlijk van de universiteit: gebouwen waren er nog nauwelijks, de gebouwen die er wel waren stonden grotendeels leeg, er stonden slechts 77 studenten ingeschreven en er waren niet meer dan tien docenten. De professorale garderobe bestond uit slechts twee toga's. De president droeg de ene en De Vries kreeg het voorrecht de andere te dragen. Als extraatje droeg hij de geel met zwarte doctorsskap die hij in 1904 had ontvangen van Columbia University. Uit de beschrijving in zijn reisboek lijkt De Vries de opening met gemengde gevoelens ondergaan te hebben: de plechtigheden waren indrukwekkend maar langdradig, de toosten vol gezwollen taal en het Amerikaanse publiek was over het algemeen erg onbeschaafd. Een positief punt was dat de journalisten zich dit keer van hun goede kant lieten zien: de berichten over de opening in de kranten waren veel nauwkeuriger en juister dan De Vries eerder had meegemaakt. Maar hun onbeschaamdheid was als vanouds. 'Als een bijzonderheid van die verslagen wil ik nog vermelden dat een van de reporters mij naar mijn godsdienst vroeg en dat ik daarop zei dat ik dit punt als van persoonlijke aard en voor openbare discussie niet bestemd wenste beschouwd te zien', meldde hij in zijn reisboek. 'Ook deze mijns inziens zeer private mededeling werd 's avonds aan het volk van Houston verkondigd, en wel met dikke letters'.⁵⁰⁵

De lezing die De Vries tijdens de opening hield ging, natuurlijk, over de mutatietheorie. Hij gaf nog eens een samenvatting van de theorie, aangevuld met enkele nieuwe inzichten die hij het volgende jaar in *Gruppenweise Artbildung* zou verkondigen, zoals de tweeling-hybriden en de conclusie dat alleen *O. gigas* als progressieve mutant mag worden beschouwd. Ook liet hij zien welke waarnemingen de afgelopen tien jaar door andere onderzoekers ten gunste en welke (ten onrechte) ten nadele van de theorie waren ingebracht. Een deel van de kritiek pareerde De Vries door te laten zien welke positie de mutatietheorie inneemt ten opzichte van andere evolutietheorieën. Vergeleken met de selectietheorie richt de mutatietheorie zich op een ander onderdeel van het soortvormingsproces, namelijk het ontstaan van het materiaal waaruit de natuurlijke selectie kiest. De twee vullen elkaar dus aan. 'The theory of mutation is not intended to take the place of the theory of selection of Darwin. It is only one step further in the development of our appreciation of evolutionary phe-

nomena'. De orthogenese en het neo-lamarckisme waren volgens hem zeer goed met de mutatietheorie te verenigen. Sterker nog: volgens De Vries accepteerden de aanhangers van beide theorieën de mutatietheorie voor belangrijke delen van het evolutieproces. De aanhangers van de orthogenese zouden menen dat de verschillen tussen de hogere groepen het gevolg zijn van een interne drang tot variëren en zouden de kleine verschillen tussen soorten toeschrijven aan mutaties, terwijl de aanhangers van het neo-lamarckisme de grote verschillen zouden wijten aan mutaties en de kleine verschillen zouden zien als aanpassingen onder invloed van de omgeving. Volgens De Vries waren de voorbehouden echter overbodig. 'Orthogenesis may best be explained as produced by successive mutations, which themselves have been conducted by orthogenic selection'. En aannemen dat de kleine verschillen van de neo-lamarckisten op dezelfde manier zijn ontstaan als de grote verschillen (dus door mutatie) had volgens hem 'evidently the same right, and perhaps even a greater right, to our appreciation than any special assumption'.⁵⁰⁶

Aan het einde van zijn lezing wierp De Vries nog een blik in de toekomst van zijn vakgebied. 'In the next few years the main interest will probably turn to the production of new species within pure and well-guarded strains', zo verwachtte hij. 'Along these lines scientific research is gradually approaching its highest scope: the artificial production of new forms of life – forms planned beforehand'. Dat was ook de boodschap van de lezing die hij in Houston gaf op een avond in een van de plaatselijke theaters voor een publiek van zo'n duizend personen. Voor het vertonen van zijn lantaarnplaatjes moest hij gebruikmaken van een voor dat doel ongeschikte projector uit een bioscoop. 'Dat wilde zeggen dat het toestel noch telescoop noch afkoeler bezat en mijn plaatjes dus zo verhitte dat zij slechts enkele seconden, in elk geval geen halve minuut, konden vertoond worden zonder dat óf het glas barstte óf de gelatine opkookte en blazig werd', schreef De Vries later in zijn reisverhaal. 'Ik moest mij dus geducht haasten om de uitlegging tot het allernodigste te beperken en van tijd tot tijd voor het voetlicht een meer uitvoerige uitleg te geven, iets waarop ik mij natuurlijk niet voorbereid had'.⁵⁰⁷

Voor de opening van The Rice Institute had De Vries, zoals verzocht, nog twee lezingen geschreven. Die werden gepubliceerd in het gedenkboek van de opening en tijdens de plechtigheid alleen genoemd. "Read by title", zoals dit zeer aanbevelenswaardige gebruik hier heet', aldus De Vries in zijn reisboek. In 'Geographical botany' behandelde hij een met de mutatietheorie verband houdend onderwerp dat hij eerder in *Plant-breeding* had besproken: soorten zijn niet gedurende vele generaties aangepast aan hun omgeving maar zijn

door migratie verspreid geraakt over die gebieden waar zij zich vanwege hun aangeboren eigenschappen kunnen standhouden. In de tweede lezing, 'Modern cytological problems', greep hij terug op zijn werk uit het begin van de jaren tachtig: de werking van het protoplasma, echter toegespitst op zijn rol als de werkplaats voor het uit de kern afkomstige materiaal.⁵⁰⁸

Na nog enkele uitstapjes in Texas reisde De Vries naar Florida waar hij onder andere het moerassengebied The Everglades bezocht. Florida was een nog vrijwel onontgonnen gebied; er woonden nog slechts 750.000 mensen. Vanuit Miami reed hij per trein naar Key West, het meest westelijke eiland van de Florida Keys. Vandaar stak hij over naar Cuba waar hij enkele dagen verbleef. Vanuit Key West reed hij terug naar de oostkust. Daar bezocht hij New Brunswick, New Haven, Boston, Princeton en New York. In veertien dagen tijd gaf hij er tien lezingen voor verschillende genootschappen en universiteiten. Maar hij had gemakkelijk het dubbele aantal kunnen geven, want het aantal verzoeken stapelde zich tijdens de reis almaar op. Zelfs kreeg hij al verzoeken voor het volgende jaar! In New York gaf hij voor Columbia University twee voordrachten voor gevorderde studenten. President Butler had begin oktober na terugkomst van (opnieuw) een reis door Europa ontdekt dat De Vries in Amerika was en hem ogenblikkelijk uitgenodigd voor een bezoek. 'Columbia feels that it has a special claim upon you and a particularly close association with you and your work', schreef hij. Hij vroeg of De Vries twee keer een 'seminar discussion' wilde geven en bood \$ 100 voor elke bijeenkomst.⁵⁰⁹ De president koesterde dus duidelijk geen wrok over De Vries' weigering van het aanbod van twee jaar eerder. De Vries lijkt zich door de uitnodiging wel enigszins bezwaard gevoeld te hebben en de aanvaarding van de uitnodiging als een morele verplichting gezien te hebben: 'Of course, you have almost the right to command them, and I am only too glad to accept the invitation', antwoordde hij.⁵¹⁰

In New York logeerde De Vries weer bij Morgan die hem van tevoren al had laten weten erg nieuwsgierig te zijn naar zijn mening over de laatste ontwikkelingen in het *Oenothera*-onderzoek. 'As for myself, I have not in the least been shaken by the attempt to prove that *lamarckiana* is a hybrid, but the fight for recognition of the mutation theory is not yet finished and the opponents of that theory are, as you know, only too ready to make use of any weapon'.⁵¹¹ Sinds een aantal jaren had Morgan de soortvorming echter verruild voor de erfelijkheid. Geïnspireerd door De Vries' onderzoek was hij op zoek gegaan naar mutaties bij dieren. In 1906 was hij verschillende soorten insecten gaan kweken en ook had hij geprobeerd mutaties op te wekken door larven te behandelen met (net als MacDougal) oplossingen en met radium. In 1908 of 1909 had hij

(waarschijnlijk van Frank Lutz van het station in Cold Spring Harbor) een kolonie van de fruitvlieg *Drosophila melanogaster* gekregen. *Drosophila* was het ideale laboratorium-proefdier: eenvoudig te kweken in grote hoeveelheden en elke twaalf dagen een nieuwe generatie. Pogingen mutaties bij het insect op te wekken hadden geen succes gehad, maar daarentegen waren er wel allerlei mutaties spontaan ontstaan, zoals witte ogen (in plaats van rode), een geel lichaam (in plaats van een bruin), kleine vleugels (in plaats van grote) en gebogen vleugels (in plaats van rechte). Sommige eigenschappen bleken altijd samen over te erven en waren kennelijk aan elkaar gekoppeld. Morgan (spoedig geholpen door zijn assistenten Bridges, Sturtevant en Muller) ontdekte vier 'koppelingsgroepen' die overeenkwamen met de vier chromosomenparen van *Drosophila*. Om afwijkingen van het normale overervingspatroon te verklaren stelde Morgan dat tussen homologe chromosomen soms gedeelten worden uitgewisseld, een verschijnsel dat hij 'crossing over' noemde. Aan de hand van de aantallen keren dat een eigenschap op een afwijkende manier overerft wist hij de volgorde en de onderlinge afstanden van de eigenschappen op de chromosomen te bepalen. De resultaten van het onderzoek waren geheel in overeenstemming met de wetten van Mendel en het idee dat de chromosomen de dragers van de erfelijke eigenschappen zijn. Binnen enkele jaren was Morgan van een tegenstander van beide opvattingen dan ook veranderd in een groot voorstander, en had hij zijn epigenetische visie, ontwikkeld tijdens zijn embryologische werk in de jaren negentig, vervangen door de preformationistische.⁵¹² Morgan liet De Vries tijdens zijn bezoek zijn proeven met *Drosophila* zien. Wat die ervan vond heeft hij nergens aangetekend. Voor Stomps, die een jaar later Morgan bezocht en een lezing van hem bijwoonde, was de zaak nog vol nieuwe en opwindende raadsels. 'Gisteravond meende ik dat ik alles prachtig begrepen had', schreef hij aan De Vries, 'maar toen ik vanmiddag probeerde op de boottocht die wij maakten het gehele beeld te reconstrueren, kwam ik er niet uit. Ik heb nu Morgan gevraagd of ik tenminste alles wat hij al over *Drosophila* gepubliceerd heeft een paar dagen van hem te leen mag hebben en er dan nog eens met hem over mag praten'.⁵¹³

Op 10 december 1912 stapte De Vries weer aan boord van de Nieuw Amsterdam van de Holland-Amerika Lijn, voorzien van een stapeltje wensen voor een goede reis en thuiskomst van zowel zijn Amerikaanse kennissen als van het thuisfront. Deze derde reis naar Amerika was tevens de laatste. Ondanks de vele uitnodigingen die hij de volgende jaren kreeg voor lezingen en bijeenkomsten zou hij de oversteek nooit meer maken.

Een nieuw laboratorium

Nadat de Amsterdamse gemeenteraad positief had gereageerd op De Vries' wensen voor verbetering van zijn onderzoeks- en onderwijsfaciliteiten werd spoedig actie ondernomen om de beloftes waar te maken. Reeds in de vergadering van B en W van 9 december 1910 werd Theo Stomps op de voordracht als nieuwe hoogleraar geplaatst; op 14 december stemde de raad met zijn benoeming in.⁵¹⁴ Dat Stomps de baan zou krijgen was vanaf het begin De Vries' bedoeling geweest. De faculteit Wis- en Natuurkunde had zich unaniem achter hem geschaard, maar de curatoren hadden, zoals de gebruikelijke procedure was, ook het advies van de andere hoogleraren botanie in Nederland gevraagd. Stomps was ook niet de enige kandidaat: De Vries' grote vijand Lotsy had eveneens belangstelling voor de positie getoond. En dus had De Vries brieven naar zijn collega's Went, Moll en Janse gestuurd met het dringende verzoek Stomps aan te bevelen om zo Lotsy's aanstelling te voorkomen. Die aanbevelingen waren er gekomen, maar in elk geval van Went niet van harte. Went was namelijk niet erg onder de indruk van Stomps' dissertatie.⁵¹⁵ Op 22 mei 1911 hield Stomps zijn inaugurele rede, *De leer van Lamarck voor en na Darwin*. Voor een nieuwe hoogleraar cytologie was het een niet erg toepasselijke rede. Ze bestond voornamelijk uit een analyse van de lamarckistische gedachte dat de evolutie verlopen zou zijn door nuttige aanpassingen onder invloed van uitwendige omstandigheden die als erfelijke eigenschappen zouden zijn doorgegeven aan volgende generaties. Als trouwe leerling van De Vries en overtuigd aanhanger van de mutatietheorie concludeerde Stomps uiteraard dat aanpassingen onder invloed van de omgeving weliswaar plaatsvinden, maar dat noch voor de stelling dat deze noodzakelijkerwijze nuttig zouden zijn, noch voor de stelling dat deze erfelijk zouden zijn er voldoende bewijsmateriaal voorhanden is. Over de cytologie repte Stomps in zijn rede met geen woord.⁵¹⁶

Ook voor de realisering van een nieuw laboratorium werden spoedig concrete stappen ondernomen. Bij de doorrekening van de plannen in november 1910 waren B en W ervan uitgegaan dat de Hortus vanwege ruimtegebrek binnen afzienbare tijd naar elders zou verhuizen; de gebouwen zouden daarom niet al te degelijk en dus niet al te kostbaar hoeven zijn. Bij het verder ontwikkelen van het nieuwbouwplan stelden de curatoren van de universiteit voor om het aan de overzijde van de Plantage Middenlaan gelegen Wertheimpark bij de tuin te voegen. Dan zou de Hortus kunnen blijven waar hij was en zouden er in de toekomst geen uitgaven voor verhuizing en nieuwbouw nodig zijn. B en W zagen dat voorstel wel zitten, maar het betekende wel dat het

nieuwe laboratorium een permanent karakter zou moeten krijgen en de bouwkosten dus omhoog zouden gaan. Men kwam uit op f 203.000, het dubbele van het eerder berekende. Maar er was ook een meevaller. De nieuwe palmenkas werd geprojecteerd in het openbaar plantsoen op de hoek van de Plantage Parklaan en de voormalige Plantage Muidergracht. Dat stuk plantsoen zou bij de Hortus komen en in ruil zou de gemeente de Overtuin krijgen. De waarde van de Overtuin, geschat op f 46.500, zou dus van de bouwkosten afgetrokken moeten worden. Bij de behandeling van het voorstel in de raad dienden twee raadsleden een motie in om de bestaande bestemming van het Wertheimpark te behouden. Zij wezen erop dat het park de enige 'long' in de buurt was. De burgemeester antwoordde dat de Hortus zeker nog 25 jaar binnen zijn huidige grenzen zou blijven, dat er in het voorliggende voorstel in het geheel geen sprake was van een verandering van de bestemming van het park en dat wanneer uitbreiding van de Hortus noodzakelijk zou blijken de raad daar tijdig over zou worden geïnformeerd. Hierop werd de motie ingetrokken en het voorstel unaniem aangenomen.⁵¹⁷ De Overtuin kon bij nader inzien toch niet gemist worden. Zij werd de Hortus daarom in erfpacht gegeven.

De bouw van de palmenkas begon op 3 juli 1911.⁵¹⁸ De bouw verliep traag; pas in juni 1912 kon hij in gebruik worden genomen. Diezelfde maand vond de aanbesteding van de bouw van het nieuwe laboratorium plaats. De Vries en Stomps hadden samen een ontwerp voor het interieur gemaakt: een collegezaal voor ruim 150 studenten, een museumruimte, zalen voor het microscopie-practicum, een bibliotheek, kamers voor het wetenschappelijk en ondersteunend personeel, etcetera. De 'esthetisch adviseur' van de gemeente, de jonge architect J.M. van der Mey, had de opdracht gekregen het definitieve plan te maken. Het was een lastige klus: Van der Mey moest het ontwerp van De Vries en Stomps honoreren, was gebonden aan de ruimte die de voormalige palmenkas had ingenomen, moest de twee oude vleugels ter weerszijden van de palmenkas in het bouwplan opnemen en moest ook nog eens het laboratorium een imposante uitstraling geven. Voor de voorgevel maakte hij een hypermodern ontwerp, geheel uitgevoerd in baksteen met strakke versieringen in lichte natuur- en donkere baksteen. De twee bestaande vleugels moderniseerde hij door alle negentiende-eeuwse eclectische versieringen te verwijderen en ze een strakke bakstenen omlijsting te geven. De in artistiek opzicht behoudende chef van Publieke Werken was er allemaal niet erg gelukkig mee, maar stemde toch met het ontwerp in. Niettemin was Van der Mey met het eindresultaat niet tevreden. Later beklagde hij zich over de 'misluk-

kingen' en de 'aesthetische krachtsverspilling' die het gebouw vertoonden.⁵¹⁹ Ook in de gemeenteraad was niet iedereen te spreken over het gebouw. Het raadslid Sutorius voerde het nieuwe laboratorium op als voorbeeld van de 'leelijke, lugubere gebouwen' die er nog steeds in de stad verrezen ondanks dat de gemeente een esthetisch adviseur in dienst had. Hij vond het gebouw veel weg hebben van een crematorium.⁵²⁰ In november 1913 kon het in gebruik worden genomen.⁵²¹ Er mankeerde volgens De Vries echter nogal wat aan. Zo was er in de collegezaal geen verwarming, waren er geen gordijnen en was er geen mogelijkheid om collegeplaten op te hangen, en in de practicumruimten stonden de tafels verkeerd en waren er onvoldoende lampen. Er moest dus nog enkele maanden verder aan gewerkt worden.⁵²²

Op woensdagmiddag 13 januari 1915 werd het nieuwe gebouw officieel in gebruik genomen. Burgemeester Röell, wethouders en raadsleden, curatoren van de universiteit, professoren uit Amsterdam en van elders, studenten en oud-studenten en allerlei anderen met gemeente en universiteit verbonden waren aanwezig. De Vries hield een lezing over het onderwijs en onderzoek aan de Columbia University. Dat was weliswaar een toepasselijk onderwerp maar op de aanwezige hoogwaardigheidsbekleders, die met het laboratorium nu juist wilden laten zien hoezeer zij hun best voor de Amsterdamse universiteit deden, kan het verhaal wat pijnlijk zijn overgekomen. De Vries ging namelijk uitgebreid in op de grootschaligheid en de weelde van de Amerikaanse universiteit en de grote geleerden die aan de instelling waren verbonden. 'Ik wensch hier niet in financiële bijzonderheden te treden', excuseerde hij zich bij het bespreken van de rijkdom van Columbia, 'maar ik mag toch wel opmerken dat wanneer het mij niet gegund geweest was heden tot u te spreken ik nu reeds aanspraak zou hebben op een pensioen dat meer dan driemaal groter is dan dat waarmede Rijk en gemeente mij hier over een viertal jaren hopen te troosten'. Ook zijn dankwoord aan de burgemeester, aan het slot van de lezing, bevat een tweeslachtigheid die onprettig overgekomen kan zijn. De Vries beweerde niet goed te weten of hij de burgemeester dankbaar moest zijn. 'Vriendschap en wetenschap trekken mij bijna even sterk naar Amerika, en in het bijzonder naar de Columbia Universiteit, als zij mij aan het vaderland en aan uwe inrichting verbinden'. Had hij namelijk het aanbod aangenomen, dan 'zou ik thans een laboratorium hebben dat geheel voor de studie der erfelijkheid zou zijn ingericht en een proeftuin die aan alle eischen voldeed. Reeds bij mijn laatste bezoek aan den botanischen tuin te Bronx zag ik daar een proefveld ruim tienmaal zoo groot als het Amsterdamsche en nagenoeg geheel aan de cultuur der teunisbloemen gewijd. Naast dit veld zou het nieu-

we laboratorium gebouwd zijn. Geen ouderdomsgrens zou mijn werkzaamheden beperken, terwijl ik toch het recht op vol pensioen zou hebben zodra ik de taak voor mijn krachten te zwaar zou beginnen te achten. Geen ander onderwijs dan dat in de leer der erfelijkheid zou voor mij verplicht zijn, want de opleiding der aanstaande leeraren is daar in andere handen. Ik zou samenwerken met mijne collega's en in dezelfde richting: met Wilson, die het verband tusschen erfelijkheid en geslachtelijke differentieering bestudeert, met Morgan, die met een staf van leerlingen en assistenten de erfelijkheidsverschijnselen van de vruchtenvlieg *Drosophila* onderzoekt. Naast deze zouden de *Oenothera*'s een gelijkwaardige plaats innemen'. De burgemeester had gemeend 'dat dit te Amsterdam even goed kon geschieden', maar na de opsomming van alle voordelen van Columbia zal iedere aanwezige toch wel geconstateerd moeten hebben dat de omstandigheden in Amsterdam nog niet in de schaduw konden staan van die in New York. Had De Vries er bij nader inzien toch spijt van gekregen dat hij het mooie aanbod had afgeslagen?

Niettemin klonken er tijdens de opening volop lofprijzingen. De Vries prees burgemeester Röell voor zijn initiatief de huisvesting van werkenden en studerende te verbeteren. Burgemeester Röell prees De Vries omdat die het aanbod vanuit New York had afgeslagen en daarmee in zijn ogen de werkelijke oorzaak van de nieuwbouw was. De Vries prees Stomps voor zijn inzet bij het ontwerpen en inrichten van het laboratorium. En Stomps prees weer De Vries vanwege zijn besluit Nederland en de Nederlandse wetenschap trouw te blijven. Mede namens talrijke leerlingen en oudleerlingen bood Stomps hem een gedenksteen aan voor de hal van het nieuwe gebouw. Getuige de foto die van het hoge gezelschap van geleerden en bestuurders werd gemaakt droeg De Vries de versierselen behorend bij zijn titel van Commandeur in de Orde van de Nederlandse Leeuw die hij in 1910 had ontvangen als dank voor zijn besluit in Nederland te blijven. Was dat een blijk van waardering jegens het gemeentebestuur, of juist een lange neus?⁵²³

's Avonds deed de Plantage Buurtvereniging nog een duits in het zakje door De Vries, volgens het begeleidend schrijven 'den grooten geleerde en goeden vaderlander die het verlokkende aanbod van een leerstoel te New York afsloeg en den Amsterdamschen Universiteit trouw bleef', een portret van zijn voorganger als directeur en, naar de leden van de vereniging meenden, leermeester C.A.J.A. Oudemans aan te bieden. De Vries merkte op dat hij nooit tot de studenten van Oudemans had behoord, maar dat deze hem wel de geheimen van het aanleggen van een herbarium had geleerd. In dat opzicht kon Oudemans toch als zijn leermeester worden beschouwd.⁵²⁴ Of De Vries het portret ooit

een goede plaats heeft gegeven valt te betwijfelen. Noch over het wetenschappelijke werk van Oudemans, noch over diens beleid als Hortusdirecteur was hij namelijk erg enthousiast.⁵²⁵

Moeilijke jaren

Het aanbod van Columbia University en het tegenbod van de Universiteit van Amsterdam vormden een nieuw hoogtepunt in De Vries' carrière maar, zoals spoedig bleek, tevens een dramatisch keerpunt. Zijn positie als machtigste botanicus van Nederland die hij in de loop der jaren had verkregen bleek heel wat minder solide te zijn dan de onlangs gevoerde strijd tegen Lotsy als bestuurder van de Botanische Vereeniging en als directeur van het Rijksherbarium had doen vermoeden. 'Het afgelopen jaar was voor mij het tegendeel van een bron van onafgebroken genot', schreef De Vries in oktober 1911 aan zijn trouwe ex-assistente miss Palmer. 'Het is onbegrijpelijk hoe al mijn kennissen, vrienden en collega's in 't heele vaderland plotseling geweldig jaloersch geworden zijn na het aanbod van Columbia University. Ik heb mijn beste vrienden moeten leeren wantrouwen en van vele andere gezien hoe hun vriendschap eigenlijk slechts op eigenbelang berustte'.⁵²⁶ Jacob Heimans, destijds student, vertelde vele jaren later dat de verhouding met Went na 1910 niet de oude vriendschappelijkheid meer had.⁵²⁷

Ook de jaren die volgden waren voor De Vries niet prettig. De bouw van de nieuwe palmenkas en het laboratorium verliep niet alleen traag maar ook moeizaam. Met al zijn wensen en zijn vasthoudendheid die gerealiseerd te krijgen maakte De Vries zich bepaald niet populair bij de ambtenaren op het gemeentehuis.⁵²⁸ Als opvolger voor Stomps was hem een nieuwe lector systematische botanie beloofd. De Vries had hiervoor zijn promovendus Hein Zeijlstra, conservator bij het Koloniaal Museum in Haarlem, op het oog, maar een aanstelling kwam er niet (in november 1913 kreeg Stomps opnieuw de systematische botanie opgedragen, waarvoor hij een persoonlijke toelage ontving).⁵²⁹ Verder speelde juist in deze jaren de controverser met Davis en Renner over de al dan niet hybride structuur van *O. lamarckiana* en de waarde van de soort voor de mutatietheorie, zoals eerder beschreven.

In het gezin De Vries deden zich in deze jaren belangrijke veranderingen voor. Oudste zoon Otto, chemisch assistent aan de universiteit in Leiden, vertrok in september 1909 naar Java waar hij ging werken bij 's Rijks Plantentuin in Buitenzorg. Ernst, de tweede zoon, was na zijn studie medicijnen en promotie in Zürich het voorjaar van 1909 assistent op het laboratorium voor hersenonderzoek in Amsterdam geworden en weer in het ouderlijk huis komen

wonen. Het jaar daarop ging hij zelfstandig wonen. Zoon Wouter was in 1907 rechten in Amsterdam gaan studeren. Hij had weliswaar een kamer in de stad, maar kwam vrijwel elke dag bij zijn ouders eten. Na het behalen van zijn doctoraalexamen in 1915 verliet hij zijn kamer en kwam terug in huis. In de zomer van 1916 trouwde hij en vestigde zich in Den Haag. Eva ten slotte, al jaren bezig met haar studie plant- en dierkunde, vertrok in mei 1913 naar Napels voor enkele maanden onderzoek in het befaamde zoologisch station aldaar. In november 1914 vertrok ze naar Zürich om daar te promoveren.⁵³⁰

Maar de grootste verandering voor De Vries was het overlijden van zijn moeder, op 1 januari 1914, negentig jaar oud. ‘Gisteren heb ik mijne lieve moeder verloren’, schreef hij de volgende dag aan miss Palmer wier moeder enkele jaren eerder was overleden en waarover zij nog steeds diep bedroefd was. ‘Ik hield zeer veel van mijn moeder en leefde in vele dingen met haar samen. Wel had ik niet voor haar te zorgen daar zij thuis zeer goede zorg had en mijn broeder haar zaken voor haar administreerde. Maar des te meer zorgde ze voor mij, vooral alles wat met mijn lessen te ‘s-Gravenhage samenhang’. Vijftien jaar lang had hij tijdens de wintermaanden om de veertien dagen het weekeinde bij zijn moeder doorgebracht vanwege de Diligentia-lessen. Aanvankelijk volgde ze de lessen zelf ook; toen dat voor haar te vermoeiend werd kwam ze voorafgaand aan de les naar alle meegebrachte platen en voorwerpen kijken, en toen ook dat niet meer ging bracht De Vries al het materiaal na afloop naar haar huis en gaf hij haar een privéles. ‘En bovenal zorgde zij dat ik telkens een paar heerlijke dagen bij haar had, vol van herinneringen aan vroegere tijden’. Met ‘haar hartelijke liefde’ was zij steeds een grote steun voor hem geweest, ‘ook in die moeilijkheden van mijn betrekking waarover ik niet met anderen mag spreken’. In de maanden na haar overlijden begon De Vries zich steeds meer eenzaam te voelen en zocht hij afleiding in hard werken; de teunisbloem kreeg nog meer zijn exclusieve belangstelling.⁵³¹ De cursus voor Diligentia die hij in het najaar van 1913 was begonnen maakte hij nog af, maar een nieuwe cursus begon hij niet meer. Het verdriet duurde lang. Nog in november 1916 schreef hij aan zijn vriend Jacques Loeb, inmiddels verbonden aan de Rockefeller Institute for Medical Research in New York, over haar dood: ‘It has taken away quite a large part of my interest in life. I am now the oldest of our whole branch and this is quite a lonely feeling’.⁵³²

Het uitbreken van de Eerste Wereldoorlog in de zomer van 1914 maakte De Vries nog somberder. ‘Wij hebben thans in Europa de ijsselijke verschrikking van een onbegrijpelijk grooten oorlog’, schreef hij eind augustus aan miss Palmer. ‘Het is een oorlog van vernielen, onbarmhartig, doelloos en nutteloos

vernien', schreef hij haar twee maanden later in een lange brief die bijna geheel aan de oorlogssituatie gewijd was. 'Wij moeten een leger aan de grenzen houden dat ons elken dag een half miljoen gulden kost. Weldra zal dit als belasting moeten opgebracht worden. Onze handel en industrie kwijnen, behalve de smokkelhandel over de grenzen, daarmee wordt geweldig veel geld verdiend'. Veel studenten waren onder de wapenen geroepen en de colleges en practica werden daardoor onregelmatig bezocht. Reizen naar het buitenland was zo goed als onmogelijk, zowel voor hemzelf als voor zijn collega's die hem steeds in zo groten getale waren komen bezoeken. Ook corresponderen met het buitenland werd door de oorlog ernstig belemmerd. De Vries was er zeer bevreesd voor dat Nederland niet buiten het conflict zou blijven. 'Als wij eens oorlog kregen, en alle steden (behalve Amsterdam, het eenige wat wij verdedigen kunnen) in handen der Duitschers vielen en oorlogsschatting en platbranden enzovoort enzovoort kregen! Het is een zegen dat dit vooruitzicht aan mijne moeder bespaard is!'⁵³³ Zijn onbegrip, teleurstelling en angst bleven in de jaren die volgden. 'We don't see what is the use of the cruel war', schreef hij in augustus 1917 aan Loeb. 'We clearly see the economical and commercial side of the war, all over the world, and the defeat of German prestige, trade and influence. But why so many young men should be killed or badly injured and rendered miserable for their whole life, we do not understand'.⁵³⁴

De slechte verstandhouding met zijn collega's, de moeizaam verlopen bouw van het laboratorium, de kinderen die uitvlogen, het overlijden van zijn moeder, de vernietigende oorlog en de aanhoudende kritiek op de teunisbloem en daarmee de mutatietheorie, zij zullen er allemaal op hun eigen wijze toe hebben bijgedragen dat De Vries ernaar ging verlangen Amsterdam te verruilen voor iets anders. Van notaris Dinger uit Lunteren kreeg hij een interessante tip: in het dorp kwamen twee grote, naast elkaar gelegen villa's ter beschikking: 'De Boeckhorst' en 'De Driest'. De ene villa kon dienen als woonhuis, de andere als laboratorium. De Vries en Dinger kenden elkaar al ruim tien jaar; de notaris was voorzitter van de Luntersche Tuinbouw-Vereeniging, een club van voornamelijk plaatselijke notabelen die zich toededen op de veredeling van fruitbomen.⁵³⁵ Hij had De Vries enkele keren gewezen op afwijkende vormen die in de culturen van de Lunterse telers waren voorgekomen.⁵³⁶ Het dorp was De Vries en zijn vrouw ook niet onbekend; zij hadden er al eens de zomervakantie doorgebracht. Het was een uitgelezen kans. De tuinen achter de beide villa's waren zo groot dat er gemakkelijk zowel een proeftuin als een siertuin, een eigen Hortus Botanicus, aangelegd konden worden. Lunteren had een treinstation zodat de buitenwereld goed bereik-

baar was. Tot zijn emeritaat zou De Vries namelijk nog wekelijks in Amsterdam moeten zijn. Theo Stomps had de meeste colleges van hem overgenomen, maar hij gaf nog twee uur les en hield ook op de practica nog een oogje in het zeil. De financiën waren geen probleem. In 1910 had De Vries' tante Margo Reuvens, de ongehuwde zuster van zijn moeder, het Lamarckfonds gesticht en van een kapitaal van f 42.000 voorzien. De doelstelling van het fonds was 'het bevorderen der studiën van de beheerders [De Vries en Stomps] en hunne leerlingen in het belang der mutatieleer'. Volgens de bepalingen in de oprichtingsakte was De Vries echter gerechtigd om na het bereiken van zijn zeventigste verjaardag, zonder goedkeuring van de andere beheerder, het kapitaal te gebruiken voor de aankoop van een proeftuin en laboratorium.⁵³⁷ Stomps had in 1913 op kosten van het fonds een studiereis door Amerika gemaakt, maar verder was het fonds niet aangesproken. Naast dit kapitaal was er natuurlijk ook nog de erfenis van zijn moeder. Notaris Dinger kon alles juridisch uitstekend regelen.⁵³⁸

Het besluit wat te doen liet niet lang op zich wachten. Op 1 september 1916 betrokken De Vries en zijn echtgenote officieel hun nieuwe woning. 'I think I shall enjoy my work here very much', schreef De Vries ruim twee maanden later optimistisch aan Loeb, 'and perhaps for a long time since my parents and grandparents have become very old, and so have left me a good chance. My mother's grandmother reached her 105th year, but this would be too much for me'.⁵³⁹ Op dat moment was hij druk bezig zijn proeftuin in Amsterdam te ontmantelen en alle overblijvende planten naar Lunteren over te brengen. De villa 'De Driest' werd het nieuwe laboratorium. Tegen het gebouw aan kwamen twee kassen voor het opkweken van de zaailingen. Door de kassen werd een rail gefabriceerd waaraan de houten bakken met jonge plantjes gehangen konden worden om ze gemakkelijk naar een van de tafels te transporteren. Verwarmingsbuizen en een pomp zorgden voor warmte en water. Achter de villa kwamen nog eens twee kassen, een dichte en een open, en tevens honderd plantenbedden in de open lucht. Om de arme zandgrond in de tuin geschikt te maken voor de teelt van teunisbloemen werden dertien wagons klei vermengd met zand, geleverd door een steenfabriek in Wageningen, uitgestort. Villa 'De Boeckhorst' werd het woonhuis. Erachter kwam een siertuin die geheel het domein van Wies zou worden. De twee tuinen werden door een muur (met deur) van elkaar gescheiden. Hugo en Wies stelden elk hun eigen tuinman aan. In de zomer van 1917 was de nieuwe proeftuin in vol bedrijf.⁵⁴⁰

Het afscheid

Terwijl de teunisbloemen in Lunteren voor de eerste keer bloeiden, werden in Amsterdam de voorbereidingen getroffen voor de viering van Hugo de Vries' zeventigste verjaardag, 16 februari 1918, en daarmee zijn afscheid van de Universiteit van Amsterdam aan het einde van het collegejaar. Er werd een comité samengesteld om de festiviteiten te organiseren met Went, Stomps en J.C. Costerus, De Vries' opvolger in 1875 als leraar natuurlijke historie aan de hbs, als respectievelijk voorzitter, secretaris en penningmeester. Belangrijkste activiteit van het comité was, geheel in overeenstemming met De Vries' wens, de heruitgave van een selectie uit zijn wetenschappelijke artikelen, zijn proefschrift uit Leiden, zijn Habilitationsschrift uit Halle en *Intracellulare Pangenesis*. In oktober gingen ruim tweeduizend inschrijfbiljetten uit naar potentiële belangstellenden over de hele wereld, zoals zij vermeld stonden in De Vries' adresboek. Het plan was de verzamelde werken in zes delen te publiceren; de prijs voor de gehele set bedroeg f 45. Aan de inschrijvers werd gevraagd hun handtekening op te sturen; die zouden verzameld in een boek aan De Vries worden aangeboden. Zijn buitenlandse correspondenten werd tevens gevraagd hun portret te sturen voor een tweede album. Aan de Nederlandse correspondenten werd die vraag niet gesteld; het comité was bang overspoeld te worden met foto's van mensen die De Vries nauwelijks of geheel niet kende. Wel kregen die meegedeeld dat uit de verkoop van de verzamelde werken het schilderen van een portret van De Vries bekostigd zou worden. De keuze voor de artiest viel op de vermaarde schilderes Thérèse van Duyl-Schwartz, overeenkomstig de wens van de te portretterende. De beeldhouwer Eduard Jacobs kreeg bovendien de opdracht een plaquette te maken met het portret van De Vries. Het duurde echter tot 1922 eer die gereed was.⁵⁴¹ Het organiserend comité wilde voor de huldiging een ruime en representatieve ruimte en dacht aanvankelijk aan de Koningszaal van dierentuin Artis, later aan de aula van de universiteit in de Oudemanhuispoort. De Vries wilde de zaak echter bescheiden houden en gaf de voorkeur aan zijn eigen collegezaal. Bovendien wenste hij geen andere sprekers dan Went, de voorzitter van het comité, en de rector magnificus.⁵⁴²

Dat Hugo de Vries zeventig jaar werd kon niemand in Nederland ontgaan. In de dagen voorafgaand aan de huldiging verschenen in de grote dagbladen lange artikelen over zijn leven en werk en in veel van de geïllustreerde tijdschriften prijkte zijn portret. Ook van de huldiging zelf werd door de pers uitgebreid verslag gedaan. De plechtigheid was echter een eenvoudige gebeurtenis. Went hield een toespraak waarin hij De Vries' leven uitvoerig besprak en

hem alle mogelijke lof toezwaide (met de slechte verhouding die Heimans later signaleerde viel het blijkbaar wel mee). Hij bood hem de albums met handtekeningen en portretten, het eerste deel van zijn *Opera e periodicis collata* en het geschilderd portret aan. Vervolgens sprak rector magnificus Bolk hem toe. 'Als de laatste der eersten gaat gij henen – met u sluit de eerste periode der Amsterdamsche Universiteit af'. 'Prof. De Vries rees daarna zichtbaar aangedaan van zijn zetel', aldus een krantenverslag. Hij bedankte iedereen voor hun komst en de geschenken en wees erop dat hij hetgeen hij bereikt had voor een groot deel aan zijn leerlingen dankte. 'Het onderwijs en het onderzoek zijn voor mij altijd één geweest. De docent heeft door onderzoek de leemten die het onderwijs aankleven aan te vullen. Men denkt daarover thans veelal anders. In het begin van mijn loopbaan was hoofdzaak: de opleiding tot het zelfstandig onderzoek. Thans denkt men meer aan de examens en schijnt men te meenen dat de faculteit die het diploma uitreikt ook tevens het verstand geeft'. Na alle toespraken was er een receptie in de bibliotheek. De dag werd afgesloten met een diner voor familie en naaste bekenden in het American Hotel.⁵⁴³

Zo bescheiden de huldiging in Amsterdam was, zo uitbundig was die in Lunteren. Toen Hugo en Wies na middernacht in het dorp terugkeerden werden zij opgewacht door een grote groep juichende mensen. Voor hun huis stond een verlichte erepoort van dennengroen en ook van binnen was het huis met dennengroen versierd. Twee dagen later kwam een grote groep inwoners onder aanvoering van notaris Dinger hem de hulde van het dorp aanbieden. De bloemkwekers, fruittelers, bosbouwers en andere agrariërs van Lunteren moesten volgens Dinger ook tot de leerlingen van De Vries worden gerekend. Hij had immers zijn kennis ook aan hen doorgegeven via zijn populaire artikelen. De notaris wees er verder op dat het grote enthousiasme van de dorpeelingen een bewijs was dat het echtpaar De Vries al geheel door hen was geaccepteerd, 'hetwelk voor een plaats als Lunteren, die niet vrij te pleiten is van enig chauvinisme, een goede hulde is'. Ook nu waren er weer cadeaus: een schilderij van teunisbloemen door een Edese schilderes en het levenslang gebruik van een stukje woeste grond vlak bij De Boeckhorst. De Vries dankte Dinger voor de goede woorden en al hetgene die gedaan had waardoor hij en zijn vrouw zich in Lunteren hadden kunnen vestigen. Ook dankte hij de plaatselijke aannemers en tuinlieden die hem hadden geholpen bij de inrichting van het huis en het laboratorium. Hij verzekerde iedereen dat hij en zijn vrouw zich al helemaal thuisvoelden in Lunteren. Vervolgens liet hij een foto zien van de zonnewijzer die de leerlingen van zijn cursussen in *Diligentia*

voor hem hadden laten maken en die een plaatsje in de tuin van De Boeckhorst zou krijgen. Inhakend op het opschrift op de sokkel 'Horas non numero nisi serenas' drukte hij eenieder op het hart zich alleen de dagen te herinneren waarop de zon schijnt. 'En nu schijnt de zon, niet alleen buiten, maar speciaal hier binnen, en daarom zal dit een dag zijn die mijn echtgenoot en mij steeds in het geheugen zal blijven'. Hierna spraken nog de burgemeester van de gemeente Ede (waar Lunteren onderdeel van uitmaakte) en H.M. Quanjer, hoogleraar fytopathologie aan de Landbouwhogeschool in Wageningen en een oud-leerling. En sprak De Vries opnieuw zijn dank uit. 'Op verlangen van den jubilaris', aldus een verslag van de gebeurtenis in de pers, 'kreeg de schooljeugd die voor het huis stond te wachten toegang en werd zij persoonlijk op bruidsuikers getraceerd. Het was een heerlijk gezicht den forschen grijsaard, een der beroemdste mannen der wetenschappelijke wereld, met een van geluk stralende blik te zien, staande te midden van die eenvoudige en genietende kinderen'.⁵⁴⁴

Op 13 juni 1918 hield De Vries zijn laatste college, op zijn uitdrukkelijk verzoek op het gebruikelijke uur en voor de gebruikelijke aanwezigen. Niettemin waren er toch enkele oud-leerlingen aangeschoven en was de lessenaar met een boeket orchideeën versierd.⁵⁴⁵ Het college werd gepubliceerd onder de titel *Van amoëbe tot mensch*, een titel die de lading niet echt dekt. De Vries wilde zijn publiek niet bezighouden 'met de toepassing der mutatietheorie op de verklaring van het ontstaan van soorten in het wild en op die van den stamboom van het geheele planten- en dierenrijk'. Hij wilde laten zien wat de actuele stand van het experimenteel evolutieonderzoek was, wat er reeds bereikt was en welke resultaten men nog kon verwachten. In werkelijkheid was het college een samenvatting van zijn eigen pangenesis- en mutatietheorieën en een opsomming van vele ontdekkingen uit het voorgaande decennium, gedaan door De Vries zelf en vele anderen, die de juistheid van de theorieën hadden bevestigd. En passant werden enkele klappen uitgedeeld aan tegenstanders, aan degenen die meenden 'dat alle vooruitgang in de natuur het gevolg van bastaardeeringen zoude zijn', en degenen die meenden 'dat nooit progressieve mutatiën zijn waargenomen, dat zij dus ook niet voorkomen en nooit plaats gevonden hebben of plaats kunnen vinden'. De Vries besloot zijn college met zijn aloude boodschap dat de wetenschap de weg wijst voor de praktijk. Wat over het mutatieproces in de wetenschappelijke proeftuinen wordt ontdekt moet als gids dienen voor verbeteringen in de land- en tuinbouw. 'De onderzoeker moet trachten de praktijk te bevrijden van de afhankelijkheid van het toeval. Hij moet de wetten opsporen die hem in staat zullen

stellen het [mutatie]verschijnsel te beheerschen en naar willekeur gewenschte, voordeelige mutatiën in het leven te roepen'. Uit De Vries' betoog zal menig luisteraar de conclusie getrokken hebben dat het beheersen van het mutatieproces nog toekomstmuziek was. En impliciet gaf De Vries dat ook toe. 'Ons inzicht in de natuur van het leven is dieper en veelzijdiger geworden', had hij enthousiast gesteld, maar voorbeelden van praktische toepassingen van dat diepere inzicht had hij niet gegeven. Daarvoor was het blijkbaar nog te vroeg. 'Geven een paar tientallen van jaren nog geen eindoplossing, zij gaven toch zijdelings een zoo groote schat aan ontdekkingen dat het werk reeds daarom alleen de moeite ten volle waard is. Telkens komen nieuwe feiten en nieuwe gezichtspunten aan het licht, en wij mogen vast vertrouwen dat dit nog langen tijd zal voortgaan'. Dat de teunisbloem, ondanks alle kritiek, in dat onderzoek zijn hoofdrol zou behouden was voor De Vries zonneklaar.⁵⁴⁶

Als zijn opvolger zag De Vries graag Went benoemd. Stomps moest bovendien van buitengewoon tot gewoon hoogleraar worden bevorderd.⁵⁴⁷ Het bestuur van de faculteit Wis- en Natuurkunde vroeg de hoogleraren van de sectie Biologie om advies over dit voorstel. Die stelden voor om Stomps inderdaad gewoon hoogleraar anatomie en systematiek te maken, en tevens directeur van het laboratorium voor planten-anatomie en het herbarium; Verschaffelt te handhaven als hoogleraar fysiologie en farmacognosie en directeur van het bijbehorende laboratorium, maar hem tevens het directoraat van de Hortus Botanicus op te dragen; de colleges erfelijkheidsleer en evolutie die De Vries had gegeven op te dragen aan J.C.H. de Meijere, buitengewoon hoogleraar technische zoölogie, en hem gewoon hoogleraar te maken; en Johanna Westerdijk te benoemen tot buitengewoon hoogleraar fytopathologie. Volgens de sectie was er grote behoefte aan onderwijs in de plantenziekten onder aankomende botanici die naar Indië vertrokken. De gelegenheid om de destijds door Ritzema Bos beklede leerstoel nieuw leven in te blazen was nu ideaal omdat het Fytopathologisch Laboratorium, waarvan Westerdijk directeur was, bezig was aansluiting te zoeken bij het Koloniaal Instituut.⁵⁴⁸ Van het bestuur van de faculteit bleek alleen Eugène Dubois, hoogleraar geologie en paleontologie, voor het plan van De Vries te zijn zodat aan Curatoren werd geadviseerd het voorstel van de sectie te volgen. De Vries was uitgenodigd om zijn voorstel toe te lichten maar had verstek laten gaan, en ook een tweede uitnodiging sloeg hij af.⁵⁴⁹ De Vries was erg teleurgesteld dat Went in het voorstel werd gepasseerd, en nogal geërgerd over het voorstel De Meijere aan te stellen; hij zag voor dat laatste geen andere reden dan dat de hoogleraar zoölogie Max Weber hem wilde helpen.⁵⁵⁰ De studenten waren het met hem eens: sinds De

Vries zich met zijn eigen werk bezig was gaan houden had het volgens hen aan goede leiding in de Hortus ontbroken. Zij dienden bij Curatoren daarom een petitie in om Went of een andere krachtige persoonlijkheid aan te stellen.⁵⁵¹ Curatoren stelden de zaak lang uit; over de kwaliteiten van Stomps en de noodzaak van de aanstelling van De Meijere werd getwijfeld en in de onderhandelingen tussen het Fytopathologisch Laboratorium en het Koloniaal Instituut zat weinig schot.⁵⁵² Uiteindelijk kregen Verschaffelt en Stomps in december 1919 hun benoemingen, en werd De Meijere in juli 1921 benoemd tot gewoon hoogleraar technische zoölogie en erfelijkheidsleer. De benoeming van Westerdijk volgde pas in 1930, op dringend verzoek van studenten plant- en dierkunde. Het Fytopathologisch Laboratorium had de onderhandelingen met het Koloniaal Instituut in 1920 afgebroken en was plotseling naar Baarn vertrokken. Maar volgens Went in een vertrouwelijke brief aan een van de bestuurders van het laboratorium was het Hugo de Vries geweest die haar benoeming had tegengehouden.⁵⁵³

Zeven chromosomen

Na zijn officiële afscheid lijkt De Vries even rust genomen te hebben van de wetenschap: gedurende enkele jaren verschenen er geen publicaties van zijn hand. Hij trok zich weer terug in het isolement van de eerste jaren na het verschijnen van *Die Mutationstheorie*: 'I do not like to be taken into public discussions' schreef hij Jacques Loeb.⁵⁵⁴ De wetenschappelijke wereld lijkt hem ook met rust gelaten te hebben: 'In Amsterdam ging er geen post voorbij of er kwam iets van meer of minder belang voor mij. Hier is er slechts twee maal per dag een bezorging en zeer dikwijls, ik zou haast zeggen meestal, brengt de post niets ander dan de courant', schreef hij in oktober 1921 aan miss Palmer. Eropuit trekken deed hij ook steeds minder: 'Tot voor een jaar deed ik met het grootste genoegen tochten die een geheelen dag duurden, en heel alleen, maar in dit jaar is dit niet meer voorgekomen en ook kleine wandelingen doe ik maar zelden. Enkele leerlingen komen mij van tijd tot tijd bezoeken en dan profiteer ik ervan om met hen hier nog eens de heide of de bosschen in te gaan'.⁵⁵⁵ Willem de Jager, een jongen uit het dorp die in Ede op de hbs was, kwam bijna elke avond langs om met hulp van de oude professor zijn huiswerk te maken. 'Ge kunt U voorstellen dat daaruit allengs een zeer innige en voor ons beiden heerlijke verhouding ontstaan is', schreef hij miss Palmer. Samen maakten ze ook excursies in de buurt van Lunteren, uitstapjes naar onder andere Rotterdam, Den Haag en Amsterdam en vanaf 1923 elk jaar een reis naar Brussel, Parijs of Londen.⁵⁵⁶ Veel genoegen beleefde De Vries aan zijn

kleinzonen Arnold en Hans, kinderen van zijn zoon Wouter die eveneens in Lunteren was gaan wonen. In 1921 had hij lange tijd zijn oudste zoon Otto met vrouw en zoontje Adolf, op verlof uit Nederlands-Indië, te logeren.⁵⁵⁷ Ook dochter Eva, wonend in Zwitserland, had inmiddels twee kinderen. De Vries bezocht hen in 1922 en 1923.⁵⁵⁸ Na het overlijden van haar echtgenoot in 1924 ging zij in Arnhem wonen, niet ver dus van Lunteren vandaan.

De rust van de eerste jaren na het afscheid was stilte voor de storm: in de jaren 1923-1925 publiceerde De Vries 22 artikelen. Enkele ervan gaan over het aloude onderwerp van het ontstaan van soorten door mutatie.⁵⁵⁹ Hij schreef ze ter begeleiding van het verschijnen van het boek *Age and area* waarin J.C. Willis zijn in de voorgaande vijftien jaar ontwikkelde gelijknamige theorie publiceerde. De Vries had er een kort hoofdstuk in geschreven over de mutatietheorie die, zoals hij enkele keren eerder al had betoogd, geheel in harmonie was met Willis' theorie.⁵⁶⁰ De meeste artikelen echter zijn genetisch van aard en vormen de neerslag van De Vries' voortgezette onderzoek naar de interne structuur van *O. lamarckiana*. Van een aantal mutanten en mutatiekruisingen geeft hij beschrijvingen, steeds geplaatst in het kader van het idee van de 'interne Dimorphie' van de soort die hij met zijn tweelinghybriden zelf als eerste had aangegeven en die vervolgens verder was ontwikkeld door Renner met zijn 'bahnbrechende Untersuchungen' (zoals hij ze nu een keer noemt).⁵⁶¹ Vier nieuwe mutanten bleken de bijzondere eigenschap te hebben bij zelfbestuiving voor de helft de eigen vorm en voor de helft *O. lamarckiana* te geven. Deze eigenschap 'dimorf' nageslacht voort te brengen had De Vries vóór 1900 bij *O. scintillans* en de zeer zwakke *O. elliptica* en *O. sublinearis* waargenomen. Hij had ze steeds als uitzondering beschouwd; de meeste nieuwe vormen hadden zich immers als constante soorten getoond. De vier nieuwe mutanten noemde De Vries *O. cana*, *O. pallescens*, *O. lactuca* en *O. liquida*. Een andere bijzondere eigenschap van deze mutanten was dat de nieuwe vorm alleen door de eicellen werd overgedragen; het stuifmeel leek niet verschillend te zijn van dat van *O. lamarckiana*. Uit kruisingen had De Vries inmiddels opgemaakt dat ook de oude mutant *O. lata*, die geen stuifmeel produceert, deze eigenschappen moet bezitten.⁵⁶² Anne Lutz had in haar lang vertraagde artikel uit 1917 geschreven dat niet alleen *O. lata*, zoals al enkele jaren eerder vermoed door haar en Gates, vijftien chromosomen bezit maar ook een hele rij andere mutanten waaronder de dimorfe *O. scintillans*, *O. elliptica* en *O. sublinearis*.⁵⁶³ Karel Boedijn, student en assistent van Stomps, telde het aantal chromosomen van de mutanten die Lutz niet had bestudeerd en vond er nog meer met vijftien chromosomen. Resultaat was dat ongeveer de ene helft van de uit *O. lamarckiana* voortgekomen

nieuwe vormen, inmiddels iets meer dan veertig, veertien chromosomen had (net als *O. lamarckiana* zelf) en de andere helft vijftien. De vormen met veertien chromosomen waren de soorten die doorgaans in één specifieke eigenschap van *O. lamarckiana* afweken, zoals de kortstijlige *O. brevistylis*, de dwerg *O. nanella*, de brosse *O. fragilis* en de roodnervige *O. rubrinervis*. Bij kruisingen gedroegen deze afwijkende eigenschappen zich meestal recessief. De vormen met vijftien chromosomen waren de soorten die zich elk in acht tot tien eigenschappen van *O. lamarckiana* onderscheidde. De eigenschappen leken stevig aan elkaar gekoppeld te zijn in ‘mutatiecomplexen’. Enkele eigenschappen waren recessief, de meeste dominant. De vormen waren bovendien allemaal heterogaam: de afwijkende eigenschappen werden alleen via de eicellen en niet via het stuifmeel op het nageslacht overgedragen. Zij waren tevens dimorf: bij zelfbestuiving ontstonden de afwijkende vorm en *O. lamarckiana*. Naast deze twee vormen verschenen er vaak nog andere. Dit gebeurde vooral bij *O. lata* en *O. scintillans*. Het meest opvallende was het in groten getale, namelijk voor ongeveer 10%, verschijnen van de vorm *O. albida* uit *O. lata* en *O. oblonga* uit *O. scintillans*. Lettend op de uiterlijke kenmerken, de heterogamie, de dimorfie en het aantal chromosomen onderscheidde De Vries en Boedijn in de veertig mutanten zeven groepen. De gedachte was dat elke groep gekoppeld is aan één van de zeven chromosomenparen van *O. lamarckiana*. Het grote aantal recessieve, retrogressieve mutaties (zoals bij *O. brevistylis*, *O. nanella* en *O. rubrinervis*) verbonden zij aan het paar waarbij het grootste chromosoom is betrokken; zij noemden dit het ‘centrale chromosoom’. Ook de eigenschappen voor de tweelinghybriden *laeta* en *velutina* en de letale factoren schreven zij aan dit chromosoom toe. De mutanten uit de twee groepen *O. lata* – *albida* en *O. scintillans* – *oblonga* verbonden zij aan de twee grootste van de overige zes chromosomen. De overige vier groepen verbonden zij met de vier kleinste chromosomen. Deze zes ‘laterale’ chromosomen kregen de namen van de mutanten uit elke groep die sinds het begin van het onderzoek als eerste waren verschenen: *lata*, *scintillans*, *spathulata*, *cana*, *pallescens* en *liquida*.

De Vries en Boedijn namen aan dat bij een mutatie in een van de laterale chromosomen steeds een extra exemplaar van het desbetreffende chromosoom ontstaat; dit kon niet de oorzaak van de uiterlijke kenmerken zijn, maar was een bijkomend verschijnsel. Door een retrogressieve mutatie van het vermogen te splitsen zou bij de reductiedeling een ongelijke verdeling van de chromosomen optreden: de ene voortplantingscel ontvangt zes en de andere voortplantingscel acht chromosomen. De cel met zes chromosomen is niet levensvatbaar en sterft. Tevens zou er een mutatie optreden waarbij een ‘andro-

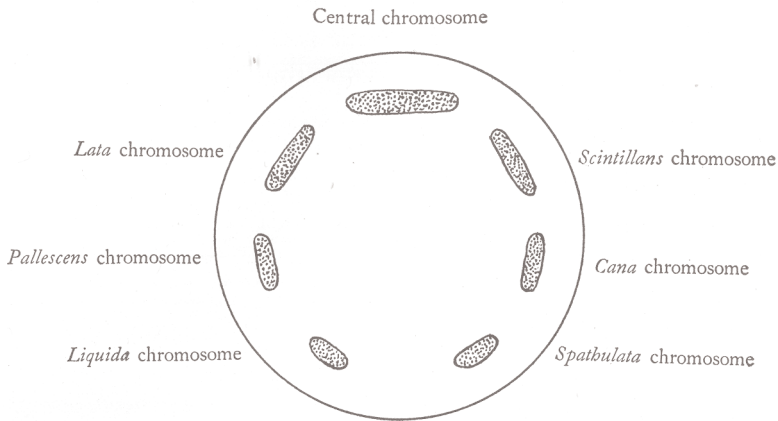


Figure 28. Diagrammatic view of the seven haploid chromosomes in *Oenothera lamarckiana*.

fig. 28: De zeven haploïde chromosomen van *Oenothera lamarckiana* genoemd naar de mutanten die zij voortbrengen. (Ontleend aan: Hugo de Vries en K. Boedijn, 'On the distribution of mutant characters among the chromosomes of *Oenothera lamarckiana*', *Genetics* 8(1923) 237).

letale' factor ontstaat, waardoor het stuifmeel met acht chromosomen te gronde gaat. Dat zou de geconstateerde heterogamie en dimorfie verklaren.

Gevolg van deze nieuwe voorstelling van zaken was dat de indeling in retrogressieve, degressieve en progressieve mutanten zoals weergegeven in *Gruppenweise Artbildung* niet meer te handhaven was. *Oenothera brevistylis*, *O. nanel-la* en *O. rubrinervis* bleef De Vries als retrogressieve mutanten zien, net als de meeste vormen met veertien chromosomen. *Oenothera lata* en *O. scintillans*, eerst degressieve mutanten, en *O. oblonga*, van een afwijkend type, leken zich vanwege hun nieuwe, dominante eigenschappen als progressieve mutanten te gedragen, maar die conclusie durfde De Vries niet aan. Hun ontstaan ging bovendien gepaard met twee duidelijk retrogressieve mutaties, namelijk de verdubbeling van een van de chromosomen en het ontstaan van de androletale factor.⁵⁶⁴ In een overzicht van alle mutanten dat De Vries in 1927 publiceerde met R.R. Gates (op doorreis naar Berlijn voor het vijfde internationale genetisch congres) komen de oude begrippen retrogressief, degressief en progressief helemaal niet meer voor. De mutanten zijn in zes groepen ingedeeld, op basis van hun aantallen chromosomen, de aard van de voortplantingscellen en hun uiterlijke kenmerken.⁵⁶⁵

Bij drie van de artikelen die De Vries schreef over dit onderzoek naar de relatie tussen genotype en fenotype bij *O. lamarckiana* prijkt Boedijns naam als

mede-auteur, een eer die in de voorgaande vijftig jaar alleen Bartlett één keer toegevallen was. Uit de artikelen blijkt duidelijk dat De Vries en Boedijn waren geïnspireerd door het onderzoek van Morgan en zijn assistenten naar koppelingsgroepen en hun pogingen eigenschappen op de chromosomen te lokaliseren. Dat laatste lukte hen overigens niet. Alleen bij de *O. lata* – *albida* en *O. scintillans* – *oblonga* chromosomen kon een tweedeling worden aangenomen, bij de overige chromosomen waren de onderlinge verbanden blijkbaar te sterk voor ‘crossing over’. Boedijn promoveerde in 1925, met Stomps als promotor, op het onderzoek dat hij met De Vries had verricht. Hij was in zijn jeugd een typische natuursporter geweest en had na het eindexamen hbs graag plant- en dierkunde gestudeerd. Geld had echter ontbroken en daarom was hij op een kantoor gaan werken. De Vries had hem onder zijn hoede genomen, tot proeftuin-assistent gemaakt en zo in staat gesteld toch te gaan studeren.⁵⁶⁶

Tegelijk met Boedijn begeleidde De Vries nog twee promovendi van Stomps. Job Broekens probeerde de evolutionaire ontwikkeling van de familie der Onagraceae te reconstrueren, daarbij lettend op Willis’ ‘age and area’-theorie. Hij stelde dat *O. lamarckiana* was ontstaan uit *O. blandina*, en dat *O. biennis* uit *O. lamarckiana* was ontstaan. *Oenothera muricata* zou reeds vóór *O. lamarckiana* zijn ontstaan.⁵⁶⁷ Hans Dulfer onderzocht het nageslacht van *O. semigigas*, ontstaan uit bestuiving van *O. lamarckiana* door *O. (muricata x O. lamarckiana) velutina*. Naast de hoofdvormen zoals door Boedijn en De Vries beschreven vond hij nog 25 ‘nevenvormen’. De hoofdvormen hadden vijftien chromosomen, de nevenvormen voornamelijk zestien chromosomen; hogere aantallen kwamen echter ook voor.⁵⁶⁸

Met het identificeren van de mutanten van *O. lamarckiana* met haar afzonderlijke chromosomen lijkt De Vries het tijd gevonden te hebben zijn wetenschappelijke carrière af te sluiten. Sinds de bekendmaking van de mutatietheorie in 1900 had hij een lange weg vol obstakels afgelegd. De weg naar de bekendmaking toe was in vergelijking daarmee probleemloos geweest. In zijn opzet Darwins pangensis experimenteel te bewijzen was hij immers uitstekend geslaagd: selectie- en kruisingsproeven hadden onweerlegbaar aangetoond dat afzonderlijke erfelijke eigenschappen zelfstandige en mengbare eenheden zijn. Probleem was wel geweest dat door het bijzondere gedrag van de teunisbloem één aspect van de pangensis prominent naar voren was gekomen, namelijk het ontstaan van nieuwe eigenschappen en dus soorten. Toen hij besloot zijn experimenten en bevindingen te gaan beschrijven had De Vries in een spagaat verkeerd: zowel voor de pangensis als de sprongsgewijze

evolutie wilde hij de bewijzen geven. Door gehoor te geven aan het advies van Moll de pangeneses niet te noemen was in *Die Mutationstheorie* sterk de nadruk op het laatste komen te liggen. Vanuit publicitair oogpunt was dat een goede zet geweest: het boek had door de spectaculaire ontdekking enorm veel aandacht gekregen. De pangeneses was er echter door op de achtergrond geraakt. Het schrijven van het boek was trouwens een lastige klus gebleken. Bij nader inzien was de pangenetische verklaring voor een aantal waarnemingen toch niet geheel sluitend en bevredigend geweest. De Vries had zich tijdens het schrijven gedwongen gezien de pangeneses te wijzigen en aan te vullen. De kwantitatieve begrippen ‘actief’ en ‘latent’ had hij kwalitatieve betekenissen gegeven, hij had de semilante, de semiactieve en de labiele toestand toegevoegd en naast de progressieve en retrogressieve had hij de degressieve mutatie en de premutatie gesteld. Uiteindelijk was hij tot een weliswaar gecompliceerd maar toch logisch en samenhangend stelsel gekomen waarmee alle mogelijke vormveranderingen, met of zonder betekenis voor de evolutie, verklaard konden worden. De ontdekking van afwijkende aantallen chromosomen in een aantal mutanten van de teunisbloem had het complexe bouwwerk spoedig na publicatie op zijn grondvesten doen schudden. Het Station for Experimental Evolution in Cold Spring Harbor, door De Vries in 1904 met enthousiasme geopend en rijkelijk van zaden van zijn teunisbloemen voorzien, was het epicentrum van de beving geweest. Naschokken vanuit andere bronnen waren gevolgd. De Vries leek het paard van Troje binnengehaald te hebben. Vervolgens was het stelsel ook van binnenuit ondermijnd geworden: met zijn eigen ontdekking van de tweelinghybriden en de heterogamie van *Oenothera biennis* en *O. muricata* had hij de deur opengezet naar Renners complexheterozygoten. Door de aan Morgan ontleende letale factoren op de teunisbloem te betrekken had De Vries hem echter kunnen overtroeven. De verschijnselen verklaren met behulp van labiele pangeneses was een doodlopende weg gebleken en de pangeneses wijzigen en aanvullen had dit keer geen soelaas kunnen bieden. De Vries had in chromosomen moeten gaan denken en dat was hem de laatste jaren uitstekend gelukt. De teunisbloem was gered, maar de pangeneses was gesneuveld.

De afsluiting van zijn wetenschappelijke carrière lijkt De Vries in stijl te hebben willen laten verlopen, namelijk met de publicatie van opnieuw een lijvig werk, als waardige opvolger van *Die Mutationstheorie* en *Gruppenweise Artbildung*. Een geheel nieuw boek schrijven zal zijn krachten te boven zijn gegaan. Overleg met Costerus en Stomps, twee leden van het huldigingscomité uit 1918, leidde tot het plan om de artikelen die hij sinds het verschijnen van *Grup-*

penweise Artbildung had gepubliceerd te bundelen tot een zevende deel van de *Opera e periodicis collata*. Uitgeverij Oosthoek, die de eerdere delen had verzorgd, was bereid de uitgave op zich te nemen, maar een aankondiging naar alle tekenaren die destijds de serie hadden besteld leverde slechts 118 bestellingen op, te weinig om de uitgave financieel mogelijk te maken. Veel instituten en genootschappen bleken zeer zuinig met hun budget om te moeten gaan. Geld uitgeven aan een heruitgave van vrij recente artikelen uit bekende tijdschriften deed men liever niet. Bovendien bleek bij het zetten van de kopij dat het boek aanmerkelijk dikker en dus duurder dan verwacht zou worden. Om het project te redden tekende De Vries zelf in op 250 exemplaren (à f 8). Een deel daarvan zou Oosthoek als presentexemplaren aan armlastige instellingen sturen zodat zij hun serie toch compleet konden maken.⁵⁶⁹ Om de aantrekkelijkheid van het deel te vergroten voegde De Vries een index op alle zeven delen toe. Het boek verscheen in 1927, het jaar voor De Vries' tachtigste verjaardag. In een kort voorwoord geeft hij het diverse karakter van de artikelen weer (soortvorming in de proeftuin vergeleken met soortvorming in de natuur, de morfologische kenmerken van de soorten en mutanten van *Oenothera*, hun genetische structuur) en blikt hij terug op de afgelopen tien jaar. Het oorspronkelijke doel van zijn onderzoek was de uitwendige oorzaken van mutaties te achterhalen maar, zo zegt hij, daarvoor was het jaarlijks gehalte aan mutanten van 1 à 2% te klein geweest. Door betere cultuur en scherpere selectie had hij het gehalte weten te verhogen en waren de oorzaken duidelijker gebleken. Hij verwijst vervolgens naar één pagina in het boek. Dat het boek in feite over een ander onderwerp gaat geeft hij aan in het slot van het voorwoord: 'Die hier vereinigten Aufsätze beziehen sich auf die sichtbaren Mutationen und auf das Verhalten der dabei wirksamen inneren Faktoren. Die ursprüngliche Entstehung der Neuheiten oder die Prämutation blieb einstweilen der Forschung unzugänglich'. Het was niet gelukt te weten te komen waardoor mutaties ontstaan, en het ideaal mutaties kunstmatig op te wekken was daarmee onbereikbaar gebleken.⁵⁷⁰

Een volmaakt einde

Hugo de Vries had sinds de tyfusaanval die hem in 1890 had getroffen aldoor last gehad van een zwak gestel met allerlei kwalen en kwaaltjes. Hij had daarom steeds zorgen over zijn gezondheid gemaakt, en die zorgen werden in de laatste tien jaar van zijn leven steeds groter. In de boeken met knipsels en herinneringen die hij vanaf zijn tachtigste verjaardag samenstelde en in de journalen van zijn proeftuinwerk zijn allerlei opmerkingen te vinden over een lich-

te beroerte, een valpartij, ischias, spit, verkoudheid en andere lichamelijke ongemakken, en over de pogingen om zijn kwalen te lijf te gaan.⁵⁷¹ Zijn actieradius werd door de lichamelijke ongemakken allengs minder. Zijn laatste buitenlandse reis (naar Ostende, Brussel en Parijs) maakte hij in september 1926 met zijn jonge vriend Willem de Jager.⁵⁷² In Nederland ging hij echter nog herhaaldelijk op pad. Eén of twee keer per jaar bracht hij een bezoek aan zijn oude vriend Beijerinck die na zijn emeritaat in 1922 in Gorssel was gaan wonen. ‘Hij had er vaak genoeg in mij te ondervragen en uit te hooren, en beklaagde mij dan telkens dat ik geen morpholoog was. Hij had daarin wel gelijk’, schreef De Vries na de dood van Beijerinck in een van zijn schriften met herinneringen. ‘Maar als ik een plant van een blad of een bladerloozen tak of een roset herkende, kon hij zich kinderlijk verheugen’. Samen gingen de twee oude botanici in de omgeving botaniseren. De streek rond Gorssel was in botanisch opzicht veel rijker dan die van Lunteren. Vrijwel altijd gingen er dus planten mee naar huis. Na het overlijden van Beijerinck op 1 januari 1931 bezocht De Vries nog enkele keren diens zuster met wie hij had samengewoond.⁵⁷³ Ook bezoeken bij zijn oud-leerling Annie Bremer-Beukers in Wassenaar draaiden altijd uit op botaniseertochten. Dochter Annie herinnerde zich De Vries als ‘een echte buitenman’ die het heerlijk vond om in de duinen te wandelen en altijd over planten sprak. Voor het uitsteken van begerenswaardige planten had hij altijd een schroevendraaier in zijn zak. ‘Een plantenschepje kun je niet meenemen, met een schroevendraaier gaat het net zo goed’, zo zei hij. De twee dochters Bremer voelden zich bij hem, hoewel lang en stevig én professor, volkomen op hun gemak: ‘Hij was niets bijzonders voor ons: hij hoorde erbij en wij bij hem’. De Vries kwam altijd alleen, zonder zijn vrouw. Wies liep op haar oude dag erg moeilijk. In ‘De Boeckhorst’ was speciaal voor haar een trap met lage treden gemaakt. Afgezien daarvan leefden volgens Hugo en Wies op hun oude dag elk hun eigen leven, enigszins gescheiden van elkaar.⁵⁷⁴

Zo nu en dan reisde De Vries nog naar Amsterdam om zijn opvolger Theo Stomps te bezoeken en, zoals hij aan miss Palmer schreef, ‘om van de genoegens eener groote stad te genieten’.⁵⁷⁵ Tot die genoegens behoorde een bezoek aan een of ander theater voor een avondje lachen. In een lezing over De Vries in 1948 haalde Stomps herinneringen op aan een bezoek dat zij eens brachten aan een revue van Louis Davids in het Amsteltheater. ‘Op een gegeven moment moest de geheele zaal op bevel van Heintje Davids meezingen, wat wij natuurlijk niet deden. En daar roept zij ineens tegen professor De Vries: “Hei opa, jij ook meezingen!” Op zo’n moment krijgt men wel eenigszins het gevoel dat men daar toch niet bij behoort!’⁵⁷⁶

De enige officiële functie die De Vries rond 1930 nog vervulde was die van lid van Teyler's Tweede Genootschap in Haarlem voor het uitschrijven van prijsvragen en het beoordelen van de ingekomen antwoorden. Een enkele keer reisde hij daarvoor naar zijn geboortestad.⁵⁷⁷

Vanaf 1929 bracht De Vries, vaak met oud-leerling Stakman, één of twee keer per jaar enkele weken door in Zuid-Limburg waar de wilde flora zoveel anders en rijker was dan in de rest van Nederland. Tijdens zijn verblijf in augustus 1932 vond vlak bij zijn hotel in Gulpen een zomerkamp plaats van de Nederlandse Jeugdbond voor Natuurstudie. De uitnodiging van enkele deelnemers een avond het kamp te bezoeken nam De Vries met graagte aan. Diep onder de indruk luisterden de jongens en meisjes bij het kampvuur naar de 84-jarige beroemdheid, vertellend over de excursies die hij destijds met zijn studenten had gemaakt. Toen enkelen hun bewondering uitten voor de klimpartij die De Vries had moeten maken, in het stikdonker over een smal paadje, om het vijftig meter hoog gelegen kamp te bereiken, was het laconieke antwoord: 'Wel, dat is geen prestatie. Je wordt oud of je wordt het niet'.⁵⁷⁸

Zijn zwakke gezondheid was De Vries inderdaad niet aan te zien. 'En kras dat Prof is!' schreef Neeltje van Vugt, vrouw van De Vries' vroegere assistent Jo, in haar dagboek na haar bezoek met haar twee kinderen in februari 1930. 'Hij speelde nog met ze door ze op een karretje wat in den kas was voort te duwen. En voor we vertrokken holde hij nog met ze naar den weg om naar een stoomwals te kijken. In de kamer zaten we allen op luie stoelen en Prof.. op de pianokruk. Zoo rijk, zoo geleerd, zoo bereisd en toch... zoo eenvoudig'.⁵⁷⁹ Ook een journalist van *De Telegraaf* die hem in 1934 bezocht bewonderde zijn gezondheid. 'We klimmen twee trappen op. "O, dat gaat nog wel", zegt de 86-jarige als hij in onzen blik verbazing leest over de lenigheid waarmee hij die prestatie heeft verricht'.⁵⁸⁰

Kwam De Vries na 1926 dus niet meer in het buitenland, het buitenland kwam nog wel naar hem. Met sommige bezoekers was het een weerzien na vele jaren, zoals met Svante Arrhenius uit Zweden, zijn collega-docent in Berkeley in 1904, Davenport en Shull uit Cold Spring Harbor, Osterhout uit Berkeley en, in 1929, na jaren van plannen maken, zijn voormalige assistente uit Berkeley miss Palmer.

Allerlei eerbetoon viel De Vries in zijn laatste jaren nog ten deel. Uit alle delen van de wereld kwamen verzoeken om zijn portret en handtekening.⁵⁸¹ Op zijn tachtigste verjaardag in 1928 werd hij overstelpt met felicitatiebrieven en -telegrammen, ontving hij het Grootkruis in de Orde van Oranje-Nassau, en verleenden de Landbouwhogeschool in Wageningen en de universiteit in

Leuven hem een eredoctoraat. Gouden medailles kreeg hij van de Linnean Society (1929), de Zweedse academie van wetenschappen (1930) en de Hollandse Maatschappij der Wetenschappen (1931). Hij werd benoemd tot erevoorzitter van het vijfde Internationaal Botanisch Congres in Cambridge (1930), erelid van de Russische academie van wetenschappen (1931) en erevoorzitter van het zesde Internationaal Botanisch Congres in Amsterdam (1935). Twee hoogleraren uit Tübingen nomineerden hem in 1930 voor de Nobelprijs (nominaties die door het Nobelcomité overigens niet in behandeling werden genomen).⁵⁸² Straten en pleinen werden naar hem vernoemd; er was zelfs een Hugo de Vrieslaan in Medan op Sumatra. Een aantal studenten aan de Columbia University in New York verenigde zich in 1928 onder de naam 'Hugo de Vries Group' en kwam enkele jaren bij elkaar om wetenschappelijke onderwerpen te bespreken.⁵⁸³ De Abcoudense burgemeestersweduwe en natuurliefhebster O.A. Roos Vlasman-Lingeman stelde in 1926 haar huis en tuin ter beschikking aan het Hugo de Vries-Fonds dat zij al in 1913 had gesticht. Zij wilde met het fonds, zoals ze later eens schreef, 'de naam van Hugo de Vries vastleggen en doen voortleven ook buiten de kleine kring van zijn wetenschappelijke vrienden, zooals men een standbeeld voor iemand opricht',⁵⁸⁴ De Vries en vooral Stomps, die samen met mevrouw Roos Vlasman het bestuur van het fonds vormden, hoopten dat huis en tuin zouden uitgroeien tot een genetisch instituut, nauw verbonden met de Universiteit van Amsterdam. De f 3000 aan financiële bijdragen die binnenkwamen bij de viering van De Vries' tachtigste verjaardag, kwam ten goede van het fonds.⁵⁸⁵ Tot ergernis van Stomps kwam van het gedroomde instituut weinig terecht. De Vries, die het fonds ooit liefkozend zijn 'petekind' had genoemd, lijkt zich voor het lot van het fonds nauwelijks geïnteresseerd te hebben. Overigens had De Vries wel twee echte petekinderen: Benno Stomps, jongste broer van Theo met wie De Vries in diens jeugd zo goed bevriend was geweest, en Jo van Vugt, een van zijn assistenten die vanwege blindheid zijn baan op had moeten zeggen en dankzij De Vries een jaarlijkse lijfrente ontving, gaven allebei een zoon de naam Hugo. Een bijzonder eerbetoon kwam uit Moskou. Het Museum Darwinianum aldaar breidde in 1928 zijn expositie uit met een uitleg over het werk van De Vries. Op basis van foto's werd een borstbeeld gemaakt. De Vries stuurde zaden, herbariumexemplaren en foto's van zijn proefplanten. Als dank ontving hij een gipsen afgietsel van het borstbeeld.⁵⁸⁶

Ondanks de publicatie van het zevende deel van de *Opera* in 1927 en ondanks zijn steeds zwakker wordende gezondheid kweekte De Vries nog ieder jaar (met hulp van zijn tuinman) duizenden teunisbloemen en voerde hij al-

lerlei kruisingen tussen de verschillende mutanten uit. In 1929 publiceerde hij weer een lang artikel over nieuwe mutanten die nog nauwelijks of helemaal niet beschreven waren, aangevuld met resultaten van zijn onderzoek naar het verband tussen het optreden van mutanten en de bloeitijd.⁵⁸⁷ In de volgende jaren werkte hij nog aan twee artikelen over een nieuwe mutant, *O. dulcis*, en over de raadselachtige premutatie in *O. lamarckiana*.⁵⁸⁸ En zo zaaide hij in januari en februari 1935 opnieuw de zaden van zijn teunisbloemen uit, verspeende hij een maand later de zaailingen en plantte hij in april 1935 de kleine plantjes uit in de proeftuin.⁵⁸⁹ Maar dit keer zou De Vries de planten niet meer in bloei zien. Halverwege mei moest hij wegens ziekte het bed houden. Op maandag 20 mei ontbeet hij nog als gebruikelijk aan zijn bureau, maar die middag vreesde zijn arts dat er gevaar was. De volgende dag, 21 mei, at hij een licht ontbijt en viel vervolgens in slaap. Hugo de Vries zou niet meer ontwaken. Omstreeks half twee constateerde de dokter dat hij was overleden. Door toevallige omstandigheden was Theo Stomps die dag in Lunteren aanwezig. ‘Zijn einde was volmaakt, als zijn geheel leven’, liet hij direct na het overlijden de Nederlandse pers weten.⁵⁹⁰

De begrafenis vond plaats op 25 mei, op de nieuwe begraafplaats van Lunteren. Bij De Boeckhorst, waar De Vries lag opgebaard in een zee van bloemen en kransen, verzamelde zich rond half twee een grote schare dorpsbewoners. Onder het luiden van de kerkklokken werd de kist het huis uit gedragen en in de lijkkoets gezet. De koets werd behangen met kransen, de overige kransen en bloemstukken werden op een aparte landauer geladen. Elf rijtuig en een aantal auto’s volgden de koets naar de begraafplaats even buiten het dorp. Daar wachtte een menigte belangstellenden, waaronder vertegenwoordigers van de universiteiten van Amsterdam, Utrecht en Groningen, van de Landbouwhogeschool in Wageningen, van de Nederlandse Botanische Vereniging, de Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Teyler’s Genootschap, het Amsterdams Studentencorps en de Amsterdamse Vrouwelijke Studentenvereniging. Bij de ingang van de begraafplaats werd de kist op een baar geplaatst, met zo veel mogelijk kransen erop. Direct achter de kist liep Wies met de zoons Otto en Wouter (zoon Ernst verbleef in Nederlandsch-Indië), een tuil paarse regen in haar handen. De Vries had als uitdrukkelijke wens geuit dat er aan zijn graf niet gesproken zou worden, maar toch werd er door drie personen het woord gevoerd. Ten eerste door Stomps, die de aanwezigen vertelde van zijn leermeesters wens dat er niet zou worden gesproken en in wat voor posities en over wat voor zaken hij dus allemaal niet zou spreken. Slechts wilde hij, om het karakter van de overledene te schetsen, memoreren dat De

Vries nooit had verzuimd om van zijn talrijke excursies bloemen voor zijn vrouw mee te nemen. Daarna bracht hij hem uit naam van al zijn vrienden buiten Lunteren een laatste groet. Vervolgens sprak notaris Dinger namens de bevolking van Lunteren. ‘Het is niet uit te spreken hoe lief wij u hebben gehad, hoezeer wij uw hooge gestalte in onze rustige Dorpsstraat, uw vriendelijk optreden jegens jong en oud zullen missen. Dat gij, hoe beroemd ook, één der onzen hebt willen wezen, zullen wij met innige dankbaarheid bewaren in ons hart’. Ten slotte sprak de oudste zoon Otto. Hij dankte alle aanwezigen voor de eer die zij zijn vader brachten, niet in de laatste plaats de vertegenwoordigers van de wetenschappelijke instellingen. Bijna tachtig jaar had hij de wetenschap gediend en daarvoor veel teruggekregen. Ook dankte hij de bewoners van Lunteren die zijn ouders zo hartelijk hadden ontvangen en zoveel prettige jaren hadden bezorgd. ‘Het heengaan van mijn vader was rustig en zacht. Hij ruste in vrede’.⁵⁹¹

Epiloog

In het spoor van Hugo de Vries

Het Biologisch Centrum van de Universiteit van Amsterdam, augustus 2008. Voor de rommelige maar gezellige kamer van CONGO, de vereniging voor studenten biologie, medische biologie en psychobiologie, staan de eerstejaars in de rij om hun studieboeken aan te schaffen. Voor de colleges over biochemie, celbiologie, genetica en evolutie is het vuistdikke boek *Life. The science of biology* voorgeschreven.¹ De naam van Hugo de Vries wordt daarin één keer genoemd, als herontdekker van de wetten van Mendel. In de paragraaf over mutaties staat nog wel een opmerking die doet denken aan zinnen uit artikelen en lezingen waarin hij zijn mutatietheorie uitlegde: 'Without mutation, there would be no evolution. ... Mutation does not drive evolution, but it provides the genetic diversity on which natural selection and other agents of evolution act'. Maar begrippen als 'silent mutations', 'frame-shift mutations' en 'nonsense mutations' waardoor die genetische diversiteit voor een deel ontstaat, lijken in niets meer op de mutaties die hij had onderscheiden, net als andere typen veranderingen in het erfelijk materiaal die het boek noemt: 'deletions', 'duplications', 'inversions', 'translocations'. Tweede- en derdejaars studenten komen bij CONGO langs voor het boek *Evolutionary biology*, voorgeschreven voor colleges evolutiebiologie en systematiek.² Hierin komt De Vries twee keer voor. In het hoofdstuk dat in korte trekken de geschiedenis van de evolutionaire biologie schetst en in het hoofdstuk dat handelt over het ontstaan van genetische variatie wordt hij opgevoerd als degene die het woord 'mutatie' introduceerde voor afwijkende vormen van de teunisbloem. Thomas Hunt Morgan zou de betekenis ervan veranderd hebben door er de spontane verandering van een gen mee aan te duiden. En daarmee was hij volgens het boek op de goede weg. Want door de verandering van één gen ontstaat doorgaans een nieuwe variatie en geen nieuwe soort, zoals De Vries had gemeend. Toen in de jaren vijftig de moleculaire structuur van genen werd opgehelderd werd duidelijk dat mutaties 'could be recognized as an alteration of the base pair sequence of a gene – including base pair changes that have no effect whatever on the phenotype, even on

the amino acid sequence of the protein that the gene encodes'. Van die zin zal De Vries weinig begrepen hebben. En dat geldt voor heel veel in het boek: sinds hij de ogen sloot is er veel veranderd in de evolutionaire biologie. De pangene-sis, de mutatietheorie, de actieve, de latente en de labiele toestand van pangen-en, het stelsel van progressieve, retrogressieve en degressieve mutaties: het is allemaal al jaren geleden uit de biologie verdwenen. Om weer mee te kunnen praten over zijn vak zou hij zich moeten aansluiten bij de wachtende studenten voor de kamer van CONGO, dat, hoe toepasselijk, staat voor 'Comt Onoos'-len Naerstighlijk Gheleertheydt Ontvanghen'.

Niet alleen op het niveau van de feiten is veel veranderd, ook in de voorstelling hoe het evolutieproces verloopt hebben grote verschuivingen plaatsgevonden. Toen De Vries zijn mutatietheorie lanceerde waren de biologen die zich met evolutie bezighielden sterk verdeeld. In tegenstelling tot wat hij had gehoopt was de verdeeldheid door de mutatietheorie verder toegenomen. De theorie had de aanhangers van de sprongsgewijze evolutie gesterkt in hun overtuiging, maar de aanhangers van andere mechanismen niet overtuigd. Wel waren er nieuwe dwarsverbanden ontstaan, mede door verschillende interpretaties van de mutatietheorie. Nieuwe disciplines, zoals de genetica en de statistiek, hadden verder aan de verdeeldheid bijgedragen. De geest van Darwin zweefde over de woelige wateren van de elkaar bestrijdende evolutionisten en inspireerden hen uiteindelijk tot het neerhalen van de muren die hen scheidden. Resultaat was een visie waarover een brede consensus bestond en die, met aanpassingen, tot op de dag van vandaag in stand is gebleven en aan de huidige studenten biologie wordt geleerd. Het hele proces, dat rond 1920 begon en tientallen jaren duurde, staat bekend als de 'neo-darwinistische' of 'evolutionaire synthese'.

Maar meer nog dan een samenkomen van verschillende opvattingen over het mechanisme waardoor de evolutie verloopt, was de synthese een samengaan van evolutionaire biologie en genetica. Het erfelijkheidsonderzoek dat gestimuleerd door de mutatietheorie en de wetten van Mendel was verricht had laten zien dat kleine veranderingen in het erfelijk materiaal veel voorkomen, dat kleine veranderingen het middenveld vormen in een continu spectrum dat loopt van minieme naar grote veranderingen, dat erfelijke veranderingen verschillende oorzaken hebben, dat eigenschappen doorgaans door meer dan één gen worden bepaald, en dat naast mutaties ook recombinatie van genen bij de vorming van voortplantingscellen een rijke bron van variatie is. Al deze ontdekkingen waren uitstekend verenigbaar met de fluctuerende varia-

biliteit die de biometrici verdedigden en die veldbiologen in populaties waarnamen. De bestudering van erfelijkheidsverschijnselen in grote groepen organismen werd vanaf 1910 een nieuwe stroming met de naam 'populatiegenetica'. Door toepassing van wiskundige modellen werd in de jaren twintig duidelijk hoe erfelijke veranderingen zich binnen populaties kunnen verbreiden. De visie die uiteindelijk postvatte is dat de natuur selecteert uit de enorme genetische variatie die binnen een populatie aanwezig is. Darwins geleidelijke verandering en natuurlijke selectie, de twee grote strijdpunten van weleer, zijn nu universeel geaccepteerd. Zoals Ernst Mayr, oudhoogleraar zoölogie aan Harvard University en een van de architecten van de synthese, in 1991 stelde: 'The basic Darwinian principles are more firmly established than ever'.³

Met zijn mutatietheorie en zijn herontdekking van de wetten van Mendel heeft Hugo de Vries ontegenzeggelijk bijgedragen aan de totstandkoming van de synthese. Maar wat zijn bijdragen nu precies zijn geweest laat zich niet zo makkelijk omschrijven. Zijn opvattingen over mutaties, mendelisme en selectie waren anders dan die van degenen die de synthese vormgaven, en die waren weer anders dan die van degenen die de synthetische visie uiteindelijk omarmden. Een veelheid aan mensen met een veelheid aan feiten en inzichten hebben de synthetische visie gemaakt tot wat zij nu is. Zij is een polyhybride met een lange evolutionaire geschiedenis, net zoals De Vries' mutatietheorie en mendelisme dat ook al waren.

De teunisbloem was intussen haar eigen, genetische weg gegaan die zij eigenlijk al had ingeslagen toen De Vries na het voltooiën van *Die Mutationstheorie* was begonnen met zijn kruisingsexperimenten om het ontstaan van mutaties bij de soort te onderzoeken. In het begin van de jaren twintig, toen De Vries en Boedijn de verschillende groepen mutanten koppelden aan de zeven afzonderlijke chromosomenparen van *Oenothera lamarckiana*, deed de Amerikaan Ralph Cleland een opmerkelijke ontdekking: bij *O. franciscana*, afkomstig uit Californië, zag hij dat voorafgaand aan de vorming van de voortplantingscellen tien van de veertien chromosomen paren vormen, zoals gebruikelijk, maar dat vier chromosomen aan elkaar waren gekoppeld en een ring vormden. Onderzoek bij andere soorten en hybriden leverden een vergelijkbaar beeld op. Zo bleek (Europese) *O. biennis* twee ringen van respectievelijk zes en acht chromosomen te hebben, *O. lamarckiana* een ring van twaalf en één paar chromosomen te hebben, en bleek dat bij *O. muricata* zelfs alle veertien chromosomen in één ring aan elkaar waren gekoppeld. De overeenkomst met de chromosoomcomplexen die Otto Renner enkele jaren eerder had verondersteld was snel gelegd: het gene-

tisch gedrag kon wel eens identiek zijn aan het chromosoomgedrag. Cleland vermoedde dat de chromosomen die van de vader en de moeder afkomstig zijn elkaar in de ringen afwisselen. Bij de vorming van voortplantingscellen zou elk afzonderlijk chromosoom dus niet door het toeval naar de ene of de andere voortplantingscel kunnen gaan, maar samenblijven met precies dezelfde chromosomen waarmee het al samen was geweest in de voortplantingscel die het organisme zijn erfelijke informatie had gegeven. Er zou binnen de ring kortom geen vrije uitwisseling van chromosomen plaatsvinden.

Cleland werkte in 1927 en 1928 in de laboratoria van Renner en Friedrich Oehlkers, hoogleraar aan de technische hogeschool in Darmstadt, om zijn hypothese te testen. Tijdens de beide zomers logeerde hij een week bij De Vries in Lunteren om materiaal te verzamelen. Hoewel hij niet instemde met Clelands opvattingen stelde De Vries zijn planten graag aan hem ter beschikking.⁴ De resultaten van het onderzoek bevestigden Clelands vermoeden: het aantal koppelingsgroepen dat de onderzochte *Oenothera*-vormen bij kruisingen vertoonde kwam overeen met de aantallen chromosoomringen en paren die onder de microscoop te zien waren.

Cytoloog John Belling, werkzaam aan het Department of Genetics van het Carnegie Institution in Cold Spring Harbor (het vroegere Station for Experimental Evolution), opperde in 1926 een verklaring voor het verschijnsel dat chromosomen op deze bijzondere manier aan elkaar koppelen: er zijn onderling segmenten uitgewisseld. Onderzoek van de inmiddels in *Oenothera* gespecialiseerde genetici in Duitsland en Amerika toonde binnen enkele jaren de juistheid van die verklaring aan. Voor de uitwisseling werd de term 'reciproke translocatie' bedacht (fig. 29).

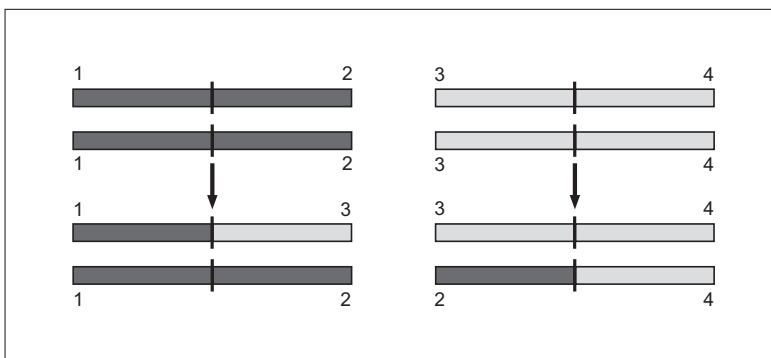


fig. 29: Het principe van reciproke translocatie gedemonstreerd aan de hand van vier chromosomen, verdeeld over twee paren. Boven: de oorspronkelijke samenstelling. Onder: de samenstelling na translocatie.

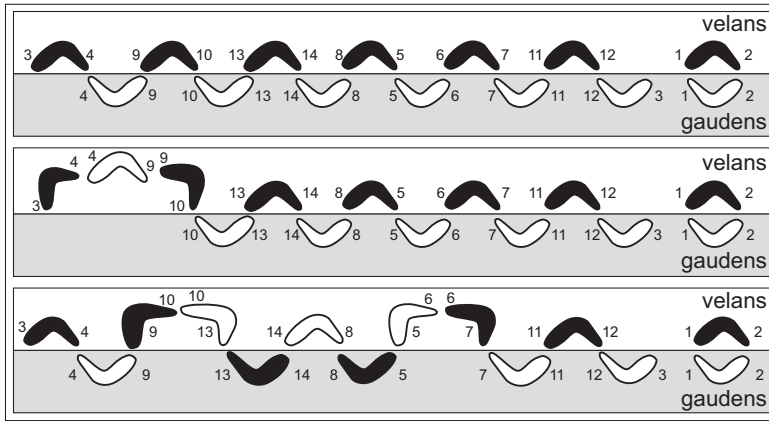


fig. 30: De chromosoomcomplexen van *Oenothera lamarckiana* voorafgaand aan de vorming van voortplantingscellen (meiose). Boven: de normale situatie. De complexen 'velans' en 'gaudens' gaan op de voortplantingscellen over in dezelfde samenstelling als in de twee voortplantingscellen die het organisme hebben gevormd. Midden: een van de mogelijke afwijkingen. Het 4.9 chromosoom van het gaudens-complex voegt zich bij het volledige velans-complex. Onder: een andere mogelijke afwijking. De 10.13, 8.14 en 5.6 chromosomen van het gaudens-complex voegen zich bij het velans-complex, terwijl de chromosomen 13.14 en 8.5 van het velans-complex zich voegen bij het gaudens-complex. Het 3.4 chromosoom van het velans-complex koppelt aan het 3.12 chromosoom van het gaudens-complex waardoor een ring ontstaat. Alleen het paar met het 1.2 chromosoom staat los van de twee complexen.

Zoals in normale gevallen voorafgaand aan de vorming van voortplantingscellen identieke (homologe) chromosomen paren vormen, zo vormen bij door reciproke translocaties ontstane chromosomen homologe segmenten paren. In de meeste soorten van *Oenothera* zijn meer translocaties opgetreden waardoor meer chromosomen een ring vormen. *O. lamarckiana* bezit hierdoor niet zeven typen chromosomen verdeeld over even zoveel paren, maar dertien typen chromosomen verdeeld over twee groepen (fig. 30 boven).

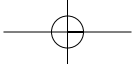
De bijzondere wijze waarop de chromosomen zich rangschikken voorafgaand aan de vorming van voortplantingscellen maakte nu ook begrijpelijk hoe individuen met vijftien chromosomen (een groot deel van De Vries' mutanten) kunnen ontstaan. Chromosomen gaan soms van het ene complex over naar het andere complex. Hierdoor ontstaan voortplantingscellen met acht en met zes chromosomen (fig. 30 midden en onder). Een cel met zes chromosomen is niet levensvatbaar omdat er segmenten ontbreken. Van de cellen met

acht chromosomen zijn alleen de eicellen levensvatbaar, niet het stuifmeel. Bij bestuiving ontstaan daardoor combinaties van $8 + 7 = 15$.

Reciproke translocaties werden ook bij andere soorten gevonden, maar het bleef een zeldzaam verschijnsel. *Oenothera* bleek een klasse apart in het plantenrijk te vormen, een geslacht met een geheel eigen manier van overdracht van erfelijk eigenschappen en met een geheel eigen evolutionaire geschiedenis. Voor een beter inzicht in algemene principes van erfelijkheid en soortvorming bleek het gedrag van *Oenothera* van zeer weinig waarde te zijn; daarvoor is het te uitzonderlijk.

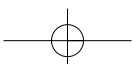
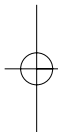
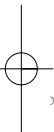
Ralph Cleland publiceerde in 1972 een boek waarin hij het onderzoek naar *Oenothera* van de afgelopen vijftig jaar samenvatte. Hoewel vol respect voor het vele werk dat De Vries had verzet om het uitzonderlijke gedrag van het geslacht op te helderen liet hij van zijn bijdragen aan de oplossing van het vraagstuk niet veel overeenkomst staan. De Vries was naar zijn mening teveel bijven vasthouden aan de pangenesis en de sprongsgewijze evolutie. Daardoor accepteerde hij de ontdekkingen die door anderen bij *Oenothera* werden gedaan slechts langzaam of geheel niet. Dat *Oenothera lamarckiana* een heterozygoot is heeft hij bijvoorbeeld nooit willen erkennen. De mutanten waren bovendien niet waarvoor hij ze had gehouden: 'They do not have the profound evolutionary significance that he thought they had. They are not examples of the way in which new species or varieties come into existence'. Het stond volgens Cleland wel vast dat *Oenothera lamarckiana* geen zuivere soort is maar een hybride, waarschijnlijk in Europa ontstaan uit een kruising tussen een *Oenothera biennis*, afkomstig van de Amerikaanse oostkust, en een vorm van *Oenothera hookeri*, afkomstig van de Amerikaanse westkust. Hij achtte het waarschijnlijk dat de kruising plaats heeft gehad in de buurt van een havenstad waar de planten met de ballast van schepen was meegekomen. Gezien het overvloedig voorkomen van de soort aan de westkust van midden-Engeland kon Liverpool wel eens de geboorteplaats van *Oenothera lamarckiana* zijn.⁵

Hugo de Vries trok tijdens zijn leven diepe sporen. Door de stormachtige ontwikkeling die de biologie in de afgelopen eeuw heeft doorgemaakt zijn die op het niveau van de feiten goeddeels uitgewist. Op het niveau van verklaringen voor grote mechanismen zijn ze door talloze bijmengingen vervaagd. Dieper, daardoor minder opvallend maar niet minder belangrijk, kunnen zijn sporen echter nog wel worden teruggevonden. De Vries legde wegen open in gebieden in de biologie die toen nog weinig verkend waren maar die tegenwoordig gemeengoed zijn, zowel voor Nederland als voor daar buiten: de fysische en



chemische verklaring van levensverschijnselen, de experimentele aanpak van erfelijkheids- en evolutievragen, de toepassing van statistiek, de genetische basis van soortvorming. Zeker dat laatste gebied, waar evolutie en erfelijkheid elkaar raken, was in zijn tijd nog zo onbekend dat het niet verwonderlijk is dat hij er verdwaalde. Zoals de botanicus P.C. van der Wolk al in 1919 schreef:⁶

Bedenk steeds dat De Vries een moedige sprong in het duister deed, maar dat de kritiek werkte toen 't licht begon te worden. Er waren weldra veel meer feiten bekend dan in den tijd dat De Vries aan zijn proeven werkte. Daardoor waren al spoedig de De Vries'sche vooronderstellingen verouderd en de mutatietheorie aan de grote kritiek prijsgegeven. Binnen een groote tiental jaren Himmelhoch jauchzend... en zum Tode betrübt. Het is hierdoor een buitengewoon merkwaardig brok geschiedenis der botanie dat wij hebben meegemaakt.



Noten

Inleiding

1. Y. Sinotô in *Kwagaku* 3 (1933) 296; UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: correspondentie met Yosito Sinotô. Vertaling door Pjotr Lawant te Twisk.
2. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 592 (brief van Y. Sinotô 15 jan. 1931).
3. Y. Sinotô, *Gregor Mendel* (Tokio 1935) 206-231.
4. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 563).
5. Deze eerbewijzen zijn aanwezig in: Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries.
6. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 215-236), 587-591.
7. 'Prof. dr. Hugo de Vries overleden', *Algemeen Handelsblad* 21 mei 1935; 'Hugo de Vries en zijn werk', *Algemeen Handelsblad* 22 mei 1935; R.E. Cleland, 'Hugo de Vries 1848-1935', *The Journal of Heredity* 26 (1935) 296; R.R. Gates, 'Prof. Hugo de Vries', *Nature* 136 (1935) 136.
8. O.a.: M.J. Kottler, 'Hugo de Vries and the rediscovery of Mendel's laws', *Annals of Science* 36 (1979) 517-538; M. Campbell, 'Did De Vries discover the law of segregation independently?', *Annals of Science* 37 (1980) 639-655; O.G. Meijer, 'Hugo de Vries no Mendelian?', *Annals of Science* 42 (1985) 189-232; B. Theunissen, 'Closing the door on Hugo de Vries' Mendelism', *Annals of Science* 51 (1994) 225-248; A.F. Corcos en F.V. Monaghan, 'Role of De Vries in the rediscovery of Mendel's work I. Was De Vries really an independent discoverer of Mendel?', *Journal of Heredity* 76 (1985) 187-190; A.F. Corcos en F.V. Monaghan, 'Role of De Vries in the rediscovery of Mendel's work II. Did De Vries really understand Mendel's paper?', *Journal of Heredity* 78 (1987) 275-276.
9. M.J. Coesel, *Zinkviooltjes en zoetwaterwierden. J. Heimans (1889-1978). Natuurstudie en natuurbescherming in Nederland* (Hilversum 1993) 313-328.
10. P.H.W.A.M de Veer, *Leven en werk van Hugo de Vries* (Groningen 1969).
11. P. Smit, [recensie van P.H.W.A.M de Veer, *Leven en werk van Hugo de Vries* (Groningen 1969)], *Acta Botanica Neerlandica* 20 (1971) 260; O.G. Meijer, 'Hugo de Vries und Gregor Mendel. Die Geschichte einer Verneinung', *Folia Mendeliana* 21 (1986) 83 (noot 6); B. Theunissen, 'De beheersing van mutaties. Hugo de Vries' Werdegang van fysioloog tot geneticus', *Gewina* 15 (1992) 98 (noot 3); Coesel, *Zinkviooltjes*, 325.
12. Het manuscript van de biografie, 'From cell to chromosome', is aanwezig in UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas. Daar is ook correspondentie die Van der Pas voerde tijdens het schrijven (zowel ingekomen brieven als afschriften van uitgaande brieven) aanwezig.
13. O.a. R. Dawkins, *The blind watchmaker* (Harlow 1986) 305; G.E. Allen, *Life sciences in the twentieth century* (New York etc. 1975) 16-17; E. Mayr en W.B. Provine (red.), *The evolutionary synthesis. Perspectives on the unification of biology* (Cambridge (MA) 1980) 4-5, 20-22; E. Mayr, *The growth of biological thought. Diversity, evolution and inheritance* (Cambridge (MA) 1982) 546-548; P.J. Bowler, *The eclipse of*

Darwinism (Baltimore en Londen 1983) 206-213; E. Mayr, *One long argument. Charles Darwin and the genesis of modern evolutionary thought* (Cambridge (MA) 1991) 46. Positief, maar ongeloofwaardig door sterk de nadruk te leggen op het 'voorvoelen' van moderne kennis door De Vries, is: H.F. Linskens, 'De geboorte van de moderne genetica. De betekenis van Hugo de Vries voor het huidige en het toekomstige biologische onderzoek', in: *Van vonk tot vlam. 100 jaar natuurwetenschap in Nederland* (Amsterdam 1989) 116-128. 'De vooruitgang van het biologisch onderzoek, daar komt het op aan', aldus Linskens.

14. De Veer, *Leven*, 3; P.W. van der Pas, 'The correspondence of Hugo de Vries and Charles Darwin', *Janus* 57 (1970) 173; J. Heimans, *Zeventig jaren pangenenleer* (Amsterdam en Djakarta 1959) 11.

15. Theunissen, 'Beheersing', 98-99; Coesel, *Zinkviooltjes*, stelling 1: 'Gezien de vele misverstanden die er bestaan en de feitelijke onjuistheden die te berde worden gebracht over het leven en werk van Hugo de Vries is het dringend gewenst dat er een gedegen ... biografie over deze beoemde Nederlandse bioloog verschijnt'.

16. Vgl.: R.E. Cleland, *Oenothera. Cytogenetics and evolution* (Londen en New York 1972) 5: 'Even as late as 1913 ... he did not associate the pangenes with the chromosomes, except in a very vague and tentative manner, although by this time the role of the chromosomes as the carriers of the genes was clearly understood. Genetic linkage and independent assortment based on segregation of distinct pairs of chromosomes played no role in his thinking'; 24: 'During this period [tot ca. 1915], extending over more than 25 years, the concept of intracellular pangenessis so dominated his thinking that he made little attempt to relate his findings to the rapidly developing field of cytogenetics. In time, however, his ideas began to change in certain respects. The last paper to mention pangenes as such appeared in 1915, although he still expressed support of his pangenessis theory as late as 1925'; 192: 'The rise of modern cytogenetics after 1900 made it difficult for workers, even though they followed De Vries in ascribing aberrations to mutation, to accept an interpretation based on intracellular pangenessis. ... De Vries, however, although he undoubtedly came to have some understanding of the mechanism of meiosis and the relation of the genes to the chromosomes, placed little emphasis on this relationship, and continued to think in terms of pangenessis, to which he made references as late as 1925'; 198: 'On the whole, it may be said that De Vries was little influenced throughout his career by developments in the field of cytogenetics, even by the discoveries made in the *Oenothera* field. ... Similarly, De Vries was little influenced by developments in *Oenothera* cytology'.

17. De inventaris van het archief is gepubliceerd in: E.J.A. Zevenhuizen, *De wereld van Hugo de Vries. De inventarissen van het archief van Hugo de Vries en van de andere archieven en collecties van de Bibliotheek Biologisch Centrum, Faculteit der Biologie, Universiteit van Amsterdam* (Amsterdam 1996) 17-105.

18. Losse pagina's uit een index op de Journalen gemaakt in vermoedelijk 1900 geven als oudste jaartal 1889 (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 444 en 527; Stadsarchief Amsterdam: Archief van de directeur van de Hortus Botanicus 1878-1969 en vanaf 1969-1987 Hortusraad (1966): Stukken betreffende de vervulling van militaire dienst door personeelsleden.

19. De Journalen voor de jaren 1928-1935 zijn aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 179-181. De kaft van het Journaal van 1899 is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 177. Losse pagina's van Journalen zijn aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 523 (Journaal 1892), 527 (1895), 533 (1896), 143 (1898), 144 (waarschijnlijk 1899/1900), 201 (1905), 203 (1907), 175 en 204 (1909), 205 (1910), 490 (1912), 532 en 533 (1913), 146 en 178 (1918), 178 (1919), 178 en 533 (1920), 178 en 195 (1921), 178 en

533 (1922), 533 (1923), 179, 222, 232, 532 en 533 (1924), 1, 457-461, 472, 491, 232, 532 (1925), 232, 532 en 533 (1926) en 232, 532 en 533 (1927). E.J.A. Zevenhuizen, 'The hereditary statistics of Hugo de Vries', *Acta Botanica Neerlandica* 47 (1998) 428.

20. De plakboeken zijn aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A. De brieven aan Bessie Palmer en het archief van Van der Pas voor zover dit betrekking heeft op het schrijven van zijn biografie van De Vries zijn eveneens aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek.

21. I.H. Stamhuis, 'Vierhonderd brieven van Hugo de Vries', *Gewina* 19 (1996) 95-98; I.H. Stamhuis, 'The "rediscovery" of Mendel's laws was not important to Hugo de Vries. Evidence from his letters to Jan Willem Moll', *Folia Mendeliana* 30 (1995 [1997]) 13-30.

1. Op jacht naar soorten – 1848-1866

1. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van Hugo de Vries aan M.E. de Vries-Reuvens 5 aug. 1856.

2. G.F. van der Ree-Scholten (eindred.), *Deugd boven geweld. Een geschiedenis van Haarlem, 1245-1995* (Hilversum 1995) 403-408; M. Boom, 'De vroegste foto's van Haarlem', *Jaarboek Haarlem* (1998) 69-75.

3. Voor Abraham de Vries, zie: C. Sepp, 'Levensschets van Abraham de Vries', *Handelingen der Jaarlijksche Algemeene Vergadering der Maatschappij van Nederlandsche Letterkunde te Leiden* (1863) 159-209. Voor de familie en het voorgeslacht van Hugo de Vries, zie: J.H. de Vries, *De Amsterdamsche doopsgezinde familie De Vries* (Zutphen 1911); J.F. van Bemmelen, 'De kwartierstaat van Hugo de Vries', *Sibbe* 1 (1941) 299-308; F. de Josselin de Jong, 'De Vries', *Nederlands Patriciaat* 27 (1941) 370-392; J. Lever, 'De genen van Hugo de Vries', *VU-Magazine* (1990) no. 3, 18-31.

4. *Catalogus der fraaije godgeleerde, letterkundige en typographische bibliotheek nagelaten door wijlen den Wel-Eerw. Zeer Gel. Heer Abr. de Vries ... welke verkocht zal worden den 16n Maart en volgende dagen door en ten huize van den boekhandelaar Frederik Muller te Amsterdam* (Amsterdam 1864).

5. *Catalogus van een deftige en zindelijke inboedel. ... Nagelaten door wijlen de heer Gerrit de Vries, Abrahamsz.* (Amsterdam 1811).

6. B. ter Haar, 'Levensberigt van mr. Jeronimo de Vries', *Handelingen der Jaarlijksche Algemeene Vergadering der Maatschappij van Nederlandsche Letterkunde te Leiden* (1853) 182-217.

7. J. Röell, 'Mr. Gerrit de Vries Azn.', *Jaarboek der Koninklijke Akademie van Wetenschappen* (1900) 41-107.

8. J. Verdam, 'Matthias de Vries', *Jaarboek der Koninklijke Akademie van Wetenschappen* (1892) 79-126; L. van Driel en J. Noordegraaf, *De Vries en Te Winkel: een duografie ('s-Gravenhage en Antwerpen 1998)*.

9. 'Levensberigt van C.J.C. Reuvens, hoogl. in de bespiegelende wijsbegeerte en fraaije letteren, speciaal belast met het vak der archeologie, te Leiden', *Algemeene Konst- en Letterbode* (1835) 99-106, 115-125, 131-136; J.A. Brongers, *Een vroeg begin van de moderne archeologie. Leven en werken van Cas Reuvens (1793-1835). Documentatie van een geleerden-leven* (Amersfoort 2002).

10. UvA-FNWI: Archief Stichting Hugo de Vries Fonds: brief van Hugo de Vries aan Th.J. Stomps 15 nov. 1929; W. van Itallie-van Embden, 'Prof. dr. Hugo de Vries', *Haagsche Post* 19 dec. 1925; UvA-Artisbibliotheek: brieven van M.E. de Vries-Reuvens aan E.D. Palmer 28 sept. 1906, 28 aug. 1908 en 11 mei 1909, en brief van E. de Vries aan E.D. Palmer 29 mei 1910.

11. *Haarlemsche Courant* 18 feb. 1848.
12. In sommige biografische overzichtswerken worden De Vries de voornamen ‘Hugo Marie’ toegekend. De geboorteakte noemt echter alleen de voor naam ‘Hugo’ (NHA: Archief Burgerlijke Stand Haarlem (toegangsno. 3620): akten van geboorten 1848).
13. NHA: Archief Gemeentebestuur van Haarlem (toegangsno. 2295): Bevolkingsregisters 1849-1859, wijk 2, no. 197 en wijk 2, no. 204.
14. UvA-Artisbibliotheek: brief van M.E. de Vries-Reuvs aan E.D. Palmer 10 juni 1908.
15. Röell, ‘Mr. Gerrit de Vries’, 59-60.
16. F.A.F.C. Went, ‘Hugo de Vries’, in: J. Kalff (red.), *Mannen en vrouwen van beteekenis in onze dagen* (Haarlem 1900) 264: ‘Zeer vroeg openbaarde zich bij Hugo een groote liefde voor planten, waartoe zeker de omgeving van zijn woonplaats niet weinig meewerkte’. Went schreef deze biografische schets in nauwe samenwerking met De Vries, bij wie hij van 1880 tot 1886 studeerde.
17. F.W. van Eeden, ‘De flora der Hollandsche duinen’, *Album der Natuur* (1866) 33-58. Over Van Eeden, zie o.a.: J. Sturing, ‘F.W. van Eeden 1829-1901’, *De Levende Natuur* 6 (1902) 76-77; B.P. van der Voo, ‘De pionier der botanische wandelingen F.W. van Eeden’, *De Natuur In!* 5 (1900) 274-286; J. Fontijn, *Tweespalt. Het leven van Frederik van Eeden tot 1901* (Amsterdam 1990); K. van Berkel, *Vóór Heimans en Thijsse. Frederik van Eeden sr. en de natuurbeleving in negentiende-eeuws Nederland* (Amsterdam 2006).
18. Went, ‘Hugo de Vries’, 264; Van Itallie-van Embden, ‘Hugo de Vries’: ‘Moeder had zoo’n wijde belangstelling voor véél levensdingen. Mijn planten, als kind zocht ze met me mee’.
19. A. Loosjes Pzn., *Flora Harlemica* (Haarlem 1779). Voor een overzicht van de vroege Nederlandse flora’s, zie: H.W. Heinsius, ‘De flora van Nederland’, *Album der Natuur* (1897) 307-313.
20. *Haarlemsche Courant* 19 sept. 1860; Went, ‘Hugo de Vries’, 265; UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 539). Het juryrapport en de bijbehorende oorkonde (d.d. 16 sept. 1860) die De Vries ontving in: Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries.
21. ‘Een eigenaardige hulde aan prof. De Vries’, *Het Nieuws van den Dag* 14 jan. 1915. In zijn herinnering was het in 1861 dat De Vries voor de eerste maal Oudemans ontmoette (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 539)). Het eerste bekende schriftelijke contact dateert van 30 mrt. 1863 wanneer De Vries aan Oudemans vraagt eens langs te mogen komen ‘om u eens te laten zien wat ik verleden jaar verzameld heb’ (Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1863-1864 (brief aan C.A.J.A. Oudemans 30 mrt. 1863)).
22. NHA: Archieven van commissies die toezicht op het onderwijs hebben uitgeoefend in Haarlem 1616-1920 (toegangsno. 3684), inv. no. 70; R. Ferretti, *Het lager onderwijs in de stad Haarlem 1851-1925* (doctoraalscriptie geschiedenis, Universiteit van Amsterdam, 1984); UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 538).
23. NHA: Archieven van commissies die toezicht op het onderwijs hebben uitgeoefend in Haarlem 1616-1920 (toegangsno. 3684), inv. no. 15 (Hugo de Vries werd op 13 aug. 1860 aan het gymnasium ingeschreven).
24. W.T.M. Frijhoff e.a., *Tempel van hovaardij. Zes eeuwen Stedelijk Gymnasium* (Haarlem 1990); NHA: Archieven van commissies die toezicht op het onderwijs hebben uitgeoefend in Haarlem 1616-1920 (toegangsno. 3684), inv. no. 7, 15, 21.
25. NHA: Archieven van commissies die toezicht op het onderwijs hebben uitgeoefend in Haarlem 1616-1920 (toegangsno. 3684), inv. no. 15 (Rudolf de Vries werd op 8 jan. 1861 aan het gymnasium ingeschreven).

26. NHA: Archieven van commissies die toezicht op het onderwijs hebben uitgeoefend in Haarlem 1616-1920 (toegangsno. 3684), inv. no. 15, 21. De oorkonden die behoorden bij de twee prijzen in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 13 en 14. Voor zijn prestaties in het Latijn en Grieks ontving Hugo het boek: B.G. Niebuhr en L. Schmitz (red.), *Lectures on the history of Rome: from the earliest times to the fall of the western empire* (3 dln.; Londen 1849-1850). Voor zijn prestaties op het gebied van de wis- en natuurkunde kreeg hij het boek: J.H.J. Müller, *Grundriss der Physik und Meteorologie: für Lyceen, Gymnasien, Gewerbe- und Realschulen, sowie zum Selbstunterrichte* (Braunschweig 1846). De twee oorkonden waren oorspronkelijk in deze boeken bevestigd.
27. NHA: Archieven van commissies die toezicht op het onderwijs hebben uitgeoefend in Haarlem 1616-1920 (toegangsno. 3684), inv. no. 7 (blz. 167).
28. NHA: Archieven van commissies die toezicht op het onderwijs hebben uitgeoefend in Haarlem 1616-1920 (toegangsno. 3684), inv. no. 7 (blz. 116-117).
29. NHA: Archieven van commissies die toezicht op het onderwijs hebben uitgeoefend in Haarlem 1616-1920 (toegangsno. 3684), inv. no. 7 (blz. 191-192, 196, 198).
30. P.H. Damsté, 'Tjalling Halbertsma', *Nieuw Nederlandsch biografisch woordenboek III* (Leiden 1914) 530-531.
31. D. Lubach, 'Willem Martinus Logeman', *Album der Natuur* (1894) 133-135.
32. J.W. Enschedé, A.C. Kruseman (2 dln.; Amsterdam 1899-1902) I, 209-213; L. Coffeng, 'Het Album der Natuur: popularisering van de natuurwetenschappen in een tijdschrift uit de eerste helft van de negentiende eeuw', *Groniek* 27 (1994) 53-66; L. Dresen, 'Op weg naar een nationaal landschap: botanische wandelingen in het Album der Natuur (1861-1909)', *Bijdragen en Mededelingen Betreffende de Geschiedenis der Nederlanden* 121 (2006) 654-660.
33. Het herbarium dat Hugo de Vries tijdens zijn leven aanlegde is aanwezig bij UvA-FNWI. Exemplaren die hij in 1871 aan de Koninklijke Nederlandse Botanische Vereniging schonk zijn aanwezig bij het Nationaal Herbarium Nederland, Leiden (zie: 'Verslag van de vijfde twintigste jaarvergadering van de Nederlandsche Botanische Vereeniging, gehouden te Leiden den 18den augustus 1871', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* tweede serie, 1 (z.j. [1873]) 130-150).
34. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 293 en 539). Het clubje bestond uit Herman Boetje, zoon van de overleden doopsgezinde predikant uit Knollendam; Willem Thöne, zoon van een overleden steenhandelaar en van een zuster van de dichter-schrijver en predikant Nicolaas Beets; Willem Staring, kleinzoon van de bestuurder-politicus en dichter A.C.W. Staring, zoon van de geoloog en (sinds 1863) inspecteur van het middelbaar onderwijs W.C.H. Staring; Jan Groll, geboren op Java, zoon van een Indisch ambtenaar die het Rijkstelegraafnet had opgezet; Jan Nieuwenhuijzen Kruseman, zoon van de boekhandelaar en uitgever A.C. Kruseman; en Marius Ritsema, zoon van een arts. De Vries was ook bevriend met Marius' broer Coen Ritsema. Hij was de enige van Hugo's jeugd vrienden die een grote belangstelling voor de natuur ontwikkelde, in het bijzonder voor insecten. Hij was van 1871 tot 1873 assistent en van 1873 tot 1916 conservator van de afdeling entomologie van het Museum van Natuurlijke Historie van de universiteit van Leiden (zie over hem: L.B. Holthuis, *Rijksmuseum van Natuurlijke Historie 1820-1958* (Leiden 1995) 60-61).
35. Logeman gebruikte in het schooljaar 1860-1861 voor zijn lessen natuurkunde de boeken: F.W.C. Krecke, *Beginselen der algemeene natuurkundige aardrijkskunde* (Nijmegen 1845, Nijmegen 1851, Arnhem 1858) en J. Buijs, *Natuurkundig schoolboekje* (Groningen 1859, Groningen 1860). Voor wat betreft de levende natuur bevat het eerste een hoofdstuk 'Over de verbreiding van planten en dieren over de oppervlakte der aarde' en het tweede slechts een uitleg over de drie rij-

ken der natuur (planten, dieren, delfstoffen) (NHA: Archieven van commissies die toezicht op het onderwijs hebben uitgeoefend in Haarlem 1616-1920 (toegangsno. 3684), inv. no. 21).

36. Röell, 'Gerrit de Vries', 60-83; H. de Schepper e.a., *Raad van State 450 jaar* ('s-Gravenhage 1981)

*. Gerrit de Vries werd bij koninklijk besluit van 27 juni 1862 tot lid van de Raad van State benoemd, met ingang van 1 juli. Per 31 maart 1862 had hij zich al laten uitschrijven uit het bevolkingsregister van Haarlem. Zijn vrouw en kinderen werden per 31 sept. 1862 uitgeschreven (NHA: Archief Gemeentebestuur van Haarlem (toegangsno. 2295): Bevolkingsregisters 1859-1900, blz. 1002). Het gehele gezin werd op 18 sept. 1862 in het bevolkingsregister van Den Haag ingeschreven (Haags Gemeentearchief: Bevolkingsregister 's-Gravenhage 1861-1879, deel 62, blz. 160). Hugo en Rudolf de Vries werden op 3 sept. 1862 ingeschreven aan het gymnasium van Den Haag (Haags Gemeentearchief: Archief van de Latijnsche School, sedert 1838 Stedelijk Gymnasium, sedert 1917 Eerste Stedelijke Gymnasium, sedert 1946 Gymnasium Haganum 1816-1981, inv. no. 36).

37. *Adresboekje voor de stad 's-Gravenhage* 16 (1867-1868) en 17 (1868-1869); UvA-Artisbibliotheek: brief van M.E. de Vries-Reuvens aan E.D. Palmer 20 dec. 1911 en brief van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 2 jan. 1914.

38. NHA: H.A. van Gelder, 'Het Menniste Haarlem, bijdrage tot eene geschiedenis der doopsgezinde gemeenten te Haarlem' [19^e eeuw]; S.L. Verheus, *Naarstig en vroom. Doopsgezinden in Haarlem 1530-1930* (Haarlem 1993).

39. Een Haagschen dwarskijker, *Den Haag en de Hagenaars. Een nieuwe physiologie* (Dordrecht 1874).

40. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1863-1864 (brief aan C. Ritsema 6 dec. 1863).

41. Van der Ree-Scholten, *Deugd*, 313-416; M.J. Coesel, 'Education through the enjoyment of nature. Hugo de Vries and the popularization of science', *Acta Botanica Neerlandica* 47 (1998) 493-495.

42. A. Schierbeek, *Grepen uit de geschiedenis van de Natuurkundige Maatschappij Diligentia 1793-1943* ('s-Gravenhage 1943).

43. Over Den Haag in de negentiende eeuw, zie: H.E. van Gelder, 's-Gravenhage in zeven eeuwen (Amsterdam 1937); P.R.D. Stokvis, *De wording van modern Den Haag. De stad en haar bevolking van de Franse Tijd tot de Eerste Wereldoorlog* (Zwolle 1987).

44. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1863-1864 (brief aan C. Ritsema 28 okt. 1863).

45. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1863-1864 (brief aan H. de Vries-van Geuns 8 mei 1864 en brief aan H.H. de Vries 18 mei 1864).

46. Went, 'Hugo de Vries', 265.

47. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1863-1864 (brief aan C. de Vries 17 feb. 1863 en brief aan H.H. de Vries 18 feb. 1864).

48. H.A. Leenmans, 'Over het eerste Haagsche gymnasium', *Die Haghe* 7 (1939) 1-25; E. Zuidema, 'Carel van Ossenbruggen', *Nieuw Nederlandsch biografisch woordenboek* II (Leiden 1912) 1037; M. Boas, 'Henricus van Herwerden', *Nieuw Nederlandsch biografisch woordenboek* X (Leiden 1937) 364-369; E. Zuidema, 'Johannes Rutgers', *Nieuw Nederlandsch biografisch woordenboek* II (Leiden 1912) 1245.

49. Went, 'Hugo de Vries', 265.

50. Went, 'Hugo de Vries', 265; Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 18 nov. 1898.
51. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 15, 16, 17; Haags Gemeentearchief: Archief van de Latijnsche School, sedert 1838 Stedelijk Gymnasium, sedert 1917 Eerste Stedelijke Gymnasium, sedert 1946 Gymnasium Haganum 1816-1981, inv. no. 39.
52. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1863-1864 (brief aan H. de Vries-van Geuns 1 sept. 1864). Bijvanck en Theodoor van Aalst (de andere beste leerling van de klas) werden, na op 20 juli 1864 te zijn bevorderd naar de vierde klas, na een toelatingsexamen op 26 aug. 1864 bevorderd tot de vijfde klas (Haags Gemeentearchief: Archief van de Latijnsche School, sedert 1838 Stedelijk Gymnasium, sedert 1917 Eerste Stedelijke Gymnasium, sedert 1946 Gymnasium Haganum 1816-1981, inv. no. 39).
53. De vijf schriften zijn aanwezig in: Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries.
54. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1863-1864 (brief aan M. de Vries 3 maart 1863).
55. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1863-1864 (brief aan L.S. Reuvens-Blussé 17 feb. 1863; brief aan C. Ritsema 6 dec. 1863; brief aan H. de Vries-van Geuns 10 dec. 1863); J.H. Molkenboer en C. Kerbert, *Flora Leidensis* (Leiden 1840).
56. J. Sepp, *Ter gedachtenis aan Christiaan Sepp, theologisch doctor en rustend predikant* (Beverwijk 1890).
57. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 538); Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1863-1864 (brief aan C. Ritsema 28 okt. 1863).
58. Hugo de Vries, 'Willem Frederik Reinier Suringar', *Eigen Haard* 23 (1897) 724-727; Hugo de Vries, 'W.F.R. Suringar', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 17 (1899) 220-224; L. Vuyck, 'In memoriam prof. dr. W.F.R. Suringar', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* derde serie, 1, stuk 3 (1899 [1898]) i-x; UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 539). De Vries noemt in zijn correspondentie Suringar voor de eerste maal pas op 10 dec. 1863 (Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1863-1864 (brief aan H. de Vries-van Geuns 10 dec. 1863)).
59. W.H. Wachter, 'De Nederlandsche Botanische Vereniging 1845-1945', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* 55 (1945) 12-49; P.E. Faasse, *Between seasons and science* (Amsterdam 1995) 1-21.
60. W.D.J. Koch, *Synopsis Florae Germanicae et Helveticae* (Leipzig 1843-1845²). Een exemplaar van de derde druk uit 1857 dat in bezit is geweest van De Vries bevindt zich in: UvA-Artisbibliotheek.
61. Hugo de Vries, 'Willem Frederik Reinier Suringar', 727; Hugo de Vries, 'Over het nut van herbariën', *Album der Natuur* (1908) 52-53. De Vries reisde vermoedelijk in het begin van de zaterdagmiddag naar Leiden (na schooltijd, want ook op zaterdagmorgen waren er lessen), dineerde dan omstreeks half vijf (een in die tijd gebruikelijke tijd voor diner in de hogere standen), en was om zes uur bij dominee Sepp. 's Avonds dronk hij dus thee bij Suringar, ook een gewoonte in de hogere kringen van het midden van de negentiende eeuw.
62. 'Verslag van de vijfentwintigste jaarvergadering van de Nederlandsche Botanische Vereniging, gehouden te Leiden den 18den augustus 1871', *Nederlandsch Kruidkundig Archief*, tweede serie, 1 (z.j. [1873]) 192.
63. Wachter, 'Nederlandsche', 49-51.

64. *Prodromus florae Batavae* (2 dln.; z.p. 1850-1866).
65. Doorschoten exemplaren, met ruimte voor aantekeningen, kregen alleen de leden van de vereniging (Faasse, *Seasons*, 15). Het exemplaar van De Vries bevindt zich in: UvA-Artisbibliotheek. Overigens komen in De Vries' herbarium exemplaren voor die niet worden genoemd in de *Index*, en worden in de *Index* planten genoemd waarvan geen herbariumexemplaar bekend is.
66. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 539).
67. Hugo de Vries, 'Boekaankondiging', *Album der Natuur* (1900) 123-126. Een exemplaar van *Botrychium lunaria* in aanwezig in het herbarium van Hugo de Vries (UvA), echter zonder vermelding van jaartal en vindplaats. Een jaar later sloeg De Vries een heel andere toon aan: 'De leerstellingen en geboden van Linnaeus heerschten onbeperkt, zoowel over ons doen als over ons denken. Tegen zijn gebod in een laatste exemplaar van een groeiplaats mede naar huis te nemen zou niemand gewaagd hebben, zelfs niet in de eenzaamheid van een duinvallei of van een afgelegen bosch' (Hugo de Vries, 'Het ontstaan van soorten door mutatie', *Handelingen van het Achtste Nederlandsch Natuur- en Geneeskundig Congres* (Haarlem 1901) 11).
68. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1863-1864 (brief aan M.L. Ritsema 18 nov. 1863; brief aan H. de Vries-van Geuns 10 dec. 1863; brief aan H.H. de Vries 18 feb. 1864).
69. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 539); Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1863-1864 (brief aan C. Ritsema 28 okt. 1863). Volgens herbariumexemplaren te Amsterdam (UvA) en te Leiden (Nationaal Herbarium Nederland) werden in elk geval de volgende plaatsen bezocht: Utrecht, Zeist, Doorn, Arnhem, De Steeg, Doesburg, Keppel, Voorst, Apeldoorn, Assen, Rolde, Delden, Hengelo en Bentheim.
70. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1863-1864 (brief aan C. Ritsema 30 juni 1864; brief aan M.L. Ritsema 30 juni 1864).
71. 'Verslag van de zeventiende jaarlijksche vergadering van de Vereeniging voor de Flora van Nederland ... 11 julij 1862', *Nederlandsch Kruidkundig Archief*, eerste serie, 5 (1870) 291-292.
72. De reisroute blijkt uit herbariumexemplaren te Amsterdam en te Leiden en uit een brief van De Vries aan Marius Ritsema (Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1863-1864 (brief aan M.L. Ritsema 30 juni 1864)).
73. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1863-1864 (brief aan dhr. Bogaert 14 aug. 1864). In het herbarium van De Vries te Amsterdam bevinden zich 46 planten die door Jacques zijn verzameld in Duitsland, Frankrijk, België en Nederland in de periode sept. 1859-okt. 1864, alsmede enkele ongedateerde exemplaren.
74. W.F.R. Suringar, 'Botanische excursie naar het eiland Schiermonnikoog', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* eerste serie, deel 5 (1863) 248-264.
75. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brieven van Hugo de Vries aan G. de Vries en M.E. de Vries-Reuvsen 21 juli-17 aug. 1865; Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1865-1866. Planten verzameld tijdens de reis zijn aanwezig in het herbarium te Amsterdam (UvA) en te Leiden (Nationaal Herbarium Nederland).
76. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 10. De drie opstellen zijn gepubli-

- ceerd in: P.W. van der Pas, 'Hugo de Vries als taxonoom', *Scientiarium Historia* 9 (1969) 148-166.
77. Hugo de Vries, 'Boek-aankondiging', *Album der Natuur* (1900) 125. Over Van Eedens wandelbeschrijvingen, zie: Dresen, 'Op weg', 664-671. Over het biologisch reveil, zie: F.I. Brouwer, *Leven en werken van E. Heimans en de opbloei der natuurstudie in Nederland in het begin van de twintigste eeuw* (Groningen 1958); M.J. Coesel, *Zinkviooltjes en zoetwaterwieren. J. Heimans (1889-1978). Natuurstudie en natuurbescherming in Nederland* (Hilversum 1993) 18-37; M.J. Coesel, J.H.J. Schaminée en L. van Duuren, *De natuur als bondgenoot. De wereld van Heimans en Thijssse in historisch perspectief* (Zeist 2007).
78. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 539); Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1864-1865 (brief aan F.W. van Eeden 7 aug. 1864). De Vries kende Van Eeden dus nog niet toen hij zelf in Haarlem woonde.
79. Van Itallie-van Embden, 'Hugo de Vries'. Toen De Vries in 1904 van de University of Chicago de titel 'honorary doctor of laws' kreeg, schreef hij aan zijn moeder: "t Is jammer dat papa niet beleeft dat ik nu ook doctor in de rechten ben, al is 't dan ook maar als eertitel' (Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van Hugo de Vries aan M.E. de Vries-Reuvens 2 sept. 1904 (datum poststempel)).
80. Went, 'Hugo de Vries', 266.
81. Haags Gemeentearchief: Archief van de Latijnsche School, sedert 1838 Stedelijk Gymnasium, sedert 1917 Eerste Stedelijke Gymnasium, sedert 1946 Gymnasium Haganum 1816-1981, inv. no. 39 (dit leerlingenregister meldt: 'Ten einde met september de academische lessen zonder storing te kunnen aanvangen en voortzetten verliet hij voor het eindigen van den cursus het gymnasium'); Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1866 (brief aan M.L. Ritsema 14 mrt. 1866); *Album studiosorum Academiae Lugduno Batavae* ('s-Gravenhage 1875) 1402.
82. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: geloofsbelijdenis van Hugo de Vries 1866; UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 541).
83. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1866 (brief aan H. Jacques 29 apr. 1866); Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brieven van Hugo de Vries aan G. de Vries en M.E. de Vries-Reuvens uit Zuid-Limburg 24 mei-10 juni 1866.
84. M. Groen, *Het wetenschappelijk onderwijs in Nederland van 1815 tot 1980* (3 dln.; Eindhoven 1987-1989) I, 39; Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1866 (brief aan L.S. Reuvens-Blussé 14 juni 1866; brief aan pedel G.H. Banken 17 juni 1866).
85. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1866-1870 (brief aan F. van Eeden 4 sept. 1866).
86. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1866-1870 (brief aan M.I. Witmans 6 sept. 1866).
87. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van Hugo de Vries aan M.E. de Vries-Reuvens 22 sept. 1866.

2. Fascinatie voor fysiologie – 1866-1871

1. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1866-1870 (brief aan E. de Vries 22 okt. 1866).
2. W. Otterspeer, *De wiekslag van hun geest. De Leidse universiteit in de negentiende eeuw* ('s-Gravenhage 1992) 475-476; L. van Driel en J. Noordegraaf, *De Vries en Te Winkel: een duografie* ('s-Gravenhage en Antwerpen 1998) 140; 'Academisch overzicht', *Vox Studiosorum* 4 (1869 [1867-1869]) 14.
3. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 25, 29, 30.
4. In 1858 was Herman van Hall, zoon van de Groningse hoogleraar botanie H.C. van Hall, bij Suringar gepromoveerd. Hij had zich in 1856 in Leiden laten inschrijven; hij had toen al in Groningen gestudeerd en was werkzaam als conservator op het Rijksherbarium (Hugo de Vries, 'Willem Frederik Reinier Suringar', *Eigen Haard* 23 (1897) 726; R.F.J. Paping, 'Die waardige man', prof. H.C. van Hall (1801-1874), botanicus, landhuishoudkundige en pionier van het hoger landbouwonderwijs (Groningen 1996) 168-169).
5. M. Groen, *Het wetenschappelijk onderwijs in Nederland van 1815 tot 1980* (3 dln.; Eindhoven 1987-1989) I, 319; II, 3.
6. Paping, 'Waardige man', 178-229; D.O. Wijnands, E.J.A. Zevenhuizen en J. Heniger, *Een sie-raad voor de stad. De Amsterdamse Hortus Botanicus 1638-1993* (Amsterdam 1994) 168-169; W.H. de Vriese, *Kruidtuinen en herbariën in betrekking tot onderwijs en wetenschap* (Leiden 1849); W.H. de Vriese, *De invloed der kruidkunde op de belangen van den staat* (Leiden 1857); N.W.P. Rauwenhoff, *Inwijdingsrede over het nut der wetenschap, zichtbaar in den werkring der plantkunde en in hare toepassingen* (Rotterdam 1860); W.H. de Vriese, *Wetenschap en beschaving, de grondslagen van de welvaart der landen en volken van den Indischen archipel* (Leiden 1861). Algemeen over de opvatting van Nederlandse natuurwetenschappers over de betekenis van hun vak, zie: B. Theunissen, 'Nut en nog eens nut'. *Wetenschapsbeelden van Nederlandse natuuronderzoekers, 1800-1900* (Hilversum 2000).
7. Groen, *Wetenschappelijk onderwijs*, II, 3-4, 15; *Album studiosorum Academiae Lugduno Batavae* ('s-Gravenhage 1875) 1402-1405; G. Jensma en H. de Vries, *Veranderingen in het hoger onderwijs in Nederland tussen 1815 en 1940* (Hilversum 1997) 188-190; H. Weijenbergh, 'Nog eens: vrije studiel', *Vox Studiosorum* 4 (1869 [1867-1869]) 67.
8. L. Vuyck, 'In memoriam dr. J.G. Boerlage' *Nederlandsch Kruidkundig Archief*, derde serie, 2 (1903 [1901]) 404-414; 'William Burck', *Ver slag van de Gewone Vergaderingen der Wis- en Natuurkundige Afdeling der Koninklijke Akademie van Wetenschappen* 19 (1910) 481-483; F.A.F.C. Went, 'Melchior Treub', in: H. van der Mandere (red.), *Mannen en vrouwen van beteekenis in onze dagen* (Haarlem 1911); H.H. Zeijlstra, *Melchior Treub, 26th December 1851 – 3rd October 1910: pioneer of a new era in the history of the Malay Archipelago* (Amsterdam 1959).
9. W.F.R. Suringar, *De kruidkunde in hare betrekking tot de maatschappij en de hoogeschool* (Leeuwarden 1868).
10. Groen, *Wetenschappelijk onderwijs*, I, 38; II, 10-11.
11. Groen, *Wetenschappelijk onderwijs*, II, 4, 11, 12, 16, 33, 102. Volgens het voorstel van de commissie uit 1828 zou de richting natuurlijke historie moeten omvatten de vakken botanie, zoölogie, vergelijkende ontleedkunde, geologie, landhuishoudkunde en toegepaste scheikunde. De richting wis- en natuurkunde zou moeten omvatten de zuivere en toegepaste wiskunde, natuurkunde en scheikunde. Zie ook: Otterspeer, *Wiekslag*, 341-352.
12. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1866-1870 (brief aan F.W. van Eeden 11 jan. 1867 en aan H. Jacques 17 jan. 1867).

13. 'Vervolg van de korte geschiedenis der Leidsche Hoogeschool', *Leidsche Studenten-almanak* (1868) 220; H.J. Veth, 'Een en ander naar aanleiding van de recensie van het verslag van den L. St. Alm. door den heer J.D. Veegens', *Vox Studiosorum* 4 (1869 [1867-1869]) 165-166.
14. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 541, 543). Het citaat is afkomstig uit Vergilius' *Georgica*. Het oorspronkelijke *Liber annalis* is niet bewaard gebleven. De Vries maakte in 1930 een verkorte kopie in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 539-559).
15. Otterspeer, *Wiekslag*, 336-339.
16. Otterspeer, *Wiekslag*, 103, 119; Veth, 'Een en ander', 166-167; 'Academisch overzicht', *Vox Studiosorum* 5 (1870 [1869-1870]) 303; F.A.F.C. Went, 'Hugo de Vries', in: J. Kalff (red.), *Mannen en vrouwen van beteekenis in onze dagen* (Haarlem 1900) 268. Op 20 sept. 1870 bood De Vries namens het Gezelschap Huygens Rijke (beschermheer van het Gezelschap) een album met portretten van de leden en ereleden aan ter gelegenheid van zijn 25-jarig professoraat (Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: toespraak van De Vries aan Rijke 20 sept. 1870). Toen Van der Boon Mesch in mei 1869 gefêteerd werd vanwege zijn veertigjarig professoraat protesteerde De Vries tegen de aanbieding van een cadeau (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 543)).
17. D. Lubach, 'J. van der Hoeven', *Album der Natuur* (1868) 161-165.
18. C.R. Darwin, *On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life* (Londen 1859).
19. W. Hopkins (vertaling door J. van der Hoeven), *Over natuurkundige theorien omtrent de verschijnsels van het leven en bepaaldelijk over Darwin's theorie aangaande het ontstaan der soorten* (Haarlem 1860).
20. J.G. Hegeman, 'Darwin en onze voorouders. Nederlandse reacties op de evolutieleer 1860-1875: een terreinverkenning', *Bijdragen en Mededelingen Betreffende de Geschiedenis der Nederlanden* 85 (1970) 261-314; I.N. Bulhof, 'The Netherlands', in: Th.F. Glick (red.), *The comparative reception of Darwinism* (Austin 1974) 269-306; R. Paulides, 'Darwin in Nederland' (werkstuk voor de opleiding tot wetenschappelijk bibliothecaris, Universiteit van Amsterdam, 1984; typoscript) 1-4; P. de Rooy, 'The natural selection of evolutionary theory. Darwinism in the Netherlands 1850-1900', *Acta Botanica Neerlandica* 47 (1998) 419-425.
21. J.A. Secord, *Victorian sensation: the extraordinary publication, reception, and secret authorship of Vestiges of the natural history of creation* (Chicago 2000). Voor reacties in Nederland, zie: P. Harting, 'Darwin', *Album der Natuur* (1877) 130-131. Nederlandse edities verschenen in 1849, 1850 en 1854.
22. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 503); C.R. Darwin, *Het ontstaan der soorten door natuurlijke teeltkeus* (2 dln.; Amsterdam 1913-1916) 4.
23. C.R. Darwin (vertaling door H.G. Bronn), *Über die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzen-Reich durch natürliche Züchtung, oder Erhaltung der vervollkommeneten Rassen im Kampfe um's Dasein* (Stuttgart 1860, 1862, 1867). Volgens Went, 'Hugo de Vries', 267, was de verkoping tijdens De Vries' tweede studiejaar. Gezien de verdere geschiedenis van De Vries' bekering tot het darwinisme vond de verkoping waarschijnlijk plaats in 1867, aan het einde van zijn eerste of begin van zijn tweede studiejaar.
24. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 503, 505); Went, 'Hugo de Vries', 267-268.
25. Hugo de Vries, 'Het ontstaan van soorten door mutatie', *Handelingen van het Achtste Nederlandsch Natuur- en Geneeskundig Congres* (Haarlem 1901) 11.
26. H.F.A. Peypers, 'Levensbericht van mr. dr. Herman Hartogh Heys van Zouteveen', *Hande-*

lingen en Mededelingen van de Maatschappij der Nederlandse Letterkunde (Leiden 1894) 314-368; E. Alkema, 'Het tijdschrift Isis (1872-1881) en de verspreiding van het darwinisme onder het grote publiek', *Gewina* 9 (1986) 68-91. De Vries noemt Hartogh nergens in zijn knipsel- en herinneringsboeken, maar hij moet hem in Leiden beslist gekend hebben.

27. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 505).
28. UvA-Artisbibliotheek: Archief J.G. de Man: brief van Hugo de Vries 13 juli 1872; RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 4 juli 1875 ('Selenka is drie dagen hier geweest, logerende bij prof. Semper; vanmiddag heb ik daar met hem gegeten. Gisteren een excursie gemaakt en voorgisteren met Selenka en alle zoölogen hier in "die neue Anlage" gekneipt'). Een handtekening van Selenka uit vermoedelijk een brief aan De Vries is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 289). Over Selenka, zie: A.A.W. Hubrecht, 'Emil Selenka', in: E. Selenka (red.), *Menschenaffen (Anthropomorphae). Studien über Entwicklung und Schädelbau* (Wiesbaden 1898-1903), fünfte Lieferung (1903): Zur vergleichenden Keimesgeschichte der Primaten, 1-14 (afzonderlijk gepagineerd).
29. De Vries, 'Het ontstaan', 11.
30. J. Sachs, *Lehrbuch der Botanik, nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft* (Leipzig 1868). Het doorschoten exemplaar van de eerste druk dat De Vries in bezit had is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek. Daar zijn ook de exemplaren van de tweede (1870), derde (1873) en vierde (1874) druk van het boek uit het bezit van De Vries aanwezig.
31. C.A.J.A. Oudemans, *Leerboek der plantenkunde* (2 dln.; Utrecht en Amsterdam 1866-1870); F. Unger, *Anatomie und Physiologie der Pflanzen* (Pest, Wenen en Leipzig 1855).
32. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 567).
33. H. Driesch, *Geschichte des Vitalismus* (Leipzig 1922); K. Braeunig, *Mechanismus und Vitalismus in der Biologie des neunzehnten Jahrhunderts* (Leipzig 1907); K.E. Rothschuh, *History of physiology* (Huntington, NY 1973) 150-166; W. Coleman, *Biology in the nineteenth century* (Cambridge 1971) 118-159; B. Theunissen en R.P.W. Visser, *De wetten van het leven. Historische grondslagen van de biologie 1750-1950* (Baarn 1996) 53-75, 107-127.
34. M.J. Schleiden, *Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik* (2 dln.; Leipzig 1842-1843).
35. Unger, *Anatomie*, 249-252. Ook Justus von Liebig, hoogleraar chemie in Giessen en actief op het gebied van de landbouwchemie, combineerde vitalisme en reductionisme. Zie: T.O. Lipman, 'Vitalism and reductionism in Liebig's physiological thought', *Isis* 58 (1967) 167-185.
36. D.H. Galaty, 'The philosophical basis of mid-nineteenth century German reductionism', *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 29 (1974) 295-316.
37. F. Gregory, *Scientific materialism in nineteenth century Germany* (Dordrecht en Boston 1977).
38. K. Goebel, 'Julius Sachs', *Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung* (Ergänzungsband) 84 (1897) 101-130; E.G. Pringsheim, *Julius Sachs. Der Begründer der neueren Pflanzenphysiologie 1832-1897* (Jena 1932) xi-xii, 1-20, 88-89, 180-185, 201, 218-219, 245-257; K. Mägdefrau, *Geschichte der Botanik* (Stuttgart 1973) 206-214; F. Weiling, 'Siebzehn Briefe des jungen Julius Sachs aus dem Nachlass des Wiener Pflanzenphysiologen Franz Unger', in: H. Gimmler (red.), *Julius Sachs und die Pflanzenphysiologie heute* (Würzburg 1984) 33-34; W. Franke, 'Julius Sachs in seiner Bonner Zeit', in: H. Gimmler (red.), *Julius Sachs und die Pflanzenphysiologie heute* (Würzburg 1984) 89; W. Simonis, 'Julius Sachs in seiner Würzburger Zeit als Begründer der neueren Pflanzenphysiologie', in: H. Gimmler (red.), *Julius Sachs und die Pflanzenphysiologie heute* (Würzburg 1984) 107-112; A. Pirson, 'Julius Sachs. Arbeit und Denken aus der Sicht der neueren Pflanzenphysiologie', in: H. Gimmler (red.), *Julius Sachs und die Pflanzenphysiologie heute* (Würzburg 1984) 117-118.

39. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 567).
40. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 147.
41. Hugo de Vries, *Vacuolen. Redevoering gehouden in de buitengewone sectie-vergadering van het Provinciaal Utrechts Genootschap van Kunsten en Wetenschappen op 14 oktober 1910* (Utrecht 1910) 4.
42. Over Van Marum, zie: A. Wiechmann en L.C. Palm, *Een elektriserend geleerde: Martinus van Marum (1750-1837)* (Haarlem 1987); W.D. Hackmann, 'The researches of dr. Martinus van Marum (1750-1837) on the influence of electricity on animals and plants', *Medical History* 16 (1972) 11-26. Over De Vriese: W.H. de Vriese, 'Berigten nopens de nieuwere onderzoekingen betreffende eigene warmte der gewassen', *Tijdschrift voor Natuurlijke Geschiedenis en Physiologie* 7 (1840) 24-62. Over Harting: H.F. Jonkman, 'Pieter Harting', in: E.D. Pijzel (red.), *Mannen van beteekenis in onze dagen* (Haarlem 1886) 319-366; J.G. Cittert-Eymers en P.J. Kipp, *Pieter Harting 1812-1885. Mijne herinneringen. Autobiografie* (Amsterdam 1961); Theunissen, 'Nut', 57-79. Over Oudemans: J.W. Moll, 'Levensbericht van C.A.J.A. Oudemans', *Jaarboek der Koninklijke Akademie van Wetenschappen* (1909) 57-105.
43. F.A. Stafleu, 'F.A.W. Miquel, Netherlands botanist', *Wentia* 16 (1966) 1-95; Moll, 'Levensbericht', 57-105; Paping, 'Waardige man', 107-127.
44. N.W.P. Rauwenhoff, *Onderzoek naar de betrekking der groene plantendeelen tot de zuurstof en het koolzuur des dampkrings, onder den invloed van het zonnelicht* (Amsterdam 1853); N.W.P. Rauwenhoff, *De tegenwoordige richting en beteekenis der planten-physiologie uit hare geschiedenis toegelicht* (Utrecht 1871) 30-31.
45. 'Suringar wenschte dat ik de Nederlandsche lichenoloog zou worden. Oudemans fungi, Suringar wieren, Van de Sande Lacoste mossen en de eerste jonge opkomende botanicus de lichenen, dan was de toekomst van het tweede deel van de *Prodromus florae Batavae* (toen een hoofdwerk!) verzekerd' (Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 10 sept. 1900). Dit tweede deel was echter al in vier afleveringen tussen 1851 en 1866 verschenen. R.W. van den Bosch had hiervoor de Lichenes, Bysaceae en Algae verzorgd, Dozy en Molkenboer de Musci frondosi, Van der Sande Lacoste de Hepaticae, Dozy en Molkenboer de hogere Fungi en Suringar, Westendorp en Oudemans de lagere Fungi. Wellicht dacht Suringar bij de taakverdeling aan de samenstelling van de definitieve *Flora Batavae*, maar op de jaarvergadering van 1867 had de Botanische Vereniging de uitgave hiervan al op de lange baan geschoven (W.H. Wachter, 'De Nederlandsche Botanische Vereniging 1845-1945', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* 55 (1945) 31-35, 38-46). Misschien had Suringar het idee dat De Vries lichenen-specialist moest worden al vóór 1867 bedacht.
46. 'Toen ik het niet deed, moest Treub het doen, maar toen werd het toch geen systematiek!' (Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 10 sept. 1900). M. Treub, *Onderzoekingen over de natuur der lichenen* (Leiden 1873). Treub beweerde hierin dat lichenen door schimmels geïnfecteerde algen zijn.
47. Het voorwoord van het *Lehrbuch* is gedateerd 27 juni 1868. Slechts drie maanden later is De Vries bezig met het bestuderen van literatuur over het bevriezen van planten, wat zonder twijfel bedoeld was voor de prijsvraag (Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1866-1870 (brief aan J.A. van Bemmelen 26 sept. 1868)).
48. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 21. In juni 1869 werd de uitslag bekendgemaakt en in oktober reisde Hugo de Vries naar Groningen om zijn prijs in ontvangst te nemen. Hij reisde in het gezelschap van zijn studievriend Floris de Boer, die met zijn inzending

op de tweede vraag van de faculteit Wis- en Natuurkunde, die handelde over een wiskundig onderwerp, de zilveren medaille had gekregen, en B.J. Polenaar, student van de faculteit der Letteren, wiens inzending op een literaire vraag met goud was bekroond (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 543); 'Academisch overzicht', *Vox Studiosorum* 5 (1870 [1869-1870]) 302-303). De Vries' inzending is niet aanwezig in Rijksarchief Groningen: Archief van de Senaat en Faculteiten van de Rijksuniversiteit Groningen.

49. Otterspeer, *Wiekslag*, 131; W.K.H. Karstens en H. Kleibrink, *De Leidse Hortus. Een botanische erfenis* (Zwolle 1982) 75, 77, 83-84.

50. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 543).

51. Went, 'Hugo de Vries', 269.

52. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1866-1870 (het citaat uit: brief aan S.P. Huizinga 11 sept. 1867) en brief van Hugo de Vries aan M.E. de Vries-Reuvs 7 aug. 1867. S.P. Huizinga was later docent natuurlijke historie en natuur- en scheikunde aan de hbs in Leeuwarden, D. Huizinga was assistent aan het fysiologisch laboratorium in Groningen en werd in 1870 aldaar hoogleraar fysiologie en histologie.

53. F.W. van Eeden, 'Tessel', *Album der Natuur* (1868) 330-345, 353-370.

54. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1866-1870 (brieven aan S.P. Huizinga 11 sept. 1867 en 19 okt. 1867; brieven aan F.W. van Eeden 18 sept. 1867 en 14 feb. 1868); UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 541, 545); F. Holkema, *De plantengroei der Nederlandsche Noordzee-eilanden* (Amsterdam 1870); Paping, 'Waardige man', 102-103; J. Schaminée en R. van 't Veer, *Honderd jaar op de knieën. De geschiedenis van de plantensociologie in Nederland* (Noordwolde 2000) 54-55. In het herbarium van De Vries (UvA) bevinden zich vijftien exemplaren die door Holkema zijn verzameld.

55. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1866-1870 (brief aan vermoedelijk H. Jacques 30 dec. 1868); UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 540-541).

56. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 543); Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: stukken betreffende het bezoek van Hugo de Vries aan de tentoonstelling in Hamburg als regeringscommissaris 1869. Ook de Haarlemse bloembollenkweker J.H. Krelage was tot regeringscommissaris benoemd maar in De Vries' brieven over het bezoek wordt die niet genoemd. De Vries had zich voor het bezoek bij Krelage geïntroduceerd (Bibliotheek Koninklijke Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur, Hillegom: Archief J.H. Krelage: brief van Hugo de Vries aan J.H. Krelage 11 juli 1869).

57. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 543).

58. Otterspeer, *Wiekslag*, 227-228.

59. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: schrift met concepten van uitgaande brieven van Hugo de Vries 1866-1870 (brief aan C.A.J.A. Oudemans 5 jan. 1869; brief aan C.M. van der Sande Lacoste 18 jan. 1869); UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 543); Hugo de Vries, C.M. van der Sande Lacoste en W.F.R. Suringar, 'Flora', in: *Algemeene statistiek van Nederland: beschrijving van den maatschappelijken toestand van het Nederlandsche volk in het midden der negentiende eeuw* (3 dln.; Leiden 1870-1874) I, 172-241.

60. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 71-74; Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van Hugo de Vries aan G. de Vries 17 jan. 1870.

61. J. Heimans, 'Hugo de Vries', in: J. Heimans en Th. Weevers, *Hugo de Vries* (Amsterdam z.j. [1948]) 3.
62. Hugo de Vries, *De invloed der temperatuur op de levensverschijnselen der planten* ('s-Gravenhage 1870). Een exemplaar van het proefschrift uit het bezit van De Vries, aanwezig in UvA-Artisbibliotheek, bevat een door De Vries eigenhandig geschreven lijst van de personen aan wie hij een presentexemplaar heeft gestuurd.
63. Hugo de Vries, 'Materiaux pour la connaissance de l'influence de la température sur les plantes', *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* 5 (1870) 385-401. N.W.P. Rauwenhoff publiceerde een uittreksel van het proefschrift in: *Nederlandsch Kruidkundig Archief*, tweede serie, 1 [1871] 25-49. Rauwenhoff vond de verhandeling 'over het algemeen ... -vooral wanneer men in het oog houdt dat zij eene eerste proeve is van een jeugdig schrijver- helder en grondig bewerkt'. Door 'een tal van eigen, goed genomen proeven' heeft De Vries zich volgens Rauwenhoff 'als een degelijk natuuronderzoeker doen kennen'.
64. Over Goethe als natuuronderzoeker, zie bijv.: J. Walther, *Goethe als Seher und Erforscher der Natur. Untersuchungen über Goethes Stellung zu den Problemen der Natur* (Leipzig 1930) en S. Schneckenburger, *In tausend Formen magst du dich verstecken. Goethe und die Pflanzenwelt* (Frankfurt 1998).
65. W. Hofmeister, *Die Lehre von der Pflanzenzelle* (Leipzig 1867) 213-230, 267-272, 278-281; J. Sachs, *Handbuch der Experimentalphysiologie der Pflanzen* (Leipzig 1865) 95, 465-475.
66. UvA-Artisbibliotheek: De Vries, *Invloed*, 57.
67. Hofmeister, *Lehre*, 160, 355-361; Sachs, *Handbuch*, 435-439.
68. Hofmeister, *Lehre*, 267-269, 278-281; W. Hofmeister, 'Über die Mechanik der Reizbewegung von Pflanzentheilen', *Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung* 45 (1862) 513-514.
69. In zijn *Handbuch* (101, 473, 502) volgt Sachs nog de mening van Hofmeister. In zijn *Lehrbuch* (1868) (510-511) beschrijft hij zijn nieuwe opvatting, zonder evenwel zich tegen Hofmeisters mening af te zetten. Zie ook: J. Sachs, 'Zur Geschichte des mechanischen Theorie des Wachstums der organischen Zellen', *Botanische Zeitung* 36 (1878) 308-313.
70. UvA-Artisbibliotheek: Sachs, *Lehrbuch* (1868), t.o. 510.
71. De Vries, *Invloed*, 56: 'Uit de onderzoekingen van Hofmeister is gebleken dat de oorzaak van deze spanningsverandering alleen in de celwanden gelegen is, en dat de spanning van den celinhoud geen invloed op den vorm van het geheele weefsel heeft'. Dat hij met de aanname van Hofmeisters zienswijze verkeerd zat erkende De Vries later in: *Untersuchungen über die mechanischen Ursachen der Zellstreckung* (Leipzig 1877) 4 (noot 1) en 19. Zie ook: H. van den Ende, 'Hugo de Vries and the plasmolysis method', *Acta Botanica Neerlandica* 47 (1998) 465-473.
72. Hugo de Vries, 'Sur la mort des cellules végétales par l'effet d'une température élevée', *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* 6 (1871) 245-295.
73. Hugo de Vries, 'Sur la perméabilité du protoplasma des betteraves rouges', *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* 6 (1871) 117-126. Volgens: De Vries, *Vacuolen*, 4, deed hij het onderzoek 'kort voor mijn promotie' en dus niet in het najaar van 1870 en/of het voorjaar van 1871 in Heidelberg zoals wel is gedacht (bijv. P.H.W.A.M. de Veer, *Leven en werk van Hugo de Vries* (Groningen 1969) 53).
74. C.R. Darwin, *The variation of animals and plants under domestication* (2 dl.; Londen 1868) 357-404.
75. C. Claus, *Grundzüge der Zoologie* (Marburg en Leipzig 1872²) 1077, schrijft over de Anoplotheridae: 'Ausschliesslich eocene und miocene Hufthiere, welche zu den Wiederkäuern und theilweise durch die Paleochoeriden hindurch auch zu den Schweinen hinführten'.
76. Volgens de huidige inzichten is de stelling volstrekt onjuist. De diatomeeën verschillen op

wezenlijke punten (fotosynthetische pigmenten, cellulaire ultrastructuren) van de desmidiaceën (en alle andere groenwieren) (vriendelijke mededeling van dr. P.F.M. Coesel, UvA-FN-w1).

77. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 507). Volgens de zoon van Suringar was er sprake van een complot: 'Ook mijn vader behoorde tot de bestrijders der Darwinische leer. ... Het evolutieprobleem was een onderwerp dat de gemoederen in heftige beroering en onmin bracht. ... Mijn vader wilde er op colleges niet over spreken. Toen zworen de jongere biologen samen om bij de eerstvolgende promotie de evolutie door een stelling op het tapijt te brengen; en dit viel Hugo de Vries ten deel. Daarop moest mijn vader wel reageren' (J. Valckenier Suringar, *De plantensystematiek en plantengeografie aan de Landbouwhoogeschool* (Wageningen z.j. [1925]) 12-13).

78. Volgens een interview uit 1925 had De Vries eigenlijk naar Frankrijk gewild, maar was dat vanwege de Frans-Duitse oorlog die op dat moment woedde niet mogelijk. Gezien zijn gerichtheid op Duitse wetenschappers lijkt dit onwaarschijnlijk (W. van Itallie-van Embden, 'Prof. dr. Hugo de Vries', *Haagsche Post* 19 dec. 1925).

79. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: stukken betreffende de promotie van Hugo de Vries 1870.

80. Over de universiteit van Heidelberg, zie: G. zu Putlitz en H. Krabusch (red.), *600 Jahre Ruprecht-Karls-Universität, 1386-1986. Geschichte, Forschung und Lehre* (Heidelberg 1986).

81. D.L. Cahan (red.), *Hermann von Helmholtz and the foundation of nineteenth-century science* (Berkeley 1993).

82. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 31-33. De colleges van Lossen werden mogelijk gegeven door de buitengewoon hoogleraar chemie Albert Ladenburg (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 147). Stadtarchiv Heidelberg: Matrikel van de universiteit van Heidelberg 1870.

83. V. Úlehla, 'Erde und Sohn. Ein Besuch bei Hugo de Vries', *Prager Presse* 2 juni 1935. Úlehla bezocht De Vries op 6 aug. 1930 (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 208)).

84. K. von Goebel, *Wilhelm Hofmeister. Arbeit und Leben eines Botanikers des 19. Jahrhunderts* (Leipzig 1924) 125-126; Went, 'Hugo de Vries', 269: 'Hofmeister ... werd steeds duisterder en onbegrijpelijker'; Úlehla, 'Erde': 'Hofmeister hat mich aber nicht befriedigt'.

85. Went, 'Hugo de Vries', 269; Goebel, *Hofmeister, 170-174*: 'Von da ab war seine Kraft, seine Lebens- und Schaffensfreude in ihrem besten Teil gelähmt'.

86. Úlehla, 'Erde'; F.H. Portugal en J.S. Cohen, *A century of DNA. A history of the discovery of the structure and function of the genetic substance* (Cambridge (MA) en Londen 1977) 31-37; H. Harris, *The birth of the cell* (New Haven en Londen 1999) 142-145.

87. Stadtarchiv Heidelberg: Matrikel van de universiteit van Heidelberg 1869.

88. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 545).

89. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 40 (lidmaatschapskaart van de Heidelberger Studentenverein, afgegeven 2 nov. 1870).

90. Th.J. Stomps, 'Aus dem Leben und Wirken von Hugo de Vries', in: *Hugo de Vries. 6 Vorträge zur Feier seines 80. Geburtstages* (Stuttgart 1929) 8; J. Heimans, 'Hugo de Vries tachtig jaar', *Natura* (1928) 25; Heimans, 'Hugo de Vries' [1948], 3. In 1928 zegt Heimans dat het Franse leger dat gevangengenomen was tijdens de val van Sedan Heidelberg binnentrok. Dit is onjuist: Sedan viel reeds op 2 sept. 1870. In 1948 heeft hij zich gecorrigeerd.

91. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 569).

92. Simonis, 'Julius Sachs', 97-99; Pringsheim, *Julius Sachs*, 193-200.
93. Pringsheim, *Julius Sachs*, 200, 208-209; UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 545, 569).
94. Pringsheim, *Julius Sachs*, 28-29, 214-215, 245.
95. Pringsheim, *Julius Sachs*, 83-87; J. Sachs, 'Über den Einfluss der Lufttemperatur und des Tageslichts auf die stündlichen und täglichen Änderungen des Längenwachstums (Streckung) der Internodiën', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 2 (1872) 100-110, 162-170; J. Sachs, 'Geschichte', 308-313.
96. W. Hofmeister, 'Über die durch die Schwerkraft bestimmten Richtungen von Pflanzentheilen', *Berichte der mathematisch-physischen Classe der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften* (1860) 175-213; Hofmeister, *Lehre*, 281-299; Sachs, *Handbuch*, 38-46, 88-106.
97. Sachs, *Handbuch*, 504-510 (Sachs had op blz. 95-102 de visie van Hofmeister gegeven, maar geeft op blz. 506 en 509 aan dat hij door nieuwe experimenten inmiddels tot een ander inzicht is gekomen); Sachs, *Lehrbuch* (1868), 518-520.
98. Sachs, *Handbuch*, 497-504.
99. J. Sachs, 'Längenwachstum der Ober- und Unterseite horizontalgelegter sich aufwärts krümmender Sprosse', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 2 (1872) 193-208; J. Sachs, 'Über Wachstum und Geotropismus aufrechter Stengel', *Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung* 56 (1873) 321-331.
100. J. Sachs, 'Über das Wachstum der Haupt- und Nebewurzeln', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 3 (1873) 385-474, Heft 4 (1874) 584-634.
101. In 1870 of 1871 onderzocht Wilhelm Pfeffer in het laboratorium de groei van de bilateraal-symmetrisch gebouwde organen van *Marchantia polymorpha*. W. Pfeffer, 'Studien über Symmetrie und spezifische Wachstumsursachen', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 1 (1871) 77-98.
102. Hugo de Vries, 'Über einige Ursachen der Richtung bilateralsymmetrischer Pflanzentheile', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 2 (1872) 223-277.
103. Hugo de Vries, 'Über das Welken abgeschnittener Sprosse', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 3 (1873) 287-301.
104. A.B. Frank, *Die natürliche wagerechte Richtung von Pflanzentheilen, und ihre Abhängigkeit vom Lichte und von der Gravitation* (Leipzig 1870).
105. De Vries, 'Ursachen', 228-240.
106. UvA-Artisbibliotheek: Archief J.G. de Man: brief van Hugo de Vries 13 juli 1872. Over De Man, zie: L.B. Holthuis, *Rijksmuseum van Natuurlijke Historie 1820-1958* (Leiden 1995) 62-66.
107. A.B. Frank, 'Zur Frage über den Transversalgeotropismus und -Heliotropismus', *Botanische Zeitung* 31 (1873) 17-23, 33-39, 49-57. Het artikel is gedateerd aug. 1873. Het exemplaar van het tijdschrift uit het bezit van De Vries, met aantekeningen in de kantlijn, was tot dec. 2007 aanwezig in: UvA-FNWI (wegens sanering van de collectie toen vernietigd).
108. Hugo de Vries, 'Die vitalistische Theorie und der Transversal-Geotropismus', *Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung* 56 (1873) 305-315.
109. Brief van J. Sachs aan H. Thiel, 17 apr. 1874 (geciteerd in: Pringsheim, *Julius Sachs*, 273).
110. Zie over Frank: F. Krüger, 'Albert Bernhard Frank', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 19 (1900) 10-36.
111. C. Kraus, 'Ursachen der Wachstumsrichtung nichtvertikaler Sprosse', *Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung* 60 (1877) 257-262.

112. UB-RUG: Archief J.W. Moll: brieven van Hugo de Vries 2 juli 1877, z.d. (no. 18) [ca. 5 juli 1877] en 9 juli 1877. Het gezegde dat De Vries aanhaalt ('Krachtig in de zaak zelf, zacht in de wijze van uitvoering') is afkomstig uit het apocriefe bijbelboek 'Wijsheid van Salomo' 8:1.
113. Hugo de Vries, 'Über longitudinale Epinastie', *Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung* 60 (1877) 385-391.
114. C. Kraus, 'Erwiederung', *Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung* 60 (1877) 463-464.
115. Paping, 'Waardige man', 246.
116. Itallie-van Embden, 'Hugo de Vries'; Stadsarchief Amsterdam: Archief van de secretarie; afdeling Armwezen en Onderwijs; sinds 1863 afdeling Onderwijs 1828-1960 (toegangsno. 5191), inv. no. 865 (brief Hugo de Vries 24 juni 1871 (no. 466/6628); de drie getuigschriften zijn aanwezig in: Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries). In de *Nieuwe Amsterdamsche Courant/Algemeen Handelsblad* van vrijdag 9 juni 1871 verscheen een oproep aan sollicitanten voor de betrekking van leraar natuurlijke historie aan de hbs en Openbare Handelsschool. Het salaris zou in totaal f 2500 per jaar bedragen.
117. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de secretarie; afdeling Armwezen en Onderwijs; sinds 1863 afdeling Onderwijs 1828-1960 (toegangsno. 5191), inv. no. 864 (brief van de Inspecteur van het Middelbaar Onderwijs 8 juli 1871 (no. 401/5616)).
118. W.F.R. Suringar, *Handleiding tot het bepalen van de in Nederland wildgroeïende planten* (Leeuwarden 1870). Vanaf de derde druk van 1876 was de hoofdtitel *Zakflora*.
119. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Gemeenteraad 1814-1982 (toegangsno. 5079), inv. no. 50 (blz. 281).
120. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 571).
121. Haags Gemeentearchief: Bevolkingsregister 's-Gravenhage 1861-1879, deel 62, blz. 160 (De Vries werd uitgeschreven op 19 aug. 1871, vertrekkend naar Amsterdam); Stadsarchief Amsterdam: Archief van het Bevolkingsregister 1850-1893 (toegangsno. 5000), inv. no. 1304 (608-1607) (De Vries werd ingeschreven op 5 sept. 1871, komend uit Den Haag. Petrus de Boer werd uitgeschreven op 26 juli 1871, vertrekkend naar Groningen).

3. Tussen Nederland en Duitsland – 1871-1877

1. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 75.
2. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 25 nov. 1877 [= 1876].
3. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 75-77; F.A.F.C. Went, 'Hugo de Vries', in: J. Kalf (red.), *Mannen en vrouwen van betekenis in onze dagen* (Haarlem 1900) 270; V.W. van Gogh, 'Herinneringen van A.W. Weissman', *Jaarboek Amstelodamum* 42 (1948) 101.
4. W. Kloos, 'Herinneringen uit mijn Hoogere-Burgerschool-jaren', in: *Gedenkboek 50-jarig bestaan. Eerste hbs met 5-jarigen cursus te Amsterdam* (Amsterdam 1916) 47-49.
5. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 75; Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Eerste Hogere Burger School met vijfjarige cursus, sinds 1957 ir. Lelylyceum 1865-1968 (toegangsno. 805), inv. no. 124.
6. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 587 (brief van J.H. Peelen 11 feb. 1928).
7. J.C. Costerus, 'Herinneringen aan de Hoogere Burgerschool, Keizersgracht 177', in: *Gedenkboek 50-jarig bestaan. Eerste hbs met 5-jarigen cursus te Amsterdam* (Amsterdam 1916) 59.

8. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 75-77.
9. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Eerste Hogere Burger School met vijfjarige cursus, sinds 1957 ir. Lelylyceum 1865-1968 (toegangsno. 805), inv. no. 1 (vergadering 23 apr. 1873).
10. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 75-77; UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 509, 547, 553). De Vries schrijft op blz. 509 dat hij 24 uur les gaf op de hbs en OHS. Dat wordt niet bevestigd door zijn agenda's.
11. Eenige vrienden, 'In memoriam', *Vox Studiosorum* deel 7 (1871-1872) 175-176; J. d'A. d. B., 'Rudolf de Vries', *Studenten Weekblad* 6 nov. 1871; UvA-Artisbibliotheek: brief van M.E. de Vries-Reuvs aan E.D Palmer 10 juni 1908: 'Hij was reeds candidaat in de rechten en zou denkelijk als staatsman zijn land gediend hebben evenals zijn vader. Hij was uitmuntend begaafd'.
12. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 547).
13. J. Sachs, *Lehrbuch der Botanik, nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft* (Leipzig 1868) 409; J. Sachs, *Lehrbuch der Botanik, nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft* (Leipzig 1870²) 541.
14. Hugo de Vries, 'Über den Einfluss des Druckes auf die Ausbildung des Herbstholzes', *Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung* 55 (1872) 241-246.
15. Hugo de Vries, 'Over den invloed der bastdrukking op den bouw der jaarringen', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 4 (1873-1874 [1874]) 97-102; Hugo de Vries, 'Über den Einfluss des Rindendruckes auf den anatomischen Bau des Holzes', *Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung* 58 (1875) 97-102; Hugo de Vries, 'De l'influence de la pression du liber sur la structure des couches ligneuses annuelles', *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* 11 (1876) 1-50.
16. Hugo de Vries, 'Over den anatomischen bouw van wondhout', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 6 (1875-1876 [1875]) 54.
17. De Vries, 'Anatomischen bouw', 53-59; Hugo de Vries, 'Über Wundholz', *Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung* 59 (1876) 2-8, 17-25, 38-45, 49-55, 81-88, 97-108, 113-121, 129-139.
18. De brieven van De Vries aan Moll waaruit hun vriendschap blijkt bevinden zich in RUG-UB: Archief J.W. Moll. De oudst bekende brief van De Vries aan Moll is gedateerd 23 mei 1872. De Vries spreekt Moll hierin nog aan met 'Wel Edele Heer'. De Vries excuseert zich voor een uitnodiging van Molls ouders, zodat de vriendschap toen reeds goed moet zijn geweest. Zie over deze correspondentie: I.H. Stamhuis, 'Vierhonderd brieven van Hugo de Vries', *Gewina* 19 (1996) 95-98; I.H. Stamhuis, 'The "rediscovery" of Mendel's laws was not important to Hugo de Vries: evidence from his letters to Jan Willem Moll', *Folia Mendeliana Musei Moravia* 30 (1995) 13-30; I.H. Stamhuis, O.G. Meijer en E.J.A. Zevenhuizen, 'Hugo de Vries on heredity, 1889-1903: statistics, Mendelian laws, pangenes, mutations', *Isis* 90 (1999) 238-267. In: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries bevindt zich slechts twee brieven van Moll. Door toedoen van De Vries werd Moll in 1883 lid van het Genootschap ter Bevordering van Natuur-, Genees- en Heelkunde en in 1889 lid van de Akademie van Wetenschappen (UB-RUG: Archief J.W. Moll: brieven van 2 nov. 1883 en 18 apr. 1889). In 1890 gaf De Vries een warme aanbeveling voor zijn kandidatuur als hoogleeraar in Groningen (Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries).
19. Over het Athenaeum, zie: P.J. Knegtmans, *Professoren van de stad: het Athenaeum Illustre en de Universiteit van Amsterdam 1632-1960* (Amsterdam 2007).
20. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 549).
21. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 571, 573). De Vries schrijft in zijn herinneringen aan Sachs, die hij in 1930 noteerde, dat zij van 1871 tot 1878 zeer druk met elkaar corresponderden: 'Maandelijks, dikwijls zelfs wekelijks uitvoerige brieven over ons werk, over den daarmede verbonden publicatiën en kritieken'. Daarna was er nog slechts inci-

denteel briefverkeer. Hij haalt hierbij verschillende malen passages uit brieven van Sachs aan. In een brief aan Pringsheim uit 1932 schrijft De Vries echter dat hij voor diens biografie van Sachs niet met informatie uit brieven kan helpen: 'Leider kann ich Ihnen aber keine Briefe von ihm senden. ... Wissenschaftliche Korrespondenz haben wir, schriftlich, nie geführt. Es ist alles mündlich vor sich gegangen' (gepubliceerd in: E.G. Pringsheim, *Julius Sachs. Der Begründer der neueren Pflanzenphysiologie 1832-1897* (Jena 1932) 208). De brieven van Sachs zijn niet aangetroffen in UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, en Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries. Mogelijk heeft De Vries na het schrijven van zijn herinneringen de brieven vernietigd en wilde hij dit voor Pringsheim verborgen houden. Brieven van De Vries aan Sachs zijn niet bekend.

22. UvA-Artisbibliotheek: Archief J.G. de Man: brief van Hugo de Vries 13 juli 1872. De overgangsexamens van de hbs vonden plaats van 27 juni tot en met 2 juli 1872 (Stadsarchief Amsterdam: Archief Eerste Hogere Burger School met vijfjarige cursus, sinds 1957 ir. Lelyceum 1865-1968 (toegangsnr. 805), inv. no. 47). Wanneer de laatste lerarenvergadering was is niet bekend. Volgens eigen aantekening verbleef De Vries vanaf 6 juli 1872 in Würzburg, maar hiermee kan hij ook de datum van vertrek uit Amsterdam aangegeven hebben (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 547)).

23. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 572, 573).

24. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 549). De Vries moet dat jaar ook voor een assistentschap gevraagd zijn door Johannes von Hanstein, hoogleraar in Bonn. Diens assistent Ernst Pfitzer vertrok naar Heidelberg waar hij de opvolger van Hofmeister werd. De Vries wilde de baan graag aannemen, 'doch vernam weldra dat hij de betrekking reeds vroeger aan dr. J. Reinke te Göttingen beloofd had, en deze na lang wachten nu plotseling toch had aangenomen'. De Vries plaatste deze gebeurtenis in de chronologie van zijn *Liber Annalis* in aug. 1872, doch veranderde het jaartal later in 1874 (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 549)). De gebeurtenis moet echter in 1872 plaatsgevonden hebben gezien het vertrek van Pfitzer dat jaar en het feit dat Reinke in 1873 assistent bij Hanstein werd. Nog datzelfde jaar werd Pfitzer overigens hoogleraar in Göttingen (*Botanische Zeitung* 30 (1872) 594 en *Botanische Zeitung* 31 (1873) 704; I. Jahn (red.), *Geschichte der Biologie* (Jena etc. 1998³) 935). Het is mogelijk dat Hanstein De Vries in 1874 opnieuw heeft gevraagd om assistent bij hem te worden en dat De Vries beide verzoeken in zijn herinnering heeft samengevoegd. Ook wilde De Vries in 1872 deelnemen aan 'een expeditie naar den Congo, doch op aandringen van Sachs heb ik daarvan afgezien' (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 573)).

25. UvA-Artisbibliotheek: Archief J.G. de Man: brief van Hugo de Vries 13 juli 1872.

26. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 577).

27. Hugo de Vries, 'Willem Frederik Reinier Suringar', *Eigen Haard* 23 (1897) 725. In UvA-Artisbibliotheek bevindt zich een exemplaar van: A. Schenk, *Flora der Umgebung von Würzburg* (Regensburg 1848) uit het bezit van De Vries met aantekeningen in diens handschrift.

28. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 547); UvA-Artisbibliotheek: Archief J.G. de Man: brief van Hugo de Vries 13 juli 1872.

29. Prantl deed onderzoek naar invloed van licht op de groei van bladen (K. Prantl, 'Über den Einfluss des Lichts auf das Wachsthum der Blätter', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 3 (1873) 371-384). Godlewski onderzocht de ademhaling (E. Godlewski, 'Abhängigkeit der Sauerstoffausscheidung der Blätter von dem Kohlensäuregehalt der Luft', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 3 (1873) 343-370). Von Wolkoff hield zich bezig met negatieve heliotropie (J. Sachs, *Lehrbuch der Botanik, nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft* (Leipzig

- 1873³) vi). Baranetzky werkte aan de regelmaat van bloeien (J. Baranetzky, 'Eine Mittheilung über die Periodicität des Blutens bei den krautartigen Pflanzen und deren Ursachen', *Botanische Zeitung* 31 (1873) 65-76). Waar Borodin aan werkte is niet bekend.
30. Brief aan Hugo Thiel 9 mrt. 1872 (gepubliceerd in: Pringsheim, Julius Sachs, 270).
31. H. von Mohl, *Über den Bau und das Winden der Ranken und Schlingpflanzen* (Tübingen 1827) (het exemplaar dat in bezit is geweest van De Vries, met aantekeningen in zijn handschrift, is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek). Over Von Mohl, zie: 'Hugo von Mohl', *Botanische Zeitung* 30 (1872) 569-570.
32. L.H. Palm, *Über das Winden der Pflanzen* (Tübingen 1827).
33. Harvard University, Cambridge (MA): Archives at the Gray Herbarium: brief van Charles Darwin aan Asa Gray 4 aug. 1863 (gepubliceerd in: C.R. Darwin en F.H. Burkhardt, *The correspondence of Charles Darwin* (Cambridge 1985-...) XI, 582).
34. C.R. Darwin, 'On the movements and habits of climbing plants', *Journal of the Linnean Society of London* 9 (1865) 9-10 (een overdruk van het artikel dat in bezit is geweest van De Vries, met aantekeningen in zijn handschrift, is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek).
35. W. Hofmeister, *Die Lehre von der Pflanzenzelle* (Leipzig 1867) 306-309; J. Sachs, *Handbuch der Experimentalphysiologie der Pflanzen* (Leipzig 1865) 510-513 (het citaat op 512); Sachs, *Lehrbuch* (1868), 513-515, 569-570; Sachs, *Lehrbuch* (1870), 564-568 (in de laatste schrijft Sachs: 'Die durch die Berührung hervorgerufene Aenderung der Gewebespannung ist noch unbekannt, dürfte aber wohl am ehesten auf einer Erschlaffung des Schwellgewebes auf der berührten Seite beruhen').
36. Hugo de Vries, 'Over de beweging van ranken en slingerplanten', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 3 (1872-1873 [1872]) 33-38; Hugo de Vries, 'Längenwachstum der Ober- und Unterseite sich krümmender Ranken', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 3 (1873) 302-316; Hugo de Vries, 'Zur Mechanik der Bewegungen von Schlingpflanzen', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 3 (1873) 317-342.
37. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 549) (van 15 tot en met 18 aug. 1872 maakte De Vries een botaniseertocht in het Brohlthal en bij de Laachersee); Stadsarchief Amsterdam: Archief Eerste Hogere Burger School met vijfjarige cursus, sinds 1957 ir. Lelylyceum 1865-1968 (toegangsno. 805), inv. no. 48 (op maandag 19 aug. 1872 was er een vergadering van de leraren; op dinsdag 20 aug. begonnen de lessen van het nieuwe schooljaar).
38. K. van Berkel, M.J. van Lieburg en H.A.M. Snelders, *Spiegelbeeld der wetenschap. Het Genootschap ter Bevordering van Natuur-, Genees- en Heelkunde* (Rotterdam 1991) 24-26.
39. Hugo de Vries, 'Over de geographische verspreiding van *Stratiotes aloides*', *Nederlandsch Kruidkundig Archief*, tweede serie, 1 (z.j. [1868-1873]) 203-220. Tot de prijsvragen die de universiteit van Utrecht in 1867 uitschreef behoorde de vraag naar een studie over de anatomie, morfologie, fysiologie en geografische verspreiding van *Stratiotes aloides* (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 19).
40. 'Verslag van de vijfentwintigste jaarvergadering ... den 18den augustus 1871', *Nederlandsch Kruidkundig Archief*, tweede serie, 1 (z.j. [1868-1873]) 130-150, 154, 192.
41. Hugo de Vries, 'De Peel', *Onze Tijd* 19 (1874) 88-124; UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 551); UvA: Herbarium Hugo de Vries. De Vries bezocht de Peel van 31 mei tot en met 3 juni 1873.
42. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 551); Stadsarchief Amsterdam: Archieven van de Maatschappij van Verdiensten onder de zinspreuk 'Felix Meritis' 1777-1889 (toegangsno. 59), inv. no. 168 (de lezing was op 18 feb. 1873); 'Maatschappij Diligentia. Na-

tuurkundige voordragten', *Dagblad van Zuid-Holland en 's-Gravenhage* 22-23 mrt. 1873 (de lezing was op 22 mrt. 1873).

43. Hugo de Vries, 'Over aanstekelijke ziekten bij cultuurplanten', in: P.A. Haaxman (red.), *Diligentia. Natuurkundige voordragten 1872-1873 ('s-Gravenhage 1873)* 106-115.
44. [P.A.] H[aa]xman], 'Hugo de Vries', *De Nieuwe Courant* 16 feb. 1918.
45. Sachs, *Lehrbuch* (1873), iv-v. Het voorwoord is gedateerd 5 nov. 1872. Sachs schrijft hierin dat het bewerken en drukken tien maanden heeft gekost. Het nieuwe hoofdstuk staat op blz. 677-774. Zie voor Sachs' opmerkingen met name 677-678 en 699-700.
46. Sachs, *Lehrbuch* (1873), 688, 691, 724-732.
47. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 551, 578-579). De Vries was in elk geval van 5 tot en met 14 aug. 1873 in Zwitserland. De overgangsexamens van de hbs vonden plaats van 30 juni tot en met 4 juli 1873. Op maandag 18 aug. 1873 startte de nieuwe cursus weer met een vergadering van de leraren (Stadsarchief Amsterdam: Archief Eerste Hogere Burger School met vijfjarige cursus, sinds 1957 ir. Lelylyceum 1865-1968 (toegangsno. 805), inv. no. 48). 19 aug. 1873 was de eerste lesdag (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 77).
48. Hugo de Vries, 'Über die Dehnbarkeit wachsender Sprosse', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 4 (1874) 519-545; Hugo de Vries, 'Over eenige mechanische eigenschappen van groeiende plantenstengels', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 4 (1873-1874 [1873]) 19-24.
49. Sachs, *Lehrbuch* (1873), 724-732.
50. K. Prantl, 'Untersuchungen über die Regeneration des Vegetationspunktes an Angiospermenwurzeln', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 4 (1874) 546-562; O. Brefeld, 'Untersuchungen über die Alkoholgähmung', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 4 (1874) 500-518.
51. Brief van J. Sachs aan H. Thiel 24 juli 1873 (gepubliceerd in: Pringsheim, *Julius Sachs*, 272). Het voorwoord van: J. Sachs, *Lehrbuch der Botanik, nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft (Leipzig 1874)* is gedateerd 2 mei 1874. Sachs schrijft hierin dat het bewerken en drukken acht maanden heeft gekost. In een brief aan Hugo Thiel van 23 feb. 1874 (gepubliceerd in: Pringsheim, *Julius Sachs*, 272) schreef Sachs dat hij sinds drie weken met het *Lehrbuch* klaar was.
52. H. Müller, *Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitigen Anpassungen beider: ein Beitrag zur Erkenntnis des ursächlichen Zusammenhanges in der organischen (Leipzig 1873)* (het voorwoord is gedateerd nov. 1872); UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 579).
53. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 571, 577).
54. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 551).
55. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van het Provinciaal Bestuur van Noord-Holland aan Hugo de Vries 1 mei 1874.
56. H. Müller (Thürgau), 'Die Sporenvorkeime und Zweigvorkeime des Laubmoose', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 4 (1874) 475-499. Ook afzonderlijk uitgegeven als dissertatie.
57. R. Pedersen, 'Haben Temperaturschwankungen als solche einen ungünstigen Einfluss auf das Wachstum?', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 4 (1874) 563-583; UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 581).
58. J. Sachs, *Geschichte der Botanik* (München 1875). Het voorwoord is gedateerd 22 juli 1875.
59. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brieven van Hugo de Vries aan M.E. de Vries-Reuvens 2-28 juli 1874; UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz.

- 551, 553, 581) (hierin schrijft De Vries abusievelijk dat Ada te Bern verbleef. Haar verblijf in Zwitserland lijkt iets te maken te hebben gehad met haar (geheime) verloving met Willem van Vloten); UB-RUG: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 1 aug. 1874.
60. Hugo de Vries, 'Bestuivingen van bloemen door insecten; waargenomen in 1874', *Nederlandsch Kruidkundig Archief*, tweede serie, 2 (1875) 64-76.
61. Hugo de Vries, 'Die Resultate der neuesten Forschungen über das Längenwachstum der Pflanzen', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 3 (1874) 627-656.
62. Sachs, *Lehrbuch* (1874) 762, 852 (het exemplaar dat in bezit is geweest van De Vries is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek).
63. [Hugo de Vries], Een mededeling 'over de mechanische theorie van het groeien der planten', *Werken van het Genootschap ter Bevordering der Natuur-, Genees- en Heelkunde te Amsterdam* 3 (1874) 18-21 (gedaan tijdens de algemene vergadering van het Genootschap op 28 okt. 1874).
64. J.C. Costerus, 'Herinneringen en hulde aan Hugo de Vries', *Eigen Haard* (1918) 98.
65. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 509, 549, 581, 583). Volgens De Vries' herinnering schreef hij Sachs in sept. 1874 nadat Johannes von Hanstein, hoogleraar botanie aan de universiteit van Bonn, hem een assistentschap had aangeboden maar dat vervolgens weer ingetrokken had nadat J. Reinke, die de positie eerder was beloofd, het assistentschap plotseling had aangenomen. Deze gebeurtenis moet echter in 1872 plaatsgevonden hebben (zie noot 24). Wellicht bood Hanstein hem in 1874 opnieuw een assistentschap aan. Dat De Vries' herinnering niet klopte blijkt ook uit een brief van Sachs aan Thiel van 3 nov. 1874 (gepubliceerd in: Pringsheim, *Julius Sachs*, 275): 'De Vries ... schrieb mir gestern, er gehe mit dem Gedanken um, seine Stellung in Holland aufzugeben, d.h. 2500 bis 2700 fl. liegen zu lassen, um sich in Deutschland ganz der Wissenschaft zu widmen, er wünscht meinen Rat in der Sache'.
66. Brieven van J. Sachs aan H. Thiel 24 okt. 1874, 3 nov. 1874 en 29 nov. 1874 (gepubliceerd in: Pringsheim, *Julius Sachs*, 274-276).
67. Museum Boerhaave, Leiden: brief van Hugo de Vries aan A.B. Droogleevoer Fortuyn 4 juni 1924.
68. T. Lenoir, *Instituting science. The cultural production of scientific descriptions* (Stanford (CA) 1997) 97-99; J. Kühn, *Das Studium der Landwirtschaft an der Universität Halle. Geschichtliche Entwicklung und Organisation desselben* (Halle 1888) 1-17; H. Haushofer, *Die deutsche Landwirtschaft im technischen Zeitalter* (Stuttgart 1972²) 184-189; E. Klein, *Geschichte der deutschen Landwirtschaft im Industriezeitalter* (Wiesbaden 1973) 143-144.
69. Pringsheim, *Julius Sachs*, 17, 51; H. Gimmler, 'Einleitung', in: H. Gimmler (red.), *Julius Sachs und die Pflanzenphysiologie heute* (Würzburg 1984) 13; W. Franke, 'Julius Sachs in seiner Bonner Zeit', in: H. Gimmler (red.), *Julius Sachs und die Pflanzenphysiologie heute* (Würzburg 1984) 79-80, 92.
70. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 511, 513, 553, 555, 583).
71. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 551).
72. Stadsarchief Amsterdam: Archieven van de Maatschappij van Verdiensten onder de zinspreuk 'Felix Meritis' 1777-1889 (toegangsnr. 59), inv. no. 168. De cursus begon op 11 nov. 1874 en vond om de veertien dagen op woensdagmiddag van half twee tot half drie plaats. De Vries' collega's van de hbs Van Lankeren Matthes en H.F.R. Hubrecht hielden dat seizoen cursussen voor dames over respectievelijk kosmograpie en scheikunde.
73. 'Maatschappij Diligentia. Natuurkundige voordragten', *Dagblad van Zuid-Holland en 's-Gravenhage* 7-8 mrt. 1875; Hugo de Vries, 'Over het bestuiven van bloemen door insecten', in: P.A.

Haaxman (red.), *Diligentia. Natuurkundige voordragten 1874-1875* ('s-Gravenhage 1875) 106-118. De lezing was op 6 maart 1875.

74. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 535, 537, 555, 557); Stadtar-
chiv Würzburg: Aufenthaltsanzeige van Hugo de Vries 3 apr. 1875.

75. UB-RUG: Archief J.W. Moll: brieven van Hugo de Vries 5 apr. 1875, 24 apr. 1875 en 2 mei
1875.

76. UB-RUG: Archief J.W. Moll: brieven van Hugo de Vries 5 apr. 1875, 24 apr. 1875, 2 mei 1875,
20 mei 1875, 28 juni 1875 en 7 sept. 1875.

77. UB-RUG: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 28 juni 1875; Collectie fam. De Vries:
Archief Hugo de Vries: verslag door Hugo de Vries van zijn reis naar Hohenheim en de Schwäbi-
sche Alb 12-17 juni 1875.

78. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 523, 525); UB-RUG: Archief
J.W. Moll: brieven van Hugo de Vries 4 juli 1875, 13 juli 1875 en 7 sept. 1875. Op 13 juli 1875
schrijft De Vries dat hij de volgende dag naar Rimpau zal gaan. Op 7 sept. 1875 schrijft hij op-
nieuw dat hij naar Rimpau gaat, zonder aan het vorige bezoek te refereren en het lijkt alsof het
dan zijn eerste bezoek zal zijn. Over Rimpau, zie o.a.: H. Thiel, 'Amtsrat Dr. Wilhelm Rimpau',
Landwirtschaftliche Jahrbücher 32 (1903) 483-488; A. Meinel, 'An early scientific approach to heredi-
ty by the plant breeder Wilhelm Rimpau (1842-1903)', *Plant Breeding* 122 (2003) 195-198. Zie voor
zijn bietenonderzoek: W. Rimpau, 'Das Aufschiessen der Runkelrüben', *Landwirtschaftliche
Jahrbücher* 5 (1876) 31-45; W. Rimpau, 'Das Samenschiessen der Rüben', *Landwirtschaftliche
Jahrbücher* 9 (1880) 191-203.

79. Hugo de Vries, 'Über Trockengewichtsbestimmungen bei landwirtschaftlichen Cul-
turpflanzen', *Landwirtschaftliche Jahrbücher* 5 (1876) 757-770; 'Programm über die Bestimmung
der Trockengewichtszunahme bei Kulturpflanzen pro 1875 und 1876', *Landwirtschaftliche
Jahrbücher* 5 (1876) 771-775; UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 513).
De Vries schrijft in zijn herinneringenboek dat hij vóór hij in Würzburg in het laboratorium
van Sachs ging werken zes weken in Berlijn woonde 'om dagelijks op het ministerie als gewoon
ambtenaar te werken. Ik werd daar belast met het omrekenen van de statistische gegevens over
bemesting en oogst van de laatste jaren. Die tabellen zijn sedert verschenen in de *Landwirtschaft-
liche Jahrbücher*'. Uit de brieven aan Moll blijkt echter duidelijk dat hij het hele jaar 1875 in Würz-
burg was. Mogelijk was hij in het voorjaar van 1876 in Berlijn, nadat de resultaten binnengeko-
men waren, en heeft hij zich een jaar vergist. Over een verblijf in Berlijn schrijft hij aan Moll
echter evenmin iets in 1876.

80. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brieven van Hugo de Vries 5 dec. 1875 en 7 jan. 1876.

81. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 586, 587). Bij zijn herinne-
ringen aan de tocht schreef De Vries een opmerking die hem blijkbaar goed was bijgebleven:
'Sie können noch gar nicht satt sein'.

82. Museum Boerhaave, Leiden: brief van Hugo de Vries aan E. von Tschermak-Seysenegg 23
nov. 1901; UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 513).

83. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brieven van Hugo de Vries 4 juli 1875, 7 sept. 1875 en 3 juni
1876.

84. Hugo de Vries, *De voeding der planten* (Haarlem 1876), m.n. 151, 171-172; Hugo de Vries, *Het
leven der bloem* (Haarlem 1877) m.n. 40-41 en 118; J.W. Enschedé, A.C. Kruseman (2 dln.; Amsterdam
1899-1902) II, 368. De andere deeltjes, eveneens verschenen in 1876-1877, waren: E. van der Ven,
Over den physischen toestand der hemellichamen; E. van der Ven, *Het zonnestelsel en de vaste planeten*; H. Har-

togh Heys van Zouteveen, *De aardchors en hare gedaanteveranderingen*; J. Nieuwenhuijzen Kruseman, *Het behoud van arbeidsvermogen*; D. Huizinga, *Schetsen uit het leven*; L.A.J. Burgersdijk, *Blikken in den bouw, het leven en de ontwikkeling der lagere dieren*.

85. C.R. Darwin, *Insectivorous plants* (Londen 1875) (het exemplaar dat in bezit is geweest van De Vries is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek).

86. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 4 juli 1875. Het boek van Darwin was op 2 juli 1875 door de uitgever in de handel gebracht (F. Darwin, *The life and letters of Charles Darwin* (3 dln.; Londen 1888) III, 328), maar Sachs had kort daarvoor een exemplaar van Darwin toegestuurd gekregen (brief van J. Sachs aan H. Thiel 1 aug. 1875; gepubliceerd in: Pringsheim, *Julius Sachs*, 276). In zijn brief van 13 juli 1875 aan Moll (RUG-UB) bedankt De Vries hem namens Sachs voor de toegezonden *Drosera*'s. Sachs ontving ook exemplaren uit Denemarken en verschillende plaatsen in Duitsland. Van De Vries ontving hij soorten van *Pinguicula* en *Utricularia* die deze in de omstreken van Würzburg wist te groeien (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 525)).

87. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 7 sept. 1875; CUL: Darwin papers DAR 180-19: brief van Hugo de Vries aan Charles Darwin 7 nov. 1875.

88. De Vries, *Voeding*, 173-193; Hugo de Vries, 'Insectenetende planten', *Eigen Haard* (1876) 84-88, 93-94. Over het ontstaan van *Eigen Haard*, zie: Enschedé, *Kruseman II*, 355-367.

89. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 525, 527).

90. De Vries, 'Über die Dehnbarkeit', 523-527; Hugo de Vries, *Untersuchungen über die mechanischen Ursachen der Zellstreckung* (Leipzig 1877) 13-21.

91. De Vries, *Untersuchungen*, 44-49, 52-86.

92. De Vries, *Untersuchungen*, 90-118.

93. J.W. Moll, *De invloed van celdeeling en celstrekking op den groei* (Utrecht 1876).

94. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 7 sept. 1875.

95. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 3 juni 1876.

96. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van J.W. Moll aan Hugo de Vries z.d. [jan.-feb. 1928] (concept).

97. J.W. Moll, 'Über den Ursprung des Kohlenstoffs der Pflanzen', *Landwirtschaftliche Jahrbücher* 6 (1877) 327-363; J.W. Moll, 'Über die Herkunft des Kohlenstoffs der Pflanzen', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 2 (1882), Heft 1 (1878) 105-113.

98. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries z.d. [nov. 1878] (no. 45): 'Herinner je je nog wel hoe we dat woord verzonnen op die bank in de Harmonie'.

99. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 7 jan. 1876; A. Mayer, 'Über die Bedeutung der organischen Säuren in den Pflanzen', *Die Landwirtschaftlichen Versuchstationen* 18 (1875) 410-452.

100. Hugo de Vries, 'Über A. Mayer's vermeintliche Entdeckung eines Übergangsgliedes zwischen Kohlensäure und Stärke bei der Assimilation des Pflanzen', *Landwirtschaftliche Jahrbücher* 5 (1876) 469-479.

101. A. Mayer, *Die Sauerstoffausscheidung fleischiger Pflanzen. Ein Angriff von Herrn dr. Hugo de Vries zurückgewiesen* (Heidelberg 1876) (het exemplaar dat in bezit is geweest van De Vries, met aantekeningen in zijn handschrift, is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 80).

102. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 30 okt. 1876 (datum poststempel); Brief van J. Sachs aan H. Thiel 24 okt. 1874 (gepubliceerd in: Pringsheim, *Julius Sachs*, 275).

103. Hugo de Vries, 'Over de beteekenis der organische zuren in planten', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 6 (1876) 101-106.
104. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 13 april 1876.
105. A. Mayer, 'Wederlegging der beschouwingen van dr. Hugo de Vries over de beteekenis der organische zuren in de planten', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 6 (1876) 117-124.
106. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 13 april 1876; Hugo de Vries, 'A. Mayer's antwoord op mijne beschouwingen over de beteekenis der organische zuren in de planten', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 6 (1876) 152-155. De Vries schreef ook voor de Duitse lezers een korte reactie: Hugo de Vries, 'Nachtrag zu dem Aufsatz: Über A. Mayer's vermeintliche Entdeckung eines Übergangsgliedes zwischen Kohlensäure und Stärke bei der Assimilation des Pflanzen', *Landwirtschaftliche Jahrbücher* 5 (1876) 655.
107. Hugo de Vries, 'Über die Periodicität im Säuregehalte der Fettpflanzen', *Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeling Natuurkunde derde reeks*, 1 (1884) 58-123; Hugo de Vries, 'Über die periodische Säurebildung der Fettpflanzen', *Botanische Zeitung* 42 (1884) 337-344.
108. A. Mayer, 'Der Botaniker Hugo de Vries † 22. Mai 1935 als hoher Achtziger', *Die Landwirtschaftliche Versuchsstationen* 126 (1936) 297-305.
109. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 513). Dat dit docentschap niet een keuze van De Vries zelf was blijkt ook uit een brief aan Moll van 22 mei 1877, waarin De Vries schrijft over 'de berichten die Thiel mij over Halle gegeven heeft toen hij wenschte dat ik mij hier habilitereen zou' (RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 22 mei 1877).
110. Kühn, *Studium der Landwirtschaft*, 8-75; *Wissenschaftliche Tagung der Landwirtschaftlichen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg anlässlich des 100jährigen Bestehens der Landwirtschaftlichen Institute von 17. bis 20. April 1963* (Berlijn 1964) 23-29.
111. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 30 okt. 1876 (datum poststempel).
112. Hugo de Vries, 'Über die Ausdehnung wachsender Pflanzenzellen durch ihren Turgor', *Botanische Zeitung* 35 (1877) 1-10.
113. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 25 nov. 1877 [=1876] (de lezing was op 6 dec. 1876); Hugo de Vries, 'Over de spanning tusschen celinhoud en celwand gedurende den groei van plantencellen', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 7 (1877) 65-73.
114. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brieven van Hugo de Vries 22 dec. 1876 en z.d. (no. 32).
115. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 519 en 589). De Disputatie en de Antrittsvorlesung waren gepland op resp. 12 en 14 feb. 1877, maar werden beide om onbekende redenen op de laatstgenoemde dag gehouden. De tekst van de Antrittsvorlesung is niet bekend.
116. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 6 apr. 1877; UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 513, 515, 588, 589, 591).
117. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 519).
118. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 517).
119. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79.
120. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 21 juni 1877; UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 519). In de collectie van UvA-UB (Bijzondere Collecties) bevinden zich vier collegeplaten waarop door De Vries zelf is vermeld dat hij deze in 1877 in Halle maakte (no. 076.317, 076.318, 076.321 en 076.376).
121. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 22 mei 1877.

122. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 519); UvA-Artisbibliotheek: brief van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 28 okt. 1911.
123. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 22 mei 1877; UvA-Artisbibliotheek: brief van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 28 okt. 1911.
124. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 2 juli 1877.
125. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 9 juli 1877. De Vries vergelijkt zich in deze brief met de vier jaar jongere chemicus J.H. van 't Hoff die zich met zijn theorie over het asymmetrisch koolstofatoom onlangs de minachting op de hals had gehaald van de Duitse chemicus Hermann Kolbe: 'Ik ben nieuwsgierig of Van 't Hoff, als hij Kolbe eens uitgekleet, en zich daarbij eens duchtig gebrand zal hebben, niet in een aantal punten meer met mij sympathiseeren zal, dan tot nu toe het geval is. Hij verkeert nog in den waan, waarin ik vroeger ook verkeerde, dat het nl. den tegenwoordigen Duitschers ... [etc.]. Of Kolbe tot die uitzonderingen behoort, daarnaar ben ik zeer benieuwd!'. De plantenfysioloog Simon Schwendener was hoogleraar in Basel (1867), Tübingen (1877, opvolger van Hofmeister) en Berlijn (1878, nadat Sachs had bedankt). Of De Vries persoonlijk contact met hem had is niet bekend.
126. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brieven van Hugo de Vries z.d. [ca. 5-6 juli 1877] en 9 juli 1877. De Vries vertrok uit Halle op 10 juli en zou volgens plan tot 23 juli in Den Haag blijven. Het huwelijk van Ada de Vries en Willem van Vloten vond plaats in Den Haag op 26 juli 1877. Hij zou dus niet bij de eigenlijke huwelijksluiting aanwezig zijn.
127. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brieven van Hugo de Vries aan M.E. de Vries Reuvens 30 juli-23 aug. 1877; RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 3 sept. 1877. Het proefschrift was: M.W. Beijerinck, *Bijdrage tot de morphologie der gallen* (Utrecht 1877). Beijerinck promoveerde op 14 juni 1877. Het proefschrift was een uitwerking van een artikel dat in januari 1877 in de *Botanische Zeitung* was verschenen en dat scherp bekritiseerd was door Snellen van Vollenhoven, voormalig curator van de afdeling entomologie van het Museum van Natuurlijke Historie in Leiden. Suringar had Beijerinck een tweede kans gegeven (G. van Iterson, L.E. den Dooren de Jong en A.J. Kluyver, *Martinus Willem Beijerinck. His life and his work* (Den Haag 1940), in: G. van Iterson, L.E. den Dooren de Jong en A.J. Kluyver, *Verzamelde geschriften van M.W. Beijerinck* (6 dln; Delft en Den Haag 1921-1940) VI, 14-16). Het exemplaar van het proefschrift dat in bezit is geweest van De Vries, met aantekeningen in zijn handschrift, is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek.
128. B. Theunissen, 'Nut en nog eens nut'. *Wetenschapsbeelden van Nederlandse natuuronderzoekers, 1800-1900* (Hilversum 2000) 149-167; Hugo de Vries, 'The origin of the mutation theory', *The Monist* 27 (1917) 404.
129. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 605, 607).
130. Hugo de Vries, 'Beiträge zur speciellen Physiologie landwirthschaftlicher Kulturpflanzen I: Keimungsgeschichte des rothen Klee's', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 6 (1877) 465-512; Hugo de Vries, 'Beiträge zur speciellen Physiologie landwirthschaftlicher Kulturpflanzen II: Wachstumsgeschichte des rothen Klee's', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 6 (1877) 893-956.
131. De Vries kreeg het aanbod mogelijk halverwege juli 1877, toen hij in Nederland verbleef voor de bruiloft van zijn zuster Ada. In zijn herinneringenboek schreef hij dat hij in Nederland was voor de bruiloft van zijn zuster, toen op 9 sept. 1877 het bericht in de krant verscheen met de namen van de voorgestelde docenten (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 593)). Ada was echter al op 26 juli 1877 gehuwd. De Vries was die dag overigens wel in Nederland, vanwege de zomervakantie van de universiteit in Halle (RUG-UB: Archief J.W. Moll: brieven van Hugo de Vries 3 en 9 sept. 1877).

132. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Gemeenteraad 1814-1982 (toegangsno. 5079), inv. no. 56 (blz. 195-202).
133. Gedenkboek van het Athenaeum en de Universiteit van Amsterdam 1632-1932 (Amsterdam 1932) 81-89.
134. W. van Itallie-van Embden, 'Prof. dr. Hugo de Vries', *Haagsche Post* 19 dec. 1925. Of Oudemans een rol heeft gespeeld bij De Vries' voordracht is niet bekend.
135. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 544); UvA-Artisbibliotheek: Hugo de Vries, *De invloed der temperatuur op de levensverschijnselen der planten* (Den Haag 1870) [achterin]; UvA-Artisbibliotheek: Archief Theo J. Stomps, inv. no. 257 (brief van Hugo de Vries 1 feb. 1931).
136. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Gemeenteraad 1814-1982 (toegangsno. 5079), inv. no. 56 (blz. 445-452).
137. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brieven van Hugo de Vries 9 sept. 1877, 19 sept. 1877 en 11 okt. 1877. Volgens het bevolkingsregister van Amsterdam (Stadsarchief Amsterdam: Archief van het Bevolkingsregister 1850-1893 (toegangsno. 5000), inv. no. 2047 (375-119) vestigde De Vries zich op 5 okt. 1877 op het adres Plantage Lepellaan 2 en bleef hij hier tot mei 1879 wonen. Dat zijn verblijf daar in werkelijkheid slechts kort moet zijn geweest blijkt uit de brief aan Moll van 11 okt. 1877 en UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 125.

4. Groeiend in groeionderzoek – 1877-1885

1. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 11 okt. 1877.
2. UvA-Artisbibliotheek: Archief Theo J. Stomps, inv. no. 257 (brief van Hugo de Vries 17 jan. 1931).
3. De studenten waren J.C.C. Loman, H.J. Calkoen (beiden begonnen in 1874) en J.M. Ruys (begonnen in 1876). Ruys was leerling van De Vries op de Amsterdamse hbs geweest. Loman promoveerde op een zoölogisch, Calkoen en Ruys op een botanisch onderwerp, alle drie bij Oudemans.
4. D.O. Wijnands, E.J.A. Zevenhuizen en J. Heniger, *Een sieraad voor de stad. De Amsterdamse Hortus Botanicus 1638-1993* (Amsterdam 1994) 186-187.
5. UvA-UB (Bijzondere Collecties): no. 072.162 (Series lectionum 1877/78). De Vries zou zijn colleges op 29 okt. 1877 geopend hebben met een openbare les getiteld 'De tegenwoordige richting der plantenfysiologie' (*Gedenkboek van het Athenaeum en de Universiteit van Amsterdam 1632-1932* (Amsterdam 1932) 703). Deze tekst is niet bekend.
6. UvA-UB (Bijzondere Collecties): no. 072.180-072.161 (Series lectionum 1860/61-1876/77). Oudemans gaf in 1860/61 wekelijks één uur 'Anatomiam et physiologiam plantarum, objectis microscopis illustratas', van 1861/62 tot en met 1865/66 één uur 'Anatomiam et physiologiam plantarum, capita selecta', in 1866/67 en 1867/68 twee uur 'Exertitationibus botanicis practicii' (colleges anatomie en fysiologie worden dan niet meer genoemd), van 1868/69 tot en met 1872/73 één uur 'Anatomiam et physiologiam plantarum' en één uur 'Exertitationes morphologicae et microscopias', en van 1873/74 tot en met 1876/77 één uur 'Physiologiam plantarum' en facultatief 'Exercitiis practiciis in indaganda plantarum structura'.
7. C.A.J.A. Oudemans, *Over de plantkunde, beschouwd in hare trapsgewijze ontwikkeling van de vroegste tijd tot op heden* (Utrecht en Amsterdam 1859) 33.

8. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Commissarissen van de Hortus Medicus 1682-1815, vanaf 1829 de Commissie van Toezicht over de Hortus Botanicus: Notulen van de Commissie van Toezicht over de Hortus Botanicus (vergadering 9 mrt. 1861).
9. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Commissarissen van de Hortus Medicus 1682-1815, vanaf 1829 de Commissie van Toezicht over de Hortus Botanicus: Notulen van de Commissie van Toezicht over de Hortus Botanicus (vergadering 16 mrt. 1872).
10. UvA-Artisbibliotheek: Archief Theo J. Stomps, inv. no. 257 (brief van Hugo de Vries 17 jan. 1931).
11. UvA-UB (Bijzondere Collecties): no. 072.160 (Series lectionum 1877/78).
12. Hugo de Vries, *De ademhaling der planten* (Haarlem 1878) 23.
13. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Universiteit van Amsterdam; College van Curatoren 1877-1970 (toegangsno. 279), inv. no. 1 (vergaderingen 3 juni en 1 juli 1878); Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Universiteit van Amsterdam; Faculteit Wiskunde, Informatica, Natuurkunde en Sterrenkunde met voorlopers 1877-1997 (toegangsno. 1020), inv. no. 1 (vergadering 6 juni 1878); Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Gemeenteraad 1814-1982 (toegangsno. 5079), inv. no. 57 (blz. 340).
14. E.H.P. Cordfunke, *Een romantisch geleerde: Jacobus Henricus van 't Hoff (1852-1911)* (Amsterdam 2001) 25-26.
15. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brieven van Hugo de Vries 2 sept. 1878 en z.d. [9 okt. 1878].
16. De Vries, *Ademhaling*.
17. Willem Egeling, de vader van Lucas, correspondeerde met Abraham de Vries Jeronimosz. (Koninklijke Bibliotheek: brieven uit 1854 en 1857). Lucas zelf had contact met de Haarlemse uitgever Arie Kruseman, met wie De Vries ook contact had (UB Leiden: brieven 1872-1881). De brieven van De Vries aan Krelage zijn aanwezig in de bibliotheek van de Koninklijke Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur te Hillegom (Archief J.H. Krelage). Begin 1871 ontving De Vries, toen in Heidelberg, van Krelage een prijscourant (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 38). Het nieuwe tijdschrift dat Krelage wilde oprichten was *De Nederlandsche Tuinbouw-Gids* (1875). Hiervan verscheen slechts één aflevering. Krelage wordt evenwel niet genoemd in de lijst van personen aan wie De Vries in 1870 een exemplaar van zijn proefschrift stuurde (aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek).
18. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van Hugo de Vries aan M.E. de Vries-Reuvs z.d. [24? juli 1878].
19. 'Willem Egeling', *Nieuw Nederlandsch biografisch woordenboek IV* (Leiden 1918) 559.
20. 'Lucas Jacob Egeling', *Nieuw Nederlandsch biografisch woordenboek IV* (Leiden 1918) 558-559; D. Lubach, 'In memoriam', *Eigen Haard* (1892) 808-810.
21. Haags Gemeentearchief: Bevolkingsregister 's-Gravenhage 1861-1879: deel 15, blad 72.
22. De huwelijkscirculaire is aanwezig in: Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries. Deze vermeldt wel de datum maar niet de plaats en de tijd van de huwelijksvoltrekking.
23. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 16 mei 1884.
24. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de notarissen ter standplaats Amsterdam 1578-1915 (toegangsno. 5075), inv. no. 22498 (archief notaris D. van Dijk, minuten 3 jan.-31 mei 1879, acte d.d. 13 jan. 1879); Stadsarchief Amsterdam: Archief van de notarissen ter standplaats Amsterdam 1578-1915 (toegangsno. 5075), inv. no. 22896 (archief notaris C. van den Bergh, minuten 3 jan. 1883-30 dec. 1885, acte d.d. 10 aug. 1885). Hugo de Vries en Wies Egeling trouwden buiten gemeenschap van goederen (zie: Haags Gemeentearchief: Archieven van de notarissen ter stand-

plaats 's-Gravenhage en Scheveningen 1843-1905, inv. no. 1410 (archief notaris P.A.J. Stoop, minuten jan.-juni 1879, acte d.d. 27 mrt. 1879)). Daarom schonk grootmoeder Reuvens aan Hugo de Vries alleen 'het blooten eigendom' en aan Hugo de Vries en Wies Egeling samen 'het levenslang vruchtgebruik' van het onroerend goed. De geschiedenis van het pand Plantage Parklaan 9 is beschreven in: N.C.J. van den Idsert, *Hazazah in de Plantage. Geschiedenis van het herenhuis aan de Plantage Parklaan 9 te Amsterdam van bouwgrond tot Hazazah en van zijn omgeving* (z.p. 2002).

25. 'Met Louise gaat het best', schreef De Vries op 10 sept. 1879 aan Moll (RUG-UB: Archief J.W. Moll). Hij doelde hier, een half jaar na het huwelijk, wellicht op een zwangerschap van Wies die enige tijd later werd afgebroken. De vier kinderen dragen geen van allen namen die in de families De Vries en Egeling voorkwamen. Het is niet bekend naar wie zij vernoemd zijn.

26. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van de Vereenigde Doopsgezinde Gemeente Amsterdam aan Hugo de Vries 18 okt. 1917, waarbij hem, met attestatie binnengekomen zijnde op 2 nov. 1871, continuatie van lidmaatschap wordt verleend bij zijn vertrek naar Lunteren.

27. UvA-Artisbibliotheek: Archief Theo J. Stomps, inv. no. 301.

28. Een merkwaardige mengeling van geloof en wetenschap is De Vries' uitspraak: 'Wie de afstammingsleer verwerpt, verwerpt het machtigste middel dat de denkende mensch bezit om de Schepping te bewonderen. Zij leert ons eenheid te zien waar vroeger slechts veelheid scheen te bestaan; zij wijst ons den weg om door te dringen tot de Oorzaak van al wat leeft (Hugo de Vries, *Afstammings- en mutatieleer* (Baarn 1907) 6).

29. Zie bijv.: UvA-Artisbibliotheek: brieven van E.L. de Vries-Egeling aan E.D. Palmer 1906-1913; Y. Sinotó, *Gregor Mendel* (Tokio 1935) 237 (brief van E.L. de Vries-Egeling aan Y. Sinoto 16 aug. 1935); V. Úlehla, 'Erde und Sohn. Ein Besuch bei Hugo de Vries', *Prager Presse* 2 juni 1935: 'Sie reden mit Lloyd im fließenden English' (Úlehla en Lloyd bezochten De Vries en zijn echtgenote op 6 aug. 1930 (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 208)).

30. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 13 okt. 1879.

31. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 438. Op de veiling van Veilinghuis Bubb Kuypert te Haarlem op 28 nov. 1996 werden enkele boeken van De Vries uit het bezit van Wies Egeling geveild, alsmede twaalf bundels met overdrukken van publicaties van De Vries uit haar bezit.

32. *Internationale tentoonstelling van tuinbouw en van voortbrengselen uit het plantenrijk* (Leiden 1877). De inzending van de Hortus op blz. 20, 21 en 30, waarbij echter niet de genoemde vezels.

33. UvA-Artisbibliotheek: Archief Theo J. Stomps, inv. no. 257 (brief van Hugo de Vries 17 jan. 1931).

34. A.J.P. Maas, *Atomisme en individualiteit. De Amsterdamse natuurkunde tussen 1877 en 1940* (z.j. 2001) 38.

35. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Universiteit van Amsterdam; Faculteit Wiskunde, Informatica, Natuurkunde en Sterrenkunde met voorlopers 1877-1997 (toegangsnr. 1020), inv. no. 1, blz. 23-24 (vergadering 28 jan. 1878).

36. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de secretarie; afdeling Armwezen en Onderwijs; sinds 1863 afdeling Onderwijs 1828-1960 (toegangsnr. 5191), inv. no. 9119 (brief no. 2372/261, 12 feb. 1878); Archief van Burgemeesters en Burgemeester en Wethouders 1814-1980 (toegangsnr. 5166), inv. no. 127, blz. 406-407 (vergadering 23 apr. 1878).

37. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Gemeenteraad 1814-1982 (toegangsnr. 5079), inv. no. 58, blz. 73-74; Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Gemeenteraad 1814-1982 (toegangsnr. 5079), inv. no. 518 (bijlage no. 38).

38. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de secretarie; afdeling Armwezen en Onderwijs; sinds 1863 afdeling Onderwijs 1828-1960 (toegangsno. 5191), inv. no. 1113 (brief van Hugo de Vries met toelichtende memorie 27 juni 1879, in no. 2036).
39. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Universiteit van Amsterdam; Faculteit Wiskunde, Informatica, Natuurkunde en Sterrenkunde met voorlopers 1877-1997 (toegangsno. 1020), inv. no. 1, blz. 86 (vergadering 28 jan. 1879).
40. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Universiteit van Amsterdam; College van Curatoren 1877-1970 (toegangsno. 279), inv. no. 1, blz. 144-145 en 152-153 (vergaderingen 3 nov. 1879 en 15 dec. 1879); Stadsarchief Amsterdam: Archief van de secretarie; afdeling Armwezen en Onderwijs; sinds 1863 afdeling Onderwijs 1828-1960 (toegangsno. 5191), inv. no. 1113 (brief van Curatoren 18 dec. 1879, in no. 2036).
41. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de secretarie; afdeling Armwezen en Onderwijs; sinds 1863 afdeling Onderwijs 1828-1960 (toegangsno. 5191), inv. no. 1113 (brief van Hugo de Vries 12 jan. 1880, in no. 2036).
42. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Universiteit van Amsterdam; College van Curatoren 1877-1970 (toegangsno. 279), inv. no. 1, blz. 161 (vergadering 2 feb. 1880).
43. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Secretarie; afdeling Publieke Werken 1851-1945 (toegangsno. 5180), inv. no. 2035 (no. 1034). Een andere versie van de bouwtekening is aanwezig in: Stadsarchief Amsterdam: Centraal Tekeningen Archief, rubriek 15.14.5, dossiernr. 18708. De aanbesteding van het werk vond plaats op 23 feb. 1880. Volgens de voorwaarden moest het werk vóór 1 sept. 1880 opgeleverd worden.
44. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brieven van Hugo de Vries 12 sept. 1880 en 11 okt. 1880.
45. Voor de verbouwing van 1885 zie: Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Secretarie; afdeling Publieke Werken 1851-1945 (toegangsno. 5180), inv. no. 2756 (no. 5863) (deze verbouwing was volgens het bestek 'ten dienste der microscopie'). Voor de verbouwing van 1892 zie: Stadsarchief Amsterdam: Centraal Tekeningen Archief, rubriek 15.14.5, dossiernr. 18784. Voor de verbouwing van 1883 zie: Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Secretarie; afdeling Publieke Werken 1851-1945 (toegangsno. 5180), inv. no. 2426 (no. 1291). In 1902 werd aan de tuinzijde van het in 1885 uitgebouwde gedeelte nog een stuk toegevoegd waardoor de twee vleugels precies hetzelfde uiterlijk en dezelfde omvang kregen. In deze aanbouw kwamen op de benedenverdieping kamers voor de amanuensis en de hortulanus, de extra ruimte op de bovenverdieping werd bij de laboratorium-collegezaal getrokken. (Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Secretarie; afdeling Publieke Werken 1851-1945 (toegangsno. 5180), inv. no. 5361 (no. 10101)).
46. C.A.J.A. Oudemans en Hugo de Vries, *Leerboek der plantenkunde* (3 dln.; Amsterdam en Zaltbommel 1880-1884). Het eerste deel (1880) droeg de ondertitel 'Leerboek der plantenfysiologie'; het tweede deel (1883) 'Vormleer en rangschikking'; het derde deel (1884) 'Handleiding bij het vervaardigen van microscopische praeparaten uit het plantenrijk'. Het was de bedoeling dat het tweede deel ook in 1880 of anders in 1881 zou verschijnen, maar Oudemans gaf er de voorkeur aan eerst een nieuwe (derde) editie te verzorgen van zijn *Eerste beginselen der plantkunde*. 'Oudemans bewerkt een nieuwe editie van zijn grondbeginselen. ... Hij doet dit vóór 't *Leerboek*, omdat 't financieel voordeliger is! Het spijt mij wel dat hij nu 't *Leerboek* uitstelt' (RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries z.d. [okt.-nov. 1880]). In zijn voorwoord van het *Leerboek* (gedateerd feb. 1883) stelt Oudemans 'dat omstandigheden, van mij onafhankelijk, het verschijnen van dit gedeelte van het *Leerboek der plantenkunde* meer hebben vertraagd dan mij lief was'.

47. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries z.d. [okt.-nov. 1880].
48. UvA-Artisbibliotheek: Overzicht van eerstejaars studenten in de plant- en dierkunde aan de Universiteit van Amsterdam ca. 1880-1983/4.
49. V., 'Prof. dr. Hugo de Vries', *Propria Cures* 15 (1903) 30.
50. Volgens de Series lectionum van de Universiteit van Amsterdam voor 1878-1879 gaf De Vries toen alleen het twee uren-college plantenfysiologie dat hij ook het voorgaande jaar al had gegeven. De verklaring kan zijn dat de Series al gedrukt was voordat De Vries zijn benoeming had aanvaard. De Series lectionum voor 1879-1880 geeft wel de twee colleges en het practicum van De Vries (UvA-UB (Bijzondere Collecties): no. 072.161 en no. 072.160).
51. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Gemeenteraad 1814-1982 (toegangsno. 5079), inv. no. 273 (vergadering 26 jan. 1881).
52. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Universiteit van Amsterdam; College van Curatoren 1877-1970 (toegangsno. 279), inv. no. 1, blz. 231 (vergadering 31 jan. 1881).
53. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Universiteit van Amsterdam; College van Curatoren 1877-1970 (toegangsno. 279), inv. no. 10 (brief no. 25); Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Universiteit van Amsterdam; College van Curatoren 1877-1970 (toegangsno. 279), inv. no. 1, blz. 233-234 (vergadering 7 mrt. 1881).
54. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van studenten aan Hugo de Vries 7 feb. 1881; Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van de Filosofische Faculteit aan Hugo de Vries 5 feb. 1881.
55. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Gemeenteraad 1814-1982 (toegangsno. 5079), inv. no. 60, blz. 66-67. Het nieuwe salaris van De Vries was budgetneutraal, aangezien de hoogleraar geneeskunde J.L. Chanfleury van IJsselstein kort tevoren had verzocht zijn gewoon hoogleraarschap om te zetten in een buitengewoon hoogleraarschap vanwege zijn drukke particuliere artspraktijk.
56. Museum Boerhaave, Leiden: brief van Hugo de Vries aan A.B. Droogleever Fortuyn 4 juni 1924.
57. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries z.d. [kort na 22 jan. 1881].
58. *Vox Studiosorum* 3 mrt. 1881.
59. Hugo de Vries, 'Beiträge zur speciellen Physiologie landwirthschaftlicher Kulturpflanzen I: Keimungsgeschichte des rothen Klees', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 6 (1877) 465-514; Hugo de Vries, 'Beiträge zur speciellen Physiologie landwirthschaftlicher Kulturpflanzen II: Wachstumsgeschichte des rothen Klees', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 6 (1877) 893-956; Hugo de Vries, 'Beiträge zur speciellen Physiologie landwirthschaftlicher Kulturpflanzen III: Keimungsgeschichte der Kartoffelsamen', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 7 (1878) 19-39; Hugo de Vries, 'Beiträge zur speciellen Physiologie landwirthschaftlicher Kulturpflanzen IV: Keimungsgeschichte der Kartoffelknollen', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 7 (1878) 217-249; Hugo de Vries, 'Beiträge zur speciellen Physiologie landwirthschaftlicher Kulturpflanzen V: Wachstumsgeschichte der Kartoffelpflanze', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 7 (1878) 591-682; Hugo de Vries, 'Beiträge zur speciellen Physiologie landwirthschaftlicher Kulturpflanzen VI: Keimungsgeschichte der Zuckerrübe', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 8 (1879) 13-35; Hugo de Vries, 'Beiträge zur speciellen Physiologie landwirthschaftlicher Kulturpflanzen VII: Wachstumsgeschichte der Zuckerrübe', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 8 (1879) 417-498.
60. Noch over De Vries' onderzoek naar landbouwplanten, noch over zijn beoogde aanstelling als hoogleraar aan de landbouwhogeschool zijn gegevens voorhanden in het archief van

het Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten (Geheimes Staatsarchiv Preussischer Kulturbesitz, Berlijn, 1. Hauptabteilung, Repositur 87).

61. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 151 (brief van W. Rimpau 7 feb. 1882). Dat De Vries wel onderzoek naar maïs gedaan heeft blijkt uit: Hugo de Vries, 'Über die Bedeutung der Kalkablagerung in den Pflanzen', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 10 (1881) 59.
62. F.A.F.C. Went, 'Hugo de Vries', in: J. Kalff (red.), *Mannen en vrouwen van beteekenis in onze dagen* (Haarlem 1900) 310; F.A.F.C. Went, 'Herinneringen aan Hugo de Vries als hoogleraar', *Natura* (1928) 19-21; *Almanak van het Amsterdamsch Studentencorps 1881 en volgende jaren*.
63. *Almanak van het Amsterdamsch Studentencorps 1884* (Amsterdam 1884) clviii.
64. Went, 'Herinneringen', 19-21.
65. M.J. Coesel en E.J.A. Zevenhuizen, 'Op heterdaad betrapt? Hugo de Vries en zijn houding tegenover vrouwen in de wetenschap', *Gewina* 23 (2000) 270-272.
66. I.E. de Wilde, *Nieuwe deelgenoten in de wetenschap. Vrouwelijke studenten en docenten aan de Rijksuniversiteit Groningen 1871-1919* (Assen 1998) 76.
67. M. Bosch, *Het geslacht van de wetenschap. Vrouwen en hoger onderwijs in Nederland 1878-1948* (Amsterdam 1994) 104-107; De Wilde, *Deelgenoten*, 53-70.
68. Annelèn, 'Professor dr. Hugo de Vries en de Amsterdamsche universiteit', *Algemeen Handelsblad* 15 okt. 1927.
69. A.A. Weber-van Bosse, 'Een vriendengroet vooraf', *Vakblad voor Biologen* 14 (1933) 190-191.
70. Aanwezig in: UvA: Herbarium Hugo de Vries.
71. Bosch, *Geslacht*, 465 (noot 40).
72. E. Rübél, *Carl Schröter 1855-1939* (Zürich 1940) 23.
73. J.Th. Koster en T.S.S. van Benthem Jutting, 'Notice sur madame dr. A.A. Weber née Van Bosse à l'occasion de son 90-ième anniversaire', *Blumea supplement* 11 (1942) 4.
74. A.A. Weber-van Bosse, 'On a new genus of siphonous algae - *Pseudocodium*', *Journal of the Linnean Society of London* 32 (1895) 209-212 ('I propose the name of *Pseudocodium* for our alga, on account of its superficial resemblance to *Codium*. I have the honour to join to it, as specific name, the well-known name of prof. Hugo de Vries, of Amsterdam, in grateful remembrance of the hours spent under his tuition').
75. 'Maatschappij Diligentia. Natuurkundige voordragten', *Dagblad van Zuid-Holland en 's-Gravenhage* 9-10 feb. 1879.
76. Hugo de Vries, 'Over Nägeli's conserven', *Eigen Haard* (1879) 145.
77. Hugo de Vries, 'Studiën over kamerplanten', *Eigen Haard* (1880) 68.
78. Hugo de Vries, 'Over het zoet worden van aardappelen in den winter', *Eigen Haard* (1883) 320-321.
79. Hugo de Vries, 'Kalk en kiezelzuur in planten', *Maandblad Hollandsche Maatschappij van Landbouw* 3 (1881) no. 11.
80. Hugo de Vries, 'Over het bloeien der granen', *Maandblad Hollandsche Maatschappij van Landbouw* 5 (1883) no. 3.
81. Hugo de Vries, 'De wortelharen der cultuurplaten', *Maandblad Hollandsche Maatschappij van Landbouw* 6 (1884) no. 11.
82. Hugo de Vries, 'Pieter Harting', *Het Nieuws van den Dag* 7 dec. 1885.
83. Hugo de Vries, 'De kola-noot', *Album der Natuur* (1886) 55-62.
84. Hugo de Vries, 'Levensduur van zaden', *Album der Natuur* (1888) 217-229.
85. Hugo de Vries, 'Vogellijm', *Album der Natuur* (1895) 65-77.

86. Hugo de Vries, 'Een nieuwe katoenplant', *Album der Natuur* (1886) 295-298.
87. Hugo de Vries, 'Een middel ter bestrijding der koffiebladziekte', *Album der Natuur* (1888) 173-174.
88. Over De Vries als popularisator, zie: B. Theunissen, 'Knowledge is power. Hugo de Vries on science, heredity and social progress', *British Journal for the History of Science* 27 (1994) 291-311; M.J. Coesel, 'Education through the enjoyment of nature. Hugo de Vries and the popularization of biology', *Acta Botanica Neerlandica* 47 (1998) 491-507.
89. Het volgende is gebaseerd op: E.H. Krelage, 'Het onderzoek der hyacinthenziekten. Een episode uit het prae-phytopathologische tijdvak', *Agronomisch Historisch Jaarboek* 1 (1940) 30-45. De brieven waaruit wordt geciteerd zijn aanwezig in de bibliotheek van de Koninklijke Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur, Hillegom (Archief J.H. Krelage). Met dank aan M.J.G. Timmer te Hoorn die een samenvatting van de brieven maakte waarvan hier gebruik is gemaakt.
90. Hugo de Vries, *Het ringziek der hyacinthen* (Haarlem 1882).
91. 'Landbouw', *Algemeen Handelsblad* 17 mei 1881; 'Landbouw', 18 mei 1882; 'Mededeelingen van verschillende aard', *Haarlemsche Courant* 24 mei 1882.
92. 'Geelziek der hyacinthen', *Haarlemsche Courant* 5 mrt. 1883.
93. 'Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur', *Haarlemsche Courant* 2 apr. 1883.
94. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 710, 712).
95. J.H. Wakker, *Onderzoek der ziekten van hyacinthen en andere bol- en knolgewassen. Verslag over het jaar 1883* (Haarlem 1884); J.H. Wakker, *Onderzoek der ziekten van hyacinthen en andere bol- en knolgewassen. Verslag over het jaar 1884* (Haarlem 1885); J.H. Wakker, *Onderzoek der ziekten van hyacinthen en andere bol- en knolgewassen. Verslag over het jaar 1885* (Haarlem 1887); E.H. Krelage, *Gedenboek ter herinnering aan het vijftigjarig bestaan der Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur te Haarlem 1860-1910* (Haarlem 1910) 26-28.
96. J.H. Wakker, *Onderzoekingen over adventieve knoppen* (Haarlem 1885).
97. F.A.F.C. Went, 'In memoriam Jan Hendrik Wakker', *Vakblad voor Biologen* 9 (1927) 11-17; J.J. Paerels, 'In Memoriam J. H. Wakker', *Landbouwkundig Tijdschrift* 39 (1927) 409; J.J. Beijer, 'Dr. J.H. Wakker (1859-1927)', *Netherlands Journal of Plant Pathology* 72 (1966) 38-45.
98. Hugo de Vries, 'Een dreigend gevaar voor onze drinkwaterleidingen', *Eigen Haard* (1882) 582-584.
99. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van de commissie tot onderzoek van de verontreiniging van de Rotterdamse waterleiding aan Hugo de Vries 7 juli 1887; Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van Hugo de Vries aan de commissie tot onderzoek van de verontreiniging van de Rotterdamse waterleiding 13 juli 1887 (concept).
100. Hugo de Vries, *Die Pflanzen und Thiere in den dunklen Räumen der Rotterdamer Wasserleitung* (Jena 1890).
101. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van B en W van Rotterdam aan Hugo de Vries 17 mei 1888; RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 19 mei 1888.
102. Hugo de Vries, 'Over blauwe kaas', *Maandblad Hollandsche Maatschappij van Landbouw* 9 (1887) no. 5, en 10 (1888) no. 2 (bijvoegsel).
103. Hugo de Vries, 'Bacteriologie in Nederland', *De Gids* 6 (1888) 573.
104. B. Theunissen, 'Nut en nog eens nut'. *Wetenschapsbeelden van Nederlandse natuuronderzoekers, 1800-1900* (Hilversum 2000) 153-154; G. van Iterson, L.E. den Dooren de Jong en A.J. Kluyver, *Martinus Willem Beijerinck. His life and his work* (Den Haag 1940), in: G. van Iterson, L.E. den Dooren de Jong en

- A.J. Kluyver, *Verzamelde geschriften van M.W. Beijerinck* (6 dln; Delft en Den Haag 1921-1940) VI, 18 en 185-186.
105. Hugo de Vries, 'Bacteriologie in Nederland', *De Gids* 6 (1888) 571-591; RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 27 okt. 1887.
106. Van Iterson, *Beijerinck*, 121-124.
107. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 13 dec. 1887.
108. H.P. Wijsman, *De diastase beschouwd als mengsel van maltase en dextrinase* (Amsterdam 1889).
109. C.J. Sikesz, 'Het eerste Nederlandsche landbouw-blauwboek', *De Economist* 43 (1894) 359-365.
110. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 3 mei 1888.
111. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brieven van Hugo de Vries 19 jan. 1893 en 23 mei 1893.
112. Van Iterson, *Beijerinck*, 20-21.
113. Theunissen, 'Nut', 155-166.
114. De Vries, 'Keimungsgeschichte der Kartoffelknollen', 218.
115. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 5 dec. 1891.
116. Theunissen, 'Nut', 127-134, 141-148, 185-193.
117. UvA-Artisbibliotheek: brief van R. van Vloten aan E.D. Palmer 25 aug. 1909.
118. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 593, 595). De positie kwam vacant door het vertrek van Wilhelm Pfeffer. De nieuwe hoogleraar werd Hermann Vöchting.
119. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 597).
120. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 595); UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 430 (afschrift van een brief aan E.L. Egeling 14 aug. 1878).
121. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 597).
122. Úlehla, 'Erde und Sohn'.
123. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 1); Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van W.C. Röntgen aan Hugo de Vries 23 juni 1897; Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van Hugo de Vries aan W.C. Röntgen 10 juli 1897 (concept); UvA-Artisbibliotheek: Archief Theo J. Stomps, inv. no. 54 (afschrift van een brief van Hugo de Vries aan W.C. Röntgen 29 juni 1897).
124. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van Charles Darwin aan Hugo de Vries 19 feb. 1874. Darwin bedankt De Vries hierin alleen voor 'your memoir on climbing plants' en niet voor zijn artikel over ranken. De twee artikelen vormden echter samen één overdruk en De Vries stuurde Darwin een dergelijke overdruk toe. De Vries ontving de overdrukken in jan. 1874 (met dank aan D.J. van Ham te Aerdenhout, in wiens collectie zich een dergelijke 'dubbel-overdruk' uit het bezit van De Vries tot dec. 2006 bevond, waar achterin in De Vries' handschrift de datum en de namen van degenen aan wie de overdruk werd gezonden staan genoteerd).
125. C.R. Darwin, *The movements and habits of climbing plants* (Londen 1875).
126. CUL: Darwin papers DAR 180-19: brief van Hugo de Vries aan Charles Darwin 7 nov. 1875 (deze brief is in het Duits; erbij zit een contemporaine Engelse vertaling).
127. Dit exemplaar is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek.
128. CUL: Darwin papers DAR 162-59: brief van Francis Darwin aan Charles Darwin z.d. [24 juli 1878].
129. CUL: Darwin papers DAR 209.14-88: brief van Francis Darwin aan Charles Darwin z.d. [voor 14 juli 1878].

130. CUL: Darwin papers DAR 209.8-152: brief van Francis Darwin aan Charles Darwin z.d. [vóór 3 aug. 1878]. Over Sachs' experiment met *Menispermum*, zie: J. Sachs, 'Notiz über Schlingpflanzen', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 2 (1882), Heft 4 (1882) 719-722.
131. CUL: Darwin papers DAR 209.3-334: brief van Francis Darwin aan Charles Darwin 4 juli 1879. Volgens een biograaf vereerde Stahl Sachs als 'genialen Forscher', maar wist hij tegelijkertijd 'die menschlichen Schwächen die Sachs besass richtig einzuschätzen, und er handelte entsprechend. So ist er mit Sachs immer gut ausgekommen, was nicht allen Botanikern, die in Würzburg gearbeitet haben, geglückt ist' (H. Kniep, 'Ernst Stahl', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 37 (1919) (tweede Generalversammlungs-Heft) 88). Francis Darwin schrijft in zijn brief: 'I see it is a very good thing to be as independent of him [Sachs] as possible. I came to this conclusion before I heard about De Vries'. Onduidelijk is of hij hier doelt op een meningsverschil tussen De Vries en Sachs of op de in 1876 door Mayer geuite kritiek dat De Vries zich in zijn wetenschappelijke werk niet zelfstandig van Sachs opstelde.
132. De rol van grootmoeder Reuvens blijkt uit: Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van Hugo de Vries aan L.S. Reuvens-Blussé 17 aug. 1878 ('Als ik u geen belet doe, hoop ik zaterdag met Louise bij u te komen koffiedrinken, om haar aan u voor te stellen, en u meteen nog het een en ander van mijn reis te vertellen, maar vooral om u eens recht hartelijk te bedanken voor alles wat wij in deze weken genoten hebben').
133. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van Charles Darwin aan Hugo de Vries 8 aug. 1878. Charles Darwin had Francis zijn afwezigheid laten weten, maar dat bericht had De Vries niet bereikt (CUL: Darwin papers DAR 211-41: brief van Charles Darwin aan Francis Darwin 30 juli [1878] ('I should be very glad to see De Vries here, but we leave home on Friday [= woensdag] 7th and shall be away about three weeks')). De Vries was op 5 of 6 aug. 1878 in Engeland aangekomen.
134. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van Charles Darwin aan Hugo de Vries z.d. [10/11 aug. 1878]; Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van Hugo de Vries aan L.S. Reuvens-Blussé 9 aug. 1878.
135. CUL: Darwin papers DAR 211-43: brief van Charles Darwin aan Francis Darwin 14 [aug. 1878].
136. CUL: Darwin papers DAR 211-44: brief van Charles Darwin aan Francis Darwin z.d. [17 aug. 1878].
137. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brieven van Hugo de Vries aan L.S. Reuvens-Blussé 9 aug. 1878, 10 aug. 1878, 12 aug. 1878, 14 aug. 1878 en 17 aug. 1878; UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 430 (afschrift van een brief van Hugo de Vries aan E.L. Ege-ling 14 aug. 1878).
138. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van Hugo de Vries aan L.S. Reuvens-Blussé 14 aug. 1878; De Vries, 'Wachstumgeschichte des rothen Klees', 927-930 (paragraaf 10: 'Das Einkrieichen der Kleepflanzen in den Boden').
139. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 430 (brief van Charles Darwin 16 aug. 1878); Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van Hugo de Vries aan L.S. Reuvens-Blussé 16 aug. 1878. De wortel van de pastinaak is niet aangetroffen in het herbarium van De Vries (UvA).
140. Hugo de Vries, 'Over de samentrekking van wortels', *Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeling Natuurkunde tweede reeks*, 15 (1880) 12-16. Uitgebreider in: Hugo de Vries, 'Über die Kontraktion der Wurzeln', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 9 (1880) 37-80.

141. J. Sachs, *Lehrbuch der Botanik, nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft* (Leipzig 1873³) 772; Hugo de Vries, 'Längenwachsthum der Ober- und Unterseite sich krümmender Ranken', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 3 (1873) 302 en 316.
142. Darwin, *Movements* (1875), 132-133, 179-182; ook v-vi en 204.
143. CUL: Darwin papers DAR 180-19: brief van Hugo de Vries aan Charles Darwin 7 nov. 1875. Deze reactie staat in sterk contrast met de wijze waarop De Vries reageerde op de kritiek van Frank en Kraus op zijn conclusies over de groei van bilateraal symmetrische plantendelen. Daar pareerde De Vries de kritiek door te stellen dat hij geen verklaring voor het onderzochte geval had beoogd maar slechts enkele oorzaken had willen aangeven. In dit geval stelt hij dat wat hij als een oorzaak had aangemerkt eigenlijk niet meer was dan een waargenomen verschijnsel. Over De Vries' reactie schreef Darwin later: 'De Vries seemed in a letter to me staggered by my arguments' (CUL: Darwin papers DAR 211-37: brief van Charles Darwin aan Francis Darwin 17 juli [1878]).
144. Sachs, *Lehrbuch* (1873), 742-756.
145. Sachs, *Lehrbuch* (1873), 774-794.
146. W. Pfeffer, 'Über periodische Bewegungen der Blätter', *Sitzungsberichte der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde* (Allgemeine Sitzung vom 9. Februar 1874); W. Pfeffer, *Die periodischen Bewegungen der Blattorgane* (Leipzig 1875) 63, 117-118, 171-174.
147. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van Charles Darwin aan Hugo de Vries 10 nov. 1875.
148. CUL: Darwin papers DAR 180-20: brief van Hugo de Vries aan Charles Darwin 17 nov. 1875.
149. Harvard University (Cambridge (MA)): Archives at the Gray Herbarium, 124: brief van Charles Darwin aan Asa Gray 15 aug. 1878.
150. Een brief van Gray aan De Vries is niet bekend. In De Vries' herinneringenboek bevindt zich wel een uit een brief geknipte handtekening van Gray (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 289)). Brieven van Hugo de Vries aan Asa Gray zijn aanwezig in: Harvard University (Cambridge (MA)): Archives at the Gray Herbarium, 124.
151. CUL: Darwin papers DAR 180-22: brief van Hugo de Vries aan Charles Darwin 7 aug. 1879.
152. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van Charles Darwin aan Hugo de Vries 12 aug. 1879.
153. CUL: Darwin papers DAR 211-38: brief van Charles Darwin aan Francis Darwin 20 [juli 1878]).
154. CUL: Darwin papers DAR 180-23: brief van Hugo de Vries aan Charles Darwin 2 sept. 1879.
155. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van Charles Darwin aan Hugo de Vries 6 sept. 1879.
156. CUL: Darwin papers DAR 180-24: brief van Hugo de Vries aan Charles Darwin 10 sept. 1879.
157. Hugo de Vries, 'Over de oorzaken van krommingen bij den groei van plantendeelen', *Processen-verbaal van de Gewone Vergaderingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeling Natuurkunde* 8 (1879-1880) 5-7; Hugo de Vries, 'Über die inneren Vorgänge bei den Wachsthumskrümmungen mehrzelliger Organe', *Botanische Zeitung* 37 (1879) 830-838.
158. Hugo de Vries, 'Über die Aufrichtung des gelagerten Getreides', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 9 (1880) 473-520; Hugo de Vries, 'Over de beweging der ranken van *Sicyos*', *Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeling Natuurkunde tweede reeks*, 15 (1880) 51-174. De experimenten betreffende de injectie van water beschreef hij in: Hugo de Vries, 'Sur l'injection des vrilles comme moyen d'accélérer leurs mouvements', *Annales Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* 15 (1880) 269-294.

159. De Vries, 'Over de beweging', 160. Zie ook: De Vries, 'Über die inneren Vorgänge', 835: 'Die Vorgänge bei den Wachsthumskrümmungen scheinen mir nach diesen Erfahrungen mit der Sachschen Wachsthumstheorie im schönsten Einklang zu stehen'.
160. C.R. Darwin, *The power of movement in plants* (Londen 1880) 2-3, 546, 547, 563, 569, 571.
161. Darwin, *Power*, 1, 3, 546-573 (3: 'In the course of the present volume it will be shown that apparently every growing part of every plant is continually circumnutating, though often on a small scale.' 569: 'When we speak of modified circumnutation we mean that light, or the alternations of light and darkness, gravitation, slight pressure or other irritants, and certain innate or constitutional states of the plant, do not directly cause the movement; they merely lead to a temporary increase or diminution of those spontaneous changes in the turgescence of the cells which are already in progress.')
162. Darwin, *Power*, 546-548, 551-552, 568, 571-573.
163. CUL: Darwin papers DAR 211-23: brief van Charles Darwin aan Francis Darwin z.d. [11 mei 1878].
164. E. Detlefsen, 'Über die von Ch. Darwin behauptete Gehirnfunktion der Wurzelspitzen', *Arbeiten des Botanischen Instituts Würzburg* 2 (1882), Heft 4 (1882) 627-647.
165. J. Sachs, *Vorlesungen über Pflanzenphysiologie* (Leipzig 1882) 843.
166. J. Heslop-Harrison, Darwin and the movement of plants: a retrospect, in: F. Skoog (red.), *Plant growth substances 1979* (Berlijn, Heidelberg en New York 1980) 3-14; S. de Chadarevian, 'Laboratory science versus country-house experiments. The controversy between Julius Sachs and Charles Darwin', *British Journal for the History of Science* 29 (1996) 17-41. Zie ook: F. Darwin, 'Darwin's work on the movements of plants', in: A.C. Seward (red.), *Darwin and modern science* (Cambridge 1909) 385-400; P.R. Bell, 'The movements of plants in response to light', in: P.R. Bell (red.), *Darwin's biological work* (Cambridge 1959) 1-49; R. Ornduff, 'Darwin's botany', *Taxon* 33 (1984) 39-47.
167. CUL: Darwin papers DAR 181-98: brief van J. Wiesner aan Charles Darwin 1 okt. 1881.
168. CUL: Darwin papers DAR 148-357: brief van Charles Darwin aan J. Wiesner 4 okt. 1881.
169. J. Wiesner, *Das Bewegungsvermögen der Pflanzen. Eine kritische Studie über das gleichnamige Werk von Charles Darwin nebst neuen Untersuchungen* (Wenen 1881) 28-36, 206-207. De conclusie wordt herhaald in: J. Wiesner, *Die Elementarstruktur und das Wachstum der lebenden Substanz* (Wenen 1892) 215 ('Noch weniger darf behauptet werden, dass der Turgor die Ursache des Wachsthum's bilde') en 241-242 ('die von Sachs und De Vries vertheidigte Auffassung über die Bedeutung des Turgors beim Längenwachsthum kann nicht aufrecht erhalten bleiben').
170. CUL: Darwin papers DAR 148-358: brief van Charles Darwin aan J. Wiesner 25 okt. 1881.
171. CUL: Darwin papers DAR 211-86 en 211-87: brieven van Charles Darwin aan Francis Darwin 17 en 22 okt. 1881.
172. Hugo de Vries, *Intracellulare Pangenesis* (Jena 1889) 149; Hugo de Vries, *Untersuchungen über die mechanischen Ursachen der Zellstreckung* (Leipzig 1877) 3.
173. CUL: Darwin papers DAR 180-25: brief van Hugo de Vries aan Charles Darwin 8 dec. 1880. Het presentexemplaar is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek.
174. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 10 sept. 1879.
175. Hugo de Vries, 'Über die Bedeutung der Pflanzenzäuren für den Turgor der Zellen', *Botanische Zeitung* 37 (1879) 847-853. Zie ook: De Vries, 'Über die inneren Vorgänge', 830-838.
176. De Vries, 'Over de beweging', 167.
177. Hugo de Vries, 'Über die Bedeutung der Kalkablagerung in den Pflanzen', *Landwirtschaftliche Jahrbücher* 10 (1881) 53-87.

178. Hugo de Vries, 'Über die periodische Säurebildung der Fettpflanzen', *Botanische Zeitung* 42 (1884) 337-344, 351-358; Hugo de Vries, 'Über die Periodicität im Säuregehalte der Fettpflanzen', *Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeling Natuurkunde derde reeks*, 1 (1885) 58-123.
179. Hugo de Vries, 'Eine Methode zur Analyse der Turgorkraft', *Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik* 14 (1884) 437-438, 484-511.
180. De Vries, 'Methode', 438-439.
181. De Vries, 'Methode', 434-437, 465-475.
182. De Vries, 'Methode', 434-437, 441-465.
183. De Vries, 'Methode', 429-433, 440, 511-520.
184. De Vries, 'Methode', 577-590; Hugo de Vries, 'Über den Antheil der Pflanzensäuren an der Turgorkraft wachsender Organe', *Botanische Zeitung* 41 (1883) 849-854 (het artikel verscheen in de aflevering van 21 dec. 1883).
185. De Vries, 'Über den Antheil' 849; De Vries, 'Methode', 521. Zie ook: RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 16 aug. 1883 ('Gaarne zou ik je oordeel over mijne onderzoekingen over de plantenzuren vernemen. Tengevolge van ons laatste gesprek heb ik mijne voorstelling omtrent hunne beteekenis voor den turgor op moeten geven, of tenminste zeer moeten inkrimpen').
186. De Vries, *Untersuchungen*, 117-118.
187. De Vries, 'Methode', 527-533; W. Pfeffer, *Osmotische Untersuchungen* (Leipzig 1877). Het exemplaar van Pfeffers boek dat in bezit is geweest van De Vries is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek.
188. Het volgende volgens: E. Cohen, *Jacobus Henricus van 't Hoff. Sein Leben und Wirken* (Leipzig 1912) 182-211, 219-233, 239-251; E. Cohen, 'Eene halve eeuw osmotische druk', *Chemisch Weekblad* 31 (1934) 782-788. Zie ook H.A.M. Snelders, 'J.H. van 't Hoff's theorie van de verdunde oplossingen (1886)', *Tijdschrift voor Geschiedenis van de Geneeskunde, Natuurwetenschappen, Wiskunde en Techniek* 10 (1987) 2-19; H. van den Ende, 'Hugo de Vries and the plasmolysis method', *Acta Botanica Neerlandica* 47 (1998) 465-473.
189. J.H. van 't Hoff, 'Wie die Theorie der Lösungen entstand', *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft* 27 (1894) 8. Een meer gedetailleerde versie van de ontmoeting werd door W.J.V. Osterhout verteld aan George Wald; zie: G. Wald, 'How the theory of solutions arose', *Journal of Chemical Education* 63 (1986) 658-659. Osterhout vernam het verhaal waarschijnlijk van De Vries die het hem dat in 1930 geschreven lijkt te hebben (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 147). Een dergelijke brief is echter niet aanwezig bij de brieven van De Vries in American Philosophical Society, Philadelphia: W.J.V. Osterhout Papers.
190. J.H. van 't Hoff, *Études de dynamique chimique* (Amsterdam 1884).
191. Hugo de Vries, 'Over de aantrekking van opgeloste stoffen tot water in verdunde oplossingen', *Processen-verbaal van de Gewone Vergaderingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeling Natuurkunde* 10 (1883-1884) 3-4. Ook als: 'Über die Anziehung zwischen gelösten Stoffen und Wasser in verdünnten Lösungen. Vorläufige Mittheilung', *Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeling Natuurkunde tweede reeks*, 19 (1884) 314-327.
192. F.C. Donders, [Mededeling over onderzoek door H.J. Hamburger], *Processen-verbaal van de Gewone Vergaderingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeling Natuurkunde* 10 (1883-1884) 3-5 (mededeling gedaan in de vergadering van 29 dec. 1883); H.J. Hamburger, 'De invloed van scheikundige verbindingen op bloedlichaampjes in verband met hare moleculair-gewichten', *Onderzoekingen gedaan in het physiologisch laboratorium der Utrechtse Hoogeschool* 9 (1884) 26-42. Over het

onderzoek en de verdere invloed van de leer der isotonische coëfficiënten en de osmotische druk in de geneeskunde, zie: H.J. Hamburger, 'Eenige toepassingen van de leer der osmotische spanning in de geneeskundige wetenschappen', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 19 (1894-1895 [1895]) 102-119; H.J. Hamburger, 'Zur Geschichte und Entwicklung der physikalisch-chemischen Forschung in der Biologie', *Internationale Zeitschrift für Physikalisch-Chemische Biologie* 1 (1914) 6-27. Over Hamburger, zie: E. Cohen, 'Hartog Jakob Hamburger', *Chemisch Weekblad* 5 (1908) 399-413.

193. De Vries, 'Methode', 521-527.

194. J.H. van 't Hoff, 'Lois de l'équilibre chimique dans l'état dilué, gazeux ou dissous', *Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar* 21 (1886) 3-41; J.H. van 't Hoff, 'Une propriété générale de la matière diluée', *Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar* 21 (1886) 42-49; J.H. van 't Hoff, 'Condition électrique de l'équilibre chimique', *Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar* 21 (1886) 50-58; J.H. van 't Hoff, 'L'Équilibre chimique dans les systèmes gazeux ou dissous', *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* 20 (1886) 239-302.

195. Hugo de Vries, 'De wetten van Boyle, Gay-Lussac en Avogadro in levende cellen', *Album der Natuur* (1887) 196-198.

196. J.H. van 't Hoff, 'Die Rolle des osmotischen Druckes in der Analogie zwischen Lösungen und Gasen', *Zeitschrift für Physikalische Chemie* 1 (1887) 481-508; S. Arrhenius, 'Über die Dissociation der im Wasser gelösten Stoffe', *Zeitschrift für Physikalische Chemie* 1 (1887) 631-648.

197. Hugo de Vries, 'Osmotische Versuche mit lebenden Membranen', *Zeitschrift für Physikalische Chemie* 2 (1888) 415-432; Hugo de Vries, 'Isotonische Koeffizienten einiger Salze', *Zeitschrift für Physikalische Chemie* 3 (1889) 103-109; Hugo de Vries, 'Coefficients isotoniques de quelques sels', *Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas* 8 (1889) 328-330.

198. Hugo de Vries, 'De isotonische coëfficiënt van glycerine', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 14 (1887-1888) 100-105; Hugo de Vries, 'Le coefficient isotonique de la glycerine', *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* 22 (1888) 384-391; Hugo de Vries, 'Le coefficient isotonique de la glycerine', *Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas* 7 (1888) 36; Hugo de Vries, 'Über den isotonischen Coefficient des Glycerin', *Botanische Zeitung* 46 (1888) 229-235, 245-253; Hugo de Vries, 'Über die Permeabilität der Protoplaste für Harnstoffe', *Botanische Zeitung* 47 (1889) 309-315, 325-334.

199. Hugo de Vries, 'Over de bepaling van het moleculair gewicht van raffinose volgens de plasmolytische methode', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 15 (1888-1889) 8-12; Hugo de Vries, 'Détermination du poids moléculaire de la raffinose par la méthode plasmolytique', *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 106 (1888) 751-753; Hugo de Vries, 'Détermination du poids moléculaire de la raffinose par la méthode plasmolytique', *Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas* 8 (1889) 326-327.

200. UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van J. Heimans juli 1972.

201. Van 't Hoff, 'Wie die Theorie', 19.

202. J.H. van 't Hoff, 'Osmotic pressure and chemical equilibrium. Nobel lecture 13 Dec. 1901', in: *Nobel lectures, chemistry, 1901-1921* (Amsterdam 1964) 3-14. UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van J. Heimans 23 feb. 1972: 'Dat Van 't Hoff bij de Nobelprijs-uitreiking zou gezegd hebben "Deze prijs komt eigenlijk aan Hugo de Vries toe" is vermoedelijk slechts een gerucht'. Nadat hij het nieuws dat hem de Nobelprijs was toegekend ontvangen had, zou Van 't Hoff De Vries een telegram met een bedankje gestuurd hebben (H.R. Oppenheimer, 'Hugo de Vries als Pflanzenphysiologe', *The Palestine Journal of Botany and Horticultural Science* 1 (1935) 54). Úleha, 'Erde und Sohn': 'Übrigens hat er mir schön bedankt'.

203. Hugo de Vries, *Vacuolen. Redevoering gehouden in de buitengewone sectie-vergadering van het Provinciaal Utrechts Genootschap van Kunsten en Wetenschappen op 14 oktober 1910* (Utrecht 1910).
204. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 10 sept. 1879.
205. De Vries, 'Methode', 590.
206. Hugo de Vries, 'Über die Aggregation im Protoplasma von *Drosera rotundifolia*', *Botanische Zeitung* 44 (1886) 1-11, 17-26, 33-43, 57-64; Hugo de Vries, 'Over de door Darwin ontdekte verschijnselen van agregatie in het protoplasma der insekten-etende planten', *Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeling Natuurkunde derde reeks*, 2 (1886) 64-67.
207. Hugo de Vries, 'Plasmolytische Studien über die Wand der Vacuolen', *Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik* 16 (1885) 464-598; Hugo de Vries, 'Een nieuw orgaan van het plantaardig protoplasma', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 11 (1882-1884 [1884]) 56-63.
208. J. von Hanstein, *Das Protoplasma als Träger des pflanzlichen und thierischen Lebensverrichtungen* (Heidelberg 1880). De definitie op blz. 169.
209. G. Haberlandt, *Physiologische Pflanzenanatomie* (Leipzig 1884) 3-6, 17-18.
210. Haberlandt, *Physiologische Pflanzenanatomie*, 17-29; K. Mägdefrau, *Geschichte der Botanik* (Stuttgart 1973) 215-224; I. Jahn (red.), *Geschichte der Biologie* (Jena 1998¹) 322-323.
211. Hugo de Vries, 'Over de rol van melksap, gom en hars in planten', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 10 (1879-1881 [1880]) 65-66.
212. N.W.P. Rauwenhoff, 'De beschouwingen van dr. Hugo de Vries Over de rol van melksap, gom en hars in planten getoets', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 10 (1879-1881 [1881]) 97-103.
213. Hugo de Vries, 'Over de rol van melksap, gom en hars in planten. Antwoord aan dr. N.W.P. Rauwenhoff', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 11 (1882-1884 [1882]) 2.
214. De Vries, 'Een nieuw orgaan', 56, 63.
215. De Vries, 'Plasmolytische Studien', 499.
216. Hugo de Vries, 'Het protoplasma als de zetel der erfelijke eigenschappen', *Maandblad Hollandsche Maatschappij van Landbouw* 7 (1885) no. 8; Hugo de Vries, 'Enkele punten uit de moleculaire theorie der erfelijkheid', *Maandblad Hollandsche Maatschappij van Landbouw* 8 (1886) no. 5. Voor de ontwikkeling van de ideeën over het protoplasma, zie: G.L. Geison, 'The protoplasmic theory of life and the vitalist-mechanist debate', *Isis* 60 (1969) 272-292.
217. F. Gregory, *Scientific materialism in nineteenth century Germany* (Dordrecht en Boston 1977) xiv, omschrijft reductionistisch-materialisme als 'that view which sees reduction to a materialist basis, whether physicalist or physiological - as the most fruitful program for scientific research'. De reductionistisch-materialisten zijn volgens Gregory duidelijk te onderscheiden van de 'echte' materialisten: die hielden er een metafysische zienswijze op na (Gregory, *Scientific materialism*, x-xi, 148-151, 166-168). Dat laatste lijkt voor De Vries niet op te gaan, zodat hij volgens Gregory's definitie niet als 'echte' materialist aangemerkt kan worden.
218. Hugo de Vries, 'Iets over de beweging van het water in planten', *Jaarboekje voor de Leden van de Nederlandsche Maatschappij voor Tuinbouw en Plantkunde* (1882) 19; Hugo de Vries, 'De wortelharen der cultuurplanten', *Maandblad Hollandsche Maatschappij van Landbouw* 6 (1884) no. 11; Hugo de Vries, 'Over zoogenoemde veeren-bouquetten', *Album der Natuur* (1886) 37-38; Hugo de Vries, 'Planten en slakken', *Album der Natuur* (1889) 63-67.
219. F.A.F.C. Went, *De jongste toestand der vacuolen* (Amsterdam 1886). Zie ook: Hugo de Vries, 'Literatuur', *Botanische Zeitung* 45 (1887) 76-79.
220. De Vries, 'Plasmolytische Studien', 489-505; De Vries, *Intracellulare Pangenesis*, 123-130;

- F.A.F.C. Went, 'Panmeristische celdeeling in de generatieve cellen der bruinwieren', *Handelingen van het Tweede Nederlandsch Natuur- en Geneeskundig Congres* (Leiden 1889) 130-138.
221. F.A.F.C. Went, 'Die Vermehrung der normalen Vacuolen durch Theilung', *Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik* 19 (1887) 295-356; F.A.F.C. Went, 'Die Entstehung der Vacuolen in den Fortpflanzungszellen der Algen', *Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik* 21 (1890) 299-366; De Vries, *Intracellulare Pangenesis*, 152-153.
222. J.H. Wakker, 'De vorming der kristallen van oxaalzure kalk in de plantencel', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 13 (1886-1887) 99-108; J.H. Wakker, 'De elaioplast. Een nieuw orgaan van het protoplasma', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 13 (1886-1887) 109-117; J.H. Wakker, 'Aleuronkorrels zijn vacuolen', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 14 (1887) 74-84 (de eerste twee artikelen zijn gedateerd feb. 1887, het derde dec. 1887); J.H. Wakker, 'Studien über die Inhaltkörper der Pflanzencelle', *Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik* 19 (1888) 423-496; De Vries, *Intracellulare Pangenesis*, 153-154.
223. De Vries, 'Een nieuw orgaan', 57.
224. Hugo de Vries, 'Over het algemeen voorkomen van circulatie en rotatie in de weefselcellen der planten', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 11 (1884) 81-88; Hugo de Vries, 'Über die Bedeutung der Circulation und der Rotation des Protoplasma für den Stofftransport in der Pflanze', *Botanische Zeitung* 43 (1885) 1-6, 17-26.
225. Hugo de Vries, 'Studiën over zuigwortels', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 13 (1886-1887) 53-68.
226. J.M. Janse, *De medewerking der mergstralen aan de waterbeweging in het hout* (Leiden 1885).
227. E. Nicolai, 'J.M. Janse', *Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg* 49 (1940) 49-54.
228. De Vries, 'Methode', 539.
229. Hugo de Vries, 'Over het verhoogen van het aantal rijen in maïskolven door cultuurkeus', *Kosmos* 2 (1886) 22-26.
230. De Vries, *Intracellulare Pangenesis*, 5.
231. B. Theunissen, 'De beheersing van mutaties. Hugo de Vries' Werdegang van fysioloog tot geneticus', *Gewina* 15 (1992) 97-115; Theunissen, 'Nut', 125-148.
232. Bijv.: De Vries, 'Osmotische Versuche', 415; Hugo de Vries, 'Über die Anwendung der plasmolytischen Methode auf die Bestimmung des Molekulargewichts chemischer Substanzen', *Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeling Natuurkunde derde reeks*, 5 (1889) 55-56; De Vries, *Vacuolen*, 3-4, 14.
233. Úlehla, 'Erde und Sohn'. Hugo de Vries en Wies Egeling hadden in de zomer van 1886 drie kinderen, vijf, drie en één jaar oud.
234. UvA-Artisbibliotheek: Archief J.G. de Man: brief van Hugo de Vries 17 jan. 1888.
235. Went, 'Hugo de Vries', 289; *Almanak van het Amsterdamsch Studentencorps* 1883 xciv-xcv; idem 1884 clvi-clviii; idem 1887 clxxiv; idem 1888 clxxiv; idem 1890 174.
236. Hugo de Vries, 'Over de erfelijkheid van de organisatie der protoplasten', *Aanteekeningen van het verhandelde in de Sectie Natuur- en Geneeskunde ter gelegenheid van de algemeene vergadering van het Provinciaal Utrechtsch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen gehouden den 26 juni 1888* (1888) 6-11.

5. Theoretische en experimentele pangenesis – 1886-1900

1. CUL: Darwin papers DAR 180-26: brief van Hugo de Vries aan Charles Darwin 15 okt. 1881.
2. Het boek dat De Vries toegestuurd kreeg van Darwin, *The formation of vegetable mould through the action of worms* (Londen 1881) is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek.
3. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van Charles Darwin aan Hugo de Vries 18 okt. 1881.
4. C.R. Darwin, *The variation of animals and plants under domestication* (2 dln.; Londen 1868) I, 3-5. De pangenesis besprak hij in hoofdstuk 27 (blz. 357-404).
5. Over Darwins pangenesis en de reacties, zie o.a.: G.L. Geison, 'Darwin and heredity: the evolution of his hypothesis of pangenesis', *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 24 (1969) 375-411; P.J. Bowler, 'Darwin's concept of variation', *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 29 (1974) 196-212; M.T. Ghiselin, 'The rationale of pangenesis', *Genetics* 79 (supplement) (1975) 47-57; L. Darden, 'Reasoning in scientific change: Charles Darwin, Hugo de Vries and the discovery of segregation', *Studies in the History and Philosophy of Science* 7 (1976) 127-169; M.J.S. Hodge, 'Darwin as a lifelong generation theorist', in: D. Kohn (red.), *The Darwinian heritage* (Princeton (NJ) 1985) 207-243; J.A. Moore, *Science as a way of knowing. The foundations of modern biology* (Cambridge (MA) en Londen 1993) 233-251; Th.F. Glick en D. Kohn, *On evolution. The development of the theory of natural selection* (Indianapolis en Cambridge (MA) 1996) 218-240; R.G. Winther, 'Darwin on variation and heredity', *Journal of the History of Biology* 33 (2000) 425-455.
6. J. Sachs, 'Stoff und Form der Pflanzenorgane', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 2 (1882) 690-691.
7. Aldus Darwin in zijn autobiografie uit 1876 (F. Darwin, *The life and letters of Charles Darwin* (3 dln.; Londen 1888) I, 93).
8. Over Lamarck zie o.a.: R.W. Burkhardt, *The spirit of the system: Lamarck and evolutionary biology* (Londen 1995); G. Laurent (red.), *Jean Baptiste Lamarck 1744-1829* (Parijs 1997). Het voorbeeld in: J.B. Lamarck, *Philosophie zoologique* (2 dln.; Parijs 1809) I, 256-257.
9. Voor een contemporain overzicht, zie: Y. Delage, *La structure du protoplasma et les théories sur l'hérédité* (Parijs 1895) 422-742.
10. Hugo de Vries, 'Beschouwingen over het verbeteren van de rassen onzer cultuurplanten', *Maandblad van de Nederlandsche Maatschappij van Landbouw* 7 (apr. 1885-dec. 1885), 8 (jan. 1886, mrt.-apr. 1886), 9 (juli-aug. 1887) en 10 (okt. 1888). Met name: IV: 'Over de stoffelijke oorzaken der erfelijkheid' (juli 1885), V: 'Het protoplasma als de zetel der erfelijke eigenschappen' (aug. 1885), XIII: 'Over de beteekenis van de verschillende soorten van variatiën voor het ontstaan van nieuwe rassen (april 1886), XIV: 'Enkele punten uit de moleculaire theorie der erfelijkheid' (juni 1886). Op grond van de 'Beschouwingen' kan De Vries aangemerkt worden als een vertegenwoordiger van het 'reductionistisch materialisme': 'That view which sees reduction to a materialist basis, whether physicalist or physiological – as the most fruitful program for scientific research (F. Gregory, *Scientific materialism in nineteenth century Germany* (Dordrecht en Boston 1977) xiv). De reductionistisch-materialisten zijn volgens Gregory duidelijk te onderscheiden van de 'echte' materialisten: die hielden er een metafysische zienswijze op na (Gregory, *Scientific materialism*, x-xi, 148-151, 166-168). Dat laatste lijkt voor De Vries niet te gelden.
11. A. Weismann, *Über die Vererbung* (Jena 1883); A. Weismann, *Die Continuität des Keimplasma's* (Jena 1885); E. Mayr, *One long argument. Charles Darwin and the genesis of modern evolutionary thought* (Cambridge (MA) 1991) 110-127.

12. Dat 'probably many molecules go to the formation of a gemmule' was een gedachte die Darwin toevoegde in de weergave van de pangeneses in de tweede editie van de *Variation* (2 dln.; Londen 1875, II 374). Het is denkbaar dat De Vries deze tweede, uitgebreidere en herziene editie gebruikte. Een exemplaar van de uitgave van 1868 dat in bezit is geweest van De Vries is niet bekend, wel een exemplaar van de uitgave van 1875; deze is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek.
13. Hugo de Vries, 'Over de erfelijkheid van de organisatie der protoplasten', *Aanteekeningen van het verhandelde in de sectie voor natuur- en geneeskunde ter gelegenheid van de algemeene vergadering van het Provinciaal Utrechtsch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen gehouden den 26 juni 1888* (1888) 6-11.
14. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 8 juni 1888.
15. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 8 okt. 1888.
16. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 9 okt. 1888. De Vries doelt hier op het artikel: Hugo de Vries, 'Over steriele maisplanten', *Botanisch Jaarboek 1* (1889) 141-154.
17. RUG-UB: Archief J.W. Moll: boek met copieën van verzonden brieven 1887-1890, blz. 170-194 (Moll schreef het commentaar 15, 17, 18 en 21 okt. 1888).
18. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 2 nov. 1888.
19. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 18 nov. 1888; Hugo de Vries, 'Over Darwin's pangeneses', *Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeling Natuurkunde derde reeks*, 5 (1889) 401-402. De vergadering was op 24 nov. 1888.
20. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 4 nov. 1888.
21. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 7 nov. 1888.
22. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brieven van Hugo de Vries 9 okt. 1888, 14 nov. 1888 en 4 apr. 1889. Als *The Botanical Gazette* het artikel niet zou accepteren zou Moll het naar *Nature* sturen (RUG-UB: Archief J.W. Moll: boek met copieën van verzonden brieven 1887-1890, blz. 199 (brief aan Hugo de Vries 4 nov. 1888)). De Vries had liever gehad dat het uittreksel in *Nature* was verschenen. Toen *The Botanical Gazette* het artikel had geaccepteerd overwoog hij een eigen aankondiging in *Nature* maar zag daar bij nader inzien vanaf (RUG-UB: Archief J.W. Moll: brieven van Hugo de Vries 18 nov. 1888 en 30 nov. 1888). Moll verzond het artikel op 14 dec. 1888 (RUG-UB: Archief J.W. Moll: boek met copieën van verzonden brieven 1887-1890, blz. 234 (brief aan J.M. Coulter 14 dec. 1888; de tekst van het artikel op blz. 210-233)). Het werd gepubliceerd als: J.W. Moll, 'Intracellular Pangenesis', *The Botanical Gazette* 14 (1889) 54-66.
23. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brieven van Hugo de Vries 7 nov. 1888, 18 nov. 1888 en 21 jan. 1889. Het presentexemplaar dat De Vries aan C. Kerbert, directeur van de Amsterdamse dieren-tuin Artis, gaf draagt in de opdracht de datum 'Jan. 1889' (collectie auteur). Over het ontstaan van *Intracelluläre Pangenesis* zie: I.H. Stamhuis, O.G. Meijer en E.J.A. Zevenhuizen, 'Hugo de Vries on heredity, 1889-1903; statistics, Mendelian laws, pangenes, mutations', *Isis* 90 (1999) 238-246; I.H. Stamhuis, 'The reactions on Hugo de Vries's *Intracellular pangeneses*; the discussion with August Weismann', *Journal of the History of Biology* 36 (2003) 119-152.
24. De Vries doelt hier op de vader en moeder van de hybride, dus de grootvader en grootmoeder van de nakomelingen van de hybride.
25. Hugo de Vries, *Intracelluläre Pangenesis* (Jena 1889) 7-33.
26. De Vries, *Intracelluläre Pangenesis*, 33-47.
27. De Vries, *Intracelluläre Pangenesis*, 47-60. De Vries maakte getuige de voetnoten gebruik van de tweede editie van de *Variation* uit 1875.
28. De Vries, *Intracelluläre Pangenesis*, 2-4, 62-64.
29. Darwin, *Variation* (1875), 390.

30. De Vries, *Intracellulare Pangenesis*, 61-74.
31. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 19 mei 1888.
32. De Vries, *Intracellulare Pangenesis*, 75-120.
33. RUG-UB: Archief J.W. Moll: boek met copieën van verzonden brieven 1887-1890, blz. 195-196 (brief aan Hugo de Vries 24 okt. 1888). RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 25 okt. 1888.
34. RUG-UB: Archief J.W. Moll: boek met copieën van verzonden brieven 1887-1890, blz. 170-194; Stamhuis, 'Reactions', 138-148.
35. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries z.d. [okt. 1888]. De Vries, 'Steriele maïsplanten', 148-153.
36. De Vries, *Intracellulare Pangenesis*, 120-166.
37. De Vries, *Intracellulare Pangenesis*, 166-176.
38. De Vries, *Intracellulare Pangenesis*, 176-187.
39. RUG-UB: Archief J.W. Moll: boek met copieën van verzonden brieven 1887-1890 (brief aan Hugo de Vries 12 okt. 1888).
40. De Vries, *Intracellulare Pangenesis*, 202-208.
41. De Vries, *Intracellulare Pangenesis*, 195.
42. De Vries, *Intracellulare Pangenesis*, 20, 22, 32, 71, 73, 188, 189, 191, 192, 208, 211-212.
43. M. Campbell, 'The concepts of dormancy, latency and dominance in nineteenth-century biology', *Journal of the History of Biology* 16 (1983) 425-426, 428, O.G. Meijer, 'Hugo de Vries no Mendelian?', *Annals of Science* 42 (1985) 204-210, en B. Theunissen, 'Closing the door on Hugo de Vries' Mendelism', *Annals of Science* 51 (1994) 228, 234-236, vatten allen activiteit en latentie op als een toestand die zou gelden voor alle identieke pangen. Volgens Meijer en Theunissen sluiten 'toestand' en 'aantal' elkaar uit en zij menen dat De Vries' hierdoor zelf in verwarring raakte.
44. De Vries, *Intracellulare Pangenesis*, 208-209.
45. De Vries, *Intracellulare Pangenesis*, 195-196.
46. Hugo de Vries, 'Darwin's denkbeelden over de stoffelijke oorzaken der erfelijkheid', *Album der Natuur* (1889) 85-86.
47. De Vries, *Intracellulare Pangenesis*, 175-176.
48. De Vries, *Intracellulare Pangenesis*, 187-212.
49. Stamhuis, 'Reactions', 136-138.
50. Hugo de Vries (vertaling door F. van Hengelaar), *Intracellulaire pangenesis* (Amsterdam 1918) v: 'De oorspronkelijke, Duitse editie van mijn boekje vond aanvankelijk weinig aftrek, maar na het verschijnen mijner "Mutatiethorie" was zij in weinige jaren uitverkocht'.
51. Brief van August Weismann aan Hugo de Vries 6 mrt. 1889 (gepubliceerd in: F.B. Churchill en H. Risler (red.), *Ausgewählte Briefe und Dokumente. August Weismann* (Freiburg 1999) 133).
52. A. Weismann, *Das Keimplasma: eine Theorie der Vererbung* (Jena 1892) 1-104, met name 17-27, 52-61 en 101-104; Stamhuis, 'Reactions', 138-148; J. Wiesner, *Die Elementarstruktur und das Wachstum der lebenden Substanz* (Wenen 1892) 75-76, 130, 177-192, 271-275.
53. UvA-Artisbibliotheek: doorschoten exemplaar van Hugo de Vries, *Intracellulare Pangenesis* (Jena 1889) t.o. vi. Zie ook: Hugo de Vries, 'Über halbe Galton-Curven als Zeichen discontinuierlicher Variation', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 12 (1894) 198, voetnoot 5.
54. In wat lijkt de samenvatting van de inleiding voor een nieuw boek schrijft De Vries: 'Als ich 1886-1888 das seit vielen Jahren gesammelte Material für meine *Intracellulare Pangenesis* bearbeitete, würde mir klar, dass experimentellen Arbeiten eine Hauptaufgabe bildet'. (UvA-Artis-

bibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 575). Stamhuis, 'Reactions', 121-122, meent dat de geringe respons op *Intracellulare Pangenesis* de aanzet zou zijn geweest tot De Vries' experimentele onderzoek: 'De Vries's disappointment with the reception of his ideas on heredity became the driving force for the initiation of a large research program. ... He felt he had to convince his colleagues of the validity of his theory by providing experimental evidence'.

55. De Vries, *Intracellulare Pangenesis*, 24-25.

56. De restanten van De Vries' alcoholcollectie en zijn herbarium zijn aanwezig bij UvA-FN-WI. De index op de alcoholcollectie is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 146A. Hierin staan ook verwijzingen naar herbariumexemplaren. De index is begonnen in 1886, maar bevat menig stuk van voor dat jaar.

57. UvA-Artisbibliotheek: Archief J.G. de Man: brief van Hugo de Vries 17 jan. 1888.

58. Plattegronden van de moestuin in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. 154 en 155. Plattegronden van de Overtuin in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. 152.

59. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 153, resp. blz. 33, 32, 36 en 19.

60. Hugo de Vries, *Die Mutationstheorie* (2 dln.; Leipzig 1901-1903) I 186-190, 201, 214-217, 223-224. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 153, blz. 35 (zakboekje 1886) geeft aan dat De Vries *O. brevistylis* vond op 20 aug. 1886 en de plant met de vijfhoekige vrucht waaruit in 1887 *O. lata* ontstond op 24 aug. 1886. De vondst van *O. laevifolia* is niet te herkennen in UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 154 (zakboekje 1887). Zie ook: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 146A. Uit deze stukken blijkt dat De Vries *Oenothera lamarckiana* aanvankelijk determineerde als *O. biennis*. Het was zijn leerling H.W. Heinsius die hem de juiste determinatie gaf ('Huldiging Hugo de Vries', *Het Nieuws van den Dag* 16 feb. 1918: 'Zoo, zeide spreker, heeft Heinsius toen hij op de vindplaats van mijne *Oenothera's* te Hilversum kwam mijn aandacht er op gevestigd dat de plant die hij er aantrof niet was de gewone *Oenothera biennis*, maar *O. lamarckiana*').

61. Hugo de Vries, 'Sur l'introduction de l'*Oenothera lamarckiana* dans les Pays-Bas', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* tweede serie, 6 (1895) 580-581; De Vries, *Mutationstheorie* I, 152-153, 187-191, 358-359; Hugo de Vries, *Species and varieties Their origin by mutation* (Chicago en Londen 1905) 525-527; H.J.W. Wijsman, 'Waar ontdekte prof. Hugo de Vries de eerste "mutanten"?', *In de Gloriosa* 3 (1986) 48-52. De Vries zou naar eigen zeggen eerst de plant en vervolgens het veld ontdekt hebben: 'In der Sommerfrische sehe ich sie einmal in irgendeinem Knopfloch. Natürlich will ich sie haben. "Die Pflanze wollen Sie haben?", fragt eine alte Frau. "Dort hinter dem Walde gibt es eine ganze Wiese voll davon". Früh morgens ging ich dorthin und so ist es begonnen' (V. Úlehra, 'Erde und Sohn. Ein Besuch bei Hugo de Vries', *Prager Presse* 2 juni 1935).

62. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 153, resp. blz. 9, 8, 2 en 21.

63. Bibliotheek Koninklijke Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur, Hillegom: Archief J.H. Krelage: brieven van Hugo de Vries aan J.H. Krelage en kopieën van brieven van J.H. Krelage aan Hugo de Vries 1888-1890; 'Instelling van vaste commissiën', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 4 (1888) 311-313; 'Reglement voor de instelling van vaste commissiën', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 5 (1889) 17-18; 'Rapport omtrent het verhandelde in de eerste vergadering der Wetenschappelijke Commissie', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 5 (1889) 219 ['119']-220 ['120']; J.H. K[relage], 'De Wetenschappelijke Commissie', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 5 (1889) 273-274 (Krelage omschrijft de instelling van de commissie hier als 'mijn lievelingsdenkbeeld'); Hugo de Vries, 'Sur un spadice tubuleux du *Peperomia maculosa*', *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* 24 (1891) 259-260.

64. Hugo de Vries, 'Den lezer heil!', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 7 (1891) 2.
65. CUL: William Bateson: scientific correspondence and papers: brief van W. Bateson aan B. Bateson 8 juli 1899: 'He has edited a garden paper and served on horticultural juries in order to learn the tricks of horticulturists'; Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 10 sept. 1900: 'Mijn doel was, op het voorbeeld van Darwin die lid van duivenclubs enz. was, door persoonlijke aanraking met binnen- en buitenlandse tuinbouwautoriteiten mij op de hoogte van de productie van nieuwe variëteiten te stellen'.
66. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 29); F.A.F.C. Went, 'Hugo de Vries', in: J. Kalff (red.), *Mannen en vrouwen van betekenis in onze dagen* (Haarlem 1900) 307; UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brieven van J. Heimans 28 feb. 1971 en juli 1972.
67. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brieven van Hugo de Vries aan E.L. de Vries-Egeling vanuit Erfurt 16-8 juli 1891.
68. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 11 aug. 1891.
69. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 23 mei 1893.
70. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 1 dec. 1895.
71. Hugo de Vries en J. Ritzema Bos, 'De internationale phytopathologische commissie', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 7 (1891) 101-103; Hugo de Vries, 'Die Niederländische Sektion der Internat. Phytopathologischen Kommission', *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten* 1 (1891) 65-69; Hugo de Vries, 'Het phytopathologisch laboratorium Willie Commelin Scholten te Amsterdam', *Eigen Haard* 22 (1896) 133-136, 149-152; P.E. Faasse, *In splendid isolation. A history of the Willie Commelin Scholten Phytopathology Laboratory 1894-1992* (Amsterdam 2008).
72. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brieven van Hugo de Vries aan E.L. de Vries-Egeling vanuit Erfurt 16-18 juli 1891; Hugo de Vries, 'De zaadkwekerijen te Erfurt', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 7 (1891) 327-331; Hugo de Vries, 'De productie van nieuwe variëteiten te Erfurt', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 7 (1891) 353-356, 361-365.
73. Hugo de Vries, 'Gladiolus nanceianus', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 8 (1892) 18-19.
74. [Hugo de Vries] Red., 'Caladium', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 8 (1892) 223.
75. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brieven van Hugo de Vries aan E.L. de Vries-Egeling uit Frankrijk 11-21 juli 1892.
76. Over de firma, zie: E. Flavien, 'La culture des graines, bulbes et plants reproducteurs. Maison Vilmorin-Andrieux', in: *Les Grandes Usines de Turgan*, 26e serie, aug. 1889. Over het wetenschappelijke werk, zie: J. Gayon en D.T. Zallen, 'The role of the Vilmorin Company in the promotion and diffusion of the experimental science of heredity in France, 1840-1920', *Journal of the History of Biology* 31 (1998) 241-262.
77. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 431.
78. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 24 aug. 1892.
79. Hugo de Vries, 'Dubbele seringén', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 8 (1892) 293-295; Hugo de Vries, 'Grootbloemige Canna's', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 8 (1892) 397-401, 405-409.
80. Hugo de Vries, 'The origin of the mutation theory', *The Monist* 27 (1917) 405.
81. De Vries, 'Beschouwingen', VI: 'De erfelijkheid van zaadvariëtiën' (sept. 1885).
82. Hugo de Vries, 'Über die Erbllichkeit der Zwangsdrehung', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 7 (1889) 291-292: 'Ich habe bereits eine ziemliche Reihe von Monstrositäten in Cultur; sie zeigen sich alle als erblich'.
83. Onder andere: Hugo de Vries, 'Monographie der Zwangsdrehungen', *Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik* 23 (1892) 14: 'Ich habe mich durch eine lange Reihe von Culturversuchen mit

den verschiedensten Bildungsabweichungen überzeugt, dass diese im Allgemeinen erblich sind' (De Vries schreef deze 'Monographie' waarschijnlijk in de winter van 1890-1891; zie blz. 99); Hugo de Vries, 'Over de erfelijkheid der fasciatiën', *Botanisch Jaarboek* 6 (1894) 72: 'Naar mijne ondervinding zijn monstrositeiten ... in het algemeen erfelijk'; Hugo de Vries, 'Over de erfelijkheid van synfisen', *Botanisch Jaarboek* 7 (1895) 129: 'Boven heb ik een reeks van cultuurproeven en waarnemingen bijeengebracht, om de erfelijkheid der fasciatiën te bewijzen. Thans wensch ik eene overeenkomstige serie van feiten mede te deelen, om hetzelfde bewijs voor de synfisen te leveren'; Hugo de Vries, 'Sur les courbes Galtoniennes des monstruosités', *Bulletin Scientifique de la France et de la Belgique* 27 (1896) 403: 'Je crois pouvoir affirmer la nature héréditaire des fascies comme un phénomène général'.

84. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 592 (brief aan Gaston Bonnier 24 feb. 1904): 'J'ai eu l'avantage de prouver le premier l'hérédité générale des monstruosités, connue et reconnue jusque là seulement pour de rares exceptions'; De Vries, 'Origin of the mutation theory', 405: 'This induced the idea of their being heritable phenomena, a conception wholly new at that time'.

85. Hugo de Vries, 'Een epidemie van vergroeningen', *Botanisch Jaarboek* 8 (1896) 66-91.

86. De Vries, 'Über die Erbllichkeit der Zwangsdrehung', 292; De Vries, 'Monographie der Zwangsdrehungen', 13-14; Hugo de Vries, 'Eine Methode, Zwangsdrehungen aufzusuchen', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 12 (1894) 26.

87. De Vries, 'Over de erfelijkheid van synfisen', 183-184.

88. De Vries, 'Monographie der Zwangsdrehungen', 16, 20; De Vries, 'Eine Methode, Zwangsdrehungen aufzusuchen', 29; De Vries, 'Over de erfelijkheid van synfisen', 137. Over interpretaties van het door De Vries gehanteerde begrip erfkracht, zie: Meijer, 'Hugo de Vries no Mendelian?', 204-207; Theunissen, 'Closing', 235-236.

89. De Vries, *Intracellulare Pangenesis*, 208-209.

90. De Vries, 'Epidemie van vergroeningen', 79.

91. Hugo de Vries, 'Erfelijke monstrositeiten in den ruilhandel der botanische tuinen', *Botanisch Jaarboek* 9 (1897) 62-93.

92. De Vries, 'Beschouwingen', I: 'Inleiding' (april 1885).

93. De Vries, 'Eine Methode, Zwangsdrehungen aufzusuchen', 30, 31. Zie ook: De Vries, 'Erfelijke monstrositeiten', 63-64, en: De Vries, 'Over de erfelijkheid van synfisen', 163.

94. Hugo de Vries, 'Sur la culture des monstruosités', *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 128 (1899) 125-127; Hugo de Vries, 'Sur la culture des fasciations des espèces annuelles et bisannuelles', *Revue Générale de Botanique* 11 (1899) 136-151; Hugo de Vries, 'Über die Abhängigkeit der fasciation vom Alter bei zweijährigen Pflanzen', *Botanisches Centralblatt* 77 (1899) 289-296; Hugo de Vries, 'On biastrepis in its relation to cultivation', *Annals of Botany* 13 (1899) 395-420; Hugo de Vries, 'Alimentation et sélection', in: *Volume jubilaire de la Société de Biologie de Paris* (Parijs 1899) 17-38; Hugo de Vries, 'Ernährung und Zuchtwahl', *Biologisches Centralblatt* 20 (1899) 193-198. Voor een eerdere analyse, zie: C. Harte, 'Entwicklungsphysiologie und Genetik der pflanzlichen Missbildungen in den Arbeiten von Hugo de Vries', *Die Naturwissenschaften* 40 (1953) 421-427.

95. Hugo de Vries, 'Ernährung', 193. Zie ook: Hugo de Vries, *Eenheid in veranderlijkheid* (Haarlem 1898) 14-16.

96. Hugo de Vries, 'Über die Periodicität der partiellen Variationen', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 17 (1899) 45-51; Hugo de Vries, 'Over het periodisch optreden der anomalien op monstreuze planten', *Botanisch Jaarboek* 11 (1899) 46-66; Hugo de Vries, 'Sur la périodicité des

- anomalies dans les plantes monstrueuses', *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* der-de serie, 3 (1900) 371-413.
97. In een notitie uit 1893 schreef De Vries: 'De bestgevoede zaden hebben 't meeste uittreden der dubbelpangenen' (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 431).
98. De Vries, 'Steriele maïsplanten', 148.
99. Hugo de Vries, 'Über abnormale Entstehung secundärer Gewebe', *Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik* 22 (1891) 35.
100. De Vries, 'Over de erfelijkheid der fasciatiën', 75; De Vries, 'Over de erfelijkheid van synfisen', 171.
101. De Vries, 'Over de erfelijkheid van synfisen', 169; De Vries, 'Erfelijke monstrositeiten', 71.
102. De Vries, 'Over de erfelijkheid der fasciatiën', 74.
103. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 156 (aantekening van 29 nov. 1894 waarin De Vries de resultaten van de experimenten met selectie van het aantal schermstralen en lintbloemen samenvat); De Vries, *Mutationstheorie I*, 368-411.
104. De Vries, *Mutationstheorie I*, 422-435.
105. De Vries, 'Erfelijke monstrositeiten', 66-67; De Vries, 'On biastrepis', 398, 416-418.
106. De Vries, 'Origin of the mutation theory', 406 ('Then I chanced to meet with Quetelet's *Anthropométrie*, which had appeared in 1870, applied his methods to plants and saw that here the same general laws prevail').
107. A. Quetelet, *Anthropométrie, ou mesure des différentes facultés de l'homme* (Brussel 1870).
108. Quetelet, *Anthropométrie*, 8, 15-21, 280-285.
109. Quetelet, *Anthropométrie*, 416.
110. De Vries, 'Beschouwingen', I: 'Inleiding' (april 1885). Hansteins 'vormenkring' noemt De Vries ook in: De Vries, 'Grootbloemige Canna's', 409. Hij had op dat moment (dec. 1892) Quetelet al gelezen.
111. Hugo de Vries, 'Suikerriet zaaien', *Album der Natuur* (1890) 225-240.
112. J. Mac Leod, 'De bevruchting der bloemen door de insecten (statistische beschouwingen)', *Handelingen van het Eerste Nederlandsch Natuur- en Geneeskundig Congres* (Haarlem 1888) 133-138; J. Mac Leod, 'Statistische beschouwingen omtrent de bevruchting der bloemen door de insecten', *Botanisch Jaarboek* 1 (1889) 19-90.
113. P. van Oye, Hugo de Vries, Julius Mac Leod en Edward Verschaefelt. *Vriendschap en wederkerige invloed* (Brussel 1961) 7-12; G. Vanpaemel, "'Als 't ware een nieuwe wetenschap". De toepassing van de statistische methode door de Gentse botanici rond 1900', *Gewina* 15 (1992) 183-193.
114. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brieven van Hugo de Vries 3 dec. 1891 en 16-23 feb. 1892 ('Dr. Verschaefelt is voor ruim een maand weer vertrokken, hij is nu bezig te Gent het fysiologisch gedeelte op Amsterdamschen leest in te richten').
115. De Vries, 'Über halbe Galton-Curven', 202; De Vries, *Mutationstheorie I*, 384-385; UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 146A; UvA-UB (Bijzondere Collecties): no. 076.577.
116. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brieven van Hugo de Vries 19 jan. 1893 en 23 mei 1893.
117. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brieven van Hugo de Vries 3 en 10 jan. 1895, 18 dec. 1895, 25 apr. 1896 en 21 mei 1896. Voor de positie van buitengewoon hogleraar farmacognosie en fysiologie had De Vries aanvankelijk de farmaceut Maurits Greshoff op het oog, om gezondheidsredenen net teruggekeerd uit Nederlands-Indië waar hij had gewerkt in de botanische tuin te Buitenzorg en werkzaam op het Koloniaal Museum in Haarlem.

118. W.F.R. Weldon, 'The variations occurring in certain decapod Crustacea – I, *Crangon vulgaris*', *Proceedings of the Royal Society of London* 47 (1890) 445-453; F. Galton, *Natural inheritance* (Londen 1889) 37-43, 51-70; N.W. Gillham, *A life of Sir Francis Galton* (New York 2001) 197-198, 279-280.
119. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 156. Zie ook: E.J.A. Zevenhuizen, 'The hereditary statistics of Hugo de Vries', *Acta Botanica Neerlandica* 47 (1998) 433-435.
120. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 17 nov. 1893: 'Bezit je ook boeken van Galton, *Hereditary genius* enz.? Ik kan ze hier niet vinden en zou ze graag lezen'. Moll kende het werk van Galton toen waarschijnlijk niet. Op 7 feb. 1895 schrijft Moll aan De Vries: 'Ik heb Galton een beetje doorgelezen, maar nog lang niet begrepen' (RUG-UB: Archief J.W. Moll: boek met copieën van verzonden brieven 1893-1901, blz. 146).
121. F. Galton, *Hereditary genius* (Londen 1869); F. Galton, *Natural inheritance* (Londen 1889). Het exemplaar van *Natural inheritance* dat in bezit is geweest van De Vries is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek. Gillham, *Life*, 155-172, 250-267.
122. Galton, *Hereditary genius*, 369.
123. Galton, *Natural inheritance*, 7-9, 193; Gillham, *Life*, 173-186.
124. De Vries, 'Über halbe Galton-Curven', 197-207. Ook verschenen als: Hugo de Vries, 'Les demi-courbes galtoniennes comme indice de variation discontinue', *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* 28 (1895) 442-457. Tevens als: Hugo de Vries, 'Over halve Galton-curven als teeken van discontinue variatie', *Botanisch Jaarboek* 7 (1895) 74-91.
125. De Vries, 'Beschouwingen', II: 'Over het eerste ontstaan van variatiën' (mei 1886).
126. Hugo de Vries, 'Over het omkeeren van halve Galton-curven', *Botanisch Jaarboek* 10 (1898) 27-61.
127. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 431.
128. C.B. Davenport, 'A history of the development of the quantitative study of variation', *Science* NS 12 (1900) 864-870; K. Pearson, 'Walter Frank Raphael Weldon. 1860-1906', *Biometrika* 5 (1906) 1-52; R. Pearl, 'Biometric ideas and methods in biology', *Scientia* 10 (1911) 101-104; D. Briggs en S.M. Walters, *Plant variation and evolution* (Cambridge etc. 1984) 33-51; E.S. Pearson, 'Studies in the History of Probability and Statistics XIV. Some Incidents in the Early History of Biometry and Statistics, 1890-94', *Biometrika* 52 (1965) 3-18; J.K. Patel en C.B. Read, *Handbook of the normal distribution* (New York en Basel 1982) 6-11; I.H. Stamhuis, 'De "probabilistic revolution" in de wetenschappen', *Gewina* 15 (1992) 146-149; Gillham, *Life*, 298-301.
129. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 28 juni 1895.
130. W. Bateson, *Materials for the study of variation* (Londen 1894).
131. Bateson, *Materials*, v-xii, 1-80, 567-575.
132. O.a.: F. Ludwig, 'Botanische Mitteilungen', *Schriften der Naturforschenden Gesellschaft zu Danzig* NF 7 (1890) 177-181; F. Ludwig, 'Über Variationscurven und Variationsflächen der Pflanzen', *Botanisches Centralblatt* 16 (band 64) (1895) 1-8, 33-41, 65-72, 97-105; F. Ludwig, 'Die Statistik eine notwendige Hilfswissenschaft der Systematik', *Deutschen Botanischen Monatschrift* (1897) 241-242.
133. Hugo de Vries, 'Eine zweigipflige Variationscurve', *Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen* 2 (1895) 52-64. Ook verschenen als: Hugo de Vries, 'Une courbe de variation à deux sommets', *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* 29 (1896) 278-293.
134. F. Ludwig, 'Weiteres über Fibonaccicurven', *Biologisches Centralblatt* 17 (band 68) (1896) 1-8; F. Ludwig, 'Beiträge zur Phytarithmetik', *Botanisches Centralblatt* 18 (band 71) (1897) 257-265; F. Ludwig, 'Nachträgliche Bemerkungen über die Multipla der Fibonaccizahlen und die Coëxistenz kleiner Bewegungen bei der Variation der Pflanzen', *Botanisches Centralblatt* 18 (band 71)

(1897) 289-291; F. Ludwig, 'Über Variationscurven', *Botanisches Centralblatt* 19 (band 75) (1898) 97-107, 178-183. Het lijkt dat De Vries de getallen uit de nevenreeksen meer beschouwde als sommen dan als producten van getallen uit de hoofdreeks. In zijn exemplaar van een overdruk van het laatstgenoemde artikel van Ludwig (aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek) schreef hij als een 'betere verklaring' voor de getallen uit de nevenreeksen die Ludwig als producten verklaarde een reeks sommen van twee en drie getallen.

135. Hugo de Vries, 'Über Curvenselection bei *Chrysanthemum segetum*', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 17 (1899) 84-98.

136. De Vries, *Mutationstheorie* I, 535-547.

137. De Vries, 'Sur les courbes Galtoniennes', 396-418.

138. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 3 en 10 jan. 1895.

139. Hugo de Vries, *Leerboek der plantenphysiologie* (Nijmegen 1895³) 294-296. Het voorwoord is gedateerd februari 1895. Op 3 okt. 1894 schreef De Vries aan Moll dat hij bericht had ontvangen dat een derde druk gewenst was (RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 3 okt. 1894). Op 30 mrt. 1895 schreef hij Moll dat hij binnenkort een exemplaar van het boek zou opsturen (RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 30 mrt. 1895).

140. E.C. Verschaffelt, 'Über asymmetrischer Variationscurven', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 13 (1895) 348-356. Zie ook: E.C. Verschaffelt, 'Über graduelle Variabilität von pflanzlichen Eigenschaften', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 12 (1894) 351: 'Gesetzt, die einwirkenden Ursachen wären unendlich an der Zahl und diejenigen, welche den Werth der betreffenden Eigenschaft zu vergrößern suchen, überboten nicht die ungünstigen Umstände, so müssten die Gesetze der Wahrscheinlichkeitslehre ihre völlige Anwendung finden'.

141. E.C. Verschaffelt, 'Über graduelle Variabilität von pflanzlichen Eigenschaften', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 12 (1894) 350-355; E.C. Verschaffelt, 'Over variabiliteit van het suikerriet', *Archief voor de Java-Suikerindustrie* 4 (1896)*.

142. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 3 en 10 jan. 1895: 'Men kan uit Galton's tabellen berekenen, hoeveel zaailingen er noodig zijn om voldoende kans op een bepaald (mogelijk) gehalte aan suikerriet in een exemplaar te krijgen'.

143. De Vries, *Mutationstheorie* I, 154-155, 191, 196, 201.

144. De Vries, *Mutationstheorie* I, 155.

145. De Vries, *Mutationstheorie* I, 186-193.

146. De Vries, *Mutationstheorie* I, 203-204.

147. De Vries, *Mutationstheorie* I, 154-174, 182-186.

148. De Vries, *Mutationstheorie* I, 218-298.

149. De Vries, *Mutationstheorie* I, 211-212, 225-298.

150. De Vries, *Mutationstheorie* I, 212-217.

151. Hugo de Vries, 'Sur l'introduction', 579-593. Het artikel werd gepubliceerd in aug. 1895, maar De Vries werkte er al aan in sept. 1894 (RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 17 sept. 1894). Tevens een korte mededeling: Hugo de Vries, 'De teunisbloem', *Album der Natuur* (1896) 321-323.

152. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 23 sept. 1895; De Vries, *Mutationstheorie* I, 316-317.

153. De Vries, *Intracellulare Pangenesis*, 210.

154. P.J. Bowler, *The eclipse of Darwinism* (Baltimore en Londen 1983).

155. Galton, *Natural inheritance*, 18-34.
156. F. Galton, *Hereditary genius* (London 1892) xvii-xix.
157. W.K. Brooks, *The laws of heredity. A study of the cause of variation and the origin of living organisms* (Baltimore 1883) 296-302.
158. B. Bateson, William Bateson, FRS, naturalist. *His essays and addresses, together with a short account of his life* (Cambridge 1928) 17-58; Bowler, *Eclipse*, 189-192; Gillham, *Life*, 286-290.
159. Gillham, *Life*, 286-301; L. Boon, *De list der wetenschap. Variatie en selectie: vooruitgang zonder rationaliteit* (Baarn 1983) 72-84.
160. A. Gautier, *Sur la mécanique de la variation des êtres vivants* (Parijs 1886).
161. L. Dollo, 'Les lois de l'évolution', *Bulletin de la Société Belge de Géologie* 7 (1893) 164-166.
162. R.H. Francé, *Die Weiterentwicklung des Darwinismus* (Odenkirchen 1904) 57.
163. S. Korschinsky, 'Heterogenesis und Evolution', *Naturwissenschaftliche Wochenschrift* 14 (1899) 273-278; S. Korschinsky, 'Heterogenesis und Evolution. Ein Beitrag zur Theorie der Entstehung der Arten', *Flora* 89 (1901) 240-368. Het artikel (gedateerd 14 jan. 1899) werd oorspronkelijk gepubliceerd in de *Mémoires de l'Académie Impériale de St. Petersburg, Classe physico-mathématiques* 9 (1899).
164. De Vries, 'Über halbe Galton-Curven', 198.
165. Hugo de Vries, *Eenheid in veranderlijkheid* (Haarlem 1898). Ook verschenen in: *Album der Natuur* (1898) 65-80.
166. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 15 jan. 1898.
167. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 3 okt. 1900: 'Het treft wel merkwaardig dat uw schets juist samenkomt met het begin van de publicatie van mijn soortenstudie. Ik ben in dat opzicht tot meer geheimhouding verplicht geweest dan mij lief was'.
168. R.C. Olby, *Origins of Mendelism* (Chicago en Londen 1985²) 216-234; V. Orel, *Gregor Mendel, the first geneticist* (Oxford etc. 1996) 276-280.
169. M.H. MacRoberts, 'Was Mendel's paper on *Pisum* neglected or unknown?', *Annals of Science* 42 (1985) 339-345; P.J. Bowler, *The Mendelian revolution* (Baltimore 1989) 106-109; J. Sapp, 'The nine lives of Gregor Mendel', in: H.E. Le Grand (red.), *Experimental inquiries* (Dordrecht 1990) 137-166.
170. Zie o.a.: R.C. Olby, 'Mendel no Mendelian?', *History of Science* 17 (1979) 53-72; A. Brannigan, 'The reification of Mendel', *Social Studies of Science* 9 (1979) 423-454; Bowler, *Mendelian revolution*, 99-106; A.F. Corcos en F.V. Monaghan, 'Mendel's work and its rediscovery: a new perspective', *Plant Sciences* 9 (1990) 197-204; Sapp, 'Nine lives'; D.L. Hartl en V. Orel, 'What did Gregor Mendel think he discovered?', *Genetics* 131 (1992) 245-253; R.C. Olby, 'Mendel, Mendelism and genetics', beschikbaar via: <http://www.mendelweb.org>; B. Theunissen, 'Ontdekte Mendel de wetten van Mendel?', in: B. Theunissen, C. Hakfoort e.a., *Newtons god en Mendels bastaarden. Nieuwe visies op de helden van de wetenschap* (Amsterdam 1997) 99-122.
171. M.J. Kottler, 'Hugo de Vries and the rediscovery of Mendel's laws', *Annals of Science* 36 (1979) 517-538; M. Campbell, 'Did De Vries discover the law of segregation independently?', *Annals of Science* 37 (1980) 639-655; Meijer, 'Hugo de Vries no Mendelian?', 189-232; O.G. Meijer, 'Hugo de Vries und Johann Gregor Mendel: die Geschichte einer Verneinung', *Folia Mendeliana* 21 (1986) 69-90; A.F. Corcos en F.V. Monaghan, 'Role of De Vries in the rediscovery of Mendel's work I. Was De Vries really an independent discoverer of Mendel?', *The Journal of Heredity* 76 (1985) 187-190; A.F. Corcos en F.V. Monaghan, 'Role of De Vries in the rediscovery of Mendel's work II. Did De Vries really understand Mendel's paper?', *The Journal of Heredity* 78 (1987) 275-276; Theunissen, 'Closing', 225-248; Stamhuis, 'Hugo de Vries', 238-267.

172. Voor weergave en analyse van deze aantekeningen, zie: E.J.A. Zevenhuizen, 'The hereditary statistics of Hugo de Vries', *Acta Botanica Neerlandica* 47 (1998) 427-463.
173. Deze gingen terug op planten die in 1889 waren opgekomen uit zaden verzameld in augustus 1888 tijdens de vakantie in 's-Graveland. Deze vondst wordt niet vermeld in De Vries' zakboekje waarin hij tijdens de zomer van 1888 zijn vondsten optekende (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 155).
174. De Vries, 'Erfelijke monstrositeiten', 71-72. Het experiment wordt ook beschreven in: Hugo de Vries, 'Hybridising of monstrosities', *Journal of the Royal Horticultural Society* 24 (1899 [1900]) 70-75, en: De Vries, *Mutationstheorie* II, 184-185. De Vries geeft in al deze publicaties verschillende getallen voor het in 1894 verkregen resultaat. Volgens 'Erfelijke monstrositeiten' was de verhouding behandeld-onbehandeld 2 : 1. Volgens 'Hybridising' was de verhouding 3 : 1, met 99 behaarde en 54 onbehaarde exemplaren (65%-35%, dus eerder 2 : 1). Volgens *Mutationstheorie* waren er 93 behaarde en 65 onbehaarde exemplaren (59%-41%, dus 3 : 2).
175. De Vries, *Mutationstheorie* II, 166, 363-364.
176. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brieven van Hugo de Vries 18, 22 en 26 juli 1893.
177. J.W. Moll, A. Fiet en W. Pijp, *Rapport sur quelques cultures de Papavéracées* ('s-Hertogenbosch 1894).
178. De Vries, *Mutationstheorie* II, 360-363. Zie ook: Hugo de Vries, 'Alimentation', 33-34.
179. De beschrijvingen van deze experimenten in achtereenvolgens: De Vries, *Mutationstheorie* II, 354-355, 204-205, 183-184, 76, 185. Andere proeven zijn reciproke kruisingen van *Trifolium* (1896) (*Mutationstheorie* II, 354-355) en *Datura* (1897) (*Mutationstheorie* K, 183-184); kruising van *Scrophularia nodosa* (Knopig helmkruid) (brede bladen en grote bloemen) met *S. nodosa* (smalle bladen en kleine bloemen) (1897) (*Mutationstheorie* II, 185-186). De twee volgende kruisingen waren mogelijk ook bedoeld voor het maken van combinaties, maar uit de beschrijving is dat niet op te maken: *Agrostemma githago* (Bolderik) (donkerrode bloembladen) met *Agrostemma nicaeensis* (nu een synoniem van *A. githago*) (witte bloembladen) (1897) (*Mutationstheorie* II, 152); *Hyoscyamus niger* (Bilzenkruid) (donkere bloembladen) met *Hyoscyamus pallidus* (nu een synoniem van *H. niger*) (lichte bloembladen) (1897) (*Mutationstheorie* II, 162).
180. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van Hugo de Vries aan E.L. de Vries-Egeling 16 juli 1892.
181. De Vries, *Mutationstheorie* II, 149-180.
182. De Vries, *Mutationstheorie* II, 293-326, 342-345.
183. De Vries, *Mutationstheorie* II, 346-360.
184. 1. *Lychnis diurna* (behaard) x *L. vespertina* (glad); kruising 1892; F1 1893 (alle behaard); F2 1894 (2/3 behaard, 1/3 glad) (De Vries, 'Erfelijke monstrositeiten', 71-72).
2. *Linaria vulgaris* (oranje lippen) x *L. vulgaris perlutescens* (gele lippen): kruising 1894; F1 1895 (alle oranje); F2 1896 (80% oranje, 20% geel) (De Vries, 'Erfelijke monstrositeiten', 69-70. Ook in: De Vries, *Mutationstheorie* II, 153. Volgens deze laatste beschrijving bestond de F2 uit de nakomelingen van slechts twee individuen uit de F1. Hun erfcijfers waren respectievelijk 18% en 26%, dus gemiddeld 22%. Deze getallen worden bevestigd door een fragment van een index op de Journalen (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 444).
3. *Veronica longifolia* (blauw) x *V. longifolia* (wit); kruising onbekend; F1 onbekend; F2 onbekend (3/4 blauw : 1/4 wit) (De Vries, 'Erfelijke monstrositeiten', 78). In de Franse vertaling van het artikel (Hugo de Vries, 'Monstruosités héréditaires offertes en échange aux jardins botaniques', *Botanisch Jaarboek* 9 (1897) 80-93, op blz. 93) is de verhouding 2/3 blauw : 1/3 wit: 'Les graines don-

nent environ pour un tiers des individus à fleurs blanches'. Dit werd voor de eerste maal opgemerkt door Meijer, 'Hugo de Vries no Mendelian?', 212.

4. *Zea mays* (suikerhoudend) x *Z. mays* (zetmeelhoudend); kruising 1898; F1 1898 (zaden) (zetmeelhoudend); F2 1899 (zaden) (3/4 zetmeelhoudend : 1/4 suikerhoudend) (Hugo de Vries, 'Sur la fécondation hybride de l'albumen', *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 129 (1899) 975).

5. *Lychnis vespertina* x *Silene noctiflora*; geen splitsing (De Vries, 'Erfelijke monstrositeiten', 71).

185. De Vries, 'Erfelijke monstrositeiten', 72.

186. C. Zirkle, 'The role of Liberty Hyde Bailey and Hugo de Vries in the rediscovery of Mendelism', *Journal of the History of Biology* 1 (1968) 213-214; Kottler, 'Hugo de Vries', 520-521; Olby, *Origins*, 113-114; Meijer, 'Hugo de Vries no Mendelian?', 215; Corcos en Monaghan, 'Role ... I', 189. Van het artikel is inderdaad een drukproef aanwezig (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 509). Daarin is een dergelijke correctie niet opgenomen.

187. De Vries, 'Hybridising of monstrosities', 69-75.

188. Dit exemplaar is aanwezig in: UvA-UB.

189. De Vries, *Mutationstheorie* II, 155.

190. Met dank aan Annabel Bolck te Rijswijk voor de percentages.

191. De Vries, *Mutationstheorie* II, 111-117.

192. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 220.

193. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 444. De kruising *Lychnis vespertina* x *L. vespertina glabra* wordt genoemd in *Mutationstheorie* II, 157 (kruising 1892; hybriden 1893; 27% *L. v. glabra*-73% *L. v.* 1894). De andere kruisingen worden in het boek niet vermeld. De 1.2.1-wet wordt tevens genoemd op een ongedateerde aantekening in UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 243.

194. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 146A. De kruising in: Hugo de Vries, 'Sur la fécondation', 129-137 en: De Vries, *Mutationstheorie* II, 159.

195. E.R. Saunders, 'On a discontinuous variation occurring in *Biscutella laevigata*', *Proceedings of the Royal Society* 62 (1897) 11-26; M.L. Richmond, 'Women in the early history of genetics. William Bateson and the Newnham College Mendelians, 1900-1910', *Isis* 92 (2001) 60-62.

196. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 162 (brief van E.R. Saunders 22 okt. [1897]); W. Bateson, 'Hybridisation and cross-breeding as a method of scientific investigation', *Journal of the Royal Horticultural Society* 24 (1900) 64-65; Olby, *Origins*, 124-125; W. Bateson en E.R. Saunders, 'Experimental studies in the physiology of heredity', in: *Reports to the Evolution Committee of the Royal Society* (Londen 1910) 1-160.

197. M.T. Masters, 'Introductory address', *Journal of the Royal Horticultural Society* 24 (1900) 55-56.

198. Bateson, 'Hybridisation and cross-breeding', 59-66.

199. CUL: William Bateson: scientific correspondence and papers: brief van W. Bateson aan B. Bateson 7 juli 1899. Kennelijk was De Vries sinds zijn bezoek aan Darwin in 1878 niet meer in Engeland geweest.

200. CUL: William Bateson: scientific correspondence and papers: brief van W. Bateson aan B. Bateson 8 juli 1899.

201. CUL: William Bateson: scientific correspondence and papers: brief van W. Bateson aan B. Bateson 9 juli 1899.

202. CUL: William Bateson: scientific correspondence and papers: brief van W. Bateson aan B. Bateson 8 juli 1899. Bateson doelde met 'queer stuff' dus op de vorm en niet de inhoud, zoals Olby, *Origins*, 114, lijkt te menen.

203. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 434.
204. In een brief aan A.R. Wallace van 27 feb. 1868 noemde Darwin aldus zijn pangensis, beschreven in het zojuist verschenen *The variation of animals and plants under domestication*: 'I had given up the great god Pan as a stillborn deity' (The British Library, Londen; gepubliceerd in: Darwin, *Life and letters* III, 80).
205. CUL: William Bateson: scientific correspondence and papers: brief van Hugo de Vries aan W. Bateson 18 okt. 1900.
206. Hugo de Vries, 'Hybridising of monstrosities', *Journal of the Royal Horticultural Society* 24 (1899 [1900]) 69-75. Het verslag van de conferentie: 'The hybridisation conference', *The Gardeners' Chronicle* 15 juli 1899, 54, maakt duidelijk dat de gedrukte versie van de lezing wat de inhoud betreft niet afweek van de gesproken versie.
207. CUL: William Bateson: scientific correspondence and papers: brief van W. Bateson aan B. Bateson 13 juli 1899.
208. 'The banquet at the Hôtel Métropole', *Journal of the Royal Horticultural Society* 24 (1899 [1900]) 43.
209. Nawaschin meldde zijn ontdekking op het tiende congres van natuuronderzoekers in Kiew op 24 aug. 1898 (vermeld in: *Botanisches Centralblatt* 77 (1899) 62). Hij publiceerde zijn ontdekking korte tijd later als: S. Nawaschin, 'Resultate einer Revision der Befruchtungsvorgänge bei *Lilium martagon* und *Fritillaria tenella*', *Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg* 9 (1898) 377-382 (vermeld in: *Botanisches Centralblatt* 78 (1899) 241-245); L. Guignard, 'Sur les anthérozoïdes et la double copulation sexuelle chez les végétaux angiospermes', *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 128 (1899) 864-871 (voorgelezen in de vergadering van 4 apr. 1899) (dezelfde tekst ook als: L. Guignard, 'Sur les anthérozoïdes et la double copulation sexuelle chez les végétaux angiospermes', *Revue Générale de Botanique* 11 (1899) 129-135).
210. Hugo de Vries, 'Spermatozoïden bij *Lilium martagon*', *Album der Natuur* (wetenschappelijk bijblad) (1899) 69-70.
211. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 146A (no. 4803, 4804, 4816, 4817, 4838).
212. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 607 (brief van Gaston Bonnier, 1898: 'N'oubliez pas que je suis toujours à votre disposition soit pour présenter une note de vous à l'Académie des Sciences et en exposer le contenu devant mes collègues, soit pour insérer dans la *Revue Générale de Botanique* les notes, mémoires ou articles que vous m'enverriez'); RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 27 dec. 1898: '... een uittreksel voor de *Comptes Rendus* ... dat ik dezer dagen aan Bonnier zenden zal, die mij aangeboden heeft iets voor mij in de Académie mee te delen'.
213. De Vries, 'Sur la culture des monstruosité', 125-127 (voorgelezen in de vergadering van 9 jan. 1899); De Vries, 'Sur la culture des fasciations', 136-151.
214. Hugo de Vries, 'Sur la fécondation hybride de l'albumen', *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 129 (1899) 973-975 (voorgelezen in de vergadering van 4 dec. 1899). Dat de voorlezing begeleid werd door bewijsmateriaal volgens een bericht over de vergadering van de Académie des Sciences in een onbekend Frans blad uit vermoedelijk jan. 1899 (aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 144).
215. Hugo de Vries, 'Sur la fécondation hybride de l'endosperme chez le maïs', *Revue Générale de Botanique* 12 (1900) 129-137. Het origineel van de plaat bij het artikel is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 169. Op de achterzijde van deze foto is in het hand-

schrift van De Vries geschreven: 'Gaston Bonnier phot. dec. 1899. Mais à sucre x Mais à amidon'. Dit suggereert dat het artikel voor de *Revue* eveneens in december 1899 werd ingediend. Tevens zijn op de achterzijde van de foto sporen van een brief van Bonnier te zien, waarschijnlijk de brief waarmee Bonnier de foto aan De Vries retourneerde. Behalve de handtekening van Bonnier is de tekst niet leesbaar.

216. J. Heimans, 'Hugo de Vries and the gene concept', *The American Naturalist* 96 (1962) 98; J. Heimans, 'Hugo de Vries and the gene theory', in: E.G. Forbes, *Human implications of scientific advance* (Edinburg 1978) 475; Zirkle, 'Role', 214-215.

217. L.C. Dunn, 'Xenia and the origin of genetics', *Proceedings of the American Philosophical Society* 117 (1973) 106; Kottler, 'Hugo de Vries', 528-530; Campbell, 'De Vries', 648; Olby, *Origins*, 114-115; Meijer, 'Hugo de Vries no Mendelian?', 216.

218. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 146A (no. 3826, 3827 en 3828). Achterin dit deel schreef De Vries een overzicht van al zijn maïspreparaten; hij begon dit volgens bijschrift in feb. 1900, maar duidelijk is dat hij het overzicht niet in één keer schreef. De nummers 3826, 3827 en 3828 omschreef hij in dit overzicht als 'Bastaardkolven voor de 1.2.1 wet'.

219. Hugo de Vries, 'Sur les unités des caractères spécifiques et leur application à l'étude des hybrides', *Revue Générale de Botanique* 12 (1900) 269.

220. W.O. Focke, *Die Pflanzenmischlinge* (Berlijn 1881) 510-511.

221. C. Correns, 'Untersuchungen über die Xenien bei *Zea mays*', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 27 (1899) 410-417.

222. H.F. Roberts, *Plant hybridization before Mendel* (Princeton (NJ) 1929) 335-338; C. Correns, 'G. Mendel's Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 28 (1900) 158-159.

223. A.H. Sturtevant, *A history of genetics* (New York 1965) 28; Zirkle, 'Role', 215, 217. Een overdruk van Correns' artikel, waarschijnlijk in bezit geweest van De Vries, is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek.

224. Hugo de Vries, 'Das Spaltungsgesetz der Bastarde', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 18 (1900) 83-90; de voetnoot op blz. 85.

225. De Vries, 'Spaltungsgesetz', 88; De Vries, 'Sur les unités', 271; De Vries, *Mutationstheorie* 11, 142 (noot 1) en 166 (noot 1); De Vries, 'Origin of the Mutation Theory', 408.

226. Over de overeenkomst tussen de twee experimenten, zie: E.J.A. Zevenhuizen, 'Keeping and scrapping: the story of a Mendelian lecture plate of Hugo de Vries', *Annals of Science* 57 (2000) 345-349.

227. De Vries, *Mutationstheorie* 11, 360-363; De Vries, 'Alimentation', 33-34.

228. Brief van Hugo de Vries aan H.F. Roberts 18 sept. 1924 (gepubliceerd in: Roberts, *Plant hybridization*, 323). In *Honderd jaar Mendel* (Wageningen 1965) tussen 72 en 73 is een foto opgenomen van De Vries met teunisbloemen in zijn proeftuin in Lunteren met daaronder zijn handtekening en, in De Vries' handschrift, de opmerking: '20 juli 1932. *Oenothera lamarckiana* brevistylis. Teunisbloem met korten stijl. Enothère à style court. Deze variëteit heeft geleid tot de ontdekking van de splitsingswet der bastaarden'. In het boek wordt nergens naar de foto verwezen en bronvermelding ontbreekt. Uit de reproductie is niet op te maken wat de relatie tussen de foto en het bijschrift is. Gezien de handtekening heeft De Vries de foto mogelijk aan iemand ten geschenke gegeven.

229. De Vries, *Mutationstheorie* 11, 206-207. De Vries schrijft hier ook dat hij bij bezoeken aan wekerijen in Erfurt, die hij in de zomer van 1891 bracht, de splitsingswetten nog niet kende.

230. Brief van Hugo de Vries aan L.H. Bailey, datum onbekend (gepubliceerd in: L.H. Bailey, *Plant-breeding* (New York 1904) 155-156). Bailey geeft de brief als voetnoot bij de vierde van vijf lezingen van hem die in *Plant-breeding* zijn gebundeld, 'Recent opinions: being a résumé of the investigations of De Vries, Mendel, and others, and a statement of the current tendencies of American plant-breeding practice'. Deze lezing had hij gehouden op 29 dec. 1902 en was eerder gepubliceerd in *Science* NS 17 (1903 [afl. 20 mrt. 1903]) 441-454 (onder de titel: 'Some recent ideas on the evolution of plants'). In de lezing schrijft Bailey: 'De Vries made a thorough search of the literature of plant evolution. In an American publication he saw a reference to an article on plant hybrids by G. Mendel. ... On looking up this paper ... [etc.]'. De brief van De Vries moet Bailey dus in elk geval vóór mrt. 1903, en waarschijnlijk vóór half december 1902 ontvangen hebben. De Vries kan de brief aan Bailey geschreven hebben als dank voor een presentexemplaar van de tweede druk van *Plant-breeding*, die werd gedrukt in maart 1902 (UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: P.W. van der Pas, 'From cell to chromosome' (ongepubliceerd manuscript ca. 1975), hoofdstuk 8, 42-43). Een exemplaar van deze tweede druk dat in bezit is geweest van De Vries is niet bekend, wel een exemplaar van de derde druk uit 1904, met daarin geschreven een opdracht van Bailey aan De Vries, gedateerd 31 mrt. 1904 (aanwezig in: UvA-UB). De Vries bezat tevens een exemplaar van Bailey's *The principles of vegetable-gardening* (New York 1901). Dit boek bevat ook een opdracht van Bailey. De brief van De Vries kan dus ook naar aanleiding van de ontvangst van dit boek zijn geschreven (het boek is aanwezig in: UvA-UB). Bailey omschrijft de brief als 'a recent letter from professor De Vries (printed here by permission)'. Hij heeft ooit nog eens tevergeefs naar de brief gezocht: 'Dean Bailey made a very thorough search of all his papers and effects in the late 1930's in the effort to find this letter. He was unable to find it (UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van G.H.M. Lawrence 31 mrt. 1969 (gedicteerd 25 mrt. 1969)). In het archief van De Vries zijn geen brieven van Bailey aanwezig. Wel bewaarde hij in een van zijn knipselboeken een handtekening van Bailey (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 287)).

In een brief aan H.F. Roberts van 18 dec. 1924 schreef De Vries: 'After finishing most of these experiments [met kruisingen], I happened to read L.H. Bailey's *Plant breeding* of 1895. In the list of literature of this book, I found the first mention of Mendel's now celebrated paper, and accordingly looked it up and studied it' (gepubliceerd in: Roberts, *Plant hybridization*, 323). De oude De Vries moet hier een (begrijpelijke) vergissing gemaakt hebben: *Plant-breeding* uit 1895 (de eerste druk van het boek) bevatte wel de lezing 'Cross breeding and hybridization', maar niet de bibliografie die destijds bij de lezing in *The Rural Library* was opgenomen (zie ook: Zirkle, 'Role', 207-209). Een exemplaar van deze eerste druk dat in bezit is geweest van De Vries is niet bekend, maar hij verwijst er wel naar in *Mutationstheorie* I, 127 (met als jaartal 1896, toen een tweede ongewijzigde druk werd uitgegeven). Ook tegen Vladimir Úlehla vertelde De Vries in 1930 dit verhaal: 'Dann aber suchte ich nach Züchtungsliteratur und fand Angabe über Mendel in Literaturverzeichnis: *Plantbreeding* von Bayley. So fand ich Mendel' (V. Úlehla, 'Erde und Sohn').

De Vries bezat inderdaad een overdruk van Bailey's lezing 'Cross breeding and hybridizing' uit 1892. Jacob Heimans (hoogleraar bijzondere plantkunde en genetica aan de Universiteit van Amsterdam) leende het op 29 nov. 1965 uit de bibliotheek van het Instituut voor Bijzondere Plantkunde en Genetica waar het zich op dat moment bevond voor een jubileumtentoonstelling in het Mendelianum in Brno. De uitleenbon is nog aanwezig in UvA-Artisbibliotheek, maar de overdruk ontbreekt. Heimans geeft in 'Hugo de Vries en de herontdekking van Mendels werk' (kopie van ongepubliceerd manuscript, aanwezig in: UvA-Artisbi-

bibliotheek: Archief P.W. van der Pas) een beschrijving van de overdruk: 'De rechter bovenhoek van het omslag van dit overdrukje is afgeknipt, zoals vaak het geval is bij antiquarisch gekochte overdrukken. In geen geval zou een naamtekening van Hugo de Vries zijn weggeknipt, nog minder een eventuele opdracht door de auteur aan De Vries. Waarschijnlijk is deze overdruk helemaal niet rechtstreeks in 1892 door Bailey aan Hugo de Vries gezonden'. In de overdruk lag destijds een notitie van De Vries (geschreven ná sept. 1901) met de opmerking 'bibliography citeren', wat hij deed in *Mutationstheorie* II, 7; van dit gedeelte van het boek ontving hij in juni 1902 een drukproef (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 465). Van Bailey's publicaties vóór 1900 bezat De Vries, naast 'Cross breeding', twaalf bulletins uitgegeven door het Cornell University Agricultural Experiment Station (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 145; elf nog aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek). Geen van deze bulletins bevat een opdracht van Bailey (van één bulletin is de rechter bovenhoek van de eerste pagina weggeknipt, waar gezien het grote handschrift van Bailey waarschijnlijk niet zijn naam heeft gestaan). Verder bezat De Vries een overdruk van Bailey's 'The forward movement in plant-breeding', *Proceedings of the American Philosophical Society* 42 (1903) 54-68. Van de omslag is een groot deel weggeknipt.

In: G.H.M. Lawrence, 'Last of the surviving Mendellers', *The Journal of Heredity* 40 (1949) 241-242 worden de gebeurtenissen als volgt beschreven: 'Bailey had early known De Vries and had gone to Amsterdam to see the *Oenothera* work from which came *Die Mutationstheorie* in 1901. De Vries had told Bailey that he had discovered Mendel by means of the *Cross-breeding* bibliography, and later wrote him a letter to that effect which, by permission, was published (p. 153) in a "new edition" of his book'. Lawrence kende Bailey persoonlijk en heeft deze informatie naar alle waarschijnlijkheid van hemzelf verkregen. Bailey bezocht Europa in de zomer van 1897 (A.D. Rodgers, *Liberty Hyde Bailey. A story of American plant sciences* (Princeton (NJ) 1949) 235) maar niet bekend is of hij toen Amsterdam bezocht. Wanneer De Vries Bailey schrijft over de ontdekking van Mendels artikel die hij dankzij hem heeft gedaan doet hij dat op een manier die lijkt alsof hij dat voor de eerste keer vertelt ('I hope it will interest you to know ...'). Lawrence verwijst naar de 'new edition' van *Plant-breeding* waarin De Vries' brief is opgenomen. Dit is een editie die verscheen in 1915. Kennelijk wist hij niet dat de brief al in de derde druk van 1904 was opgenomen.

231. Olby, *Origins*, 218. In *Mutationstheorie* II, 140 (noot 1) zegt De Vries dat hij 'selbst die Arbeit in den Brünner Verhandlungen studirt habe', maar hij kan hier ook op een overdruk doelen.

232. Bailey, *Plant-breeding* (1904) 156.

233. De Vries, *Intracellulare Pangenesis*, 178, 179, 207. Het exemplaar van *Die Pflanzenmischlinge* dat in bezit is geweest van De Vries is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek.

234. Th.J. Stomps, 'Hugo de Vries', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 53 (1935) 91. Hierin combineerde hij de twee versies: De Vries zou de verwijzing naar Mendel in Bailey's boek gezien hebben 'wonach sein Freund und Kollege Beijerinck in Delft ihm einen Sonderabdruck aus seinem Besitz ... Leihweise zusenden konnte'. In latere artikelen noemt Stomps Bailey niet meer (Th.J. Stomps, 'De Amsterdamsche Hortus', in: *Amsterdam Natuurhistorisch Gezien* (Amsterdam 1941) 121; Th.J. Stomps, 'Mendel was zijn tijd vooruit', *Elseviers Weekblad* 6 mei 1950; Th.J. Stomps, 'On the rediscovery of Mendel's work by Hugo de Vries', *The Journal of Heredity* 45 (1954) 293-294). Ilse Jahn nam de versie uit 1935 over (I. Jahn, 'W.O. Focke - M.W. Beijerinck und die Geschichte der "Wiederentdeckung" Mendels', *Biologische Rundschau* 3 (1965) 17-18), maar Stomps weersprak deze versie toen in een opmerking bij de begeleidende brief van Jahn: 'Op blz. 17 ... staat dus een slordigheid van mijzelf! Absoluut zeker is dat de uitlating van prof. De

Vries tegenover Bailey slechts een vriendelijkheid was. Mijn gesprek met prof. De Vr[ies] hierover staat nog woordelijk in mijn geheugen! (UvA-Artisbibliotheek: Archief Theo J. Stomps, inv. no. 54). Drie jaar later schreef Stomps aan P.W. van der Pas: 'Ik benut de gelegenheid u nog eens te verzekeren dat wat ik schreef over de "rediscovery of Mendel by Hugo de Vries" strikt waar is! Van mevr. Iltis kreeg ik eens een standje omdat in het boek van haar man staat dat De Vries eens aan Bailey zou hebben geschreven dat hij aan hem de herontdekking te danken had. Dat was niet meer dan een onvoorzichtige vriendelijkheid nadat De Vries, na de ontvangst van het separaatje, in Bailey's boek Mendel geciteerd vond en zoo ook in Focke' (UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van Th.J. Stomps 23 okt. 1968. In: H. Iltis, *Johann Gregor Mendel. Leben, Werk und Wirkung* (Berlijn 1924) staat dit echter niet vermeld). Beijerinck zou volgens het verhaal van De Vries de overdruk van een brief vergezeld hebben laten gaan. In 1941 citeerde Stomps de brief als: 'Jij interesseert je voor bastaarden, dan moet je toch eens het artikel lezen, waarvan ik je bijgaand separaatje kan zenden'. In 1950: 'Ik weet dat je met kruisingsproeven bezig bent, dan zal dit artikel uit de oude doos je wellicht interesseren'. In 1954: 'I know that you are studying hybrids, so perhaps the enclosed reprint of the year 1865 by a certain Mendel which I happen to possess, is still of some interest of you'. In 1969 gaf hij een vierde versie: 'Maar u kunt er natuurlijk rotsvast van op aan dat waar is, wat ik in mijn artikel over de herontdekking gezegd heb. Ik weet den plek in den Hortus nog, waar De Vries mij vertelde, op mijn vraag naar het juiste moment van de herontdekking, dat B[eijerinck] hem het separaatje v[an] M[endel] had ter inzage gezonden met de woorden: "Je bent zoo met kruisingen bezig, dan zal je dit wel interesseeren". De Vries zei mij nog: "Ik stond al op het punt, mijn resultaten te publiceren". Helaas werd in ons gesprek het jaar niet genoemd' (UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van Th.J. Stomps 26 jan. 1969). Stomps citeerde dus De Vries en niet Beijerinck. De brief heeft hij nooit gevonden (UvA-Artisbibliotheek: Archief Theo J. Stomps, inv. no. 54 (brief aan Ilse Jahn 20 feb. 1957)). De brief is niet gevonden bij de inventarisatie van het archief van De Vries in 1992-1994.

235. Orel, *Gregor Mendel*, 276.

236. Stomps, 'On the rediscovery', 293-294; UvA-UB (Bijzondere Collecties): brieven van W. Beijerinck (29 nov. 1935) en H.W. Beijerinck (6 dec. 1935 en 2 jan. 1936) aan Theo J. Stomps (bewaard bij de overdruk van Mendel); UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van A. Scheygrond 27 okt. 1971.

Jacob Heimans (student en assistent van De Vries in 1907-1918 en hoogleraar bijzondere plantkunde en genetica in Amsterdam in 1946-1959) twijfelde aan de juistheid van Stomps' verhaal. In 1965 correspondeerde hij met Gerrit van Itersen, die in 1901 afstudeerde in Delft en in 1902 assistent van Beijerinck werd, over de herontdekking. 'Hij en zijn collega uit die tijd kunnen niets preciseren [of Beijerinck het Mendel-artikel heeft opgestuurd met een brief of persoonlijk gegeven heeft]; alleen dat B. en HdV slaande vijanden waren; het noemen van de naam HdV wekte bij B. razernij! Dat verklaart waarom HdV zich alleen tegen Stomps daarover iets heeft laten ontvallen. De "Stomps-versie" is zeker juist in zoverre dat B. het boekje aan HdV gestuurd heeft; maar van een vriendelijke brief daarbij geloof ik voorlopig niets, ook niet dat de zending in 1900 was (eerder!)' (UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van J. Heimans 11 mrt. 1969). 'Mijn conclusie op 1896 [als jaar waarin De Vries de regelmaat in splitsing van eigenschappen ontdekte] berust ... vooral op herinnering aan colleges van HdV, waarin hij o.a. met de beroemde (absoluut zeker gedateerde) Papaver-collegeplaat ons inprentte dat hij in 1896 de 3/4 : 1/4 splitsing niet alleen kende, maar ook hanteerde als argument voor zijn pange-

nenleer, en dat hij pas “kort daarna” Mendels boekje in handen kreeg. Of hij ons daarbij de ware gang van zaken gaf, of zijn voor ons geprepareerde voorstelling daarvan, is niet zeker na te gaan. Hij stelde zich daarbij bloot aan het verwijt het tot 1900 verzwegen te hebben. Wat wél zeker is: dat hij in die jaren de naam Beijerinck niet over z'n lippen kon brengen. Later zal hem dat in een vertrouwelijke bui tegenover Stomps eens ontvallen zijn; maar als de begeleidende brief van B. ooit bestaan heeft, dan was die zeker allang voordien in de kachel terechtgekomen (UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van J. Heimans 10 mei 1970). Over de Papaver-collegeplaat, zie: E.J.A. Zevenhuizen, 'Keeping and scrapping. The story of a Mendelian lecture plate of Hugo de Vries', *Annals of Science* 57 (2000) 329-352. De plaat geeft weliswaar het jaar 1896 waarin de 1 : 2 : 1-verhouding tevoorschijn kwam, maar de plaat zelf is naar alle waarschijnlijkheid in 1903 of 1904 getekend. De verhouding tussen De Vries en Beijerinck was in september 1899 nog goed: De Vries wilde hem toe nog te eten vragen. In april 1900 noemt hij Beijerinck in een brief. Op 20 mei 1901 schreef De Vries aan Moll: 'Komt ge ze [mutaties] na de Academie-vergadering zien? Ook met anderen zijt ge dan welkom in mijn proeftuin, maar niet met B.!'. In 1906 verzocht hij Beijerincks hulp bij de benoeming van D.T. MacDougal als lid van de Nederlandsche Maatschappij der Wetenschappen (RUG-UB: Archief J.W. Moll: brieven van Hugo de Vries 25 sept. 1899, 23 april 1900, 20 mei 1900 en 29 feb. 1906).

237. Meijer, 'Hugo de Vries no Mendelian?', 193-195. In 'Das Spaltungsgesetz' geeft De Vries ook een referentie in Fockes *Pflanzenmischlinge* naar Mendels artikel. Bailey's referentie geeft hij niet. Uit Focke (en mogelijk Bailey) zal hij de informatie gehaald hebben dat Mendels artikel werd gepubliceerd in het vierde deel van de *Verhandlungen des Naturforschenden Vereins in Brünn*. Het nummer van het deel staat namelijk niet vermeld in de overdruk. Verder meldt hij dat het artikel op pagina 1 begint, wat onjuist is; het begint op pagina 3. Focke geeft het goede paginanummer. Bij het schrijven van zijn *Mutationstheorie* zou De Vries gebruikmaken van de uitgave van Mendels artikel die Tschermak in 1901 verzorgde voor de serie 'Ostwalds Klassiker der Exakten Wissenschaften', 'obgleich ich selbst die Arbeit in den Brünnner Verhandlungen studirt habe' (De Vries, *Mutationstheorie* 11, 140 (noot 1)). Op blz. 137 (noot 1) geeft De Vries opnieuw een verkeerde paginering, namelijk '1-47' (moet zijn: 3-47).

238. R.E. Cleland, *Oenothera. Cytogenetics and evolution* (Londen en New York 1972) 10.

239. Hugo de Vries, 'Das Spaltungsgesetz der Bastarde', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 18 (1900) 83-90.

240. Vries, Hugo de, 'Sur les unités des caractères spécifiques et leur application à l'étude des hybrides', *Revue Générale de Botanique* 12 (1900) 257-271.

241. Hugo de Vries, 'Sur la loi de disjonction des hybrides', *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 130 (1900) 845-847. Van de voordracht verscheen in een onbekend Frans blad een kort verslag. Het knipsel van het bericht erin is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 144. Gereproduceerd in: P.W. van der Pas, 'Hugo de Vries and Gregor Mendel', *Folia Mendeliana* 11 (1976) 234. Het manuscript van de voordracht is niet aanwezig in het archief van de Académie des Sciences (brief van Claudine Pouret, documentaliste van de Académie des Sciences, aan de auteur 3 sept. 2003).

242. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 441 (brief van Carl Müller namens de redactie van *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 3 mei 1900; gereproduceerd in: Meijer, 'Hugo de Vries no Mendelian?', 227). De correcties werden gepubliceerd in het 'Schlussheft' van *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 18 (1900) 259. De Vries wilde er blijkbaar zeker van zijn dat er nu niets verkeerd ging: in de brief van Müller onderstreepte hij het woord 'Schlussheft'

en schreef erbij: 'drukproof en corr[ectie] terug'. De correcties bracht De Vries (in potlood) aan in een overdruk van het artikel die hij zelf bewaarde (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 441) en hij liet de correcties in de overige overdrukken (in inkt) door iemand anders aanbrengen (één aldus gecorrigeerde overdruk is eveneens in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 441. Een tweede aldus gecorrigeerde overdruk is door UvA-FNWI op 6 juli 2007 overgedaan aan D.J. van Ham te Aerdenhout. Een derde aldus gecorrigeerde overdruk werd op 28 nov. 1996 geveild door boekhandelaar Bubb Kuyper te Haarlem). In zijn eigen eerder vermelde overdruk corrigeerde De Vries (in inkt) ook andere fouten en voegde hij nieuwe gegevens toe. Er waren ook fouten die De Vries blijkbaar niet opvielen. Zo vonden de kruisingen *Agrostemma githago* x *A. nicaeensis* en *Oenothera lamarckiana* x *O. lamarckiana brevistylis* (vermeld op blz. 87) niet in 1898 maar in 1897 plaats (De Vries, *Mutationstheorie* II, 152, 157). Blz. 87 uit deze overdruk is gereproduceerd in Meijer, 'Hugo de Vries no Mendelian?', 228, die de overdruk abusievelijk voor een drukproof hield.

243. Sturtevant, *History*, 27. Deze suggestie is volstrekt onzinnig: Correns las het artikel uit de *Comptes Rendus* op 21 april en De Vries kan van diens kennis van Mendel één of twee dagen later hebben geweten. Op dat moment moet de aflevering van de *Berichte* al zo goed als gedrukt zijn geweest (vgl. Van der Pas, 'Cell', 30-31).

244. Van der Pas, 'Cell', 25, 31; Van der Pas, 'Hugo de Vries', 232.

245. Campbell, 'De Vries', 646-647.

246. Volgens 'Spaltungsgesetz'. In 'sur les unités' worden de kruisingen *Papaver somniferum* x *P. somniferum* met gevulde bloemen en *Chrysanthemum roxburghii* x *C. roxburghii album* niet genoemd. Van de kruisingen *Aster tripolium* x *A. tripolium album* en *Viola cornuta* en *V. cornuta alba* worden geen verhoudingsgetallen gegeven. De dihybride kruisingen *Datura tatula* x *D. stramonium* en *Trifolium pratense quinquefolium* x *T. pratense album* worden opgevoerd als monohybride kruisingen voor alleen de bloemkleur. De kruising *Coreopsis tinctoria* x *C. tinctoria brunea* betreft waarschijnlijk *Calliopsis tinctoria* x *C. tinctoria brunea* (De Vries, *Mutationstheorie* II, 151).

247. In *Mutationstheorie* II geeft De Vries bovendien nog de verhoudingsgetallen van de vóór 1900 uitgevoerde monohybride kruisingen *Amaranthus caudatus* x *A. caudatus viridis*, *Clarkia pulchella* x *C. pulchella alba* en *Linaria vulgaris* x *L. vulgaris pertulescens* (de laatste was reeds gepubliceerd) en de dihybride kruising *Scrophularia nodosa* met brede bladen en grote bloemen x *S. nodosa* met smalle bladen en kleine bloemen.

248. De Vries, 'Sur la disjonction', 845 ('... le caractère ... est donc visible ou dominant, tandis que le caractère antagoniste est à l'état latent ou récessif; ... l'un dominant, l'autre latent'), 847 ('Ceux-ci porteront le caractère dominant apparent et le caractère récessif latent'); De Vries, 'Sur les unités', 262 ('Dans l'hybride l'une des deux qualités antagonistes est visible, l'autre se trouve nécessairement à l'état latent. On nomme dominante le première, récessive l'autre'), 268 ('... portant le caractère dominant apparent et le caractère récessif latent').

249. Corcos en Monaghan ('Role ... II', 276, en 'Mendel's work', 208) verbaasden zich over het gebruik van deze notatie: 'De Vries has symbolically multiplied eggs by pollen to obtain plants. But one cannot multiply oranges by apples'. Ook A. Matalová ('Mendel's theory and complementarity', *Folia Mendeliana* 30 (1995) 44, 48) werd er door verbaasd: 'De Vries maintained the academic concept of vital forces and powers, as seen from his D[ominant] to the second power or R[ecessif] to the second power'. Zij waren er duidelijk niet van op de hoogte dat De Vries hiermee teruggreep op het werk van Quetelet. Zelfs William Bateson lijkt de connectie ontgaan te zijn: 'I don't like De Vries' introduction of squares of D and R which is much misleading' (Uni-

- versity of Oxford, Bodleian Library: Papers of Sir Francis Galton: brief van W. Bateson 9 aug. 1900).
250. Hugo de Vries, 'Über Erbunggleiche Kreuzungen', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 18 (1900) 435-443; RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 21 nov. 1900.
251. Roberts, *Plant hybridization*, 335-338. Th.J. Stomps, hoogleraar botanie aan de Universiteit van Amsterdam van 1910 tot 1946, hoorde ooit van een medewerker van Correns hoe die had gereageerd: 'Der Geheimrat war damals ausser sich als er die Arbeiten von De Vries empfangen hatte. Er hat sich auf den Kopf geschlagen und angerufen: "Ich bin ein Esel gewesen, dass ich mich so lange mit Moosen beschäftigt habe, ich hätte der Erste sein können, um das zu finden"' (brief van Th.J. Stomps aan C. Zirkle, 1968?. Geciteerd in: UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van C. Zirkle 30 dec. 1968).
252. C. Correns, 'G. Mendel's Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 28 (1900) 158-168.
253. In de *Botanische Zeitung* 58 (1900) 235-236 besprak Correns zijn artikel over de dubbele bevruchting bij maïs en de twee artikelen van De Vries daarover: 'Da De Vries auf die Differenz von kaum drei Wochen zwischen der Einlieferung unserer beiden vorläufigen Mittheilungen sehr viel Gewicht zu legen scheint, so will ich hier bemerken, dass ich schon lange vorher mit Bekannten über meine Beobachtungen und ihre Erklärung durch die Entdeckungen Nawaschin's und Guignard gesprochen habe'.
254. E. Tschermak, 'Über künstliche Kreuzung bei *Pisum sativum*', *Zeitschrift für das Landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich* 3 (1900) 465-555; E. Tschermak, 'Über künstliche Kreuzung bei *Pisum sativum*', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 28 (1900) 232-239; E. von Tschermak-Seysenegg, 'The rediscovery of Gregor Mendel's work', *The Journal of Heredity* 42 (1951) 168-170; E. von Tschermak-Seysenegg, *Leben und Wirken eines Österreichischen Pflanzenzüchters* (Berlijn en Hamburg 1958) 40-56; Roberts, *Plant hybridization*, 343-347.
255. C. Stern en E.R. Sherwood, *The origins of genetics. A Mendel source book* (San Francisco en Londen 1966) x-xii; Olby, *Origins*, 120-124; F.V. Monaghan en A.F. Corcos, 'Tschermak: a non-discoverer of Mendelism. I. An historical note', *The Journal of Heredity* 77 (1986) 468-469; F.V. Monaghan en A.F. Corcos, 'Tschermak: a non-discoverer of Mendelism. II. A critique', *The Journal of Heredity* 78 (1987) 208-210.
256. Olby, *Origins*, 117-120; A.F. Corcos en F.V. Monaghan, 'Correns, an independent discoverer of Mendelism? I. An historical/critical note', *The Journal of Heredity* 78 (1987) 330.
257. H.-J. Rheinberger, 'When did Carl Correns read Gregor Mendel's paper?', *Isis* 86 (1995) 612-616.
258. A.H. Sturtevant, 'The early Mendelians', *Proceedings of the American Philosophical Society* 109 (1965) 199; Corcos en Monaghan, 'Mendel's work', 209; R. Moore, 'The "rediscovery" of Mendel's work', *Bioscience* 27 (2001) 13-24. Van een rivaliteit tussen de drie herontdekkers zou volgens Tschermak geen sprake zijn geweest: 'A fight over priority could not and did not come about. ... No scientific disputes developed. ... The three rediscoverers were less interested in being celebrated as rediscoverers of rules they themselves designated "Mendel's laws" than in the successful utilization of these laws for the development of their various fields' (Von Tschermak, 'Rediscovery', 169, 170).
259. Ontwerpen voor een publicatie 'Über sprungweises Entstehen von Varietäten bei *Oenothera lamarckiana*' suggereren dat De Vries reeds in 1894 plannen had voor een overzicht van zijn waarnemingen bij *Oenothera* (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 575).

260. UvA-Artisbibliotheek: Archief Theo J. Stomps, inv. no. 100; UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van J. Heimans 23 feb. 1972; J. Heimans, *Zeventig jaren pangenenleer* (Amsterdam en Djakarta 1959) 12. In een aantekenboekje noteerde De Vries in vermoedelijk 1893 reeds: 'Titel inschrijven: Experimentelle Pangenesis' (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 431).
261. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 22 nov. 1899.
262. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 19 jan. 1900.
263. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 27 mrt. 1900.
264. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 28 mei 1903.
265. De Vries, *Mutationstheorie I*, 7-150.
266. De Vries, *Intracellulaire Pangenesis*, 211.
267. Heimans (*Zeventig jaren*, 12) stelde: 'De mutatietheorie is niet anders dan een facet van de pangenenleer, alleen maar een andere uitdrukkingwijze van hetzelfde beginsel' (zo ook in: J. Heimans, 'Hugo de Vries', *Studium Generale* 1 (1953) 25: 'Mutatieleer is de experimenteel uitgewerkte vorm van de pangentheorie'. De definitie van 'mutatietheorie' is volgens hem 'alleen een paraphrasering van de grondstelling uit *Intracellulaire pangenesis*'). Hij vermoedde dat De Vries de titel 'Experimentele pangenesis' had laten vallen omdat hij had ingezien 'dat hij beter deed meer afstand te nemen tegenover Darwin, en zijn eigen afwijkende, originele inzichten scherper te accentueren'.
268. De Vries, *Intracellulaire Pangenesis*, 210 en 25.
269. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 19 jan. 1900.
270. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 17 feb. 1900.
271. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 17 mrt. 1900.
272. Een afschrift van het contract is aanwezig in: University of Southern Illinois, Carbondale (IL): The Open Court Publishing Company Records, als bijlage bij een brief van Hugo de Vries van 7 mrt. 1909.
273. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 5 juli 1900.
274. Ingebonden drukproeven zijn aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 465 en UvA-UB (Bijzondere Collecties).
275. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 30 okt. 1900.
276. UvA-UB (Bijzondere Collecties): drukproeven van *Die Mutationstheorie*, band I, vel 1 (d.d. 21 juli 1900) ('Zet op den omslag een Vorwort met aanduiding d[er] hoofdverdeeling v[an] Lief[er]ung' 1. Brief Veit 20 juli 1900'. Deze brief is niet bewaard gebleven).
277. De Vries, *Mutationstheorie I*, 42-43, 131-132, 216, 366; RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 28 mei 1903. Vgl. B. Theunissen, 'Nut en nog eens nut'. *Wetenschapsbeelden van Nederlandse natuuronderzoekers, 1800-1900* (Hilversum 2000) 134-137, die de beheersing van mutaties als De Vries' uiteindelijke doel ziet.
278. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 3 okt. 1900; UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 465. De verschijning van de eerste aflevering werd gemeld in: *Botanische Zeitung* 58 (1900) 337 (in de aflevering die op 1 nov. 1900 verscheen).

6. De sprongen van de teunisbloem – 1900-1935

1. Hugo de Vries, 'Over het ontstaan van nieuwe soorten van planten', *Verslag van de Gewone Vergaderingen der Wis- en Natuurkundige Afdeling der Koninklijke Akademie van Wetenschappen* 9 (1901) 246-248 (vergadering van zaterdag 29 sept. 1900).
2. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 21 nov. 1900.
3. Hugo de Vries, 'Sur la mutabilité de l'*Oenothera lamarckiana*', *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 131 (1900) 561-563 (vergadering van 1 okt. 1900).
4. Hugo de Vries, 'Variabilité et mutabilité', in: Émile Perrot (red.), *Actes du 1er Congrès International de Botanique (Lons-le-Saunier 1900)* 1-6 (het congres werd gehouden van 1 tot en met 10 okt. 1900).
5. Hugo de Vries, 'Hoe soorten ontstaan', *Album der Natuur* (1900) 353-370 (in de aflevering die omstreeks 1 okt. 1900 verscheen).
6. [Rud. Katz], 'Hoe soorten ontstaan', *Propria Cures* 12 (1900) 41-42 (de lezing werd gegeven op 10 okt. 1900).
7. F.A.F.C. Went, 'Hugo de Vries', in: J. Kalff (red.), *Mannen en vrouwen van beteekenis in onze dagen* (Haarlem 1900) 263-320. Het present exemplaar van Went aan De Vries (met opdracht gedateerd 30 sept. 1900) is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 80. Aan Went schreef De Vries na ontvangst: 'Het treft wel merkwaardig dat uw schets juist samenkomt met het begin van mijn soortenpublicatie' (Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 3 okt. 1900).
8. F.M., 'Hugo de Vries: Über den experimentellen Ursprung einer neuen Pflanzenart ...', *Naturwissenschaftliche Rundschau* 15 (1900) 580; F.M., 'Hugo de Vries: Über die Umwandlungsfähigkeit der *Oenothera lamarckiana* ...', *Naturwissenschaftliche Rundschau* 16 (1901) 38; [Recensie van 'Mannen en vrouwen van beteekenis'], *Het Nieuws van den Dag* 3 okt. 1900; 'Een merkwaardige ontdekking in den academischen kruidtuin te Amsterdam', *De Tijd* 6 en 7 okt. 1900; E.D.P., 'Hugo de Vries en de mutatietheorie', *De Amsterdamer Weekblad voor Nederland* 21 okt. 1900; P[iet].T[eunissen], 'Het ontstaan van nieuwe plantensoorten', *Algemeen Handelsblad* 14 okt. 1900; [Rud. Katz], 'Hoe soorten ontstaan', *Propria Cures* 12 (1900) 41-42 (de identiteit van de auteurs van de laatste twee artikelen blijkt uit aantekening van De Vries in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 80).
9. CUL: William Bateson: scientific correspondence and papers: brief van Hugo de Vries 18 okt. 1900.
10. CUL: William Bateson: scientific correspondence and papers: brief van Hugo de Vries 25 okt. 1900.
11. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 30 okt. 1900.
12. Hugo de Vries, *Die Mutationstheorie* (2 dln.; Leipzig 1901-1903) I, 332-356.
13. De Vries, *Mutationstheorie* I, 368-411.
14. De Vries, *Mutationstheorie* I, 5, 119, 177, 364.
15. De Vries, *Mutationstheorie* I, 357.
16. De Vries, *Mutationstheorie* I, 494-506, 552-570.
17. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 17 dec. 1900. Op 29 dec. zou de volgende vergadering van de Akademie van Wetenschappen zijn en Moll was een trouw bezoeker van de vergaderingen.
18. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 18 dec. 1900.

19. Vgl. B. Theunissen, 'Closing the door on Hugo de Vries' Mendelism', *Annals of Science* 51 (1994), 236-238, die op basis van vergelijkingen tussen *Intracellulare Pangenesis* en *Die Mutationstheorie* concludeert dat 'actief' en 'latent' eerst tijdelijke toestanden waren en door De Vries werden geherinterpreteerd als permanente toestanden. Door Mendel te lezen zou hij dat veranderd hebben, maar de brief van 18 dec. 1900 aan Moll laat zien dat het eerder de monstrositeiten zijn geweest die tot de herinterpretatie aanleiding hebben gegeven.
20. De Vries, *Mutationstheorie I*, 505.
21. De Vries, *Mutationstheorie I*, 422-425.
22. De Vries, *Mutationstheorie I*, 416.
23. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 9 jan. 1905.
24. De Vries, *Mutationstheorie I*, 460.
25. De Vries, *Mutationstheorie I*, 411-463.
26. De Vries, *Mutationstheorie I*, 463-648.
27. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brieven van Hugo de Vries 17 mei 1901 en 28 mei 1903.
28. Hugo de Vries, 'Het ontstaan van soorten door mutatie', *Handelingen van het Achtste Nederlandsch Natuur en Geneeskundig Congres* (Haarlem 1901) 10-22; Hugo de Vries, 'Over het ontstaan van soorten door mutatie', *Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde* 45 (1901) 979-989; Hugo de Vries, 'Over het ontstaan van soorten door mutatie', *Album der Natuur* (1901) 193-206.
29. Hugo de Vries, 'De ouderdom der aarde', *Album der Natuur* (1901) 321-329; Hugo de Vries, 'De mutatieperioden bij het ontstaan der soorten', *Album der Natuur* (1901) 353-361.
30. J. Reinke, 'Der gegenwärtige Stand der Abstammungslehre', *Der Türmer* 5 (1902) 1-18.
31. Hugo de Vries, 'Die Mutationen und die Mutationsperioden bei der Entstehung der Arten', *Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte* 73 (1901) 202-212; Hugo de Vries, 'Die Mutationen und die Mutationsperioden bei der Entstehung der Arten', *Die Umschau* 1 (1901) 782-787; Hugo de Vries, *Die Mutationen und die Mutationsperioden bei der Entstehung der Arten* (Leipzig 1901).
32. J.W. Moll, 'Die Mutationstheorie', *Biologisches Centralblatt* 21 (1901) 257-269, 289-305; J.W. Moll, 'Die Mutationstheorie', *Biologisches Centralblatt* 22 (1902) 505-519, 537-551, 577-596.
33. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 14 feb. 1901.
34. W. Johannsen, *Elemente der exakten Erblchkeitslehre* (Jena 1913²) 644: 'Es ist interessant zu sehen, wie höchst verschiedener Natur die Einwände gegen De Vries' Beobachtungen und Schlussfolgerungen geworden sind, je nach den speziellen deszendenztheoretischen Meinungen der Kritiker'.
35. K.C. Schneider, 'Über den heutigen Stand der Deszendenztheorie', *Wiener Klinischen Rundschau* (1904) no. 5, 6 en 7.
36. L. Cuénot, 'Les idées nouvelles sur l'origine des espèces par mutation', *Revue Générale des Sciences Pures et Appliquées* 19 (1908) 860-871.
37. M. Steiner, *Die Lehre Darwins in ihre letzten Folgen* (Berlijn 1908) 199-207.
38. E. Dennert, *Vom Sterbelager des Darwinismus* (Stuttgart 1906) 56-74.
39. A. Dastre, 'Une nouvelle théorie de l'origine des espèces', *Revue des Deux Mondes* vijfde serie, 16 (1903) 216.
40. K. Domin, 'Studien zur Entstehung der Arten durch Mutation (I)', *Beihfte zum Botanisches Centralblatt* 23 (abt. II) (1907) 15-25.
41. J. Holmboe, 'Einige abweichende Formen von *Anemone hepatica* L.', *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne* 44 (1906) 357-377.

42. J. Wiesner, 'Lysimachia zawadskii, als Beispiel einer durch Mutation entstandenen Pflanzenform', *Österreichische Botanische Zeitschrift* 54 (1904) 161-164.
43. O. Müller, 'Sprungweise Mutation bei Melosireen', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 21 (1903) 326-333.
44. O. Porsch, 'Die Blütenmutationen der Orchideen als Ausgangspunkt ihrer Art- und Gattungsentstehung', *Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien* 55 (1906) 325-331; N. Bernard, 'A propos d'un fait de "mutation" chez une pomme de terre', *Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie*, vijfde serie, 9 (1906) 253-255; F.J. Hellig, 'A new case of mutation', *The Ohio Naturalist* 6 (1906) 448.
45. J.C. Willis, 'Some evidence against the theory of the origin of species by natural selection of infinitesimal variations, and in favour of origin by mutation', *Annals of the Royal Botanic Gardens, Peradeniya* 4 (1) (1907) 1-15.
46. W. Johannsen, *Über Erbllichkeit in Populationen und in reinen Linien* (Jena 1903), m.n. 62-65. Het presentexemplaar hiervan dat Johannsen aan De Vries stuurde is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek.
47. Brief van Hugo de Vries aan Wilhelm Johannsen 14 aug. 1903 (gepubliceerd in: D. Müller, 'Drei Briefe über Reine Linien von Galton, De Vries und Yule an Wilhelm Johannsen in 1903 geschrieben', *Centaurus* 16 (1972) 316-319.
48. Brief van Wilhelm Johannsen aan Hugo de Vries 17 aug. 1903 (concept) (gepubliceerd in: D. Müller, 'Wilhelm Johannsen über reine Linien und Elementararten in einem Brief 1903 an Hugo de Vries', *Folia Mendeliana* 9 (1974) 267-270).
49. G. Klebs, *Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen* (Jena 1903) 139-162; R. von Wettstein, *Der Neo-Lamarckismus und seine Beziehungen zum Darwinismus* (Jena 1903); S. Schwendener, 'Über den gegenwärtigen Stand der Descendenzlehre in der Botanik', *Naturwissenschaftliche Wochenschrift* NF 18 (1903) 121.
50. L. Errera, *Gemeinverständlicher Vortrag über die Darwin'sche Theorie* (Odenkirchen 1902) voorn. 3-4; L. Errera, *Une leçon sur le Darwinisme* (Brussel 1904) voorn. 5-6.
51. L. Blaringhem, 'l'Évolution des espèces végétales', *Revue Scientifique* vijfde serie, 9 (1908) 774.
52. C. Detto, 'Über das logische Wesen der Descendenztheorie und die Untersuchungen von Hugo de Vries zu ihrer experimenteller Begründung', *Naturwissenschaftliche Wochenschrift* 17 (1902) 242.
53. L. Plate, *Selectionsprinzip und Probleme der Artbildung* (Leipzig 1908), 283-322.
54. A. Weismann, *Vorträge über Descendenztheorie* (2 dln.; Jena 1902) II, 358-371.
55. H. Driesch, 'Kritisches und Polemisches. II. Zur "Mutationstheorie"', *Biologisches Centralblatt* 22 (1902) 181-190.
56. R.H. Francé, *Die Weiterentwicklung des Darwinismus* (Odenkirchen 1904) 62, 73-81.
57. C. Correns, 'Experimentelle Untersuchungen über die Entstehung der Arten', *Archiv für Rassen- und Gesellschafts-Biologie* 1 (1904) 27-52.
58. Klebs, *Willkürliche Entwicklungsänderungen*, 139-162.
59. A. Lang, 'Über die Mendelschen Gesetze, Art- und Varietätenbildung, Mutation und Variation, insbesondere bei unsern Hain- und Gartenschnecken', *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* (1905)*.
60. G. Henslow, 'Species and varieties: their origin by mutation. A criticism of De Vries', *Journal of the Royal Horticultural Society* 31 (1907) 164-168; G. Henslow, 'The mutation theory: a criticism', *Journal of the Royal Horticultural Society* 36 (1910) 144-148.

61. University College, Londen: Pearson papers: brief van W.F.R. Weldon 8 feb. 1901.
62. N.W. Gillham, *A life of Sir Francis Galton* (New York 2001) 306-307; D.R. Cox, 'Biometrika: the first 100 years', *Biometrika* 88 (2001) 3-11.
63. 'Editorial', *Biometrika* 1 (1901-1902) 1-6.
64. K. Pearson, 'On the fundamental conceptions of biology', *Biometrika* 1 (1901-1902) 320-344.
65. W.F.R. Weldon, 'Professor De Vries on the origin of species', *Biometrika* 1 (1901-1902) 365-374.
66. Na het lezen van het manuscript van Pearsons artikel had Weldon van een eigen artikel afgezien: 'I had not written up De Vries because I thought your answer to Bateson would take its place; but it is all ready to write, and will not take long' (University College, Londen: Pearson papers: brief van W.F.R. Weldon 12 mrt. 1902).
67. CUL: William Bateson: scientific correspondence and papers: brief van Hugo de Vries 17 mei 1902.
68. W.F.R. Weldon, 'Mendel's laws of alternative inheritance in peas', *Biometrika* 1 (1901-1902) [jan. 1902] 228-253.
69. CUL: William Bateson: scientific correspondence and papers: brief van Hugo de Vries 17 mei 1902.
70. W. Bateson, *Mendel's principles of heredity: a defence* (Cambridge 1902); R.C. Olby, 'William Bateson's introduction of Mendelism to England. A reassessment', *British Journal for the History of Science* 20 (1987) 399-420.
71. De Vries, *Mutationstheorie* II, 5, 78 en 113.
72. J. Heimans, *Zeventig jaren pangenetenleer* (Amsterdam en Djakarta 1959) 12: 'Het doel van dit grote werk was de grondstellingen van de pangenetenleer beter ingang te doen vinden door een breedvoeriger omschrijving en door het aanvoeren van veel documentatie uit eigen onderzoek en uit het werk van anderen'. In het tweede deel wilde De Vries volgens Heimans aantonen dat 'het ene gedeelte van zijn, HdV's, eigen grote (pan)genen-conceptie, dat door Mendel was uitgewerkt, minder belangrijk moest zijn voor de evolutie dan het andere, niet-mendelende, dat hij in zijn *Oenothera*'s bestudeerde'.
73. De Vries, *Mutationstheorie* II, 137-138, 173.
74. De Vries, *Mutationstheorie* II, 146; ook: 156, 197, 368-369, 373, 397, 464, 495, 525. Zie ook: Hugo de Vries, 'La loi de Mendel et les caractères constants des hybrides', *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 136 (1903) 321 ('La variété se distingue alors extérieurement de son espèce par le manque de quelque organe ou de quelque qualité, par exemple la couleur des fleurs ou des fruits, les polis, etc.'). Hugo de Vries, 'Anwendung der Mutationslehre auf die Bastardierungsgesetze', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 21 (1903) 47 ('Hierher gehören die Latenz der Farben der Blüten, der Früchte, der Samen und des Laubes, die Latenz der Behaarung und Bewaffnung, die mangelnde oder mangelhafte Ausbildung der Stärke in den Samen, der teilweise Verlust des underständigen Fruchtknotens etc.').
75. De Vries, *Mutationstheorie* II, 212-222.
76. De Vries, *Mutationstheorie* II, 305-319, 345.
77. CUL: William Bateson: scientific correspondence and papers: brief van Hugo de Vries 31 okt. 1901. Zo ook: Hugo de Vries, 'Über erbungleiche Kreuzungen', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 18 (1900) 437: 'Ausser in der Gattung *Oenothera* ... fand ich mehrere im Pflanzenreich weit verbreitete Eigenschaften erbungleich, so z.B. Polycephalie, Tricotylie, Syncotilie u.s.w.'.

78. De Vries, *Mutationstheorie II*, 367-374.
79. M. Campbell, 'The concepts of dormancy, latency and dominance in nineteenth-century biology', *Journal of the History of Biology* 16 (1983) 409-431; Theunissen, 'Closing', 228; I.H. Stamhuis, O.G. Meijer en E.J.A. Zevenhuizen, 'Hugo de Vries on heredity, 1889-1903; statistics, Mendelian laws, pangenes, mutations', *Isis* 90 (1999) 260.
80. De Vries, *Mutationstheorie II*, 141-142.
81. Stamhuis, 'Hugo de Vries', 260-262 meende dat De Vries de tegenstrijdigheid voor een deel probeerde op te lossen door een wisseling van actief naar latent en vice versa per generatie te veronderstellen. Zo zegt hij op blz. 141 van *Die Mutationstheorie II*: 'Bei den Mendel'schen Merkmalspaaren nun ist stets in den Bastarden die unsichtbaren Eigenschaft latent; sie kehrt stets in einer gewissen Anzahl der Nachkommen wieder, indem sie in diesen wiederum activ wird. Solche in dieser Weise vorübergehend latent werdende Eigenschaften nennt Mendel recessive. Sie treten ja nur zeitweise zurück (Mendel, S. 10)'. En op blz. 397: 'Bei der Production der Sexualzellen aber verhielten sich die beiden antagonistischen Eigenschaften als gleichwertig, denn die Aussicht der latenten, sich in den Kindern activ zu entfalten, war genau ebenso gross wie die Aussicht der activen, in den Nachkommen rein und mit Ausschluss ihres Antagonisten aufzutreten'. Deze uitleg is (zoals Stamhuis ook aangeeft) geheel in tegenspraak met de in het eerste deel van *Die Mutationstheorie* beschreven aard van mutaties en andere beschrijvingen. Ik wil deze passages daarom typeren als pogingen om Mendels waarnemingen te visualiseren. Beter drukt De Vries zich uit op blz. 172 van *Die Mutationstheorie II*: '... die recessiven Merkmale, die sonst am Bastard latent sind, (werden) mit Ausschluss der dominirenden sichtbar'. En op blz. 396: 'Die inconstanten [Eigenschaften] aber, obgleich gewöhnlich in der ersten Generation einförmig, ohne Abwechslung, zeigten eine solche [Spaltung] in der zweiten und den folgenden Geschlechtern, indem hier die im ursprünglichen Bastard latenten Merkmale wiederum sichtbar wurden und sich in der mannigfaltigsten Weise untereinander und mit den dominirenden verbanden'. En op blz. 462: 'In den Bastarden sind die väterlichen und mütterlichen Eigenschaften in bestimmter Weise gemischt, theils activ, theils latent, theils geschwächt, theils ungeschwächt. Und in ihren Nachkommen können die latenten wieder an's Licht treten und die mannigfachsten Gruppierungen fast in jedem Grade gegenseitiger Mischung zeigen'.
82. De Vries, *Mutationstheorie II*, 396-429, vooral 427-428.
83. De Vries, *Mutationstheorie II*, 429.
84. De Vries, *Mutationstheorie II*, 66-74, 142, 396-398, 428, 461-482, 492-502, 647-648.
85. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 28 mei 1903.
86. De Vries, *Mutationstheorie II*, 483-633.
87. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 29 sept. 1902.
88. De Vries, *Mutationstheorie II*, 684.
89. De Vries, *Mutationstheorie II*, 691-692.
90. De Vries, *Mutationstheorie II*, 692-693.
91. De Vries, *Mutationstheorie II*, 695-696.
92. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 28 mei 1903.
93. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 27 mrt. 1903.
94. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 2 apr. 1903.
95. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 28 mei 1903.
96. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 28 mei 1903. Vgl.: De Vries, *Mutationstheorie II* 684: 'Es sei mir gestattet, hier mit besonderer Anerkennung hervorzuheben, dass meh-

rere Kritiker des ersten Bandes meines Buches die Beziehung der Mutationslehre zur Pangensis bereits vorendigend ausgearbeitet haben'.

97. J.W. Moll, 'Die Mutationstheorie', *Biologisches Centralblatt* 24 (1904) 145-162, 193-210, 225-241.

98. De Vries, 'La loi de Mendel', 321-323; Hugo de Vries, 'Sur la relation entre les caractères des hybrides et ceux de leurs parents', *Revue Générale de Botanique* 15 (1903) 241-252; De Vries, 'Anwendung der Mutationslehre', 45-52.

99. CUL: Charles Chamberlain Hurst: correspondence and papers: brief van William Bateson 24 mrt. 1903.

100. C. Correns, 'Vries, H. de, Die Mutationstheorie ...', *Botanische Zeitung* 62 (1904) 177-182; C. Correns, 'Die Merkmalspaare beim Studium der Bastarde', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 21 (1903) 202-210.

101. Bijv.: W. Bateson, 'Note on the resolution of compound characters by cross-breeding', *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society* 12 (1903) 50-54; V. Häcker, 'Bastardirung und Geschlechtszellenbildung', *Zoologischen Jahrbüchern Supplement* 7 (1904) 161-260; R.H. Lock, 'Studies in plant breeding in the tropics I. Introductory: The work of Mendel and an account of recent progress along the same lines, with some new illustrations', *Annals of the Royal Botanic Garden* 2 (1904) 299-356; C. Correns, *Über Vererbungsgesetze* (Berlijn 1905); R.H. Lock, *Recent progress in the study of variation heredity and evolution* (Londen 1906); F. Le Dantec, *La crise du transformisme* (Parijs 1910).

102. Voor publicaties sinds de herontdekking over genetisch onderzoek bij planten, zie: H. Matsuura, *A bibliographical monograph on plant genetics (gene analysis) 1900-1929* (Sapporo 1933).

103. Vgl.: UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van J. Heimans 28 apr. 1969: 'Inderdaad had hij geen reden om Mendels werk te verzwijgen, maar wel om aan te tonen dat het ene gedeelte van zijn, Hugo de Vries', eigen grote (pan)genen-conceptie, dat door Mendel was uitgewerkt, minder belangrijk moest zijn voor de evolutie dan het andere, niet mendelende, dat hij in zijn *Oenothera's* bestudeerde. Het was voor hem juist dé grote teleurstelling dat, vóór hij zelf met deze dingen in *Die Mutationstheorie II* tot publicatie kon komen, zijn tegenstanders dat andere mendelistische deel tot zo grote ontwikkeling hadden gebracht en tot de grondslag van de nieuwe erfelijkheidsleer. Daardoor was *Die Mutationstheorie II* bij verschijnen eigenlijk al achterhaald en hadden de anderen de kans gekregen Hugo de Vries' levenswerk de pangenenleer voor de ene helft (de evolutie) als neo-darwinisme aan Darwin toe te schrijven, de andere helft (de erfelijkheidsleer) geheel alleen aan Mendel'.

104. De Vries, *Mutationstheorie, II* 693-696.

105. Hugo de Vries', 'Sur la fécondation hybride de l'endosperme chez le maïs', *Revue Générale de Botanique* 12 (1900) 130.

106. De Vries bezat zelf overdrukken van o.a.: D. Hanseemann, 'Über die Specificität der Zelltheilung', *Archiv für Mikroskopische Anatomie* 43 (1893) 244-251; L. Guignard, 'Sur l'origine des sphères directrices', *Journal de Botanique* 8 (1894) 241-249, 257-264; R.A. Harper, 'Kerntheilung und freie Zellbildung im Ascus', *Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik* 30 (1896) 249-284; E. Strasburger e.a., 'Cytologische Studien aus dem Bonner Botanischen Institut', *Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik* 30 (1897) 1-268; L. Guignard, 'Les centres cinétiques chez les végétaux', *Annales des Sciences Naturelles, Botanique* 5 (1898) 177-220; L. Guignard, 'Le développement du pollen et la réduction chromatique dans la *Naias major*', *Archives d'Anatomie Microscopique* 2 (1899) 455-509 (aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek). Boeken met kerndelingsfiguren die de bibliotheek van de Hortus Botanicus in bezit had zijn o.a.: W. Flemming, *Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung* (Leipzig 1882); A.

Labbé, *La cytologie expérimentale* (Parijs 1898); H.W. Conn, *The method of evolution* (New York en Londen 1900); E.B. Wilson, *The cell in development and inheritance* (New York en Londen 1900³); E. Strasburger, *Über Reduktionstheilung, Spindelbildung, Centrosomen und Cilienbilder im Pflanzenreich* (Jena 1900). Zie ook: F.H. Portugal en J.S. Cohen, *A century of DNA. A history of the discovery of the structure and function of the genetic substance* (Cambridge (MA) en Londen 1977) 37-50.

107. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brieven van Hugo de Vries 18, 25 en 30 nov. 1888.

108. J.W. Moll, 'The application of the paraffin-embedding method in botany', *Botanical Gazette* 13 (1888) 5-14; J.W. Moll, 'Demonstratie van doorsneden van celkernen en kerndeelingsfiguren', *Handelingen van het Tweede Nederlands Natuur- en Geneeskundig Congres* (Leiden 1889) 128-130; J.W. Moll, 'Das Mikrotom Reinhold-Giltay', *Zeitschrift für Wissenschaftliche Mikroskopie und für Mikroskopische Technik* 9 (1893) 445-465; J.W. Moll, 'Observations on karyokinesis in *Spirogyra*', *Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam, Afdeling Natuurkunde, tweede sectie* 1 (1893) 1-36.

109. Th. Boveri, *Zellenstudien* (3 dln.; Jena 1887-1890); W.S. Sutton, 'On the morphology of the chromosome group in *Brachystola magna*', *Biological Bulletin* 4 (1902) 24-39; A.H. Sturtevant, *A history of genetics* (New York 1965) 33-34; L.A.-C.P. Martins, 'Did Sutton and Boveri propose the so-called Sutton-Boveri chromosome hypothesis?', *Genetics and Molecular Biology* 22 (1999) 261-271.

110. De tekst van de lezing is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 541. Gepubliceerd als: Hugo de Vries, 'Bastardeering en bevruchting', *De Gids* 21 (1903) 403-450; Hugo de Vries, *Befruchtung und Bastardierung* (Leipzig 1903); Hugo de Vries, 'Fécondation et hybridité', *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* 8 (1903) viii-xxiii; Hugo de Vries, *Oorsprong en bevruchting der bloemen* (Haarlem 1904) 26-80; Hugo de Vries, 'Befruchtung och bastardbildning', in: *Uppkomsten af arter och bastarder* (Stockholm 1907) 59-111; Hugo de Vries, 'Fertilization and hybridisation', *The Monist* 19 (1909) 514-555; Hugo de Vries, *Intracellular Pangenesis, including a paper on Fertilization and hybridization* (Chicago 1910) 219-263.

111. Hugo de Vries, *Species and varieties. Their origin by mutation* (Chicago en Londen 1905) 306.

112. Hugo de Vries, *Plant-breeding. Comments on the experiments of Nilsson and Burbank* (Chicago 1907) 312.

113. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 146 (blz. 1).

114. De navolgende visie o.a. bij: E. von Tschermak-Seyenegg, 'The rediscovery of Gregor Mendel's work', *The Journal of Heredity* 42 (1951) 167; W.B. Provine, *The origins of population genetics* (Chicago en Londen 1971) 68; A. Brannigan, 'The reification of Mendel', *Social Studies of Science* 9 (1979) 429; R.C. Olby, *Origins of Mendelism* (Chicago en Londen 1985⁴) 127-128; O.G. Meijer, 'Hugo de Vries no Mendelian?', *Annals of Science* 42 (1985) 220-223; O.G. Meijer, 'Hugo de Vries und Johann Gregor Mendel: die Geschichte einer Verneinung', *Folia Mendeliana* 21 (1986) 81-82; P.J. Bowler, *The Mendelian revolution* (Baltimore 1989) 116; Theunissen, 'Closing', 247-248; Stamhuis, 'Hugo de Vries', 259-267; I.H. Stamhuis, 'The "rediscovery" of Mendel's laws was not important to Hugo de Vries: evidence from his letters to Jan Willem Moll', *Folia Mendeliana* 30 (1995) 20-24. Zie ook: NHA: Archief J. Heimans: brief van J. Heimans aan E. von Tschermak-Seyenegg 26 nov. 1951 (afschrift): 'Aus meiner Studentenzeit erinnere ich mich sehr gut dass De Vries sich wirklich auch nach unserem Gefühle eiferzuchtig zeigte der grossen Verehrung gegenüber die Mendel's Name zugebracht wird'. Tevens: UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van J. Heimans jan. 1976: 'Uit colleges en losse gesprekken in mijn studenten- en assistententijd bij HdV (1907-1918) was ons duidelijk dat zijn animositeit niet het werk of de persoon van Mendel betrof maar de mendelisten die, volgens hem, Mendel als hun held vereerden zonder hem goed te begrijpen, en zonder te willen inzien dat HdV reeds in zijn *Intracellulare Pangenese*

sis de z.g.n. “wetten van Mendel” reeds had gepostuleerd en door proeven bevestigd. Pas later hebben wij begrepen dat zijn dépit eigenlijk veroorzaakt is doordat hijzelf in de *Intracellulare Pangenesis* bij het citeren uit Focke (“Afl. 4”), Focke’s citering van Mendel-1866 net, “op een haar na”, heeft gemist’.

115. Brief van Hugo de Vries aan E. von Tschermak-Seysenegg, geciteerd in: UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van E. von Tschermak-Seysenegg 2 juli 1962.

116. V. Orel, *Gregor Mendel, the first geneticist* (Oxford etc. 1996) 296-301.

117. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 14 sept. 1922.

118. De Vries, *Mutationstheorie* II, 141 (noot 1). UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van J. Heimans 23 dec. 1969: ‘Zonder twijfel vereerde hij [De Vries] Mendel oprecht wegens diens werkwijze bij de concise vraagstelling, opzet en uitvoering van het onderzoek en formuleringwijze van de conclusies. Dit alles is immers precies volgens HdV’s eigen idealen’.

119. De Vries, ‘Anwendung der Mutationslehre’, 45. Zie ook: De Vries, *Mutationstheorie* II, v: ‘Doch soll man sich vor Uebertreibung hüten. Die Mendel’schen Gesetze ... umfassen keineswegs das ganze Gebiet der Bastardirungserscheinungen’.

120. Hugo de Vries, ‘Das Spaltungsgesetz der Bastarde’, *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 18 (1900) 85. Zie ook: Hugo de Vries, ‘Sur les unités des caractères spécifiques et leur application à l’étude des hybrides’, *Revue Générale de Botanique* 12 (1900) 271: ‘Cette loi n’est pas nouvelle. Elle à été énoncée, pour un cas particulier (les pois), il y a plus de trente années. C’est Gregor Mendel qui l’a formulé dans le journal *Verhandlungen d. nat. Vereins in Brünn* (T IV, p. 1), 1865’; De Vries, ‘Über erbungleiche Kreuzungen’, 435: ‘... dieses Gesetz, welches Mendel aus seinen Untersuchungen über Erbsen abgeleitet hatte’; De Vries, ‘La loi de Mendel’, 322: ‘La loi de disjonction des hybrides ... qui fut longtemps avant établie pour un cas spécial par Mendel’; De Vries, *Mutationstheorie* II, 6: ‘Die von Mendel in der Gattung *Pisum* entdeckten und in der neuesten Zeit von Correns und Tschermak gründlich studirten Spaltungsgesetze (sollen) an möglichst verschiedenen Beispielen auf ihre allgemeinere Bedeutung geprüft werden’.

121. De Vries, ‘Spaltungsgesetz’, 90. Zie ook: De Vries, ‘Sur les unités’, 271: ‘J’espère cependant avoir démontré que la loi de Mendel ne vaut pas seulement pour les pois, mais qu’elle s’applique d’une manière très générale à tous les vrais hybrides’.

122. De Vries, ‘Über erbungleiche Kreuzungen’, 436. Zie ook: De Vries, ‘Sur la relation’, 241-242: ‘Les lois qu’il a découvertes et exposées d’une manière si claire et si magistrale étaient valables pour quelques caractères de ses Pois, mais non pour d’autres; elle ne l’étaient pas davantage pour ses croisements d’*Hieracium*. La cause lui en restait inconnue et il n’a pas reconnu la portée de sa loi’. De Vries, *Mutationstheorie* II, 140, ‘Mendel musste also die Frage unbeantwortet lassen welche Eigenschaften bei Kreuzungen seinen Gesetzen folgen und welche dies nicht thun’.

123. University of Southern Illinois, Carbondale (IL): The Open Court Publishing Company Records: brief van Hugo de Vries 19 jan. 1905.

124. UvA-Artisbibliotheek: Archief H. Engel: brief van J. Heimans 22 feb. 1970.

125. De Vries, *Species and varieties*, 294, 305-306.

126. De Vries, *Plant-breeding*, 309-332, m.n. 318-321.

127. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 468.

128. University of Southern Illinois, Carbondale (IL): The Open Court Publishing Company Records: brief van Hugo de Vries 6 mrt. 1909.

129. University of Southern Illinois, Carbondale (IL): The Open Court Publishing Company Records: brief aan Hugo de Vries 19 mrt. 1909 (afschrift).

130. University of Southern Illinois, Carbondale (IL): The Open Court Publishing Company Records: brief van Hugo de Vries 31 mrt. 1908. Dit was een jaar voordat De Vries de uitgever voorstelde het derde deel van *The mutation theory* te laten vervallen. De pangensis was dus niet bedoeld om de plaats van de mendelse genetica in te nemen.
131. University of Southern Illinois, Carbondale (IL): The Open Court Publishing Company Records: brief aan Hugo de Vries 10 mrt. 1908 (afschrift).
132. Hugo de Vries, *Intracellular pangensis, including a paper on Fertilization and hybridization* (Chicago 1910).
133. O.a.: W. Koster, 'Het ontstaan van nieuwe plant- en diersoorten', *Wetenschappelijke Bladen* 46 (1901)*; [J.H. Valckenier Kips], *Eene groote ontdekking* (Utrecht 1901); 'Een jubilaris. Prof. Hugo de Vries', *Natuurleven* 2 (1903) 11-15; V., 'Prof. dr. Hugo de Vries', *Propria Cures* 15 (1903) 30-32. 'Hugo de Vries', *Nieuwe Rotterdamsche Courant* 15 okt. 1903; 'Hugo de Vries', *Het Nieuws van den Dag* 16 okt. 1903; 'Hugo de Vries, Species and variaties. Their origin by mutation', *Het Nieuws van den Dag* 14 juli 1905; 'Species and varieties ...', *De Nieuwe Courant* 12 sept. 1905.
134. A.A.W. Hubrecht, *De evolutie in nieuwe banen* (Utrecht 1902) 16.
135. H.J. Calkoen, 'Mutatiën, plotselinge veranderingen', *De Natuur* 24 (1904) 321-322.
136. Voor de geschiedenis van de Koninklijke Nederlandse Botanische Vereeniging, zie: W.H. Wachter, 'De Nederlandsche Botanische Vereeniging 1845-1945', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* 55 (1945) 12-188; P.E. Faasse, *Between seasons and science* (Amsterdam 1995).
137. 'Verslag van de twee en dertigste jaarvergadering ... 20en juli 1878', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* tweede serie, 3 (z.j. [1878-1882]) 235.
138. 'Buitengewone (winter)vergadering ... 30en december 1881', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* tweede serie, 3 (z.j. [1878-1882]) 429-430; 'Verslag van de vijf en dertigste jaarvergadering ... 29 juli 1882', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* tweede serie, 4 (1883-1886) 10.
139. 'Verslag van de vier en vijftigste vergadering ... 20 augustus 1892', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* tweede serie, 6 (1892-1895) 220-222; 'Verslag van de vijf en vijftigste vergadering ... 28 januari 1893', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* tweede serie, 6 (1892-1895) 242.
140. K. van Berkel, M.J. van Lieburg en H.A.M. Snelders, *Spiegelbeeld der wetenschap. Het Genootschap ter Bevordering van Natuur-, Genees- en Heelkunde 1790-1990* (Rotterdam 1991) 33-34.
141. Bibliotheek Nationaal Herbarium Nederland – afd. Leiden: Archief KNBV: brief van M.W. Beijerinck 30 aug. 1898 en brief van L. Vuyck 6 sept. 1898.
142. L. Vuyck, 'In memoriam prof. dr. W.F.R. Suringar', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* derde serie, 1, stuk 3 (1899 [1898]) i-x.
143. UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brieven van J. Heimans 23 feb. 1972 en 10 apr. 1972; Wachter, 'Nederlandsche', 68: 'In de necrologie door Vuyck aan Suringar gewijd, leest men hoe deze in zijn laatste levensjaren te kampen had met de stille tegenwerking van Hugo de Vries'. De naam van De Vries wordt door Vuyck echter niet genoemd. Wel schrijft hij: 'Juist bij de feestelijke herdenking van zijn veertigjarige ambtsvervulling [14 november 1897] drong iets van het venijn binnen dat hem het leven vergiftigd heeft'. Onbekend is waar Vuyck op doelde.
144. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brieven van Hugo de Vries 3 feb. 1898 en 23 feb. 1898.
145. Streekarchief Leiden: Archief van de gemeentepolitie Leiden, inv. no. 510 (dagrapport 12 juli 1898).
146. Hugo de Vries, 'W.F.R. Suringar', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 17 (1899) 220-224. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 506A.
147. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van Curatoren van de Rijksuniversi-

teit Leiden aan Hugo de Vries 4 nov. 1898; Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van Hugo de Vries aan Curatoren van de Rijksuniversiteit Leiden nov. 1898 (concept); Universiteit Leiden-Universiteitsbibliotheek: Archief van Curatoren, 1878-1953 – Rijksuniversiteit Leiden: inv. no. 1831 (Nota betreffende de brief van J.M. Janse van 24 okt. 1904 door J. Bosscha 15 nov. 1904). De benoeming van Janse zou tegen de zin van Suringars 'erfgenamen' Goethart, Vuyck en Jongmans zijn geweest. Janse zou weinig tegen hen in te brengen hebben gehad (UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van J. Heimans 10 apr. 1972).

148. W.A. Goddijn, 'In memoriam dr. Jan Paulus Lotsy 1867-1931', *Genetica* 13 (1931) i-xx; M.J. Sirks, 'In memoriam J.P. Lotsy (11.4.1867-17.11.1931), L. Vuyck (1.11.1862-18.11.1931)', *Vakblad voor Biologen* 13 (1931) 57-58; Wachter, 'Nederlandsche', 71.

149. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 7 okt. 1903.

150. London University, King's College Archives: Papers of R.R. Gates 1903-1962: brief van Hugo de Vries*.

151. 'Verslag van de zeven en zeventigste vergadering ... 7 februari 1904', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1904) 53-58; 'Verslag van de buitengewone vergadering ... 28en februari 1904', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1904) 62-67.

152. Bibliotheek Nationaal Herbarium Nederland – afd. Leiden: Archief KNBV: Notulen bestuursvergaderingen 1904-1928, blz. 5 (vergadering 19 mrt. 1904).

153. 'Vergadering van 28 mei [1904]', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1904) 86.

154. Bibliotheek Nationaal Herbarium Nederland – afd. Leiden: Archief KNBV: Notulen bestuursvergaderingen 1904-1928, blz. 12-13 (vergadering 24 sept. 1904).

155. Bibliotheek Nationaal Herbarium Nederland – afd. Leiden: Archief KNBV: Notulen bestuursvergaderingen 1904-1928, blz. 24-26 (vergadering 25 mrt. 1905); 'Verslag der vergadering op uitnodiging der Nederlandsche Natuurhistorische Vereeniging op 22 april j.l. te Amsterdam', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1905) 132-136.

156. Bibliotheek Nationaal Herbarium Nederland – afd. Leiden: Archief KNBV: Notulen bestuursvergaderingen 1904-1928, blz. 36-37 (vergadering 24 feb. 1906), blz. 38 (vergadering bestuur afd. A 1 juli 1906), blz. 44-45 (vergadering 28 okt. 1906), blz. 48-51 (vergadering 5 apr. 1907); 'Vergadering van Afdeling A op zondag 24 maart 1907...', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1907) 18-23.

157. 'Verslag der tweede wintervergadering der Afd. A ... 19 mei 1906', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1906) 77-78,

158. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 16 okt. 1906.

159. Bibliotheek Nationaal Herbarium Nederland – afd. Leiden: Archief KNBV: Notulen bestuursvergaderingen 1904-1928, blz. 42-43 (vergadering 28 okt. 1906).

160. UvA-Artisbibliotheek: Archief Comité Linnaeus Herdenking 1907: 'De Linnaeus-viering op 23 mei 1907', geschreven door L. Vuyck. Verschaft had wel kaarten voor de feestdag besteld maar was op de bewuste dag verhinderd wegens verblijf in het buitenland.

161. UvA-Artisbibliotheek: Archief Comité Linnaeus Herdenking 1907: brief van Hugo de Vries 13 mei 1907.

162. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 10 mei 1907. Zie voor de rede van Lotsy: J.P. Lotsy, *Carolus Linnaeus. Een en ander over zijne beteekenis, vooral ten opzichte van het soortsbegrip* (Haarlem 1907).

163. Aan Vuyck had Lotsy van tevoren geschreven: 'Ik zit nu nog, bij den liefelijke verhoudingen onder de Nederlandsche botanici, met de keuze der presidenten in mijn maag ... Ik kan het

natuurlijk best zonder ze stellen; ik ben nog wel mans genoeg dat zaakje alleen in elkaar te zetten, maar in vind het zoo'n belabberde indruk tegenover het buitenland als er 500 botanisten in Leiden komen ... en De Vries en zijn maatjes schitteren weer door hun afwezigheid. ... Ik vrees dat er niet veel aan te doen zal zijn want kleingeestigheid en botanie schijnen in Holland onder den "Eenen Leider" synonym te worden' (Bibliotheek Nationaal Herbarium Nederland – afd. Leiden: Archief KNBV: brief van J.P. Lotsy 19 mei 1907).

164. Bibliotheek Nationaal Herbarium Nederland – afd. Leiden: Archief KNBV: Notulen bestuursvergaderingen 1904-1928, blz. 53-58 (vergadering 29 mei 1907).

165. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 30 mei 1907.

166. Bibliotheek Nationaal Herbarium Nederland – afd. Leiden: Archief KNBV: brieven van J.P. Lotsy 30 mei 1907 en 4 juni 1907.

167. 'Vergadering der Afdeling A ... 19 juli 1907', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1907) 53-54. De bezwaren van de achttien leden zijn aanwezig in: Bibliotheek Nationaal Herbarium Nederland – afd. Leiden: Archief KNBV (ingekomen brieven 1907).

168. Bibliotheek Nationaal Herbarium Nederland – afd. Leiden: Archief KNBV: brief van J.P. Lotsy 17 sept. 1907; brief van F.A.F.C. Went 18 sept. 1907.

169. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 20 sept. 1907.

170. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 21 sept. 1907.

171. Bibliotheek Nationaal Herbarium Nederland – afd. Leiden: Archief KNBV: verslag van de vergadering van Afdeling B van de Nederlandsche Botanische Vereeniging 28 sept. 1907 (bij ingekomen brieven 1907).

172. 'Algemeene vergadering ... 13 oktober 1907', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1907) 99-101.

173. 'Ontwerp-statuten der Nederlandsche Botanische Vereeniging', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1908) 47-72.

174. 'Opmerkingen en amendementen op de concept-statuten der Nederlandsche Botanische Vereeniging door verschillende leden. 15 oktober 1908', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1908) 73-122.

175. 'Algemeene vergadering gehouden den 6 juni 1909', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1910) 55-81.

176. UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van J. Heimans 10 apr. 1972.

177. Bibliotheek Nationaal Herbarium Nederland – afd. Leiden: Archief KNBV: brief van J.P. Lotsy 29 sept. 1909.

178. J.M. Janse, *De voeding der hoogere planten* (Leiden 1899) 42.

179. Het volgende is gebaseerd op: Universiteit Leiden-Universiteitsbibliotheek: Archief van Curatoren, 1878-1953 – Rijksuniversiteit Leiden: inv. no. 1831; Nationaal Archief: Archief van het Ministerie van Binnenlandse Zaken: Afdeling Kunsten en Wetenschappen 1875-1918, inv. no. 447.

180. UvA-Artisbibliotheek: Archief Comité Linnaeus Herdenking 1907: brief van J.M. Janse 15 mei 1907. Lotsy reageerde hierop aan Vuycck: 'Wat een vlegel om een comité dat hem een gratis uitnodiging zendt de les te lezen over hun keuze van een spreker' (Bibliotheek Nationaal Herbarium Nederland – afd. Leiden: Archief KNBV: brief van J.P. Lotsy 19 mei 1907).

181. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 11 okt. 1907; Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brieven van Hugo de Vries 11 en 13 okt. 1907.

182. Hugo de Vries, 'Over het nut van herbariën', *Album der Natuur* (1908) 48-55.

183. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brieven van Hugo de Vries 31 okt., 4 nov. en 21 nov. 1907; Mu-

- seum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brieven van Hugo de Vries 23 okt. en 5 nov. 1907; Nationaal Herbarium Nederland – afd. Leiden: Archief KNBV: brief van J.P. Lotsy 7 nov. 1907.
184. J.M. Janse, Rede gehouden bij de opening van het Botanisch Laboratorium der Rijksuniversiteit te Leiden op woensdag 28 oktober 1908 (Leiden 1908) 5-17.
185. J.F. Veldkamp, 'The Rijksherbarium at 150 years', *Taxon* 29 (1980) 102; W.K.H. Karstens en H. Kleibrink, *De Leidse Hortus, een botanische erfenis* (Zwolle 1982) 88.
186. J.P. Lotsy, *Wat is systematiek?* (Leiden 1904) 26-33.
187. J.P. Lotsy, *Vorlesungen über Deszendenztheorie, mit besonderer Berücksichtigung der botanischen Seite der Frage, gehalten an der Reichsuniversität zu Leiden* (Jena 1906) 232-237.
188. J.F.J. Willems, *Scriptie over de werken van Jan Paulus Lotsy, vooral met betrekking tot de controverse Lotsy-De Vries* (doctoraalscriptie Katholieke Universiteit Nijmegen, 1971); M.J. Coesel, *Zinkviooltjes en zoetwaterwieren*. J. Heimans (1889-1978). *Natuurstudie en natuurbescherming in Nederland* (Hilversum 1993) 100-104.
189. C.A. White, 'The mutation theory of professor Hugo de Vries', *Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution* (1902) 631-640.
190. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 162 (brieven van C.A. White 6 aug. 1901 en 1 apr. 1902). C.A. White, 'Varietal mutation in the tomato', *Science* NS 14 (1901) 841-844; C.A. White, 'The saltatory origin of species', *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 29 (1902) 511-522; C.A. White, 'My tomato experiment', *The Independent* 54 (1902) 2460-2464; C.A. White, 'Aggregate atavistic mutation of the tomato', *Science* NS 17 (1903) 76-78; Hugo de Vries, 'Eine neue Tomate', *Die Technisch-Naturwissenschaftliche Zeit* 17 april 1903; Hugo de Vries, 'Twee nieuwe mutatiën', *Album der Natuur* (1903) 153-168.
191. D.T. MacDougal, 'The origin of species by mutation', *Torrea* 2 (1902) 65-68, 81-84, 97-100.
192. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 466 (brief van D.T. MacDougal 24 okt. 1903 waarin hij naar De Vries' antwoord van 29 apr. 1902 verwijst).
193. O.F. Cook, 'Evolution under domestication' [discussion], *Proceedings International Conference on Plant Breeding and Hybridization 1902* (New York 1904) 70.
194. D.T. MacDougal, 'Professor De Vries' experiments on the origin of species', *The Independent* 25 sept. 1902; Hugo de Vries, 'My primrose experiments', *The Independent* 25 sept. 1902.
195. Hugo de Vries, 'On atavistic variation in *Oenothera cruciata*', *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 30 (1903) 75-82. Het artikel verscheen in de aflevering gepubliceerd op 28 feb. 1903.
196. E.P. Lyle, 'Plant making in a Dutch garden', *Everybody's Magazine* 6 (1902) 596-602. Het interview met De Vries vond plaats op 18 dec. 1901 (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 195)).
197. Hugo de Vries, 'The origin of species by mutation', *Science* NS 15 (1902) 721-729.
198. Hugo de Vries, 'Unity in variability', *The University Chronicle* 1 (1898) 329-346. Volgens een noot bij de tekst maakte Hus gebruik van de uitgave van de rede in het *Album der Natuur* (no. 3, 1898), werd de vertaling door De Vries zelf gecontroleerd en werd deze door Hus voorgelezen op 28 sept. 1898. Zie ook: University of California, Berkeley: Jepson Library and Herbarium: Papers of W.A. Satchell: brief van Hugo de Vries aan M.P. Hus 25 aug. 1898.
199. 'American hybrid conference', *Journal of the Royal Horticultural Society* 27 (1902-1903) 1060-1068; W.H. Evans, 'International Conference on Plant Breeding and Hybridization', *Experiment Station Record* 14 (1903) 208-222; C.C. Hurst, 'Notes on the proceedings of the International Conference on Plant Breeding and Hybridisation 1902', *Journal of the Royal Horticultural Society* 29 (1904-1905) 417-433.

200. Museum Boerhaave, Leiden: brief van Hugo de Vries aan E. Tschermak 18 juni 1902.
201. Cook, 'Evolution under domestication', 69-73; L.H. Bailey, 'A medley of pumpkins', in: *Proceedings International Conference on Plant Breeding and Hybridization 1902* (New York 1904) 117-124.
202. W. Bateson, 'Practical aspects of the new discoveries in heredity', in: *Proceedings International Conference on Plant Breeding and Hybridization 1902* (New York 1904) 1-9.
203. Hugo de Vries, 'On artificial atavism', in: *Proceedings International Conference on Plant Breeding and Hybridization 1902* (New York 1904) 17-24.
204. De Vries, *Mutationstheorie II*, 196-200; RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 20 mei 1902.
205. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 183, 199).
206. American Philosophical Society, Philadelphia: Charles B. Davenport Papers – CSH-beginnings-file (brief aan F.W. Hooper, directeur van The Brooklyn Institute of Arts and Sciences, 21 april 1902 (afschrift); brief aan L. Agassiz 30 mei 1902 (afschrift); brief aan H.F. Osborn 30 mei 1902 (afschrift); brief aan de Trustees of the Carnegie Institution 5 mrt. 1903 (afschrift); brief van J.S. Billings 12 dec. 1903).
207. Th.H. Morgan, *Evolution and adaptation* (New York 1903). Het voorwoord is gedateerd 10 juni 1903, het boek werd gedrukt in oktober 1903. Zie ook: G.E. Allen, 'Thomas Hunt Morgan and the problem of natural selection', *Journal of the History of Biology* 1 (1968) 113-139; P.J. Bowler, 'Hugo de Vries and Thomas Hunt Morgan. The mutation theory and the spirit of Darwinism', *Annals of Science* 35 (1978) 65-69.
208. L. Plate, 'Darwinismus kontra Mutationstheorie', *Archiv für Rassen- und Gesellschafts-Biologie* 3 (1906) 183-200.
209. G. Henslow, 'Evolution and adaptation. A criticism', *Journal of the Royal Horticultural Society* 31 (1907) 159-163.
210. Th.H. Morgan, *Ontwikkeling en aanpassing* (Zutphen 1906). De vertaling werd gemaakt door P.G. Buekers, leraar natuurlijke historie in Haarlem.
211. L.H. Bailey, 'Some recent ideas on the evolution of plants', *Science NS* 17 (1903) 441-454; Th.H. Morgan, 'Darwinism in the light of modern criticism', *Harper's Magazine* (1903) 476-479; D.T. MacDougal, 'Mutation in plants', *The American Naturalist* 37 (1903) 737-770; Hugo de Vries, 'On the origin of species', *The Popular Science Monthly* 62 (1903) 481-496.
212. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 177-211).
213. University of California, Berkeley: Jepson Library and Herbarium: Papers of W.A. Setchell: brief van Hugo de Vries 3 mrt. 1928.
214. P. Dreyer, *A gardener touched with genius. The life of Luther Burbank* (Santa Rosa (CA) 1993) 106-135.
215. Library of Congress, Washington DC: Papers of Luther Burbank (box 8): brief van Hugo de Vries 21 juli 1903. De catalogus (Santa Rosa (CA) 1899) is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek.
216. 'Tells how Summer Session grew in size and interest', *The Record. Published during the summer Session at the University of California* 27 juni 1904; 'Summer session', *Register 1903-1904, University of California Bulletin* 6 (1904) 290-297.
217. University of California, Berkeley: The Bancroft Library: University archives-UC Berkeley, CU-5, Ser. 1, box 14 (brief van B.I. Wheeler aan Hugo de Vries 24 okt. 1903 (afschrift)).
218. University of California, Berkeley: The Bancroft Library: University archives-UC Berkeley, CU-5, Ser. 1, box 14 (brief van Hugo de Vries aan B.I. Wheeler 24 nov. 1903). \$ 1 had op dat moment een wisselkoers van ca. f 2,50 (zie: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 251 (brief van *The San Francisco Call* 18 jan. 1904)).

219. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 251 (brief van B.I. Wheeler 15 dec. 1903); University of California, Berkeley: The Bancroft Library: University archives-UC Berkeley, CU-5, Ser. 1, box 17 (brief van Hugo de Vries aan B.I. Wheeler 9 jan. 1904).
220. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 251 (brief van *The San Francisco Call* 18 jan. 1904).
221. 'Distinguished botanist plans for experiments', *The San Francisco Call* 15 feb. 1904; Hugo de Vries, *Naar Californië* (Haarlem 1905) 397.
222. H. Hus, 'Hugo de Vries', *The Open Court* (1906) 723-725.
223. Hugo de Vries, 'Proeftuinen voor selectie-proeven', *Album der Natuur* (1896) 65-75.
224. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 5-9), 110, 111; 'Het feest van prof. dr. Hugo de Vries', *Het Nieuws van den Dag* 15 okt. 1903.
225. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 251 (brief van J.M. Coulter 15 feb. 1904; brief van J. Arthur Harris 17 feb. 1904; brief van het Organizing Committee International Congresses Universal Exposition Saint Louis 26 feb. 1904; brief van Nicholas M. Butler (president Columbia University) 14 april 1904; brief E. Mead Wilcox (Alabama Polytechnic Institute and Agricultural Experiment Station) 4 mei 1904; brief American Chemical Society (Californian Section) 27 mei 1904; brief L. Lisser (president van de Unitarian Club, San Francisco) 1 juni 1904; brief F.C. Newcombe (University of Michigan) 7 juni 1904).
226. American Philosophical Society, Philadelphia: Charles B. Davenport Papers: brief van Davenport aan Hugo de Vries 22 mrt. 1904 (afschrift).
227. American Philosophical Society, Philadelphia: Charles B. Davenport Papers: brief van Hugo de Vries 5 apr. 1904.
228. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 251 (brief van C.B. Davenport 17 apr. 1904).
229. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brieven en afschriften van brieven van Hugo de Vries aan E.L. de Vries-Egeling en M.E. de Vries-Reuvs uit Amerika 28 mei-2 okt. 1904; De Vries, *Naar Californië*, 412-494. Delen van de correspondentie en het reisboek zijn gepubliceerd in: Hugo de Vries, *O Woes! 't Is hier zo mooi! Reizen in Amerika* (Amsterdam 1998).
230. American Philosophical Society, Philadelphia: Charles B. Davenport Papers: brief van Hugo de Vries 19 mei 1904.
231. De handgeschreven en voorgelezen versie is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 268. De gedrukte versie in: Hugo de Vries, 'The aim of experimental evolution', *Carnegie Institution of Washington Year Book* 3 (1904) 39-49, tevens in: Hugo de Vries, 'Experimental evolution', *Scientific American* 94 (1906) 167-. De Nederlandse gedrukte versie in: Hugo de Vries, 'Experimenteele evolutie', *Onze Eeuw* 4 (1904) 282-309, 362-393, tevens in: Hugo de Vries, *Het Yellowstone Park. Experimenteele evolutie* (Amsterdam 1905) (idem 1907; idem 1911³).
232. E.G. Conklin, 'The mutation theory from the standpoint of cytology', *Science* NS 21 (1905) 525-529.
233. University of California, Berkeley: The Bancroft Library: University archives-UC Berkeley, CU-5, Ser. 1, box 17 (brief van B.I. Wheeler aan Hugo de Vries 2 mrt. 1904 (afschrift)).
234. American Philosophical Society, Philadelphia: W.J.V. Osterhout Papers: brieven van Hugo de Vries 29 nov. 1902 en 22 okt. 1903.
235. Op voorstel van Osterhout en W.L. Jepson, hoogleraar botanie in Berkeley (University of California, Berkeley: Jepson Library and Herbarium: Papers of W.L. Jepson: brieven van E.D. Palmer 21 mei en 21 aug. 1904).

236. Hugo de Vries, *Species and varieties. Their origin by mutation* (Chicago en Londen 1905) (idem 1906').
237. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 9 jan 1905.
238. P.J. Pauly, *Controlling life. Jacques Loeb and the engineering ideal in biology* (New York 1987).
239. Library of Congress, Washington DC: Papers of Luther Burbank (box 8): brief van Hugo de Vries 19 mei 1904.
240. Dezelfde teneur in: RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 27 juli 1904: 'Ik heb nogal heen en weer gereisd, en van tuin- en ooftbouw zooveel gezien als in dien tijd mogelijk was. Maar voor mutatie of cultuurproeven valt hier niet veel te leeren'.
241. Deze tekst in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 252 (achterzijde brief no. 80) en inv. no. 252 (achterzijde brief no. 85). Gedeeltelijk in: Library of Congress, Washington DC: Papers of Luther Burbank (box 18).
242. Hugo de Vries, 'The evidence of evolution', *Science* NS 20 (1904) 395-401.
243. B. Theunissen, 'Nut en nog eens nut'. *Wetenschapsbeelden van Nederlandse natuuronderzoekers, 1800-1900* (Hilversum 2000) 130-132.
244. Een overzicht van de in 1904 waargenomen *Oenothera*-soorten in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 260.
245. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 268.
246. D.T. MacDougal, A.M. Vail, G.H. Shull en J.K. Small, *Mutants and hybrids of the Oenotheras* (Washington 1905) 7-8.
247. UvA-Artisbibliotheek: brief van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 7 juni 1905.
248. University of Southern Illinois, Carbondale (IL): The Open Court Publishing Company Records: brief van Hugo de Vries 19 jan. 1905. Getuige deze datum had Carus de foto reeds in de eerste druk willen opnemen. De foto is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 423.
249. G.E. Allen, 'Hugo de Vries and the reception of the "mutation theory"', *Journal of the History of Biology* 2 (1969) 55-87; S.E. Kingsland, 'The battling botanist. Daniel Trembley MacDougal, mutation theory, and the rise of experimental evolutionary biology in America, 1900-1912', *Isis* 82 (1991) 479-509.
250. Zie ook: MacDougal e.a., *Mutants and hybrids*, 29-34.
251. 'The mutation theory of organic evolution', *Science* NS 21 (1905) 521-543. 'Hugo de Vries kann mit den Erfolgen seiner Mutationstheorie zufrieden sein', aldus Ludwig Plate na het lezen van deze Amerikaanse 'Lobeshymnus' (Plate, 'Darwinismus kontra Mutationstheorie', 183).
252. Th.L. Casey, 'The mutation theory', *Science* NS 22 (1905) 307-309.
253. W.E.D. Scott, 'On the probable origin of certain birds', *Science* NS 22 (1905) 271-282.
254. C.B. Davenport, 'Species and varieties, their origin by mutation. By Hugo de Vries', *Science* NS 22 (1905) 369-372.
255. W.J.V. Osterhout, *Experiments with plants* (New York 1905) 453.
256. MacDougal, *Mutants and hybrids*, 61-64; Kinsland, *Battling botanist*', 483-487
257. M.M. Metcalf, 'Determinate mutation', *Science* NS 21 (1905) 355-356; M.M. Metcalf, 'The influence of the plasticity of organisms upon evolution', *Science* NS 23 (1906) 786-787.
258. D.S. Jordan, 'The origin of species through isolation', *Science* NS 22 (1905) 545-562.
259. J.A. Allen, 'The evolution of species through climatic conditions', *Science* NS 22 (1905) 661-668.
260. C. Robertson, 'Ecological adaptation and ecological selection' *Science* NS 23 (1906) 307-310.

261. E.W. Berry, 'Isolation and evolution', *Science* NS 23 (1906) 34.
262. C. H. Merriam, 'Is mutation a factor in the evolution of the higher vertebrates?', *Science* NS 23 (1906) 241-257.
263. Th.L. Casey, 'Variation versus mutation', *Science* NS 23 (1906) 632.
264. A.E. Ortmann, 'The fallacy of the mutation theory', *Science* NS 23 (1906) 746-748.
265. Hzn., 'Professor Hugo de Vries', *Svenska Dagbladet* 18 juli 1907.
266. De Vries, *Mutationstheorie*, II 662-663.
267. Hugo de Vries, 'Die Svalöfer Methode zur Veredelung landwirtschaftlicher Kulturgewächse und ihre Bedeutung für die Selektionstheorie', *Archiv für Rassen- und Gesellschafts-Biologie* 3 (1906) 325-358; Hugo de Vries, 'Ältere und neuere Selektionsmethoden', *Biologisches Centralblatt* 26 (1906) 385-395; Hugo de Vries, 'La théorie darwinienne et la sélection en agriculture', *Revue Scientifique* vijfde serie, 5 (1906) 449-454.
268. Hugo de Vries, *Afstammings- en mutatieleer* (Baarn 1907) 22-23.
269. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 342 (brief American Philosophical Society, Philadelphia, 13 dec. 1905).
270. Library of Congress, Washington DC: Papers of Jacques Loeb: brief van Hugo de Vries 27 dec. 1905.
271. Library of Congress, Washington DC: Papers of Jacques Loeb: brief van Hugo de Vries 3 feb. 1906.
272. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 146.
273. UvA-Artisbibliotheek: brief van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 8 mrt. 1906.
274. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 106 (brief van E.D. Palmer 25 mrt. 1906).
275. Voor het verloop van de reis, zie: Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brieven en afschriften van brieven van Hugo de Vries aan E.L. de Vries-Egeling en M.E. de Vries-Reuvens uit Amerika 31 maart-10 sept. 1906; Hugo de Vries, *Naar Californië II* (Haarlem 1907). Delen van de correspondentie en het reisboek zijn gepubliceerd in: Hugo de Vries, *O Wies! 't Is hier zo mooi! Reizen in Amerika* (Amsterdam 1998).
276. E.B. Wilson, *The cell in development and inheritance* (New York en Londen 1900) 289-329, 361-435.
277. G.E. Allen, *Thomas Hunt Morgan. The man and his science* (Princeton (NJ) 1978) 125-144.
278. Library of Congress, Washington DC: Papers of Luther Burbank (box 8): brief aan Hugo de Vries 14 feb. 1905 (afschrift). D.S. Jordan, *The days of a man: being memories of a naturalist, teacher and minor prophet of democracy* (2 dln.; New York 1922) I, 449.
279. Hugo de Vries, 'Elementary species in agriculture', *Proceedings of the American Philosophical Society* 45 (1906) 149-156.
280. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 106 (brief van E.D. Palmer 10 mei 1906).
281. American Philosophical Society, Philadelphia: Charles B. Davenport Papers: brieven van G.H. Shull 22 en 26 juni 1906).
282. B. Glass, 'The strange encounter of Luther Burbank and George Harrison Shull', *Proceedings of the American Philosophical Society* 124 (1980) 133-153; Dreyer, *Gardener*, 169-173, 179-183, 188-189, 194-198.
283. William Bateson: scientific correspondence and papers: brief van W. Bateson aan B. Bateson 24 aug. 1907.

284. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 106 (brief van E.D. Palmer z.d. [aug. 1906]).
285. Collectie fam. De Vries: Archief Hugo de Vries: brief van Hugo de Vries aan M.E. de Vries-Reuvens 28 sept. 1906.
286. UvA-Artisbibliotheek: brieven van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 27 nov. 1906 en 5 jan. 1907.
287. 'Royal Society's Medal Awards', *The Times* 1 dec. 1906.
288. UvA-Artisbibliotheek: brief van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 27 nov. 1906. Zie ook: Library of Congress, Washington DC: Papers of Jacques Loeb: brief van Hugo de Vries 3 jan. 1907: 'Sie kennen mein Princip nie auf Kritiken zu antworten'.
289. Hugo de Vries, *Plant-breeding. Comments on the experiments of Nilsson and Burbank* (Chicago 1907).
290. Hzn., 'Professor Hugo de Vries', *Svenska Dagbladet* 18 juli 1907.
291. Hugo de Vries, 'De landbouwbeweging in Zweden', *Album der Natuur* (1908) 97-103, 165-173, 197-216. Het verscheen in drie delen in de afleveringen van januari, maart en april.
292. Nationaal Archief: Archief van de Hollandsche Maatschappij van Landbouw 1847-1982, inv. no. 1323 (vergadering 14 okt. 1908).
293. K. Tjebbes, *Antwoord op de prijsvraag in november 1908 uitgeschreven door de Hollandsche Maatschappij van Landbouw over de veredeling van landbouwgewassen te Svalöf* (z.p., z.j.). Op uitnodiging van de Groningse Vereeniging voor Hooger Landbouw Onderwijs had Hjalmar Nilsson in Groningen in okt.-nov. 1908 gedurende drie weken zes voordrachten gehouden. Van 9 tot en met 13 nov. 1908 logeerde Nilsson bij De Vries. Hij hield op 11 nov. een lezing voor De Vries' studenten. Tjebbes vertrok op 14 nov. 1908 naar Svalöf, mogelijk in gezelschap van Nilsson (UvA-Artisbibliotheek: brieven van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 8 en 14 nov. 1908; H. Maat, 'De veredeling van tarwe in Nederland', *NEHA-Jaarboek voor Economische, Bedrijfs- en Techniekgeschiedenis* 61 (1998) 90-92).
294. UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brieven van J. Heimans 28 feb. 1971 en 14 okt. 1971. Dit incident moet dan eind 1909 of begin jan. 1910 hebben plaatsgehad. In de vergadering van 20 jan. 1910 van het hoofdbestuur van de Hollandsche Maatschappij van Landbouw werd gemeld dat er twee exemplaren van het prijschrift waren ontvangen. Besloten werd één volledig exemplaar naar De Vries te sturen met verzoek het te laten circuleren onder de juryleden, en één zo volledig mogelijk exemplaar te sturen naar de prijsvraagcommissie van de Maatschappij (Nationaal Archief: Archief van de Hollandsche Maatschappij van Landbouw 1847-1982, inv. no. 1323 (vergadering 20 jan. 1910)). De prijsvraagcommissie van de Maatschappij bestond uit G. Kruseman, H.A. Nebbens Sterling en J. van der Koogh. Samen met Luitje Broekema (directeur van de Rijkslandbouwschool in Wageningen en adviserend lid van de Maatschappij) en De Vries vormden zij de jury (Nationaal Archief: Archief van de Hollandsche Maatschappij van Landbouw 1847-1982, inv. no. 1323 (vergadering 21 okt. 1909)). Op 19 apr. 1910 kwam de jury in de Hortus bij elkaar (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 193)). Zij keurde de inzending goed maar wensten ten eerste dat Tjebbes het laatste hoofdstuk zou laten vervallen, de andere hoofdstukken van het vierde gedeelte zodanig zou bewerken dat niemand in Nederland aanstoot aan de tekst zou kunnen nemen en een nieuw slot zou schrijven (Tjebbes had het coöperatiestelsel teveel aanbevolen), en ten tweede dat hij een stukje over zaai-zaadveredeling in Nederland zou toevoegen. Aldus werd geadviseerd aan het hoofdbestuur van de Maatschappij. Op 23 juni 1910 werd de prijs aan Tjebbes persoonlijk uitgereikt (Nationaal Archief: Archief van de Hollandsche Maatschappij van Landbouw 1847-1982, inv. no. 1323 (vergadering 19 mei en 23 juni 1910)). Tjebbes heeft de beide gevraagde bewerkingen uitgevoerd,

- de tweede echter onder protest omdat die toevoeging volgens hem volgens de tekst van de prijsvraag niet was bedongen (UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van A.C. Zeven 15 mrt. 1971 met copie van brief van K. Tjebbes aan L. Broekema 6 sept. 1910, destijds aanwezig in het archief van de Landbouwhogeschool Wageningen). In de vergadering van het hoofdbestuur van de Maatschappij van 26 jan. 1911 maakte Nebbens Sterling er bezwaar tegen dat de toevoeging in de gedrukte uitgave van Tjebbes inzending werd meegenomen; dit was tegen de wil van de jury. Het hoofdbestuur constateerde een misverstand, liet de uitgave stilleggen maar korte tijd later hervatten (vergaderingen 26 jan. 1911, feb. 1911 en apr. 1911 volgens: UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van A.A. Oskam, namens de Hollandsche Maatschappij van Landbouw, 7 juli 1972; het door hem geraadpleegde notulenboek is in 2008 niet aangetroffen in: Nationaal Archief: Archief van de Hollandsche Maatschappij van Landbouw 1847-1982, inv. no. 1323 waarin het zich had moeten bevinden). De hoofdtekst van het gedrukte antwoord van Tjebbes is gedateerd mei 1910, het aanhangsel sept. 1910. Tjebbes slaagde op 30 sept. 1908 voor zijn kandidaatsexamen en op 16 mrt. 1911 voor zijn doctoraalexamen. Hij promoveerde op 22 mei 1912 op *Kiemproeven met suikerbietenzaad* (Amsterdam 1912). Over de invloed van de Zweedse methode in Nederland, zie: H. Maat, *Science cultivating practice. A history of agricultural science in the Netherlands and its colonies, 1863-1986* (Dordrecht, Boston en Londen 2001) 125-127.
295. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 543. Gepubliceerd als: Hugo de Vries, 'Masters' book on vegetable teratology', *Journal of the Royal Horticultural Society* 35 (1910) 154-162; Hugo de Vries, 'The production of horticultural varieties', *Journal of the Royal Horticultural Society* 35 (1910) 321-326.
296. UvA-Artisbibliotheek: brieven van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 30 sept. 1909. De lezingen waren op 22 juni en 28 sept., de Darwin-herdenking vond plaats van 22 tot en met 24 juni 1909.
297. M.L. Richmond, 'The 1909 Darwin celebration. Reexamining evolution in the light of Mendel, mutation and meiosis', *Isis* 97 (2006) 447-484.
298. UvA-Artisbibliotheek: brieven van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 25 juni 1909.
299. 'Madame De Vries and daughter stayed with us but the professor stayed in a hotel in Cambridge and turned his back on Will at the conversazione in the Fitzwilliam' (CUL: William Bateson: scientific correspondence and papers: afschrift van een brief van W. Bateson aan C.C. Hurst 25 juni 1909, met bovenvermelde opmerking toegevoegd door Beatrice Bateson).
300. L. Boon, *De list der wetenschap. Variatie en selectie: vooruitgang zonder rationaliteit* (Baarn 1983) 98-104; P. Froggatt en N.C. Nevin, 'The "Law of ancestral heredity" and the Mendelian-ancestrian controversy in England, 1889-1906', *Journal of Medical Genetics* 8 (1971) 1-36; A.G. Cock, 'William Bateson, Mendelism and biometry', *Journal of the History of Biology* 6 (1973) 1-36.
301. W. Bateson, *Mendel's principles of heredity* (Cambridge 1909) 53-54, 65-67, 76-83, 270-272, 283-290; R.G. Swinburne, 'The Presence-and-Absence theory', *Annals of Science* 18 (1962) 131-145; S. Schwartz, 'Characters as units and the case of the presence and absence hypothesis', *Biology and Philosophy* 17 (2002) 369-388.
302. W. Bateson, 'Heredity and variation in modern lights', in: A.C. Seward (red.), *Darwin and modern science* (Cambridge 1909) 85-101. Het voorwoord van *Mendel's principles of heredity* is gedateerd 'February, 1909', dat van *Darwin and modern science* 'March 20, 1909', dus mogelijk had De Vries beide boeken reeds voor zijn verblijf in Cambridge gelezen.
303. Hugo de Vries, 'Variation', in: A.C. Seward (red.), *Darwin and modern science* (Cambridge 1909) 66-84.

304. UvA-Artisbibliotheek: brief van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 14 nov. 1909.
305. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 544.
306. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 28 mei 1903.
307. UvA-Artisbibliotheek: brieven van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 8 apr., 28 mei, 5 juli, 10 sept. en 1 nov. 1907.
308. Hugo de Vries, 'On twin hybrids', *The Botanical Gazette* 44 (1907) 401-407; Hugo de Vries, 'On triple hybrids', *The Botanical Gazette* 47 (1909) 1-8; Hugo de Vries, 'Über die Zwillingsbastarde von *Oenothera nanella*', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 26A (1908) 667-676.
309. J.A. Honing, *De tweelingbastaarden van *Oenothera lamarckiana** (Amsterdam 1909) 2, 102-103.
310. Universiteit Utrecht: Archief J.A. Honing: brief van *; J.A. Honing, 'Die Doppelnatur der *Oenothera lamarckiana*', *Zeitschrift für Induktive Abstammungs- und Vererbungslehre* 4 (1911) 276-277. 'Honing is nog wel bij Hugo de Vries gepromoveerd (op een *Oenothera*-onderwerp) maar heeft daarbij ook de boosheid van Hugo de Vries opgewekt en moest verdwijnen' (UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van J. Heimans 14 okt. 1971).
311. Hugo de Vries, 'Über doppeltreziproke Bastarde von *Oenothera biennis* L. und *O. muricata* L.', *Biologisches Centralblatt* 31 (1911) 97-104.
312. De Vries, *Mutationstheorie*, I 99.
313. J.M. Geerts, 'Bijdrage tot de kennis van de cytologische ontwikkeling van *Oenothera lamarckiana*', *Verslag van de Gewone Vergaderingen der Wis- en Natuurkundige Afdeling der Koninklijke Akademie van Wetenschappen* 17 (1908) 242-248; J.M. Geerts, *Beiträge zur Kenntnis der Cytologie und der partiellen Sterilität von *Oenothera lamarckiana** (Nijmegen 1909) 104-105.
314. Hugo de Vries, *Gruppenweise Artbildung unter spezieller Berücksichtigung der Gattung *Oenothera** (Berlijn 1913) 30-32.
315. R.R. Gates, 'Pollen development in hybrids of *Oenothera lata* x *O. lamarckiana*, and its relation to mutation', *Botanical Gazette* 43 (1907) 81-115; J.M. Geerts, 'Über die Zahl der Chromosomen von *Oenothera lamarckiana*', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 25 (1907) 191-195.
316. A.M. Lutz, 'A preliminary note on the chromosomes of *Oenothera lamarckiana* and one of its mutants', *Science* NS 26 (1907) 151-152. Lutz had haar ontdekking mogelijk al in 1905 gedaan maar zij was altijd erg traag met de publicatie van haar resultaten (American Philosophical Society, Philadelphia: Charles B. Davenport Papers: brief aan A.M. Lutz 25 mrt. 1921 (afschrift)).
317. R.R. Gates, 'The chromosomes of *Oenothera*', *Science* NS 27 (1908) 193-195.
318. American Philosophical Society, Philadelphia: Charles B. Davenport Papers: brief van Hugo de Vries 31 dec. 1907.
319. UvA-Artisbibliotheek: brief van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 7 nov. 1908.
320. Hugo de Vries, 'Bastarde von *Oenothera gigas*', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 26A (1908) 754-762.
321. De Vries, *Mutationstheorie*, II 504-505.
322. R.R. Gates, 'The stature and chromosomes of *Oenothera gigas* de Vries', *Archiv für Zellforschung* 3 (1909) 525-552; R.R. Gates, 'The behavior of the chromosomes in *Oenothera lata* x *O. gigas*', *The Botanical Gazette* 48 (1909) 179-199.
323. Th.J. Stomps, *Kerndeeling en synopsis bij *Spinacia oleracea* L.* (Amsterdam 1910) 52-64.
324. J.M. Geerts, 'Voorloopige mededeeling over cytologische onderzoekingen van eenige *Oenothera*-bastaarden', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1911) 35-38 (gedaan in de verg. van 25 feb. 1911); J.M. Geerts, 'Cytologische Untersuchungen einiger Bastarde von *Oenothera gigas*', *Berichte der Deutschen Botanische Gesellschaft* 29 (1911) 160-166.

325. Th.J. Stomps, 'Die Entstehung von *Oenothera gigas*', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 30 (1912) 406-416.
326. A.M. Lutz, 'Triploid mutants in *Oenothera*', *Biologisches Centralblatt* 32 (1912) 384-435.
327. American Philosophical Society, Philadelphia: Charles B. Davenport Papers: brief van G.H. Shull 12 sept. 1910.
328. American Philosophical Society, Philadelphia: Charles B. Davenport Papers: brief van A.M. Lutz 29 aug. 1910.
329. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 195); American Philosophical Society, Philadelphia: Charles B. Davenport Papers: brieven van A.M. Lutz 20 mei en 10 aug. 1911, 9 mei, 10 juni en 2 okt. 1912.
330. A.M. Lutz, '*Oenothera* mutants with diminutive chromosomes', *American Journal of Botany* 3 (1916) 502-520; A.M. Lutz, 'Fifteen and sixteen chromosome *Oenothera* mutants', *American Journal of Botany* 4 (1917) 53-111; A.M. Lutz, 'Characters indicative of the number of somatic chromosomes present in *Oenothera* mutants and hybrids', *The American Naturalist* 51 (1917) 375-377. Er zou nog een artikel volgen, maar dat is niet verschenen.
331. UvA-Artisbibliotheek: brieven van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 18 feb. en 28 mei 1910. Aan het congres zelf nam De Vries geen deel.
332. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 9 mrt. 1906; Geerts, *Beiträge*, voorwoord.
333. UvA-Artisbibliotheek: brief van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 23 jan. 1909. Stomps verwerkte zijn ervaringen in de derde, door hem bewerkte druk van: Hugo de Vries, *Handleiding bij het vervaardigen van microscopische praeparaten* (Haarlem 1914³) 18-26.
334. In de periode 1913-1919 was Caspar van Overeem particulier assistent van De Vries. Hij voerde tellingen van chromosomen uit en maakte preparaten van het onderzochte materiaal. Zie: Hugo de Vries. 'The coefficient of mutation in *Oenothera biennis* L.', *The Botanical Gazette* 59 (1915) 196; Hugo de Vries, 'Mass mutations and twin hybrids of *Oenothera grandiflora* Ait.', *The Botanical Gazette* 65 (1918) 403.
335. De Vries, *Gruppenweise Artbildung*, 2. Over Van Overeem, zie: B.H. Danser, 'In memoriam dr. C. van Overeem', *De Tropische Natuur* 16 (1927) 57-58; B.H. Danser, 'In memoriam Caspar van Overeem', *Bulletin du Jardin Botanique* derde serie, 9 (1927) 1-5.
336. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 475. Het zou aanvankelijk de bedoeling zijn geweest het boek samen met Stomps te schrijven (UvA-Artisbibliotheek: brief van M.E. de Vries-Reuvsen aan E.D. Palmer 7 nov. 1910).
337. De Vries, *Gruppenweise Artbildung*, 9-15, tevens 108-112, 268-287, 292-295, 333-339.
338. De Vries, *Gruppenweise Artbildung*, 85-87.
339. De Vries, *Gruppenweise Artbildung*, 133-140, 156-157, 288-289, 335. De weergave van de gebeurtenissen in: R.E. Cleland, *Oenothera. Cytogenetics and evolution* (Londen en New York 1972) 14-16 is niet geheel juist.
340. De Vries, *Gruppenweise Artbildung*, 341-348.
341. Lutz, 'Triploid mutants in *Oenothera*', 384-435.
342. De Vries, *Gruppenweise Artbildung*, 339-341.
343. John Innes Centre, Norwich: William Bateson papers: brief van A.L. Hagedoorn 29 nov. 1913.
344. Hugo de Vries, 'Über amphikline Bastarde', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 33 (1915) 461-468.

345. Hugo de Vries, 'Über die Abhängigkeit der Mutations-Koeffizienten von äussere Einflüssen', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 34 (1916) 2-7.
346. W. Bateson en E.R. Saunders, 'Experimental studies in the physiology of heredity', in: *Reports to the Evolution Committee of the Royal Society* (Londen 1910) 153.
347. H.M. Vernon, *Variation in animals and plants* (Londen 1903) 60-61.
348. E.C. Jeffrey, 'The mutation myth', *Science* NS 39 (1914) 489.
349. B.M. Davis, 'Genetical studies on *Oenothera* II. Some hybrids of *O. biennis* and *O. grandiflora* that resemble *O. lamarckiana*', *The American Naturalist* 45 (1911) 193-233; B.M. Davis, 'Genetical studies on *Oenothera* III. Further hybrids of *O. biennis* and *O. grandiflora* that resemble *O. lamarckiana*', *The American Naturalist* 46 (1912) 377-427.
350. N. Heribert-Nilsson, 'Die Variabilität der *Oenothera lamarckiana* und das Problem der Mutation', *Zeitschrift für Induktive Abstammungs- und Vererbungslehre* 8 (1912) 89-231.
351. American Philosophical Society, Philadelphia: Charles B. Davenport Papers: brief van A.M. Lutz 10 juni 1912: 'Prof. De Vries is looking forward to his visit to America with the greatest pleasure. Says his chief mission is to convince Dr. Bradley Davis that he is on the wrong side of the fence'.
352. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 382 (brief van S.M. Tracy 17 juni 1912).
353. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 382 (brief van B.M. Davis 15 juli 1912).
354. De Vries schreef over Davis' werk aan H.F. Roberts in Manhattan (Kansas) in okt. 1912. Die antwoordde: 'I must say that I am immensely relieved to hear from you of the apparent failure of his investigation' (UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 383 (brief van H.F. Roberts 23 okt. 1912)).
355. Hugo de Vries, 'Über die Dauer der Mutationsperiode bei *Oenothera lamarckiana*', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 23 (1905) 384-385.
356. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 383 (brief van B.M. Davis 20 sept. 1912).
357. Hugo de Vries, *Van Texas naar Florida* (Haarlem 1913) 110-112.
358. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 382 (brief van H.H. Bartlett 6 aug. 1912).
359. Hugo de Vries en H.H. Bartlett, 'The Evening primroses of Dixie Landing, Alabama', *Science* NS 35 (1912) 599-601; De Vries, *Texas*, 14-37.
360. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 383 (brieven van H.H. Bartlett 2 en 24 okt. 1912).
361. B.M. Davis, 'Genetical studies on *Oenothera* IV. The behaviour of hybrids between *Oenothera biennis* and *O. grandiflora* in the second and third generations', *The American Naturalist* 47 (1913) 449-476, 547-571; B.M. Davis, '*Oenothera neo-lamarckiana*, hybrid of *O. franciscana* Bartlett x *O. biennis* Linnaeus', *The American Naturalist* 50 (1916) 688-696; B.M. Davis, 'Was Lamarck's evening primrose (*Oenothera lamarckiana* Seringe) a form of *Oenothera grandiflora* Solander?', *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 39 (1912) 519-533.
362. Hugo de Vries, 'l'*Oenothera grandiflora* de l'herbier de Lamarck', *Revue Générale de Botanique* 25b (1914) 151-166; Hugo de Vries, 'The probable origin of *Oenothera lamarckiana* Ser.', *The botanical Gazette* 57 (1914) 345-361; L. Blaringhem, 'l'*Oenothera lamarckiana* Seringe et les *oenothères* de la forêt de Fontainebleau', *Revue Générale de Botanique – Livre dédié à Gaston Bonnier* (1914) 35-50. UvA-Artisbibliotheek: brief van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 28 nov. 1913.

363. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 544. Hugo de Vries, 'The principles of the theory of mutation', *Science NS* 40 (1914) 77-84.
364. B.M. Davis, 'Professor De Vries on the probable origin of *Oenothera lamarckiana*', *The American Naturalist* 49 (1915) 59-64.
365. Jeffrey, 'Mutation myth', 491.
366. J.P. Lotsy, *Het tegenwoordige standpunt der evolutieleer* ('s-Gravenhage 1916) 37-61.
367. W. Bateson, *Problems of genetics* (New Haven, Londen en Oxford 1913) 97-117.
368. Johannsen, *Elemente* (1913²) 642-650.
369. E. Lehmann, 'Über den gegenwärtigen Stand der Mutationstheorie', *Die Naturwissenschaften* 2 (1914) 597-601.
370. Th.H. Morgan, *A critique of the theory of evolution* (Princeton (NJ) 1916) m.n. 143-194.
371. R.R. Gates, *The mutation factor in evolution, with particular reference to Oenothera* (Londen 1915) 7-9, 77, 293-316.
372. B.M. Davis, 'The mutation factor in evolution, with particular reference to *Oenothera* by R. Ruggles Gates ...', *Science NS* 42 (1915) 651.
373. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 170.
374. O. Renner, 'Befruchtung und Embryobildung bei *Oenothera lamarckiana* und einigen verwandten Arten', *Flora* 107 (1915) 115-150 (het artikel is gedateerd 28 feb. 1914, het verscheen in de aflevering van 15 juni 1914; de jaargang draagt het jaar 1915).
375. Hugo de Vries, 'The coefficient of mutation in *Oenothera biennis* L.', *The Botanical Gazette* 59 (1915) 173-174.
376. De Vries ontleende het begrip getuige de voetnoot bij zijn artikel aan: Th.H. Morgan, A.H. Sturtevant, H.J. Muller en C.B. Bridges, *The mechanism of Mendelian heredity* (New York 1915). De twee passages in het boek (door Morgan aan De Vries opgestuurd) over de letale factor (105, 233) zijn hierin aangestreept (aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek). Morgan had de letale factor reeds genoemd in: *Heredity and sex* (New York 1913) 223, en in: 'Two sex-linked lethal factors in *Drosophila* and their influence on the sex-ratio', *Journal of Experimental Zoology* 17 (1914) 81-122. De Vries kende deze publicaties waarschijnlijk niet.
377. Hugo de Vries, 'Über künstliche Beschleunigung der Wasseraufnahme in Samen durch Druck', *Biologisches Centralblatt* 35 (1915) 161-176; Hugo de Vries, 'Gute, harte und leere Samen von *Oenothera*', *Zeitschrift für Induktive Abstammungs- und Vererbungslehre* 16 (1916) 239-292.
378. O. Renner, 'Die tauben Samen der *Oenotheren*', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 34 (1916) 858-869; O. Renner, 'Versuche über die gametische Konstitution der *Oenotheren*', *Zeitschrift für Induktive Abstammungs- und Vererbungslehre* 18 (1917) 121-294; E. Lehmann, *Die Theorien der Oenotheraforschung* (Jena 1922) 150-158, 182-188.
379. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 170 (brieven van H.H. Bartlett 28 apr. 1914 en 7 feb. 1915). H.H. Bartlett, 'Mutation en masse', *The American Naturalist* 49 (1915) 129-139; H.H. Bartlett, 'Mass mutation in *Oenothera pratincola*', *The Botanical Gazette* 60 (1915) 425-456.
380. Hugo de Vries, 'Halbmutanten und Zwillingsbastarde', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 35 (1917) 128-135; Hugo de Vries, 'Mass mutations and twin hybrids of *Oenothera grandiflora* Ait.', *The Botanical Gazette* 65 (1918) 377-422; Hugo de Vries, '*Oenothera rubrinervis*, a half mutant', *The Botanical Gazette* 67 (1919) 1-26.
381. Hugo de Vries, 'Phylogenetische und gruppenweise Artbildung', *Flora NF* 11 (1918) 224-225; Hugo de Vries, 'Kreuzungen von *Oenothera lamarckiana* mut. *velutina*', *Zeitschrift für Induktive Ab-*

- stammungs- und Vererbungslehre 19 (1918) 33; Hugo de Vries, 'Oenothera lamarckiana mut. simplex', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 36 (1919) 65-73.
382. De Vries, 'Kreuzungen von Oenothera lamarckiana mut. velutina', 34.
383. O. Renner, 'Bemerkungen zu der Abhandlung von Hugo de Vries, 'Kreuzungen von Oenothera lamarckiana mut. velutina'', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 36 (1918) 446-456.
384. H.J. Muller, 'An Oenothera-like case in Drosophila', *Proceedings of the National Academy of Sciences* 3 (1917) 619-626.
385. Radboud Universiteit Nijmegen: Afdeling Plantengenetica: brief van Th.H. Morgan 5 jan. 1918 aan Hugo de Vries. Th.H. Morgan, 'Concerning the mutation theory', *The Scientific Monthly* 6 (1918) 385-405.
386. H.J. Muller, 'Genetic variability, twin hybrids and constant hybrids, in a case of balanced lethal factors', *Genetics* 3 (1918) 422-499. Library of Congress, Washington DC: Papers of Jacques Loeb: brief van Hugo de Vries 24 juni 1919.
387. University of Michigan, Bentley Historical Library: H.H. Bartlett Papers: brieven van Hugo de Vries 18 sept. 1915 en 10 feb. 1917.
388. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 140 (brieven van H.H. Bartlett 11 mrt. 1917 en 4 sept. 1920).
389. Hugo de Vries, 'Über die gruppenweise Entstehung neuer Arten', *Aus der Natur* 10 (1914) 26-33; Hugo de Vries, 'The principles of the theory of mutation', *Science* NS 40 (1914) 77-84; Hugo de Vries, 'Die Grundlinien der Mutationstheorie', *Die Naturwissenschaften* 4 (1916) 593-598; Hugo de Vries, 'Die endemischen Pflanzen von Ceylon und die mutierende Oenotheren', *Botanisches Centralblatt* 36 (1916) 1-11; Hugo de Vries, 'The origin by mutation of the endemic plants of Ceylon', *Science* NS 43 (1916) 785-787; Hugo de Vries, 'La sélection directe dans les lignées pures', *Scientia* 22 (1917) 7-20; Hugo de Vries, 'The relative age of endemic species', *Science* NS 47 (1918) 629-630; Hugo de Vries, 'Das Wandern der Pflanzen', *Die Naturwissenschaften* 7 (1919) 81-88; Hugo de Vries, 'The present position of the mutation theory', *Nature* 104 (1919) 213-214.
390. UvA-Artisbibliotheek: brief van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 1 aug. 1908.
391. UvA-Artisbibliotheek: brieven van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 16 mrt. 1908 en 28 mei 1910. P.J.S. Cramer (Knopvariatie, 1905) werkte bij het proefstation voor koffie en was vervolgens chef van de laboratoria van de botanische tuin in Buitenzorg. J.A. Lodewijks (*Vegetatieve vermenigvuldiging van Oenothera's*, 1908) werkte aan het proefstation voor tabak in Klaten (Java). A.R. Schouten (*Mutabiliteit en variabiliteit*, 1908) werd assistent bij het proefstation voor Midden-Java in Salatiga maar werd al na een jaar leraar natuurlijke historie aan het gymnasium Koning Willem III in Batavia. J.M. Geerts (*Beiträge zur Kenntnis der Cytologie und der partiellen Sterilität von Oenothera lamarckiana*, 1909) was eerst leraar in Utrecht en werd vervolgens onderdirecteur van het proefstation van Java-suikerindustrie te Pasoeroean (Java), later werd hij adviseur van de Nederlandsch-Indische Landbouw Maatschappij in Soerabaja. J.A. Honing (*De tweelingbastaarden van Oenothera lamarckiana*, 1909) werkte bij het proefstation voor tabak in Deli (Sumatra). Th.J. Stomps (*Kerndeeling en synopsis bij Spinacia oleracea L.*, 1910) werd lector en vervolgens hoogleraar in Amsterdam. H.H. Zeijlstra (*Bijdrage tot de kennis der houtige lianen*, 1911) was eerst leraar en vervolgens directeur van de Middelbare Koloniale Landbouwschool in Deventer.
392. H.W. Heinsius, *Bijdrage tot de kennis der bestuiving van inlandsche bloemen door insecten* (Groningen 1890).
393. M.J. Coesel, 'Wie was? Dr. H.W. Heinsius', *Heimans en Thijsses Nieuwsbrief* nr. 21 (2001) 4; J. Heimans, 'Dr. H.W. Heinsius', *De Levende Natuur* 43 (1939) 350.

394. C.J.J. van Hall, *Bijdragen tot de kennis der bacterieele plantenziekten* (Amsterdam 1902).
395. S. Leefmans, 'Dr. C.J.J. van Hall', *Vakblad voor Biologen* 27 (1947) 161-163.
396. J. Heimans geloofde niet dat De Vries werkelijk ziek was: 'Een notitie vermeldt dat prof. De Vries afwezig was wegens ziekte. Zonder twijfel was die ziekte toen al (1902) een ander woord voor de vijandschap tussen H.d.v. en prof. Verschaffelt, die hun beider leven (en onze studententijd) vergalde' (UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van J. Heimans 19 nov. 1969).
397. Th. Weevers, *Onderzoekingen over glukosiden in verband met de stofwisseling der plant* (Rotterdam 1902).
398. Coesel, *Zinkviooltjes*, 87-89.
399. Het bestaan van 'De Lustige Pangenen' is alleen bekend door een portret van hen, gemaakt omstreeks 1896. Het is aanwezig in: UvA-Artisbibliotheek: Collectie beeldmateriaal, no. 41.
400. F.I. Brouwer, *Leven en werken van E. Heimans en de opbloei der natuurstudie in Nederland in het begin van de twintigste eeuw* (Groningen 1958); S. Dijkhuizen, *Jac. P. Thijssse: een biografie. Natuurbeschermer, flaneur en auteur van Verkade-albums* (Amsterdam 2005); Coesel, *Zinkviooltjes*, 18-30; M.J. Coesel, 'Opkomst van natuurstudie en natuurbescherming in Nederland: feiten en achtergronden', in: *De eeuw van Thijssse. 100 jaar natuurbeleving en natuurbescherming* (Amsterdam 1996) 17-28; M.J. Coesel, J.H.J. Schaminée en L. van Duuren, *De natuur als bondgenoot. De wereld van Heimans en Thijssse in historisch perspectief* (Zeist 2007).
401. De redactie, 'Waarde lezers', *De Levende Natuur* 1 (1896-1897) 1-2.
402. Hugo de Vries, 'Bloemen-studie', *Album der Natuur* (1899) 221-222; B. Theunissen, 'Natuursport en levensgeluk. Hugo de Vries, Eli Heimans en Jac. P. Thijssse', *Gewina* 16 (1993) 287-307.
403. [W.M. Docters van Leeuwen], 'Een botanische excursie in 1899', *Gymnorhina* 1 (2) (1949) 13.
404. Hugo de Vries, 'Vooruitzichten in plant- en dierkunde', *De Levende Natuur* 5 (1900-1901) 85-87.
405. Hugo de Vries, 'Herleven', *Album der Natuur* (1905) 369-372.
406. UvA-Artisbibliotheek: Overzicht van eerstejaars studenten in de plant- en dierkunde aan de Universiteit van Amsterdam ca. 1880-1983/4.
407. Th.J. Stomps, 'Persoonlijke herinneringen aan prof. Hugo de Vries', *De Telegraaf* 21 feb. 1923.
408. NHA: Archief J. Heimans: brief van J. Heimans aan W. Margadant 9 mrt. 1975 (afschrift).
409. UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brieven van J. Heimans 15 aug. 1968, 19 nov. 1969, 26 mrt. 1970, 22 jan. 1972, 23 feb. 1972 en 10 apr. 1972. Volgens Heimans was de slechte verhouding tussen De Vries en Verschaffelt niet veroorzaakt door de relatie met Leiden, het conflict in de Botanische Vereniging of de kritiek van collega's van andere universiteiten en uit het buitenland. Hij meende verder dat de verhouding al in 1902 zeer slecht was.
410. [Docters van Leeuwen], 'Botanische excursie', 14-15.
411. UvA-Artisbibliotheek: Archief Theo J. Stomps, inv. no. 301.
412. UvA-Artisbibliotheek: Archief Theo J. Stomps, inv. no. 301.
413. J. Heimans, 'Hugo de Vries 16 februari 1848-1948', in: J. Heimans en Th. Weevers, *Hugo de Vries* (Amsterdam zj. [1948]) 2; UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brieven van J. Heimans 26 mrt. 1970, 10 apr. 1972 en juli 1972. Hagedoorn was in 1905 gaan studeren en vertrok in januari 1908 naar Amerika waar hij zich bij zijn moeder voegde die in september 1907 was vertrokken. 'Ik ben erbij geweest', aldus Heimans die in 1907 was gaan studeren, dus moet het incident eind 1907 hebben plaatsgevonden. Een collega beschreef Hagedoorn bij zijn dood

- als 'an iconoclast by nature', die 'entered with zest into controversy' (M. Pease, 'Dr. A.L. Hagedoorn', *Nature* 173 (1954) 60-61).
414. Stadsarchief Amsterdam: M. Boissevain, 'Een Amsterdamse familie' (ongepubliceerd manuscript, z.j., z.p.).
415. 'Prof. Hugo de Vries', *De Telegraaf* 17 feb. 1923.
416. [Docters van Leeuwen], 'Botanische excursie', 14.
417. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 269).
418. UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brieven van J. Heimans 23 feb. 1972 en 10 apr. 1972.
419. O.G. Meijer, 'Hugo de Vries und Johann Gregor Mendel', 81; I.H. Stamhuis, 'A female contribution to early genetics: Tine Tammes and Mendel's laws for continuous characters', *Journal of the History of Biology* 28 (1995) 499-500; P.W. Klein (red.), *Een beeld van een academie. Mensen en momenten uit de geschiedenis van het Koninklijk Instituut en de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen 1808-1998* (Amsterdam 1998) 103.
420. J. Westerdijk, *Afscheidsrede aan de universiteiten van Utrecht en Amsterdam op 22 november 1952 uitgesproken te Hilversum* (z.p., z.j.) 1. C.J.J. van Hall, 'Iets uit den ouden tijd', *Vakblad voor Biologen* 12 (1931) 142.
421. I. de Ridder en W. Teepe, *Het leven en werk van Johanna Westerdijk* (doctoraalscriptie Subfaculteit Biologie, Rijksuniversiteit Utrecht 1980) 19. De informant was 'prof. Van Veen', waarschijnlijk R. van der Veen, in 1930 bij Westerdijk gepromoveerd en later gewoon hoogleraar plantenfysiologie in Utrecht. Het verhaal werd zonder kritiek overgenomen in: S. Haakma, '1914-1940: Van de diepte naar de breedte', in: P. Bertels e.a. (red.), *Het naadje van de blauwkous. Over een eeuw vrouwen in de wetenschap aan de RUU* (Utrecht 1986) 22; en: I.H. Stamhuis en M.I.C. Offereins, 'De dames op de eerste rij', in: B. van Balen en A. Fischer (red.), *De universiteit als modern mannenklooster* (Amsterdam 1998) 45-46.
422. Universiteit Utrecht: Archief Fytopathologisch Laboratorium Willie Commelin Scholten: brief van F.A.F.C. Went aan C.W.R. Scholten 24 juli 1905.
423. M.J. Coesel en E.J.A. Zevenhuizen, 'Op heterdaad betrap? Hugo de Vries en zijn houding tegenover vrouwen in de wetenschap', *Gewina* 23 (2000) 266-284.
424. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brieven van J. Westerdijk 6 juni 1918 en z.d. [aug. 1918?].
425. Mededeling van J.W. Pfaeltzer aan M. Bosch 6 feb. 1989 (M. Bosch, *Het geslacht van de wetenschap. Vrouwen en hoger onderwijs in Nederland 1878-1948* (Amsterdam 1994) 541.
426. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van J. Westerdijk 12 sept. 1930.
427. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brieven van Hugo de Vries 8 sept. 1897 en 15 okt. 1897. Over Tammes, zie: I.E. de Wilde, 'Jantina Tammes (1871-1947). Nederlands eerste hoogleraar in de erfelijkheidsleer', in: G.A. van Gemert, J. Schuller tot Peursum-Meijer en A.J. Vanderjagt (red.), 'Om niet aan onwetendheid en barbarij te bezwijken'. *Groningse geleerden 1614-1989* (Hilversum 1989) 187-206; Stamhuis, 'Female contribution', 495-531.
428. RUG-UB: Archief J.W. Moll: boek met copieën van verzonden brieven 1893-1901, blz. 420-421 (brief aan Hugo de Vries 9 nov. 1898).
429. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 11 nov. 1898.
430. Stamhuis concludeerde uit de twee geciteerde brieven: 'It is clear that he did not like the idea of a woman visiting his laboratory. ... According to Moll's letter, de Vries thought that a woman would not work independently, would formulate few original ideas, and would therefore need a great deal of supervision' (Stamhuis, 'Female contribution', 500).

431. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 11 nov. 1898.
432. Hugo de Vries, 'Over het periodisch optreden der anomalieën op monstreuze planten', *Botanisch Jaarboek* 11 (1899) 46-66; Hugo de Vries, 'Über die Periodicität der partiellen Variationen', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 17 (1899) 45-51.
433. J. Tammes, *Über die Periodicität morphologischer Erscheinungen bei den Pflanzen* (Amsterdam 1903); J. Tammes, 'Over den invloed van de voeding op de fluctueerende variabiliteit bij eenige planten', *Verslag van de Gewone Vergaderingen der Wis- en Natuurkundige Afdeling der Koninklijke Akademie van Wetenschappen* 13 (1904-1905) 328-342; J. Tammes, 'Ein Beitrag zur Kenntnis von *Trifolium pratense quinquefolium* de Vries', *Botanische Zeitung* 66 (1904) 211-225.
434. De Vries, *Mutationstheorie* I, 641.
435. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 13 feb. 1899.
436. I.E. de Wilde, *Nieuwe deelgenoten in de wetenschap. Vrouwelijke studenten en docenten aan de Rijksuniversiteit Groningen 1871-1919* (Assen 1998) 198-224.
437. RUG-UB: Archief J.W. Moll: brief van Hugo de Vries 1 feb. 1897; Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 29 april 1901.
438. UvA-Artisbibliotheek: brief van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 8 apr. 1905.
439. A. Buekers, *Handleiding bij het beoefenen der systematische plantkunde* (Haarlem 1908).
440. W.J.V. Osterhout, *Proeven met planten* (Haarlem 1909).
441. Suze Ronner verving in 1905 het lid Hermine Rodenburg Helmund die haar studie toen beëindigde. Dat zij tot de Club toetrad kwam waarschijnlijk omdat ze met Geerts was verloofd.
442. Memoires van Johan Geerts (zie <http://www.damescompartment.nl/biosuzer.htm>).
443. S.J. Ronner, 'De grootste vrucht der aarde', *Album der Natuur* (1906) 3 17-319; A. Buekers, 'Berberis vulgaris', *Album der Natuur* (1907) 239-246; S.J. Ronner, 'De experimenteele morphologie in de plantkunde', *Album der Natuur* (1908) 237-250.
444. Wel publiceerde ze: C.P. Sluiter, 'Beiträge zur Kenntnis von *Chara contraria* A. Braun und *Chara dissoluta* A. Braun', *Botanische Zeitung* 68 (1910) 125-168. Bosch, *Geslacht*, 396, 543.
445. Memoires van Johan Geerts (zie <http://www.damescompartment.nl/biosuzer.htm>).
446. Bosch, *Geslacht*, 243, 543.
447. Bij de oprichting van de club waren de vrouwelijke leden Eva de Vries en Neel Isebree Moens, die in 1911 promoveerde op een zoölogisch onderwerp en later als bioloog verbonden was aan de Amsterdamse GGD. Latere damesleden waren Cor van Leyden, Mies Goethals, Just Likicznikowa, J. Scholten, Julia van Bork, C. Walig, M.J. Kuiper, G.H. Kleyn en E. Vis. Over Goethals schreef De Vries: 'Zij is knap en bij de hand, heeft lang en goed gewerkt en zal zeker wel een goed examen doen' (Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 26 sept. 1910).
448. UvA-Artisbibliotheek: brief van Eva de Vries aan E.D. Palmer 21 juli 1906, brieven van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 25 juni 1912 en 11 nov. 1914. Eva de Vries, *Versuche über die Frucht- und Samenbildung bei Artkreuzungen in der Gattung Primula* (Groningen 1919).
449. UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van J. Heimans 23 feb. 1972.
450. UvA-Artisbibliotheek: brief van M.E. de Vries-Reuvens aan E.D. Palmer 12 nov. 1911.
451. UvA-Artisbibliotheek: brief van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 12 nov. 1913. C.R. Darwin, *Het ontstaan der soorten door natuurlijke teeltkeus* (2 dln.; Amsterdam 1913-1916).
452. De Vries, *Naar Californië*, 10.
453. UvA-Artisbibliotheek: brief van Eva de Vries aan E.D. Palmer 20 apr. 1908.
454. UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van J. Heimans 23 feb. 1972.

455. Universiteit Utrecht: Archief Fytopathologisch Laboratorium Willie Commelin Scholten: brief van F.A.F.C. Went aan J. Krelage 20 sept. 1928.
456. Bosch, *Geslacht*, 227-229.
457. University of Michigan, Bentley Historical Library: H.H. Bartlett Papers: brief van Hugo de Vries 18 sept. 1915.
458. UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van J. Heimans 10 apr. 1972: 'Aan de juistheid van de verdenking hoeft u niet te twijfelen; dat was hier bij de eigen mensen algemeen bekend, al werd er over gezwegen'.
459. UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van Th.J. Stomps 10 okt. 1961.
460. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 31. Het is niet bekend wie die persoon geweest is.
461. J. Heimans, 'In memoriam prof. dr. Th.J. Stomps', *De Levende Natuur* 76 (1973) 121-122; J. Heimans en W.D. Margadant, 'In memoriam prof. dr. Th.J. Stomps', *Vakblad voor Biologen* 53 (1973) 223-224; E.J.A. Zevenhuizen, *De wereld van Hugo de Vries. De inventarissen van het archief van Hugo de Vries en van de andere archieven en collecties van de Bibliotheek Biologisch Centrum, Faculteit der Biologie, Universiteit van Amsterdam (Amsterdam 1996)* 113-126.
462. F.J. van Uildriks, 'De reiziger-plantkundige Frank Meijer', *De Aarde en Haar Volken* 56 (1919) 1-24, 41-96, 145-171; I.S. Cuningham, *Frank N. Meyer, planthunter in Asia (Ames 1984)*.
463. UvA-Artisbibliotheek: Archief Theo J. Stomps, inv. no. 301. Th.J. Stomps, 'In memoriam A.C.J. van Goor', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1924) 239-244.
464. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 66 (brief van 16 juli 1913).
465. Th.J. Stomps, *Kerndeeling en synopsis bij Spinacea oleracea L. (Amsterdam 1910)*.
466. Th.J. Stomps, *De mutatietheorie in hare betekenis voor onze samenleving (Amsterdam etc. 1935)* 22-23.
467. UvA-Artisbibliotheek: Archief Theo J. Stomps, inv. no. 301.
468. 'De mutatietheorie in hare betekenis voor onze samenleving', *Levensrecht* (1940) no. 2, 1-2; F. Lover, 'De mutatietheorie en haar betekenis voor de homosexualiteit. Prof. dr. Th.J. Stomps sprak voor leden van de Amsterdamse Shakespeare-Club', *Levensrecht* (1947) no. 10-11, 16-22; Th.J. Stomps, 'Vijftig jaren wetten van Mendel IV', *Vriendschap* (1950) no. 7, 7; M. van Alphen, 'Is homosexualiteit erfelijk bepaald?', *Vriendschap* (1955) 196; 'Felicities', *Vriendschap* 11 (1956) 98; 'Gelezen en geknipt', *Vriendschap* 18 (1963) 238.
469. H. Engel, die in 1918 in Amsterdam biologie ging studeren, kende het gerucht (UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van H. Engel 23 mrt. 1970). Ook J.C. Appel, amnuensis aan het Hugo de Vries-laboratorium van 1947 tot 1986, kende het (Coesel, *Zinkvioletjes*, 62). Albertine Ellis-Adam, die in 1957 biologie in Amsterdam ging studeren, hoorde het gerucht al op haar Amsterdamse middelbare school van de biologieleraar (vriendelijke mededeling aan de schrijver). P.W. van der Pas vernam het in de jaren zestig van een Amerikaanse geneticus die De Vries nooit had gekend (UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief aan H. Engel 27 mrt. 1970 (afschrift); brief aan J. Heimans 24 mrt. 1972 (afschrift); brief aan P. Smit 30 dec. 1974 (afschrift)). Meijer meende te bespeuren dat 'De Vries seit 1904 ein Mann in Not war' vanwege zijn homoseksuele relatie met Stomps en als gevolg daarvan zijn creativiteit verloor en in meer conflicten verwickeld raakte (Meijer, 'Hugo de Vries und Johann Gregor Mendel', 81).
470. UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief aan H. Engel 27 mrt. 1970 (afschrift); brief aan J. Heimans 24 mrt. 1972 (afschrift); brief aan P. Smit 30 dec. 1974 (afschrift). Van der Pas

vernam dit eveneens van een Amerikaanse geneticus die De Vries nooit gekend had, maar een andere was dan degene die beweerde dat De Vries homoseksueel was. Heimans, die het verhaal van Van der Pas waarschijnlijk voor de eerste keer vernam, verklaarde dit gedrag 'als overcompensatie of als mislukte poging tot camouflage' (UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van J. Heimans 10 apr. 1972).

471. S. Vestdijk, *De beker en de min* ('s-Gravenhage 1957) 38. Stomps betitelde het tweede verhaal als een 'waaninnig lasterpraatje' (Nederlands Letterkundig Museum, 's-Gravenhage: sign. V 555 B2 Stomps (brief van Th.J. Stomps aan S. Vestdijk 16 okt. 1958)).

472. Mededeling aan de schrijver door H.J. Stomps te 's-Gravenhage.

473. UvA-Artisbibliotheek: Archief H. Engel: brief van J. Heimans 26 sept. 1972.

474. Columbia University, New York: Columbia Library: University archives: N.L. Britton-file: brief van N.M. Butler aan N.L. Britton 8 apr. 1910 (afschrift).

475. Columbia University, New York: Columbia Library: University archives: N.L. Britton-file: brief van N.L. Britton aan N.M. Butler 11 apr. 1910.

476. Columbia University, New York: Columbia Library: University archives: Hugo de Vries-file: brief van N.M. Butler aan Hugo de Vries 17 mei 1910 (afschrift).

477. Columbia University, New York: Columbia Library: University archives: N.L. Britton-file: brief van N.L. Britton aan N.M. Butler 25 mei 1910.

478. Columbia University, New York: Columbia Library: University archives: Hugo de Vries-file: brief van Hugo de Vries aan N.M. Butler 8 juni 1910.

479. Columbia University, New York: Columbia Library: University archives: Hugo de Vries-file: brief van Hugo de Vries aan N.M. Butler 3 okt. 1910. Volgens het bij raadsbesluit van 24 mei 1893 vastgestelde en op 1 jan. 1894 van kracht geworden reglement voor pensioenen van ambtenaren van de gemeente Amsterdam werd pensioen uitgekeerd aan degenen die de leeftijd van 65 jaar bereiken en op dat moment dertig achtereenvolgende jaren in dienst van de gemeente zijn geweest. Dit pensioen bedroeg de helft van het genoten salaris. Over pensioenrechten voor ambtenaren die voor hun 65ste verjaardag ooit in dienst van de gemeente zijn geweest rept het reglement niet (Gemeentebled Amsterdam 1893, afd. 3, volgno. 33).

480. Columbia University, New York: Columbia Library: University archives: Hugo de Vries-file: brief van N.M. Butler aan Hugo de Vries 4 okt. 1910 (afschrift).

481. Columbia University, New York: Columbia Library: University archives: Hugo de Vries-file: brieven van Hugo de Vries aan N.M. Butler 23 aug. en 3 okt. 1910.

482. Columbia University, New York: Columbia Library: University archives: Hugo de Vries-file: brief van N.M. Butler aan Hugo de Vries 3 nov. 1910 (afschrift).

483. Columbia University, New York: Columbia Library: University archives: Hugo de Vries-file: brief van Hugo de Vries aan N.M. Butler 14 nov. 1910.

484. Columbia University, New York: Columbia Library: University archives: Hugo de Vries-file: telegram van Hugo de Vries aan N.M. Butler 27 nov. 1910.

485. Columbia University, New York: Columbia Library: University archives: Hugo de Vries-file: brief van Hugo de Vries aan N.M. Butler 26 nov. 1910.

486. Columbia University, New York: Columbia Library: University archives: R.A. Harper-file: brief van N.M. Butler aan R.A. Harper 7 feb. 1911; brief van R.A. Harper aan N.M. Butler 15 feb. 1911. Aanvankelijk was Harper een salaris van \$ 5000 aangeboden.

487. Dit was op zaterdag 12 nov. 1910 (UvA-Artisbibliotheek: brief van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 14 nov. 1910).

488. UvA-Artisbibliotheek: brief van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 21 jan. 1911.
489. UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brief van Th.J. Stomps 10 okt. 1961. Bij de bespreking van De Vries' wensen in de gemeenteraad meldde de burgemeester dat niet De Vries het initiatief had genomen om eisen te stellen maar dat 'de eerste stappen in dezen zijn gedaan door spreker, die aan den hoogleeraar gevraagd heeft wat zou zijn te doen om hem voor de Amsterdamsche universiteit te behouden' (Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Gemeenteraad 1814-1982 (toegangsno. 5079), inv. no. 252 (blz. 318: vergadering 23 nov. 1910).
490. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Gemeenteraad 1814-1982 (toegangsno. 5079), inv. no. 98 (blz. 424: vergadering 31 okt. 1910; Stomps was met algemene stemmen benoemd).
491. 'Prof. Hugo de Vries', *Algemeen Handelsblad* 18 nov. 1910.
492. 'Prof. Hugo de Vries naar Amerika', *Het Nieuws van den Dag* * nov. 1910.
493. 'Het aanbod aan prof. Hugo de Vries', *Algemeen Handelsblad* 20 nov. 1910.
494. 'Prof. Hugo de Vries naar Amerika', *Het Nieuws van den Dag* * nov. 1910.
495. 'Hugo de Vries', *De Telegraaf* 24 nov. 1910.
496. 'Een college van prof. Hugo de Vries', *Het Nieuws van den Dag* 24 nov. 1910.
497. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Gemeenteraad 1814-1982 (toegangsno. 5079), inv. no. 252 (blz. 311-318: vergadering 23 nov. 1910).
498. 'Hugo de Vries', *De Nieuwe Courant* 3 dec. 1910. Een foto van de zaal in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 571.
499. UvA-Artisbibliotheek: brief van R. van Vloten aan E.D. Palmer 26 sept. 1911 en brief van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 28 okt. 1911.
500. UvA-Artisbibliotheek: brief van Eva de Vries aan E.D. Palmer 15 dec. 1910.
501. UvA-Artisbibliotheek: brief van R. van Vloten aan E.D. Palmer 6 dec. 1910.
502. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 382 (brieven van W.A. Murrill 26 feb. 1912, J.M. Coulter, Chicago 26 feb. 1912 en W.B. Scott 19 mrt. 1912).
503. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 385.
504. 'Noted botanist plants tree here', *The Brooklyn Daily Eagle* 13 sept. 1912.
505. De Vries, Texas, 117-138.
506. Hugo de Vries, 'Mutations in heredity', *The Book of the Opening of the Rice Institute* (3 dln.; Houston z.d.) II, 518-570.
507. De Vries, Texas, 132-133.
508. Hugo de Vries, 'Geographical botany', *The Book of the Opening of the Rice Institute* (3 dln.; Houston z.d.) II, 571-595; Hugo de Vries, 'Modern cytological problems', *The Book of the Opening of the Rice Institute* (3 dln.; Houston z.d.) II, 596-614.
509. Columbia University, New York: Columbia Library: University archives: Hugo de Vries-file: brief van N.M. Butler aan Hugo de Vries 2 okt. 1912 (afschrift).
510. Columbia University, New York: Columbia Library: University archives: Hugo de Vries-file: brief van Hugo de Vries aan N.M. Butler 12 okt. 1912.
511. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 383 (brief van Th.H. Morgan 2 okt. 1912).
512. Allan, Thomas Hunt Morgan, 144-188, 208-213.
513. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 66 (brief van 16 juli 1913).
514. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Gemeenteraad 1814-1982 (toegangsno. 5079), inv. no. 98 (blz. 695). De raad stemde in met 32 stemmen vóór en één stem blanco. Het salaris bedroeg f 3000 per jaar met een aandeel in de les gelden.

515. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 28 nov. 1910; idem brief aan Hugo de Vries 3 dec. 1910 (afschrift).
516. Th.J. Stomps, *De leer van Lamarck voor en na Darwin* (Amsterdam 1911).
517. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Gemeenteraad 1814-1982 (toegangsno. 5079), inv. no. 253 (vergadering 1 mrt 1911); Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Gemeenteraad 1814-1982 (toegangsno. 5079), inv. no. 99 (vergadering 5 april 1911); UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 59-63).
518. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 65).
519. H. Boterenbrood en J. Pang, J.M. van der Mey en het scheepvaarthuis ('s-Gravenhage 1989) 29-32.
520. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 69).
521. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 65, 69); UvA-Artisbibliotheek: brieven van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 12 nov. 1913 en 28 nov. 1913. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de directeur van de Hortus Botanicus 1878-1969 en vanaf 1969-1987 Hortusraad (1966): Correspondentie van hoogleraar-directeur met de Gemeente Amsterdam en het Presidium van de Universiteit van Amsterdam betreffende vernieuwingswerkzaamheden aan gebouwen van de Hortus (brief van B. en W. van Amsterdam 21 nov. 1913).
522. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de directeur van de Hortus Botanicus 1878-1969 en vanaf 1969-1987 Hortusraad (1966): Correspondentie van hoogleraar-directeur met de Gemeente Amsterdam en het Presidium van de Universiteit van Amsterdam betreffende vernieuwingswerkzaamheden aan gebouwen van de Hortus (brief aan B. en W. van Amsterdam apr. 1914 (concept)).
523. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 613. UvA-Artisbibliotheek: Archief Theo J. Stomps, inv. no. 323-326. 'Het nieuwe gebouw van den Hortus Botanicus', *De Telegraaf* 13 jan. 1915; 'De inwijding van het nieuwe Hortusgebouw', *Nieuwe Rotterdamsche Courant* 13 jan. 1915; 'De inwijding van de nieuwe Hortusgebouwen', *Het Nieuws van den Dag* 13 jan. 1915.
524. 'Een eigenaardige hulde aan prof. De Vries', *Het Nieuws van den Dag* 14 jan. 1915.
525. UvA-Artisbibliotheek: Archief Th.J. Stomps: inv. no. 257 (brief van Hugo de Vries 1 feb. 1931); Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brieven van Hugo de Vries 18 dec. 1895 en 25 apr. 1896.
526. UvA-Artisbibliotheek: brief van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 28 okt. 1911.
527. UvA-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas: brieven van J. Heimans 23 feb. 1972 en juli 1972.
528. UvA-Artisbibliotheek: Archief Theo J. Stomps, inv. no. 301: 'Ook in de kringen van ons stadhuis was professor De Vries lang niet zoo populair als men ... mocht verwachten. Maar dat is gemakkelijk te begrijpen! Onderhandelingen met het stadhuis verlopen nog wel eens langzaam en een machtsfiguur als professor De Vries zal wel eens eigengereid zijn zin doorgedreven hebben'.
529. UvA-Artisbibliotheek: brief van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 28 okt. 1911; Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 26 sept. 1911. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de directeur van de Hortus Botanicus 1878-1969 en vanaf 1969-1987 Hortusraad (1966): Stukken betreffende aanstelling en ontslag van personeel (brief van B. en W. van Amsterdam 11 dec. 1913).
530. UvA-Artisbibliotheek: brieven van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 14 nov. 1909 en 11 nov. 1914. Stadsarchief Amsterdam: Archief van het bevolkingsregister; afgedane collectie of overgenomen delen 1892-1920 (toegangsno. 5416), deel 230, f. 93.

531. UvA-Artisbibliotheek: brieven van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 2 jan. 1914, 9 feb. 1914 en 2 mei 1914.
532. Library of Congress, Washington DC: Papers of Jacques Loeb: brief van Hugo de Vries 12 nov. 1916.
533. UvA-Artisbibliotheek: brieven van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 25 aug. 1914 en 11 nov. 1914.
534. Library of Congress, Washington DC: Papers of Jacques Loeb: brief van Hugo de Vries 18 aug. 1917.
535. A.R. Kleefstra, *De Luntersche Tuinbouw-Vereeniging 1873-1963. De geschiedenis onttrafeld* (Aldeboarn 1993).
536. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 162.
537. Archief gemeente Zoetermeer: Archieven van de notarissen ter standplaats Zegwaard en Zoetermeer 1651-1915 (archieffno. 18): minuten notaris Hendrik van Hamersvelt (akte van oprichting van het Lamarckfonds 26 okt. 1910).
538. De rol van Dinger blijkt uit: 'Huldiging Prof. De Vries', *Het Nieuws van den Dag* 19 feb. 1918 en 'Prof. dr. Hugo de Vries', *Edesch Nieuwsblad* 21 feb. 1918.
539. Library of Congress, Washington DC: Papers of Jacques Loeb: brief van Hugo de Vries 12 nov. 1916
540. 'Prof. Hugo de Vries', *Algemeen Handelsblad* 3 okt. 1917; Library of Congress, Washington DC: Papers of Jacques Loeb: brief van Hugo de Vries 18 aug. 1917.
541. 'Een plaquette van Hugo de Vries', *Het Nieuws van den Dag* 19 aug. 1922.
542. UvA-Artisbibliotheek: Archief Theo J. Stomps: inv. no. 328-338.
543. F.A.F.C. Went, 'Hugo de Vries', *Nieuwe Rotterdamsche Courant* 15 feb. 1918; 'Prof. Hugo de Vries', *De Telegraaf* 15 feb. 1918; 'Professor Hugo de Vries', *Algemeen Handelsblad* 15 feb. 1918; 'Hugo de Vries', *Het Nieuws van den Dag* 15 feb. 1918; 'Prof. dr. Hugo de Vries', *De Indische Mercur* 15 feb. 1918; 'Hugo de Vries', *De Amsterdammer. Weekblad voor Nederland* 16 feb. 1918; 'Hugo de Vries', *Het Vaderland* 16 feb. 1918; H., 'Hugo de Vries', *De Nieuwe Courant* 16 feb. 1918; J.W. Moll, 'Hugo de Vries', *De Nieuwe Amsterdammer* 16 feb. 1918; [J. Feith], 'Bij prof. Hugo de Vries op Luntersch bezoek', *Algemeen Handelsblad* 16 feb. 1918; 'Huldiging professor De Vries', *De Telegraaf* 16 feb. 1918; 'Huldiging Hugo de Vries', *Het Nieuws van den Dag* 16 feb. 1918; *Het Weekblad voor Stad en Land* 23 feb. 1918; *Pak me mee* 16 feb. 1918; *De Wereldkroniek* feb. 1918; *Panorama* 13 feb. 1918; *De Prins* 16 feb. 1918; [F.J. van Uildriks], 'Professor Hugo de Vries zeventig jaar!', *De Aarde en Haar Volken* 54 (1918) bijblad, 45-46; J.C. Costerus, 'Herinneringen en hulde aan Hugo de Vries', *Eigen Haard* (1918) 97-99; *De Prins* 23 feb. 1918.
544. 'Huldiging Prof. De Vries', *Het Nieuws van den Dag* 19 feb. 1918; 'Hugo de Vries', *Nieuwe Rotterdamsche Courant* 19 feb. 1918; 'Prof. Hugo de Vries te Lunteren gehuldigd', *Algemeen Handelsblad* 19 feb. 1918; [J. Dinger] 'Huldiging van Hugo de Vries te Lunteren', *Het Vaderland* 19 feb. 1918; 'Prof. dr. Hugo de Vries', *Edesch Nieuwsblad* 21 feb. 1918; 'Prof. dr. Hugo de Vries', *De Neder-Veluwe* 21 feb. 1918.
545. 'Afscheidscollege van professor Hugo de Vries', *Het Nieuws van den Dag* 14 juni 1918.
546. Hugo de Vries, *Van amoëbe tot mensch* (Utrecht 1918).
547. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Faculteit der Wis- en Natuurkunde van de Universiteit van Amsterdam 1877-1987 (toegangsno. 1020), inv. no. 200 (brief van Hugo de Vries apr. 1918). Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 27 apr. 1918.

548. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Faculteit der Wis- en Natuurkunde van de Universiteit van Amsterdam 1877-1987 (toegangsno. 1020), inv. no. 200 (brief van de Afdeling Biologie mei 1918).
549. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Faculteit der Wis- en Natuurkunde van de Universiteit van Amsterdam 1877-1987 (toegangsno. 1020), inv. no. 5 (vergaderingen 5 juni en 26 juni 1918; Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 7 juni 1918, brief van J. Westerdijk 6 juni 1918).
550. Museum Boerhaave, Leiden: Archief F.A.F.C. Went: brief van Hugo de Vries 22 juni 1918.
551. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Universiteit van Amsterdam; College van Curatoren 1877-1970 (toegangsno. 279), inv. no. 71 (brieven van studenten plant- en dierkunde 26 en 28 sept. en 5 okt. 1918).
552. Stadsarchief Amsterdam: Archief van de Universiteit van Amsterdam; College van Curatoren 1877-1970 (toegangsno. 279), inv. no. 4 (vergaderingen 1 juli en 7 dec. 1918).
553. Universiteit Utrecht: Archief Fytopathologisch Laboratorium Willie Commelin Scholten: brief van F.A.F.C. Went aan J. Krelage 20 sept. 1928.
554. Library of Congress, Washington DC: Papers of Jacques Loeb: brief van Hugo de Vries 17 mrt. 1919.
555. UvA-Artisbibliotheek: brief van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 8 okt. 1921.
556. UvA-Artisbibliotheek: brief van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 11 nov. 1921; UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 85-89, 253), 247 en 437.
557. UvA-Artisbibliotheek: brief van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 17 nov. 1920 en 8 okt. 1921.
558. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 253).
559. Hugo de Vries, 'Über Stammbäume von Pflanzenfamilien', *Die Naturwissenschaften* 11 (1923) 437-441; Hugo de Vries, 'Die statistische Methode in der Pflanzengeographie', *Die Naturwissenschaften* 11 (1923) 189-194; Hugo de Vries, 'Age and area; a review of J.C. Willis' theory of the origin of species', *The Journal of Heredity* 14 (1923) 165-170; Hugo de Vries, 'Unsuccessful species', *Scientia* 28 (1924) 383-390.
560. Hugo de Vries, 'Age and area and the mutation theory', in: J.C. Willis, *Age and area. A study in geographical distribution and the origin of species* (Cambridge 1922) 222-227.
561. Hugo de Vries, 'Über Scheinbastarde', *Die Naturwissenschaften* 12 (1924) 164.
562. Hugo de Vries, 'New dimorphic mutants of the *Oenotheras*', *The Botanical Gazette* 62 (1916) 249-280.
563. Lutz, 'Fifteen and sixteen', 53-111.
564. Hugo de Vries en K.B. Boedijn, 'On the distribution of mutant characters among the chromosomes of *Oenothera lamarckiana*', *Genetics* 8 (1923) 233-238; Hugo de Vries, 'Mutationen und Prämutationen', *Die Naturwissenschaften* 12 (1924) 253-260; Hugo de Vries en K.B. Boedijn, 'Die Gruppierung der Mutanten von *Oenothera lamarckiana*', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 42 (1924) 174-178; Hugo de Vries, 'Sekundäre Mutationen von *Oenothera lamarckiana*', *Zeitschrift für Botanik* 17 (1924) 193-211; Hugo de Vries, 'On physiological chromomeres', *La Cellule* 35 (1924) 5-15; Hugo de Vries, 'Androlethal factors in *Oenothera*', *Journal of General Physiology* 8 (1925) 109-113.
565. Hugo de Vries en R.R. Gates, 'A survey of the culture of *Oenothera lamarckiana* at Lunteren', *Zeitschrift für Induktive Abstammungs- und Vererbungslehre* 47 (1928) 275-286.
566. K.B. Boedijn, *Der Zusammenhang zwischen den Chromosomen und Mutationen bei *Oenothera lamarckiana** (Amsterdam 1925). Over Boedijn, zie: Th.J. Stomps, 'In memoriam prof. dr. K.B. Boedijn', *Vakblad voor Biologen* 44 (1964) 191; J.A. van Arx, 'Obituary Karel Bernhard Boedijn (1893-

- 1964)', *Mycopathologia et Mycologia Applicata* 27 (1965) 175-176; Prof. dr. K.B. Boedijn (Uitgave Amsterdams Biologendispuit CONGO, z.p., z.j.).
567. D.J. Broekens, *Über den Stammbaum der Onagraceae* (Amsterdam 1925).
568. H. Dulfer, *Die Erbliehkeitserscheinungen der Oenothera lamarckiana semigigas* (Amsterdam 1926).
569. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 488, 490.
570. Volgens Theunissen, 'Nut', 135, gaf De Vries hiermee zijn falen toe.
571. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A; UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 179-181.
572. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 247, 437.
573. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 609-623).
574. Mededelingen aan de schrijver door Annie Buekers (geb. 1919) te Laag Soeren, 25 nov. 1997. Tekeningen voor de verandering van een trap met zeven treden van negentien cm hoog in een trap met negen treden van vijftien cm hoog in: UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 437.
575. UvA-Artisbibliotheek: brief van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 6 nov. 1930.
576. UvA-Artisbibliotheek: Archief Theo J. Stomps, inv. no. 301.
577. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 99 en 100; UvA-Artisbibliotheek: brief van Hugo de Vries aan E.D. Palmer 6 nov. 1930.
578. J.P. Strijbos, 'Ons verrukkelijk krijtland' *De Telegraaf* 21 aug. 1932; UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 247 (Het bewuste bezoek vond plaats op 10 aug. 1932).
579. Collectie H. van Vugt, Wageningen: Dagboek van Neeltje van Vugt-van Hesselingsen, 16 mrt. 1930.
580. 'Professor Hugo de Vries 86 jaar', *De Telegraaf* 16 feb. 1934.
581. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 593.
582. De nominaties werden gedaan door Martin Haidenhain, hoogleraar anatomie in Tübingen, en D. Jacobi, hoogleraar farmacologie in Tübingen. Zie: <http://www.nobelprize.org>.
583. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 598.
584. UvA-FNWI: Archief Stichting Hugo de Vries-Fonds: brief van O.A. Roos Vlasman-Lingeman aan Th.J. Stomps 1 dec. 1938.
585. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 589.
586. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 599. Het afgietsel is aanwezig in: UvA-UB (Bijzondere Collecties). De verblijfplaats van het originele beeld is niet bekend.
587. Hugo de Vries, 'Über das Auftreten von Mutanten aus *Oenothera lamarckiana*', *Zeitschrift für Induktive Abstammungs- und Vererbungslehre* 52 (1929) 121-190.
588. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 624-707); inv. no. 532 en 533.
589. UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 180, 181; American Philosophical Society: W.J.V. Osterhout Papers: brief van L. de Vries-Egeling 31 juli 1935; American Philosophical Society: A.F. Blakeslee Papers: brief van L. de Vries-Egeling 31 juli 1935.
590. 'In memoriam Hugo de Vries', *Algemeen Handelsblad* 22 mei 1935; 'Prof. dr. Hugo de Vries overleden', *De Telegraaf* 21 mei 1935.
591. 'Teraardebestelling van prof. dr. H. de Vries', *Algemeen Handelsblad* 25 mei 1935; 'Prof. dr. Hugo de Vries uitgeleid', *De Telegraaf* 26 mei 1935; Collectie H. van Vugt, Wageningen: Dagboek van Neeltje van Vugt-van Hesselingsen, 28 mei 1935.

Epiloog: In het spoor van Hugo de Vries

1. D. Sadava e.a., *Life. The science of biology* (Sunderland (MA) 2008).
2. D.J. Futuyma, *Evolutionary biology* (Sunderland (MA) 1998).
3. P.J. Bowler, *The non-Darwinian revolution* (Baltimore en Londen 1988) 125-130; E. Mayr, *One long argument. Charles Darwin and the genesis of modern evolutionary thought* (Cambridge (MA) 1991) 132-146; B. Theunissen en R.P.W. Visser, *De wetten van het leven. Historische grondslagen van de biologie 1750-1950* (Baarn 1996) 241-265.
4. R.E. Cleland, *Oenothera. Cytogenetics and evolution* (Londen en New York 1972) v; UvA-Artisbibliotheek: Archief Hugo de Vries, inv. no. 79A (blz. 181).
5. Cleland, *Oenothera*, 5, 24, 192, 198-199, 211, 225.
6. P.C. van der Wolk, 'Onderzoekingen over blijvende modificaties en hun betrekkingen tot mutaties', *Cultura* 31 (1919) 4.

Bronnen

1. Archieven

American Philosophical Society, Philadelphia:

- Charles B. Davenport papers, ca. 1903-1940
- W.J.V. Osterhout papers, 1894-1961
- A.F. Blakeslee papers, 1904-1954

Archiefgemeente Zoetermeer:

- Archieven van de notarissen ter standplaats Zegwaard en Zoetermeer 1651-1915 (archieffno. 18)

Bibliotheek Nationaal Herbarium Nederland – afd. Leiden:

- Archief Koninklijke Nederlandse Botanische Vereniging

Cambridge University Library (CUL):

- Darwin papers
- William Bateson: scientific correspondence and papers
- Charles Chamberlain Hurst: correspondence and papers

Collectie fam. De Vries:

- Archief Hugo de Vries, 1856-1935

Collectie H. van Vugt, Wageningen:

- Dagboek van Neeltje van Vugt-van Hesselingen

Columbia University, New York: Columbia Library:

- University archives: Hugo de Vries-file
- University archives: N.L. Britton-file
- University archives: R.A. Harper-file

Haags Gemeentearchief, 's-Gravenhage:

- Archief van de Latijnsche School, sedert 1838 Stedelijk Gymnasium, sedert 1917 Eerste Stedelijke Gymnasium, sedert 1946 Gymnasium Haganum 1816-1981.
- Archieven van de notarissen ter standplaats 's-Gravenhage en Scheveningen 1843-1905
- Bevolkingsregister 's-Gravenhage 1861-1879

Koninklijke Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur, Hillegom:

– Archief J.H. Krelage

Library of Congress, Washington DC:

– Papers of Jacques Loeb, 1889-1924

– Papers of Luther Burbank, 1864-1924

London University, King's College Archives:

– Papers of R.R. Gates, 1903-1962

Museum Boerhaave, Leiden:

– Archief F.A.F.C. Went

– Brieven van Hugo de Vries aan A.B. Droogleever Fortuyn en E. Tschermak

Nationaal Archief, 's-Gravenhage:

– Archief van de Hollandsche Maatschappij van Landbouw 1847-1982

– Archief van het Ministerie van Binnenlandse Zaken: Afdeling Kunsten en Wetenschappen
1875-1918

Noord-Hollands Archief, Haarlem (NHA):

– Archief Burgerlijke Stand Haarlem (toegangsno. 3620)

– Archief Gemeentebestuur van Haarlem (toegangsno. 2295)

– Archieven van commissies die toezicht op het onderwijs hebben uitgeoefend in Haarlem
1616-1920 (toegangsno. 3684)

– Archief J. Heimans, 1898-1979

Rijksuniversiteit Groningen-Universiteitsbibliotheek (RUG-UB):

– Archief J.W. Moll

Stadsarchief Amsterdam:

– Centraal Tekeningen Archief

– Archieven van de Maatschappij van Verdiensten onder de zinspreuk 'Felix Meritis' 1777-1889
(toegangsno. 59)

– Archief van de Universiteit van Amsterdam; College van Curatoren 1877-1970 (toegangsno.
279)

– Archief van de Eerste Hogere Burger School met vijfjarige cursus, sinds 1957 ir. Lelylyceum
1865-1968 (toegangsno. 805)

– Archief van de Universiteit van Amsterdam; Faculteit Wiskunde, Informatica, Natuurkunde
en Sterrenkunde met voorlopers 1877-1997 (toegangsno. 1020)

– Archief van het Bevolkingsregister 1850-1893 (toegangsno. 5000)

– Archief van de notarissen ter standplaats Amsterdam 1578-1915 (toegangsno. 5075)

– Archief van de Gemeenteraad 1814-1982 (toegangsno. 5079)

– Archief van het Bevolkingsregister; afgedane collectie of overgenomen delen 1892-1920 (toe-
gangsno. 5416)

– Archief van Burgemeesters en Burgemeester en Wethouders 1814-1980 (toegangsno. 5166)

- Archief van de Secretarie; afdeling Publieke Werken 1851-1945 (toegangsno. 5180)
- Archief van de secretarie; afdeling Armwezen en Onderwijs; sinds 1863 afdeling Onderwijs 1828-1960 (toegangsno. 5191)
- Archief van de Commissarissen van de Hortus Medicus 1682-1815, vanaf 1829 de Commissie van Toezicht over de Hortus Botanicus
- Archief van de directeur van de Hortus Botanicus 1878-1969 en vanaf 1969-1987 Hortusraad (1966)

Streekarchief Leiden:

- Archief van de gemeentepolitie Leiden 1853-1993

Universiteit Leiden-Universiteitsbibliotheek:

- Archief van Curatoren, 1878-1953 – Rijksuniversiteit Leiden

Universiteit Utrecht:

- Archief Fytopathologisch Laboratorium Willie Commelin Scholten
- Archief J.A. Honing

Universiteit van Amsterdam-Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica (UvA-FNWI):

- Herbarium Hugo de Vries
- Archief Stichting Hugo de Vries Fonds

Universiteit van Amsterdam -Artisbibliotheek:

- Archief Comité Linnaeus Herdenking 1907
- Archief H. Engel
- Archief Hugo de Vries, 1861-1935
- Archief J.G. de Man
- Archief P.W. van der Pas, 1957-1979
- Archief Theo J. Stomps, (1882) 1885-1970
- Brieven van Hugo de Vries, Eva de Vries, E.L. de Vries-Egeling, M.E. de Vries-Reuven en R. van Vloten aan E.D. Palmer 1904-1933

University of California, Berkeley: Jepson Library and Herbarium:

- Papers of W.A. Setchell, 1874-1943
- Papers of W.L. Jepson

University of California, Berkeley: The Bancroft Library:

- University archives-UC Berkeley

University of Michigan, Bentley Historical Library:

- H.H. Bartlett papers, 1909-1960

University of Oxford, Bodleian Library:

- Papers of Sir Francis Galton

University of Southern Illinois, Carbondale (IL):
 – The Open Court Publishing Company Records, 1886-1930

University College, Londen:
 – Pearson papers, 1840-1972

2. Literatuur

- A. d. B., J. d', 'Rudolf de Vries', *Studenten Weekblad* 6 nov. 1871.
- 'Academisch overzicht', *Vox Studiosorum* 4 (1869 [1867-1869]) 6-15.
- 'Academisch overzicht', *Vox Studiosorum* 5 (1870 [1869-1870]) 302-303.
- Adresboekje voor de stad 's-Gravenhage* 16 (1867-1868) en 17 (1868-1869).
- 'Afscheidscollege van professor Hugo de Vries', *Het Nieuws van den Dag* 14 juni 1918.
- Album studiosorum Academiae Lugduno Batavae, 's-Gravenhage* 1875.
- 'Algemeene Vereniging voor Bloembollencultuur', *Haarlemsche Courant* 2 apr. 1883.
- 'Algemeene vergadering ... 13 october 1907', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1907) 99-101.
- 'Algemeene vergadering gehouden den 6 juni 1909', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1910) 55-81.
- Alkema, E., 'Het tijdschrift *Isis* (1872-1881) en de verspreiding van het darwinisme onder het grote publiek', *Gewina* 9 (1986) 68-91.
- Allen, G.E., 'Hugo de Vries and the reception of the "mutation theory"', *Journal of the History of Biology* 2 (1969) 55-87.
- Allen, G.E., *Life sciences in the twentieth century*, New York etc. 1975.
- Allen, G.E., 'Thomas Hunt Morgan and the problem of natural selection', *Journal of the History of Biology* 1 (1968) 113-139.
- Allen, G.E., *Thomas Hunt Morgan. The man and his science*, Princeton (NJ) 1978.
- Allen, J.A., 'The evolution of species through climatic conditions', *Science* NS 22 (1905) 661-668.
- Almanak van het Amsterdamsch Studentencorps* 1881 en volgende jaren.
- Alphen, M. van, 'Is homosexualiteit erfelijk bepaald?', *Vriendschap* (1955) 195-198.
- 'American hybrid conference', *Journal of the Royal Horticultural Society* 27 (1902-1903) 1060-1068.
- Annelèn, 'Professor dr. Hugo de Vries en de Amsterdamsche universiteit', *Algemeen Handelsblad* 15 okt. 1927.
- Arrhenius, S., 'Über die Dissociation der im Wasser gelösten Stoffe', *Zeitschrift für Physikalische Chemie* 1 (1887) 631-648.
- Arx, J.A. van, 'Obituary Karel Bernhard Boedijn (1893-1964)', *Mycopathologia et Mycologia Applicata* 27 (1965) 175-176.
- Bailey, L.H., 'A medley of pumpkins', in: *Proceedings International Conference on Plant Breeding and Hybridization* 1902 (New York 1904) 117-124.
- Bailey, L.H., *Plant-breeding*, New York 1904¹.
- Bailey, L.H., 'Some recent ideas on the evolution of plants', *Science* NS 17 (1903) 441-454.
- Baranetzky, J., 'Eine Mittheilung über die Periodicität des Blutens bei den krautartigen Pflanzen und deren Ursachen', *Botanische Zeitung* 31 (1873) 65-76.
- Bartlett, H.H., 'Mass mutation in *Oenothera pratincola*', *The Botanical Gazette* 60 (1915) 425-456.
- Bartlett, H.H., 'Mutation en masse', *The American Naturalist* 49 (1915) 129-139.

- Bateson, B., *William Bateson, FRS, naturalist. His essays and addresses, together with a short account of his life*, Cambridge 1928.
- Bateson, W., 'Heredity and variation in modern lights', in: A.C. Seward (red.), *Darwin and modern science* (Cambridge 1909) 85-101.
- Bateson, W., 'Hybridisation and cross-breeding as a method of scientific investigation', *Journal of the Royal Horticultural Society* 24 (1900) 59-66.
- Bateson, W., *Materials for the study of variation*, Londen 1894.
- Bateson, W., *Mendel's principles of heredity*, Cambridge 1909.
- Bateson, W., *Mendel's principles of heredity: a defence*, Cambridge 1902.
- Bateson, W., 'Note on the resolution of compound characters by cross-breeding', *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society* 12 (1903) 50-54.
- Bateson, W., 'Practical aspects of the new discoveries in heredity', in: *Proceedings International Conference on Plant Breeding and Hybridization 1902* (New York 1904) 1-9.
- Bateson, W., *Problems of genetics*, New Haven, Londen en Oxford 1913.
- Bateson, W. en E.R. Saunders, 'Experimental studies in the physiology of heredity', in: *Reports to the Evolution Committee of the Royal Society* (Londen 1910) 1-160.
- Beijer, J.J., 'Dr. J.H. Wakker (1859-1927)', *Netherlands Journal of Plant Pathology* 72 (1966) 38-45.
- Beijerinck, M.W., *Bijdrage tot de morphologie der gallen*, Utrecht 1877.
- Bell, P.R., 'The movements of plants in response to light', in: P.R. Bell (red.), *Darwin's biological work* (Cambridge 1959) 1-49.
- Bemmelen, J.F. van, 'De kwartierstaat van Hugo de Vries', *Sibbe* 1 (1941) 299-308.
- Berkel, K. van, *Vóór Heimans en Thijsse. Frederik van Eeden sr. en de natuurbeleving in negentiende-eeuws Nederland*, Amsterdam 2006.
- Berkel, K. van, M.J. van Lieburg en H.A.M. Snelders, *Spiegelbeeld der wetenschap. Het Genootschap ter Bevordering van Natuur-, Genees- en Heelkunde*, Rotterdam 1991.
- Bernard, N., 'A propos d'un fait de "mutation" chez une pomme de terre', *Bulletin de la Société Linéenne de Normandie* vijfde serie, 9 (1906) 253-255.
- Berry, E.W., 'Isolation and evolution', *Science* NS 23 (1906) 34.
- Blaringhem, L., 'L'Évolution des espèces végétales', *Revue Scientifique* vijfde serie, 9 (1908) 769-775.
- Blaringhem, L., 'L'Oenothera lamarckiana Seringe et les oenothères de la forêt de Fontainebleau', *Revue Générale de Botanique - Livre dédié à Gaston Bonnier* (1914) 35-50.
- Boas, M., 'Henricus van Herwerden', *Nieuw Nederlandsch biografisch woordenboek* x (Leiden 1937) 364-369.
- Boedijn, K.B., *Der Zusammenhang zwischen den Chromosomen und Mutationen bei Oenothera lamarckiana*, Amsterdam 1925.
- Boissevain, M., 'Een Amsterdamse familie', ongepubliceerd manuscript, z.p., z.j. (aanwezig in: Stadsarchief Amsterdam).
- Boom, M., 'De vroegste foto's van Haarlem', *Jaarboek Haerlem* (1998) 69-75.
- Boon, L., *De list der wetenschap. Variatie en selectie: vooruitgang zonder rationaliteit*, Baarn 1983.
- Bosch, M., *Het geslacht van de wetenschap. Vrouwen en hoger onderwijs in Nederland 1878-1948*, Amsterdam 1994.
- Boterenbrood, H. en J. Pang, *J.M. van der Mey en het scheepvaarthuis, 's-Gravenhage* 1989.
- Boveri, Th., *Zellenstudien*, 3 dln.; Jena 1887-1890.
- Bowler, P.J., 'Darwin's concept of variation', *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 29 (1974) 196-212.

- Bowler, P.J., 'Hugo de Vries and Thomas Hunt Morgan. The mutation theory and the spirit of Darwinism', *Annals of Science* 35 (1978) 55-73.
- Bowler, P.J., *The eclipse of Darwinism*, Baltimore en Londen 1983.
- Bowler, P.J., *The Mendelian revolution*, Baltimore 1989.
- Bowler, P.J., *The non-Darwinian revolution*, Baltimore en Londen 1988.
- Braeunig, K., *Mechanismus und Vitalismus in der Biologie des neunzehnten Jahrhunderts*, Leipzig 1907.
- Brannigan, A., 'The reification of Mendel', *Social Studies of Science* 9 (1979) 423-454.
- Brefeld, O., 'Untersuchungen über die Alkoholgährung', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 4 (1874) 500-518.
- Briggs, D. en S.M. Walters, *Plant variation and evolution*, Cambridge etc. 1984².
- Broekens, D.J., *Über den Stammbaum der Onagraceae*, Amsterdam 1925.
- Brongers, J.A., *Een vroeg begin van de moderne archeologie. Leven en werken van Cas Reuvens (1793-1835)*. Documentatie van een geleerden-leven, Amersfoort 2002.
- Brooks, W.K., *The laws of heredity. A study of the cause of variation and the origin of living organisms*, Baltimore 1883.
- Brouwer, F.I., *Leven en werken van E. Heimans en de opbloei der natuurstudie in Nederland in het begin van de twintigste eeuw*, Groningen 1958.
- Buekers, A., 'Berberis vulgaris', *Album der Natuur* (1907) 239-246.
- Buekers, A., *Handleiding bij het beoefenen der systematische plantkunde*, Haarlem 1908.
- 'Buitengewone (winter)vergadering ... 30en december 1881', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* tweede serie, 3 (z.j. [1878-1882]) 429-430.
- 'Buitengewone (winter)vergadering ... 31en januari 1880', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* tweede serie, 3 (z.j. [1878-1882]) 269-278.
- Bulhof, I.N., 'The Netherlands', in: Th.F. Glick (red.), *The comparative reception of Darwinism* (Austin 1974) 269-306.
- Burkhardt, R.W., *The spirit of the system: Lamarck and evolutionary biology*, Londen 1995.
- Cahan, D.L. (red.), *Hermann von Helmholtz and the foundation of nineteenth-century science*, Berkeley 1993.
- Calkoen, H.J., 'Mutatiën, plotselinge veranderingen', *De Natuur* 24 (1904) 321-322.
- Campbell, M., 'Did De Vries discover the law of segregation independently?', *Annals of Science* 37 (1980) 639-655.
- Campbell, M., 'The concepts of dormancy, latency and dominance in nineteenth-century biology', *Journal of the History of Biology* 16 (1983) 409-431.
- Casey, Th.L., 'The mutation theory', *Science* NS 22 (1905) 307-309.
- Casey, Th.L., 'Variation versus mutation', *Science* NS 23 (1906) 632.
- Castle, W.E. e.a., 'The mutation theory of organic evolution', *Science* NS 21 (1905) 521-543.
- Catalogus der fraaije godgeleerde, letterkundige en typographische bibliotheek nagelaten door wijlen den Wel-Eerw. Zeer Gel. Heer Abr. de Vries ... welke verkocht zal worden den 16n Maart en volgende dagen door en ten huize van den boekhandelaar Frederik Muller te Amsterdam*, Amsterdam 1864.
- Catalogus van een deftige en zindelijke inboedel. ... Nagelaten door wijlen de heer Gerrit de Vries, Abrahamsz., Amsterdam 1811.*
- Chadarevian, S. de, 'Laboratory science versus country-house experiments. The controversy between Julius Sachs and Charles Darwin', *British Journal for the History of Science* 29 (1996) 17-41.
- Churchill, F.B. en H. Risler (red.), *Ausgewählte Briefe und Dokumente. August Weismann*, Freiburg 1999.
- Cittert-Eymers, J.G. en P.J. Kipp, *Pieter Harting 1812-1885. Mijne herinneringen. Autobiografie*, Amsterdam 1961.

- Claus, C., *Grundzüge der Zoologie*, Marburg en Leipzig 1872.
- Cleland, R.E., 'Hugo de Vries 1848-1935', *The Journal of Heredity* 26 (1935) 289-297.
- Cleland, R.E., *Oenothera. Cytogenetics and evolution*, Londen en New York 1972.
- Cock, A.G., 'William Bateson, Mendelism and biometry', *Journal of the History of Biology* 6 (1973) 1-36.
- Coesel, M.J., 'Education through the enjoyment of nature. Hugo de Vries and the popularization of biology', *Acta Botanica Neerlandica* 47 (1998) 491-507.
- Coesel, M.J., 'Opkomst van natuurstudie en natuurbescherming in Nederland: feiten en achtergronden', in: *De eeuw van Thijssse. 100 jaar natuurbeleving en natuurbescherming* (Amsterdam 1996) 17-28.
- Coesel, M.J., 'Wie was? Dr. H.W. Heinsius', *Heimans en Thijssse Nieuwsbrief* nr. 21 (2001) 4.
- Coesel, M.J., *Zinkviooltjes en zoetwaterwieren. J. Heimans (1889-1978). Natuurstudie en natuurbescherming in Nederland*, Hilversum 1993.
- Coesel, M.J. en E.J.A. Zevenhuizen, 'Op heterdaad betrapt? Hugo de Vries en zijn houding tegenover vrouwen in de wetenschap', *Gewina* 23 (2000) 266-284.
- Coesel, M.J., J.H.J. Schaminée en L. van Duuren, *De natuur als bondgenoot. De wereld van Heimans en Thijssse in historisch perspectief*, Zeist 2007.
- Coffeng, L., 'Het Album der Natuur: popularisering van de natuurwetenschappen in een tijdschrift uit de eerste helft van de negentiende eeuw', *Groniek* 27 (1994) 53-66.
- Cohen, E., 'Eene halve eeuw osmotische druk', *Chemisch Weekblad* 31 (1934) 782-788.
- Cohen, E., 'Hartog Jakob Hamburger', *Chemisch Weekblad* 5 (1908) 399-413.
- Cohen, E., *Jacobus Henricus van 't Hoff. Sein Leben und Wirken*, Leipzig 1912.
- Coleman, W., *Biology in the nineteenth century*, Cambridge 1971.
- Conklin, E.G., 'The mutation theory from the standpoint of cytology', *Science* NS 21 (1905) 525-529.
- Conn, H.W., *The method of evolution*, New York en Londen 1900.
- Cook, O.F., 'Evolution under domestication' [discussion], in: *Proceedings International Conference on Plant Breeding and Hybridization 1902* (New York 1904) 69-73.
- Corcos, A.F. and F.V. Monaghan, 'Role of De Vries in the rediscovery of Mendel's work I. Was De Vries really an independent discoverer of Mendel?', *The Journal of Heredity* 76 (1985) 187-190.
- Corcos, A.F. en F.V. Monaghan, 'Correns, an independent discoverer of Mendelism? I. An historical/critical note', *The Journal of Heredity* 78 (1987) 330.
- Corcos, A.F. en F.V. Monaghan, 'Mendel's work and its rediscovery: a new perspective', *Plant Sciences* 9 (1990) 197-212.
- Corcos, A.F. en F.V. Monaghan, 'Role of De Vries in the rediscovery of Mendel's work I. Was De Vries really an independent discoverer of Mendel?', *Journal of Heredity* 76 (1985) 187-190.
- Corcos, A.F. en F.V. Monaghan, 'Role of De Vries in the rediscovery of Mendel's work II. Did De Vries really understand Mendel's paper?', *The Journal of Heredity* 78 (1987) 275-276.
- Cordfunke, E.H.P., *Een romantisch geleerde: Jacobus Henricus van 't Hoff (1852-1911)*, Amsterdam 2001.
- Correns, C., 'Die Merkmalspaare beim Studium der Bastarde', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 21 (1903) 202-210.
- Correns, C., 'Experimentelle Untersuchungen über die Entstehung der Arten', *Archiv für Rassen- und Gesellschafts-Biologie* 1 (1904) 27-52.
- Correns, C., 'G. Mendel's Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 28 (1900) 158-168.

- Correns, C., *Über Vererbungsgesetze*, Berlin 1905.
- Correns, C., 'Untersuchungen über die Xenien bei *Zea mays*', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 27 (1899) 410-417.
- Correns, C., 'Vries, H. de, Die Mutationstheorie ...', *Botanische Zeitung* 62 (1904) 177-182.
- Costerus, J.C., 'Herinneringen aan de Hoogere Burgerschool, Keizersgracht 177', in: *Gedenkboek 50-jarig bestaan. Eerste HBS met 5-jarigen cursus te Amsterdam (Amsterdam 1916)* 57-84.
- Costerus, J.C., 'Herinneringen en hulde aan Hugo de Vries', *Eigen Haard* (1918) 97-99.
- Cox, D.R., 'Biometrika: the first 100 years', *Biometrika* 88 (2001) 3-11.
- Cuénot, L., 'Les idées nouvelles sur l'origine des espèces par mutation', *Revue Générale des Sciences Pures et Appliquées* 19 (1908) 860-871.
- Cunningham, I.S., *Frank N. Meyer, planthunter in Asia*, Ames 1984.
- Damsté, P.H., 'Tjalling Halbertsma', *Nieuw Nederlandsch biografisch woordenboek III* (Leiden 1914) 530-531.
- Danser, B.H., 'In memoriam Caspar van Overeem', *Bulletin du Jardin Botanique derde serie*, 9 (1927) 1-5.
- Danser, B.H., 'In memoriam dr. C. van Overeem', *De Tropische Natuur* 16 (1927) 57-58.
- Darden, L., 'Reasoning in scientific change: Charles Darwin, Hugo de Vries and the discovery of segregation', *Studies in the History and Philosophy of Science* 7 (1976) 127-169.
- Darwin, C.R., *Het ontstaan der soorten door natuurlijke teeltkeus*, 2 dln.; Amsterdam 1913-1916.
- Darwin, C.R., *Insectivorous plants*, Londen 1875.
- Darwin, C.R., 'On the movements and habits of climbing plants', *Journal of the Linnean Society of London* 9 (1865) 1-118.
- Darwin, C.R., *On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life*, Londen 1859.
- Darwin, C.R., *The movements and habits of climbing plants*, Londen 1875.
- Darwin, C.R., *The power of movement in plants*, Londen 1880.
- Darwin, C.R., *The variation of animals and plants under domestication*, 2 dln.; Londen 1868.
- Darwin, C.R., *The variation of animals and plants under domestication*, 2 dln.; Londen 1875².
- Darwin, C.R. (vertaling door H.G. Bronn), *Über die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzen-Reich durch natürliche Züchtung, oder Erhaltung der vervollkommenen Rassen im Kampfe um's Dasein*, Stuttgart 1860¹, 1862², 1867³.
- Darwin, C.R. en F.H. Burkhardt, *The correspondence of Charles Darwin*, Cambridge 1985-....
- Darwin, F., 'Darwin's work on the movements of plants', in: A.C. Seward (red.), *Darwin and modern science* (Cambridge 1909) 385-400.
- Darwin, F., *The life and letters of Charles Darwin*, 3 dln.; Londen 1888.
- Dastre, A., 'Une nouvelle théorie de l'origine des espèces', *Revue des Deux Mondes* vijfde serie, 16 (1903) 207-219.
- Davenport, C.B., 'A history of the development of the quantitative study of variation', *Science NS* 12 (1900) 864-870.
- Davenport, C.B., 'Species and varieties, their origin by mutation. By Hugo de Vries', *Science NS* 22 (1905) 369-372.
- Davis, B.M., 'Genetical studies on *Oenothera* II. Some hybrids of *O. biennis* and *O. grandiflora* that resemble *O. lamarckiana*', *The American Naturalist* 45 (1911) 193-233.
- Davis, B.M., 'Genetical studies on *Oenothera* III. Further hybrids of *O. biennis* and *O. grandiflora* that resemble *O. lamarckiana*', *The American Naturalist* 46 (1912) 377-427.

- Davis, B.M., 'Genetical studies on *Oenothera* IV. The behaviour of hybrids between *Oenothera biennis* and *O. grandiflora* in the second and third generations', *The American Naturalist* 47 (1913) 449-476, 547-571.
- Davis, B.M., '*Oenothera neo-lamarckiana*, hybrid of *O. franciscana* Bartlett x *O. biennis* Linnaeus', *The American Naturalist* 50 (1916) 688-696.
- Davis, B.M., 'Professor De Vries on the probable origin of *Oenothera lamarckiana*', *The American Naturalist* 49 (1915) 59-64.
- Davis, B.M., 'The mutation factor in evolution, with particular reference to *Oenothera* by R. Ruggles Gates ...', *Science* NS 42 (1915) 648-651.
- Davis, B.M., 'Was Lamarck's evening primrose (*Oenothera lamarckiana* Seringe) a form of *Oenothera grandiflora* Solander?', *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 39 (1912) 519-533.
- Dawkins, R., *The blind watchmaker*, Harlow 1986.
- 'De inwijding van de nieuwe Hortusgebouwen', *Het Nieuws van den Dag* 13 jan. 1915.
- 'De inwijding van het nieuwe Hortusgebouw', *Nieuwe Rotterdamse Courant* 13 jan. 1915.
- Delage, Y., *La structure du protoplasma et les théories sur l'hérédité*, Parijs 1895.
- 'De mutatietheorie in hare beteekenis voor onze samenleving', *Levensrecht* (1940) no. 2, 1-2.
- Dennert, E., *Vom Sterbelager des Darwinismus*, Stuttgart 1906.
- Detlefsen, E., 'Über die von Ch. Darwin behauptete Gehirnfunktion der Wurzelspitzen', *Arbeiten des Botanischen Instituts Würzburg* 2 (1882), Heft 4 (1882) 627-647.
- Detto, C., 'Über das logische Wesen der Descendenztheorie und die Untersuchungen von Hugo de Vries zu ihrer experimenteller Begründung', *Naturwissenschaftliche Wochenschrift* 17 (1902) 229-233, 255-258.
- Dijkhuizen, S., *Jac. P. Thijssse: een biografie. Natuurbeschermer, flaneur en auteur van Verkade-albums*, Amsterdam 2005.
- [Dinger, J.] 'Huldiging van Hugo de Vries te Lunteren', *Het Vaderland* 19 feb. 1918.
- 'Distinguished botanist plans for experiments', *The San Francisco Call* 15 feb. 1904.
- [Docters van Leeuwen, W.M.], 'Een botanische excursie in 1899', *Gymnorhina* 1 (2) (1949) 13-15.
- Dollo, L., 'Les lois de l'évolution', *Bulletin de la Société Belge de Géologie* 7 (1893) 164-166.
- Domin, K., 'Studien zur Entstehung der Arten durch Mutation (1)', *Beihefte zum Botanisches Centralblatt* 23 (abt. II) (1907) 15-25.
- Donders, F.C., [Mededeling over onderzoek door H.J. Hamburger], *Processen-verbaal van de Gewone Vergaderingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeling Natuurkunde* 10 (1883-1884) 3-5.
- Dresen, L., 'Op weg naar een nationaal landschap: botanische wandelingen in het Album der Natuur (1861-1909)', *Bijdragen en Mededelingen Betreffende de Geschiedenis der Nederlanden* 121 (2006) 650-679.
- Dreyer, P., *A gardener touched with genius. The life of Luther Burbank*, Santa Rosa (CA) 1993.
- Driel, L. van en J. Noordegraaf, *De Vries en Te Winkel: een duografie*, 's-Gravenhage en Antwerpen 1998.
- Driesch, H., *Geschichte des Vitalismus*, Leipzig 1922.
- Driesch, H., 'Kritisches und Polemisches. II. Zur "Mutationstheorie"', *Biologisches Centralblatt* 22 (1902) 181-190.
- Dulfer, H., *Die Erbliehkeitserscheinungen der *Oenothera lamarckiana* semigigas*, Amsterdam 1926.
- Dunn, L.C., 'Xenia and the origin of genetics', *Proceedings of the American Philosophical Society* 117 (1973) 105-111.

- E.D.P., 'Hugo de Vries en de mutatietheorie', *De Amsterdamer. Weekblad voor Nederland* 21 okt. 1900.
- 'Editorial', *Biometrika* 1 (1901-1902) 1-6.
- Eeden, F.W. van, 'De flora der Hollandsche duinen', *Album der Natuur* (1866) 33-58.
- Eeden, F.W. van, 'Tessel', *Album der Natuur* (1868) 330-345, 353-370.
- 'Een college van prof. Hugo de Vries', *Het Nieuws van den Dag* 24 nov. 1910.
- 'Een eigenaardige hulde aan prof. De Vries', *Het Nieuws van den Dag* 14 jan. 1915.
- Eenige vrienden, 'In memoriam', *Vox Studiosorum* deel 7 (1871-1872) 175-176.
- 'Een jubilaris. Prof. Hugo de Vries', *Natuurleven* 2 (1903) 11-15.
- 'Een merkwaardige ontdekking in den academischen kruidtuin te Amsterdam', *De Tijd* 6 en 7 okt. 1900.
- 'Een plaquette van Hugo de Vries', *Het Nieuws van den Dag* 19 aug. 1922.
- Ende, H. van den, 'Hugo de Vries and the plasmolysis method', *Acta Botanica Neerlandica* 47 (1998) 465-473.
- Enschedé, J.W., A.C. Kruseman, 2 dln.; Amsterdam 1899-1902.
- Errera, L., *Gemeinverständlicher Vortrag über die Darwin'sche Theorie*, Odenkirchen 1902.
- Errera, L., *Une leçon sur le Darwinisme*, Brussel 1904².
- Evans, W.H., 'International Conference on Plant Breeding and Hybridization', *Experiment Station Record* 14 (1903) 208-222.
- F.M., 'Hugo de Vries: Über den experimentellen Ursprung einer neuen Pflanzenart ...', *Naturwissenschaftliche Rundschau* 15 (1900) 580.
- F.M., 'Hugo de Vries: Über die Umwandlungsfähigkeit der *Oenothera lamarckiana* ...', *Naturwissenschaftliche Rundschau* 16 (1901) 38.
- Faasse, P.E., *Between seasons and science*, Amsterdam 1995.
- Faasse, P.E., *In splendid isolation. A history of the Willie Commelin Scholten Phytopathology Laboratory 1894-1992*, Amsterdam 2008.
- [Feith, J.], 'Bij prof. Hugo de Vries op Luntersch bezoek', *Algemeen Handelsblad* 16 feb. 1918.
- 'Felicitaties', *Vriendschap* 11 (1956) 96-99.
- Ferretti, R., *Het lager onderwijs in de stad Haarlem 1851-1925, doctoraalscriptie geschiedenis, Universiteit van Amsterdam*, 1984.
- Flavien, E., 'La culture des graines, bulbes et plants reproducteurs. Maison Vilmorin-Andrieux', in: *Les Grandes Usines de Turgan*, 26e serie, aug. 1889.
- Flemming, W., *Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung*, Leipzig 1882.
- Focke, W.O., *Die Pflanzenmischlinge*, Berlin 1881.
- Fontijn, J., *Tweespalt. Het leven van Frederik van Eeden tot 1901*, Amsterdam 1990.
- Francé, R.H., *Die Weiterentwicklung des Darwinismus*, Odenkirchen 1904.
- Frank, A.B., 'Zur Frage über den Transversalgeotropismus und -Heliotropismus', *Botanische Zeitung* 31 (1873) 17-23, 33-39, 49-57.
- Frank, A.B., *Die natürliche wagerechte Richtung von Pflanzentheilen, und ihre Abhängigkeit vom Lichte und von der Gravitation*, Leipzig 1870.
- Franke, W., 'Julius Sachs in seiner Bonner Zeit', in: H. Gimmler (red.), *Julius Sachs und die Pflanzenphysiologie heute (Würzburg 1984)* 79-94.
- Frijhoff e.a., W.T.M., *Tempel van hovaardij. Zes eeuwen Stedelijk Gymnasium, Haarlem 1990*.
- Froggatt, P. en N.C. Nevin, 'The "Law of ancestral heredity" and the Mendelian-ancestrian controversy in England, 1889-1906', *Journal of Medical Genetics* 8 (1971) 1-36.
- Futuyma, D.J., *Evolutionary biology*, Sunderland (MA) 1998.

- Galaty, D.H., 'The philosophical basis of mid-nineteenth century German reductionism', *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 29 (1974) 295-316.
- Galton, F., *Hereditary genius*, Londen 1869.
- Galton, F., *Hereditary genius*, London 1892.
- Galton, F., *Natural inheritance*, Londen 1889.
- Gates, R.R., 'Pollen development in hybrids of *Oenothera lata* x *O. lamarckiana*, and its relation to mutation', *Botanical Gazette* 43 (1907) 81-115.
- Gates, R.R., 'Prof. Hugo de Vries', *Nature* 136 (1935) 133.
- Gates, R.R., 'The behavior of the chromosomes in *Oenothera lata* x *O. gigas*', *The Botanical Gazette* 48 (1909) 179-199.
- Gates, R.R., 'The chromosomes of *Oenothera*', *Science* NS 27 (1908) 193-195.
- Gates, R.R., *The mutation factor in evolution, with particular reference to Oenothera*, Londen 1915.
- Gates, R.R., 'The stature and chromosomes of *Oenothera gigas* de Vries', *Archiv für Zellforschung* 3 (1909) 525-552.
- Gautier, A., *Sur la mécanique de la variation des êtres vivants*, Parijs 1886.
- Gayon, J. en D.T. Zallen, 'The role of the Vilmorin Company in the promotion and diffusion of the experimental science of heredity in France, 1840-1920', *Journal of the History of Biology* 31 (1998) 241-262.
- Gedenkboek van het Athenaeum en de Universiteit van Amsterdam 1632-1932, Amsterdam 1932.
- 'Geelziek der hyacinthen', *Haarlemsche Courant* 5 mrt. 1883.
- Geerts, J.M., *Beiträge zur Kenntnis der Cytologie und der partiellen Sterilität von Oenothera lamarckiana*, Nijmegen 1909.
- Geerts, J.M., 'Bijdrage tot de kennis van de cytologische ontwikkeling van *Oenothera lamarckiana*', *Verslag van de Gewone Vergaderingen der Wis- en Natuurkundige Afdeling der Koninklijke Akademie van Wetenschappen* 17 (1908) 242-248.
- Geerts, J.M., 'Cytologische Untersuchungen einiger Bastarde von *Oenothera gigas*', *Berichte der Deutschen Botanische Gesellschaft* 29 (1911) 160-166.
- Geerts, J.M., 'Über die Zahl der Chromosomen von *Oenothera lamarckiana*', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 25 (1907) 191-195.
- Geerts, J.M., 'Voorloopige mededeeling over cytologische onderzoekingen van eenige *Oenothera*-bastarden', *Nederlandsch Kruidekundig Archief* (1911) 35-38.
- Geison, G.L., 'Darwin and heredity: the evolution of his hypothesis of pangenesis', *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 24 (1969) 375-411.
- Geison, G.L., 'The protoplasmic theory of life and the vitalist-mechanist debate', *Isis* 60 (1969) 272-292.
- Gelder, H.A. van, 'Het Menniste Haarlem, bijdrage tot eene geschiedenis der doopsgezinde gemeenten te Haarlem' [19^e eeuw] (aanwezig in NHA).
- Gelder, H.E. van, *'s-Gravenhage in zeven eeuwen*, Amsterdam 1937.
- 'Gelezen en geknipt', *Vriendschap* 18 (1963) 238-240.
- Ghiselin, M.T., 'The rationale of pangenesis', *Genetics* 79 (supplement) (1975) 47-57.
- Gillham, N.W., *A life of Sir Francis Galton*, New York 2001.
- Gimmler, H., 'Einleitung', in: H. Gimmler (red.), *Julius Sachs und die Pflanzenphysiologie heute* (Würzburg 1984) 13-32.
- Glass, B., 'The strange encounter of Luther Burbank and George Harrison Shull', *Proceedings of the American Philosophical Society* 124 (1980) 133-153.

- Glick, Th.F. en D. Kohn, *On evolution. The development of the theory of natural selection*, Indianapolis en Cambridge (MA) 1996.
- Goddijn, W.A., 'In memoriam dr. Jan Paulus Lotsy 1867-1931', *Genetica* 13 (1931) i-xx.
- Godlewski, E., 'Abhängigkeit der Sauerstoffausscheidung der Blätter von dem Kohlendioxidgehalt der Luft', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 3 (1873) 343-370.
- Goebel, K. von, *Wilhelm Hofmeister. Arbeit und Leben eines Botanikers des 19. Jahrhunderts*, Leipzig 1924.
- Goebel, K., 'Julius Sachs', *Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung (Ergänzungsband)* 84 (1897) 101-130.
- Gogh, V.W. van, 'Herinneringen van A.W. Weissman', *Jaarboek Amstelodamum* 42 (1948) 87-145.
- Gregory, F., *Scientific materialism in nineteenth century Germany*, Dordrecht en Boston 1977.
- Groen, M., *Het wetenschappelijk onderwijs in Nederland van 1815 tot 1980*, 3 dln.; Eindhoven 1987-1989.
- Guignard, L., 'Le développement du pollen et la réduction chromatique dans la *Naias major*', *Archives d'Anatomie Microscopique* 2 (1899) 455-509.
- Guignard, L., 'Les centres cinétiques chez les végétaux', *Annales des Sciences Naturelles, Botanique* 5 (1898) 177-220.
- Guignard, L., 'Sur l'origine des sphères directrices', *Journal de Botanique* 8 (1894) 241-249, 257-264.
- Guignard, L., 'Sur les anthérozoides et la double copulation sexuelle chez les végétaux angiospermes', *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 128 (1899) 864-871.
- Guignard, L., 'Sur les anthérozoides et la double copulation sexuelle chez les végétaux angiospermes', *Revue Générale de Botanique* 11 (1899) 129-135.
- H., 'Hugo de Vries', *De Nieuwe Courant* 16 feb. 1918.
- H[aaxman, P.A.], 'Hugo de Vries', *De Nieuwe Courant* 16 feb. 1918.
- Haagschen dwarskijker, Een, *Den Haag en de Hagenaars. Een nieuwe physiologie*, Dordrecht 1874.
- Haakma, S., '1914-1940: Van de diepte naar de breedte', in: P. Bertels e.a. (red.), *Het naadje van de blauwkous. Over een eeuw vrouwen in de wetenschap aan de RUU (Utrecht 1986)* 19-30.
- Haar, B. ter, 'Levensberigt van mr. Jeronimo de Vries', *Handelingen der Jaarlijkse Algemeene Vergadering der Maatschappij van Nederlandsche Letterkunde te Leiden (1853)* 182-217.
- Haberlandt, G., *Physiologische Pflanzenanatomie*, Leipzig 1884.
- Häcker, V., 'Bastardirung und Geschlechtszellenbildung', *Zoologischen Jahrbüchern Supplement* 7 (1904) 161-260.
- Hackmann, W.D., 'The researches of dr. Martinus van Marum (1750-1837) on the influence of electricity on animals and plants', *Medical History* 16 (1972) 11-26.
- Hall, C.J.J. van, *Bijdragen tot de kennis der bacterieele plantenziekten*, Amsterdam 1902.
- Hall, C.J.J. van, 'Iets uit den ouden tijd', *Vakblad voor Biologen* 12 (1931) 141-143.
- Hamburger, H.J., 'De invloed van scheikundige verbindingen op bloedlichaampjes in verband met hare moleculair-gewichten', *Onderzoekingen gedaan in het physiologisch laboratorium der Utrechtse Hoogeschool* 9 (1884) 26-42.
- Hamburger, H.J., 'Eenige toepassingen van de leer der osmotische spanning in de geneeskundige wetenschappen', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 19 (1894-1895 [1895]) 102-119.
- Hamburger, H.J., 'Zur Geschichte und Entwicklung der physikalisch-chemischen Forschung in der Biologie', *Internationale Zeitschrift für Physikalisch-Chemische Biologie* 1 (1914) 6-27.
- Hanseman, D., 'Über die Specificität der Zelltheilung', *Archiv für Mikroskopische Anatomie* 43 (1893) 244-251.
- Hanstein, J. von, *Das Protoplasma als Träger des pflanzlichen und thierischen Lebensverrichtungen*, Heidelberg 1880.

- Harper, R.A., 'Kerntheilung und freie Zellbildung im *Ascus*', *Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik* 30 (1896) 249-284.
- Harris, H., *The birth of the cell*, New Haven en Londen 1999.
- Harte, C., 'Entwicklungsphysiologie und Genetik der pflanzlichen Missbildungen in den Arbeiten von Hugo de Vries', *Die Naturwissenschaften* 40 (1953) 421-427.
- Harte, C., *Oenothera. Contributions of a plant to biology*, Berlijn etc. 1994.
- Harting, P., 'Darwin', *Album der Natuur* (1877) 129-148.
- Hartl, D.L. en V. Orel, 'What did Gregor Mendel think he discovered?', *Genetics* 131 (1992) 245-253.
- Haushofer, H., *Die deutsche Landwirtschaft im technischen Zeitalter*, Stuttgart 1972².
- Hegeman, J.G., 'Darwin en onze voorouders. Nederlandse reacties op de evolutieeler 1860-1875: een terreinverkenning', *Bijdragen en Mededelingen Betreffende de Geschiedenis der Nederlanden* 85 (1970) 261-314.
- Heimans, J., 'Dr. H.W. Heinsius', *De Levende Natuur* 43 (1939) 350.
- Heimans, J., 'Hugo de Vries 16 februari 1848-1948', in: J. Heimans en Th. Weevers, *Hugo de Vries* (Amsterdam z.j. [1948]) 1-9.
- Heimans, J., 'Hugo de Vries and the gene concept', *The American Naturalist* 96 (1962) 93-104.
- Heimans, J., 'Hugo de Vries and the gene theory', in: E.G. Forbes, *Human implications of scientific advance* (Edinburg 1978) 469-480.
- Heimans, J., 'Hugo de Vries tachtig jaar', *Natura* (1928) 24-26.
- Heimans, J., 'Hugo de Vries', *Studium Generale* 1 (1953) 19-32.
- Heimans, J., 'Hugo de Vries en de herontdekking van Mendels werk', ongepubliceerd manuscript, 1968 (kopie aanwezig in: Universiteit van Amsterdam-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas).
- Heimans, J., 'In memoriam prof. dr. Th.J. Stomps', *De Levende Natuur* 76 (1973) 121-122.
- Heimans, J., *Zeventig jaren pangenenleer*, Amsterdam en Djakarta 1959.
- Heimans, J. en W.D. Margadant, 'In memoriam prof. dr. Th.J. Stomps', *Vakblad voor Biologen* 53 (1973) 223-224.
- Heinsius, H.W., *Bijdrage tot de kennis der bestuiving van inlandsche bloemen door insecten*, Groningen 1890.
- Heinsius, H.W., 'De flora van Nederland', *Album der Natuur* (1897) 307-313.
- Hellig, F.J., 'A new case of mutation', *The Ohio Naturalist* 6 (1906) 448.
- Henslow, G., 'Evolution and adaptation. A criticism', *Journal of the Royal Horticultural Society* 31 (1907) 159-163.
- Henslow, G., 'Species and varieties: their origin by mutation. A criticism of De Vries', *Journal of the Royal Horticultural Society* 31 (1907) 164-168.
- Henslow, G., 'The mutation theory: a criticism', *Journal of the Royal Horticultural Society* 36 (1910) 144-148.
- Heribert-Nilsson, N., 'Die Variabilität der *Oenothera lamarckiana* und das Problem der Mutation', *Zeitschrift für Induktive Abstammungs- und Vererbungslehre* 8 (1912) 89-231.
- Heslop-Harrison, J., *Darwin and the movement of plants: a retrospect*, in: F. Skoog (red.), *Plant growth substances 1979* (Berlijn, Heidelberg en New York 1980) 3-14.
- 'Het aanbod aan prof. Hugo de Vries', *Algemeen Handelsblad* 20 nov. 1910.
- 'Het feest van prof. dr. Hugo de Vries', *Het Nieuws van den Dag* 15 okt. 1903.
- 'Het nieuwe gebouw van den Hortus Botanicus', *De Telegraaf* 13 jan. 1915.
- Hodge, M.J.S., 'Darwin as a lifelong generation theorist', in: D. Kohn (red.), *The Darwinian heritage* (Princeton (NJ) 1985) 207-243.

- Hoff, J.H. van 't, 'Condition électrique de l'équilibre chimique', *Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlinger* 21 (1886) 50-58.
- Hoff, J.H. van 't, *Études de dynamique chimique*, Amsterdam 1884.
- Hoff, J.H. van 't, 'Die Rolle des osmotischen Druckes in der Analogie zwischen Lösungen und Gasen', *Zeitschrift für Physikalische Chemie* 1 (1887) 481-508.
- Hoff, J.H. van 't, 'l'Équilibre chimique dans les systèmes gazeux ou dissous', *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* 20 (1886) 239-302.
- Hoff, J.H. van 't, 'Lois de l'équilibre chimique dans l'état dilué, gazeux ou dissous', *Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlinger* 21 (1886) 3-41.
- Hoff, J.H. van 't, 'Osmotic pressure and chemical equilibrium. Nobel lecture 13 Dec. 1901', in: *Nobel lectures, chemistry, 1901-1921* (Amsterdam 1964) 3-14.
- Hoff, J.H. van 't, 'Une propriété générale de la matière diluée', *Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlinger* 21 (1886) 42-49.
- Hoff, J.H. van 't, 'Wie die Theorie der Lösungen entstand', *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft* 27 (1894) 8-19.
- Hofmeister, W., *Die Lehre von der Pflanzenzelle*, Leipzig 1867.
- Hofmeister, W., 'Über die durch die Schwerkraft bestimmten Richtungen von Pflanzentheilen', *Berichte der mathematisch-physischen Classe der Königlich-sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften* (1860) 175-213.
- Hofmeister, W., 'Über die Mechanik der Reizbewegung von Pflanzentheilen', *Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung* 45 (1862) 497-503, 513-517.
- Holkema, F., *De plantengroei der Nederlandsche Noordzee-eilanden*, Amsterdam 1870.
- Holmboe, J., 'Einige abweichende Formen von *Anemone hepatica* L.', *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne* 44 (1906) 357-377.
- Holthuis, L.B., *Rijksmuseum van Natuurlijke Historie 1820-1958*, Leiden 1995.
- Honing, J.A., *De tweelingbastaarden van *Oenothera lamarckiana**, Amsterdam 1909.
- Honing, J.A., 'Die Doppelnatur der *Oenothera lamarckiana*', *Zeitschrift für Induktive Abstammungs- und Vererbungslehre* 4 (1911) 227-278.
- Hopkins, W. (vertaling door J. van der Hoeven), *Over natuurkundige theorien omtrent de verschijnsels van het leven en bepaaldelijk over Darwin's theorie aangaande het ontstaan der soorten*, Haarlem 1860.
- Hubrecht, A.A.W., *De evolutie in nieuwe banen*, Utrecht 1902.
- Hubrecht, A.A.W., 'Emil Selenka', in: E. Selenka (red.), *Menschenaffen (Anthropomorphae). Studien über Entwicklung und Schädelbau* (Wiesbaden 1898-1903), fünfte Lieferung (1903): Zur vergleichenden Keimesgeschichte der Primaten, 1-14 (afzonderlijk gepagineerd).
- 'Hugo de Vries', *De Amsterdamer. Weekblad voor Nederland* 16 feb. 1918.
- 'Hugo de Vries', *De Nieuwe Courant* 3 dec. 1910.
- 'Hugo de Vries', *De Telegraaf* 24 nov. 1910.
- 'Hugo de Vries', *Het Nieuws van den Dag* 15 feb. 1918.
- 'Hugo de Vries', *Het Nieuws van den Dag* 16 okt. 1903.
- 'Hugo de Vries', *Het Vaderland* 16 feb. 1918.
- 'Hugo de Vries', *Nieuwe Rotterdamsche Courant* 15 okt. 1903.
- 'Hugo de Vries', *Nieuwe Rotterdamsche Courant* 19 feb. 1918.
- 'Hugo de Vries en zijn werk', *Algemeen Handelsblad* 22 mei 1935.
- 'Hugo de Vries, Species and variaties. Their origin by mutation', *Het Nieuws van den Dag* 14 juli 1905.

- 'Hugo von Mohl', *Botanische Zeitung* 30 (1872) 569-570.
- 'Huldiging Hugo de Vries', *Het Nieuws van den Dag* 16 feb. 1918.
- 'Huldiging Prof. De Vries', *Het Nieuws van den Dag* 19 feb. 1918.
- 'Huldiging professor De Vries', *De Telegraaf* 16 feb. 1918.
- Hurst, C.C., 'Notes on the proceedings of the International Conference on Plant Breeding and Hybridisation 1902', *Journal of the Royal Horticultural Society* 29 (1904-1905) 417-433.
- Hus, H., 'Hugo de Vries', *The Open Court* (1906) 713-725.
- Hzn., 'Professor Hugo de Vries', *Svenska Dagbladet* 18 juli 1907.
- Idsert, N.C.J. van den, *Hazazah in de Plantage. Geschiedenis van het herenhuis aan de Plantage Parklaan 9 te Amsterdam van bouwgrond tot Hazazah en van zijn omgeving*, z.p. 2002.
- Iltsis, H., *Johann Gregor Mendel. Leben, Werk und Wirkung*, Berlijn 1924.
- 'In memoriam Hugo de Vries', *Algemeen Handelsblad* 22 mei 1935.
- 'Instelling van vaste commissiën', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 4 (1888) 311-313.
- Internationale tentoonstelling van tuinbouw en van voortbrengselen uit het plantenrijk*, Leiden 1877.
- Itallie-van Embden, W. van, 'Prof. dr. Hugo de Vries', *Haagsche Post* 19 dec. 1925.
- Iterson, G. van, L.E. den Dooren de Jong en A.J. Kluyver, *Martinus Willem Beijerinck. His life and his work* (Den Haag 1940), in: G. van Iterson, L.E. den Dooren de Jong en A.J. Kluyver, *Verzamelde geschriften van M.W. Beijerinck* (6 dln; Delft en Den Haag 1921-1940) VI.
- Jahn, I. (red.), *Geschichte der Biologie*, Jena etc. 1998³.
- Jahn, I., 'W.O. Focke - M.W. Beijerinck und die Geschichte der "Wiederentdeckung" Mendels', *Biologische Rundschau* 3 (1965) 12-25.
- Janse, J.M., *De medewerking der mergstralen aan de waterbeweging in het hout*, Leiden 1885.
- Janse, J.M., *De voeding der hoogere planten*, Leiden 1899.
- Janse, J.M., *Rede gehouden bij de opening van het Botanisch Laboratorium der Rijksuniversiteit te Leiden op woensdag 28 oktober 1908*, Leiden 1908.
- Jeffrey, E.C., 'The mutation myth', *Science NS* 39 (1914) 488-491.
- Jensma, G. en H. de Vries, *Veranderingen in het hoger onderwijs in Nederland tussen 1815 en 1940*, Hilversum 1997.
- Johannsen, W., *Elemente der exakten Erblchkeitslehre*, Jena 1913³.
- Johannsen, W., *Über Erblchkeit in Populationen und in reinen Linien*, Jena 1903.
- Jonkman, H.F., 'Pieter Harting', in: E.D. Pijzel (red.), *Mannen van betekenis in onze dagen* (Haarlem 1886) 319-366.
- Jordan, D.S., 'The origin of species through isolation', *Science NS* 22 (1905) 545-562.
- Jordan, D.S., *The days of a man: being memories of a naturalist, teacher and minor prophet of democracy*, 2 dln.; New York 1922.
- Josselin de Jong, F. de, 'De Vries', *Nederlands Patriciaat* 27 (1941) 370-392.
- [Katz, Rud.], 'Hoe soorten ontstaan', *Propria Cures* 12 (1900) 41-42.
- K[relage], J.H., 'De Wetenschappelijke Commissie', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 5 (1889) 273-274.
- Karstens, W.K.H. en H. Kleibrink, *De Leidse Hortus. Een botanische erfenis*, Zwolle 1982.
- Kingsland, S.E., 'The battling botanist. Daniel Trembley MacDougal, mutation theory, and the rise of experimental evolutionary biology in America, 1900-1912', *Isis* 82 (1991) 479-509.
- Klebs, G., *Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen*, Jena 1903.
- Kleefstra, A.R., *De Luntersche Tuinbouw-Vereeniging 1873-1963. De geschiedenis ontrafeld*, Aldeboarn 1993.
- Klein, E., *Geschichte der deutschen Landwirtschaft im Industriezeitalter*, Wiesbaden 1973.

- Klein, P.W. (red.), *Een beeld van een academie. Mensen en momenten uit de geschiedenis van het Koninklijk Instituut en de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen 1808-1998*, Amsterdam 1998.
- Kloos, W., 'Herinneringen uit mijn Hoogere-Burgerschool-jaren', in: *Gedenkboek 50-jarig bestaan. Eerste HBS met 5-jarigen cursus te Amsterdam (Amsterdam 1916)* 43-56.
- Knegtmans, P.J., *Professoren van de stad: het Athenaeum Illustre en de Universiteit van Amsterdam 1632-1960*, Amsterdam 2007.
- Kniep, H., 'Ernst Stahl', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 37 (1919) (tweede Generalversammlungs-Heft) 85-104.
- Koch, W.D.J., *Synopsis Florae Germanicae et Helveticae*, Leipzig 1843-1845².
- Korschinsky, S., 'Heterogenesis und Evolution', *Naturwissenschaftliche Wochenschrift* 14 (1899) 273-278.
- Korschinsky, S., 'Heterogenesis und Evolution. Ein Beitrag zur Theorie der Entstehung der Arten', *Flora* 89 (1901) 240-368.
- Koster, J.Th. en T.S.S. van Benthem Jutting, 'Notice sur madame dr. A.A. Weber née Van Bosse à l'occasion de son 90-ième anniversaire', *Blumea supplement* 11 (1942) 3-9.
- Koster, W., 'Het ontstaan van nieuwe plant- en diersoorten', *Wetenschappelijke Bladen* 46 (1901)*.
- Kottler, M.J., 'Hugo de Vries and the rediscovery of Mendel's laws', *Annals of Science* 36 (1979) 517-538.
- Kraus, C., 'Erwiederung', *Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung* 60 (1877) 463-464.
- Kraus, C., 'Ursachen der Wachstumsrichtung nichtvertikaler Sprosse', *Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung* 60 (1877) 257-262.
- Krelage, E.H., *Gedenkboek ter herinnering aan het vijftigjarig bestaan der Algemeene Vereeniging voor Bloembolencultuur te Haarlem 1860-1910*, Haarlem 1910.
- Krelage, E.H., 'Het onderzoek der hyacinthenziekten. Een episode uit het prae-phytopathologische tijdvak', *Agronomisch Historisch Jaarboek* 1 (1940) 30-45.
- Krüger, F., 'Albert Bernhard Frank', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 19 (1900) 10-36.
- Kühn, J., *Das Studium der Landwirtschaft an der Universität Halle. Geschichtliche Entwicklung und Organisation desselben*, Halle 1888.
- Labbé, A., *La cytologie expérimentale*, Parijs 1898.
- Lamarck, J.B., *Philosophie zoologique*, 2 dln.; Parijs 1809.
- 'Landbouw', *Algemeen Handelsblad* 17 mei 1882.
- 'Landbouw', *Algemeen Handelsblad* 18 mei 1882.
- Lang, A., 'Über die Mendelschen Gesetze, Art- und Varietätenbildung, Mutation und Variation, insbesondere bei unsern Hain- und Gartenschnecken', *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* (1905)*.
- Laurent, G. (red.), *Jean Baptist Lamarck 1744-1829*, Parijs 1997.
- Lawrence, G.H.M., 'Last of the surviving Mendellers', *The Journal of Heredity* 40 (1949) 241-242.
- Le Dantec, F., *La crise du transformisme*, Parijs 1910.
- Leefmans, S., 'Dr. C.J.J. van Hall', *Vakblad voor Biologen* 27 (1947) 161-163.
- Leenmans, H.A., 'Over het eerste Haagsche gymnasium', *Die Haghe* 7 (1939) 1-25.
- Lehmann, E., *Die Theorien der Oenotheraforschung*, Jena 1922.
- Lehmann, E., 'Über den gegenwärtigen Stand der Mutationstheorie', *Die Naturwissenschaften* 2 (1914) 597-601.
- Lenoir, T., *Instituting science. The cultural production of scientific descriptions*, Stanford (CA) 1997.
- 'Levensbericht van C. J. C. Reuvens, hoogl. in de bespiegelende wijsbegeerte en fraaije letteren,

- speciaal belast met het vak der archeologie, te Leiden', *Algemeene Konst- en Letterbode* (1835) 99-106, 115-125, 131-136.
- Lever, J., 'De genen van Hugo de Vries', *VU-Magazine* (1990) no. 3, 18-31.
- Linskens, H.F., 'De geboorte van de moderne genetica. De betekenis van Hugo de Vries voor het huidige en het toekomstige biologische onderzoek', in: *Van vonk tot vlam. 100 jaar natuurwetenschap in Nederland* (Amsterdam 1989) 116-128.
- Lipman, T.O., 'Vitalism and reductionism in Liebig's physiological thought', *Isis* 58 (1967) 167-185.
- Lock, R.H., *Recent progress in the study of variation heredity and evolution*, Londen 1906.
- Lock, R.H., 'Studies in plant breeding in the tropics I. Introductory: The work of Mendel and an account of recent progress along the same lines, with some new illustrations', *Annals of the Royal Botanic Garden* 2 (1904) 299-356.
- Loosjes Pzn., A., *Flora Harlemica*, Haarlem 1779.
- Lotsy, J.P., *Carolus Linnaeus. Een en ander over zijne beteekenis, vooral ten opzichte van het soortsbegrip*, Haarlem 1907.
- Lotsy, J.P., *Het tegenwoordige standpunt der evolutieleer*, 's-Gravenhage 1916.
- Lotsy, J.P., *Vorlesungen über Deszendenztheorie, mit besonderer Berücksichtigung der botanischen Seite der Frage, gehalten an der Reichsuniversität zu Leiden*, Jena 1906.
- Lotsy, J.P., *Wat is systematiek?*, Leiden 1904.
- Lover, F., 'De mutatiethoorie en haar betekenis voor de homosexualiteit. Prof. dr. Th.J. Stomps sprak voor leden van de Amsterdamse Shakespeare-Club', *Levensrecht* (1947) no. 10-11, 16-22.
- Lubach, D., 'In memoriam', *Eigen Haard* (1892) 808-810.
- Lubach, D., 'J. van der Hoeven', *Album der Natuur* (1868) 161-165.
- Lubach, D., 'Willem Martinus Logeman', *Album der Natuur* (1894) 133-135.
- 'Lucas Jacob Egeling', *Nieuw Nederlandsch biografisch woordenboek IV* (Leiden 1918) 558-559.
- Ludwig, F., 'Beiträge zur Phytarithmetik', *Botanisches Centralblatt* 18 (band 71) (1897) 257-265.
- Ludwig, F., 'Botanische Mitteilungen', *Schriften der Naturforschenden Gesellschaft zu Danzig NF 7* (1890) 177-181.
- Ludwig, F., 'Die Statistik eine notwendige Hilfswissenschaft der Systematik', *Deutschen Botanischen Monatschrift* (1897) 241-242.
- Ludwig, F., 'Nachträgliche Bemerkungen über die Multipla der Fibonaccizahlen und die Coëxistenz kleiner Bewegungen bei der Variation der Pflanzen', *Botanisches Centralblatt* 18 (band 71) (1897) 289-291.
- Ludwig, F., 'Über Variationscurven und Variationsflächen der Pflanzen', *Botanisches Centralblatt* 16 (band 64) (1895) 1-8, 33-41, 65-72, 97-105.
- Ludwig, F., 'Über Variationscurven', *Botanisches Centralblatt* 19 (band 75) (1898) 97-107, 178-183.
- Ludwig, F., 'Weiteres über Fibonaccicurven', *Biologisches Centralblatt* 17 (band 68) (1896) 1-8.
- Lutz, A.M., 'A preliminary note on the chromosomes of *Oenothera lamarckiana* and one of its mutants', *Science NS* 26 (1907) 151-152.
- Lutz, A.M., 'Characters indicative of the number of somatic chromosomes present in *Oenothera* mutants and hybrids', *The American Naturalist* 51 (1917) 375-377.
- Lutz, A.M., 'Fifteen and sixteen chromosome *Oenothera* mutants', *American Journal of Botany* 4 (1917) 53-111.
- Lutz, A.M., '*Oenothera* mutants with diminutive chromosomes', *American Journal of Botany* 3 (1916) 502-526.

- Lutz, A.M., 'Triploid mutants in *Oenothera*', *Biologisches Centralblatt* 32 (1912) 384-435.
- Lyle, E.P., 'Plant making in a Dutch garden', *Everybody's Magazine* 6 (1902) 596-602.
- Maas, A.J.P., *Atomisme en individualiteit. De Amsterdamse natuurkunde tussen 1877 en 1940*, z.j. 2001.
- Maat, H., 'De veredeling van tarwe in Nederland', *NEHA-Jaarboek voor Economische, Bedrijfs- en Techniekgeschiedenis* 61 (1998) 86-120.
- Maat, H., *Science cultivating practice. A history of agricultural science in the Netherlands and its colonies, 1863-1986*, Dordrecht, Boston en Londen 2001.
- 'Maatschappij Diligentia. Natuurkundige voordragten', *Dagblad van Zuid-Holland en 's-Gravenhage* 23-24 mrt. 1873.
- 'Maatschappij Diligentia. Natuurkundige voordragten', *Dagblad van Zuid-Holland en 's-Gravenhage* 7-8 mrt. 1875.
- 'Maatschappij Diligentia. Natuurkundige voordragten', *Dagblad van Zuid-Holland en 's-Gravenhage* 9-10 feb. 1879.
- MacLeod, J., 'De bevruchting der bloemen door de insecten (statistische beschouwingen)', *Handelingen van het Eerste Nederlandsch Natuur- en Geneeskundig Congres (Haarlem 1888)* 133-138.
- MacLeod, J., 'Statistische beschouwingen omtrent de bevruchting der bloemen door de insecten', *Botanisch Jaarboek* 1 (1889) 19-90.
- MacDougal, D.T., 'Mutation in plants', *The American Naturalist* 37 (1903) 737-770.
- MacDougal, D.T., 'Professor De Vries' experiments on the origin of species', *The Independent* 25 sept. 1902.
- MacDougal, D.T., 'The origin of species by mutation', *Torrey* 2 (1902) 65-68, 81-84, 97-100.
- MacDougal, D.T., A.M. Vail, G.H. Shull en J.K. Small, *Mutants and hybrids of the *Oenotheras**, Washington 1905.
- MacRoberts, M.H., 'Was Mendel's paper on *Pisum* neglected or unknown?', *Annals of Science* 42 (1985) 339-345.
- Mägdefrau, K., *Geschichte der Botanik*, Stuttgart 1973.
- Martins, L.A.-C.P., 'Did Sutton and Boveri propose the so-called Sutton-Boveri chromosome hypothesis?', *Genetics and Molecular Biology* 22 (1999) 261-271.
- Masters, M.T., 'Introductory address', *Journal of the Royal Horticultural Society* 24 (1900) 55-56.
- Matalová, A., 'Mendel's theory and complementarity', *Folia Mendeliana* 30 (1995) 43-9.
- Matsuura, H., *A bibliographical monograph on plant genetics (gene analysis) 1900-1929*, Sapporo 1933.
- Mayer, A., 'Der Botaniker Hugo de Vries † 22. Mai 1935 als hoher Achtziger', *Die Landwirtschaftliche Versuchsstationen* 126 (1936) 297-305.
- Mayer, A., *Die Sauerstoffausscheidung fleischiger Pflanzen. Ein Angriff von Herrn dr. Hugo de Vries zurückgewiesen*, Heidelberg 1876.
- Mayer, A., 'Über die Bedeutung der organischen Säuren in den Pflanzen', *Die Landwirtschaftlichen Versuchsstationen* 18 (1875) 410-452.
- Mayer, A., 'Wederlegging der beschouwingen van dr. Hugo de Vries over de beteekenis der organische zuren in de planten', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 6 (1876) 117-124.
- Mayr, E., *One long argument. Charles Darwin and the genesis of modern evolutionary thought*, Cambridge (MA) 1991.
- Mayr, E., *The growth of biological thought. Diversity, evolution and inheritance*, Cambridge (MA) 1982.
- Mayr, E. en W.B. Provine (red.), *The evolutionary synthesis. Perspectives on the unification of biology*, Cambridge (MA) 1980.
- 'Mededeelingen van verschillenden aard', *Haarlemsche Courant* 24 mei 1882.

- Meijer, O.G., 'Hugo de Vries no Mendelian?', *Annals of Science* 42 (1985) 189-232.
- Meijer, O.G., 'Hugo de Vries und Johann Gregor Mendel: die Geschichte einer Verneinung', *Folia Mendeliana* 21 (1986) 69-90.
- Meinel, A., 'An early scientific approach to heredity by the plant breeder Wilhelm Rimpau (1842-1903)', *Plant Breeding* 122 (2003) 195-198.
- Merriam, C. H., 'Is mutation a factor in the evolution of the higher vertebrates?', *Science* NS 23 (1906) 241-257.
- Metcalf, M.M., 'Determinate mutation', *Science* NS 21 (1905) 355-356.
- Metcalf, M.M., 'The influence of the plasticity of organisms upon evolution', *Science* NS 23 (1906) 786-787.
- Mohl, H. von, *Über den Bau und das Winden der Ranken und Schlingpflanzen*, Tübingen 1827.
- Molkenboer, J.H. en C. Kerbert, *Flora Leidensis*, Leiden 1840.
- Moll, J.W., 'Das Mikrotom Reinhold-Giltay', *Zeitschrift für Wissenschaftliche Mikroskopie und für Mikroskopische Technik* 9 (1893) 445-465.
- Moll, J.W., *De invloed van celdeeling en celstrekking op den groei*, Utrecht 1876.
- Moll, J.W., 'Demonstratie van doorsneden van celkernen en kerndeelingsfiguren', *Handelingen van het Tweede Nederlands Natuur- en Geneeskundig Congres* (Leiden 1889) 128-130.
- Moll, J.W., 'Die Mutationstheorie', *Biologisches Centralblatt* 21 (1901) 257-269, 289-305.
- Moll, J.W., 'Die Mutationstheorie', *Biologisches Centralblatt* 22 (1902) 505-519, 537-551, 577-596.
- Moll, J.W., 'Die Mutationstheorie', *Biologisches Centralblatt* 24 (1904) 145-162, 193-210, 225-241.
- Moll, J.W., 'Hugo de Vries', *De Nieuwe Amsterdammer* 16 feb. 1918.
- Moll, J.W., 'Intracellular Pangenesis', *The Botanical Gazette* 14 (1889) 54-66.
- Moll, J.W., 'Levensbericht van C.A.J.A. Oudemans', *Jaarboek der Koninklijke Akademie van Wetenschappen* (1909) 57-105.
- Moll, J.W., 'Observations on karyokinesis in *Spirogyra*', *Verhandelingen van de Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam, Afdeling Natuurkunde, tweede sectie* 1 (1893) 1-36.
- Moll, J.W., 'The application of the paraffin-embedding method in botany', *Botanical Gazette* 13 (1888) 5-14.
- Moll, J.W., 'Über den Ursprung des Kohlenstoffs der Pflanzen', *Landwirtschaftliche Jahrbücher* 6 (1877) 327-363.
- Moll, J.W., 'Über die Herkunft des Kohlenstoffs der Pflanzen', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 2 (1882), Heft 1 (1878) 105-113.
- Moll, J.W., A. Fiet en W. Pijp, *Rapport sur quelques cultures de Papavéracées*, 's-Hertogenbosch 1894.
- Monaghan, F.V. en A.F. Corcos, 'Tschermak: a non-discoverer of Mendelism. II. A critique', *The Journal of Heredity* 78 (1987) 208-210.
- Monaghan, F.V. en A.F. Corcos, 'Tschermak: a non-discoverer of Mendelism. I. An historical note', *The Journal of Heredity* 77 (1986) 468-469.
- Moore, J.A., *Science as a way of knowing. The foundations of modern biology*, Cambridge (MA) en Londen 1993.
- Moore, R., 'The "rediscovery" of Mendel's work', *Bioscience* 27 (2001) 13-24.
- Morgan, Th.H., *A critique of the theory of evolution*, Princeton (NJ) 1916.
- Morgan, Th.H., 'Concerning the mutation theory', *The Scientific Monthly* 6 (1918) 385-405.
- Morgan, Th.H., 'Darwinism in the light of modern criticism', *Harper's Magazine* (1903) 476-479.
- Morgan, Th.H., *Evolution and adaptation*, New York 1903.
- Morgan, Th.H., *Heredity and sex*, New York 1913.

- Morgan, Th.H., *Ontwikkeling en aanpassing*, Zutphen 1906.
- Morgan, Th.H., 'Two sex-linked lethal factors in *Drosophila* and their influence on the sex-ratio', *Journal of Experimental Zoology* 17 (1914) 81-122.
- Morgan, Th.H., A.H. Sturtevant, H.J. Muller en C.B. Bridges, *The mechanism of Mendelian heredity*, New York 1915.
- Müller (Thürgau), H., 'Die Sporenvorkeime und Zweigvorkeime des Laubmoose', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 4 (1874) 475-499.
- Müller, D., 'Drei Briefe über Reine Linien von Galton, De Vries und Yule an Wilhelm Johannsen in 1903 geschrieben', *Centaurus* 16 (1972) 316-319.
- Müller, D., 'Wilhelm Johannsen über reine Linien und Elementararten in einem Brief 1903 an Hugo de Vries', *Folia Mendeliana* 9 (1974) 267-270.
- Müller, H., *Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitigen Anpassungen beider: ein Beitrag zur Erkenntnis des ursächlichen Zusammenhanges in der organischen*, Leipzig 1873.
- Muller, H.J., 'An *Oenothera*-like case in *Drosophila*', *Proceedings of the National Academy of Sciences* 3 (1917) 619-626.
- Muller, H.J., 'Genetic variability, twin hybrids and constant hybrids, in a case of balanced lethal factors', *Genetics* 3 (1918) 422-499.
- Müller, O., 'Sprungweise Mutation bei Melosireen', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 21 (1903) 326-333.
- Nawaschin, S., 'Resultate einer Revision der Befruchtungsvorgänge bei *Lilium martagon* und *Fritillaria tenella*', *Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg* 9 (1898) 377-382.
- Nicolai, E., 'J.M. Jansé', *Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg* 49 (1940) 49-54.
- 'Noted botanist plants tree here', *The Brooklyn Daily Eagle* 13 sept. 1912.
- Olby, R.C., 'Mendel, Mendelism and genetics', beschikbaar via: <http://www.mendelweb.org>.
- Olby, R.C., 'Mendel no Mendelian?', *History of Science* 17 (1979) 53-72.
- Olby, R.C., *Origins of Mendelism*, Chicago en Londen 1985.
- Olby, R.C., 'William Bateson's introduction of Mendelism to England. A reassessment', *British Journal for the History of Science* 20 (1987) 399-420.
- 'Ontwerp-statuten der Nederlandsche Botanische Vereeniging', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1908) 47-72.
- 'Opmerkingen en amendementen op de concept-statuten der Nederlandsche Botanische Vereeniging door verschillende leden. 15 oktober 1908', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1908) 73-122.
- Oppenheimer, H.R., 'Hugo de Vries als Pflanzenphysiologe', *The Palestine Journal of Botany and Horticultural Science* 1 (1935) 51-69.
- Orel, V., *Gregor Mendel, the first geneticist*, Oxford etc. 1996.
- Ornduff, R., 'Darwin's botany', *Taxon* 33 (1984) 39-47.
- Ortmann, A.E., 'The fallacy of the mutation theory', *Science NS* 23 (1906) 746-748.
- Osterhout, W.J.V., *Experiments with plants*, New York 1905.
- Osterhout, W.J.V., *Proeven met planten*, Haarlem 1909.
- Otterspeer, W., *De wieslag van hun geest. De Leidse universiteit in de negentiende eeuw*, 's-Gravenhage 1992.
- Oudemans, C.A.J.A., *Leerboek der plantkunde*, 2 dln.; Utrecht en Amsterdam 1866-1870.
- Oudemans, C.A.J.A., *Over de plantkunde, beschouwd in hare tragsgewijze ontwikkeling van de vroegste tijd tot op heden*, Utrecht en Amsterdam 1859.

- Oudemans, C.A.J.A. en Hugo de Vries, *Leerboek der plantenkunde*, 3 dln.; Amsterdam en Zaltbommel 1880-1884.
- Oye, P. van, Hugo de Vries, Julius MacLeod en Edward Verschaffelt. *Vriendschap en wederkerige invloed*, Brussel 1961.
- P[iet].T[eunissen]., 'Het ontstaan van nieuwe plantensoorten', *Algemeen Handelsblad* 14 okt. 1900.
- Paerels, J.J., 'In Memoriam J. H. Wakker', *Landbouwkundig Tijdschrift* 39 (1927) 409.
- Palm, L.H., *Über das Winden der Pflanzen*, Tübingen 1827.
- Paping, R.F.J., 'Die waardige man', prof. H.C. van Hall (1801-1874), botanicus, landhuishoudkundige en pionier van het hoger landbouwonderwijs, Groningen 1996.
- Pas, P.W. van der, 'From cell te chromosome', ongepubliceerd manuscript ca. 1975 (aanwezig in: Universiteit van Amsterdam-Artisbibliotheek: Archief P.W. van der Pas).
- Pas, P.W. van der, 'Hugo de Vries als taxonoom', *Scientiarium Historia* 9 (1969) 148-166.
- Pas, P.W. van der, 'Hugo de Vries and Gregor Mendel', *Folia Mendeliana* 11 (1976) 229-242.
- Pas, P.W. van der, 'The correspondence of Hugo de Vries and Charles Darwin', *Janus* 57 (1970) 173-213.
- Patel, J.K. en C.B. Read, *Handbook of the normal distribution*, New York en Basel 1982.
- Paulides, R., 'Darwin in Nederland', werkstuk voor de opleiding tot wetenschappelijk bibliothecaris, Universiteit van Amsterdam, 1984; typoscript.
- Pauly, P.J., *Controlling life. Jacques Loeb and the engineering ideal in biology*, New York 1987.
- Pearl, R., 'Biometric ideas and methods in biology', *Scientia* 10 (1911) 101-119.
- Pearson, E.S., 'Studies in the History of Probability and Statistics XIV. Some Incidents in the Early History of Biometry and Statistics, 1890-94', *Biometrika* 52 (1965) 3-18.
- Pearson, K., 'On the fundamental conceptions of biology', *Biometrika* 1 (1901-1902) 320-344.
- Pearson, K., 'Walter Frank Raphael Weldon. 1860-1906', *Biometrika* 5 (1906) 1-52.
- Pease, M., 'Dr. A.L. Hagedoorn', *Nature* 173 (1954) 60-61.
- Pedersen, R., 'Haben Temperaturschwankungen als solche einen ungünstigen Einfluss auf das Wachstum?', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 4 (1874) 563-583.
- Peypers, H.F.A., 'Levensbericht van mr. dr. Herman Hartogh Heys van Zouteveen', *Handelingen en Mededelingen van de Maatschappij der Nederlandse Letterkunde* (Leiden 1894) 314-368.
- Pfeffer, W., *Die periodischen Bewegungen der Blattorgane*, Leipzig 1875.
- Pfeffer, W., *Osmotische Untersuchungen*, Leipzig 1877.
- Pfeffer, W., 'Studien über Symmetrie und spezifische Wachsthumursachen', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 1 (1871) 77-98.
- Pfeffer, W., 'Über periodische Bewegungen der Blätter', *Sitzungsberichte der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde* (Allgemeine Sitzung vom 9. Februar 1874).
- Pirson, A., 'Julius Sachs. Arbeit und Denken aus der Sicht der neueren Pflanzenphysiologie', in: H. Gimmler (red.), *Julius Sachs und die Pflanzenphysiologie heute* (Würzburg 1984) 115-178.
- Plate, L., 'Darwinismus kontra Mutationstheorie', *Archiv für Rassen- und Gesellschafts-Biologie* 3 (1906) 183-200.
- Plate, L., *Selectionsprinzip und Probleme der Artbildung*, Leipzig 1908.
- Porsch, O., 'Die Blütenmutationen der Orchideen als Ausgangspunkt ihrer Art- und Gattungsentstehung', *Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien* 55 (1906) 325-331.
- Portugal, F.H. en J.S. Cohen, *A century of DNA. A history of the discovery of the structure and function of the genetic substance*, Cambridge (MA) en Londen 1977.

- Prantl, K., 'Über den Einfluss des Lichts auf das Wachstum der Blätter', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 3 (1873) 371-384.
- Prantl, K., 'Untersuchungen über die Regeneration des Vegetationspunktes an Angiospermenwurzeln', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 4 (1874) 546-562.
- Pringsheim, E.G., *Julius Sachs. Der Begründer der neueren Pflanzenphysiologie 1832-1897*, Jena 1932.
- Prodromus florae Batavae*, 2 dln.; z.p. 1850-1866.
- 'Prof. dr. Hugo de Vries overleden', *Algemeen Handelsblad* 21 mei 1935.
- 'Prof. dr. Hugo de Vries overleden', *De Telegraaf* 21 mei 1935.
- 'Prof. dr. Hugo de Vries uitgeleid', *De Telegraaf* 26 mei 1935.
- 'Prof. dr. Hugo de Vries', *De Indische Mercur* 15 feb. 1918.
- 'Prof. dr. Hugo de Vries', *De Neder-Veluwe* 21 feb. 1918.
- 'Prof. dr. Hugo de Vries', *Edesch Nieuwsblad* 21 feb. 1918.
- Prof. dr. K.B. Boedijn, *Uitgave Amsterdams Biologendispuut CONGO*, z.p., z.j.
- 'Prof. Hugo de Vries naar Amerika', *Het Nieuws van den Dag* * nov. 1910.
- 'Prof. Hugo de Vries te Lunteren gehuldigd', *Algemeen Handelsblad* 19 feb. 1918.
- 'Prof. Hugo de Vries', *Algemeen Handelsblad* 18 nov. 1910.
- 'Prof. Hugo de Vries', *Algemeen Handelsblad* 3 okt. 1917.
- 'Prof. Hugo de Vries', *De Telegraaf* 15 feb. 1918.
- 'Prof. Hugo de Vries', *De Telegraaf* 17 feb. 1923.
- 'Professor Hugo de Vries 86 jaar', *De Telegraaf* 16 feb. 1934.
- 'Professor Hugo de Vries', *Algemeen Handelsblad* 15 feb. 1918.
- 'Programm über die Bestimmung der Trockengewichtszunahme bei Culturpflanzen pro 1875 und 1876', *Landwirtschaftliche Jahrbücher* 5 (1876) 771-775.
- Provine, W.B., *The origins of population genetics*, Chicago en Londen 1971.
- Putlitz, G. zu en H. Krabusch (red.), *600 Jahre Ruprecht-Karls-Universität, 1386-1986. Geschichte, Forschung und Lehre*, Heidelberg 1986.
- Quetelet, A., *Anthropométrie, ou mesure des différentes facultés de l'homme*, Brussel 1870.
- 'Rapport omtrent het verhandelde in de eerste vergadering der Wetenschappelijke Commissie', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 5 (1889) 219 ['119']-220 ['120'].
- Rauwenhoff, N.W.P., 'De beschouwingen van dr. Hugo de Vries Over de rol van melksap, gom en hars in planten getoetst', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 10 (1879-1881 [1881]) 97-103.
- Rauwenhoff, N.W.P., 'De invloed der temperatuur op de levensverschijnselen der planten. Onderzoekingen van dr. Hugo de Vries', *Nederlandsch Kruidkundig Archief, tweede serie*, 1 (z.j. [1868-1873]) 25-49.
- Rauwenhoff, N.W.P., *De tegenwoordige richting en beteekenis der planten-physiologie uit hare geschiedenis toegelicht*, Utrecht 1871.
- Rauwenhoff, N.W.P., *Inwijdingsrede over het nut der wetenschap, zichtbaar in den werkkring der plantkunde en in hare toepassingen*, Rotterdam 1860.
- Rauwenhoff, N.W.P., *Onderzoek naar de betrekking der groene plantendeelen tot de zuurstof en het koolzuur des dampkrings, onder den invloed van het zonnelicht*, Amsterdam 1853.
- Redactie, De, 'Waarde lezers', *De Levende Natuur* 1 (1896-1897) 1-2.
- [Recensie van 'Mannen en vrouwen van beteekenis'], *Het Nieuws van den Dag* 3 okt. 1900.
- Ree-Scholten, G.F. van der (eindred.), *Deugd boven geweld. Een geschiedenis van Haarlem, 1245-1995*, Hilversum 1995.
- 'Reglement voor de instelling van vaste commissiën', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 5 (1889) 17-18.

- Reinke, J., 'Der gegenwärtige Stand der Abstammungslehre', *Der Türmer* 5 (1902) 1-18.
- Renner, O., 'Befruchtung und Embryobildung bei *Oenothera lamarckiana* und einigen verwandten Arten', *Flora* 107 (1915) 115-150.
- Renner, O., 'Bemerkungen zu der Abhandlung von Hugo de Vries, 'Kreuzungen von *Oenothera lamarckiana* mut. *velutina*', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 36 (1918) 446-456.
- Renner, O., 'Die tauben Samen der Oenotheren', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 34 (1916) 858-869.
- Renner, O., 'Versuche über die gametische Konstitution der Oenotheren', *Zeitschrift für Induktive Abstammungs- und Vererbungslehre* 18 (1917) 121-294.
- Rheinberger, H.-J., 'When did Carl Correns read Gregor Mendel's paper?', *Isis* 86 (1995) 612-616.
- Richmond, M.L., 'The 1909 Darwin celebration. Reexamining evolution in the light of Mendel, mutation and meiosis', *Isis* 97 (2006) 447-484.
- Richmond, M.L., 'Women in the early history of genetics. William Bateson and the Newnham College Mendelians, 1900-1910', *Isis* 92 (2001) 55-90.
- Ridder, I. de en W. Teepe, *Het leven en werk van Johanna Westerdijk, doctoraalscriptie Subfaculteit Biologie, Rijksuniversiteit Utrecht* 1980.
- Rimpau, W., 'Das Aufschliessen der Runkelrüben', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 5 (1876) 31-45.
- Rimpau, W., 'Das Samenschliessen der Rüben', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 9 (1880) 191-203.
- Roberts, H.F., *Plant hybridization before Mendel*, Princeton (NJ) 1929.
- Robertson, C., 'Ecological adaptation and ecological selection' *Science* NS 23 (1906) 307-310.
- Rodgers, A.D., *Liberty Hyde Bailey. A story of American plant sciences*, Princeton (NJ) 1949.
- Röell, J., 'Mr. Gerrit de Vries Azn.', *Jaarboek der Koninklijke Akademie van Wetenschappen* (1900) 41-107.
- Ronner, S.J., 'De experimentele morphologie in de plantkunde', *Album der Natuur* (1908) 237-250.
- Ronner, S.J., 'De grootste vrucht der aarde', *Album der Natuur* (1906) 317-319.
- Rooy, P. de, 'The natural selection of evolutionary theory. Darwinism in the Netherlands 1850-1900', *Acta Botanica Neerlandica* 47 (1998) 419-425.
- Rothschuh, K.E., *History of physiology*, Huntington, NY 1973.
- 'Royal Society's Medal Awards', *The Times* 1 dec. 1906.
- Rübel, E., *Carl Schröter 1855-1939*, Zürich 1940.
- Sachs, J., *Geschichte der Botanik*, München 1875.
- Sachs, J., *Handbuch der Experimentalphysiologie der Pflanzen*, Leipzig 1865.
- Sachs, J., 'Längenwachsthum der Ober- und Unterseite horizontalgelegter sich aufwärts krümmender Sprosse', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 2 (1872) 193-208.
- Sachs, J., *Lehrbuch der Botanik, nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft*, Leipzig 1868, 1870³, 1873³, 1874⁴.
- Sachs, J., 'Notiz über Schlingpflanzen', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 2 (1882), Heft 4 (1882) 719-722.
- Sachs, J., 'Stoff und Form der Pflanzenorgane', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 2 (1882), Heft 4 (1882) 689-718.
- Sachs, J., 'Über das Wachsthum der Haupt- und Nebewurzeln', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 3 (1873) 385-474, Heft 4 (1874) 584-634.
- Sachs, J., 'Über den Einfluss der Lufttemperatur und des Tageslichts auf die stündlichen und täglichen Änderungen des Längenwachstums (Streckung) der Internodiën', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 2 (1872) 99-192.

- Sachs, J., *Vorlesungen über Pflanzenphysiologie*, Leipzig 1882.
- Sachs, J., 'Über Wachstum und Geotropismus aufrechter Stengel', *Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung* 56 (1873) 321-331.
- Sachs, J., 'Zur Geschichte der mechanischen Theorie des Wachstums der organischen Zellen', *Botanische Zeitung* 36 (1878) 308-313.
- Sadava, D. e.a., *Life. The science of biology*, Sunderland (MA) 2008.
- Sapp, J., 'The nine lives of Gregor Mendel', in: H.E. Le Grand (red.), *Experimental inquiries* (Dordrecht 1990) 137-166.
- Saunders, E.R., 'On a discontinuous variation occurring in *Biscutella laevigata*', *Proceedings of the Royal Society* 62 (1897) 11-26.
- Schaminée, J. en R. van 't Veer, *Honderd jaar op de knieën. De geschiedenis van de plantensociologie in Nederland*, Noordwolde 2000.
- Schenk, A., *Flora der Umgebung von Würzburg*, Regensburg 1848.
- Schepper e.a., H. de Raad van State 450 jaar, 's-Gravenhage 1981.
- Schierbeek, A., *Grepen uit de geschiedenis van de Natuurkundige Maatschappij Diligentia 1793-1943*, 's-Gravenhage 1943.
- Schleiden, M.J., *Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik*, 2 dln.; Leipzig 1842-1843.
- Schneckenburger, S., *In tausend Formen magst du dich verstecken. Goethe und die Pflanzenwelt*, Frankfurt 1998.
- Schneider, K.C., 'Über den heutigen Stand der Deszendenztheorie', *Wiener Klinischen Rundschau* (1904) no. 5, 6 en 7.
- Schwartz, S., 'Characters as units and the case of the presence and absence hypothesis', *Biology and Philosophy* 17 (2002) 369-388.
- Schwendener, S., 'Über den gegenwärtigen Stand der Descendenzlehre in der Botanik', *Naturwissenschaftliche Wochenschrift NF* 18 (1903) 121.
- Scott, W.E.D., 'On the probable origin of certain birds', *Science NS* 22 (1905) 271-282.
- Secord, J.A., *Victorian sensation: the extraordinary publication, reception, and secret authorship of Vestiges of the natural history of creation*, Chicago 2000.
- Sepp, C., 'Levensschets van Abraham de Vries', *Handelingen der Jaarlijksche Algemeene Vergadering der Maatschappij van Nederlandsche Letterkunde te Leiden* (1863) 159-209.
- Sepp, J., *Ter gedachtenis aan Christiaan Sepp, theologisch doctor en rustend predikant*, Beverwijk 1890.
- Sikesz, C.J., 'Het eerste Nederlandsche landbouw-blauwboek', *De Economist* 43 (1894) 356-382.
- Simonis, W., 'Julius Sachs in seiner Würzburger Zeit als Begründer der neueren Pflanzenphysiologie', in: H. Gimmler (red.), *Julius Sachs und die Pflanzenphysiologie heute* (Würzburg 1984) 95-114.
- Sinoto, Y., *Gregor Mendel*, Tokio 1935.
- Sinotô, Y., in *Kwagaku* 3 (1933) 295-297.
- Sirks, M.J., 'In memoriam J.P. Lotsy (11.4.1867-17.11.1931), L. Vuyck (1.11.1862-18.11.1931)', *Vakblad voor Biologen* 13 (1931) 57-58.
- Sluiter, C.P., 'Beiträge zur Kenntnis von *Chara contraria* A. Braun und *Chara dissoluta* A. Braun', *Botanische Zeitung* 68 (1910) 125-168.
- Smit, P., [recensie van P.H.W.A.M de Veer, *Leven en werk van Hugo de Vries* (Groningen 1969)], *Acta Botanica Neerlandica* 20 (1971) 260.
- Snelders, H.A.M., 'J.H. van 't Hoff's theorie van de verdunde oplossingen (1886)', *Tijdschrift voor Geschiedenis van de Geneeskunde, Natuurwetenschappen, Wiskunde en Techniek* 10 (1987) 2-19.
- 'Species and varieties ...', *De Nieuwe Courant* 12 sept. 1905.

- Stafleu, F.A., 'F.A.W. Miquel, Netherlands botanist', *Wentia* 16 (1966) 1-95.
- Stamhuis, I.H., 'A female contribution to early genetics: Tine Tammes and Mendel's laws for continuous characters', *Journal of the History of Biology* 28 (1995) 495-531.
- Stamhuis, I.H., 'De "probabilistic revolution" in de wetenschappen', *Gewina* 15 (1992) 141-152.
- Stamhuis, I.H., 'The "rediscovery" of Mendel's laws was not important to Hugo de Vries: evidence from his letters to Jan Willem Moll', *Folia Mendeliana* 30 (1995) 13-30.
- Stamhuis, I.H., 'The reactions on Hugo de Vries's *Intracellular pangenesis*; the discussion with August Weismann', *Journal of the History of Biology* 36 (2003) 119-152.
- Stamhuis, I.H., 'Vierhonderd brieven van Hugo de Vries', *Gewina* 19 (1996) 95-98.
- Stamhuis, I.H. en M.I.C. Offereins, 'De dames op de eerste rij', in: B. van Balen en A. Fischer (red.), *De universiteit als modern mannenklooster* (Amsterdam 1998) 45-61.
- Stamhuis, I.H., O.G. Meijer en E.J.A. Zevenhuizen, 'Hugo de Vries on heredity, 1889-1903: statistics, Mendelian laws, pangenes, mutations', *Isis* 90 (1999) 238-267.
- Steiner, M., *Die Lehre Darwins in ihre letzten Folgen*, Berlin 1908.
- Stern, C. en E.R. Sherwood, *The origins of genetics. A Mendel source book*, San Francisco en Londen 1966.
- Stokvis, P.R.D., *De wording van modern Den Haag. De stad en haar bevolking van de Franse Tijd tot de Eerste Wereldoorlog*, Zwolle 1987.
- Stomps, Th.J., 'Aus dem Leben und Wirken von Hugo de Vries', in: *Hugo de Vries. 6 Vorträge zur Feier seines 80. Geburtstages* (Stuttgart 1929) 7-16.
- Stomps, Th.J., 'De Amsterdamsche Hortus', in: *Amsterdam Natuurhistorisch Gezien* (Amsterdam 1941) 116-124.
- Stomps, Th.J., *De leer van Lamarck voor en na Darwin*, Amsterdam 1911.
- Stomps, Th.J., *De mutatietheorie in hare beteekenis voor onze samenleving*, Amsterdam etc. 1935.
- Stomps, Th.J., 'Die Entstehung von *Oenothera gigas*', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 30 (1912) 406-416.
- Stomps, Th.J., 'Hugo de Vries', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 53 (1935) 85-96 (tweede Generalversammlungs-Heft, Nachrufe).
- Stomps, Th.J., 'In memoriam A.C.J. van Goor', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1924) 239-244.
- Stomps, Th.J., 'In memoriam prof. dr. K.B. Boedijn', *Vakblad voor Biologen* 44 (1964) 191.
- Stomps, Th.J., *Kendeeling en synopsis bij Spinacia oleracea L.*, Amsterdam 1910.
- Stomps, Th.J., 'Mendel was zijn tijd vooruit', *Elseviers Weekblad* 6 mei 1950.
- Stomps, Th.J., 'On the rediscovery of Mendel's work by Hugo de Vries', *The Journal of Heredity* 45 (1954) 293-294.
- Stomps, Th.J., 'Persoonlijke herinneringen aan prof. Hugo de Vries', *De Telegraaf* 21 feb. 1923.
- Stomps, Th.J., 'Vijftig jaren wetten van Mendel IV', *Vriendschap* (1950) no. 7, 7.
- Strasburger, E., *Über Reduktionstheilung, Spindelbildung, Centrosomen und Cilienbilder im Pflanzenreich*, Jena 1900.
- Strasburger, E. e.a., 'Cytologische Studien aus dem Bonner Botanischen Institut', *Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik* 30 (1897) 1-268.
- Strijbos, J.P., 'Ons verrukkelijk krietland' *De Telegraaf* 21 aug. 1932.
- Sturing, J., 'F.W. van Eeden 1829-1901', *De Levende Natuur* 6 (1902) 76-77.
- Sturtevant, A.H., *A history of genetics*, New York 1965.
- Sturtevant, A.H., 'The early Mendelians', *Proceedings of the American Philosophical Society* 109 (1965) 199-204.
- 'Summer session', *Register 1903-1904. University of California Bulletin* 6 (1904) 290-297.

- Suringar, W.F.R., 'Botanische excursie naar het eiland Schiermonnikoog', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* eerste serie, 5 (1860-1870) 248-264.
- Suringar, W.F.R., *De kruidkunde in hare betrekking tot de maatschappij en de hoogeschool*, Leeuwarden 1868.
- Suringar, W.F.R., *Handleiding tot het bepalen van de in Nederland wildgroeende planten*, Leeuwarden 1870.
- Sutton, W.S., 'On the morphology of the chromosome group in *Brachystola magna*', *Biological Bulletin* 4 (1902) 24-39.
- Swinburne, R.G., 'The Presence-and-Absence theory', *Annals of Science* 18 (1962) 131-145.
- Tammes, J., 'Ein Beitrag zur Kenntnis von *Trifolium pratense quinquefolium* de Vries', *Botanische Zeitung* 66 (1904) 211-225.
- Tammes, J., 'Over den invloed van de voeding op de fluctueerende variabiliteit bij eenige planten', *Verslag van de Gewone Vergaderingen der Wis- en Natuurkundige Afdeling der Koninklijke Akademie van Wetenschappen* 13 (1904-1905) 328-342.
- Tammes, J., *Über die Periodicität morphologischer Erscheinungen bei den Pflanzen*, Amsterdam 1903.
- 'Tells how Summer Session grew in size and interest', *The Record. Published during the summer Session at the University of California* 27 juni 1904.
- 'Teraardebestelling van prof. dr. H. de Vries', *Algemeen Handelsblad* 25 mei 1935.
- 'The hybridisation conference', *The Gardeners' Chronicle* 15 juli 1899.
- Theunissen, B. en R.P.W. Visser, *De wetten van het leven. Historische grondslagen van de biologie 1750-1950*, Baarn 1996.
- Theunissen, B., 'Closing the door on Hugo de Vries' Mendelism', *Annals of Science* 51 (1994) 225-248.
- Theunissen, B., 'De beheersing van mutaties. Hugo de Vries' Werdegang van fysioloog tot geneticus', *Gewina* 15 (1992) 97-115.
- Theunissen, B., 'Knowledge is power. Hugo de Vries on science, heredity and social progress', *British Journal for the History of Science* 27 (1994) 291-311.
- Theunissen, B., 'Natuursport en levensgeluk. Hugo de Vries, Eli Heimans en Jac. P. Thijssse', *Gewina* 16 (1993) 287-307.
- Theunissen, B., 'Nut en nog eens nut'. *Wetenschapsbeelden van Nederlandse natuuronderzoekers, 1800-1900*, Hilversum 2000.
- Theunissen, B., 'Ontdekte Mendel de wetten van Mendel?', in: B. Theunissen, C. Hakfoort e.a., *Newtons god en Mendels bastaarden. Nieuwe visies op de 'helden van de wetenschap'* (Amsterdam 1997) 99-122.
- Thiel, H., 'Amtsrat Dr. Wilhelm Rimpau', *Landwirtschaftliche Jahrbücher* 32 (1903) 483-488.
- Tjebbes, K., *Antwoord op de prijsvraag in november 1908 uitgeschreven door de Hollandsche Maatschappij van Landbouw over de veredeling van landbouwgewassen te Svalöf, z.p., z.j.*
- Tjebbes, K., *Kiemproeven met suikerbietenzaad*, Amsterdam 1912.
- Traub, M., *Onderzoekingen over de natuur der lichenen*, Leiden 1873.
- Tschermak, E., 'Über künstliche Kreuzung bei *Pisum sativum*', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 28 (1900) 232-239.
- Tschermak, E., 'Über künstliche Kreuzung bei *Pisum sativum*', *Zeitschrift für das Landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich* 3 (1900) 465-555.
- Tschermak-Seysenegg, E. von, *Leben und Wirken eines Österreichischen Pflanzenzüchters*, Berlin en Hamburg 1958.
- Tschermak-Seysenegg, E. von, 'The rediscovery of Gregor Mendel's work', *The Journal of Heredity* 42 (1951) 163-171.

- [Uildriks, F.J. van], 'Professor Hugo de Vries zeventig jaar!', *De Aarde en Haar Volken* 54 (1918) bijblad, 45-46.
- Uildriks, F.J. van, 'De reiziger-plantkundige Frank Meijer', *De Aarde en Haar Volken* 56 (1919) 1-24, 41-96, 145-171.
- Úlehla, V., 'Erde und Sohn. Ein Besuch bei Hugo de Vries', *Prager Presse* 2 juni 1935.
- Unger, F., *Anatomie und Physiologie der Pflanzen, Pest, Wenen en Leipzig* 1855.
- V., 'Prof. dr. Hugo de Vries', *Propria Cures* 15 (1903) 29-32.
- [Valckenier Kips, J.H.], *Eene groote ontdekking*, Utrecht 1901.
- Valckenier Suringar, J., *De plantensystematiek en plantengeografie aan de Landbouwhoogeschool, Wageningen z.j. [1925]*.
- Vanpaemel, G., "'Als 't ware een nieuwe wetenschap". De toepassing van de statistische methode door de Gentse botanici rond 1900', *Gewina* 15 (1992) 183-193.
- Veer, P.H.W.A.M de, *Leven en werk van Hugo de Vries*, Groningen 1969.
- Veldkamp, J.F., 'The Rijksherbarium at 150 years', *Taxon* 29 (1980) 101-104.
- Verdam, J., 'Matthias de Vries', *Jaarboek der Koninklijke Akademie van Wetenschappen* (1892) 79-126.
- 'Vergadering der Afdeeling A ... 19 juli 1907', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1907) 53-55.
- 'Vergadering van 28 mei [1904]', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1904) 86-90.
- 'Vergadering van Afdeeling A op zondag 24 maart 1907...', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1907) 17-27.
- Verheus, S.L., *Naarstig en vroom. Doopsgezinden in Haarlem 1530-1930*, Haarlem 1993.
- Vernon, H.M., *Variation in animals and plants*, Londen 1903.
- Verschaffelt, E.C., 'Over variabiliteit van het suikerriet', *Archief voor de Java-Suikerindustrie* 4 (1896)*.
- Verschaffelt, E.C., 'Über asymmetrischer Variationscurven', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 13 (1895) 348-356.
- Verschaffelt, E.C., 'Über graduelle Variabilität von pflanzlichen Eigenschaften', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 12 (1894) 350-355.
- 'Verslag der tweede wintervergadering der Afd. A ... 19 mei 1906', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1906) 74-81.
- 'Verslag der vergadering op uitnodiging der Nederlandsche Natuurhistorische Vereeniging op 22 april j.l. te Amsterdam', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1905) 132-136.
- 'Verslag van de buitengewone vergadering ... 28en februari 1904', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1904) 60-67.
- 'Verslag van de twee en dertigste jaarvergadering ... 20en juli 1878', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* tweede serie, 3 (z.j. [1878-1882]) 214-235.
- 'Verslag van de vier en vijftigste vergadering ... 20 augustus 1892', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* tweede serie, 6 (1892-1895) 195-240.
- 'Verslag van de vijf en dertigste jaarvergadering ... 29 juli 1882', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* tweede serie, 4 (1886) 1-59.
- 'Verslag van de vijf en twintigste jaarvergadering ... 18den augustus 1871', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* tweede serie, 1 (z.j. [1868-1873]) 123-202.
- 'Verslag van de vijf en vijftigste vergadering ... 28 januari 1893', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* tweede serie, 6 (1892-1895) 241-277.
- 'Verslag van de zeven en zeventigste vergadering ... 7 februari 1904', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* (1904) 52-59.

- 'Verslag van de zeventiende jaarlijksche vergadering ... 11 julij 1862', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* eerste serie, 5 (1860-1870) 267-362.
- 'Vervolg van de korte geschiedenis der Leidsche Hoogeschool', *Leidsche Studenten-almanak* (1868) 191-237.
- Vestdijk, S., *De beker en de min*, 's-Gravenhage 1957.
- Veth, H.J., 'Een en ander naar aanleiding van de recensie van het verslag van den L. St. Alm. door den heer J.D. Veegens', *Vox Studiosorum* 4 (1869 [1867-1869]) 165-168.
- Voo, B.P. van der, 'De pionier der botanische wandelingen F.W. van Eeden', *De Natuur In!* 5 (1900) 274-286.
- Vries, Eva de, *Versuche über die Frucht- und Samenbildung bei Artkreuzungen in der Gattung Primula*, Groningen 1919.
- Vries, Hugo de, 'Le coefficient isotonique de la glycerine', *Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas* 7 (1888) 36.
- Vries, Hugo de, 'A. Mayer's antwoord op mijne beschouwingen over de beteekenis der organische zuren in de planten', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 6 (1876) 152-155.
- Vries, Hugo de, *Afstammings- en mutatieleer*, Baarn 1907.
- Vries, Hugo de, 'Age and area and the mutation theory', in: J.C. Willis, *Age and area. A study in geographical distribution and the origin of species* (Cambridge 1922) 222-227.
- Vries, Hugo de, 'Age and area; a review of J.C. Willis' theory of the origin of species', *The Journal of Heredity* 14 (1923) 165-170.
- Vries, Hugo de, 'Alimentation et sélection', in: *Volume jubilaire de la Société de Biologie de Paris* (Parijs 1899) 17-38.
- Vries, Hugo de, 'Ältere und neuere Selektionsmethoden', *Biologisches Centralblatt* 26 (1906) 385-395.
- Vries, Hugo de, 'Androthal factors in *Oenothera*', *Journal of General Physiology* 8 (1925) 109-113.
- Vries, Hugo de, 'Anwendung der Mutationslehre auf die Bastardierungsgesetze', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 21 (1903) 45-52.
- Vries, Hugo de, 'Bacteriologie in Nederland', *De Gids* 6 (1888) 571-591.
- Vries, Hugo de, 'Bastaardeering en bevruchting', *De Gids* 21 (1903) 403-450.
- Vries, Hugo de, 'Bastarde von *Oenothera gigas*', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 26a (1908) 754-762.
- Vries, Hugo de, *Befruchtung und Bastardierung*, Leipzig 1903.
- Vries, Hugo de, 'Befruchtung och bastardbildning', in: *Uppkomsten af arter och bastarder* (Stockholm 1907) 59-111.
- Vries, Hugo de, 'Beiträge zur speciellen Physiologie landwirthschaftlicher Kulturpflanzen I: Keimungsgeschichte des rothen Klee's', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 6 (1877) 465-512.
- Vries, Hugo de, 'Beiträge zur speciellen Physiologie landwirthschaftlicher Kulturpflanzen II: Wachstumsgeschichte des rothen Klee's', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 6 (1877) 893-956.
- Vries, Hugo de, 'Beiträge zur speciellen Physiologie landwirthschaftlicher Kulturpflanzen III: Keimungsgeschichte der Kartoffelsamen', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 7 (1878) 19-39.
- Vries, Hugo de, 'Beiträge zur speciellen Physiologie landwirthschaftlicher Kulturpflanzen IV: Keimungsgeschichte der Kartoffelknollen', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 7 (1878) 217-249.
- Vries, Hugo de, 'Beiträge zur speciellen Physiologie landwirthschaftlicher Kulturpflanzen V: Wachstumsgeschichte der Kartoffelpflanze', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 7 (1878) 591-682.
- Vries, Hugo de, 'Beiträge zur speciellen Physiologie landwirthschaftlicher Kulturpflanzen VI: Keimungsgeschichte der Zuckerrübe', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 8 (1879) 13-35.

- Vries, Hugo de, 'Beiträge zur speciellen Physiologie landwirthschaftlicher Culturpflanzen VII: Wachsthumsgeschichte der Zuckerrübe', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 8 (1879) 417-498.
- Vries, Hugo de, 'Beschouwingen over het verbeteren van de rassen onzer cultuurplanten' *Maandblad van de Hollandsche Maatschappij van Landbouw* 7 (apr. 1885-dec. 1885), 8 (jan. 1886, mrt.-apr. 1886), 9 (juli-aug. 1887) en 10 (okt. 1888).
- Vries, Hugo de, 'Bestuivingen van bloemen door insekten; waargenomen in 1874', *Nederlandsch Kruidkundig Archief*, tweede serie, 2 (1877) 64-76.
- Vries, Hugo de, 'Bloemen-studie', *Album der Natuur* (1899) 220-224.
- Vries, Hugo de, 'Boekaankondiging', *Album der Natuur* (1900) 123-126.
- [Vries, Hugo de] Red., 'Caladium', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 8 (1892) 223.
- Vries, Hugo de, 'Coefficients isotoniques de quelques sels', *Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas* 8 (1889) 328-330.
- Vries, Hugo de, 'Darwin's denkbeelden over de stoffelijke oorzaken der erfelijkheid', *Album der Natuur* (1889) 73-91.
- Vries, Hugo de, 'Das Spaltungsgesetz der Bastarde', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 18 (1900) 83-90.
- Vries, Hugo de, 'Das Wandern der Pflanzen', *Die Naturwissenschaften* 7 (1919) 81-88.
- Vries, Hugo de, *De ademhaling der planten*, Haarlem 1878.
- Vries, Hugo de, *De invloed der temperatuur op de levensverschijnselen der planten*, 's-Gravenhage 1870.
- Vries, Hugo de, 'De isotonische coëfficiënt van glycerine', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 14 (1887-1888) 100-105.
- Vries, Hugo de, 'De kola-noot', *Album der Natuur* (1886) 55-62.
- Vries, Hugo de, 'De l'influence de la pression du liber sur la structure des couches ligneuses annuelles', *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* 11 (1876) 1-50.
- Vries, Hugo de, 'De landbouwbeweging in Zweden', *Album der Natuur* (1908) 97-103, 165-173, 197-216.
- Vries, Hugo de, 'De mutatieperioden bij het ontstaan der soorten', *Album der Natuur* (1901) 353-361.
- Vries, Hugo de, 'De ouderdom der aarde', *Album der Natuur* (1901) 321-329.
- Vries, Hugo de, 'De Peel', *Onze Tijd* 19 (1874) 88-124.
- Vries, Hugo de, 'De productie van nieuwe variëteiten te Erfurt', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 7 (1891) 353-356, 361-365.
- Vries, Hugo de, 'De teunisbloem', *Album der Natuur* (1896) 321-323.
- Vries, Hugo de, *De voeding der planten*, Haarlem 1876.
- Vries, Hugo de, 'De wetten van Boyle, Gay-Lussac en Avogadro in levende cellen', *Album der Natuur* (1887) 196-198.
- Vries, Hugo de, 'De wortelharen der cultuurplanten', *Maandblad Hollandsche Maatschappij van Landbouw* 6 (1884) no. 11.
- Vries, Hugo de, 'De zaadkwekerijen te Erfurt', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 7 (1891) 327-331.
- Vries, Hugo de, 'Den lezer heil!', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 7 (1891) 2.
- Vries, Hugo de, 'Détermination du poids moléculaire de la raffinose par la méthode plasmolytique', *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 106 (1888) 751-753.
- Vries, Hugo de, 'Détermination du poids moléculaire de la raffinose par la méthode plasmolytique', *Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas* 8 (1889) 326-327.
- Vries, Hugo de, 'Die endemischen Pflanzen von Ceylon und die mutierende Oenotheren', *Botanisches Centralblatt* 36 (1916) 1-11.

- Vries, Hugo de, 'Die Grundlinien der Mutationstheorie', *Die Naturwissenschaften* 4 (1916) 593-598.
- Vries, Hugo de, *Die Mutationen und die Mutationsperioden bei der Entstehung der Arten*, Leipzig 1901.
- Vries, Hugo de, 'Die Mutationen und die Mutationsperioden bei der Entstehung der Arten', *Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte* 73 (1901) 202-212.
- Vries, Hugo de, 'Die Mutationen und die Mutationsperioden bei der Entstehung der Arten', *Die Umschau* 1 (1901) 782-787.
- Vries, Hugo de, *Die Mutationstheorie*, 2 dln.; Leipzig 1901-1903.
- Vries, Hugo de, 'Die Niederländische Sektion der Internat. Phytopathologischen Kommission', *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten* 1 (1891) 65-69.
- Vries, Hugo de, *Die Pflanzen und Thiere in den dunklen Räumen der Rotterdamer Wasserleitung*, Jena 1890.
- Vries, Hugo de, 'Die Resultate der neuesten Forschungen über das Längenwachstum der Pflanzen', *Landwirtschaftliche Jahrbücher* 3 (1874) 627-657.
- Vries, Hugo de, 'Die statistische Methode in der Pflanzengeographie', *Die Naturwissenschaften* 11 (1923) 189-194.
- Vries, Hugo de, 'Die Svalöfer Methode zur Veredelung landwirtschaftlicher Kulturgewächse und ihre Bedeutung für die Selektionstheorie', *Archiv für Rassen- und Gesellschafts-Biologie* 3 (1906) 325-358.
- Vries, Hugo de, 'Die vitalistische Theorie und der Transversal-Geotropismus', *Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung* 56 (1873) 305-315.
- Vries, Hugo de, 'Dubbele seringen', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 8 (1892) 293-295.
- Vries, Hugo de, 'Een dreigend gevaar voor onze drinkwaterleidingen', *Eigen Haard* (1882) 582-584.
- Vries, Hugo de, 'Een epidemie van vergroeningen', *Botanisch Jaarboek* 8 (1896) 66-91.
- Vries, Hugo de, *Eenheid in veranderlijkheid*, Haarlem 1898.
- [Vries, Hugo de], Een mededeling 'over de mechanische theorie van het groeien der planten', *Werken van het Genootschap ter Bevordering der Natuur-, Genees- en Heelkunde te Amsterdam* 3 (1874) 18-21.
- Vries, Hugo de, 'Een middel ter bestrijding der koffiebladziekte', *Album der Natuur* (1888) 173-174.
- Vries, Hugo de, 'Een nieuw orgaan van het plantaardig protoplasma', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 11 (1882-1884 [1884]) 56-63.
- Vries, Hugo de, 'Een nieuwe katoenplant', *Album der Natuur* (1886) 295-298.
- Vries, Hugo de, 'Eenheid in veranderlijkheid', *Album der Natuur* (1898) 65-80.
- Vries, Hugo de, 'Eine Methode zur Analyse der Turgorkraft', *Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik* 14 (1884) 427-601.
- Vries, Hugo de, 'Eine Methode, Zwangsdrehungen aufzusuchen', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 12 (1894) 25-39.
- Vries, Hugo de, 'Eine neue Tomate', *Die Technisch-Naturwissenschaftliche Zeit* 17 april 1903.
- Vries, Hugo de, 'Eine zweigipflige Variationscurve', *Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen* 2 (1895) 52-64.
- Vries, Hugo de, 'Elementary species in agriculture', *Proceedings of the American Philosophical Society* 45 (1906) 149-156.
- Vries, Hugo de, 'Enkele punten uit de moleculaire theorie der erfelijkheid', *Maandblad Hollandsche Maatschappij van Landbouw* 8 (1886) no. 5.
- Vries, Hugo de, 'Erfelijke monstrositeiten in den ruilhandel der botanische tuinen', *Botanisch Jaarboek* 9 (1897) 62-93.

- Vries, Hugo de, 'Ernährung und Zuchtwahl', *Biologisches Centralblatt* 20 (1899) 193-198.
- Vries, Hugo de, 'Experimental evolution', *Scientific American* 94 (1906) 167-.
- Vries, Hugo de, 'Experimenteele evolutie', *Onze Eeuw* 4 (1904) 282-309, 362-393.
- Vries, Hugo de, 'Fécondation et hybridité', *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* 8 (1903) viii-xxiii.
- Vries, Hugo de, 'Fertilization and hybridisation', *The Monist* 19 (1909) 514-555.
- Vries, Hugo de, 'Geographical botany', *The Book of the Opening of the Rice Institute* (3 dln.; Houston z.d.) II, 571-595.
- Vries, Hugo de, 'Gladiolus nanceianus', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 8 (1892) 18-19.
- Vries, Hugo de, 'Grootbloemige Canna's', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 8 (1892) 397-401, 405-409.
- Vries, Hugo de, *Gruppenweise Artbildung unter spezieller Berücksichtigung der Gattung Oenothera*, Berlijn 1913.
- Vries, Hugo de, 'Gute, harte und leere Samen von Oenothera', *Zeitschrift für Induktive Abstammungs- und Vererbungslehre* 16 (1916) 239-292.
- Vries, Hugo de, 'Halbmutanten und Zwillingbastarde', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 35 (1917) 128-135.
- Vries, Hugo de, *Handleiding bij het vervaardigen van microscopische praeparaten*, Haarlem 1914³.
- Vries, Hugo de, 'Herleven', *Album der Natuur* (1905) 369-372.
- Vries, Hugo de, *Het leven der bloem*, Haarlem 1877.
- Vries, Hugo de, 'Het ontstaan van soorten door mutatie', *Handelingen van het Achtste Nederlandsch Natuur- en Geneeskundig Congres* (Haarlem 1901) 10-22.
- Vries, Hugo de, 'Het phytopathologisch laboratorium Willie Commelin Scholten te Amsterdam', *Eigen Haard* 22 (1896) 133-136, 149-152.
- Vries, Hugo de, 'Het protoplasma als de zetel der erfelijke eigenschappen', *Maandblad Hollandsche Maatschappij van Landbouw* 7 (1885) no. 8.
- Vries, Hugo de, *Het ringziek der hyacinthen*, Haarlem 1882.
- Vries, Hugo de, *Het Yellowstone Park. Experimenteele evolutie*, Amsterdam 1905; 1907³; 1911³.
- Vries, Hugo de, 'Hoe soorten ontstaan', *Album der Natuur* (1900) 353-370.
- Vries, Hugo de, 'Hybridising of monstrosities', *Journal of the Royal Horticultural Society* 24 (1899 [1900]) 69-75.
- Vries, Hugo de, 'Iets over de beweging van het water in planten', *Jaarboekje voor de Leden van de Nederlandsche Maatschappij voor Tuinbouw en Plantkunde* (1882) 1-19.
- Vries, Hugo de, 'Insectenetende planten', *Eigen Haard* (1876) 84-88, 93-94.
- Vries, Hugo de (vertaling door F. van Hengelaar), *Intracellulaire pangeneses*, Amsterdam 1918.
- Vries, Hugo de, *Intracellular pangeneses, including a paper on Fertilization and hybridization*, Chicago 1910.
- Vries, Hugo de, *Intracellulare Pangeneses*, Jena 1889.
- Vries, Hugo de, 'Isotonische Koeffizienten einiger Salze', *Zeitschrift für Physikalische Chemie* 3 (1889) 103-109.
- Vries, Hugo de, 'Kalk en kiezelzuur in planten', *Maandblad Hollandsche Maatschappij van Landbouw* 3 (1881) no. 11.
- Vries, Hugo de, 'Kreuzungen von Oenothera lamarckiana mut. velutina', *Zeitschrift für Induktive Abstammungs- und Vererbungslehre* 19 (1918) 1-38.
- Vries, Hugo de, 'Oenothera grandiflora de l'herbier de Lamarck', *Revue Générale de Botanique* 25b (1914) 151-166.

- Vries, Hugo de, 'La loi de Mendel et les caractères constants des hybrides', *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 136 (1903) 321-323.
- Vries, Hugo de, 'La sélection directe dans les lignées pures', *Scientia* 22 (1917) 7-20.
- Vries, Hugo de, 'La théorie darwinienne et la sélection en agriculture', *Revue Scientifique* vijfde serie, 5 (1906) 449-454.
- Vries, Hugo de, 'Längenwachsthum der Ober- und Unterseite sich krümmender Ranken', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 3 (1873) 302-316.
- Vries, Hugo de, 'Le coefficient isotonique de la glycerine', *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* 22 (1888) 384-391.
- Vries, Hugo de, *Leerboek der plantenphysiologie*, Nijmegen 1895³.
- Vries, Hugo de, 'Les demi-courbes galtoniennes comme indice de variation discontinue', *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* 28 (1895) 442-457.
- Vries, Hugo de, 'Levensduur van zaden', *Album der Natuur* (1888) 217-229.
- Vries, Hugo de, 'Litteratur', *Botanische Zeitung* 45 (1887) 76-79.
- Vries, Hugo de, 'Mass mutations and twin hybrids of *Oenothera grandiflora* Ait.', *The Botanical Gazette* 65 (1918) 377-422.
- Vries, Hugo de, 'Masters' book on vegetable teratology', *Journal of the Royal Horticultural Society* 35 (1910) 154-162.
- Vries, Hugo de, 'Materiaux pour la connaissance de l'influence de la température sur les plantes', *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* 5 (1870) 385-401.
- Vries, Hugo de, 'Modern cytological problems', *The Book of the Opening of the Rice Institute* (3 dln.; Houston z.d.) 11, 596-614.
- Vries, Hugo de, 'Monographie der Zwangsdrehungen', *Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik* 23 (1892) 13-206.
- Vries, Hugo de, 'Mutationen und Prämutationen', *Die Naturwissenschaften* 12 (1924) 253-260.
- Vries, Hugo de, 'Mutations in heredity', *The Book of the Opening of the Rice Institute* (3 dln.; Houston z.d.) 11, 518-570.
- Vries, Hugo de, 'My primrose experiments', *The Independent* 54 (1902) 2285-2287.
- Vries, Hugo de, *Naar Californië*, Haarlem 1905; 1906⁵.
- Vries, Hugo de, *Naar Californië II*, Haarlem 1907.
- Vries, Hugo de, 'Nachtrag zu dem Aufsatz: Über A. Mayer's vermeintliche Entdeckung eines Übergangsgliedes zwischen Kohlensäure und Stärke bei der Assimilation des Pflanzen', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 5 (1876) 655.
- Vries, Hugo de, 'New dimorphic mutants of the *Oenotheras*', *The Botanical Gazette* 62 (1916) 249-280.
- Vries, Hugo de, '*Oenothera lamarckiana* mut. simplex', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 36 (1919) 65-73.
- Vries, Hugo de, '*Oenothera rubrinervis*, a half mutant', *The Botanical Gazette* 67 (1919) 1-26.
- Vries, Hugo de, 'On artificial atavism', in: *Proceedings International Conference on Plant Breeding and Hybridization* 1902 (New York 1904) 17-24.
- Vries, Hugo de, 'On atavistic variation in *Oenothera cruciata*', *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 30 (1903) 75-82.
- Vries, Hugo de, 'On biastrepis in its relation to cultivation', *Annals of Botany* 13 (1899) 395-420.
- Vries, Hugo de, 'On physiological chromomeres', *La Cellule* 35 (1924) 5-15.
- Vries, Hugo de, 'On the origin of species', *The Popular Science Monthly* 62 (1903) 481-496.

- Vries, Hugo de, 'On triple hybrids', *The Botanical Gazette* 47 (1909) 1-8.
- Vries, Hugo de, 'On twin hybrids', *The Botanical Gazette* 44 (1907) 401-407.
- Vries, Hugo de, *Oorsprong en bevruchting der bloemen*, Haarlem 1904.
- Vries, Hugo de, 'Osmotische Versuche mit lebenden Membranen', *Zeitschrift für Physikalische Chemie* 2 (1888) 415-432.
- Vries, Hugo de, 'Over aanstekelijke ziekten bij cultuurplanten', in: P.A. Haaxman (red.), *Diligentia. Natuurkundige voordragten 1872-1873 ('s-Gravenhage 1873)* 106-115.
- Vries, Hugo de, 'Over blauwe kaas', *Maandblad Hollandsche Maatschappij van Landbouw* 9 (1887) no. 5, en 10 (1888) no. 2 (bijvoegsel).
- Vries, Hugo de, 'Over Darwin's pangenesis', *Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeling Natuurkunde derde reeks*, 5 (1889) 401-402.
- Vries, Hugo de, 'Over de aantrekking van opgeloste stoffen tot water in verdunde oplossingen', *Processen-verbaal van de Gewone Vergaderingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeling Natuurkunde* 10 (1883-1884) 3-4.
- Vries, Hugo de, 'Over de bepaling van het moleculair gewicht van raffinose volgens de plasmolytische methode', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 15 (1888-1889) 8-12.
- Vries, Hugo de, 'Over de beteekenis der organische zuren in planten', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 6 (1876) 101-106.
- Vries, Hugo de, 'Over de beweging der ranken van *Sicyos*', *Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeling Natuurkunde tweede reeks*, 15 (1880) 51-174.
- Vries, Hugo de, 'Over de beweging van ranken en slingerplanten', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 3 (1872-1873 [1872]) 33-38.
- Vries, Hugo de, 'Over de door Darwin ontdekte verschijnselen van agregatie in het protoplasma der insekten-etende planten', *Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeling Natuurkunde derde reeks*, 2 (1886) 64-67.
- Vries, Hugo de, 'Over de erfelijkheid der fasciatien', *Botanisch Jaarboek* 6 (1894) 72-118.
- Vries, Hugo de, 'Over de erfelijkheid van de organisatie der protoplasten', *Aanteekeningen van het verhandelde in de Sectie Natuur- en Geneeskunde ter gelegenheid van de algemeene vergadering van het Provinciaal Utrechtsch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen gehouden den 26 juni 1888 (1888)* 6-11.
- Vries, Hugo de, 'Over de erfelijkheid van synfisen', *Botanisch Jaarboek* 7 (1895) 129-197.
- Vries, Hugo de, 'Over de geographische verspreiding van *Stratiotes aloides*', *Nederlandsch Kruidkundig Archief*, tweede serie, 1 (z.j. [1868-1873]) 203-220.
- Vries, Hugo de, 'Over de oorzaken van krommingen bij den groei van plantendeelen', *Processen-verbaal van de Gewone Vergaderingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeling Natuurkunde* 8 (1879-1880) 5-7.
- Vries, Hugo de, 'Over de rol van melksap, gom en hars in planten. Antwoord aan dr. N.W.P. Rauwenhoff', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 11 (1882-1884 [1882]) 1-8.
- Vries, Hugo de, 'Over de rol van melksap, gom en hars in planten', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 10 (1879-1881 [1880]) 65-70.
- Vries, Hugo de, 'Over de samentrekking van wortels', *Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeling Natuurkunde tweede reeks*, 15 (1880) 12-16.
- Vries, Hugo de, 'Over de spanning tusschen celinhoud en celwand gedurende den groei van plantencellen', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 7 (1877) 65-73.
- Vries, Hugo de, 'Over den anatomischen bouw van wondhout', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 6 (1875-1876 [1875]) 53-59.

- Vries, Hugo de, 'Over den invloed der bastdrukking op den bouw der jaarringen', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 4 (1873-1874 [1874]) 97-102.
- Vries, Hugo de, 'Over eenige mechanische eigenschappen van groeiende plantstengels', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 4 (1873-1874 [1873]) 19-24.
- Vries, Hugo de, 'Over halve Galton-curven als teeken van dicontinue variatie', *Botanisch Jaarboek* 7 (1895) 74-91.
- Vries, Hugo de, 'Over het algemeen voorkomen van circulatie en rotatie in de weefselcellen der planten', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 11 (1884) 81-88.
- Vries, Hugo de, 'Over het bestuiven van bloemen door insecten', in: P.A. Haaxman (red.), *Diligentia. Natuurkundige voordragten 1874-1875* ('s-Gravenhage 1875) 106-118.
- Vries, Hugo de, 'Over het bloeien der granen', *Maandblad Hollandsche Maatschappij van Landbouw* 5 (1883) no. 3.
- Vries, Hugo de, 'Over het nut van herbariën', *Album der Natuur* (1908) 48-55.
- Vries, Hugo de, 'Over het omkeeren van halve Galton-curven', *Botanisch Jaarboek* 10 (1898) 27-61.
- Vries, Hugo de, 'Over het ontstaan van nieuwe soorten van planten', *Verslag van de Gewone Vergaderingen der Wis- en Natuurkundige Afdeling der Koninklijke Akademie van Wetenschappen* 9 (1901) 246-248.
- Vries, Hugo de, 'Over het ontstaan van soorten door mutatie', *Album der Natuur* (1901) 193-206.
- Vries, Hugo de, 'Over het ontstaan van soorten door mutatie', *Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde* 45 (1901) 979-989.
- Vries, Hugo de, 'Over het periodisch optreden der anomalïen op monstreuze planten', *Botanisch Jaarboek* 11 (1899) 46-66.
- Vries, Hugo de, 'Over het verhoogen van het aantal rijen in maïskolven door cultuurkeus', *Kosmos* 2 (1886) 22-26.
- Vries, Hugo de, 'Over het zoet worden van aardappelen in den winter', *Eigen Haard* (1883) 320-321.
- Vries, Hugo de, 'Over Nägeli's conserven', *Eigen Haard* (1879) 145-146, 155-157.
- Vries, Hugo de, 'Over steriele maïsplanten', *Botanisch Jaarboek* 1 (1889) 141-154.
- Vries, Hugo de, 'Over zoogenoemde veeren-bouquetten', *Album der Natuur* (1886) 37-38.
- Vries, Hugo de, *O Wiesel! 't Is hier zo mooi! Reizen in Amerika*, Amsterdam 1998.
- Vries, Hugo de, 'Phylogenetische und gruppenweise Artbildung', *Flora NF* 11 (1918) 208-226.
- Vries, Hugo de, 'Pieter Harting', *Het Nieuws van den Dag* 7 dec. 1885.
- Vries, Hugo de, *Plant-breeding. Comments on the experiments of Nilsson and Burbank*, Chicago 1907.
- Vries, Hugo de, 'Planten en slakken', *Album der Natuur* (1889) 63-67.
- Vries, Hugo de, 'Plasmolytische Studien über die Wand der Vacuolen', *Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik* 16 (1885) 464-598.
- Vries, Hugo de, 'Proeftuinen voor selectie-proeven', *Album der Natuur* (1896) 65-75.
- Vries, Hugo de, 'Sekundäre Mutationen von *Oenothera lamarckiana*', *Zeitschrift für Botanik* 17 (1924) 193-211.
- Vries, Hugo de, 'Spermatozoiden bij *Lilium martagon*', *Album der Natuur* (wetenschappelijk bijblad) (1899) 69-70.
- Vries, Hugo de, *Species and varieties. Their origin by mutation*, Chicago en Londen 1905; 1906.
- Vries, Hugo de, 'Studiën over kamerplanten', *Eigen Haard* (1880) 68-70, 142-144, 196-198, 224-226.
- Vries, Hugo de, 'Studiën over zuigwortels', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 13 (1886-1887) 53-68.
- Vries, Hugo de, 'Suikerriet zaaien', *Album der Natuur* (1890) 225-240.

- Vries, Hugo de, 'Sur l'injection des vrilles comme moyen d'accélérer leurs mouvements', *Annales Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* 15 (1880) 269-294.
- Vries, Hugo de, 'Sur l'introduction de l'*Oenothera lamarckiana* dans les Pays-Bas', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* tweede serie, 6 (1895) 579-593.
- Vries, Hugo de, 'Sur la culture des fasciations des espèces annuelles et bisannuelles', *Revue Générale de Botanique* 11 (1899) 136-151.
- Vries, Hugo de, 'Sur la culture des monstruosité', *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 128 (1899) 125-127.
- Vries, Hugo de, 'Sur la fécondation hybride de l'albumen', *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 129 (1899) 973-975.
- Vries, Hugo de, 'Sur la fécondation hybride de l'endosperme chez le maïs', *Revue Générale de Botanique* 12 (1900) 129-137.
- Vries, Hugo de, 'Sur la loi de disjonction des hybrides', *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 130 (1900) 845-847.
- Vries, Hugo de, 'Sur la mort des cellules végétales par l'effet d'une température élevée', *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* 6 (1871) 245-295.
- Vries, Hugo de, 'Sur la mutabilité de l'*Oenothera lamarckiana*', *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 131 (1900) 561-563.
- Vries, Hugo de, 'Sur la périodicité des anomalies dans les plantes monstrueuses', *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles*, derde serie, 3 (1900) 371-413.
- Vries, Hugo de, 'Sur la perméabilité du protoplasma des betteraves rouges', *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* 6 (1871) 117-126.
- Vries, Hugo de, 'Sur la relation entre les caractères des hybrides et ceux de leurs parents', *Revue Générale de Botanique* 15 (1903) 241-252.
- Vries, Hugo de, 'Sur les courbes Galtoniennes des monstruosité', *Bulletin Scientifique de la France et de la Belgique* 27 (1896) 396-418.
- Vries, Hugo de, 'Sur les unités des caractères spécifiques et leur application à l'étude des hybrides', *Revue Générale de Botanique* 12 (1900) 257-271.
- Vries, Hugo de, 'Sur un spadice tubuleux du *Peperomia maculosa*', *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* 24 (1891) 259-260.
- Vries, Hugo de, 'The aim of experimental evolution', *Carnegie Institution of Washington Year Book* 3 (1904) 39-49.
- Vries, Hugo de, 'The coefficient of mutation in *Oenothera biennis* L.', *The Botanical Gazette* 59 (1915) 169-196.
- Vries, Hugo de, 'The coefficient of mutation in *Oenothera biennis* L.', *The Botanical Gazette* 59 (1915) 169-196.
- Vries, Hugo de, 'The evidence of evolution', *Science* NS 20 (1904) 395-401.
- Vries, Hugo de, 'The origin by mutation of the endemic plants of Ceylon', *Science* NS 43 (1916) 785-787.
- Vries, Hugo de, 'The origin of species by mutation', *Science* NS 15 (1902) 721-729.
- Vries, Hugo de, 'The origin of the mutation theory', *The Monist* 27 (1917) 403-410.
- Vries, Hugo de, 'The present position of the mutation theory', *Nature* 104 (1919) 213-214.
- Vries, Hugo de, 'The principles of the theory of mutation', *Science* NS 40 (1914) 77-84.
- Vries, Hugo de, 'The probable origin of *Oenothera lamarckiana* Ser.', *The botanical Gazette* 57 (1914) 345-361.

- Vries, Hugo de, 'The production of horticultural varieties', *Journal of the Royal Horticultural Society* 35 (1910) 321-326.
- Vries, Hugo de, 'The relative age of endemic species', *Science NS* 47 (1918) 629-630.
- Vries, Hugo de, 'Twee nieuwe mutatiën', *Album der Natuur* (1903) 153-168.
- Vries, Hugo de, 'Über A. Mayer's vermeintliche Entdeckung eines Übergangsgliedes zwischen Kohlensäure und Stärke bei der Assimilation des Pflanzen', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 5 (1876) 469-479.
- Vries, Hugo de, 'Über abnormale Entstehung secundärer Gewebe', *Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik* 22 (1891) 35-72.
- Vries, Hugo de, 'Über amphikline Bastarde', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 33 (1915) 461-468.
- Vries, Hugo de, 'Über Curvenselection bei *Chrysanthemum segetum*', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 17 (1899) 84-98.
- Vries, Hugo de, 'Über das Auftreten von Mutanten aus *Oenothera lamarckiana*', *Zeitschrift für Induktive Abstammungs- und Vererbungslehre* 52 (1929) 121-190.
- Vries, Hugo de, 'Über das Welken abgeschnittener Sprosse', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 3 (1873) 287-301.
- Vries, Hugo de, 'Über den Antheil der Pflanzensäuren an der Turgorkraft wachsender Organe', *Botanische Zeitung* 41 (1883) 849-854.
- Vries, Hugo de, 'Über den Einfluss des Druckes auf die Ausbildung des Herbstholzes', *Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung* 55 (1872) 241-246.
- Vries, Hugo de, 'Über den Einfluss des Rindendruckes auf den anatomischen Bau des Holzes', *Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung* 58 (1875) 97-102.
- Vries, Hugo de, 'Über den isotonischen Coefficient des Glycerin', *Botanische Zeitung* 46 (1888) 229-235, 245-253.
- Vries, Hugo de, 'Über die Abhängigkeit der fasciation vom Alter bei zweijährigen Pflanzen', *Botanisches Centralblatt* 77 (1899) 289-296.
- Vries, Hugo de, 'Über die Abhängigkeit der Mutations-Koeffizienten von äussere Einflüssen', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 34 (1916) 2-7.
- Vries, Hugo de, 'Über die Aggregation im Protoplasma von *Drosera rotundifolia*', *Botanische Zeitung* 44 (1886) 1-11, 17-26, 33-43, 57-64.
- Vries, Hugo de, 'Über die Anwendung der plasmolytischen Methode auf die Bestimmung des Molekulargewichts chemischer Substanzen', *Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeling Natuurkunde derde reeks*, 5 (1889) 52-65.
- Vries, Hugo de, 'Über die Anziehung zwischen gelösten Stoffen und Wasser in verdünnten Lösungen. Vorläufige Mittheilung', *Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeling Natuurkunde tweede reeks*, 19 (1884) 314-327.
- Vries, Hugo de, 'Über die Aufrichtung des gelagerten Getreides', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 9 (1880) 473-520.
- Vries, Hugo de, 'Über die Ausdehnung wachsender Pflanzenzellen durch ihren Turgor', *Botanische Zeitung* 35 (1877) 1-10.
- Vries, Hugo de, 'Über die Bedeutung der Circulation und der Rotation des Protoplasma für den Stofftransport in der Pflanze', *Botanische Zeitung* 43 (1885) 1-6, 17-26.
- Vries, Hugo de, 'Über die Bedeutung der Kalkablagerung in den Pflanzen', *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 10 (1881) 53-87.

- Vries, Hugo de, 'Über die Bedeutung der Pflanzenzäuren für den Turgor der Zellen', *Botanische Zeitung* 37 (1879) 847-853.
- Vries, Hugo de, 'Über die Dauer der Mutationsperiode bei *Oenothera lamarckiana*', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 23 (1905) 382-387.
- Vries, Hugo de, 'Über die Dehnbarkeit wachsender Sprosse', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 4 (1874) 519-545.
- Vries, Hugo de, 'Über die Erbllichkeit der Zwangsdrehung', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 7 (1889) 291-298.
- Vries, Hugo de, 'Über die gruppenweise Entstehung neuer Arten', *Aus der Natur* 10 (1914) 26-33.
- Vries, Hugo de, 'Über die inneren Vorgänge bei den Wachstumskrümmungen mehrzelliger Organe' *Botanische Zeitung* 37 (1879) 830-838.
- Vries, Hugo de, 'Über die Kontraktion der Wurzeln', *Landwirtschaftliche Jahrbücher* 9 (1880) 37-80.
- Vries, Hugo de, 'Über die Periodicität der partiellen Variationen', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 17 (1899) 45-51.
- Vries, Hugo de, 'Über die Periodicität im Säuregehalte der Fettpflanzen', *Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeling Natuurkunde derde reeks*, 1 (1885) 58-123.
- Vries, Hugo de, 'Über die periodische Säurebildung der Fettpflanzen', *Botanische Zeitung* 42 (1884) 337-344, 351-358.
- Vries, Hugo de, 'Über die Permeabilität der Protoplaste für Harnstoffe', *Botanische Zeitung* 47 (1889) 309-315, 325-334.
- Vries, Hugo de, 'Über die Zwillingsbastarde von *Oenothera nanella*', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 26A (1908) 667-676.
- Vries, Hugo de, 'Über doppelreziproke Bastarde von *Oenothera biennis* L. und *O. muricata* L.', *Biologisches Centralblatt* 31 (1911) 97-104.
- Vries, Hugo de, 'Über einige Ursachen der Richtung bilateralsymmetrischer Pflanzentheile', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 2 (1872) 223-277.
- Vries, Hugo de, 'Über Erbunggleiche Kreuzungen', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 18 (1900) 435-443.
- Vries, Hugo de, 'Über halbe Galton-Curven als Zeichen discontinuirlicher Variation', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 12 (1894) 197-207.
- Vries, Hugo de, 'Über künstliche Beschleunigung der Wasseraufnahme in Samen durch Druck', *Biologisches Centralblatt* 35 (1915) 161-176.
- Vries, Hugo de, 'Über longitudinale Epinastie', *Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung* 60 (1877) 385-391.
- Vries, Hugo de, 'Über Scheinbastarde', *Die Naturwissenschaften* 12 (1924) 161-165.
- Vries, Hugo de, 'Über Stammbäume von Pflanzenfamilien', *Die Naturwissenschaften* 11 (1923) 437-441.
- Vries, Hugo de, 'Über Trockengewichtsbestimmungen bei landwirtschaftlichen Culturpflanzen', *Landwirtschaftliche Jahrbücher* 5 (1876) 757-770.
- Vries, Hugo de, 'Über Wundholz', *Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung* 59 (1876) 2-8, 17-25, 38-45, 49-55, 81-88, 97-108, 113-121, 129-139.
- Vries, Hugo de, 'Une courbe de variation à deux sommets', *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* 29 (1896) 278-293.
- Vries, Hugo de, 'Unity in variability', *The University Chronicle* 1 (1898) 329-346.
- Vries, Hugo de, 'Unsuccessful species', *Scientia* 28 (1924) 383-390.

- Vries, Hugo de, *Untersuchungen über die mechanischen Ursachen der Zellstreckung*, Leipzig 1877.
- Vries, Hugo de, *Vacuolen*. Redevoering gehouden in de buitengewone sectie-vergadering van het Provinciaal Utrechts Genootschap van Kunsten en Wetenschappen op 14 oktober 1910, Utrecht 1910.
- Vries, Hugo de, *Van amoëbe tot mensch*, Utrecht 1918.
- Vries, Hugo de, *Van Texas naar Florida*, Haarlem 1913.
- Vries, Hugo de, 'Variabilité et mutabilité', in: Émile Perrot (red.), *Actes du 1er Congrès International de Botanique (Lons-le-Saunier 1900)* 1-6.
- Vries, Hugo de, 'Variation', in: A.C. Seward (red.), *Darwin and modern science* (Cambridge 1909) 66-84.
- Vries, Hugo de, 'Vogellijm', *Album der Natuur* (1895) 65-77.
- Vries, Hugo de, 'Vooruitzichten in plant- en dierkunde', *De Levende Natuur* 5 (1900-1901) 85-87.
- Vries, Hugo de, 'W.F.R. Suringar', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 17 (1899) 220-224.
- Vries, Hugo de, 'Willem Frederik Reinier Suringar', *Eigen Haard* 23 (1897) 724-727.
- Vries, Hugo de, 'Zur Mechanik der Bewegungen von Schlingpflanzen', *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 1 (1874), Heft 3 (1873) 317-342.
- Vries, Hugo de en H.H. Bartlett, 'The Evening primroses of Dixie Landing, Alabama', *Science NS* 35 (1912) 599-601.
- Vries, Hugo de en K.B. Boedijn, 'Die Gruppierung der Mutanten von *Oenothera lamarckiana*', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 42 (1924) 174-178.
- Vries, Hugo de en K.B. Boedijn, 'On the distribution of mutant characters among the chromosomes of *Oenothera lamarckiana*', *Genetics* 8 (1923) 233-238.
- Vries, Hugo de en R.R. Gates, 'A survey of the culture of *Oenothera lamarckiana* at Lunteren', *Zeitschrift für Induktive Abstammungs- und Vererbungslehre* 47 (1928) 275-286.
- Vries, Hugo de en J. Ritzema Bos, 'De internationale phytopathologische commissie', *Het Nederlandsche Tuinbouwblad* 7 (1891) 101-103.
- Vries, Hugo de, C.M. van der Sande Lacoste en W.F.R. Suringar, 'Flora', in: *Algemeene statistiek van Nederland: beschrijving van den maatschappelyken toestand van het Nederlandsche volk in het midden der negentiende eeuw* (3 dln.; Leiden 1870-1874) 1, 172-241.
- Vries, J.H. de, *De Amsterdamsche doopsgezinde familie De Vries*, Zutphen 1911.
- Vriese, W.H. de, 'Berigten nopens de nieuwere onderzoekingen betreffende eigene warmte der gewassen', *Tijdschrift voor Natuurlijke Geschiedenis en Physiologie* 7 (1840) 24-62.
- Vriese, W.H. de, *De invloed der kruidkunde op de belangen van den staat*, Leiden 1857.
- Vriese, W.H. de, *Kruidtuinen en herbariën in betrekking tot onderwijs en wetenschap*, Leiden 1849.
- Vriese, W.H. de, *Wetenschap en beschaving, de grondslagen van de welvaart der landen en volken van den Indischen archipel*, Leiden 1861.
- Vuyck, L., 'In memoriam dr. J.G. Boerlage' *Nederlandsch Kruidkundig Archief*, derde serie, 2 (1903 [1901]) 404-414.
- Vuyck, L., 'In memoriam prof. dr. W.F.R. Suringar', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* derde serie, 1, stuk 3 (1899 [1898]) i-x.
- Wachter, W.H., 'De Nederlandsche Botanische Vereniging 1845-1945', *Nederlandsch Kruidkundig Archief* 55 (1945) 12-188.
- Wakker, J.H., 'Aleuronkorrels zijn vacuolen', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 14 (1887) 74-84.
- Wakker, J.H., 'De elaioplast. Een nieuw orgaan van het protoplasma', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 13 (1886-1887) 109-117.
- Wakker, J.H., 'De vorming der kristallen van oxaalzure kalk in de plantencel', *Maandblad voor Natuurwetenschappen* 13 (1886-1887) 99-108.

- Wakker, J.H., *Onderzoek der ziekten van hyacinthen en andere bol- en knolgewassen. Verslag over het jaar 1883*, Haarlem 1884.
- Wakker, J.H., *Onderzoek der ziekten van hyacinthen en andere bol- en knolgewassen. Verslag over het jaar 1884*, Haarlem 1885.
- Wakker, J.H., *Onderzoek der ziekten van hyacinthen en andere bol- en knolgewassen. Verslag over het jaar 1885*, Haarlem 1887.
- Wakker, J.H., *Onderzoekingen over adventieve knoppen*, Haarlem 1885.
- Wakker, J.H., 'Studien über die Inhaltskörper der Pflanzenzelle', *Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik* 19 (1888) 423-496.
- Wald, G., 'How the theory of solutions arose', *Journal of Chemical Education* 63 (1986) 658-659.
- Walther, J., *Goethe als Seher und Erforscher der Natur. Untersuchungen über Goethes Stellung zu den Problemen der Natur*, Leipzig 1930.
- Weber-van Bosse, A.A., 'Een vriendengroet vooraf', *Vakblad voor Biologen* 14 (1933) 190-191.
- Weber-van Bosse, A.A., 'On a new genus of siphonous algae - *Pseudocodium*', *Journal of the Linnean Society of London* 32 (1895) 209-212.
- Weevers, Th., *Onderzoekingen over glukosiden in verband met de stofwisseling der plant*, Rotterdam 1902.
- Weijenbergh, H., 'Nog eens: vrije studie!', *Vox Studiosorum* 4 (1869 [1867-1869]) 65-70.
- Weiling, F., 'Siebzehn Briefe des jungen Julius Sachs aus dem Nachlass des Wiener Pflanzenphysiologen Franz Unger', in: H. Gimmler (red.), *Julius Sachs und die Pflanzenphysiologie heute* (Würzburg 1984) 33-*
- Weismann, A., *Das Keimplasma: eine Theorie der Vererbung*, Jena 1892.
- Weismann, A., *Die Continuität des Keimplasma's*, Jena 1885.
- Weismann, A., *Über die Vererbung*, Jena 1883.
- Weismann, A., *Vorträge über Descendenztheorie*, 2 dln.; Jena 1902.
- Weldon, W.F.R., 'Mendel's laws of alternative inheritance in peas', *Biometrika* 1 (1901-1902) 228-253.
- Weldon, W.F.R., 'Professor De Vries on the origin of species', *Biometrika* 1 (1901-1902) 365-374.
- Weldon, W.F.R., 'The variations occurring in certain decapod Crustacea - I, *Crangon vulgaris*', *Proceedings of the Royal Society of London* 47 (1890) 445-453.
- Went, F.A.F.C., *De jongste toestand der vacuolen*, Amsterdam 1886.
- Went, F.A.F.C., 'Die Entstehung der Vacuolen in den Fortpflanzungszellen der Algen', *Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik* 21 (1890) 299-366.
- Went, F.A.F.C., 'Die Vermehrung der normalen Vacuolen durch Theilung', *Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik* 19 (1887) 295-356.
- Went, F.A.F.C., 'Herinneringen aan Hugo de Vries als hoogleraar', *Natura* (1928) 19-21.
- Went, F.A.F.C., 'Hugo de Vries', in: J. Kalff (red.), *Mannen en vrouwen van betekenis in onze dagen* (Haarlem 1900) 263-320.
- Went, F.A.F.C., 'Hugo de Vries', *Nieuwe Rotterdamsche Courant* 15 feb. 1918.
- Went, F.A.F.C., 'In memoriam Jan Hendrik Wakker', *Vakblad voor Biologen* 9 (1927) 11-17.
- Went, F.A.F.C., 'Melchior Treub', in: H. van der Mandere (red.), *Mannen en vrouwen van betekenis in onze dagen* (Haarlem 1911).
- Went, F.A.F.C., 'Panmeristische celdeeling in de generatieve cellen der bruinwieren', *Handelingen van het Tweede Nederlandsch Natuur- en Geneeskundig Congres* (Leiden 1889) 130-138.
- Westerdijk, J., *Afscheidsrede aan de universiteiten van Utrecht en Amsterdam op 22 november 1952 uitgesproken te Hilversum*, z.p., z.j.

- Wettstein, R. von, *Der Neo-Lamarckismus und seine Beziehungen zum Darwinismus*, Jena 1903.
- White, C.A., 'Aggregate atavic mutation of the tomato', *Science NS* 17 (1903) 76-78.
- White, C.A., 'My tomato experiment', *The Independent* 54 (1902) 2460-2464.
- White, C.A., 'The mutation theory of professor Hugo de Vries', *Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution* (1902) 631-640.
- White, C.A., 'The saltatory origin of species', *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 29 (1902) 511-522.
- White, C.A., 'Varietal mutation in the tomato', *Science NS* 14 (1901) 841-844.
- Wiechmann, A. en L.C. Palm, *Een elektriserend geleerde: Martinus van Marum (1750-1837)*, Haarlem 1987.
- Wiesner, J., *Das Bewegungsvermögen der Pflanzen. Eine kritische Studie über das gleichnamige Werk von Charles Darwin nebst neuen Untersuchungen*, Wenen 1881.
- Wiesner, J., *Die Elementarstructur und das Wachstum der lebenden Substanz*, Wenen 1892.
- Wiesner, J., 'Lysimachia zawadskii, als Beispiel einer durch Mutation entstandenen Pflanzenform', *Österreichische Botanische Zeitschrift* 54 (1904) 161-164.
- Wijnands, D.O., E.J.A. Zevenhuizen en J. Heniger, *Een sieraad voor de stad. De Amsterdamse Hortus Botanicus 1638-1993*, Amsterdam 1994.
- Wijsman, H.J.W., 'Waar ontdekte prof. Hugo de Vries de eerste "mutanten"?', *In de Gloriosa* 3 (1986) 48-52.
- Wijsman, H.P., *De diastase beschouwd als mengsel van maltase en dextrinase*, Amsterdam 1889.
- Wilde, I.E. de, 'Jantina Tammes (1871-1947). Nederlands eerste hoogleraar in de erfelijkheidsleer', in: G.A. van Gemert, J. Schuller tot Peursum-Meijer en A.J. Vanderjagt (red.), 'Om niet aan onwetendheid en barbarij te bezwijken'. *Groningse geleerden 1614-1989* (Hilversum 1989) 187-206.
- Wilde, I.E. de, *Nieuwe deelgenoten in de wetenschap. Vrouwelijke studenten en docenten aan de Rijksuniversiteit Groningen 1871-1919*, Assen 1998.
- 'Willem Egeling', *Nieuw Nederlandsch biografisch woordenboek IV* (Leiden 1918) 559.
- Willems, J.F.J., *Scriptie over de werken van Jan Paulus Lotsy, vooral met betrekking tot de controverse Lotsy-De Vries, doctoraalscriptie Katholieke Universiteit Nijmegen*, 1971.
- 'William Burck', *Verslag van de Gewone Vergaderingen der Wis- en Natuurkundige Afdeling der Koninklijke Akademie van Wetenschappen* 19 (1910) 481-483.
- Willis, J.C., 'Some evidence against the theory of the origin of species by natural selection of infinitesimal variations, and in favour of origin by mutation', *Annals of the Royal Botanic Gardens, Peradeniya* 4 (1) (1907) 1-15.
- Wilson, E.B., *The cell in development and inheritance*, New York en Londen 1900.
- Winther, R.G., 'Darwin on variation and heredity', *Journal of the History of Biology* 33 (2000) 425-455. *Wissenschaftliche Tagung der Landwirtschaftlichen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg anlässlich des 100jährigen Bestehens der Landwirtschaftlichen Institute von 17. bis 20. April 1963*, Berlijn 1964.
- Wolk, P.C. van der, 'Onderzoekingen over blijvende modificaties en hun betrekkingen tot mutaties', *Cultura* 31 (1919)*.
- Zeylstra, H.H., *Melchior Treub, 26th December 1851 - 31st October 1910: pioneer of a new era in the history of the Malay Archipelago*, Amsterdam 1959.
- Zevenhuizen, E.J.A., *De wereld van Hugo de Vries. De inventarissen van het archief van Hugo de Vries en van de andere archieven en collecties van de Bibliotheek Biologisch Centrum, Faculteit der Biologie, Universiteit van Amsterdam*, Amsterdam 1996.
- Zevenhuizen, E.J.A., 'Keeping and scrapping: the story of a Mendelian lecture plate of Hugo de Vries', *Annals of Science* 57 (2000) 329-352.

- Zevenhuizen, E.J.A., 'The hereditary statistics of Hugo de Vries', *Acta Botanica Neerlandica* 47 (1998) 427-463.
- Zirkle, C., 'The role of Liberty Hyde Bailey and Hugo de Vries in the rediscovery of Mendelism', *Journal of the History of Biology* 1 (1968) 205-218.
- Zuidema, E., 'Carel van Ossenburg', *Nieuw Nederlandsch biografisch woordenboek* II (Leiden 1912) 1037.
- Zuidema, E., 'Johannes Rutgers', *Nieuw Nederlandsch biografisch woordenboek* II (Leiden 1912) 1245.

Samenvatting

Toen Hugo de Vries op 25 mei 1935 werd begraven op de begraafplaats van Lunteren, herinnerde zijn oudste zoon Otto de verzamelde menigte eraan dat hij bijna tachtig jaar lang de wetenschap had gediend. Dat was wat overdreven: van bijdragen aan de wetenschap was in de eerste twintig jaar van zijn leven geen sprake geweest. Maar wel kan worden gezegd dat Hugo de Vries zich bijna tachtig jaar lang met planten heeft beziggehouden. En aangezien hij 87 jaar oud werd, was dat dus bijna zijn hele leven. Waarschijnlijk door de rijke en gevarieerde vegetaties rond Haarlem, waar hij op 16 februari 1848 was geboren, had hij als kind al interesse gekregen voor planten, en tijdens zijn jaren op het gymnasium (eerst in Haarlem en vanaf 1862 in Den Haag) was zijn belangstelling uitgegroeid tot een serieuze liefhebberij. Met zijn studie plantkunde aan de universiteit van Leiden had hij, toen nog als een van de weinigen in Nederland, van de botanie zijn beroep gemaakt. Na zijn emeritaat in 1918 was hij in zijn eigen proeftuin verder gegaan met onderzoek. Hugo de Vries was in het harnas gestorven.

Het overlijden van De Vries was nieuws in binnen- en buitenland. Had hij vóór 1900 al enige bekendheid gekregen als wetenschapper en popularisator, na dat jaar was hij een internationale beroemdheid geworden. Het aantal eerbewijzen dat hij had ontvangen in de vorm van eredoctoraten, erelidmaatschappen en gouden en zilveren penningen was indrukwekkend. De roem hield na zijn dood echter niet lang stand. Werden zijn prestaties tijdens zijn leven gelijkgesteld aan die van Charles Darwin, in moderne leerboeken wordt hij nog slechts terloops genoemd als een van de herontdekkers van de wetten van Mendel en als degene die het woord 'mutatie' in de genetica populair heeft gemaakt. Honderd jaar onderzoek op het gebied van erfelijkheid en evolutie, de twee vakgebieden waarmee De Vries zich voor-

namelijk heeft beziggehouden, heeft zijn sporen goeddeels uitgewist.

In deze biografie wordt De Vries' wetenschappelijke werk niet gezien en beoordeeld vanuit het oogpunt van de huidige biologie, zoals in veel eerdere weergaven van zijn werk is gedaan. Getoond wordt wie en wat De Vries inspireerden, welke vragen hij zich stelde, welke methoden hij toepaste om die vragen te beantwoorden, welke problemen hij ontmoette, welke oplossingen hij vond als verwachting en resultaat niet met elkaar in overeenstemming waren, en welke nieuwe vragen de verkregen (al dan niet bevredigende) antwoorden bij hem opriepen. Het is een historisch verhaal dat laat zien hoe het denken en doen van een wetenschapper van een eeuw en langer geleden zich ontwikkelde, van zijn kinderjaren tot vlak voor zijn dood.

Tijdens zijn jeugdjaren besteedde De Vries zijn vakanties en zondagen steevast aan botaniseertochten om zijn plantencollectie te completeren. Daarmee week hij niet af van de andere botanici die Nederland rijk was, zowel amateurs als beroeps: plantkunde was in die tijd vrijwel synoniem met systematiek. Tijdens zijn universitaire studie maakte hij kennis met twee vakgebieden in de plantkunde die toen in Nederland nog betrekkelijk nieuw waren: de plantenfysiologie en de evolutie. Hoewel hij zijn leven lang een liefhebber van wilde planten bleef, waren het deze twee richtingen waartoe hij zich zou bepalen. Tot omstreeks 1885 zou hij zich bezighouden met plantenfysiologisch onderzoek, vanaf dat jaar met evolutie en erfelijkheid, soms afzonderlijk maar vaak gecombineerd. Twee autoriteiten waren achtereenvolgens zijn voornaamste inspiratoren: in zijn plantenfysiologische werk de Duitse hoogleraar Julius Sachs, in zijn genetische en evolutionaire werk de Engelse natuuronderzoeker Charles Darwin. In beide perioden was zijn voornaamste doel een theorie van een van hen te onderbouwen met nieuw, op experimentele wijze verkregen bewijsmateriaal: eerst de mechanische groeitheorie van Sachs, vervolgens Darwins 'provisional hypothesis of pangenesis', zijn erfelijkheidstheorie.

In de jaren 1871-1876 verbleef De Vries gedurende enkele perioden in het laboratorium van Sachs in Würzburg. Op aanwijzen van Sachs onderzocht hij de krommingen van bladstelen en bladnerven (in 1871), de krommingen van ranken en stengels van slingerplanten (1872), de vorming van jaarringen (1872-1874) en de lengtegroei van stengels (1873-1876). Steeds bleken de onderzochte verschijnselen verklaard te kunnen worden met Sachs' groeitheorie: cellen nemen water op waardoor de inhoud van de cel onder druk komt te staan (de zogenoemde turgor); die rekt de celwand uit waardoor tussen de reeds aanwezige moleculen nieuwe moleculen kunnen worden ingevoegd zo-

dat groei optreedt. Na zijn aanstelling in 1877 aan de Universiteit van Amsterdam als lector experimentele plantenfysiologie, spoedig gevolgd door een aanstelling als hoogleraar, maakte De Vries zich al snel van Sachs' invloed los. De Vries concentreerde zich op de aantrekking van water door plantencellen wat hem van Sachs' mechanische fysiologie op de chemische fysiologie bracht. In de jaren 1881-1883 stelde hij vast wat de stoffen in het celsap zijn die water aantrekken en wat hun relatieve wateraantrekkende vermogen is. Hij wist dit vermogen uit te drukken in getallen, de zogenoemde 'isotonische coëfficiënten'. In 1884 toonde hij aan door welk celorgaan deze stoffen worden gevormd en aan de vacuole worden afgestaan, en wat dus de eigenlijke 'turgormaker' is: de vacuolewand, oftewel de tonoplast. Daarmee was hij van de chemische fysiologie terechtgekomen bij de fysiologische anatomie. Tenslotte stelde hij (in 1885) vast dat de tonoplast voor zijn functioneren afhankelijk is van de ronddraaiende beweging van het protoplasma. Met de verschillende stappen die hij nam smeedde De Vries in de loop van vijftien jaar een 'causale keten' waarbij hij steeds dieper ging om de oorzaken van het verschijnsel groei te achterhalen:

groei (niet ongedaan te maken vormverandering) wordt veroorzaakt door
 intussusceptie, die wordt veroorzaakt door
 turgor, die wordt veroorzaakt door
 endosmose door wateraantrekkende stoffen, geproduceerd
 door
 de tonoplast, die de bouwstoffen hiervoor ont-
 vangt door
 de bewegingen van het protoplasma

Onder invloed van Sachs beschouwde De Vries de plantengroei, net als andere levensprocessen, aanvankelijk als een samenspel van chemische en natuurkundige wetten. Ook op dit punt maakte hij zich na zijn aanstelling in Amsterdam los van Sachs. In het begin van de jaren tachtig kreeg zijn mechanistische visie op het leven een meer biologisch karakter, onder invloed van een nieuwe stroming onder Duitse biologen: in levende organismen zouden specifiek biologische krachten werkzaam zijn, aangestuurd door moleculen die alleen daarin worden aangetroffen. Tegelijk met zijn steeds dieper graven naar de oorzaken van groei benaderde hij het verschijnsel dus achtereenvolgens op een natuurkundige, chemische, anatomische en biologische wijze.

Spoedig na zijn komst in Amsterdam ging De Vries zich bezighouden met

de andere fascinatie die hij tijdens zijn studietijd had ontwikkeld, namelijk het werk van Charles Darwin. Hij stelde zich ten doel bewijzen te verzamelen voor diens erfelijkheidstheorie, de pangenesis (gepubliceerd in 1868 en sterk bekritiseerd). In het midden van de jaren tachtig ontwikkelde hij de ‘theorie van de panmeristische celdeling’, waarmee hij stelde dat elk celorgaan door deling ontstaat uit een ander celorgaan. De theorie paste hij ook toe op de vacuole en de tonoplast, twee organen die een belangrijke rol spelen bij de groei. Daarmee verbond hij zijn eerdere onderzoek met zijn nieuwe onderzoek en gingen de twee vloeiend in elkaar over.

Volgens de pangenesis zouden erfelijke eigenschappen zelfstandige en daardoor mengbare eenheden zijn. Om dat te bewijzen volgde De Vries twee methoden: het opsporen en permanent maken van afwijkende eigenschappen en het uitvoeren van kruisingen. Voor de eerste methode verzamelde hij een groot aantal zogenaemde ‘monstruositeiten’, zoals bandvormige afplating van stengels, bladstelen en bloemen, soms uitlopend in een splijting, verdraaiing van de stengel, bekervormige vergroeiing van bladen of bloembladen, verdubbeling van bladen, en veranderde aantallen bloembladen, meeldraden en stempels. Door de best ontwikkelde afwijkingen te selecteren en voeding en groeiomstandigheden zo optimaal mogelijk te maken lukte het hem monstrueuze rassen te kweken. Geheel zaadvast werden de rassen evenwel nooit: altijd verschenen er ook normale exemplaren. Met zijn kruisingsproeven probeerde De Vries monstrueuze eigenschappen, maar ook kenmerken als een afwijkende bloemkleur of de afwezigheid van beharing, tussen soorten uit te wisselen. Ook probeerde hij nieuwe combinaties van eigenschappen te maken. In beide slaagde hij.

Aan het einde van de jaren negentig, na ruim tien jaar experimenteren, meende De Vries voldoende bewijsmateriaal voor de pangenesis te hebben. Overigens was dit niet Darwins pangenesis maar een aangepaste versie die De Vries in de jaren tachtig had ontwikkeld en in 1889 had gepubliceerd in zijn boek *Intracellulare Pangenesis*. Van Darwin had hij overgenomen dat erfelijke eigenschappen zelfstandige eenheden zijn, dat de eigenschappen door sub-microscopische deeltjes worden gedragen (de ‘levende moleculen’ in het protoplasma) en dat het aantal deeltjes de intensiteit van een eigenschap bepaalt. Maar in tegenstelling tot Darwin had hij de deeltjes niet beschouwd als vertegenwoordigers van organen en weefsels maar als moleculen die door deling worden vermeerderd; had hij gemeend dat de deeltjes van de celkern naar het protoplasma bewegen om daar bij te dragen aan het functioneren van de cel en dat zij zich niet door het hele organisme verplaatsen en ophopen in de

voortplantingscellen; en had hij gemeend dat nieuwe eigenschappen ontstaan doordat de moleculaire structuur van bestaande deeltjes verandert en niet, zoals Darwin had beweerd, dat (door uitwendige omstandigheden) veranderde weefsels en organen veranderde deeltjes produceren. Vanwege deze verschillen met Darwins pangenesis had hij de deeltjes een nieuwe naam gegeven. Darwin had ze 'gemmules' genoemd, 'kiempjes', aangezien ze de eigenschappen van een deel van een organisme in zich droegen. De Vries noemde ze 'pangenen'.

Om het succes van zijn selectieproeven te kunnen beoordelen verwerkte De Vries zijn resultaten op statistische wijze en drukte hij de resultaten uit in grafieken. Of het gemiddelde van een gemeten waarde in opeenvolgende generaties verschoof was op die manier eenvoudig vast te stellen. De grafieken lieten ook zien dat een eigenschap niet oneindig kon variëren maar tussen grenzen beperkt bleef. Slechts in zeldzame gevallen werd een van de grenzen overschreden. Dit gebeurde niet geleidelijk maar sprongsgewijs en was dan duidelijk waarneembaar. Ook zijn kruisingsproeven onderwierp De Vries aan een statistische interpretatie. Hij concludeerde dat twee verschijningsvormen van één eigenschap zich in het nageslacht van hybriden combineren volgens de kansberekening in de verhouding 1 : 2 : 1. In 1900 ontdekte hij dat de Oostenrijkse amateurbotanicus en leraar natuurwetenschappen Gregor Mendel ruim dertig jaar eerder al hetzelfde had beweerd. De Vries lijkt er geen probleem mee gehad te hebben dat hij niet de primeur van de ontdekking had. Belangrijkste voor hem was dat deze regel de pangenesis op prachtige wijze bevestigden.

Van alle soorten die De Vries in de jaren tachtig en negentig kweekte was er één die zich anders gedroeg dan alle andere: *Oenothera lamarckiana*, de Grote teunisbloem. Elke generatie opnieuw bracht de soort enkele procenten nakomelingen voort die niet in één of enkele eigenschappen afweken maar in hun totale voorkomen. Zo was er een vorm die in alle opzichten groter en krachtiger was, een vorm die zich kenmerkte door rode strepen op de zaaddozen en nerven, een sterkere beharing, smalle bladen en een brosse stengel, een vorm met smalle bladen en nauwelijks vertakkingen, en een vorm met glanzende, gladde, smalle en donkergroene bladen en bovendien met kleine bloemen. Bij zelfbestuiving waren de vormen geheel zaadvast. Deze vormen waren duidelijk anders dan van de monstrositeiten en de variëteiten die bij kruisingen ontstonden. Het ontstaan was bovendien niet in statistische regels en curven te vangen. In de literatuur werden de vormen niet genoemd. De Vries concludeerde dat hij hier een zeldzaam geval van sprongsgewijze soortvorming

had ontdekt, een mechanisme dat Darwin (naast een geleidelijk ontstaan van nieuwe soorten) reeds als mogelijkheid had genoemd en na hem door anderen was verdedigd. Denkend aan de grenzen van de variatie die de curven van zijn selectieproeven hadden laten zien kwam hij tot de overtuiging dat de evolutie uitsluitend sprongsgewijs en niet geleidelijk verloopt. En dat hij de evolutie met de Grote teunisbloem in zijn eigen proeftuin op heterdaad had betrapt!

In het najaar van 1899 besloot De Vries zijn bevindingen in een lijvig, tweedelig werk te publiceren. In het eerste deel zou hij zijn selectieproeven met variëteiten en monstrositeiten alsmede het bijzondere gedrag van de teunisbloem beschrijven, in het tweede deel zijn kruisingsproeven. Naast het bewijzen van Darwins pangeneses wilde hij aantonen dat de evolutie sprongsgewijs verloopt. Nauwkeurige bestudering van Darwins ideeën had hem er inmiddels van overtuigd dat die aan sprongsgewijze evolutie veel meer waarde had gehecht dan aan geleidelijke verandering. In dubbel opzicht moest het boek dus Darwin gelijk geven. Zijn vriend en collega Willem Moll, hoogleraar botanie in Groningen, die hem zoals gebruikelijk bij het schrijven ter zijde stond, ried hem echter aan de pangeneses niet te noemen. De nadruk in het boek kwam hierdoor sterk te liggen op de evolutie en minder op de erfelijkheid. Voor een sprongsgewijze verandering van een erfelijke eigenschap gebruikte De Vries het, reeds door Darwin gehanteerde, woord 'mutatie'. Zijn opvatting dat op die manier nieuwe soorten ontstaan noemde hij 'mutatietheorie', wat ook de titel van het boek werd.

Ondanks dat hij al meer dan tien jaar de pangeneses als verklaringmodel hanteerde, had De Vries de verklaring van zijn waarnemingen nog niet geheel rond toen hij met schrijven begon. Met de hulp van Moll ontwikkelde hij, terwijl een deel van het boek al gedrukt werd, een complex maar logisch en samenhangend stelsel waarvoor enkele wijzigingen van de pangeneses noodzakelijk waren. Pangeneses zouden niet alleen in verschillende aantallen aanwezig zijn maar ook in verschillende toestanden verkeren. De Vries onderscheidde er vier: de actieve, de latente, de semiactieve en de semilatenste. Met de laatste twee kon het gedrag van de monstrositeiten, die nooit geheel zaadvast waren, verklaard worden. Een overgang van de ene in de andere toestand noemde De Vries een mutatie, net als het ontstaan van een nieuw type pangene dat verantwoordelijk is voor een nieuwe eigenschap. Maar alleen bij deze zogenoemde 'progressieve mutatie' zouden nieuwe soorten ontstaan. Of deze succesvol zijn in de strijd om het bestaan en zich kunnen voortplanten zou door de omgeving bepaald worden. De Vries behield dus Darwins natuurlijke selectie, maar had een nieuwe visie op het ontstaan van het materiaal waaruit geselecteerd wordt.

Het eerste deel van *Die Mutationstheorie* (dat in drie afleveringen verscheen in 1900-1901) kreeg vanwege de spectaculaire ontdekking van het gedrag van de teunisbloem wereldwijd veel aandacht. Hugo de Vries werd er beroemd door. De waardering was echter niet altijd positief. Sommigen accepteerden de mutatietheorie geheel, anderen verwierpen de theorie en weer anderen combineerden de theorie met andere mechanismen van soortvorming die de ronde deden. De theorie werd door de voor- en tegenstanders niet altijd geïnterpreteerd op de wijze zoals De Vries had bedoeld. Er waren er die de bedoelde overeenkomsten met Darwins theorie van de natuurlijke selectie zagen, maar er waren er ook die de mutatietheorie als tegengesteld aan Darwins ideeën beschouwden. Afhankelijk van hun waardering van Darwins theorie bekritiseerden of prezen zij de mutatietheorie. De onder biologen heersende verdeeldheid nam verder toe. Ook werd getwijfeld of het gedrag van de Grote teunisbloem inderdaad het bewijs voor sprongsgewijze evolutie leverde. Al snel werd gesuggereerd dat de afwijkende vormen die de soort voortbracht binnen de normale grenzen van de variatie van de soort vielen. Tevens werd verondersteld dat de plant een hybride was en dat de nieuwe vormen eenvoudig nieuwe combinaties van reeds bestaande eigenschappen waren. Het tweede deel van *Die Mutationstheorie* (dat verscheen in 1902-1903) maakte niet veel indruk. Het voegde weinig toe aan wat na de herontdekking van de wetten van Mendel reeds bekend was geworden. Aan de stelling dat erfelijke eigenschappen afzonderlijke eenheden zijn werd niet getwijfeld. Over de vraag of de verschillende eigenschappen door deeltjes gedragen worden en dus reeds bij het ontstaan van een organisme vastliggen ('preformatie'), danwel door fysiologische processen tijdens de ontwikkeling van een organisme ontstaan ('epigenese') was wél verschil van mening. Doordat De Vries ook in het tweede deel de pangenesis goeddeels ongenoemd liet werd zijn opvatting hierover de lezer niet geheel duidelijk.

Hoewel tevreden met zijn boek ontbeerde de mutatietheorie naar het idee van De Vries nog het ultieme bewijs: aantonen dat mutaties kunstmatig kunnen worden veroorzaakt. Na de publicatie van *Die Mutationstheorie* richtte hij zijn aandacht daarom op de oorzaken van mutaties, een onderwerp waarover hij in zijn boek maar weinig had vermeld. Aangezien de teunisbloem de meeste mutaties leverde en bovendien in de meest perfecte vorm, maakte hij voor zijn onderzoek van deze soort gebruik. Reeds eerder had hij geconstateerd dat het gedrag van de teunisbloem bij kruisingen niet overeenkwam met de wetten van Mendel. De Vries vermoedde dat dit samenhang met de eigenschap van de soort om mutanten voort te brengen. Op basis van de pangenesis had

hij drie verschillende typen kruisingen onderscheiden: mutatiekruisingen (waarbij één of beide ouders een eigenschap in mutabele toestand bezit), biseksuele kruisingen (waarbij de antagonistische eigenschappen in verschillende toestand verkeren: actief – latent) en uniseksuele kruisingen (waarbij de ene ouder een eigenschap wel en de andere ouder die eigenschap niet bezit: aanwezig – afwezig). Elk type kruising was te herkennen aan de wijze waarop de nakomelingen van een hybride zich splitsen. Of de gekruiste planten een eigenschap wel of niet in zich droegen, of er een mutatie was opgetreden en of de betrokken planten zich in een mutabele toestand bevonden was dus uit het resultaat van een kruising af te lezen. Kruisingen waren kortom een uitstekend middel om inzicht te krijgen in de interne samenstelling van een soort. Gedurende een reeks van jaren voerde De Vries duizenden kruisingen uit tussen zo'n beetje alle hem bekende soorten en mutanten van de teunisbloem in alle mogelijke combinaties. De resultaten bracht hij naar buiten in zijn boek *Gruppenweise Artbildung* (1913). Centraal daarin stond het 'labiele pangen', dat hij als belangrijkste inwendige oorzaak voor het ontstaan van mutaties presenteerde. Labiele pangenen zouden gemakkelijk over kunnen gaan in de actieve of latente toestand waardoor een mutatie zichtbaar wordt. Het was, opnieuw, een aanpassing van Darwins pangensis die De Vries dit keer een prominente rol liet spelen. De evolutie daarentegen was vrijwel afwezig. De Vries was terug bij zijn eerdere onderzoeksgebied, de erfelijkheidsleer.

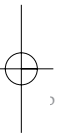
Als volgende stap in zijn onderzoek wilde De Vries nagaan hoe uitwendige invloeden pangenen in de labiele toestand brengen en hoe zij pangenen van de labiele in een stabiele toestand laten overgaan. Ontdekkingen van andere *Oenothera*-onderzoekers dwongen hem echter terug te keren naar de interne structuur van de soort. Amerikaanse onderzoekers stelden vast dat veel van De Vries' mutanten een afwijkend aantal chromosomen bezitten. Of zij de status van nieuwe soorten verdienden werd nu door menigeen betwijfeld. Als bewijzen voor de mutatietheorie verloren zij voor velen hun waarde, en ook de juistheid van de mutatietheorie zelf werd nu breed in twijfel getrokken. De kritiek dat de Grote teunisbloem een hybride zou zijn kreeg tegelijkertijd steun van de bevindingen van de Duitse botanicus Otto Renner. Die vermoedde dat de soort is opgebouwd uit twee onveranderlijke chromosoomcomplexen. Voor de soorten *Oenothera biennis* en *O. muricata* had De Vries iets dergelijks zelf al geopperd. Waarom *Oenothera lamarckiana* bij zelfbestuiving constant is kon Renner echter niet verklaren. De Vries overtroefde hem door in de voortplantingscellen twee verschillende letale factoren te veronderstellen; gelijke combinaties zouden elkaar uitsluiten. Aan zijn opvatting dat de

Grote teunisbloem een zuivere soort is bleef hij niettemin vasthouden. Ook bleef hij volhouden dat de nieuwe vormen die zij voortbrengt nieuwe soorten zijn. Hun afwijkend aantal chromosomen beschouwde hij als een bijkomend verschijnsel. Het labiele pangen gaf hij echter op als verklaring. Aan zijn opvatting dat nieuwe soorten sprongsgewijs door mutatie ontstaan en dat mutatie het enige evolutionaire mechanisme is, bleef hij echter eveneens vasthouden. Had hij zich in zijn fysiologische werk spoedig van Sachs losgemaakt, in zijn genetische en evolutionaire werk bleef De Vries Darwin als zijn grote inspirator zien en bleef hij vasthouden aan zijn eerdere interpretaties van diens theorieën.

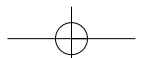
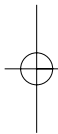
Vanaf het begin van de jaren twintig, toen De Vries zijn onderzoek geleidelijk afsloot zonder er in geslaagd te zijn de oorzaken van mutaties werkelijk ontdekt te hebben, gaven nieuwe feiten en inzichten meer duidelijkheid over zowel het mechanisme van soortvorming als de interne structuur van de teunisbloem. Erfelijkheid en evolutie vonden elkaar in de 'neo-darwinistische synthese'. Algemeen werd de mening dat de natuur selecteert uit de enorme genetische variatie die binnen een populatie aanwezig is. Deze variatie wordt voor een deel veroorzaakt door mutaties. Mutaties hebben echter doorgaans een zeer gering effect. Eén mutatie is niet voldoende om een nieuwe soort te laten ontstaan. Door nieuwe kennis over de bouw van de chromosomen vervielen de drie typen mutaties die De Vries had onderscheiden. Een hele reeks andere kwam ervoor in de plaats. Renners theorie van de complexheterozygoten werd door andere onderzoekers bevestigd. Doordat in de teunisbloem chromosomen onderling segmenten hebben uitgewisseld, koppelen zij tijdens de vorming van voortplantingscellen aan elkaar en is er geen vrije uitwisseling mogelijk. Het is een zeldzaam verschijnsel, en de combinatie ervan met letale factoren en het veel voorkomen van een extra chromosoom maakt dat de Grote teunisbloem een uitzonderlijke soort is, met een geheel eigen wijze van overdracht van erfelijke eigenschappen en een geheel eigen evolutionaire geschiedenis. Voor een beter inzicht in algemene principes van erfelijkheid en soortvorming heeft het gedrag van *Oenothera* dan ook zeer weinig waarde. Het bleek maar al te waar te zijn wat de botanicus P.C. van der Wolk in 1919 al had geschreven: Hugo de Vries had een moedige sprong in het duister gedaan.



,



,



Summary

Firm and fixed in Darwin's footsteps. Biography of Hugo de Vries.

When Hugo de Vries was buried on the cemetery of the village of Lunteren on 25 May 1935, his eldest son Otto pointed out to the gathered crowd that his father had served science for almost eighty years. He was slightly exaggerating, because during the first twenty years of his life he had not contributed anything to science yet. But it is a fact that De Vries was involved in botany for almost eighty years. And as he died at the age of 87, this involvement lasted for nearly his entire life. Probably because of the botanical diversity of the surroundings of Haarlem, the city De Vries was born in on 16 February 1848, he had taken an interest in plants already as a child. While at secondary school (initially in Haarlem, from 1862 onwards in The Hague), this interest had evolved into a serious hobby. Through graduating in botany at the university in Leyden, De Vries had turned his hobby into his profession, as one of the very few in The Netherlands. After his retirement in 1918 he had continued to work in his own experimental garden. Hugo de Vries had died on the battlefield.

De Vries' demise was news both in The Netherlands and abroad. Before 1900, he had already earned wide recognition as a scientist and as a writer for a non-specialist audience. After this year he had become a world celebrity. The number of tributes that had fallen to him, consisting of honorary doctorates, honorary memberships and gold and silver medals, was truly impressive. But after his death his fame did not last very long. While his achievements have once been equally valued as those of Charles Darwin, in present-day text books his name is only mentioned in passing as one of the rediscoverers of Mendel's laws and as the one that has made the word 'mutation' popular in genetics. A century of research in genetics and evolution, the two fields of science De Vries was mainly involved in, has erased virtually all his tracks.

In this biography, De Vries' scientific work is not viewed or judged from

the standpoint of present-day knowledge, as has been the case in many earlier descriptions of his work. Instead, it tells what his sources of inspiration were, what the questions were he asked, how he tried to find answers, what problems he encountered while doing so, what solutions he found when his results were conflicting with his expectations, and which new questions these problems raised. It is a historical account, showing how a natural scientist from over a century ago reasoned and acted, from childhood until his death.

As a youngster De Vries devoted most of his spare time to collecting trips to complete his collection of dried plants. In this respect he did not differ from the average amateur and professional botanist in The Netherlands during that period of time. Botany was nearly equal to plant systematics. While at the university, De Vries got acquainted with two fields of botany which were virtually unknown then in this country, plant physiology and the study of evolution. Although he retained his love for wild plants for the rest of his life, it was on these two subjects that he would concentrate. Until about 1885 De Vries was engaged in physiological research, after this year in genetical and evolutionary work, sometimes separate but very often in combination. Two major authorities were his main inspirators. For his physiological research it was Julius Sachs, professor of botany at the university in Würzburg, for his genetical and evolutionary work it was the British naturalist Charles Darwin. In both periods of his scientific career De Vries tried to give a theory of each of them a strong scientific basis through experimentation. First, it was Sachs' mechanical theory of growth, then, it was Darwin's 'provisional hypothesis of pangenesis', his theory of heredity.

During 1871-1876, De Vries spent several times in Sachs' laboratory in Würzburg. Under his guidance he investigated the curvations of leaves, stems and ribs (1871), the curvations of tendrils and the stems of twining plants (1872), the growth of tree rings (1872-1874), and the elongation of internodes (1873-1876). Time after time the observation could be explained with Sachs' theory that cells attract water, causing a tension ('turgor'), resulting in a stretching of the cell wall, which enables new molecules to fit into the wall. In 1877, De Vries was appointed as a lecturer of experimental physiology at the University of Amsterdam, a position that was soon turned into a full professorship. Being on his own now, De Vries quickly broke away from Sachs. He concentrated on the attraction of water and this brought him from Sachs' mechanical physiology to chemical physiology. In 1881-1883 he discovered which substances dissolved in the cell sap are responsible for the attraction of water. He was able to express their relative force of attraction in a series of

numbers, which he called 'isotonic coefficients'. In 1884 he established which cell organ is responsible for the formation of these substances and how these are transported to the vacuole, stating that the actual 'turgor maker' is the wall of the vacuole, which he named 'tonoplast'. This research had led him from chemical physiology to physiological anatomy. Finally, he established (in 1885) that the tonoplast depends for its functioning on the circular movement of the protoplasm. By taking these successive steps, De Vries forged a 'causal chain', penetrating deeper and deeper into the causes of plant growth:

growth (irreversible change of form) is caused by
 intusception, which is caused by
 turgor, which is caused by
 endosmosis by water-attracting substances, which are produced by
 the tonoplast, which receives the necessary material for these substances through
 the movements of the protoplasm

Following Sachs, De Vries initially considered plant growth, just as any other biological process, as an effect of the cooperation of chemical and physical laws. However, De Vries developed a different stand from Sachs again after his appointment in Amsterdam. In the early 1880s his strictly mechanistic view of life gave way for a more biological view, influenced by a new philosophy gaining popularity under German biologists. The new idea was that in organisms specific biological forces are acting, directed by molecules that are only found in living beings. So, simultaneously to his deepening into the causes of plant growth, De Vries successively approached the subject from a physical, chemical, anatomical, and a biological point of view.

Soon after his arrival in Amsterdam, De Vries started to engage in the other subject that had fascinated him during his study at the university, namely the work of Charles Darwin. He set out to collect evidence for Darwin's theory of heredity, his 'provisional hypothesis of pangenesis', published in 1868 and highly criticized ever since. During the 1880s De Vries developed his 'theory of panmeristic division of cells', which state that each cell organelle arises from another cell organelle. He applied the theory to the origin of the vacuole and the tonoplast, two cell organelles to which he had attributed a prominent role in plant growth. In doing so, he linked his earlier and new studies, merging them into each other.

According to the theory of pangenesis, hereditary characters are independent entities and, as a consequence, they can be mixed. To prove this De Vries applied two methods. First, fixing deviating characters, and second, crossing varieties. For the first line of experiments De Vries collected a large number of so-called 'monstrosities', e.g., flattened stems, petioles, and flowers, twisting stems, cup-shaped leaves, and petals, doubled leaves, and changed numbers of petals, anthers and stamens. Through the selection of the best developed specimens and optimizing manuring and other growth conditions, De Vries managed to grow several monstrous races. However, these monstrosities never went to fixation. Some normal copies were always popping up among the progeny. In his hybridization experiments De Vries tried to swap monstrous characters and characteristics like a deviating flower colour or the lack of pubescence between varieties. He also tried to make new combinations. He succeeded in both.

And so it was that at the end of the 1890s, after more than a decade of experimental research, De Vries was convinced he had collected sufficient proof for the theory of pangenesis. This was, by the way, not Darwin's pangenesis but an adapted version that De Vries had developed during the 1880s and that he had published in 1889, in his book *Intracellulare Pangenesis*. From Darwin's pangenesis he had retained the idea that hereditary characters are independent entities, that these characters are carried by sub-microscopic particles, and that the intensity of a character is determined by the number of particles. In contrast to Darwin, he had not considered the particles as representatives of organs or tissues but as molecules that increase in number by division (the 'living molecules' from the protoplasm); he had the idea that the particles move from the cell nucleus to the protoplasm where they would contribute to physiological processes and that they do not wander through the whole organism and come together in the germ cells; and he was convinced that new characteristics arise as a consequence of a change in the molecular structure of existing particles and not, as Darwin had claimed, are transmitted by the representative particles of organs and tissues that have been changed by external circumstances. Darwin had named the particles 'gemmules', considering them to be the starting point of larger structures. De Vries gave them a new name: pangenesis.

To judge the success of his selection experiments De Vries handled his data statistically. It enabled him to establish quite easily whether a shift of the average of a value was taking place in successive generations. Moreover, his graphs showed that a character could not vary infinitely but that variation was limi-

ted between fixed boundaries. Only in rare cases one of the boundaries was passed over. This crossing did not happen gradually but with a small yet clearly visible leap. De Vries also interpreted the results of his hybridization experiments in a statistical way. He concluded that two antagonistic forms of the same character in a hybrid combine in its offspring according to the laws of chance, resulting in the ratio 1 : 2 : 1. In 1900 he discovered that the Austrian teacher of natural sciences and amateur botanist Gregor Mendel had stated the same conclusion already thirty years earlier. It seems that it was no problem for De Vries not having the priority of this discovery. Of prime importance to him was that this rule confirmed pangenesis in a convincing way.

Of all the species De Vries grew during the 1880s and 1890s there was one that behaved differently than all others. It was *Oenothera lamarckiana*, the evening primrose. Each generation there was a small percentage among the offspring that did not deviate in one or a few characters but in their appearance as a whole. There was, for instance, a form that was in every respect larger and more powerful, one that had red stripes on the capsules and ribs, a stronger pubescence, narrow leaves and a brittle stem, a form with narrow leaves and hardly any branches, and a form with gleaming, flat, narrow and dark green leaves and small flowers. They all were true-breeding when self pollinated. These forms were clearly very different from monstrosities and varieties. Besides, their appearance did not follow any statistical rule. De Vries concluded that he had stumbled upon a rare example of the saltatory origin of species, an evolutionary mechanism Darwin had already envisaged (besides a gradual origin) and had been defended by several others since then. Considering the peculiar behaviour of the evening primrose, the limits of variation, and the occasional crossing of the boundaries he had observed, De Vries grew more and more convinced that evolution does not proceed gradually but exclusively in small steps. With the evening primrose he had caught evolution red-handed in his own experimental garden!

In the autumn of 1899 De Vries decided to publish his results in a bulky, two-piece work. In the first part he would describe his experiments with varieties and monstrosities, together with the amazing evening primrose. In the second part, he would describe his hybridization experiments. Besides proving Darwin's pangenesis he wanted to show that evolution proceeds in a saltatory way. Close examination of Darwin's books had convinced De Vries that Darwin had set great store by saltatory than by gradual speciation. So the book had to prove Darwin's words in a two respects. His friend and colleague Willem Moll, professor of botany in Groningen, who assisted him while writing,

advised him not to mention pangenesis. As a consequence, the emphasis in the book came to lie on evolution rather than heredity. To define a saltatory change of a hereditary character De Vries used, following Darwin, the word 'mutation'. His idea that new types arise in this way he called 'mutation theory'. He chose this expression as the title of his book, which was written in German: *Die Mutationstheorie*.

Although he used pangenesis already for over a decade to interpret his experiments, De Vries had not yet completely worked out the theoretical explanation of his results when he started writing. With the help of Moll he developed a complex but logic and coherent system, while a part of the book had already been printed. Several modifications of pangenesis were necessary. Pangenes were supposed to be not only to be present in different numbers but also in different conditions. De Vries distinguished four conditions: active, latent, semiactive, and semilatif. The last two were introduced to explain the behaviour of monstrosities. A change from one condition into another was called a 'mutation', and so was the origin of a new pangene, expressing a new character. It was only with this last type, called 'progressive mutation', that new species would arise. Whether these are successful in the struggle for life and whether they will be able to propagate is determined by the environment. So De Vries retained Darwin's action of natural selection, but developed a new view on the origin of the material that is subjected to selection.

The first volume of *Die Mutationstheorie* (published in three instalments in 1900-1901) received worldwide attention because of the spectacular discovery of the curious behaviour of the evening primrose. It made Hugo de Vries a world celebrity. The appreciation, however, was not always positive. Some scholars accepted the mutation theory completely, others rejected the theory, and still others combined the theory with other mechanisms of speciation that were going around. Also, the theory was not always interpreted as De Vries had intended. Some recognized the similarities between the new theory and Darwin's theory of natural selection, others considered the theory as inconsistent with Darwin's ideas. Depending on their appreciation of Darwin's views, they either praised or criticized the mutation theory. Also, whether the curious behaviour of the evening primrose indeed supported saltatory evolution was heavily disputed. It was claimed that the deviating forms fell within the normal limits of variation. Moreover, it was assumed that the evening primrose was a hybrid and that the new forms were simply new combinations of existing characters. The second volume of *Die Mutationstheorie* (published in 1902-1903) made only little impression. It added hardly anything to what alre-

ady was known after the rediscovery of Mendel's laws. There was little doubt that hereditary characters are independent entities. It was however widely debated whether the characters are carried by particles and as a consequence are 'preformed' in each organism, or whether they developed through physiological processes during the growth of an organism (a view called 'epigenesis'). As again De Vries hardly mentioned pangenesis in the second volume, it was not clear to the reader what De Vries' position in this discussion was.

Although quite satisfied with *Die Mutationstheorie*, De Vries thought that the mutation theory still lacked the ultimate proof: to show that mutations can be induced artificially. After the publication of the book he therefore directed his attention to the causes of mutation, a subject he had hardly touched upon so far. Since the evening primrose provided the largest number of mutations in the most perfect form, De Vries used the species for the next step in his research. He had already noticed that the behaviour of the evening primrose during hybridization did not correspond to the laws of Mendel. De Vries suspected that this was due to its property to produce mutant forms. On the basis of pangenesis he had distinguished three different types of crosses: mutation crosses (one or both parents have a property in mutabele condition), bisexual crosses (antagonistic characters are in different conditions, active – latent), and unisexual crosses (one parent possesses a character and the other does not, present – absent). Each type could be recognized by the way the offspring of a hybrid would segregate. Whether the plants that were crossed had a character yes or no, whether a mutation had occurred, and whether a plant had a character in mutabele condition could all be judged from the result of a cross. Crosses were, in short, an excellent means to gain insight into the internal composition of a species. During several years De Vries carried out thousands of crosses between all species and mutants of the evening primrose known to him, in all thinkable combinations. The results were published in the book *Gruppenweise Artbildung* (1913). The central topic of the book is the 'labile pangene' which is presented as the most important internal cause for the occurrence of mutations. Labile pangenes are thought to change rather easily into the active or latent condition, causing a visible mutation. This was, again, a modification of Darwin's pangenesis which this time played a prominent role in the book. Evolution is, however, almost absent. De Vries had returned to his earlier field, the heredity of characters.

As the next step in his research De Vries wanted to investigate how internal influences can change pangenes into the labile condition and how they can bring about a change from the labile in one of the stabile conditions. But dis-

coveries by other *Oenothera*-researchers soon forced De Vries to return to the internal composition of the species. American researchers discovered that many of De Vries' mutants had a different number of chromosomes. Great doubt was now thrown upon the claim that the mutants were new species. Many scientists considered this to weaken the mutation theory, the mutation theory was even questioned all together. The criticism that the evening primrose was a hybrid was at the same time supported by the discoveries of the German botanist Otto Renner. He suspected that the species is composed of two fixed chromosome complexes. De Vries had earlier suggested something similar for *Oenothera biennis* en *O. muricata*. Why *Oenothera lamarckiana* bred true when selfed was something Renner could not explain. De Vries scored him off by postulating that different lethal factors were present in the germ cells. Equal combinations would not be viable. He stuck however to his point that the evening primrose was a true species. He also adhered to his view that the new forms were new species. He considered the different number of chromosomes as an accessory phenomenon. However, he abandoned the labile pangene as an explanation. But he still maintained that new species arise by mutation and that this is the only evolutionary mechanism at work, in combination with natural selection. De Vries had acquired his independence from Sachs in his physiological work, but in his genetical and evolutionary work he continued to consider Darwin as his inspiration and never gave up his ideosyncratic interpretations of Darwin's theories.

From the early 1920s onwards, while De Vries was gradually withdrawing from science, not having been able to discover the causes of mutation, new facts and insights provided a clearer view of both the mechanisms of speciation and the internal structure of the evening primrose. Heredity and evolution were united in the 'neo darwinistic synthesis'. After several decades it was generally accepted that nature selects from the enormous genetic variation that is present in populations. This variation is partly caused by mutation. As a rule, mutations have only a limited effect. It is not possible that one single mutation produces a new species. New discoveries on the structure of the chromosomes made that De Vries' triad of mutations was replaced by a new, longer series. Renner's theory of chromosome complexes was confirmed by others. Because reciprocal translocations of the chromosomes have taken place in the evening primrose, chromosomes connect end to end during meiosis so that independent assortment is not possible. It is a rare phenomenon, and combined with lethal factors and the frequent occurrence of an extra chromosome the conclusion was that the evening primrose is an extra-

ordinary species, with a peculiar way of transmission of hereditary characters and a particular evolutionary history. The behaviour of *Oenothera* is, as a consequence, of little value for getting a better insight into the general principles of genetics and speciation. The Dutch botanist P.C. van der Wolk had it right when writing in 1919 that 'Hugo de Vries took a brave jump into the dark'.

Dankwoord

Deze biografie van Hugo de Vries is, om in biologische termen te spreken, een F2. Het is namelijk de *filius* van een boek waarin ik de inventaris van het archief van Hugo de Vries beschreef, en dat is op zijn beurt weer de *filius* van een boek waarin ik, mede, de geschiedenis van de Amsterdamse Hortus Botanicus, de tuin waar Hugo de Vries bijna veertig jaar heeft gewerkt, beschreef. Als derde generatie heeft deze biografie echter niet twee ouders, vier grootouders en zestien overgrootouders, maar van elk zeer velen. Helaas is het niet mogelijk die hier allemaal te noemen en te bedanken voor hun bijdragen. Ik beperk mij daarom tot enkelen. Uit de verst verwijderde generatie noem ik Onno Wijnands en Hans Heniger, de twee collega-auteurs van het boek over de Amsterdamse Hortus. Zij weidden mij als een privéleerling in in de geschiedenis van de biologie. Diny Winthagen en Max Lebouille behoren tot de generatie van daarna. Zij maakten het boek met de inventaris van het De Vries-archief organisatorisch en financieel mogelijk en lieten mij zo kennis maken met het leven van Hugo de Vries. Maar ook bij het ontstaan van deze biografie speelden zij een grote rol. Marga Coesel was degene die het initiatief nam tot de biografie. Zij zorgde er tevens voor dat middelen en materiaal voor het onderzoek beschikbaar kwamen en heeft in haar rol als copromotor het ontstaan ervan steeds nauwgezet gevolgd. Nauw betrokken bij het ontstaan van de biografie zijn verder de promotores Steph Menken en Piet de Rooij, de leden van de promotiecommissie Ferry Bouman, Herman van den Ende, Péré Knegtman, Anne Kox, Willem Otterspeer en Bert Theunissen, alsmede Peter Jansen en Bob Baljet die het volledige manuscript lazen en van waardevolle opmerkingen voorzagen. Van de vele tientallen die materiaal, feiten en inzichten aangeleverd

hebben noem ik Reinout de Vries en Annabel Bolck, die toegang gaven tot het archief van Hugo de Vries dat zij beheren en mij steeds met warme gastvrijheid hebben ontvangen, en Peter van der Pas (helaas overleden) en Priscilla van der Pas-Lewis, die hun Hugo de Vries-collectie beschikbaar stelden en wiens gastvrijheid ik eveneens mocht genieten. Van grote steun waren ook de mede-organisatoren van de in 1998 gehouden activiteiten in het kader van het Hugo de Vries-Jaar: naast enkele van de al genoemden waren dat Petra Herweijer, Marian Schilder, Marike van Roon en Bob Ursem. Guido van Reenen, Nora Deventer, Thomas van Wissen en George Meerburg dank ik voor het oplossen van allerlei computerproblemen. Allerlei andere medewerkers van de Faculteit Biologie en later Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica van de Universiteit van Amsterdam waren op voor- en achtergrond behulpzaam, in het bijzonder de collega's van de Wetenschappelijke Informatiediensten tussen wie ik vele jaren heb mogen verkeren. Vrijdag, dank voor het gezelschap buiten de faculteit. Tenslotte dank ik alle familieleden, vrienden en kennissen die met hun regelmatige vragen hoe het werk vorderde ervoor zorgden dat het werk vorderde.

De figuren in de tekst werden op kundige wijze vervaardigd door Jan van Arkel. De figuren 2, 4, 5, 6 en 7 werden getekend naar figuren in publicaties van Hugo de Vries zelf. De figuren 20 tot en met 27 werden getekend naar figuren in het boek van Ernst Lehman, *Die Theorien der Oenotheraforschung* (Jena 1922), de figuren 29 en 30 werden getekend naar figuren in het boek van Ralph Cleland, *Oenothera. Cytogenetics and evolution* (Londen en New York 1972).

Erik Zevenhuizen