

EEN STATISTISCH ONDERZOEK NAAR DEN
INVLOED VAN HET WEER OP DE
OPBRENGST EN HET GEHALTE VAN
SUIKERBIETEN IN NEDERLAND

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR
IN DE LANDBOUWKUNDE OP GEZAG VAN DEN
RECTOR MAGNIFICUS Ir. J. H. THAL LARSEN TE
VERDEDIGEN TEGEN DE BEDENKINGEN VAN EENE
COMMISSIE UIT DEN SENAAAT DER LANDBOUW-
HOOGESCHOOL TE WAGENINGEN OP WOENSDAG
15 JUNI 1932 TE 15 UUR

DOOR

HINDRIK JACOBUS FRANKENA

VOORBERICHT.

Tengevolge van de hooge drukkosten, die het opnemen van uitvoerige tabellen, stippenkaarten en verdere grafieken zou meebrengen, heb ik zeer veel van het bewerkte materiaal moeten weglaten. Bij iedere correlatie is steeds vooraf een stippenkaart geconstrueerd om de gevonden relatie te kunnen interpreteren. Teneinde het lezen te vergemakkelijken heb ik de noodzakelijke tabellen afzonderlijk opgenomen, zoodat de tekst niet telkens onderbroken behoefde te worden. Voor hem, die verder op het onderwerp wenscht in te gaan dienen ook de tabellen der oorspronkelijke gegevens, die tevens in hoofdzaak achterin zijn opgenomen. Ik moet echter voor bijzonderheden verwijzen naar de Jaarboeken van het Kon. Ned. Met. Inst. en de Verslagen over den Landbouw.

De voltooiing van mijn proefschrift geeft mij een welkome gelegenheid mijn erkentelijkheid te betuigen aan mijne leermeesters.

Hooggeleerde VAN GULIK, hooggeachte Promotor, toen ik in mijn studententijd het plan opperde de meteorologie meer van nabij te leeren kennen, was U direct bereid mij daarbij te steunen. Uw belangstelling in de eerste resultaten van mijn onderzoek maakte, dat ik het plan opvatte dit nader uit te werken en te verdiepen. Zonder Uw voortdurenden steun en medewerking zou vermoedelijk niet gelukt zijn het uit te voeren. Ik ben U zeer dankbaar voor het vele, dat U hebt gegeven.

Hooggeleerde VAN UVEN; De zwakke plekken in mijn wiskundige kennis wist U zeer juist aan te wijzen. Gelukkig vond ik U tevens bereid de hierdoor in mijn werk ontstane leemten aan te vullen. Ik ben er mij volkomen van bewust nog veel van U te kunnen leeren, wanneer de gelegenheid er slechts ware Uw moeilijk vak zorgvuldiger te bestudeeren. Voor Uw talrijke raadgevingen mijn bijzonderen dank.

Hooggeleerde MAIJER GMELIN. Uw bereidwilligheid het concept door te lezen en Uw waardevolle aanwijzingen hebben er zonder twijfel toe bijgedragen, dat menige onduidelijkheid is verdwenen. Hiervoor mijn welgemeenden dank.

Hooggeleerde ABERSON. Het bijzondere voorrecht, dat ik heb gehad van Uwe heldere colleges en Uwe verzorgde practica te mogen volgen, maakt, dat ik steeds met groote liefde de landbouwscheikunde bestudeer. Zeer erkentelijk ben ik U niet alleen voor wat U in mijn studententijd mij leerde, maar vooral ook voor de belangstelling, die U steeds voor Uw oud-leerlingen toont.

Hooggeleerde BROEKEMA. Ik was een der eersten, die van Uw aanwezigheid in Wageningen profiteerde. Uw veelzijdige ervaring en Uw praktische zin zijn mij nog dikwijls tot steun, wanneer het gaat om tot een snelle beslissing te komen. Ook Uw steun en belangstelling na mijn studietijd gedenk ik met groote dankbaarheid.

Hooggeleerde DE VRIES, zeer geachte chef, ondanks het vele werk, dat sedert Uw komst in Groningen moest worden afgedaan, hebt U mij den tijd gelaten aan mijn dissertatie te kunnen werken, al moest dit buiten mijn eigenlijke taak blijven. Daarvoor ben ik U zeer dankbaar. Ik hoop, dat deze publicatie Uw energieke pogingen, het Proefstation tot nieuwen bloei te brengen, eenigermate mag steunen.

INLEIDING.

Landbouwweerkunde; de keuze van het gewas; de aard van het onderzoek; gevolgtrekkingen voor de praktijk; een achterstand in ons land.

De studie der landbouwweerkunde is niet nieuw. De belangstelling voor de weersomstandigheden is bij den praktischen landbouwer zonder twijfel even groot als bij den zeeman. En terecht! De grillige wisselingen van het weer stellen bijzondere eischen aan de bedrijfsleiding in den landbouw. Ze maken, dat er een karakteristiek verschil bestaat tusschen de industrieele productie en de landbouwvoortbrenging.

De gedragingen der planten in verband met de klimatologische omstandigheden zijn in verschillende vormen dikwijls bestudeerd geworden. Op dit vraagstuk wordt zeer duidelijk de aandacht gevestigd door den Amerikaan J. WARREN SMITH, in zijn boek, getiteld: *Agricultural Meteorology*, waarbij de schrijver uitvoerig den invloed der meteorologische omstandigheden op de opbrengst der landbouwgewassen behandelt. In 1922 schreef de Senaat der Landbouwhoogeschool een prijsvraag uit, die voor het eerst in ons land de aandacht op dit onderdeel der Landbouwweerkunde vestigde. Deze prijsvraag luidde: „De Senaat der Landbouwhoogeschool verlangt een onderzoek naar de kritische perioden in het leven van een (of meer) der belangrijkste landbouwgewassen, gedurende welke bepaalde meteorologische factoren op hun ontwikkeling en op de latere opbrengst een beslissenden invloed uitoefenen. Hieruit af te leiden welke de voornaamste eischen zijn, die dit gewas aan het weder stelt en te onderzoeken in hoeverre het klimaat van Nederland, of voor het geval een tropisch gewas gekozen is, dat eener voor de cultuur van dit gewas belangrijke landstreek, hieraan beantwoordt.” De bedoeling was dus een onderzoek te doen verrichten naar het voorkomen van kritische perioden bij een of meer landbouwgewassen.

Prof. Dr. D. v. GULIK zette in een artikel getiteld *Landbouwweerkunde* (deel 24 der Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool) nader uiteen op welke wijze het onderzoek moest worden aangevat.

De gegevens omtrent de opbrengsten der landbouwgewassen in ons land kan men putten uit de „Verslagen over den Landbouw”, die ieder jaar door de Directie van den Landbouw worden uitgegeven. De benodigde meteorologische waarnemingen zijn te vinden in de jaarboeken van het Kon. Ned. Meteorologisch Instituut te de Bilt. Het kiezen van de perioden, die men waarschijnlijk als kritische perioden zal kunnen aangeven, moet berusten op landbouwkundige ervaring. Er is dan aandacht te schenken aan bepaalde weersfactoren in verband met perioden in de ontwikkeling en de behandeling van het gewas. Men zal bijv. bij suikerbieten niet in de eerste plaats verband zoeken tusschen opbrengst en meer of minder strenge vorstperioden in December of Januari, die voor de opbrengst van winter-tarwe misschien veel gewicht in de schaal kunnen leggen.

Het was niet gemakkelijk om een keuze te doen uit verschillende gewassen. Daarbij moest vooral op de betrouwbaarheid der statistisch verkregen opbrengstcijfers worden gelet. Gewassen, die in hoofdzaak in de zandstreken worden verbouwd, kwamen daarom niet in aanmerking. Vele landbouwproducten toch worden hier in het bedrijf vervoederd. Het ligt voor de hand, dat het dan achterna uiterst moeilijk is de juiste opbrengst vast te stellen. Geldt het echter een gewas, waarvan de oogst voor de verdere verwerking naar de fabriek gaat, dan is controle over de opbrengst veel eenvoudiger. Deze overweging leidde mij er toe *suikerbieten* voor dit onderzoek te kiezen. Daarbij moest ik naast de opbrengst ook het suikergehalte in het onderzoek betrekken. Er is echter aan dit gewas ook een nadeel verbonden. De opbrengst is in plantkundigen zin iets heel anders dan de korrel-opbrengst van de graangewassen. Het betreft hier de wortelopbrengst van een gewas, dat pas in het tweede jaar tot volle ontwikkeling komt en dan zaad kan geven. Dit zal waarschijnlijk moeilijkheden opleveren bij het geven van een verklaring der gevonden relaties tusschen de meteorologische factoren en de opbrengst, respectievelijk het gehalte. Een gunstige omstandigheid is echter, dat de opbrengst geen gevaar loopt ernstig door ziekten of plagen, die het gewas kunnen teisteren, te worden beïnvloed. Misschien is het optreden van de bietenvlieg in de toekomst in dit opzicht een storende factor. De moeilijkheden, die men af en toe bij de opkomst ondervindt, worden ondervangen door over te zaaien. Wel is waar loopt de zaaitijd daardoor over een langere periode, maar overigens zal het voor het onderzoek weinig beteekenen.

Het onderzoek zelf is van statistischen aard. Een korte beschrijving der correlatie-methode zal aantonen, dat de verkregen uitkomsten zuiver statistisch moeten worden beschouwd. Men kan er slechts globale waarde aan toekennen. Dit spreekt eigenlijk ook van zelf, wanneer men bedenkt op welke wijze de oorspronkelijke gegevens tot stand komen. Wiskundig laten de cijfers misschien dikwijls een scherpere conclusie toe, zoodat zelfs door verdere wiskundige analyse verrassende resultaten waren te bereiken. Daartegen verzet zich echter de landbouwkundige ervaring, waarmede bij de beoordeeling der cijfers vooral rekening moet worden gehouden.

Ik heb den nadruk willen leggen op enkele gevolgtrekkingen uit het feitenmateriaal, die meer direct praktische beteekenis hebben. Hierdoor hoop ik in de kringen der praktische landbouwers de waardeering voor wetenschappelijk landbouwkundig onderzoek te verhoogen.

De verbouw van steeds productiever rassen, door onze kweekers voortgebracht, maakt, dat de invloed van de weersomstandigheden steeds meer op den voorgrond treedt. Dit wordt nog in de hand gewerkt door verbetering van de cultuurvoorwaarden door den landbouwer. Gaat de opbrengst van een gewas sterk met bepaalde weersfactoren op en neer, dan kan daaruit volgen, dat de landbouw op hoog peil staat en een verdere productieverhooging van het gewas uiterst moeilijk zal zijn, tenzij men er in slaagt een ras te vinden, dat aan de weersomstandigheden minder hoge eischen stelt. In dit verband is kennis van den invloed der meteorologische factoren op de gewassen voor de plantenveredeling van groot belang.

Het vraagstuk der oogstvoorspelling eischt een afzonderlijke bespreking. Met behulp van wiskundige berekeningen kan nl. een inzicht worden verkregen in de vermoedelijke oogstresultaten. De waarde hiervan hangt o.a. af van het tijdstip waarop een betrouwbare schatting mogelijk zal zijn. In den laatsten tijd wordt met het oog op de prijsvorming aan dit onderdeel meer aandacht gewijd.

Er bestaat in ons land, ondanks de pogingen van Prof. VAN GULIK om daarin te voorzien, een achterstand wat de studie der landbouwwerkunde betreft ¹⁾. Dit is in hooge mate te betreuren, omdat de bronnen, waaruit de gegevens voor het onderzoek moeten worden

¹⁾ Landbouwwerkunde Deel 24 der Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool, verh. 1, blz. 9.

geput, waarschijnlijk nergens vollediger zijn dan in ons land. De prijsvraag der Landbouwhoogeschool bleef onbeantwoord. Zij is echter, naast den persoonlijken invloed van mijn promotor, voor mij de aanleiding geweest dit onderzoek ter hand te nemen. Moge mijn arbeid er toe bijdragen, dat in de toekomst meer gelegenheid worde geschapen, de studie der landbouwweerkunde te beoefenen.

HOOFDSTUK I.

METHODE VAN ONDERZOEK.

Eenvoudige grafische voorstelling; de stippenkaart; middelbare afwijking, correlatie-coëfficiënt en regressie-coëfficiënt; partieele correlatie.
Methoden van HOLDEFLEISZ en WALLÉN.

§ 1. *Grafische voorstelling van het verband tusschen twee of meer reeksen van waarnemingen.*

Een eenvoudige wijze om na te gaan of twee (of meer) reeksen van waarnemingen met elkander verband houden, bestaat in het teekenen van grafische voorstellingen der waarnemingsreeksen op dezelfde coördinaatassen. Van een horizontale lijn zet men de overeenkomstige grootheden uit op een vertikaal. Ieder stel overeenkomstige termen van te vergelijken reeksen is dus door beschouwing der betreffende vertikaal te vergelijken. Duidelijkheidshalve teekent men dikwijls de vertikalen als een zuil, die dan verschillend gekleurd is, om de bijbehorende afzonderlijke termen weer te geven. Het is de meest eenvoudige wijze van vergelijken, die ieder bekend zal zijn, maar blijft steeds een vrij onbeholpen methode, die bij een belangrijk aantal te vergelijken paren onoverzichtelijk is en zelfs de illusie van het bestaan van verband kan wekken in gevallen, waar toch geen verband bestaat. Zoodra men dan ook met eenigszins uitvoerige reeksen te maken heeft, verdient het gebruik van deze methode zeker geen aanbeveling.

§ 2. *De Stippenkaart.*

Het verband tusschen twee reeksen kan ook op andere wijze grafisch worden voorgesteld. Wij beginnen met zoowel van de eene reeks, die wij als de reeks $X_1, X_2, X_3 \dots X_n$ voorstellen, als ook van de tweede reeks, die door $Y_1, Y_2, Y_3 \dots Y_n$ wordt voorgesteld de gemiddelde waarden te berekenen. Het gemiddelde M_x wordt gevonden door de som der termen $X_1 + X_2 + X_3 \dots + X_n$ te nemen en deze te deelen

door het totaal aantal termen n . Op dezelfde wijze wordt het gemiddelde voor de tweede reeks M_Y gevonden door de som $Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_n$ te deelen door het totaal aantal termen der reeks n .

Elk der termen van de reeks zal een grootere of kleinere afwijking van het gemiddelde vertoonen. De afwijking van X_1 is bijv. $X_1 - M_X$, we noemen deze x_1 ; die van X_2 is $X_2 - M_X$, en wordt x_2 genoemd, enz. Zoo zijn eveneens de afwijkingen bij de Y -reeks te vinden als het verschil tusschen de afzonderlijke termen en het gemiddelde; bijv. $Y_1 - M_Y = y_1$; $Y_2 - M_Y = y_2$, enz. Deze afwijkingen kunnen zoowel positief als negatief uitvallen; in het eerste geval is de beschouwde term grooter dan het gemiddelde, in het tweede daarentegen kleiner. Uit den aard der zaak moet van een reeks de som van de positieve afwijkingen gelijk zijn aan de som van de negatieve afwijkingen. Optelling dezer afwijkingen is derhalve een controle op de berekening van het gemiddelde.

Deze afwijkingen van M_X en M_Y vormen de grondslagen voor de constructie van de stippenkaart. ¹⁾

Er wordt uitgegaan van twee coördinaat-assen, die loodrecht op elkaar staan. Het snijpunt dezer coördinaat-assen stelt het gemiddelde der beide reeksen voor. Op de horizontale as worden, van het snijpunt — het nulpunt — uit gemeten, de afwijkingen der X -reeks afgezet. De positieve afwijkingen komen op deze wijze rechts van het snijpunt te liggen, terwijl de negatieve afwijkingen aan den linker kant een plaats vinden. Ook op de verticale as — de Y -as — krijgen we tenslotte, evenals op de X -as, punten, die hier echter boven en beneden het nulpunt verdeeld liggen. Elk punt van de horizontale as heeft een bijbehorend punt op de verticale as.

Zoo hoort bij x_1 (afwijking van de X -reeks) y_1 als afwijking van de Y -reeks enz. Trekt men nu verticale lijnen uit de x -punten en horizontale lijnen uit de y -punten, dan vindt men de snijpunten, die de corresponderende punten x_1 en y_1 ; x_2 en y_2 ; \dots x_n en y_n aangeven. Deze punten geven door hunne ligging ten opzichte van het assenkruis aan, welke betrekking er tusschen X en Y bestaat. Er doen zich voor ieder paar termen X en Y vier mogelijkheden voor.

A. Het punt ligt in het quadrant rechts van de y -as (en dus tevens

¹⁾ Strikt genomen is het niet noodig van M_X en M_Y uit te gaan, maar kan ook een andere oorsprong worden gekozen, waardoor echter de uiteenzettingen moeilijker te volgen zouden zijn, terwijl thans de gevolgde werkwijze duidelijk is.

rechts van het nulpunt) en boven de x -as (derhalve ook boven het nulpunt). Hier correspondeeren twee positieve afwijkingen met elkaar. Is dit het geval met het meerendeel der punten, dan spreekt men van *positieve correlatie*. Hierbij doet zich in de meeste gevallen tevens het geval C. (zie verder) voor. Dit zal begrijpelijk zijn, wanneer men bedenkt, dat het bij elkaar behooren van de positieve afwijkingen der beide reeksen tot gevolg moet hebben, dat ook de negatieve afwijkingen met elkaar correspondeeren.

B. Het punt ligt in het quadrant links van de y -as, (dus ook links van het nulpunt) en boven de x -as, (derhalve tevens boven het nulpunt). Een punt links van het nulpunt komt overeen met een negatieve x -afwijking. De term der X -reeks is dus kleiner dan het gemiddelde. Maar een punt boven het nulpunt stelt een positieve afwijking van de Y -reeks voor. De corresponderende term der Y -reeks is dus grooter dan het gemiddelde. Hier vormen dus een grootere term van de Y -reeks en een kleinere term van de X -reeks tezamen een, in dit quadrant gelegen, punt. Men spreekt van negatief verband of *negatieve correlatie* tusschen de beide reeksen, wanneer dit geval zich bij het meerendeel der termen-paren voordoet.

C. Het punt ligt links van de y -as, dus ook links van het nulpunt, en beneden de x -as, dus ook beneden het nulpunt. Hier gaat een kleinere term van de X -reeks gepaard met een kleinere term van de Y -reeks. Wanneer dit bij het meerendeel der termenparen optreedt, spreekt men, evenals in het geval A, van *positieve correlatie*.

D. Het punt ligt rechts van de y -as en beneden de x -as. Hier gaan tegengestelde waarden samen nl. een grootere X en een kleinere Y . Men heeft hier, evenals in geval B, *negatieve correlatie*.

Uit de ligging der punten op een stippenkaart kan dus worden afgeleid, welk verband er tusschen twee reeksen bestaat. De stippenkaart vormt dan ook steeds den grondslag van iedere correlatie-berekening.

§ 3. Middelbare afwijking en correlatie-coëfficiënt.

De stippenkaart gaf ons een inzicht in de correlatie tusschen twee reeksen van waarnemingen.

De vraag rijst, of het niet mogelijk is de correlatie tusschen twee reeksen door een bepaald getal uit te drukken. Bij positieve correlatie zijn de producten der afwijkingen positief, omdat in beide gevallen de bij elkaar behorende afwijkingen hetzelfde algebraïsche teeken hebben. Er liggen ook punten in de andere quadranten, er zijn dus ook

negatieve producten, maar deze zijn in de minderheid. Het gevolg is, dat het grootste aantal producten der afwijkingen (x_1 maal y_1 ; x_2 maal y_2 ; x_n maal y_n) positief is. Optelling van alle producten geeft dan een getal, dat positief is en grooter, naarmate er meer producten zijn met een positief teeken. Elk punt in de positieve quadranten (links beneden en rechts boven) correspondeert met een positief product der afwijkingen en vergroot derhalve de som der producten. Hoe meer punten in deze quadranten liggen, hoe sterker de stippenkaart voor positieve correlatie pleit en, daar dit samenvalt met toeneming van de som der producten, hebben we in deze som een maat voor de correlatie. Precies dezelfde redeneering passen we toe voor de negatieve correlatie. Naarmate het aantal punten in de quadranten rechts beneden en links boven grooter is zal het aantal negatieve producten der afwijkingen en dus ook de som grooter zijn. De som is dan echter negatief.

Is Σ het sommatie-teeken, x de afwijkingen (x_1, x_2, x_n) der X-reeks en y de afwijkingen ($y_1, y_2, \dots y_n$) der Y-reeks en n het aantal termenparen, dan krijgen we het gemiddeld product van de afwijkingen x en y , voorgesteld door: $\frac{\Sigma xy}{n}$.

Als maat voor correlatie is er echter aan dit getal het bezwaar verbonden, dat Σxy afhankelijk is van de eenheden, waarin x en y zijn uitgedrukt. Drukken we b.v. den regenval niet in geheele mm, maar in tienden van mm uit, dan worden alle termen dezer reeks tienmaal zoo groot en zal het gemiddeld product ook toenemen. We zouden dan tot grootere correlatie besluiten in vergelijking met een reeksenpaar, waarbij de regen in mm was uitgedrukt.

Toch zou in het laatste geval de groepeerling der punten op de stippenkaart een gelijke correlatie aanwijzen, en derhalve $\frac{\Sigma xy}{n}$ als maat voor de correlatie tot verkeerde conclusie aanleiding geven.

Stellen we nu voor, dat de *middelbare afwijking* van de afzonderlijke waarnemingen eener waarnemingsreeks wordt uitgedrukt door den wortel uit de som van de quadraten der afwijkingen gedeeld door het aantal termen. De afwijkingen der X-reeks worden aangegeven door x , de quadraten door x^2 . De som is dus: $\Sigma x^2 = x^2_1 + x^2_2 \dots + x^2_n$ en n is het aantal termen. Deze middelbare afwijking is dan $s_x = \sqrt{\frac{\Sigma x^2}{n}}$. Op dezelfde wijze is de middelbare afwijking van de afzonderlijke

waarnemingen bij de Y-reeks $s_y = \sqrt{\frac{\sum y^2}{n}}$. De middelbare afwijking wordt ook wel standaardafwijking genoemd.

Het gemiddelde product der afwijkingen $\frac{\sum xy}{n}$ gedeeld door het product der middelbare afwijkingen s_x maal s_y vormt nu een getal, dat vergelijking van de correlatie bij verschillende reeksenparen mogelijk maakt. Deze grootte, die wij *correlatie-coëfficiënt* noemen, wordt voorgesteld door $\frac{\sum xy}{ns_x s_y} = r$.

Het berekenen van den correlatie-coëfficiënt (verg. Tabel I).

1. De reeksen worden zoodanig in kolommen gegroepeerd, dat de bij elkaar behorende termen (of waarnemingen) naast elkaar staan. Van beide reeksen bepaalt men het gemiddelde M_X en M_Y .

2. Berekening van de afwijkingen. Men lette vooral op het teken der afwijkingen $X_1 - M_X = x_1$ (plus of min al naarmate X_1 grooter of kleiner is dan het gemiddelde) en neme daarvoor twee afzonderlijke kolommen $X_2 - M_X = x_2, \dots, X_n - M_X = x_n$ en $Y_1 - M_Y = y_1, Y_2 - M_Y = y_2, \dots, Y_n - M_Y = y_n$.

3. Berekening der producten van de bij elkaar behorende afwijkingen van het gemiddelde. Hiervoor neemt men twee kolommen en plaatst in de eerste kolom alle positieve, in de tweede alle negatieve producten. Optellen dezer producten, x_1 maal y_1, x_2 maal y_2, \dots, x_n maal y_n . Deze optelling bepaalt of de totaalsom positief of negatief uitvalt. De correlatie-coëfficiënt is dan daarmede in overeenstemming ook positief of negatief. Deze som, $\sum xy$, is de teller van den correlatie-coëfficiënt.

4. Berekening van de quadraten der afwijkingen. Daar hier steeds getallen met hetzelfde teken moeten worden vermenigvuldigd is het product, (het kwadraat), steeds positief. De som van de quadraten ($x^2_1 + x^2_2, \dots, x^2_n$) is derhalve ook positief. Deelt men de som door het aantal termen n en trekt men hieruit den wortel, dan is

$$\sqrt{\frac{\sum x^2}{n}} = s_x. \text{ Op overeenkomstige wijze berekent men } \sqrt{\frac{\sum y^2}{n}} = s_y,$$

n -maal het product van deze beide getallen $s_x \times s_y$ is de noemer van den correlatie-coëfficiënt. Door deeling vindt men tenslotte:

$$r = \frac{\sum xy}{ns_x s_y}$$

TABEL I.

Jaar	Regen- val in Juli X	Regen- dagen in Juli Y	Af- wijkingen x		Af- wijkingen y		Producten x maal y		Kwadraten	
			+	-	+	-	+	-	x ²	y ²
1910	120	21	47		6		282		2209	36
1911	33	11		40		4	160		1600	16
1912	52	7		21		8	168		441	64
1913	91	15	18		0	0	—		324	—
1914	88	17	15		2		30		225	4
1915	105	23	32		8		256		1024	64
1916	45	13		28		2	56		784	4
1917	54	7		19		8	152		361	64
1918	104	17	31		2		62		961	4
1919	98	23	25		8		200		529	64
1920	83	19	10		4		40		100	16
1921	10	6		63		9	567		3969	81
1922	90	21	17		6		102		289	36
1923	57	10		16		5	80		256	25
1924	78	17	5		2		10		25	4
1925	58	13		15		2	30		225	4
	Σ X = 1166	Σ Y = 240					Σ xy = + 2195		Σ x ² = 13322	Σ y ² = 486
	M _X = 73	M _Y = 15								

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n}} = \sqrt{\frac{13322}{16}} = \sqrt{833} = 28,9$$

$$s_y = \sqrt{\frac{\sum y^2}{n}} = \sqrt{\frac{486}{16}} = \sqrt{30,4} = 5,5$$

$$r = \frac{\sum xy}{n s_x s_y} = \frac{2195}{16 \times 28,9 \times 5,5} = + 0,864.$$

Bovenstaande tabel geeft een voorbeeld eener berekening van den correlatie-coëfficiënt nl. van dien tusschen den regenval in mm en de regendagen in Juli te de Bilt tusschen 1910 en 1925. Bij het construeeren van de stippenkaart bleek, dat alle punten in beide overeenkomstige quadranten lagen. Dientengevolge vindt men nu geen

enkel product in de voor de negatieve producten bestemde kolom. De stippenkaart wees dus op een groote correlatie; $+ 0,864$ mag dan ook als een vrij hoogen correlatie-coëfficiënt worden beschouwd. Inderdaad kan de correlatie-coëfficiënt slechts schommelen tusschen $- 1$ en $+ 1$. In het eerste geval bestaat er volkomen negatieve correlatie, in het tweede volkomen positieve correlatie.

Bij positieve correlatie zal de correlatie-coëfficiënt schommelen tusschen 0 en $+ 1$. Hoe dichter de gevonden correlatie-coëfficiënt bij $+ 1$ ligt, hoe nauwer het verband tusschen het beschouwde reeksenpaar in positieven zin, d.w.z. kleine waarden van de eene reeks gaan gepaard met kleine waarden van de andere reeks en omgekeerd. Bij negatieve correlatie schommelt de correlatie-coëfficiënt tusschen 0 en $- 1$. Hoe dichter de gevonden waarde bij $- 1$ ligt, hoe nauwer het verband in negatieven zin, d.w.z. kleine waarden van de eene reeks gaan dan gepaard met groote waarden van de andere reeks, en groote waarden van de eene reeks gaan gepaard met kleine waarden van de andere reeks. De oorzaak van dit verband wordt echter niet aan het licht gebracht. Berekening van den correlatie-coëfficiënt is slechts het vaststellen van een bepaald feit; verdere beteekenis heeft de correlatie-coëfficiënt niet.

§ 4. *Regressie-coëfficiënt.*

Wanneer men de betrekking kent, die er tusschen twee reeksen bestaat, dan moet het ook mogelijk zijn met behulp van den correlatie-coëfficiënt de afzonderlijke termen van de eene reeks uit die der andere bij benadering af te leiden; en wel: bij een afwijking $x = X - M_X$ vindt men een afwijking $y = Y - M_Y$ door x met een bepaalden factor (b_1) te vermenigvuldigen. Deze factor wordt als volgt berekend uit den correlatie-coëfficiënt r en de middelbare afwijkingen der beide reeksen:

$$b_1 = r \frac{s_y}{s_x}.$$

Deze waarde is als een gemiddelde te beschouwen, zoodat de waarden voor y , afgeleid uit x , slechts met een zekere benadering juist zijn. Kent men nu den term van de X -reeks (X) en het gemiddelde (M_X), dan vindt men gemakkelijk x . Met behulp van de berekende waarde van b_1 geeft de regressievergelijking:

$$y = b_1 x$$

de waarde voor y , die tenslotte bij M_Y is op te tellen om de bij X behoorende waarde van Y te vinden.

Is omgekeerd y bekend, dan kan de gemiddelde daarbij voorkomende x worden berekend met behulp van:

$$x = b_2 y \text{ waarin: } b_2 = r \frac{s_x}{s_y}.$$

Men kan dus bij elke willekeurig gegeven waarde van de eene veranderlijke de gemiddelde bijbehorende waarde der andere veranderlijke berekenen. Wanneer b.v. de correlatie-coëfficiënt tusschen een weersfactor (Y) en de opbrengst van een gewas (X) uit de gegevens van een reeks van jaren is berekend, kan uit het gedrag van den betreffenden weersfactor in een bepaald jaar de opbrengst bij benadering voorspeld worden. In 't algemeen geldt dan hoe grooter correlatie-coëfficiënt des te betrouwbaarder de voorspelling. Passen we de berekening van den regressie-coëfficiënt toe op de gegevens van tabel I, dan vinden we:

$$r = +0,864; s_x = 28,9 \text{ en } s_y = 5,5,$$

derhalve is:

$$b_1 = r \frac{s_y}{s_x} = +0,864 \times \frac{5,5}{28,9} = 0,1644$$

en wordt de regressievergelijking

$$y = 0,1644 x.$$

Deze vergelijking wil zeggen, dat een hoeveelheid regen in Juli te de Bilt, die 1 mm boven het gemiddelde is, gemiddeld samengaat met een vergrooting van het aantal regendagen in Juli met 0,1644. Bij een regenval van 120 mm, of 47 mm boven het gemiddelde (geval 1910), zal het aantal regendagen derhalve $47 \times 0,1644 = 7,7$ grooter zijn dan het gemiddelde van 15 dagen en dus 22,7 bedragen. In werkelijkheid was het aantal regendagen 21. (Zie tabel). Dit verschil is een gevolg van het gebrek aan volkomen correlatie. In elk geval zullen grotere of kleinere verschillen tusschen de uit de regressie-vergelijking berekende en de werkelijke waarden kunnen optreden. Wanneer we de eerste door een accent van de laatste onderscheiden is $y'_1 = b_1 x_1$, $y'_2 = b_1 x_2$ enz. en bijgevolg de verhouding $x_1 : x_2 : \dots : x_n = y'_1 : y'_2 : \dots : y'_n$. Hieruit volgt, dat de punten geconstrueerd uit x_1 en y'_1 , x_2 en y'_2 , enz. liggen op een rechte lijn, omdat alleen dan aan deze samengestelde evenredigheid voldaan is. Voor $x=0$, geldt $y'=0$; de rechte lijn gaat derhalve door het nulpunt. De richting van de lijn wordt bepaald door de verhouding tusschen y' en x , dus door b_1 . Deze regressie-coëfficiënt (b_1) is afgeleid uit de formule $b_1 = r \frac{s_y}{s_x}$.

Uit het toevallig karakter van de verdeling der punten over het vlak volgt, dat deze punten geenszins alle op de regressielijn liggen. Kiest men voor een der veranderlijken bijv. x een vaste waarde x_k , dan zijn daarbij tal van verschillende waarden voor y waargenomen; hun gemiddelde (\bar{y}_k) is dan de y die bij x_k behoort volgens de regressievergelijking $y = b_1x$. De verspreiding der bij x_k waargenomen y 's wordt gemeten door de z.g. partieele middelbare fout. Bij normale lineaire correlatie is de waarde hiervan $s_y \sqrt{1 - r^2}$ (dus onafhankelijk van x_k). De regressielijn is dus een lijn van gemiddelden; de waargenomen punten liggen daaromheen verspreid en een punt, dat een nieuwe waarneming voorstelt, behoeft dus ook *niet* op de regressielijn te liggen.

Men kan de verspreiding van de waargenomen punten en tevens de onzekerheid van later nog waar te nemen punten beoordeelen naar de bovengenoemde partieele middelbare fout; door ter weerszijden van de regressielijn een evenwijdige lijn aan te brengen, die *in de y -richting* een bedrag van $s_y \sqrt{1 - r^2}$ van de regressielijn verwijderd is, krijgt men een strook waarbij een zeker aantal van de waargenomen punten ligt (ongeveer $\frac{2}{3}$ van het totaal) en de kans, dat een nieuwe waarneming binnen die strook zal liggen is eveneens ongeveer $\frac{2}{3}$.

Kiest men voor de breedte van de strook in de y -richting een fractie van de partieele middelbare fout of een veelvoud er van, dan worden de kansgetallen, dus ook de procentsgewijze aantallen der punten binnen die strook, aangegeven in de volgende tabel.

TABEL II.

Afwijkingen, die liggen op een afstand van het gemiddelde M.	Aantal termen, dat binnen de vorenstaande grenzen ligt in proc. van het totaal.
$\pm 0,5 s$	38,3
$\pm 1,0 s$	68,3
$\pm 1,5 s$	86,6
$\pm 2,0 s$	95,5
$\pm 2,5 s$	98,8
$\pm 3,0 s$	99,7

s stelt de middelbare afwijking voor.

Een reeks, waarvan de termen een dergelijke verdeling hebben, noemt men normaal. Een correlatieberekening toegepast op een normale reeksenpaar heet normale correlatie. In de groepeeringspunten op de stippenkaart bij een dergelijke correlatie tevens nagenoeg een rechte lijn, dan spreekt men van normale lineaire correlatie. De tabel leert, dat bij een normale reeks tusschen het gemiddelde vermeerderd met de helft van de middelbare afwijking en het gemiddelde verminderd met de helft van de middelbare afwijking 38,3 % van het totaal aantal termen ligt. Termen met een grootere afwijking van het gemiddelde dan drie maal de middelbare afwijking komen practisch niet voor. De middelbare afwijking is dus niet alleen te beschouwen als een maat voor de variatie der betreffende reeks, maar tevens als een maat voor de betrouwbaarheid van de waarde eener term van zoo'n reeks. Hetzelfde geval doet zich voor bij den correlatie-coëfficiënt. Ook deze vertoont een onzekerheid door de wijze waarop hij wordt verkregen, zoodat men ook daarvan een middelbare fout kan berekenen, die uitgedrukt wordt door $\pm \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}}$.

De regressie-coëfficiënt zelf is ook aan schommelingen onderhevig, als men n.l. zich de waarnemingsreeks onder nagenoeg gelijke omstandigheden herhaald denkt. Voor zoover het de richting (b_1) betreft, wordt deze schommeling gemeten door de middelbare fout van b_1 welke bedraagt: $\frac{s_1 \sqrt{1 - r^2}}{s_2 \sqrt{n}}$. Deze schommeling is (wegens den factor \sqrt{n} in den noemer) klein ten opzichte van de onzekerheid der waarnemingspunten om de regressielijn.

De werkwijze voor het opsporen van *normale lineaire correlatie* bestaat tenslotte kort samengevat uit de volgende stappen:

1. Berekening van het gemiddelde M_X en M_Y der beide reeksen en bepaling van de afwijkingen der afzonderlijke termen van het gemiddelde, dus: $X_1 - M_X$; $Y_1 - M_Y$ enz.
2. Constructie van de stippenkaart teneinde na te gaan of van lineaire correlatie gesproken kan worden.
3. Vergelijking van de verdeling der termen om het gemiddelde uitgedrukt in de middelbare afwijking $\frac{\sqrt{\sum x^2}}{n}$, met de normale verdeling van een reeks, teneinde na te gaan of er normale lineaire correlatie bestaat.

4. Berekening van den correlatie-coëfficiënt en zijn middelbare fout volgens:

$$r \pm s_r = \frac{\sum xy}{ns_x s_y} \pm \frac{1-r^2}{\sqrt{n}}$$

§ 5. Partieele correlatie.

De vorige beschouwingen hadden betrekking op twee reeksen met veranderlijke termen (waarnemingen). Voor ons doel is dit niet voldoende, omdat we met meer dan twee reeksen te maken krijgen. Wij willen bijv. den invloed van den regenval en van den zonneshijn onafhankelijk van elkaar op de opbrengst van een gewas bestudeeren. Daar echter met een variatie van den regenval dikwijls verandering van den zonneshijn gepaard gaat, is het moeilijk uit te maken welke variatie nu oorzaak is van een slechtere of betere opbrengst.

De samenwerking van twee factoren, die beide invloed op een derden uitoefenen en die onderlinge correlatie vertoonen, kan in den vorm van een stippenkaart op de volgende wijze worden bestudeerd. Men construeert de stippenkaart der twee reeksen, waarvan de invloed op een derde reeks moet worden nagegaan. In plaats van een stip plaatst men echter het plus of het minteeken van de bijbehorende afwijking der derde reeks in de stippenkaart. Men wil bijv. weten welken invloed de regenval en de temperatuur op de opbrengst van een gewas uitoefenen. De coördinaat-assen verdeelen de kaart in vier quadranten.

a. Het quadrant waarin positieve regenafwijkingen en positieve temperatuurafwijkingen samentreffen.

b. Het quadrant waarin negatieve regenafwijkingen samengaan met positieve temperatuurafwijkingen.

c. Het quadrant waarin negatieve regenafwijkingen samengaan met negatieve temperatuurafwijkingen.

d. Het quadrant waarin positieve regenafwijkingen samengaan met negatieve temperatuurafwijkingen.

Uit de ligging en het aantal der punten in de quadranten kan worden afgeleid welk weer het meest voorkomt van de vier typen m.a.w. welke correlatie er bestaat tusschen regenval en temperatuur voor dit geval. Heeft men echter de punten vervangen door de + en — teekens der afwijkingen van de derde reeks, die de opbrengst van een gewas voorstelt, dan kan men daaruit afleiden welke eischen het gewas aan het weer stelt, voorzoover de temperatuur en den

regenval betreft. Veel plustekens in quadrant a leeren, dat de opbrengst verhoogd wordt door vochtig, warm weer. Liggen er dan bovendien veel minustekens in quadrant c dan blijkt dat koud, droog weer niet gewenscht is. Men ziet, dat een dergelijke stippenkaart, die in zijn eenvoudigsten vorm bestaat uit een assenkruis met in de vier quadranten het aantal + en — teekens ons een inzicht verschaft omtrent het verband tusschen twee reeksen en hun invloed op een derde reeks. (Vergelijk bijv. fig. 1 op blz. 63). Men is er ook in geslaagd den invloed van twee (of meer) factoren op een reeks in cijfers uit te drukken door middel van *partieele correlatie*.

Hierdoor kan de invloed van een factor afzonderlijk worden bepaald, terwijl de variabiliteit tengevolge van den anderen factor buiten werking wordt gesteld door ze een zekere onveranderlijke waarde te geven. De gevonden relaties worden uitgedrukt door de *partieele correlatie-coëfficiënten*.

Teneinde bij meer dan twee reeksen op een gemakkelijke wijze de verschillende reeksen aan te geven, worden ze genummerd. Reeks 1 stelt gewoonlijk de reeks voor, waarop verschillende invloeden werken. In ons geval dus het gewas. De andere indices stellen dan de weersfactoren voor.

Bij berekening van de correlatie tusschen drie reeksen moeten eerst de drie correlatie-coëfficiënten met 2 indices op de zoeven besproken wijze worden uitgerekend.

$$r_{12} = \frac{\sum d_1 d_2}{n s_1 s_2}; \quad r_{13} = \frac{\sum d_1 d_3}{n s_1 s_3}; \quad r_{23} = \frac{\sum d_2 d_3}{n s_2 s_3}.$$

r_{12} beteekent de correlatie-coëfficiënt tusschen reeks 1 en 2;

r_{13} beteekent de correlatie-coëfficiënt tusschen reeks 1 en 3;

r_{23} beteekent de correlatie-coëfficiënt tusschen reeks 2 en 3.

d_1 is het symbool voor de afwijkingen van het gemiddelde der reeks 1; d_2 voor de afwijkingen der reeks 2 en d_3 voor de afwijkingen der reeks 3. Zoo is eveneens s_1 de middelbare afwijking der reeks 1; s_2 die van reeks 2 en s_3 die van reeks 3. Uit deze berekent men de partieele correlatie-coëfficiënt met indices op de volgende wijze. 1)

$$r_{12.3} = \frac{r_{12} - r_{13}r_{23}}{\sqrt{1 - r_{13}^2} \sqrt{1 - r_{23}^2}} \pm \frac{1 - r_{12.3}^2}{\sqrt{n}}$$

1) Voor de afleiding van deze en volgende formules moet ik verwijzen naar de betreffende werken der wiskundige statistiek bijv. G. Udny Yule, *Theory of Statistics*.

$$r_{13.2} = \frac{r_{13} - r_{12}r_{23}}{\sqrt{1 - r_{12}^2} \sqrt{1 - r_{23}^2}} \pm \frac{1 - r_{13.2}^2}{\sqrt{n}}$$

$$r_{23.1} = \frac{r_{23} - r_{12}r_{13}}{\sqrt{1 - r_{12}^2} \sqrt{1 - r_{13}^2}} \pm \frac{1 - r_{23.1}^2}{\sqrt{n}}$$

$r_{12.3}$ stelt voor de correlatie-coëfficiënt tusschen reeks 1 en 2, wanneer men de waarnemingscomplexen (in ons geval: jaren) beschouwt, die met elkaar de waarde van den derden factor gemeen hebben, m.a.w. $r_{12.3}$ is de correlatie-coëfficiënt tusschen de reeksen 1 en 2, wanneer men factor 3 constant houdt. $\frac{1 - r_{12.3}^2}{\sqrt{n}}$ is de middelbare fout van $r_{12.3}$.

$r_{13.2}$ is de correlatie-coëfficiënt tusschen de reeksen 1 en 3, wanneer men de waarnemingscomplexen beschouwt, die met elkaar de waarde van den tweeden factor gemeen hebben, m.a.w. $r_{13.2}$ is de correlatie-coëfficiënt tusschen reeks 1 en 3, wanneer men factor 2 constant houdt. $\frac{1 - r_{13.2}^2}{\sqrt{n}}$ is van $r_{13.2}$ de middelbare fout.

$r_{23.1}$ is de correlatie-coëfficiënt tusschen de reeksen 2 en 3, wanneer men factor 1 constant houdt. $\frac{1 - r_{23.1}^2}{\sqrt{n}}$ is de middelbare fout van $r_{23.1}$.

Voor het berekenen der regressiefactoren zijn de middelbare afwijkingen der verschillende reeksen noodig. Wanneer $s_{1.23}$ de middelbare afwijking van reeks 1 voorstelt bij constante waarden van den factor 2 en 3, zal $s_{1.23}$ kleiner zijn dan s_1 . De berekening der partieele middelbare afwijkingen geschiedt met behulp van

$$s_{1.23} = s_1 \sqrt{1 - r_{12}^2} \sqrt{1 - r_{13.2}^2}, \text{ of ook}$$

$$s_{1.23} = s_1 \sqrt{1 - r_{13}^2} \sqrt{1 - r_{12.3}^2}.$$

Door bepaling der partieele middelbare afwijkingen volgens beide formules heeft men een controle op de berekeningen. Behalve $s_{1.23}$ moeten worden berekend $s_{2.13}$ en $s_{3.12}$. De formules hiervoor krijgt men door verwisseling der indices.

Tenslotte moeten worden berekend de partieele regressie-coëfficiënten volgens:

$$b_{12.3} = r_{12.3} \times \frac{s_{1.23}}{s_{2.13}} \pm \frac{s_{1.23} \sqrt{1 - r_{12.3}^2}}{s_{2.13} \sqrt{n}}$$

$$b_{13.2} = r_{13.2} \times \frac{s_{1.23}}{s_{3.12}} \pm \frac{s_{1.23} \sqrt{1 - r_{13.2}^2}}{s_{3.12} \sqrt{n}}$$

Noem de bij elkaar behorende afwijkingen der drie reeksen d_1 , d_2 en d_3 , dan is met de regressiefactoren d_1 uit d_2 en d_3 te berekenen volgens:

$$d_1 = b_{12.3}d_2 + b_{13.2}d_3$$

of, daar $d_1 = X_1 - M_1$, $d_2 = X_2 - M_2$ en $d_3 = X_3 - M_3$ is,

$$X_1 = M_1 + b_{12.3} (X_2 - M_2) + b_{13.2} (X_3 - M_3).$$

De formule voor den coëfficiënt van gezamenlijke correlatie van de reeksen 2 en 3 op reeks 1 luidt:

$$R_{1.23} = \frac{\sqrt{1 - s_{1.23}^2}}{s_1^2} \pm \frac{1 - R_{1.23}^2}{\sqrt{n}}.$$

Voor het berekenen van de correlatie tusschen vier reeksen wordt dezelfde methode gevolgd. De reeksen noemt men 1, 2, 3 en 4. Eerst bepaalt men r_{12} , r_{13} , r_{14} , r_{23} , r_{24} , r_{34} ; daarna $r_{12.3}$, $r_{12.4}$, $r_{13.4}$, $r_{14.2}$, $r_{14.3}$, $r_{23.4}$, $r_{24.1}$, $r_{24.3}$, $r_{34.1}$, $r_{34.2}$. Voor zoover de formules niet reeds zijn opgesteld kan men deze gemakkelijk door verwisseling der indices vinden. Thans moeten de correlatie-coëfficiënten met vier indices bepaald worden.

$$r_{12.34} = \frac{r_{12.3} - r_{14.3} r_{24.3}}{\sqrt{1 - r_{14.3}^2} \sqrt{1 - r_{24.3}^2}} \pm \frac{1 - r_{12.34}^2}{\sqrt{n}}, \text{ of ook:}$$

$$r_{12.34} = \frac{r_{12.4} - r_{13.4} r_{23.4}}{\sqrt{1 - r_{13.4}^2} \sqrt{1 - r_{23.4}^2}} \pm \frac{1 - r_{12.34}^2}{\sqrt{n}}.$$

Door de berekening volgens beide formules uit te voeren heeft men controle op het uitvoerige rekenwerk. Door verwisseling der indices zijn de formules voor verdere r 's gemakkelijk te vinden; bijv.:

$$r_{23.14} = \frac{r_{23.1} - r_{24.1} r_{34.1}}{\sqrt{1 - r_{24.1}^2} \sqrt{1 - r_{34.1}^2}} \pm \frac{1 - r_{23.14}^2}{\sqrt{n}}, \text{ of ook}$$

$$r_{23.14} = \frac{r_{23.4} - r_{12.4} r_{13.4}}{\sqrt{1 - r_{12.4}^2} \sqrt{1 - r_{13.4}^2}} \pm \frac{1 - r_{23.14}^2}{\sqrt{n}}$$

$r_{12.34}$ wil zeggen de correlatie-coëfficiënt tusschen de reeksen 1 en 2, waarbij 3 en 4 niet veranderen.

$r_{13.24}$ wil zeggen de correlatie-coëfficiënt tusschen de reeksen 1 en 3, waarbij 2 en 4 niet veranderen, enz. De veranderlijkheid der beschouwde reeksen neemt uit den aard der zaak sterk af, wanneer de veranderlijkheid binnen die reeksen, waarmede hunne variaties anders parallel gaan, wordt stop gezet. Hierdoor verkrijgt de middelbare afwijking der betreffende reeksen een aanmerkelijk kleinere waarde.

Deze wordt weergegeven door de formules:

$$s_{1.234} = s_1 \sqrt{1 - r_{12}^2} \sqrt{1 - r_{13.2}^2} \sqrt{1 - r_{14.23}^2}, \text{ of ook:}$$

$$s_{1.234} = s_1 \sqrt{1 - r_{14}^2} \sqrt{1 - r_{13.4}^2} \sqrt{1 - r_{12.34}^2}.$$

Door toepassing van deze beide formules heeft men weer controle op de berekeningen. De overige middelbare afwijkingen zijn door verwisseling der indices uit bovenstaande af te leiden. Bijv.:

$$s_{3.124} = s_3 \sqrt{1 - r_{13}^2} \sqrt{1 - r_{23.1}^2} \sqrt{1 - r_{34.12}^2}, \text{ of}$$

$$s_{3.124} = s_3 \sqrt{1 - r_{34}^2} \sqrt{1 - r_{23.4}^2} \sqrt{1 - r_{13.24}^2}.$$

$s_{1.234}$ beteekent de standaardafwijking van reeks 1, wanneer de reeksen 2, 3, 4 niet varieren en dus geen invloed kunnen laten gelden op het veranderen van reeks 1.

Thans zijn de regressie-coëfficiënten met hun middelbare afwijking te berekenen uit de volgende formules.

$$b_{12.34} = r_{12.34} \times \frac{s_{1.234}}{s_{2.134}} \pm \frac{s_{1.234} \sqrt{1 - r_{12.34}^2}}{s_{2.134} \sqrt{n}},$$

$$b_{13.24} = r_{13.24} \times \frac{s_{1.234}}{s_{3.124}} \pm \frac{s_{1.234} \sqrt{1 - r_{13.24}^2}}{s_{3.124} \sqrt{n}},$$

$$b_{14.23} = r_{14.23} \times \frac{s_{1.234}}{s_{4.123}} \pm \frac{s_{1.234} \sqrt{1 - r_{14.23}^2}}{s_{4.123} \sqrt{n}}.$$

En hieruit is tenslotte de regressievergelijking af te leiden, waardoor de afwijkingen van reeks 1 (d_1) zijn te berekenen uit de afwijkingen d_2 , d_3 en d_4 der reeksen 2, 3 en 4.

$$d_1 = b_{12.34} d_2 + b_{13.24} d_3 + b_{14.23} d_4.$$

Of, direct de werkelijke grootte der eigenlijke termen van reeks 1 berekenende, vinden wij:

$$X_1 = M_1 + b_{12.34} (X_2 - M_2) + b_{13.24} (X_3 - M_3) + b_{14.23} (X_4 - M_4).$$

Deze formule geeft dus een middel aan de hand om uit 3 reeksen een vierde af te leiden, waarbij de correlatie, die er tusschen de reeksen afzonderlijk bestond, in rekening is gebracht. Deze formule zal ons later te hulp komen bij het berekenen van de opbrengst uit de gedragingen der weersfactoren. (Hoofdstuk X.)

De coëfficiënt van gezamenlijke correlatie is:

$$R_{1.234} = \sqrt{1 - \frac{s_{1.234}^2}{s_1^2}} \pm \frac{1 - R_{1.234}^2}{\sqrt{n}}.$$

Bovenstaande formules stellen ons in staat de studie der landbouweerkunde langs statistischen weg ter hand te nemen, wanneer wij slechts de beschikking hebben over een voldoende aantal gegevens. Door toepassing van partieele correlatie is het mogelijk meer weersfactoren in het onderzoek te betrekken en hun invloed op de gewassen onafhankelijk van elkaar te leeren kennen.

§ 6. *De methode Holdefleisz.*

Naast de berekening van den correlatie-coëfficiënt treft men, vooral in de Duitsche literatuur, een andere methode aan om de relaties tusschen twee reeksen vast te stellen. Deze methode is het eerst toegepast door Prof. Dr. P. HOLDEFLEISZ ¹⁾, die van oordeel is, dat de hiermee verkregen resultaten dezelfde zijn als die der correlatie-methode. De berekening geschiedt op de volgende wijze. De termen der beide reeksen worden genummerd in de volgorde van de grootte. Men krijgt dus twee reeksen gevormd door de getallen 1, 2, 3 n, maar deze gerangschikt volgens de opeenvolgende grootte der oorspronkelijke termen. De kleinste term krijgt rangnummer 1, de volgende rangnummer 2 enz. Wanneer de hoogste waarden van beide reeksen in de overeenkomstige termen voorkomen, dan zal er een klein verschil tusschen de rangnummers bestaan. Deze verschillen van elk paar termen worden samengeteld zonder op het teeken te letten. Vergelijkt men deze som met het grootst mogelijk verschil, dat kan optreden, dan heeft men een maat voor de correlatie. De grootste verschillen krijgt men, wanneer de reeksen volkomen tegengesteld verlopen, d.w.z., wanneer de reeksen een volkomen negatieve correlatie vertoonen. Bijv.:

De X-reeks loopt 1, 2, 3, 4 n.

De Y-reeks loopt n, n-1, n-2, n-3 1.

De som der verschillen zal dan bedragen: $\frac{1}{2}n$ maal n.

Geen verschillen krijgt men, als de overeenkomstige termen hetzelfde nummer hebben d.w.z. als er een volkomen positieve correlatie bestaat. Bedraagt tenslotte de som der verschillen het gemiddelde tusschen volkomen positieve (0) en volkomen negatieve correlatie ($\frac{1}{2}n^2$), dus de helft van $\frac{1}{2}n^2$, dan is er geen verband tusschen beide reeksen. Een bedrag schommelend tusschen 0 en $\frac{1}{4}n^2$ wijst op meer of minder positief verband; een bedrag tusschen $\frac{1}{4}n^2$ en $\frac{1}{2}n^2$ geeft

¹⁾ Prof. Dr. P. Holdefleisz. Über den Einfluss der Witterungsfactoren auf die Ernteerträge. Kühn Archif IX 1925.

negatief verband aan. Een voorbeeld van een dergelijke berekening geeft tabel III. Hier zijn vergeleken de bietenopbrengst in Nederland, uitgedrukt in 100 kg per ha, zooals ze volgens de landbouwstatistiek zijn verkregen, en de uren vollen zonschijn in de maand Juli, zooals deze door den zonschijn-autograaf van Campbell-Stokes te de Bilt zijn geregistreerd in de jaren 1899 tot en met 1926.

TABEL III.

Jaar.	Opbrengst bieten.	Rang- nummer I.	Zonne- schijn.	Rang- nummer II.	Vershil tusschen I en II.
1926	343	5	198	15	10
1925	337	7	214	10	3
1924	328	9	190	17	8
1923	255	27	211	11	16
1922	325	13	156	22	9
1921	368	2	257	3	1
1920	286	21	166	20	1
1919	281	22	106	28	6
1918	325	12	209	14	2
1917	319	15	230	6	9
1916	267	26	166	19	7
1915	303	17	192	16	1
1914	315	16	209	13	3
1913	275	24	157	21	3
1912	336	8	228	7	1
1911	360	3	276	2	1
1910	290	20	141	25	5
1909	272	25	126	26	1
1908	327	10	182	18	8
1907	296	19	152	24	5
1906	322	14	209	12	2
1905	340	6	221	8	2
1904	297	18	307	1	17
1903	242	28	114	27	1
1902	275	23	153	23	0
1901	370	1	251	5	4
1900	325	11	253	4	7
1899	345	4	220	9	5

De som der verschillen tusschen de rangcijfers bedraagt totaal 138. Deze zou bij volkomen afwezigheid van correlatie $\frac{1}{4}n^2 = \frac{1}{4} \times 28^2 = 196$ bedragen. Er is dus een positieve correlatie. Naderhand zullen we zien, dat volgens de correlatie-methode voor deze reeksen $r = + 0.66 \pm 0.11$ wordt gevonden.

Behalve dat het rekenwerk bij de methode van HOLDEFLEISZ, ook „Rangordnungsmethode” genoemd, aanmerkelijk geringer is, kan ik geen enkel voordeel in deze methode zien, terwijl er wel ernstige bezwaren aan verbonden zijn. Aangezien deze methode o.a. door SCHEINERT ¹⁾ is gebruikt bij een onderzoek, waarin ook suikerbieten zijn betrokken, meende ik er melding van te moeten maken.

§ 7. De methode Wallén.

In een zeer uitvoerige studie ²⁾ heeft A. WALLÉN de weersinvloeden op enkele landbouwgewassen beschreven. Dit werk bevat een methode om storingen in het materiaal te corrigeeren. Wanneer men nl. de opbrengstcijfers van verschillende gewassen over een lange reeks van jaren beschouwt, ziet men een regelmatige stijging in de cijfers. Dit is een gevolg van verbetering der cultuurmethodes. Dergelijke veranderingen mogen natuurlijk niet aan het weer worden toegeschreven en daarom is het noodig, dat deze invloeden eerst worden uitgeschakeld vóór men met de bestudeering der weersinvloeden begint. Aannemende, dat de verbeteringen der cultuurmethodes enz. een regelmatige stijging hebben veroorzaakt, die ieder jaar even groot is, kan men met behulp van de methode WALLÉN deze jaarlijksche stijging berekenen en dan de oorspronkelijke opbrengst-cijfers corrigeeren. Dit komt hierop neer, dat men de correlatie bepaalt tusschen de opbrengsten der verschillende jaren en een serie getallen, die jaarlijks met een eenheid opklimmen. De daaruit berekende regressie-coëfficiënt geeft dan de jaarlijksche stijging aan ³⁾.

¹⁾ R. Scheinert. Die Abhängigkeit der Ernteerträge von den Witterungsfactoren. Kühn Archiv 1929.

²⁾ Axel Wallén. Sur la correlation entre les récoltes et les variations de la température et de l'eau tombée en Suède. Kungl. Svenska Vetensk. Handl. Band 57 No. 8 1917.

³⁾ Deze methode is hier aan de hand van het gehalte bij suikerbieten gedemonstreerd, omdat de berekening naderhand weer toepassing vindt. De bezwaren, die tegen deze wijze van correctie kunnen worden aangevoerd, zal ik bespreken, wanneer de resultaten der berekeningen worden behandeld (Zie Hoofdstuk III).

Tabel IV geeft hiervan een voorbeeld.

TABEL IV.

Jaar	Gehalte	d_1	d_2	d_1 maal d_2		d_1^2	Cor- rectie	Ge- corr. Gehalte
				+	-			
	1	2	3	4	5	6	7	8
1926	16.5	+0.2	-13.5		2.70	0.04	-0.9	15.6
1925	17.2	+0.9	-12.5		11.25	0.81	-0.8	16.4
1924	17.0	+0.7	-11.5		8.05	0.49	-0.8	16.2
1923	15.8	-0.5	-10.5	5.25		0.25	-0.7	15.1
1922	17.3	+1.0	-9.5		9.50	1.—	-0.6	16.7
1921	17.2	+0.9	-8.5		7.65	0.81	-0.6	16.6
1920	17.3	+1.0	-7.5		7.50	1.—	-0.5	16.8
1919	16.8	+0.5	-6.5		3.25	0.25	-0.4	16.4
1918	16.2	-0.1	-5.5	0.55		0.01	-0.4	15.8
1917	16.7	+0.4	-4.5		1.80	0.16	-0.3	16.4
1916	16.9	+0.6	-3.5		2.10	0.36	-0.2	16.7
1915	16.5	+0.2	-2.5		0.50	0.04	-0.2	16.3
1914	16.3	—	-1.5		—	—	-0.1	16.2
1913	16.6	+0.3	-0.5		0.15	0.09	—	16.6
1912	16.7	+0.4	+0.5	0.20		0.16	—	16.7
1911	16.6	+0.3	+1.5	0.45		0.09	+0.1	16.8
1910	16.5	+0.2	+2.5	0.50		0.04	+0.2	16.7
1909	15.5	-0.8	+3.5		2.80	0.64	+0.2	15.7
1908	16.8	+0.5	+4.5	2.25		0.25	+0.3	17.1
1907	15.9	-0.4	+5.5		2.20	0.16	+0.4	16.3
1906	16.2	-0.1	+6.5		0.65	0.01	+0.4	16.6
1905	15.5	-0.8	+7.5		6.00	0.64	+0.5	16.0
1904	16.5	+0.2	+8.5	1.70		0.04	+0.6	17.1
1903	14.5	-1.8	+9.5		17.10	3.24	+0.6	15.1
1902	15.5	-0.8	+10.5		8.40	0.64	+0.7	16.2
1901	15.1	-1.2	+11.5		13.80	1.44	+0.8	15.9
1900	15.4	-0.9	+12.5		11.25	0.81	+0.8	16.2
1899	14.9	-1.4	+13.5		18.90	1.96	+0.9	15.8

$$M = 16.3$$

$$10.90 \quad 135.55 \quad | \quad \Sigma d_1^2 = 15.43$$

$$\Sigma d_1 d_2 = 135.55 - 10.90 = 124.65$$

In kolom 1 staat het suikergehalte der suikerbieten aangegeven, zooals dat gemiddeld per jaar over het geheele land is verkregen van 1899 tot en met 1926. De reeks telt dus 28 termen. Kolom 2 geeft de afwijkingen van het gemiddelde in de afzonderlijke jaren; dus

het verschil tusschen het gemiddelde gehalte en het gehalte in de afzonderlijke jaren. De verschillen d_2 worden verkregen door de reeks van 28 doorlopend te nummeren 1 tot en met 28, 1926 krijgt No. 1 enz. en 1899 No. 28. Telt men deze getallen samen, dan krijgt men 406, waarvan het gemiddelde 14.5 bedraagt. De middelbare afwijking

dezer reeks vindt men met de formule $s_2 = \sqrt{\frac{n^2 - 1}{12}}$, waarin n het aantal termen voorstelt ¹⁾: $s_2 = 8.08$. De standaardafwijking voor het gehalte vindt men uit kolom 6, waarin $\Sigma d_1^2 = 15.43$, n.l. $s_1 = \sqrt{\frac{\Sigma d_1^2}{n}} = 0.74$. De som der producten van de afwijkingen vindt men in de kolommen 4 en 5, waarbij $\Sigma d_1 d_2 = -124.65$. Thans is r te berekenen en gelijk aan: $\frac{-124.65}{28 \times 8.08 \times 0.74} = -0.745$.

De daling bedraagt per jaar $b_1 = 0.745 \times \frac{0.74}{8.08} = 0.068$ %. Dat wil dus zeggen, dat van 1899 tot 1926 het gehalte van jaar tot jaar 0,068 % is gestegen. Om derhalve de reeks der suikergehaltes in dit opzicht te corrigeren moet bij het eerste jaar 1899 worden opgeteld: 13.5×0.068 % = 0.9 %; het gecorrigeerde gehalte voor 1899 wordt dus 15.8 %. Bij dat van 1900 moet worden opgeteld 12.5×0.068 % = 0.8 %, zoodat hier het gecorrigeerde gehalte 16.2 % bedraagt. Het gehalte voor 1926 is te verlagen met 13.5×0.068 % =

¹⁾ De afleiding van deze formule is de volgende. Het gemiddelde van de reeks natuurlijke getallen 1, 2, 3 ... n is $\frac{n+1}{2}$. Zij $d = k - \bar{k}$ de afwijking tusschen de term k der reeks en het gemiddelde $\bar{k} = \frac{n+1}{2}$ der termen. De middelbare afwijking is dan $\sqrt{\frac{\Sigma d^2}{n}}$. Nu is $\Sigma d^2 = \Sigma k^2 - 2\bar{k} \Sigma k + nk^2$. Dit gedeeld door n geeft $\frac{\Sigma k^2}{n} - 2\bar{k} + \bar{k}^2 = \frac{\Sigma k^2}{n} - \bar{k}^2$.

$\Sigma k^2 = 1 + 4 + 9 + 16 + 25 \dots + n^2$. Iste verschil 3, 5, 7, 9 ... 2e verschil 2, 2, 2, ... reeks 2e orde. Som van n termen is:

$$\begin{aligned} & n \times t_1 + \frac{n(n-1)}{2} \Delta_1 t + \frac{n(n-1)(n-2)}{2 \cdot 3} \Delta_2 t = \\ & = n \times 1 + \frac{n(n-1)}{2} \times 3 + \frac{n(n-1)(n-2)}{6} \times 2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6} \\ \text{Dus } \frac{\Sigma k^2}{n} & = \frac{(n+1)(2n+1)}{6} \text{ en } s_2^2 = \frac{(n+1)(2n+1)}{6} - \frac{(n+1)^2}{4} = \\ & = \frac{(n+1)(n-1)}{12} = \frac{n^2-1}{12} \end{aligned}$$

0.9 %; het gecorrigeerde gehalte bedraagt dus 15.6 %. Op deze wijze moet men ook de overige jaren corrigeren. De algemeene stijging der cijfers verdwijnt dan en de verschillen tusschen de opeenvolgende jaren zijn kleiner. Deze verschillen zijn aan het weer toe te schrijven. De cijfers vindt men in kolom 8, terwijl kolom 7 de jaarlijksche correcties aangeeft.

HOOFDSTUK II¹⁾.

DE METEOROLOGISCHE GEGEVENS.

Landgemiddelde en afwijkingen in verschillende gebieden. De keuze van de waarnemingen van een station. Het klimaat van Nederland.

§ 1. *Algemeene opmerkingen.*

In de Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool, Deel 24 Verh. 1, als ook in zijn Leerboek der Meteorologie behandelt Prof. Dr. D. v. GULIK in het kort de problemen, waarvoor de Landbouweerkunde zich geplaatst ziet. Hierbij wordt ook gewezen op den invloed der weersfactoren op de opbrengst der gewassen. Naar aanleiding van de reeds genoemde prijsvraag (blz. 1) schrijft Prof. VAN GULIK,

„De bouwsteenen voor de bewerking ervan liggen, voorzover het meteorologische gedeelte aangaat, opgehoopt in de jaarboeken van het Meteorologisch Instituut en voorzover de opbrengst der landbouwgewassen in Nederland betreft, in de Verslagen over den Landbouw in Nederland.”

Hieruit bleek, dat de schrijver het mogelijk achtte, om door combinatie van deze „cijfer-boeken” iets tot stand te kunnen brengen, dat kon bijdragen tot de kennis der landbouweerkunde.

Deze uitspraak heeft mij veel steun gegeven, omdat zoowel weerkundig als landbouwkundig het aantal gegevens afschrikwekkend groot is en voorzover het landbouwkundig gedeelte betreft, ten deele minder betrouwbaar. (blz. 38).

De wijze, waarop de meteorologische gegevens worden verkregen, maakt het niet mogelijk een rechtstreeksch verband met de opbrengst der gewassen vast te stellen. Wil men nauwkeurig vergelijkbare gegevens hebben, dan zal men de meteorologische waarnemingen op het veld moeten doen, waar het te onderzoeken gewas groeit. Uit den aard der zaak zijn daarvoor speciale maatregelen noodig. Voorbeelden waar van dergelijke gegevens gebruik gemaakt is vindt men bij

¹⁾ Zie Tabellen 1—15 aan het slot.

HOLDEFLEISZ¹⁾, BROUWER²⁾, GÖSELE³⁾ en FISCHER⁴⁾. Deze methode heeft echter groote bezwaren. De onderzochte gevallen gelden voor een klein gebied, waar het gewas onder plaatselijke weersomstandigheden groeit. Bovendien zijn de gegevens dikwijls slechts over een korte reeks van jaren voorhanden, waardoor de waarde der gevonden relaties gering is. Een voordeel is, dat de cijfers voor een juiste vergelijking meer geschikt zijn. In de praktijk doen zich deze omstandigheden, waarbij de meteorologische gegevens en de opbrengsten op dezelfde plaats worden bepaald, echter niet voor. Gelukkig geeft de wiskundige statistiek ons methoden ook het materiaal te bewerken, dat onder de heerschende omstandigheden is verkregen. Onze uitgebreide meteorologische en landbouwkundige statistieken zijn hiervoor wel degelijk van veel waarde. De bruikbaarheid wordt aangetoond door onderzoekingen van HOOKER⁵⁾, LESS⁶⁾, WARREN SMITH⁷⁾, TENGWALL en VAN DER ZIJL⁸⁾, PIROTTA⁹⁾, WALLÉN¹⁰⁾ en TOLLENAAR¹¹⁾. De resultaten van bovengenoemde onderzoekers zijn alle gebaseerd op gegevens, die op soortgelijke wijze zijn verkregen als onze statistieken. Tusschen de beide methoden, die thans besproken zijn, staat de werkwijze van SCHEINERT¹²⁾ en SCHULZE¹³⁾, die gebruik maken van de

1) Prof. Dr. P. Holdefleisz, Agrarmeteorologie, 1930.

2) W. Brouwer. Die Beziehungen zwischen Ernte und Witterung in der Landwirtschaft. Landw. Jahrb. LXIII.

3) Lothar Gösele. Untersuchungen über Beziehungen zwischen Witterung und Ernteertrag in der Landwirtschaft Landw. Jahrb. LXVIII.

4) R. A. Fischer. The influence of Rainfall on the Yield of Wheat at Rothamsted. Phil. Trans Royal Soc. Series B. Vol. 213 pg. 89—142.

5) R. H. Hooker. The correlation of the Weather and the Crop. Journ. Royal. Stat. Soc. LXX.

6) Prof. Dr. E. Less. Über die Abhängigkeit der Ernteerträge in Preussen von Niederschlägen und Temperatur Landw. Jahrb. LXIV.

7) J. Warren Smith. Agricultural Meteorology. 1920.

8) Dr. T. A. Tengwall en C. E. van der Zijl. Het verband tusschen klimaat en suikerproduct op Java. Archief voor de Suikerindustrie in Nederlandsch Indië. Jaarg. 1924 No. 4.

9) Pirotta. Das Internationale Institut für Landwirtschaftliche Ökologie. Intern. Agric. Wissens. Rundschau 1925.

10) A. Wallén. gec. blz. 22.

11) Dr. D. Tollenaar. Voorspelling van den invalstijd der W.-moesson regens ter vaststelling van den uitzaai-datum van tabak. Med. v. h. Proefstation v. Vorstenl. Tabak 67 1930.

12) Rudolf Scheinert. Die Abhängigkeit der Ernteerträge von den Witterungsfactoren. Kühn-Archiv. 1929.

13) Rudolf Schulze. Die Abhängigkeit der Ernteerträge von den Witterungsfactoren im Gebiet zwischen Saale, Mulde und Elbe. Kühn-Archiv 1929.

opbrengstcijfers van enkele bedrijven en deze combineeren met de dichtbijgelegen „Wetterwarte”. Dit wordt gedaan met enkele naast elkaar liggende streken, waardoor de resultaten over een grootter gebied geldigheid verkrijgen.

§ 2. De keuze der weersfactoren.

Ter karakteriseering van den weerstoestand bedienen de meteorologen zich van de waarnemingen van een aantal weersfactoren. Samen geven deze factoren een beeld van het weer. Niet alle zijn voor ons doel even belangrijk.

De richting en de kracht van den wind zullen misschien in een zeer speciaal geval invloed uitoefenen op de verdamping der gewassen. Zware regens gepaard gaande met harden wind kunnen het graan doen legeren; storm zal schade kunnen toebrengen aan het loof van een welig aardappelgewas. Een verband tusschen den wind en de opbrengst van een gewas zal men echter niet in de eerste plaats zoeken. Evenmin behoeft het onweer een punt van bespreking uit te maken. Hetzelfde kan gezegd worden van den barometerstand. De wisseling van den luchtdruk als zoodanig heeft voor den plantengroei geen beteekenis voor zoover ons doel betreft, hoewel de luchtdrukverdeeling een der belangrijkste weerkundige verschijnselen is en verandering van andere weersfactoren hiermede sterk samenhangt.

De eerste weersfactor, die voor nader onderzoek in aanmerking komt is de *regenval*. De watervoorziening onzer cultuurgewassen heeft reeds in verschillende vormen een onderwerp van uitvoerige studie uitgemaakt. Buitenlandsche, vooral Duitsche onderzoekers o.a. SEELHORST, hebben zich ernstig beziggehouden met de studie van het waterverbruik. De resultaten zijn in hoofdzaak bekend voor streken met geringer regenval dan hier te lande, zoodat vooral het gebrek aan voldoende vocht op den voorgrond is getreden. Ons land toont in dit opzicht waarschijnlijk andere verhoudingen. De relatief droge jaren zijn bekend als gunstige jaren voor den akkerbouw. Wij zullen derhalve met de mogelijkheid van overmatigen regenval rekening moeten houden. Het geval zal zich kunnen voordoen, dat er een negatief verband bestaat tusschen opbrengst en regenval.

Een tweede belangrijke groeifactor is de *temperatuur*. Haar groote invloed op de voornaamste levensprocessen maakt een onderzoek naar de betrekking tusschen de temperatuur en het gewas noodzakelijk. De vraag rijst of hier wel lineaire correlatie zal kunnen

optreden. Ik denk aan het verloop van verschillende chemische reacties onder invloed van de temperatuur en het bestaan van minima, optima en maxima bij verschillende levensprocessen. Waarschijnlijk is echter, dat onder de omstandigheden van ons klimaat de phase tusschen optimum- en maximumtemperatuur van weinig belang is.

Een derde weersfactor, die van beteekenis kan zijn is de *zonneshijn*. Hier doet zich de moeilijkheid voor, dat het registreeren van dezen factor uit plantenphysiologisch oogpunt bekeken, uiterst gebrekkig geschiedt. De verschillende nuances van lichtsterkte, de variatie van de sterkte der afzonderlijke stralen en de hoeveelheid warmte die tot ons komt onder de talrijk wisselende omstandigheden kunnen niet met den zonneshijn-autograaf van Campbell—Stokes of van Jordan worden bepaald, want deze instrumenten geven weinig meer dan het aantal uren van vollen zonneshijn.

Naast deze drie waarschijnlijk belangrijkste factoren mogen nog genoemd worden *de bewolking, het aantal regendagen en de luchtvochtigheid*. De eerste verliest reeds veel van zijn beteekenis, wanneer de zonneshijn in het onderzoek is betrokken; de tweede zal waarschijnlijk ten nauwste samenhangen met den regenval, alleen voorzoover de verdeeling en intensiteit van den regenval ter sprake komt kan deze factor in de beschouwing worden opgenomen. De luchtvochtigheid moet niet uit het oog worden verloren. De belangrijke levensfunctie, de transpiratie, hangt ten nauwste met de vochtigheid van de lucht samen. En juist de regeling van de opneming en afgifte van water speelt in het plantenleven een gewichtige rol. Toch is het moeilijk om de juiste beteekenis er van te leeren kennen. Deze overwegingen hebben er toe geleid in hoofdzaak den invloed van den regenval, van de temperatuur en van den zonneshijn aan een nader onderzoek te onderwerpen. De beteekenis der andere factoren wordt daarmee geenszins ontkend.

§ 3. *Bespreking van de belangrijkste weersfactoren.*

A. *De temperatuur.* In de jaarboeken van het Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut vindt men de gemiddelde dagtemperatuur benevens de minimum- en de maximumtemperatuur opgegeven. In alle gevallen zijn dit luchttemperaturen. De meest gebruikelijke, de gemiddelde temperatuur is berekend uit de dagelijkse diagrammen van een thermograaf of uit de driemaal-daagsche waarnemingen. Hieruit worden dan weer door de gebruikelijke bereke-

ningen de decade-, maand- en jaar-gemiddelden afgeleid. De gemiddelden der driemaal-daagsche waarneming noemt Dr. HARTMAN de gemiddelde temperatuur, die, welke afgeleid wordt uit het temperatuursdiagram, „ware” temperatuur. 1) Deze geeft volgens HARTMAN het zuiverste beeld van het klimaat.

De gemiddelde temperatuur over 37 jaren, de z.g. normale temperatuur, bedraagt als landgemiddelde voor de verschillende maanden in graden Celsius 2):

Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.
5.5	9.0	13.6	16.3	18.2	17.6	14.9	10.4

Juli is dus in ons land de warmste maand. Wordt nu het temperatuursverloop door de gemiddelde of door de ware temperatuur der verschillende maanden voldoende weergegeven? In de eerste plaats zijn er binnen dezelfde maandgemiddelden belangrijke variaties mogelijk, die van grooten invloed op de gedragingen der gewassen kunnen zijn. Ik denk hier aan de nachtvorsten en aan de uiteenlopende amplituden van den temperatuurgang. En tenslotte hebben de cijfers betrekking op luchttemperatuur 2 m boven het maaiveld, terwijl vooral in bepaalde gevallen, in den zaaitijd bijv. de temperatuur der onderste luchtlagen en de bodemtemperatuur belangrijker zijn. 3) Aan het eerste bezwaar is tegemoet te komen, door de nachtvorsten afzonderlijk te bestudeeren; het tweede bezwaar kan men misschien ondervangen, door de gemiddelde maximum- en minimumtemperaturen in de beschouwingen op te nemen. De nauwe onderlinge correlatie tusschen dagtemperatuur en maximum- en minimumtemperatuur maakt het echter zeer moeilijk langs statistischen weg den *afzonderlijken* invloed dezer factoren te leeren kennen. Daarom is in het volgende alleen rekening gehouden, voor zoover het waarnemingen van de Bilt betreft, met de ware luchttemperatuur en overigens met gemiddelde luchttemperatuur.

De variaties in de gemiddelden over het geheele land zijn be-

1) Hartman. Klimaat van Nederland. B. Luchttemperatuur. Med. en Verh. v. h. Kon. Ned. Met. Inst. No. 102. 1918.

2) Al deze gegevens, voor zoover niet anders vermeld, zijn aan de publicatie van Hartman ontleend.

3) R. Geiger. Das Klima des bodennahen Luftschicht. Vieweg, Brunswijk. 1927.

trekkelijk gering. In April is de gemiddelde temperatuur in het Noorden van ons land iets lager dan in het Zuiden, wanneer men de kuststrook beschouwt, maar in het overige gedeelte van het jaar treedt weinig verschil op. De omgeving van de Bilt is regelmatig iets warmer dan de kuststreken, terwijl het Zuid-Oosten nog iets hooger temperatuur heeft. April is voor West-Brabant iets warmer dan voor de andere gedeelten van onze kustgebieden. In Augustus is de gemiddelde temperatuur in het Noorden des lands iets lager dan in het overige gedeelte. Met West-Brabant maakt dit ongeveer 0.5° C. verschil in deze maand. Het verschil tusschen Groningen en Zeeland bedraagt in October zeker meer dan een graad Celsius.

De maximum-temperatuur geeft hetzelfde beeld; zij is over het geheele waarnemingsgebied ongeveer 3 graden hooger dan de gemiddelde temperatuur, terwijl de verschillen in de afzonderlijke deelen van ons land iets grooter zijn. April blijkt in het Zuidelijk zeeleigebied iets hoogere maximum-temperatuur te hebben dan in het Noorden. Zoowel voor de dag- als voor de maximum-temperatuur wil ik wijzen op het verschil tusschen Zeeland en West-Brabant, waar een snelle daling naar het Westen toe optreedt. De sterke stijging van de gemiddelde maximum-temperatuur in Mei, gaande van Vlissingen naar het Oosten, verdient vermelding.

De minimum-temperatuur vertoont een geheel ander verloop. In tegenstelling met de voorgaande, waarbij het warmer werd, gaande in de richting van Noord-West naar Zuid-Oost, geeft de minimum-temperatuur de grootste verschillen tusschen Oost, waar de gemiddelde minimumtemperatuur het laagst is en West waar de gemiddelde minimumtemperatuur het hoogst is. Tevens loopt de minimumtemperatuur in de onderscheiden zeeleigebieden van ons land meer uiteen dan de dag- en de maximumtemperatuur, al bestaan er bij de laatste in het voorjaar belangrijke verschillen. Juli, waarin de 12° minimum-isotherm nog bijna Groningen bereikt, vertoont een zeer sprekend verschil met Zeeland, dat voor het grootste deel valt onder de minimum-isotherm van 13° . Augustus geeft eveneens een belangrijk verschil, terwijl ook Mei als zoodanig genoemd mag worden.

Door de geringe variatie is het gemiddelde over verschillende jarenreeksen practisch gelijk, wanneer althans de reeks niet te kort wordt genomen. Beperken we ons tot de opgaven van de Bilt, dan vinden we, dat de variatie van jaar tot jaar bij de verschillende maanden

ook weinig uiteenloopt, wanneer we Maart buiten beschouwing laten. April en October vertoonen dan nog de meeste veranderlijkheid. De variatie neemt af, naarmate de beschouwde periodes langer worden.

De verschillen tusschen de verschillende deelen van ons land zijn niet zoo belangrijk. Daarom is het m.i. geoorloofd, voor de temperatuur de Bilt als centraal waarnemingsstation te kiezen en dit voor bepaalde streken aan te vullen met plaatselijke gegevens.

B. De zonneshijn. De bespreking van dezen factor kan kort zijn. Hoewel men thans ook op de hoofdstations zonneshijnwaarnemingen verricht, zijn deze reeksen voor een juist inzicht te kort, maar waarschijnlijk is het verschil in de maandgemiddelden tusschen de stations betrekkelijk gering. Maastricht heeft in verschillende maanden iets minder zonneshijn ¹⁾ dan de overige waarnemingsstations. De waarnemingen van de Bilt loopten over een vrij lange reeks, nl. van 1899 af. Om deze reden is het, dat dit jaar als aanvang voor het geheele onderzoek is gekozen. Ik ben er mij volkomen van bewust, dat de invloed van den zonneshijn zeer gebrekkig kan worden weergegeven, zoowel wat het aantal waarnemingen betreft als de wijze van deze waarnemingen. De stralingsmetingen van Prof. VAN GULIK te Wageningen ²⁾ zullen naderhand voor dit soort werk van veel waarde zijn. Evenals bij de temperatuur treedt bij den zonneshijn een afneming van de veranderlijkheid op, naar den zomer toe met uitzondering van de maand Juli, waarin de variatie grooter is dan in de omringende maanden. Hier moet misschien gedacht worden aan het optreden van warmte-onweders. Ik kon voor mijn doel beter de waarnemingen als zoodanig benutten, in plaats van de opgaven in de maandoverzichten, waarin de zonneshijn staat opgegeven in procenten van het maximale aantal uren, dat de zon kan schijnen.

C. De Regenval. Voor het betreffende onderzoek interesseert ons de regenval in drieërlei opzicht nl. 1^o. De verdeeling van den regenval over de afzonderlijke perioden (maand, decade); 2^o. De variaties van den regenval over een reeks van jaren in de verschillende perioden; 3^o. De verschillen, die er optreden binnen het beschouwde gebied.

¹⁾ Bedoeld wordt volle zonneshijn volgens den zonneshijn-autograaf van Campbell—Stokes.

²⁾ Stralingsmetingen te Wageningen. Med. der Landbouwhoogeschool, Dl. 33, Afl. 5, 1929.

Deze drie punten geven een inzicht in het heerschende klimaat en zijn variaties over de verschillende jaren en de verschillende deelen van ons land.

HARTMAN ¹⁾ heeft de belangrijkste gegevens, die op den regenval in ons land betrekking hebben, verwerkt in de genoemde publicatie. Ook „de maandelijksche Overzichten der Weersgesteldheid in Nederland” uitgegeven door het K.N.M.I. sedert 1904, bevatten een belangrijk aantal cijfers omtrent den regenval en zijn verdeeling, van welke gegevens ik herhaaldelijk zal gebruik maken. Uit de volgende tabel is de gemiddelde verdeeling van den regenval over het jaar af te leiden.

Regenval in de verschillende maanden.
Landgemiddelde in mm, 1893—1929.

Jaar gem.	Jan.	Febr.	Mrt.	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
691	47	40	46	40	48	57	71	80	64	78	59	61

Hieruit blijkt, dat de maand Augustus de regenrijkste is, heel spoedig gevolgd door October. Overigens is er in de eerste helft van het jaar weinig onderling verschil. De jarenreeks 1899—1926, die in onze verdere beschouwingen als grondslag zal dienen geeft onderstaande getallen ²⁾.

Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.
47	47	50	59	68	76	64	70

Hoewel deze cijfers van de zoeven genoemde wel iets verschillen, komt in deze reeks toch dezelfde gang der verdeeling naar voren. De vraag rijst welke wijziging in de tabel ontstaat, wanneer in plaats van het landgemiddelde, slechts één station bijv. de Bilt als plaats van

¹⁾ Hartman, Klimaat van Nederland. A. Neerslag. Med. en Verh. van het Kon. Ned. Met. Inst. 102.

²⁾ Januari, Februari, November en December hebben voor de verdere beschouwingen geen beteekenis.

waarneming wordt gekozen. De cijfers over de reeks 1899—1926 vindt men in de volgende tabel.

Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.
51	51	54	60	71	79	63	69

Afgezien van kleine wijzigingen in de afzonderlijke getallen behoudt de reeks toch het algemeene beeld van de vorige tabellen. Dezelfde reeksen heb ik voor een aantal stations berekend, eveneens als gemiddelden over de perioden 1899—1926.

Station	Mrt.	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.
Groningen	48	47	47	63	73	80	68	67
Akkrum	47	47	46	59	71	80	70	72
Amsterdam	35	38	45	53	55	73	59	64
Rotterdam	40	42	45	54	64	76	64	70
Vlissingen	45	44	51	54	56	71	65	68
Oudenbosch	51	48	52	60	67	73	62	68

Hieruit blijkt, dat de variatie zelfs van gemiddelden over een vrij lange reeks toch nog aanzienlijk kan zijn. In hoever de duur van de reeks hierop van invloed kan zijn, valt af te leiden uit een vergelijking met onderstaande tabel, waarin de waarnemingsreeksen van HARTMAN zijn opgenomen.

Lengte van de reeks in jaren		Mrt.	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.
57	Groningen .	46	38	48	60	74	90	68	70
34	Leeuwarden.	51	41	45	53	75	92	70	88
56	Vlissingen .	45	39	50	54	65	76	72	74
23	Oudenbosch.	48	47	48	64	73	79	56	70

Alleen door beschouwing van een zeer groot aantal jaren zal men een betrouwbaar gemiddelde vinden. De genoemde reeksen zijn over een te kort aantal jaren voortgezet, zoodat de verschillen van twee

gemiddelden over een vrij lange periode op zich zelf onvoldoende vast staan om als ware verschillen te kunnen gelden. Dit zal nog duidelijker naar voren komen bij de bespreking van de variatie der reeksen.

HARTMAN heeft naar de voorhanden zijnde gegevens regenkaarten geteekend, waarin de verdeling van den regenval over ons land op overzichtelijke wijze is voorgesteld. Over de betrouwbaarheid van het gebruikte materiaal, uit statistisch oogpunt beschouwd, wordt niet geschreven. De verdeling zelf besprekende, zegt HARTMAN ¹⁾:

„Als allereerst verschijnsel merken wij in de eerste plaats op een verminderden regenval onmiddellijk aan de kust, zoowel van Noord- als van Zuiderzee, aan de Oostkust der laatste, waar de vermindering meer dan 50 mm bedraagt, zelfs duidelijker bemerkbaar. Dit is een algemeen voorkomend verschijnsel, dat samenhangt met de lagere zeetemperatuur in den zomer, waardoor stijgende luchtstroomen en regenwolken zich bij voorkeur boven het land vormen, terwijl bij de heerschende westelijke winden de Westkusten van de wolkenvorming nog geen deel krijgen en een zuiver zeeklimaat vertoonen. Dezelfde oorzaak moet leiden tot een vermeerderden regenval in een strook achter de kust, welke wij vooral in Zuid- en Noord-Holland en in Friesland waarnemen. Een tweede oorzaak voor vermeerderden regenval is de vermeerderde wrijving, die de wind boven het land ondervindt en die des te sterker wordt, naarmate het terrein meer oneffen is: de meerdere wrijving veroorzaakt sterkere afwijking van den wind naar den kant der lage drukking, waardoor een stuwing en opstijging van de lucht volgt. De betrekkelijk hooge regenval in den omtrek van den Haarlemmermeerpolder en bij Alkmaar, waar de afwijking meer dan 50 mm bedraagt, staat dus in verband met de hooge duinreeks, die zich ten westen van dit gebied bevindt. Voor deze verklaring pleit, dat die vermeerderde regenval het duidelijkst voor den dag komt in de maanden October tot Maart, wanneer westelijke en zuidwestelijke winden hier te lande talrijk zijn, en vrijwel ontbreekt in het voorjaar, wanneer noordelijke winden overheerschen. In dien tijd, waarin de wind niet bijzonder vochtig is, wordt de regenval meer beheerscht door de toeneming van temperatuur naar het Zuidoosten, en beginnen de warmte-onweders hun rol te spelen, die bij voorkeur daar optreden, waar de aard van den bodem een groote verhitting door de zonnestraling mogelijk maakt, dat is op de groote zand- en heidevlakten van het Gooi, de Veluwe, Drente en Noord-Brabant. Maar aangezien onze zomers ook rijk zijn aan depressies met betrekkelijk koel weer, dat regen met onweer brengt, speelt vooral ook in Augustus het kust-effect zijn rol, al bereikt dit zijn grootste waarde in October, de maand die ook het rijkst is aan storm-onweders.

Naast de langzame afnemning van regen in het algemeen met verwijdering van de zee moet tenslotte nog de invloed van de verheffing van den bodem gencemd worden, die zich bijna alleen in Zuid-Limburg doet gevoelen waar een verhooging van het jaargemiddelde ten opzichte van Brabant en Noord-Limburg met 50 à 100 mm aan deze oorzaak moet worden toegeschreven.

De samenwerking van bovengenoemde factoren maakt, dat de verdeling van den regen over het jaar nog vrij groote verschillen vertoont. De minima vallen bijna overal in Februari of April. Bij het Februari-minimum zal de lage zeetemperatuur in die maand wel de hoofdrol spelen; in April zijn het de bovengenoemde vrij droge

¹⁾ Klimaat v. Nederland. A Neerslag. Blz. 90.

noordelijke winden, die vooral in het Noorden droogte brengen. De maxima komen voor in Juli, Augustus en October. In Juli zijn de warmte-onweders de oorzaak, het sterkst ontwikkeld op de Veluwe en wat ten Oosten daarvan ligt en in Zuid-Limburg, waar de verheffing van den bodem medewerkt. In Augustus brengen regen- en onweersbuien den meesten regen meer in de nabijheid van de zee kust; het Augustus-maximum wordt dus aangetroffen in een breede strook achter de kust. Het October-maximum wordt als gezegd door het kust-effect veroorzaakt en komt dus het sterkst te voorschijn in de smalle strook achter de Hollandsche hooge duinreeks.

Het behoeft nauwelijks gezegd te worden, dat de regenval in de overige maanden, die tusschen de hierbesproken uiterste waarden gelegen is, zijn natuurlijke verklaring vindt in de min of meer geleidelijke af- en toename van den invloed der bovengenoemde factoren, in samenwerking met den invloed van den jaarlijkschen gang in de luchttemperatuur en van dienzelfden gang in de temperatuur van het zeewater, die ruim een maand bij dien van de lucht achterblijft. Alleen voor September, die bijna overal een betrekkelijk minimum vertoont, mag nog even op den invloed van de fraai-weer-perioden met hooge luchtdrukking en oostelijken wind gewezen worden, waaraan de nazomer in onze streken zijn goeden naam te danken heeft."

Er kan van jaar tot jaar nog een belangrijk verschil in de overeenkomstige maanden voorkomen tusschen de genoemde stations. Vooral Augustus en October geven in dit opzicht zeer belangrijke verschillen, waarvoor waarschijnlijk de warmte-onweders in Augustus en de storm-onweders in October ten deele verantwoordelijk mogen worden gesteld. Ook de andere maanden vertoonen onderlinge afwijkingen. Er is echter zeer duidelijk verschil te zien tusschen de eerste maanden, die betrekkelijk weinig uiteenlopende cijfers geven en de laatste met vrij groote verschillen. De variaties tusschen de verschillende stations maken het waarschijnlijk, dat men steeds rekening moet houden met het voorkomen van vrij groote afwijkingen tusschen den gevallen regen in verschillende deelen van het land en de waarnemingen van een bepaald station. Hetzelfde geldt wanneer men het landgemiddelde aanneemt. Aangezien dit slechts zeer weinig afwijkt van de waarnemingen te de Bilt zijn deze als basis voor de verdere berekeningen gekozen, en daarmee zijn de opbrengst resp. het gehalte als gemiddelde voor het geheele land vergeleken. Onderzoek in kleinere gebieden met een waarnemingsstation dicht in de buurt kan daarna de genoemde bezwaren ten deele ondervangen en als aanvulling dienen.

De verdere beschouwingen omtrent den regenval hebben betrekking op de waarnemingen van de Bilt. Niet alleen de gemiddelde regenval in de verschillende maanden, maar vooral zijn variatie over een reeks van jaren speelt een groote rol bij de beoordeeling van den invloed op de gedragingen der gewassen. Deze variatie neemt in den nazomer en de herfst toe en is in Juni en Juli het geringst, maar toch overal groot.

genoeg om een merkbaren invloed op de gewassen te kunnen hebben, wanneer overigens de omstandigheden daarvoor gunstig zijn. De regenvariatie hangt niet alleen af van den tijd van het jaar maar tevens van de grootte der beschouwde perioden. Nemen wij inplaats van maandelijksche perioden langere, dan neemt de variatie af. Hieruit volgt, dat de variaties van den regenval in verschillende maanden bij combinatie daarvan een nivelleerende invloed opelkaar uitoefenen. Neemt men aan, dat de invloed van den regenval op het gewas over de geheele groei-periode dezelfde is, dan zullen ook in dit opzicht de maandelijksche variaties elkaar nivelleeren. Mochten er daarentegen korte z.g.n. kritische perioden (Zie Hfst. VIII) in het leven der plant bestaan, waarin deze buitengewoon gevoelig is voor bepaalde weersomstandigheden, dan zal de regenval, naarmate die periode korter is, meer varieeren en bijgeval van jaar tot jaar ook grootere verschillen in de opbrengst tengevolge hebben. Hieruit volgt, dat bij een gewas met groote opbrengstvariaties het bestaan van een of meer kritische perioden waarschijnlijk is.

HOOFDSTUK III. 1)

DE LANDBOUWKUNDIGE GEGEVENS.

De betrouwbaarheid der gegevens. Vergelijking van de opbrengst in verschillende landbouwgebieden; verbreiding van den suikerbietenverbouw.

§ 1. *Algemeene opmerkingen.*

Het gebruik der gegevens uit „De Verslagen over den Landbouw” voor het opsporen van verband tusschen opbrengst en weersinvloeden is niet zonder eenige bedenking. De bezwaren hiertegen zijn van verschillende aard en zullen achtereenvolgens kort besproken worden.

De wijze, waarop deze gegevens worden verkregen, is de volgende.²⁾

„Men schat de gemiddelde opbrengst in een bepaald gebied, hier te lande in de gemeente en krijgt door vermenigvuldiging van deze gemiddelde opbrengst met het cijfer, dat de met het gewas betaalde oppervlakte aangeeft, de totale opbrengst.

Door samentelling van de langs deze weg verkregen opbrengsten der gemeenten komt men tot de totale opbrengst en door deeling der totale opbrengst door het cijfer, dat de betaalde oppervlakte aangeeft, tot de gemiddelde opbrengst, voor landbouwgebied, provincie, rijk. Opgemerkt dient dus te worden, dat in dit laatste geval men te doen heeft met een berekende en bij de gemeente geschat gemiddelde.

Dit schatten is niet gemakkelijk. In het algemeen kan men aannemen, dat ten aanzien van die producten, welke als zoodanig te gelde worden gemaakt, door wat zij in eigen bedrijf waarnemen en van anderen hooren, bij de practische landbouwer, naarmate de afwerking en aflevering van de oogst vordert, een meening wordt gevormd inzake de gemiddelde opbrengst, in hun omgeving verkregen.”

Verder heet het:

„Welken weg men ook inslaat, men zal er zeker van kunnen zijn, dat in verschillende gevallen de voor de gemeente geschatte gemiddelde opbrengst nogal van de werkelijkheid afwijkt.

Indien echter in het algemeen aan die schatting maar voldoende zorg wordt besteed is dit niet zoo heel erg. De wet der groote getallen brengt de zaak dan voor een belangrijk deel in orde.

De opbrengstcijfers voor een landbouwgebied zullen daardoor betrouwbaarder zijn, dan die voor de gemeente, de cijfers voor de provincie weer betrouwbaarder

¹⁾ Zie Tabellen 16 en 17 aan het slot.

²⁾ Smid, Beschouwingen over Landbouwstatistiek. Versl. en Med. v. d. Dir. v. d. Landb. 1918, No. 4.

dan die voor de landbouwgebieden, terwijl de cijfers voor het geheele rijk de werkelijkheid het meest nabij zullen komen".

En tenslotte nog:

„Voor de kleistreken, waar men over het algemeen groote, behoorlijke geadmini-
streerde bedrijven heeft, waarvan voorts de producten grootendeels worden te gelde
gemaakt, zijn de cijfers in den regel veel betrouwbaarder dan voor de zandstreken,
waar het kleinbedrijf overheerscht en het verbouwde tot dusver niet als zoodanig
werd afgezet maar aan het vee vervoederd.”

Het woord van dezen bij uitstek deskundige heeft geen verdere toe-
voeging noodig. Hieruit blijkt voldoende, wat deze cijfers kunnen
geven. Reeds in oudere Verslagen heeft men, naast waarschuwingen
voor te hooge verwachtingen, een enkele verdediging der gegevens
geplaatst. Zoo schreef de toenmalige bewerker W. C. H. STARING in
het verslag over 1870 op blz. 372:

„Voor de ongeloofigen in de statistiek moge deze herinnering dienen om hen
te doen opmerken, dat hoewel de zuivere waarheid niet uit deze landbouwstatistiek
blijken moge, en ook nimmer, als iets volslagen onbereikbaar, blijken zal, evenwel
volkomen goed te vertrouwen is, wanneer men slechts niet meer van haar vergt, dan
zij geven kan.”

Tenslotte komen er in het Verslag over 1904 de volgende belang-
rijke opmerkingen voor.

„Op grond van een ingesteld onderzoek moeten de cijfers voor de zandstreken
dan ook niet zeer betrouwbaar worden geacht. Beter zijn de gegevens betreffende
de Noordelijke en Westelijke provinciën, inzonderheid schijnt dit het geval met
de cijfers aangaande die gewassen, welke uitsluitend voor den verkoop worden
verbouwd, de zogenaamde handels- en industriegewassen: vlas, karwij, kanarie-
en mosterdzaad; fabrieksaardappelen; *suikerbieten* enz. Zoo komt dan ook de hoeveel-
heid suikerbieten in 1904 in Nederland verbouwd, volgens de door de Burge-
meesters verstrekte opgaven, vrijwel overeen met het totaal dat men verkrijgt,
indien men bij het in de onderscheidene fabrieken verwerkte kwantum de uit-
gevoerde optelt.”

Een poging om eenig inzicht te krijgen in de variatie der opgaven
door berekening der middelbare afwijking in enkele jaren moest tot
mijn teleurstelling mislukken, omdat de Directie van den Landbouw be-
zwaar maakte tegen inwilliging van mijn verzoek, mij de oorspronke-
lijke gemeentelijke opgaven over een paar jaar tijdelijk in bruikleen
te geven.

Nemen we dus op grond van de verschillende uitlatingen der be-
werkers aan, dat de verschillen, die er van jaar tot jaar in de opbrengst
der suikerbieten optreden, als reëel kunnen gelden, dan blijven er nog
enkele bezwaren over.

Kunnen de samenstellende gebieden worden opgevat als een eenheid, of loopen de omstandigheden van cultuur in de verschillende deelen, speciaal het Noorden en het Zuiden, daarvoor te ver uiteen?

§ 2. *De verdeeling van de met suikerbieten beteelde oppervlakte in ons land.*

Reeds bij de bespreking der weersfactoren is een vergelijking gemaakt tusschen het kustgebied in het Noorden en in het Zuiden van ons land, (bldz. 31), terwijl eveneens werd gewezen op het verschil, dat er in dezen bestaat tusschen Zeeland en West Noord-Brabant. Dit geschiedde reeds met het oog op een indeeling van de met suikerbieten beteelde oppervlakte van ons land in enkele districten, waarin de bieten onder eenigszins van elkaar afwijkende klimatologische omstandigheden groeien. (Zie Tabel V).

Met één oogopslag ziet men de intensieve bietencultuur in het Zuid-Westen van ons land, terwijl ook de Haarlemmermeer nog van betekenis is. In het Noorden van ons land kan men geen bepaalde centra aanwijzen, in het geheele bouwlandgebied kent men de suikerbieten-teelt. De kleinere procentcijfers voor het Noorden zijn ten deele een gevolg van het daar voorkomen van vrij veel grasland in sommige gebieden. Houdt men hiermede rekening, dan blijkt, dat de akkerbouw in het Noorden van ons land in iets belangrijker mate bijdraagt tot de teelt dan men uit de procentcijfers zou afleiden. Behalve langs de groote rivieren is de cultuur beperkt tot de zeekleigebieden, waarbij Zeeland en West Noord-Brabant wel als hoofdgebied kunnen gelden.

§ 3. *De suikerbietenopbrengsten in de verschillende landbouwgebieden.*

Wij zagen reeds, dat de statistische gegevens der opbrengsten meer de waarheid nabijkomen, wanneer het beschouwde gebied grooter wordt (Bldz. 38). Een vergelijking van de opbrengstcijfers over kleine gebieden zou derhalve gevaar voor onjuiste conclusies opleveren, zoodat ik mij tot de cijfers voor de verschillende provincies wil beperken.

De gemiddelde opbrengsten over de periode 1899—1926 zijn voor de verschillende provincies in 1000 kg per ha:

Groningen	29.4	Z. Holland	31.5
Friesland	29.8	Zeeland	34.1
Gelderland	26.1	Nrd. Brabant	29.5
Nrd. Holland	31.0	Nederland	31.1

TABEL V.

Overzicht van de met suikerbieten bebouwde oppervlakte in Nederland, gemiddeld 1900—1920. 1)

Landbouwgebied	Totale opp. ha.	Opp. beteeld met suikerbieten, ha.	Suikerbieten opp. in % v. tot. opp.	Landbouwgebied	Totale opp. ha.	Opp. beteeld met suikerbieten, ha.	Suikerbieten opp. in % v. tot. opp.
Groningen				Zuid-Holland			
I	16582	104	0.63	V	37353	134	0.36
II	50908	2195	4.30	VIII	43172	577	1.34
III	9598	200	2.09	IX	15366	167	1.09
IV	10652	190	1.79	X	21741	966	4.44
V	10175	74	0.73	XI	29580	1927	6.53
VI	21132	179	0.85	XII	24621	802	3.26
VII	24794	130	0.52	XIII	22790	3296	7.07
VIII	14644	49	0.34				
IX	23206	151	0.65	Zeeland			
Friesland				I	16130	1853	11.50
V	61749	2187	3.55	II	21967	2464	11.25
Gelderland				III	8923	1130	12.68
VIII	14681	243	1.66	IV	35751	3604	10.12
IX	35545	709	2.00	V	20912	408	1.96
X	34082	2175	6.39	VI	31398	2732	8.87
XI	14823	1137	7.67	VII	42503	5096	12.00
XII	23496	372	1.58	Noord-Brabant			
Noord-Holland				I	64223	6511	10.12
II	53915	185	0.34	II	18053	890	4.93
IX	11087	152	1.37	III	13691	103	0.75
X	43870	3576	8.18	V	52064	2287	4.40

1) Voor nieuwere cijfers over de periode 1921—1925 zie men Verslag over den Landbouw 1930, blz. 110.

Zeeland toont een vrijwat hoogere gemiddelde opbrengst. Dit verschijnsel heeft reeds meermalen de aandacht getrokken, waarbij gewezen is op de weersomstandigheden, die in Zeeland vooral in het voorjaar aanmerkelijk gunstiger zouden zijn. Hierop komen wij nog terug. De opbrengsten in de andere provincies loopen minder uiteen, waaruit men echter nog niet mag afleiden, dat de culturomstandigheden daar ook gelijk zijn. Het zou immers kunnen zijn, dat wel het gemiddelde over een jarenreeks gelijk is, maar dat de schommelingen in de opbrengst in de ééne provincie grooter waren dan in de andere, wat bijv. het geval zou zijn, wanneer in de ééne provincie een sterk varierende factor, bijv. een weersinvloed over een korte periode, zich deed gevoelen, die in de andere provincie geen beteekenis had. De variatie van de opbrengst in de verschillende provincies loopt echter weinig uiteen gelijk onderstaande tabel uitwijst.

Groningen	13.2 %	middelbare variatie over 1899—1926. 1)				
Friesland	11.9 %	"	"	"	"	"
N. Holland	13.6 %	"	"	"	"	"
Z. Holland	13.0 %	"	"	"	"	"
Zeeland	10.5 %	"	"	"	"	"
N. Brabant	11.5 %	"	"	"	"	"
Nederland	10.8 %	"	"	"	"	"

Wel is waar zijn dus de opbrengsten in de provincies niet volkomen dezelfde, maar de afwijkingen van het gemiddelde zijn in alle deelen van ons land in overeenkomstige jaren bijna steeds of alle positief of alle negatief. In een enkel geval bestaat er een uitzondering, die echter zonder eenige regelmaat voorkomt. Al deze feiten pleiten ervoor ons land bij deze studie als een geheel te mogen beschouwen.

§ 4. *Het suikergehalte.*

De opgaven van het suikergehalte in de Verslagen over den Landbouw zijn samengesteld naar de gegevens in tienden van een procent. De variaties zijn derhalve met een grovere maat gemeten dan die der opbrengsten. De variatie van de reeks heeft geen beteekenis zolang

1) De middelbare variatie wordt berekend uit de formule $s = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n}}$, waarbij d de afwijkingen der termen van het gemiddelde voorstelt en n het aantal termen is. Naarmate dus de termen meer uiteenloopen wordt $\sum d^2$ grooter en is dus de middelbare variatie tevens toegenomen.

de invloed der cultuurverbeteringen niet gecorrigeerd is, waarvoor in Hfdst. II een methode met de berekening is gegeven. (Blz. 22). De berekeningen volgens de methode WALLÉN kunnen alleen toegepast worden, wanneer inderdaad van geleidelijke stijging sprake is. Een plotselinge sterke vermeerdering van den oogst of verbetering van het gehalte in een bepaald jaar wordt er niet door uitgeschakeld. TENGWALL en VAN DER ZIJL¹⁾ hebben in hunne studie bij de bezwaren dezer methode vrij uitvoerig stilgestaan. Voor onze omstandigheden is echter deze methode m.i. wel bruikbaar. Brengt men de berekende correcties aan, gelijk op blz. 22 is geschied, dan blijkt de middelbare variatie van het gehalte voor de reeks 1899—1926 slechts 3.25 % van het gemiddelde te bedragen, tegenover 10.8 % voor die der opbrengst. Het spreekt vanzelf, dat hier inderdaad een belangrijk verschil bestaat, dat ook door de plantenveredeling bij de studie van selectiemateriaal is opgemerkt.

Uit de opgaven der fabrieken te Vierverlaten, Halfweg en Sas van Gent²⁾ over een reeks van jaren (1899—1926) berekende ik de volgende gemiddelde suikergehaltes:

Vierverlaten:	16.7 %
Halfweg:	15.9 %
Sas van Gent:	16.5 %
Nederland:	16.3 %

Tusschen het Noorden en het Zuiden bestaat derhalve geen verschil, maar Noord-Holland blijft tamelijk ver beneden het gemiddelde. De geleidelijke stijging, berekend volgens de methode WALLÉN, bedraagt:

voor Vierverlaten per jaar:	0.04 % suiker.
voor Halfweg per jaar:	0.02 % „
voor Sas van Gent per jaar:	0.07 % „

¹⁾ Archief v. d. Suikerindustrie in Ned.-Indië, 1924, No. 4.

²⁾ Deze gegevens ontving ik van den Heer W. M. Gunning, lid der Directie van de Centrale Suiker Mij., dien ik hiervoor mijn welgemeenden dank betuig.

HOOFDSTUK IV.¹⁾

DE GEMIDDELDE WEERSOMSTANDIGHEDEN GE- DURENDE DE GEHEELE GROEIPERIODE EN HAAR INVLOED OP DEN OOGST.

Temperatuur en zonneshijn geven positieve correlatie; regenval heeft gemiddeld weinig invloed op de opbrengst, echter wel op het gehalte.

§ 1. Algemeene opmerkingen.

De weersvariatiën kunnen gepaard gaan met meer of minder hooge opbrengsten. De fluctuaties in de opbrengsten zullen des te nauwer samenhangen met die van zekeren weersfactor, naarmate zijn invloed op het betreffende gewas grooter is. Wanneer men zegt, dat een bepaalde weersfactor de opbrengst bepaalt, dan wil dit zeggen, dat al naar het gedrag van dezen eenen factor in de afzonderlijke jaren, de opbrengst telkens hooger of lager zal uitvallen; daarbij schommelende om een gemiddelde, dat door het geheele complex van omstandigheden waaronder het gewas groeit wordt bepaald. Zelfs door de meest uiteenloopende invloeden zal er, in verhouding tot de totale opbrengst, toch slechts een matig verschil optreden. De gevoeligheid van het gewas voor de van jaar tot jaar wisselende invloeden bepaalt de grootte der opbrengstschommelingen. Wanneer derhalve in het vervolg over den invloed der weersfactoren wordt gesproken, dient men steeds voor oogen te houden, dat het hier de opbrengstschommelingen binnen bepaalde grenzen betreft. In dien zin moet ook de uitdrukking, „de suikerbietenopbrengst (of het suikergehalte) wordt bepaald door de weersfactoren” worden opgevat.

Een vergelijking van de weersomstandigheden, deze uitgedrukt in gemiddelde temperatuur, gemiddelden zonneshijn, gemiddelden regenval enz. over de geheele groeiperiode, met de opbrengstcijfers geeft reeds een algemeen inzicht in de beteekenis van het weer voor het betreffende gewas. Welke periode is dit bij suikerbieten? De zaai-tijd valt gewoonlijk in het laatst van April en het begin van Mei, in het Zuiden van het land gemiddeld iets vroeger dan in het Noorden.

¹⁾ Zie Tabel 18 aan het slot.

Een bepaalde datum is natuurlijk niet aan te geven. Het begin hangt samen met de voorjaarswerkzaamheden, die het eene jaar vroeger en het andere later zijn. Het bedrijf doet ook zijn invloed gelden. Een graanboer zal bijv. vroeger bieten zaaïen dan een aardappelboer. Ook al begint men tegelijkertijd, dan zal er toch altijd eenige tijd verlopen voor alles gezaaid is. Groote verschuivingen hebben er echter van jaar tot jaar niet plaats, terwijl ook de zaaitijd zelf betrekkelijk kort is.

Het rooien vangt gewoonlijk begin October aan; de vroegste bietengewassen komen zelfs eind September reeds aan de beurt. In het laatst van October bereikt de oogst zijn hoogtepunt, terwijl in begin November de laatste bieten volgen. De weersomstandigheden hebben, met het oog op vervoer, vooral op zwaren grond, nogal invloed op den rooitijd. Men zal, globaal berekend, kunnen vasthouden, aan de periode Mei tot en met October als groeiperiode voor suikerbieten.

Over deze periode bedraagt in ons land de gemiddelde temperatuur 13.8° C, het aantal uren zonschijn is gemiddeld 1011 en de hoeveelheid neerslag 396 mm regen.

Met betrekking tot den regenval valt voorloopig op te merken, dat deze waarschijnlijk, zonder rekening te houden met een reservevoorraad in den grond ten gevolge van den regenval in den voorafgaanden winter, toereikend zal zijn.¹⁾ Zekerheid verkrijgt men natuurlijk, wanneer bekend is hoe over de geheele groeiperiode de verdeling van de beschikbare en benodigde hoeveelheden water is. Over de temperatuur- en zonschijnverhoudingen is nog niets te zeggen, dan dat de praktijk voor een goeden oogst waarde hecht aan warm en zonnig weer.

Hoofdstuk I behandelde de wijze, waarop de relaties tusschen twee of meer veranderlijke reeksen kunnen worden vastgesteld. Daarvoor is noodig, dat van beide reeksen het gemiddelde wordt berekend en vervolgens de afwijkingen van de termen van dat gemiddelde. Deze berekeningen zullen wij hier niet uitvoerig weergeven; de uitkomsten vindt men in de tabellen. Uit deze afwijkingen is de stippenkaart af te leiden. Daarna kan worden overgegaan tot de berekening van den correlatie-coëfficiënt, wanneer blijkt, dat men ten naaste bij met normale lineaire correlatie te maken heeft.

¹⁾ In Duitsche literatuur vindt men vaak het tegendeel vermeld, maar dit is m.i. een gevolg van de veel geringeren regenval in de echte bietenstreken van Duitschland, zooals bijv. Saksen.

§ 2. *De suikerbietenopbrengst en de weersfactoren over de periode Mei tot en met October.*

A. *De invloed van de temperatuur.*

De stippenkaart leert bij vergelijking van de opbrengsten en de temperatuur, dat in warme jaren goede en in koude jaren slechte opbrengsten worden verkregen. Dit wordt ook aangegeven door den correlatie-coëfficiënt, die $+0.57$ bedraagt en voldoende groot is om tot positieve correlatie te besluiten, daar de middelbare fout 0.13 bedraagt. ¹⁾

B. *De invloed van den zonneshijn.*

De hiervoor opgemaakte stippenkaart doet zien, dat veel zonneshijn evenals hooge temperatuur een gunstigen invloed op de suikerbietenopbrengst heeft, wanneer men deze weersfactoren over de geheele groeiperiode beschouwt. De correlatie-coëfficiënt is hier iets grooter, nl. $+0.64$ en dus ruim voldoende om tot een belangrijken invloed van den zonneshijn te besluiten.

De koude, donkere jaren tegenover warme, zonnige jaren stellende, door een combinatie van A en B, kan men in bijna alle gevallen de lagere opbrengsten vinden in de koude, donkere jaren, terwijl in warme, zonnige jaren de opbrengsten steeds boven het gemiddelde zijn. Twee uitzonderingsgevallen doen zich voor nl. 1926 en 1912, die, tegen de verwachting in, een goede opbrengst hebben gegeven. Dit is echter geen reden om aan den algemeenen regel te gaan twifelen, waarschijnlijk zal een nadere beschouwing een verklaring voor het afwijkend gedrag dezer beide jaren kunnen geven.

C. *De invloed van den regenval.*

In nevenstaande tabel zijn de jaren, waarin van Mei tot en met October ongeveer dezelfde neerslag voorkwam, bij elkaar geplaatst. De opbrengstverschillen zijn grootendeels te verklaren uit de laatste beide kolommen, waarin de temperatuur- en zonneshijn-afwijkingen voorkomen. Of de temperatuur of de zonneshijn of beide zijn oorzaak

¹⁾ Wanneer deze middelbare fout kleiner is dan $\frac{1}{3}$ maal de correlatie-coëfficiënt, mag men tot een bepaalde betrekking besluiten. Dit komt voor onze berekening over 28 jaren neer op een correlatie-coëfficiënt > 0.45 . Men zie tabel 32 aan het slot.

TABEL VI.

Jaar	Afwijkingen van het gemiddelde			
	Bij den regenval	Bij de opbrengst	Bij de temperatuur	Bij den zonneshijn
1917	+ 150	+ 8	+1.0	+ 185
1903	+ 148	- 69	+0.1	- 307
1924	+ 98	+ 17	+0.1	- 10
1923	+ 111	- 56	-0.4	- 131
1918	+ 57	+ 14	-0.2	+ 26
1909	+ 66	- 39	-0.5	- 62
1899	- 29	+ 34	+0.3	+ 69
1915	- 22	- 8	-0.5	+ 71
1902	- 19	- 36	-0.9	- 258
1911	- 68	+ 49	+ 1.3	+ 287
1922	- 73	+ 14	-0.9	+ 84
1920	- 75	- 25	-0.6	+ 31

der opbrengstverschillen en de regenval oefent vermoedelijk geen belangrijken invloed uit. De correlatie-coëfficiënt van opbrengst en regenval van Mei tot en met Oct. bedraagt dan ook slechts -0.20 .

§ 3. *Het suikergehalte en de weersfactoren over de geheele periode Mei tot en met October.*

A. *De invloed van de temperatuur.*

De gemiddelde temperatuur over de geheele groeiperiode heeft geen invloed op het gehalte. De correlatie-coëfficiënt is zeer gering ($+0.07$).

De bietenopbrengst echter bleek daarjuist gunstig door de temperatuur te worden beïnvloed. Mag men nu hieruit afleiden, dat het gewicht van de biet en het gehalte aan suiker door verschillende factoren worden beheerscht? Of is de keuze van de periode Mei tot en met October voor het gehalte in zooverre minder goed, dat de suiker-

vorming pas aanvangt, wanneer de biet een zeker groeistadium heeft bereikt en moet men niet letten op de voorgeschiedenis? Het antwoord is moeilijk te geven. Een correlatie tusschen opbrengst en gehalte is uit de ons ten dienste staande statistische gegevens niet af te leiden. Interessante beschouwingen hierover geeft OETKEN ¹⁾. In bepaalde stammen van verschillende herkomst vindt hij geen duidelijke correlatie. Voor zoover ze aanwezig is, moet gedacht worden aan uitwendige omstandigheden, die beide grootheden op dezelfde wijze beïnvloeden. In verschillende jaren vindt men bv. verschillende correlatie-coëfficiënten. Dit blijkt o.a. uit een onderzoek van NOVOTZY, waaraan OETKEN de volgende tabel ontleent.

De afneming van het gehalte bedraagt per 100 gram gewichtstoename bijv. in:

1892	0.39 %	1896	0.18 %
1893	0.45 %	1897	0.15 %
1894	0.22 %	1898	0.28 %
1895	0.58 %	1900	0.19 %

OETKEN zelf vond in hetzelfde materiaal op hetzelfde perceel onder precies dezelfde omstandigheden verbouwd in 1911 een correlatie-coëfficiënt van -0.152 ± 0.099 en in 1913 een correlatie-coëfficiënt van -0.449 ± 0.122 . De rol, die de weersomstandigheden hierbij spelen, schildert OETKEN als volgt:

„Von grösster Bedeutung scheint mir zu sein, dasz zwischen den einzelnen Jahrgängen auch in dem Zutagetreten einer Vererbung wesentliche Unterschiede merkbar werden, was zum Teil ohne Frage in der genotypischen Beschaffenheit des Materials seinen Grund hat, zum Teil auch darauf hinzudeuten scheint, dasz unter dem Einflusz verschiedener Jahreswitterung u.s.w. infolge verschiedenartiger Beeinflussung auch die Anlese und deren Erfolg berührt wird, dasz in dem einen Jahre der Phaenotypus der Rübe mehr als in dem anderen dem Genotypus entspricht.“

De verhoudingen zijn niet zoo eenvoudig. ²⁾ Ons statistisch mate-

¹⁾ Zeitschrift f. Pflanzenz. III, 1915.

²⁾ In Med. v. h. Inst. v. Suikerb. teelt 1-3-1931 lezen wij (Blz. 87): „Wanneer men de bieten uit één zaad of zaadmengsel vergelijkt dan is er een zekere daling in het gehalte van kleinere naar grootere bieten. Het verschil tusschen de 5 kleinste (gem. gew. 298 gr) en de 5 grootste bieten (gem. gew. 1550 gr) bedroeg op 18 Sept. bij onze proeven 0.68 %.

Wanneer men daarentegen vergelijkt gelijksoortige bieten (dus kleine met kleine, middelbare met middelbare en groote met groote) van verschillend ras, dan is er een verschil van dezelfde grootte-orde tusschen de gelijksoortige bieten van de verschillende rassen.“

riaal is voor het ontwarren niet voldoende groot. Trouwens ook bij het materiaal dat OETKEN gebruikt, zou men bij jarenlange experimenten gebruik moeten maken van overjarig zaad, wat ook weer bezwaren oplevert.

B. De invloed van den zonneshijn.

De correlatie-coëfficiënt bedraagt $+ 0.51$ en duidt dus op een gunstige werking van den zonneshijn op het gehalte evenals dit met de opbrengst het geval is. Dit zou een gevolg van een mogelijke positieve correlatie tusschen opbrengst en gehalte kunnen zijn.

Gaat men door middel van een stippenkaart na, hoe de invloed van temperatuur en zonneshijn tezamen zich doet gelden, dan blijkt hier geen bepaald verband te bestaan.

C. De invloed van den regenval.

Regenrijke jaren geven een minder goed gehalte, droge jaren kenmerken zich door een hoog gehalte. Het aantal uitzonderingen op dezen regel is zeer gering en dan betreft het steeds kleine afwijkingen. Alleen 1917 en 1912 zijn jaren, waarin, ondanks een vrij sterken regenval, het gehalte toch nog boven het gemiddelde uitkomt, terwijl in 1899 juist het omgekeerde plaats heeft gehad. De correlatie-coëfficiënt bedraagt -0.57 , waaruit duidelijk de minder gunstige invloed van den grooten regenval blijkt.

Daar uit den aard der zaak droge jaren tevens zonnige jaren zijn en omgekeerd, zal het duidelijk zijn, dat droge, zonnige jaren als gunstig moeten worden beschouwd, terwijl natte, donkere jaren als ongunstig kunnen worden aangemerkt.

§ 4. *Het suikerrendement en de weersfactoren over de geheele periode beschouwd.*

Wanneer men de bietenopbrengst vermenigvuldigt met het suikergehalte heeft men de totale suikeropbrengst of het rendement van den oogst.

Deze cijfers zijn dus afgeleid uit de beide voorgaande reeksen. Belangrijke, nieuwe gezichtspunten kan daarom een uitvoerige bespreking niet opleveren. Het spreekt immers vanzelf, dat de samenhang van het rendement met de weersfactoren voor het grootste gedeelte reeds door de bietenopbrengst is bepaald. De wijziging, die het gedrag van het gehalte hierin kan brengen, zal uit den aard der zaak gering

zijn, omdat de variabiliteit van de opbrengst veel grooter is dan die van het gehalte; (de middelbare afwijking van de opbrengstreeks bedraagt 10.8, die van het gehalte slechts 3.25 in procenten van het gemiddelde.) Uit de correlatie-coëfficiënten blijkt voldoende, dat van nieuwe feiten geen sprake is. De correlatie-coëfficiënt van de gemiddelde temperatuur en het rendement bedraagt $+ 0.55$.

Voor den zonneshijn wordt gevonden $r = + 0.71$, waaruit blijkt, dat door de gunstige werking hiervan zoowel op de opbrengst als ook op het gehalte *het suikerrendement voor een zeer belangrijk deel door den zonneshijn wordt bepaald.*¹⁾

De invloed van den regenval op het rendement is vrij onbelangrijk nl. $r = - 0.33$, ondanks het feit, dat het suikergehalte wel door den regenval wordt beïnvloed.

§ 5. *Samenvatting en conclusies.*

Wanneer als groeiperiode voor suikerbieten hier te lande wordt aangenomen het tijdvak van 1 Mei tot 1 November, kan aan de weersinvloeden in deze periode een vrij groote beteekenis worden toegekend. Er bestaat een belangrijke correlatie tusschen de suikerbietenopbrengst en de gemiddelde temperatuur en den zonneshijn. Met groote waarschijnlijkheid kan men tot gunstige opbrengsten besluiten in warme, zonnige jaren, terwijl koude, donkere jaren meestal lagere oogsten geven. De regenval blijkt binnen de hier voorkomende grenzen op de grootte van den oogst weinig invloed uit te oefenen.

Het gehalte is in zonnige, droge jaren gunstig, terwijl donkere, regenrijke jaren zich voornamelijk door een lager gehalte kenmerken. De invloed van den zonneshijn en van den regenval blijkt duidelijk uit de gevonden correlatie-coëfficiënten. Op het gehalte heeft de temperatuur, binnen de geconstateerde grenzen, zeer weinig invloed.

¹⁾ In het Tijdschr. der Algem. Tech. Vereen. van Beetwortelsuikerfabrikanten en Raffinadeurs April '31 deelt Arts enkele cijfers omtrent deze kwestie mee. Hij vergelijkt de suikeropbrengst per ha (bietenopbrengst \times gehalte) met de uren zonneshijn van Juni tot Sept. en de helft van October, en besluit daaruit tot een belangrijken invloed van den zonneshijn. Ons zal blijken, dat hier de gecombineerde invloed van twee oorzaken in het spel is, nl. die van de Julizon op de opbrengst en die van den zonneshijn in de laatste weken van de groeiperiode op het suikergehalte. De conclusies van Arts kan ik dan ook geenszins onderschrijven, wanneer hij beweert, dat het effect relatief afneemt naarmate de zon meer schijnt. Wij zullen met de suikeropbrengst en den zonneshijn in de maanden Juni tot en met October een correlatie-coëfficiënt $+ 0.73$ vinden en met de periode Juni tot en met September $+ 0.75$, zie blz. 116.

Wat het rendement betreft kan worden vastgesteld, dat dit voor een belangrijk deel door de temperatuur en den zonneshijn wordt bepaald in dien zin, dat warme, zonnige jaren als gunstig zijn te beschouwen en koude, donkere jaren een laag rendement geven.

§ 6. *April tot en met September als groeiperiode en de invloed hiervan op de gevonden resultaten.*

De groeiperiode Mei t/m October is wel juist gekozen, wanneer men den tijd beschouwt, dat de biet op het veld is. Het is echter ook zeer goed denkbaar, dat een meer of minder gunstig opkomen afhangt van het weer, dat er vóór het zaaien en opkomen heeft geheerscht. Anderzijds kan men zich voorstellen, dat de rijpingsperiode in het laatste stadium een weinig variabel proces zal zijn. Deze overwegingen hebben mij ertoe geleid dezelfde berekeningen te herhalen, maar dan de periode over de maanden April tot en met September te beschouwen. Slechts in een enkel opzicht blijken de verhoudingen eenige veranderingen te ondergaan. Voor de suikerbietenopbrengst bedraagt de correlatie met de gemiddelde temperatuur dan $r = + 0.70$ in plaats van de vroegere gevonden waarde $+ 0.57$. Dientengevolge stijgt de correlatie van suikerrendement en gemiddelde temperatuur van $r = + 0.55$ tot $r = + 0.70$. De regenval blijkt een iets minder ongunstigen invloed te hebben op het gehalte nl. $r = - 0.48$. Overigens zijn de verschillen zonder wezenlijke beteekenis. Men zou uit deze feiten kunnen afleiden, dat het begin van de groeiperiode een groote rol speelt en dat dan de temperatuur en de regenval beide van invloed zijn. Dit punt zal door nader onderzoek worden uitgemaakt. (Zie Hfdst. V.)

HOOFDSTUK V. 1)

DE CORRELATIE TUSSCHEN DE MAANDCIJFERS VOOR GEMIDDELDE TEMPERATUUR, UREN ZONNESCHIJN EN REGENVAL MET DE SUIKERBIETENOPBRENGST EN HET SUIKERGEHALTE.

De betrekkingen tusschen de suikerbietenopbrengst en het suikergehalte eenerzijds en de weersfactoren over de geheele groeiperiode anderzijds leerden, dat de temperatuur en de zonneshijn de opbrengst, de zonneshijn en de regenval het gehalte beïnvloeden. De vraag rijst of deze invloed over de geheele groeiperiode dezelfde is.

Om deze belangrijke vraag te beantwoorden zullen we gebruik maken van de afzonderlijke meteorologische maandgemiddelden, later (Hfdst. VI) ook van de decade-gemiddelden. Voor ons doel zijn de maandgemiddelden het meest geschikt.

De landbouwkundige gegevens zijn ontleend aan materiaal, dat zonder twijfel onder vrij sterk onderling varieerende omstandigheden is verkregen. Het zaaien geschiedt niet op denzelfden dag, de bemesting en verschillende culturomstandigheden zijn niet dezelfde, waardoor de verkregen cijfers niet geheel vergelijkbaar zijn. Daarbij komt, dat de weerkundige waarnemingen geschieden op een plaats niet direct bij het gewas gelegen. Er zullen derhalve in de dagelijksche waarnemingen en de werkelijke omstandigheden, waaronder de suikerbieten groeien, verschillen bestaan. Neemt men een langere periode, dan spelen deze verschillen geen groote rol, doch tegen een kortere periode dan een maand bestaat m. i. wel bezwaar. Eenvoudigheidshalve is vastgehouden aan de maandelijksche gegevens, die het Kon. Ned. Met. Instituut verstrekt. Nu is het *à priori* niet aan te nemen, dat de planten eenige neiging vertoonen, zich aan deze indeeling te storen. In navolging van HOOKER ²⁾ zijn daarom, naast de maandcijfers, ook verschillende maanden samen als nieuwe perioden afzonderlijk onderzocht.

¹⁾ Zie Tabel 19 aan het slot.

²⁾ R. H. Hooker. The Correlation of the Weather and the Crops. Journ. Stat. Soc. Vol. LXX. 1907 pg. 1.

Hierbij doet zich het bezwaar voor, dat de sprong die men maakt wel heel groot is in verhouding tot de lengte der beschouwde periode. (Men beschouwt bijv. 1 Mei—30 Juni en gaat dan direct over op 1 Juni—31 Juli). Hieraan is tegemoet gekomen door in Hoofdstuk VIII belangrijke perioden nog weer in kortere perioden met kleinere sprongen te verdeelen. Op deze wijze is, naar ik meen, behoorlijk gewaarborgd, dat het inzicht zoo volledig mogelijk wordt. De thans volgende correlatie-coëfficiënten hebben betrekking op de reeks 1899—1926. Er is voorloopig nog geen rekening gehouden met het onderlinge verband der weersfactoren. Iedere correlatie-coëfficiënt moet dus beschouwd worden als een voorloopige aanwijzing van de beteekenis der betreffende weersfactoren in de betreffende perioden. De bestudeering der onderlinge verhoudingen zal in het volgende hoofdstuk nadere bijzonderheden geven over de wisselwerking tusschen de verschillende weersfactoren in dezelfde maand. De stippenkaarten worden slechts opgenomen en besproken, voor zoover er eenige nadere beschouwing uit kan voortvloeien. Overigens moet verwezen worden naar de oorspronkelijke gegevens, die in tabelvorm aan het slot zijn opgenomen.

§ 1. *De maand April.*

April is de maand van voorbereiding van het land. In de Deutsche literatuur wordt de nadruk gelegd op de wenschelijkheid rekening te houden met de mate, waarin de winterregen door den grond is bewaard en daarnaar de bewerking van het land te regelen¹⁾. De toestand, waarin het zaaibed voor de bieten verkeert, hangt in hooge mate af van dezen neerslag, vooral op de zwaardere gronden. Een natte grond zal tevens relatief koud zijn, terwijl de wisselingen van dag- en nachttemperatuur erdoor worden getemperd. De invloed van de temperatuur zal zich doen gelden op het ontkiemingsproces van de bieten, bij en vooral na het zaaien, want bij ongunstige weersomstandigheden zal men 't zaaien vaak uitstellen. Deze overwegingen leiden tot de conclusie, dat in de zaaiperiode de weersfactoren een belangrijken invloed op het gewas kunnen hebben. Misschien laat echter de verdere ontwikkeling van de plant voldoende ruimte om de gunstige of ongunstige beginperiode te corrigeeren.

Over de maand April bedraagt de gemiddelde temperatuur te de Bilt

¹⁾ J. Becker—Dillingen. Handbuch des Hackfruchtbaues enz. 1928.

voor de jarenreeks 1899—1926 7.8° C., het aantal uren zonneshijn gemiddeld 154 en de regenval 51 mm.

De correlatie-coëfficiënten zijn bijna alle gering. Eruit af te leiden is alleen een minder gunstige invloed van den regenval op het suikergehalte (-0.44). In verhouding tot andere jaren draagt 1903 zeer sterk bij tot vergrooting van den correlatie-coëfficiënt. Mede in aanmerking genomen, dat slechts in 15 jaren de regenval en het suikergehalte verschilt in het teeken der afwijkingen van het gemiddelde, mag men in dit geval aan den correlatie-coëfficiënt niet te veel waarde hechten. Een verklaring voor den ongunstigen invloed van den regenval in deze periode zou misschien kunnen worden gezien in de overweging, dat het zaaien wordt uitgesteld. Een late zaai zou tengevolge kunnen hebben, dat de biet tevens laat afrijpt in de herfst en diengevolge een lager gehalte heeft. Ik herhaal echter, dat de beteekenis van de gevonden relatie uiterst twijfelachtig is. Overigens worden de gevonden betrekkingen tusschen de weerfactoren in April en de suikerbietenopbrengst en het suikergehalte bevestigd door de berekeningen, welke voor iedere provincie afzonderlijk zijn uitgevoerd. De invloed van grooten regenval komt in alle provincies naar voren in een kleinen negatieven correlatie-coëfficiënt. Het geringe onderlinge verschil der kleine correlatie-coëfficiënten verdient afzonderlijke vermelding. De beteekenis hiervan zal duidelijk worden, wanneer de eigenlijke zaai-periode wordt beschouwd. 1) De hoogere correlatie-coëfficiënt voor den regenval over April in de provincie Zeeland houdt reeds verband met het feit, dat men daar gewoonlijk iets vroeger zaait.

De vrij groote correlatie-coëfficiënt van het gehalte te Halfweg en den regenval doet de vraag rijzen of hier misschien gedacht moet worden aan den verhoogden regenval langs de kuststrook achter de duinen (Zie blz. 35), terwijl de veronderstelde vroegere zaaitijd in Zeeland niet in deze cijfers terug te vinden is.

De beteekenis van de maand April is in ieder geval te gering, dan dat uitschakeling der onderlinge relaties tusschen de weersfactoren door partiële correlatieberekening de gegeven correlatie-coëfficiënten belangrijk zouden kunnen wijzigen, zoodat deze achterwege kan blijven. De conclusie is:

Onder de klimatologische omstandigheden in Nederland is de regenval in April voor de suikerbietenopbrengst en het suikergehalte waarschijnlijk dikwijls te hoog.

1) Zie blz. 100.

§ 2. De maand Mei.

De gemiddelde temperatuur in Mei te de Bilt voor de jarenreeks 1899—1926 bedraagt $12,4^{\circ}$ C.; het aantal uren zonnenschijn gemiddeld 202 en de regenval is gemiddeld 54 mm.

De maand Mei is van meer beteekenis dan de maand April. Het gehalte houdt duidelijk verband met de gemiddelde temperatuur en ook met den zonnenschijn, terwijl de regenval, evenals in April, waarschijnlijk voor de suikerbietenopbrengst en het suikergehalte dikwijls te groot is. Men krijgt den indruk, dat de temperatuur in Mei voor een groot deel beslist of het gehalte beneden dan wel boven het gemiddelde zal uitvallen. Ook geven de jaren met een temperatuur beneden het gemiddelde wel een lager gehalte naarmate het kouder is, zooals een lineaire correlatie dat verlangt, maar de jaren met een gemiddelde temperatuur boven het gemiddelde toonen deze evenredigheid niet. Is de temperatuur in Mei voldoende hoog en is het gehalte boven het gemiddelde dan is dit verder minder van de temperatuur in Mei afhankelijk. Te vermelden is tenslotte nog, dat van de jarenreeks 1899—1926, de latere jaren, n.l. die van 1916 af, alle relatief warme Meimaanden hadden met uitzondering van 1923 en 1926. Dit kan de correlatie-coëfficiënt van het suikergehalte en de gemiddelde temperatuur hebben beïnvloed, tengevolge van de correctie op het suikergehalte toegepast.

De correlatie-coëfficiënten van het gehalte der fabrieken te Vierverlaten, Halfweg en Sas van Gent en de temperatuur zijn resp. $+0,36$, $+0,20$ en $+0,34$ en dus belangrijk kleiner dan die van het gehalte over het heele land en de temperatuur, welke $+0,49$ bedraagt.

Voor zoover het de suikerbietenopbrengst betreft worden de gevonden relaties door de provinciale gegevens wel bevestigd. Met uitzondering van Zeeland, waar de temperatuur in het geheel geen invloed vertoont, zijn de correlatie-coëfficiënten in overeenstemming met die voor het geheele land. De regenval-correlatie-coëfficiënten zijn minder regelmatig, hoewel geheel in de buurt van $-0,31$, de correlatie-coëfficiënt voor het heele land. In Noord-Brabant heeft de regenval in Mei waarschijnlijk de grootste beteekenis in vergelijking met de andere provincies.

Voor de betrekking tusschen het gehalte en den regenval voor Vierverlaten, Halfweg en Sas van Gent werd gevonden $-0,13$, $-0,19$ en $-0,07$, derhalve totaal onbelangrijke correlatie-coëfficiënten, nog

geringer dan uit de gegevens over het geheele land kon worden berekend. Deze bedraagt trouwens ook slechts — 0.28.

Resumeerende blijkt, dat onder de klimatologische omstandigheden in Nederland de suikerbietenopbrengst in jaren met een droge, warme Meimaand boven het gemiddelde ligt; dat de Mei-temperatuur waarschijnlijk voor het suikergehalte van beteekenis is en dat dit in ieder geval in jaren met een warme, zonnige Meimaand gunstig uitvalt.

§ 3. De maand Juni.

De gemiddelde weerkundige cijfers voor de maand Juni over de reeks 1899—1926 zijn: gemiddelde temperatuur 14.8° C., uren zonneschijn 192, regenval 60 mm. Behalve iets hogere gemiddelde temperatuur zijn deze cijfers vrijwel gelijk aan die van de Meimaand.

De suikerbietenopbrengst profiteert waarschijnlijk van een hogere temperatuur en veel zonneschijn, terwijl deze tevens voor het suikergehalte gunstig zijn. De regenval-correlatie is praktisch nul.

De uitkomsten voor de provinciale gebieden toonen in het Noorden van ons land een vrij belangrijk verband tusschen de gemiddelde temperatuur in Juni en de suikerbietenopbrengst. Men zie voor uitvoeriger beschouwingen hieromtrent Hoofdstuk VIII.

De correlatie-coëfficiënten van de gemiddelde temperatuur en het suikergehalte zijn bij de afzonderlijke fabrieken iets grooter dan voor het heele land berekend werd. Het is waarschijnlijk, dat een warme Junimaand bevorderlijk is voor een hoog gehalte.

Ondanks de negatieve correlatie tusschen den zonneschijn en den regenval bestaat toch een aanwijzing voor gunstige werking van regen in Juni, want jaren, waarin zoowel de regenval als de zonneschijn boven normaal is — uit den aard der zaak niet veelvuldig voorkomende —, zijn gunstige bietenjaren. Dit is dus een punt om nader te onderzoeken door partiële correlatie-berekening. Deze leert hieromtrent nu het volgende. Het verband in Juni tusschen zonneschijn (3) en regen (4) is $r_{34} = -0.44$. Met behulp van deze grootheid wordt nu de invloed van den regen (4) op de opbrengst (1) (zon constant) berekend op: $r_{14.3} = +0.11$; dus zeer zwak positief. Door het ontbreken van elk verband tusschen temperatuur en regen ($r_{24} = -0.04$) wordt de partiële correlatie-coëfficiënt, waarbij alleen de regen in rekening wordt gebracht (dus zoowel zon als temperatuur constant) niet verder verhoogd.

In deze maand is zoowel de zonneschijn ($r_{13} = +0.36$) als de regen-

val ($r_{14} = +0.16$) gunstig voor het gehalte. De positieve regencorrelaties zijn weliswaar niet van groote beteekenis, maar rekening houdende met het duidelijk negatieve verband tusschen zonneshijn en regenval ($r_{34} = -0.44$) onderling moet hier toch de aandacht op gevestigd worden. De zonneshijn- (3) en temperatuur (2)-correlaties met het suikergehalte zijn door hun onderlinge relatie ($r_{23} = +0.70$) ongeveer gelijk. Het berekenen van de partiële correlaties geeft de volgende uitkomsten:

Correlatie-coëfficiënt van gehalte (1) en zonneshijn (3) met regenval (4) constant: $r_{13.4} = +0.49$;

Correlatie-coëfficiënt van gehalte (1) en regenval (4) met zonneshijn (3) constant: $r_{14.3} = +0.38$.

Het gehalte vraagt dus naast veel zon, veel regen. Het is daarom niet buitengesloten, dat buiig weer met tijdelijke opklaringen het gewenschte weer is in de maand Juni.

Conclusie:

Onder de klimatologische omstandigheden in Nederland hebben hooge temperatuur en veel zonneshijn in Juni een belangrijken invloed tengoede op de suikerbietenopbrengst en het suikergehalte. De neerslag in Juni is waarschijnlijk niet steeds voldoende groot.

§ 4. De maand Juli.

In Juli is de gemiddelde temperatuur te de Bilt voor de jarenreeks 1899—1926 16.7° C., het aantal uren zonneshijn is dan gemiddeld 196 en de regenval 71 mm.

De correlatie-coëfficiënten toonen aan, dat het weer in de maand Juli zeer belangrijk is voor de suikerbietenopbrengst, terwijl het suikergehalte praktisch niet door het weer in deze maand wordt beïnvloed. De temperatuur-, maar vooral de zonneshijn-correlatie, is van veel beteekenis. Welke van deze beide de ware oorzaak van de hooge correlatie-cijfers is, valt zeer moeilijk uit te maken, omdat de temperatuurswisselingen sterk met de zonneshijnveranderingen samenhangen. De correlatie-coëfficiënt van temperatuur en zonneshijn in Juli bedraagt niet minder dan $+0.93$. Theoretisch zou nu wel de partiële correlatieberekening te hulp geroepen kunnen worden, maar bij constante waarden van de temperatuur wordt de variatie van den zonneshijn en van de opbrengst uiterst gering, waardoor de partiële correlatie-coëfficiënt weinig beteekenis heeft. Omgekeerd zal bij constante

waarden van den zonneshijn het verband tusschen de temperatuur en de opbrengst gering zijn.

Volgens PIROTTA¹⁾ kan men de maand Juli ten opzichte van temperatuur en zonneshijn als een kritische periode voor de suikerbietenopbrengst beschouwen. Wij verwijzen derhalve verder naar het desbetreffende hoofdstuk VIII.

De opbrengsten in de verschillende provincies worden op dezelfde wijze door de temperatuur beïnvloed als wij voor het geheele land vaststelden. Toch is er verschil op te merken. In Groningen is de correlatie-coëfficiënt van opbrengst en temperatuur het hoogst, terwijl in Noord-Holland en Zeeland de grootste negatieve correlatie-coëfficiënt van opbrengst met regenval voorkomt.

De invloed van het weer in Juli op het gehalte is zeer gering. De negatieve correlatie-coëfficiënt van de gemiddelde temperatuur zou in tegenstelling met den positieven correlatie-coëfficiënt van de opbrengst een aanwijzing kunnen zijn van tegengestelde beïnvloeding van opbrengst ($r = + 0.60$) en het gehalte ($r = - 0.12$) door denzelfden factor. De correlatie-coëfficiënt van het gehalte is daarvoor echter te klein. De cijfers voor het geheele land worden bevestigd gevonden door die der afzonderlijke fabrieken.

Wij kunnen tenslotte de beteekenis van het weer in Juli als volgt samenvatten: *Onder de klimatologische omstandigheden in Nederland bepalen de temperatuur en de zonneshijn in Juli of het jaar een goeden of een slechten oogst zal opleveren. Het verband is zelfs zoo groot, dat men een schatting van de suikerbietenopbrengst kan maken, nadat het weer in Juli bekend is. De weersfactor temperatuur — van den zonneshijn is het niet bekend — heeft op de opbrengst in Groningen en Zeeland grooter invloed dan in andere onderzochte gebieden. Het suikergehalte wordt door het weer in deze maand niet beïnvloed.*

§ 5. De maand Augustus.

De gemiddelde Augustus-temperatuur te de Bilt voor de jarenreeks 1899—1926 is 16.0° C.; het aantal uren zonneshijn 175 en de regenval 79 mm; Juli is de warmste maand van het jaar, Augustus de regenrijkste.

¹⁾ Intern. Agric. Wissensch. Rundschau 1925.
„Die kritische Periode ist für einen gegebenen Factor der verhältnismäßig kurze Teil der Vegetationsperiode während welcher die Empfindlichkeit der Pflanze ihr Maximum erreicht sodasz die Schwankungen des betreffenden Factors in diesem Zeitabschnitt einen entscheidenden Einfluss auf den Ernteertrag ausüben.“

Het weer in de maand Augustus heeft een geringen invloed op de suikerbietenopbrengst en op het suikergehalte. De groote tegenstelling met de maand Juli, die van groote beteekenis bleek te zijn, wat de temperatuur en den zonneshijn betreft, valt sterk in het oog. De provinciale cijfers zijn in dit opzicht zeer belangrijk.

Deze correlatie-coëfficiënten wijzen een opvallend verschil aan. In het Noorden van ons land is, afgaande op de correlatie-coëfficiënten, de temperatuur in de maand Augustus even belangrijk als in de maand Juli. Hier kan men voor de temperatuur ook de maand Augustus als kritische periode aanmerken. Elders blijkt echter de suikerbietenopbrengst weinig door het weer in Augustus beïnvloed te worden. Dit is tegen de verwachting, aangezien de praktijk naar ik meen, waarde hecht aan een warme en zonnige Augustusmaand. Dit blijkt voor de provincie Groningen juist te zijn.

De gehaltecijfers der 3 afzonderlijke fabrieken toonen zeer weinig verband met de weersfactoren.

Samenvatting.

De weersfactoren in de maand Augustus spelen in vergelijking met Juli een geringe rol bij het tot stand komen van de suikerbietenopbrengst in ons land, met uitzondering van het Noorden, waar de temperatuur een groote beteekenis heeft.

Het suikergehalte wordt door de weersfactoren in Augustus zeer weinig beïnvloed.

§ 6. *De maand September.*

De gemiddelde temperatuur te de Bilt voor de jaarreeks 1899—1926 is 13.6° C.; het aantal uren zonneshijn 145 en de regenval 63 mm.

De correlatie-coëfficiënten zijn klein. De positieve regenval-correlatie is voor de opbrengst de eenige, die mogelijk de aandacht verdient. Voor het gehalte zijn regenrijke Septembermaanden echter minder gunstig. De overige correlatie-coëfficiënten zijn te klein om hier nadere beschouwingen aan vast te knopen. Vastgesteld kan alleen worden, dat het suikergehalte ongunstig door een regenrijke Septembermaand wordt beïnvloed.

De correlaties uit de gegevens der afzonderlijke provincies afgeleid, bevestigen het bovenstaande.

De gehaltecijfers wijzen voor de drie onderzochte fabrieken op een minder gunstigen invloed van den regenval, die vooral voor Halfweg van beteekenis is.

Resumeerende kunnen wij van de weersfactoren in September mededeelen, dat van regenrijke Septembermaanden een ongunstigen invloed op het gehalte te vreezen is, terwijl in jaren met een droge Septembermaand een goed gehalte waarschijnlijk is. De andere factoren over deze maand zijn voor de opbrengst en het gehalte van geen beteekenis.

§ 7. *De maand October.*

De gemiddelde temperatuur te de Bilt voor de jaarreeks 1899—1926 is 9.5° C., het aantal uren zonneshijn 101, de regenval 69 mm.

De correlatie-coëfficiënten toonen aan, dat de opbrengst in het laatst van de groeiperiode slechts geringe wijzigingen kan ondergaan. Men kan evenwel de maand October, misschien juister gezegd de laatste weken van de groeiperiode, als *een kritische periode voor het gehalte* beschouwen, veroorzaakt door zonneshijn en regenval. Hierover zal dus in Hfst. VIII een afzonderlijke bespreking volgen.

De gegevens der provincies vertoonen hetzelfde beeld als over het geheele land verkregen is.

De regenval heeft op het suikergehalte der drie afzonderlijke fabrieken een minder belangrijken invloed, dan uit de correlatie-coëfficiënt ($- 0.60$) voor het geheele land verwacht zou worden, hoewel ze onderling zeer goed overeen komen.

Het weer in October heeft derhalve geen invloed op de suikerbietenopbrengst, wel echter op het suikergehalte, waarbij in de laatste weken vóór het rooien de zonneshijn en de regenval van groote beteekenis zijn. Droge, zonnige Octobermaanden zijn uitermate gunstig; jaren met een natte, donkere October geven zonder uitzondering een slecht gehalte.

Onder de klimatologische omstandigheden in Nederland kan men het weer in de laatste weken van de groeiperiode als beslissend beschouwen voor het suikergehalte. Men zie verder Hfst. VIII.

HOOFDSTUK VI.

NADERE ANALYSE VAN HET KLIMAAT.

De beteekenis der onderlinge relaties van de weersfactoren voor de suikerbietenopbrengst en het suikergehalte.

Wanneer men de variatie van de maandcijfers der weersfactoren vergelijkt met die van langere perioden dan een maand, dan zijn deze laatsten geringer, omdat een positieve afwijking in de eene maand dikwijls gepaard gaat met een negatieve afwijking in de volgende maand. Stelt derhalve een gewas gedurende enkele maanden achtereen dezelfde eischen aan het weer, dan is de kans groot, dat dit niet strookt met wat het heerschende klimaat heeft aan te bieden. Het gewas is dus niet in staat in een dergelijk klimaat maximale prestaties te leveren.

Nu wij in het vorige hoofdstuk den invloed van elk der drie weersfactoren hebben gevonden moet verder worden nagegaan, welke veranderingen de maandelijksche correlatie-coëfficiënten ondergaan als hierop een correctie wordt toegepast, die het verband met denzelfden weersfactor in *andere maanden* opheft. Om de noodzakelijkheid hiervan in te zien, bedenke men bijv. (wat straks nader zal blijken), dat hier te lande op een te warme Julimaand een te warme Augustus pleegt te volgen. Dit verband zal tengevolge hebben, dat een gewas, hetwelk in Augustus aan warmte behoefte heeft een valsche (positieve) correlatie met de Juli-temperatuur te zien geeft, die echter door partieele correlatie kan worden verdreven.

Tevens komt dan ter sprake, welke wijzigingen het verkregen beeld ondergaat door de lengte der perioden te veranderen, door nl. twee, drie en meer opeenvolgende maanden als één periode te beschouwen.

Ter verduidelijking van de tabellen VIIa, b en c mogen de volgende voorbeelden dienen. In de eerste der drie tabellen (VIIa) staan bijv. in het snijpunt van de horizontale lijn door Juli en de verticale lijn door Augustus de cijfers 18 en 5. Deze beduiden, dat in de beschouwde reeks van jaren (1899—1926) de temperatuurafwijkingen van haar gemiddelde waarde 18-maal in Juli hetzelfde teeken hadden als in

	Mei		Juni		Juli		Aug.		Sept.		Oct.	
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
April . . .	12	15	12	16	20	8	15	13	17	10	16	12
Mei . . .	—	—	12	14	11	15	11	15	12	13	11	15
Juni . . .	—	—	—	—	12	16	15	13	13	14	17	10
Juli . . .	—	—	—	—	—	—	17	11	15	12	12	16
Augustus . .	—	—	—	—	—	—	—	—	11	16	17	11
September . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	13

§ 1. *April en Mei.*

1a. De gemiddelde temperatuur in April en Mei vertoont een negatieve correlatie. Met de suikerbietenopbrengst geeft de temperatuur in April en in Mei slechts een zeer zwakke aanwijzing voor positieve correlatie. Worden de beide maanden als één periode beschouwd, dan is de correlatie-coëfficiënt $+ 0.25$.

Het suikergehalte houdt met de temperatuur in April in het geheel geen verband, terwijl in Mei een correlatie-coëfficiënt van $+ 0.49$ optreedt. Beschouwt men April en Mei als één periode, dan bedraagt de correlatie-coëfficiënt $+ 0.43$. De negatieve April—Mei correlatie kan de oorzaak van deze kleinere correlatie-coëfficiënt zijn.

Stippenkaart ¹⁾ voorstellende het verband tusschen de gemiddelde temperatuur in April en Mei te de Bilt en hun invloed op de opbrengst in Nederland.
1899—1926.

Fig. 1.

April warm	April warm
Mei koud	Mei warm
+ 4	+ 3
— 3	— 3
+ 2	+ 6
	— 3
April koud	April koud
Mei koud	Mei warm

¹⁾ Eigenlijk is het geen stippenkaart, omdat deze tengevolge van de kosten hier achterwege moest blijven en geven de getallen slechts een samenvatting van het stippenkaartenbeeld.

De stippenkaart leert, dat een koude maand April en een koude maand Mei in hetzelfde jaar weinig voorkomt. De groepeerings der + en - teekens voor de suikerbietenopbrengst toont geen enkele regelmaat.

Stippenkaart voorstellende het verband tusschen de gemiddelde temperatuur in April en Mei te de Bilt en hun invloed op het gehalte in Nederland
1899—1926.

Fig. 2.

April warm Mei koud + 2 - 5	April warm Mei warm + 5 - 1
- 2	+ 6 - 2 . 1)
April koud Mei koud	April koud Mei warm

Het gehalte hangt zeer duidelijk van de temperatuur in Mei af. ($r = + 0.49$).

De negatieve temperatuurscorrelatie tusschen deze beide maanden heeft geen beteekenis voor de betrekking, die er tusschen de temperatuur in Mei en de suikerbietenopbrengst en het suikergehalte bestaat.

1b. De uren zonschijn in April en Mei zijn zonder eenige regelmaat verdeeld. De correlatie-coëfficiënt voor de opbrengst bedraagt + 0.17 wanneer men de twee-maandelijksche periode April en Mei als één beschouwt. De zonschijn-correlatie met het gehalte is over Mei kleiner dan wanneer April en Mei als één periode worden beschouwd, dank zij de positieve correlatie-coëfficiënt van April zelf. De betrekkingen zijn echter alle vrij gering nl. voor Mei $r = + 0.26$, April $r = + 0.24$, April en Mei $r = + 0.37$.

¹⁾ In één jaar is het gehalte juist gelijk aan het gemiddelde. Dit wordt weergegeven door de stip.

1c. In de neerslagverdeeling van April en Mei is geen bepaalde regelmaat te vinden. Een zwakke aanwijzing voor het samengaan van veel regen in de eene maand met minder regen in de andere bestaat in de verhouding 12 positieve teekens tegenover 15 negatieve. De correlatie-coëfficiënten van de suikerbietenopbrengst voor den regenval in April en Mei afzonderlijk zijn klein (-0.29 en -0.31). Daarentegen is het verband met de twee-maandelijksche periode tamelijk groot. Deze correlatie-coëfficiënt bedraagt -0.46 .

Belangrijker zijn hier de relaties voor het suikergehalte. Hier vonden wij voor Mei alleen een verband uitgedrukt in $r = -0.28$, maar beide maanden als één periode beschouwd geeft een correlatie-coëfficiënt van -0.55 . Deze cijfers wijzen erop, dat de regenval in het begin van de groeiperiode reeds zoowel voor de opbrengst als voor het gehalte van suikerbieten beteekenis heeft.

Het behoeft niet te verwonderen, dat naast een duidelijke negatieve correlatie toch nog uitzonderingen optreden, tengevolge van andere invloeden; deze zijn voor de suikerbietenopbrengst o.a. de temperatuur in de maand Juli, voor het suikergehalte de regenval en zonschijn in de laatste weken van de groeiperiode.

Vraagt men zich af in hoeverre de verkregen uitkomsten overeenstemmen met de voorstelling, die men zich landbouwkundig van den invloed dezer beginperiode zou maken, dan blijven de gevonden relaties in getalwaarde beneden de verwachting, want op grond van mijne ervaringen, o.a. bij proefvelden, waarbij een verschil in de eerste ontwikkeling dikwijls in de oogstcijfers is terug te vinden, zou ik een sterker remmenden invloed van een natte en een gunstiger werking van een droge zaaiperiode hebben verwacht. Deze overweging is een reden geweest de geheele zaaiperiode nog nader in onderdeelen te splitsen. Dit komt echter bij het onderzoek naar kritische perioden (Hfdst. VIII) nader ter sprake. Wij zullen dan zien, dat de ongunstige werking van veel regen zich doet gelden in de betrekkelijk korte periode van 20 April tot 20 Mei en dat deze dan in hoofdzaak de opbrengst beïnvloedt.

§ 2. April, Mei en Juni.

2a. De gemiddelde temperatuur in Juni toont met die in April een duidelijk negatief verband. Tusschen de Mei- en de Juni-temperatuur bestaat geen regelmaat voor zoover de producten der afwijkingen dit aangeven. De temperatuur in Mei en Juni als één periode

beschouwd, geeft met de suikerbietenopbrengst denzelfden correlatie-coëfficiënt als voor de temperatuur in Juni werd gevonden nl. $+ 0.36$ (Juni = $+ 0.37$). Toch is een samenvatting der maandperioden in langere noodig. De temperatuur over April, Mei en Juni samen geeft bijv. een belangrijk hooger correlatie-coëfficiënt, nl. $+ 0.52$. Wij weten trouwens reeds, dat warmte over de geheele groeiperiode een gunstige werking op de suikerbietenopbrengst uitoefent (blz. 46).

Het suikergehalte, dat vrij sterk samenhangt met de gemiddelde temperatuur in Mei ($r = + 0.49$) toont hiermede ook een vrij sterk verband, wanneer Mei en Juni samen worden genomen, nl. $+ 0.54$. Deze correlatie-coëfficiënt wordt nog belangrijk verhoogd, wanneer men de driemaandelijksche periode 1 April—1 Juli beschouwt, nl. $+ 0.62$. Ik stel mij deze accumulatie als volgt voor: Stel een jaar heeft een warme Aprilmaand; de kans is dan groot dat in Mei en Juni de temperatuur beneden de normale ligt. (Men zie tabel VIIa.) De suikerbieten profiteerden van de warme Aprilmaand, maar door het minder gunstige weer in Mei en Juni wordt de voorsprong teniet gedaan en men vindt dus geen correlatie met de temperatuur in April. Neemt men echter April, Mei en Juni samen, dan is de correlatie een gevolg van de hooge of lage temperatuur in alle drie maanden. In het suikergehalte wordt deze gunstige omstandigheid terug gevonden. Hetzelfde geldt voor de beide andere maanden.

2b. De zonneshijn-verhoudingen zijn in meer dan een opzicht vermeldenswaard, wanneer men de maanden April, Mei en Juni vergelijkt. Donkere Aprilmaanden worden vaak gevolgd door Junimaanden met veel zon. In 21 van de 28 jaren is dit het geval, daarentegen bestaat er een positieve correlatie tusschen den zonneshijn in Mei en in Juni (Tabel VIIb). De correlatie-coëfficiënten van de suikerbietenopbrengst en het suikergehalte zijn van geringe beteekenis. Zij bevestigen, wat reeds vroeger vermeld werd nl., dat de zonneshijn in deze periode weinig invloed heeft. De correlatie-coëfficiënten van de suikerbietenopbrengst zijn voor den zonneshijn in de periode Mei en Juni $+ 0.36$ tegenover $+ 0.49$ voor Juni alleen en voor de periode 1 April—1 Juli $+ 0.39$. Voor het gehalte vinden we over Mei en Juni samen $+ 0.39$ en voor April, Mei en Juni $+ 0.49$.

Men ziet dus: voor de opbrengst en het gehalte is de zonneshijn in deze driemaandelijksche periode gunstig evenals dit met de temperatuur het geval is.

2c. Ten slotte de regenval. In de regenverdeling van de maanden April, Mei en Juni valt geen onderling verband op te merken. Het is derhalve onnoodig hier nader op in te gaan. De correlatie-coëfficiënt voor de periode Mei en Juni bedraagt bij de opbrengst — 0.35 en voor April tot en met Juni — 0.50. Wij stelden reeds een belangrijke negatieve correlatie vast tusschen suikerbietenopbrengst en regenval in de eerste groeiperiode (blz. 65), zoodat bovenstaande betrekkingen geen nadere toelichting behoeven. Hetzelfde is voor het suikergehalte het geval, waarvan de correlatie-coëfficiënten respectievelijk — 0.009 en — 0.38 bedragen. Deze cijfers zijn waarschijnlijk te laag, omdat de invloed van den regenval in de maanden afzonderlijk niet in dezelfde richting gaat. In April en Mei gaf immers de regenval met het suikergehalte een negatieven correlatie-coëfficiënt (nl. April — 0.44 en Mei — 0.28), terwijl de regenval in Juni van een gunstige werking blijk geeft (+ 0.16). De beteekenis van dit laatste cijfer wordt grooter, nu uit de neerslagverdeling in deze drie maanden tezamen geen regelmaat blijkt.

§ 3. *April tot en met Juli.*

3a. Tabel VIIa leert, dat er een negatief verband bestaat tusschen de gemiddelde temperatuur in Mei en Juli ($r = -0.23$).¹⁾ Deze omstandigheid is in zooverre gewichtig, dat zoowel in Mei als in Juli warmte ons is gebleken gunstig te werken; in Mei in hoofdzaak voor het suikergehalte, in Juli in hoofdzaak voor de suikerbietenopbrengst.

Stippenkaart voorstellende het verband tusschen de temperatuur in Mei en Juli te de Bilt en de invloed op den opbrengst in Nederland.

1899—1926.

Fig. 3.

Juli warm	Juli warm
Mei koud	Mei warm
+ 7	+ 4
— 2	
— 2	+ 3
	— 7
Juli koud	Juli koud
Mei koud	Mei warm

¹⁾ Dit geldt voor de reeks 1899—1926; voor 1852—1926 werd gevonden: $r = 0.06 \pm 0.115$.

Hoewel de verdeling der punten vrij onregelmatig is, springt wel een duidelijk negatief verband in het oog. Hierdoor en tengevolge van het feit, dat praktisch geen opbrengsten beneden het gemiddelde voorkomen in jaren met een warme Julimaand, en de opbrengst vrijwel altijd beneden het gemiddelde is in jaren met een koude Julimaand zijn de Meimaanden in gunstige jaren meestal koud. Schakelen wij nu den invloed van de temperatuur in Juli uit, dan krijgen wij een beeld van de ware beteekenis der Meimaand op zich zelve. De partiële correlatie-coëfficiënt suikerbietenopbrengst—temperatuur in Mei bedraagt $+0.42$, waaruit wel degelijk de gunstige beteekenis van hooge temperatuur in de maand Mei voor de opbrengst blijkt. Maar tevens ondergaat het verband tusschen opbrengst en Julitemperatuur nog eenige wijziging, wanneer de temperatuur in Mei constant is. De partiële correlatie-coëfficiënt bedraagt dan $+0.67$. Hieruit volgt dus, dat door het tegengestelde verband tusschen de temperatuur in Mei en in Juli de gunstige omstandigheden in een van beide maanden voor de opbrengst zelden ten volle tot haar recht komen, maar ook dat ongunstige weersomstandigheden in een dezer beide maanden meestal ten deele door die der andere maand worden genivelleerd. Wij zien dus, dat Mei en Juli in ons land met warm weer gunstig voor de opbrengst zijn, Juli in veel grooter mate dan Mei. Door het tegengestelde verband — voor zoover de 28-jarige periode recht geeft tot deze conclusie — wordt echter de opbrengstschommeling minder groot, wat als een gunstige omstandigheid kan worden beschouwd.

De invloed eener langere periode, waarin Juli is begrepen, kan uit de volgende correlatie-coëfficiënten blijken. Periode Juni en Juli, correlatie-coëfficiënt temperatuur—opbrengst = $+0.66$. In deze periode heeft de temperatuur een grooteren correlatie-coëfficiënt dan in iedere maand afzonderlijk. Voegt men Mei er nog aan toe tot een periode van drie maanden, dan is hiervoor de correlatie-coëfficiënt $+0.68$. Deze betrekking vindt men ook, wanneer men de coëfficiënt van gezamenlijke correlatie van de temperatuur in Mei en Juli berekent uit de partiële correlatie-coëfficiënten. De temperatuur in de viermaandelijksche periode April, Mei, Juni en Juli geeft met de opbrengst een correlatie-coëfficiënt van $+0.69$.

Tenslotte de gevolgen der negatieve correlatie tusschen de temperatuur in Mei en Juli voor de correlaties met het suikergehalte. De betrekking tusschen het suikergehalte en de Juli-temperatuur vonden wij uitgedrukt in een onbeduidende negatieve correlatie $r = -0.12$, terwijl

de temperatuur in Mei een belangrijken positieven correlatie-coëfficiënt met het gehalte toont ($r = + 0.49$). Schakelen wij de onderlinge correlatie tusschen Mei en Juli-temperatuur uit, dan beteekent de Juli-temperatuur in het geheel niets meer voor het gehalte. Het bewijs voor het afnemen van den temperatuursinvloed op het suikergehalte naar den zomer toe vindt men, naast de correlatie-coëfficiënten van iedere maand afzonderlijk, in de betrekkingen met de langere perioden. (temperatuur Juni—Juli $+ 0.14$; Mei, Juni, Juli $+ 0.37$). Merkwaardig is in dit opzicht het verschillend gedrag van de suikerbietenopbrengst en het suikergehalte.

3b. De variaties van den zonneshijn in de maand Juli vergeleken met die in de maanden April, Mei en Juni vertoonen over de beschouwde reeks van jaren geen bepaald verband. Er is reeds gebleken, dat de periode April, Mei en Juni met kans op succes niet als één geheel is op te vatten, gezien het negatieve verband tusschen den zonneshijn in April en Juni en het positieve verband tusschen Mei en Juni. De correlatie-coëfficiënten over langere periode, de maand Juli inbegrepen, worden alle beheerscht door de sterke correlatie tusschen de suikerbietenopbrengst en den zonneshijn in deze maand nl.:

Zonneshijn in de maanden Juni en Juli, $r = + 0.74$;

Zonneshijn in de maanden Mei t/m Juli, $r = + 0.68$;

Zonneshijn in de maanden April t/m Juli, $r = + 0.66$.

Dit is een verschil met de bovengenoemde temperatuurcorrelaties, waarbij een geringe toeneming plaats had door een driemaandelijksche periode te nemen. (Juni—Juli $+ 0.66$ en Mei t/m Juli $+ 0.68$).

Het suikergehalte vertoont met de weersfactoren in den zomer geen nauw verband. Evenals de temperatuur-correlaties zijn ook die voor den zonneshijn onbelangrijk.

De correlatie-coëfficiënten tusschen den zonneshijn en het suikergehalte voor langere perioden zijn:

Voor Juni en Juli $+ 0.33$;

Voor Mei, Juni en Juli . . $+ 0.42$;

Voor April, Mei, Juni en Juli $+ 0.50$.

Ook door langere perioden te beschouwen, wordt een bevestiging gevonden van den gunstigen invloed van den zonneshijn in den voorzomer op het suikergehalte.

3c. Tusschen de neerslagverdeeling van April en Juli bestaat positieve correlatie. In 20 jaren is het teeken der afwijking van het gemiddelde hetzelfde, tegen 8 jaren waarin het omgekeerde het geval is. Toch is de correlatie-coëfficiënt slechts klein nl. $+ 0.33$ ¹⁾).

Stippenkaart voorstellende het verband tusschen den regenval in April en Juli te de Bilt en den invloed op de opbrengst in Nederland.
1899—1926.

Fig. 4.

Juli nat April droog + 3 - 3	Juli nat April nat + 4 - 5
+ 8 - 3 Juli droog April droog	+ 1 - 1 Juli droog April nat

De stippenkaart leert, dat er bijna geen jaren voorkomen, waarin op een natte April een droge Juli volgt. Overigens verklaart de groepeerings der punten den kleinen correlatie-coëfficiënt voldoende. In de verdeeling der $+$ en $-$ teekens is niet de minste regelmaat te ontdekken. Men zou dan ook geneigd zijn verder aan den regenval geen aandacht te schenken, doch dient bedacht te zijn op de correlatie van den regenval en den zonneshijn in Juli onderling, omdat de laatste een belangrijke rol voor de opbrengst speelt. Brengt men door partiële correlatie dezen factor buiten beschouwing en heft men tevens de negatieve correlatie van regen in April en in Juli op, dan is er een zwakke aanduiding, dat de regenval in Juli op zich zelve gunstig kan werken. Men sla dit echter niet te hoog aan, want de correlatie-coëfficiënten over langere perioden, Juli inbegrepen, wijzen daarvoor te

¹⁾ Dit geldt voor de reeks 1899—1926. Voor 1852—1926 is de correlatie-coëfficiënt: $+ 0.18 \pm 0.11$.

veel op het belang van droog weer. Correlatie-coëfficiënten van den regenval en de opbrengst zijn:

Voor Juni en Juli — 0.34;

Voor Mei, Juni en Juli . . . — 0.54;

Voor April, Mei, Juni en Juli — 0.58.

Behalve de positieve correlatie tusschen den regenval in April en Juli, is er geen sprake van eenig verband tusschen den neerslag dezer maanden.

Wat het suikergehalte betreft kan worden opgemerkt, dat de weersfactoren in de zomermaanden hier zeer weinig toe doen. De correlatie-coëfficiënten voor de afzonderlijke maanden waren reeds gering, maar wanneer men langere perioden beschouwt, blijkt de neerslag in de zomermaanden al bitter weinig het gehalte te beïnvloeden. (Regenval Juni + Juli $r = -0.01$; Mei, Juni en Juli -0.21 en April, Mei, Juni en Juli -0.41). Dit laatste is een gevolg van de grootere beteekenis van het weer in de beginperiode.

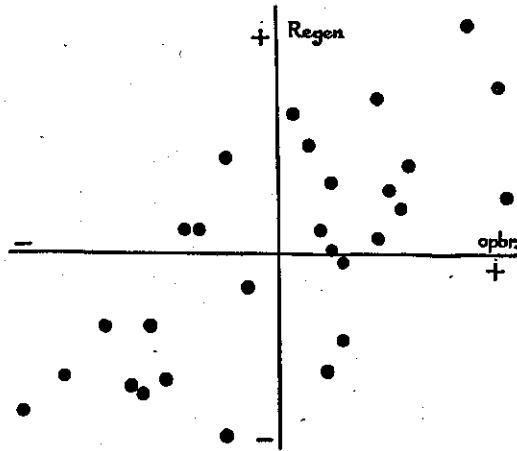
§ 4. *April tot en met Augustus.*

4a. De gemiddelde temperatuur in Augustus bezit een positieve correlatie met die in Juli ($r = + 0.42$). Het is dan ook niet te verwonderen, dat men het weer in de maand Augustus veelal een grootere beteekenis toeschrijft dan waarop het aanspraak kan maken, te meer omdat deze samenhang der weersfactoren ook voor den zonnenschijn en den regenval bestaat. Wanneer men Juli en Augustus als één periode beschouwt is de correlatie-coëfficiënt voor de temperatuur $= + 0.61$. Een groote correlatie-coëfficiënt geeft de opbrengst met de temperatuur in de driemaandelijksche periode Juni, Juli en Augustus, nl. $+ 0.71$. Ook de viermaandelijksche periode Mei—Augustus toont hetzelfde verband, nl. $r = + 0.72$, terwijl in de periode 1 April tot 1 September de temperatuur eveneens een correlatie-coëfficiënt geeft van $+ 0.72$. De stippenkaart geeft dit nauwe verband duidelijk weer.

Stippenkaart voorstellende den invloed van de temperatuur in de periode 1 April—1 September volgens waarnemingen te de Bilt op de suikerbietenopbrengst in Nederland.

1899—1926.

Fig. 5.



Over den invloed van de temperatuur op het suikergehalte kunnen wij kort zijn. De maandelijksche correlatiecijfers geven reeds aan, dat in dit opzicht weinig van een combinatie van maandelijksche perioden te verwachten is, omdat het verband tusschen het gehalte en de temperatuur der afzonderlijke maanden niet alleen zeer gering, maar tevens dikwijls tegengesteld is. ($r_{\text{Augustus}} = -0.11$, $r_{\text{Juli}} = -0.12$, $r_{\text{Juni}} = +0.34$). De correlatiecijfers voor langere perioden zijn dan ook zonder eenige beteekenis ($r_{\text{Juli+Augustus}} = -0.14$, $r_{\text{Juni t/m Augustus}} = +0.08$). Het is waarschijnlijk niet geheel buitengesloten, dat de belangrijke invloed der temperatuur op de opbrengst en de wisselwerking, die er bestaat tusschen gewicht en gehalte hier een rol spelen.

4b. De zonneshijn in Augustus en April zijn onderling positief correlatief ($+0.25$). Ook met den zonneshijn in Juli vertoont die in Augustus een sterken samenhang in dezelfde richting. De invloed

van den zonschijn in Augustus op de suikerbietenopbrengst, uitgedrukt door $r = + 0.26$ kan wel geheel op rekening van dezen samenhang worden gesteld. Dit blijkt uit den correlatie-coëfficiënt van beide maanden Juli en Augustus tezamen welke $+ 0.58$ bedraagt, en dus kleiner is dan die voor de maand Juli alleen. Ook wanneer men langere perioden neemt, waarin Augustus is begrepen, neemt de correlatie-coëfficiënt niet meer toe bijv. Juni t/m Augustus geeft $+ 0.68$ tegenover Juni en Juli $+ 0.74$. Hier is dus een verschil met den invloed van de temperatuur op de suikerbietenopbrengst te constateeren.

TABEL VIII.

De correlatie-coëfficiënten van de opbrengst bedragen:

Periode	met de temperatuur.	met den zonschijn.
Juli	+ 0.60	+ 0.66
Juni en Juli	+ 0.66	+ 0.74
Juli en Augustus	+ 0.61	+ 0.58
Juni, Juli en Augustus	+ 0.71	+ 0.68
Mei, Juni, Juli en Augustus	+ 0.72	+ 0.66
April, Mei, Juni, Juli en Augustus	+ 0.72	+ 0.60

De correlatie tusschen den zonschijn en het suikergehalte in Augustus is zoo klein, dat geen verdere berekeningen hieromtrent noodig zijn. De langere perioden, waarin Augustus is begrepen geven ook slechts onbeduidende correlaties.

4c. De regenval over Augustus en Juli wijzen op een positief onderling verband. Overigens is er geen regelmaat te ontdekken. De kleine correlatie-coëfficiënten, die zoowel met het gehalte als met de opbrengst over Augustus werden verkregen (resp. — 0.08 en — 0.15) maken het niet noodig hier nader op in te gaan. De negatieve Juli-correlatie en de positieve September-correlatie tusschen de suikerbietenopbrengst en den regenval kenmerken Augustus als een overgangsperiode.

§ 5. *April tot en met September.*

5a. De temperatuur in September toont een negatieve correlatie met de temperatuur in April. De suikerbietenopbrengst wordt, te rekenen naar de correlatie-coëfficiënten van de temperatuur in April en September, in geen van beide maanden belangrijk beïnvloed. Bekend is echter de gunstige werking van een warme periode gerekend over April tot en met September (correlatie-coëfficiënt $+ 0.70$).

Stippenkaart voorstellende het verband tusschen de temperatuur in April en September te de Bilt en den invloed op de opbrengst in Nederland.

1899—1926.

Fig. 6.

April koud September warm + 5 - 3	April warm September warm + 4 - 1
+ 3 - 1 April koud September koud	+ 3 - 5 April warm September koud

Een duidelijke groepeerings, waaruit een negatieve correlatie zou blijken, valt uit de stippenkaart niet af te leiden. Evenmin is er regelmaat in de groepeerings der $+$ en $-$ teekens waar te nemen. Het komt mij voor, dat men bij kleine correlatie-coëfficiënten van een stippenkaart weinig te verwachten heeft. De geringe correlaties tusschen het suikergehalte en de temperatuur in April en September geven dan ook geen aanleiding de gevolgen der negatieve correlaties tusschen de temperatuur in de betreffende maanden nader te bezien. De aanwijzing voor negatieve correlatie tusschen de temperatuur in Juni en in September is evenmin aanleiding op deze regelmaat ten opzichte van de suikerbietenopbrengst en het suikergehalte in te gaan.

5b. De zonneshijn in September is in geen enkel opzicht met die in andere maanden gebonden, zoodat de correlatie-coëfficiënten van deze en de opbrengst of het gehalte geen invloed van bijkomstige correlaties ondergaan.

5c. De neerslag in September vertoont positieve correlatie met dien in April. De correlatie-coëfficiënt bedraagt $+ 0.39$. Dit is opmerkelijk, omdat de correlatie-coëfficiënten van den regen in deze beide maanden en de suikerbietenopbrengst juist tegengesteld zijn, nl. met Aprilregen = $- 0.29$ en met Septemberregen = $+ 0.22$.

Stippenkaart voorstellende het verband tusschen den regenval in April en September te de Bilt en den invloed óp de opbrengst in Nederland.
1899—1926.

Fig. 7.

April droog September nat $+ 4$	April nat September nat $+ 4$ $- 2$
$+ 6$ $- 5$ April droog September droog	$+ 1$ $- 4$ April nat September droog

De groepeerling der punten laat aan duidelijkheid voor een positieve correlatie wel wat te wenschen over. De ligging der $+$ en $-$ teekens wijst intusschen wel op een positieve correlatie met den neerslag in September. Een droge April gevolgd door een natten September blijkt gunstig te zijn, terwijl het omgekeerde ongunstig is. Beide weerscombinaties komen echter weinig voor, waaruit volgt, dat tengevolge van het klimaat in ons land zeer sterke opbrengst-fluctuaties weinig optreden. Immers is het weer in April gunstig dan zal September hoogstwaarschijnlijk minder gunstig weer geven, terwijl ook het omgekeerde het geval is. Slechts in betrekkelijk weinig jaren werkt het weer in beide maanden in dezelfde richting.

De partiële correlatie van de suikerbietenopbrengst en den regenval in de maanden April en September brengt verschillen aan het licht; voor den regenval in April vinden wij nu -0.42 (oorspronkelijk -0.29) en voor September $+0.36$ (oorspronkelijk $+0.22$). Bij de beschouwingen van den regenval in April dient men echter rekening te houden met de correlatie, die deze factor in April geeft met dien in Juli (correlatie-coëfficiënt $= +0.33$). Men mag echter veilig aannemen, dat de regenval in September welkom is met het oog op de opbrengst.

Wat het suikergehalte betreft kan worden opgemerkt, dat zoowel de regenval in April als die in September minder gunstig moet worden geacht.

Stippenkaart voorstellende het verband tusschen den regenval in April en September volgens waarnemingen te de Bilt en den invloed op het suikergehalte in Nederland.

1899—1926.

Fig. 8.

April droog September nat + 2 - 2	April nat September nat + 2 - 3 . 1
+ 8 - 3 April droog September droog	+ 3 - 2 April nat September droog

De groepeerling der + en - teekens geeft een duidelijke voorkeur te zien van een gunstig gehalte voor jaren met een droge Aprilmaand, wanneer September ook droog is. Deze combinatie doet zich zeer dikwijls voor, wat als een gunstige omstandigheid is te beschouwen, omdat hierdoor de kans voor een goed gehalte wordt vergroot.

§ 6. *De laatste maanden der groeiperiode.*

6a. De temperatuur in October vertoont:

- 1e. negatieve correlatie met de temperatuur in Juni ($r = - 0.42$).
- 2e. positieve correlatie met de temperatuur in Augustus en
- 3e. positieve correlatie met de temperatuur in September, waarvan alleen de eerste eenige beteekenis kan hebben.

De gevolgen hiervan voor de opbrengst zijn uit den aard der zaak gering, omdat in de betreffende periode de temperatuur slechts kleine correlatie-coëfficiënten met de opbrengst geeft. (Juni $+ 0.37$, Augustus $+ 0.41$, September $+ 0.12$ en October $- 0.12$.) Alleen zij opgemerkt, dat de negatieve October-correlatie verklaard kan worden door het negatieve verband tusschen de Juni- en de October-temperatuur. Uitschakeling hiervan geeft inderdaad voor de October-temperatuur een partieelen correlatie-coëfficiënt $+ 0.04$, wat praktisch nul is.

Ook het suikergehalte zal slechts weinig invloed van bovengenoemde regelmaat ondervinden, wanneer men de zeer zwakke correlatie-coëfficiënten van de temperatuur in de betreffende periode in aanmerking neemt. Opgemerkt zij nog, dat de temperatuur in de maanden Augustus, September en October in dezelfde richting werkt. Is een der maanden koud, dan is bijna steeds het heele kwartaal beneden normaal en omgekeerd. Het mag derhalve als een gelukkige omstandigheid gelden, dat de suikerbieten in deze periode zoo weinig invloed van de temperatuur ondervinden. Dit blijkt niet alleen uit de maandelijksche gegevens, maar wordt ook aangeduid door de zwakke correlaties met de temperatuur over de geheele periode. Deze periode 1 Augustus—1 November geeft bij de opbrengst $r = + 0.14$ en bij het gehalte $r = - 0.25$.

6b. De belangrijke invloed van den zonneshijn over de maand October op het suikergehalte stempelt deze maand in dit opzicht tot een z.g. kritische periode ($r = + 0.63$). Het eenige verband met een andere periode, dat hier van beteekenis is, geeft de zonneshijn in September. Er is derhalve alleszins reden om deze twee maanden als één geheel te beschouwen en men dient bij de begrenzing der periode niet streng aan 31 October vast te houden. De sterke correlatie met den zonneshijn in October blijkt zich ten volle te handhaven. Wanneer men een tweemaandelijksche periode September en October beschouwt, is de correlatie-coëfficiënt even groot als over October alleen nl. $+ 0.63$. Dit stemt niet overeen met het geringe verband tusschen den

zonneshijn in September en het suikergehalte nl. $r = + 0.19$. Verwacht mag worden, dat de invloed van den zonneshijn zich in deze maand zeer snel wijzigt.

6c. De neerslag in October geeft eenig verband te zien met den neerslag in Juni en in Augustus, beide maanden, die wat dezen weersfactor betreft, zoowel voor de opbrengst als voor het gehalte minder belangrijk zijn. Alleen valt de aandacht op het tegengestelde teeken van den correlatie-coëfficiënt van het suikergehalte en den regenval in Juni, die van gehalte en den regenval in October.

Stippenkaart voorstellende het verband tusschen den regenval in Juni en October te de Bilt en den invloed op het gehalte in Nederland.

1899—1926.

Fig. 9.

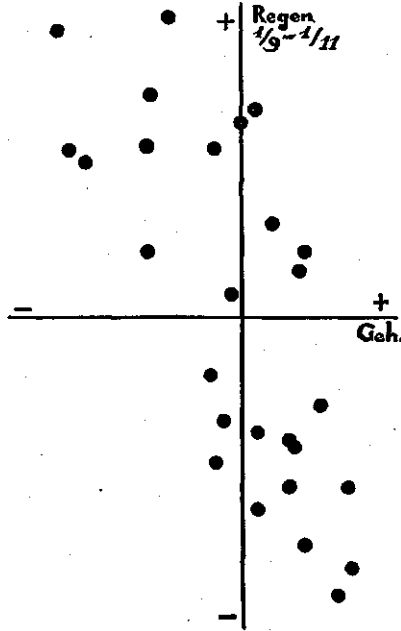
Juni droog October nat + 0 . 1 - 4	Juni nat October nat - 5 + 3
+ 8 - 2 Juni droog October droog	+ 4 - 1 Juni nat October droog

Zoowel in Juni als in October werkt een regenval beneden den normalen gunstig op het gehalte. Men ziet uit de groepeerings- en — teekens duidelijk, dat de invloed van October domineert. Tenslotte stelt de belangrijke correlatie-coëfficiënt van het suikergehalte en den regenval over September en October tezamen het gewicht van de laatste weken der groeiperiode in het licht. De correlatie-coëfficiënt bedraagt — 0.69. Men kan derhalve de laatste weken van den groeitijd als een kritische periode voor het suikergehalte beschouwen. De stippenkaart demonstreert tenslotte dit belangrijke verband nog eens.

Stippenkaart voorstellende den invloed van den regenval in September en October te de Bilt op het gehalte in Nederland.

1899—1926.

Fig. 10.



HOOFDSTUK VII.

VERGELIJING VAN DEN INVLOED DER WEERSFACTOREN IN VERSCHILLENDE LANDBOUWGBIEDEN.

De kleine oppervlakte, waarover de suikerbienteelt zich in ons land uitstrekt en de betrekkelijke uniformiteit van het klimaat maakten het mogelijk ons land voorloopig als één geheel te beschouwen. Toch geven de afzonderlijke streken niet geheel dezelfde uitkomsten, wanneer men door middel van de correlatie-methode de suikerbietenopbrengst en het suikergehalte vergelijkt met de verschillende weersfactoren. Het is dus alleszins wenschelijk nader op de geconstateerde verschillen in te gaan.

§ 1. *De suikerbietenopbrengsten in de verschillende provincies.*

In hoofdstuk III vinden wij vermeld op welke wijze de oogststatistieken tot stand komen. Hieruit volgt, dat men aan geringe verschillen tusschen de provinciale opgaven in één jaar voor ons doel geen groote waarde kan hechten. Vergelijking der gemiddelde opbrengsten over een reeks van jaren is van meer waarde en leert, dat de suikerbietenopbrengst in Zeeland zeer belangrijk boven die der andere provincies uitkomt. Over de jaren 1899—1926 is de gemiddelde opbrengst daar 34.100 kg per ha. Dan volgt Zuid-Holland, waar de opbrengst 31.500 kg bedraagt en Noord-Holland met 31.000 kg. Groningen, Friesland en Noord-Brabant zijn praktisch gelijk nl. 29.400, 29.800 en 29.500 kg per ha. Drukken wij de opbrengsten der provincies uit in procenten van de opbrengst voor het geheele land, die 31.100 kg per ha bedraagt, dan krijgen wij:

Nederland	100	Friesland	96
Zeeland	110	Noord-Brabant	95
Zuid-Holland	101	Groningen	95
Noord-Holland	100		

Het is niet buitengesloten, dat deze verschillen ten deele een

gevolg zijn van klimaatverschillen. De Groninger Maatschappij van Landbouw heeft zich in haar rapport over deze kwestie ¹⁾ geheel op dit standpunt gesteld, waarbij vooral aandacht gewijd wordt aan het verschil in de minimumtemperatuur en in de maandelijksche amplitude tusschen maximum- en minimumtemperatuur in den tijd van het zaaien. Ook wordt er op gewezen, dat de hoogere gemiddelde temperatuur in het voorjaar in Zeeland daar tot vroegeren zaai aanleiding geeft, waardoor de groeiperiode wordt verlengd. Een nauwkeurige beschouwing toont aan, dat deze redeneering slechts gedeeltelijk juist kan zijn. Behalve in April, wanneer de gemiddelde temperatuur in het Zuiden des lands iets hooger is, voor zoover het kustgebied betreft, zie ik alleen in Mei een verschil in grootte van de amplitude tusschen maximum- en minimumtemperatuur en een daarmee samengaande hoogere minimumtemperatuur in Zeeland. In zooverre schuilt er dus een grond van waarheid in het betoog. Maar als in dit verschil de oorzaak der opbrengstverschillen ware gelegen, zou daaruit direct volgen, dat Westelijk Noord-Brabant zeker even gunstige opbrengsten moet geven, omdat voor deze landstreek nog belangrijker verschillen met Groningen in de genoemde factoren voorkomen dan voor Zeeland. En tenslotte zijn dit niet de eenige klimaatverschillen tusschen Groningen en Zeeland. Wat zoeven van de minimumtemperatuur en het verschil tusschen maximum en minimum in April en Mei is meegedeeld bestaat in andere maanden ook en is soms dan zelfs grooter. Maar in ieder geval wijzen de beschouwingen in het rapport der Groninger Maatschappij van Landbouw op de beteekenis, die de praktijk hecht aan weersomstandigheden in de zaaiperiode.

Dank zij de bereidwilligheid van de Directie der Centrale Suiker Maatschappij, heb ik de gelegenheid gehad bij een drietal fabrieken het suikergehalte over een voldoende aantal jaren te kunnen bestudeeren. In hoofdstuk III werd reeds op enkele belangrijke feiten gewezen, nl. het lage gemiddelde voor Halfweg, in vergelijking met Vierverlaten en Sas van Gent, en bij de laatste fabriek de snelle stijging van het suikergehalte over de beschouwde reeks van jaren. Wij herhalen hier onze opvatting, dat de regenrijke herfst in het gebied van de Haarlemmermeer hieraan debet is.

¹⁾ Handel. der Gron. Mij. v. Landbouw 1927.

§ 2. *Uitvoerige bespreking der provinciale gegevens over de afzonderlijke maanden der groeiperiode.*

1. *April.*

TABEL IX.

Correlatie-coëfficiënten van de suikerbietenopbrengst en van het suikergehalte in verschillende provincies en de gemiddelde temperatuur en den regenval, volgens waarnemingen van een dichtbijgelegen station over de maand April.

1899—1926.

Provincies	Temperatuur		Regenval	
	Opbrengst	Gehalte	Opbrengst	Gehalte
Groningen	+ 0.03	+ 0.14	— 0.43	— 0.21
Friesland	— 0.02		— 0.35	
Noord-Holland . .	— 0.10	+ 0.01	— 0.36	— 0.41
Zuid-Holland . . .	+ 0.00		— 0.20	
Zeeland	+ 0.15	— 0.03	— 0.48	— 0.13
Noord-Brabant . .	+ 0.05		— 0.24	

Bovenstaande uitkomsten bevestigen de opvatting van het rapport der Groninger Maatschappij van Landbouw niet. De gemiddelde temperatuur in April speelt blijkbaar geen rol. De regenval veroorzaakt echter belangrijke verschillen. Zeeland heeft een belangrijk hooger negatieven correlatie-coëfficiënt dan de andere provincies. Gemiddeld bedraagt de April-temperatuur voor Groningen over de jaren 1899—1926 8,5° C., voor Vlissingen 8,7° C. en voor Oudenbosch 9,3° C. Zooals reeds gezegd, zou West Noord-Brabant in dit opzicht in een zeer gunstige positie verkeeren. Deze omstandigheid heeft echter door het ontbreken van eenige correlatie met dezen factor geen beteekenis voor de suikerbietenopbrengst. De regenval oefent waarschijnlijk over het geheele land niet denzelfden invloed uit. De neerslag bedraagt gemiddeld in April voor de stations Groningen, Vlissingen en Oudenbosch over de jarenreeks 1899—1926 47,44 en 48 mm; verschillen die waarschijnlijk te klein zijn om er de verschillen in correlatie aan toe te schrijven. Uit de stippenkaarten, die het verband tusschen den regenval en de opbrengst of het gehalte aangeven, blijkt,

dat de negatieve regenafwijkingen over het algemeen kleiner zijn dan de positieve. Dientengevolge is het aantal jaren met een negatieve afwijking grooter dan de helft van de totale reeks. Er zit echter in de stippenkaart van Zeeland een duidelijke negatieve correlatie, terwijl voor Groningen en Noord-Brabant een meer verspreide ligging der punten valt op te merken.

De negatieve betrekking tusschen het suikergehalte en den neerslag in April, welke voor Halfweg is vastgesteld ($r = -0.41$) kan niet verklaard worden door een grooteren regenval, omdat de neerslag in deze maand voor dit gebied niet grooter is dan elders. Ik acht het niet buitengesloten, dat hier gedacht moet worden aan een verband tusschen den regenval in April en dien in een zeer belangrijke „kritische” periode, bijv. in de laatste weken der groeiperiode. (Zie blz. 103).

2. De maand Mei.

TABEL X.

Correlatie-coëfficiënten van de suikerbietenopbrengst en van het suikergehalte in verschillende provincies met de gemiddelde temperatuur en met den regenval, volgens waarnemingen van een dichtbijgelegen station over de maand Mei.

1899—1926.

Provincies	Temperatuur		Regenval	
	Opbrengst	Gehalte	Opbrengst	Gehalte
Groningen	+ 0.19	+ 0.36	— 0.26	— 0.13
Friesland	+ 0.23		— 0.31	
Noord-Holland	+ 0.20	+ 0.20	— 0.21	— 0.19
Zuid-Holland	+ 0.20		— 0.35	
Zeeland	— 0.01	+ 0.34	— 0.28	— 0.07
Noord-Brabant	+ 0.17		— 0.43	

In deze tabel valt direct de aandacht op het verschil tusschen Zeeland en Noord-Brabant. In deze maand is de invloed van den regenval voor Noord-Brabant belangrijk grooter dan voor Zeeland, in tegenstelling met den invloed van den regenval in April, waar het juist omgekeerd was. Het ligt dus voor de hand, dat deze plotselinge overgang aan een nader onderzoek moet worden onderworpen. Dit klemmt

te meer, omdat het een periode betreft, waaraan door de praktijk een zeer belangrijke rol in de opbrengst wordt toegeschreven. De drie decaden der maanden zullen hiervoor afzonderlijk en in andere combinatie worden bestudeerd en ik heb ook de andere provincies in dit onderzoek betrokken. ¹⁾

Beschouwt men de correlatie-coëfficiënten der decaden, dan is het type voor Zeeland en N.-Brabant afwijkend van het type der andere drie provincies, waar duidelijk twee belangrijke decaden optreden, terwijl in Zeeland de invloed van den regenval in de decade van April overweegt. Daarbij komt nog, dat er een verschuiving naar Mei toe plaats heeft in de gegevens van Noord-Brabant. De perioden van 20 dagen toonen lagere correlatie-coëfficiënten voor het Noorden van het land en tevens treedt hier dezelfde verschuiving voor de cijfers van Noord-Brabant op. Hierbij zijn de eerste tien dagen van April buiten beschouwing gelaten om de geringe correlatie-coëfficiënt op zich zelf. Tenslotte is voor alle provincies de periode 20 April—20 Mei als kritische periode te beschouwen. Hetzelfde geldt voor de gegevens van het geheele land waarvoor een correlatie-coëfficiënt van -0.66 werd gevonden.

Er bestaat dus, wat den invloed van den regenval betreft, verschil tusschen Zeeland eenerzijds en Groningen aan den anderen kant. Dit verschil is echter zoodanig, dat de omstandigheden van het klimaat in Zeeland minder gunstig zijn dan in Groningen in dezelfde periode. Dit volgt niet alleen uit den grooteren regenval in de kritische periode, maar tevens uit de hoogere correlatie-coëfficiënten. De vraag is hoe men zich dan het optreden van een opbrengstverschil ten gunste van Zeeland moet voorstellen. Ik meen hiervoor de volgende verklaring te kunnen geven. De grootte van den oogst wordt in Groningen grotendeels bepaald door een anderen factor met een grooteren invloed dan bovengenoemde regenval-periode 20 April—20 Mei. Alleen wanneer deze andere invloedrijke factor gunstig uitvalt, bereikt hier de opbrengst hoogten, die door den regenval worden beheerscht. In Zeeland daarentegen zijn de omstandigheden van den anderen factor bijna steeds zóó gunstig, dat altijd de hoogte wordt bereikt, waarbij de regenval een doorslaande factor is. Dit verklaart de hoogere opbrengsten in Zeeland en tevens den belangrijken invloed van den

¹⁾ Zie Tabel 31 aan het slot.

regenval in de periode 20 April—20 Mei in deze provincie. De bedoelde andere belangrijke factor zal blijken uit de berekeningen der temperatuurcorrelaties voor de maand Augustus (zie blz. 87).

De beteekenis van de lagere minimumtemperatuur in de zaaiperiode in het Noorden van ons land, heb ik trachten na te gaan door berekeningen van den correlatie-coëfficiënt van de opbrengst en de minimumtemperatuur over de periode 20 April—20 Mei. De correlatie-coëfficiënt bedraagt slechts + 0.47, zoodat van een overwegenden invloed niets blijkt.

Over de beteekenis van de weersfactoren voor het *suikergehalte* in de maand Mei valt weinig op te merken, omdat de correlatie-coëfficiënten vrij klein zijn en er bovendien geen verschillen van beteekenis bij de drie fabrieken optreden.

3. De maand Juni.

TABEL XI.

Correlatie-coëfficiënten van de suikerbietenopbrengst en van het suikergehalte in verschillende provincies met de gemiddelde temperatuur en met den regenval volgens waarnemingen van een dichtbijgelegen station over de maand Juni.

1899—1926.

Provincies	Temperatuur		Regenval	
	Opbrengst	Gehalte	Opbrengst	Gehalte
Groningen	+ 0.52	+ 0.41	— 0.19	— 0.10
Friesland	+ 0.51		— 0.14	
Noord-Holland	+ 0.29	+ 0.46	— 0.15	+ 0.18
Zuid-Holland	+ 0.27		— 0.33	
Zeeland	+ 0.40	+ 0.52	— 0.21	— 0.11
Noord-Brabant	+ 0.37		— 0.14	

Er bestaat in Juni geen belangrijk verschil tusschen de gemiddelde temperatuur in de verschillende gebieden. De jarenreeks 1899—1926 geeft hiervoor de volgende cijfers: Groningen 16.1, Akkrum 15.8, Amsterdam 15.7, Rotterdam 15.6, Vlissingen 15.7 en Oudenbosch 16.3. En hieruit zijn de bovenstaande verschillen in de correlatie-coëfficiënten niet te verklaren. Waarschijnlijk is de hoogere correlatie-coëfficiënt van de opbrengst in Groningen en Friesland een gevolg van den invloed

van de temperatuur in de volgende maand. De uiteenlopende invloed van de temperatuur op de bietenopbrengst in Groningen en in Zeeland wordt duidelijk gedemonstreerd door de correlatie-coëfficiënten, die over Mei—Juni voor Groningen $+ 0.50$ en voor Zeeland $+ 0.22$ is, terwijl deze voor de driemaandelijkse periode 1 April—1 Juli resp. $+ 0.56$ en $+ 0.30$ zijn. De gemiddelde temperatuur is dus in Groningen van meer beteekenis dan in Zeeland. Beschouwing der regenval-correlaties leert echter, dat deze factor omgekeerd in Zeeland grootere beteekenis heeft, wanneer de correlaties over langere perioden worden berekend. Zoo zijn de correlatie-coëfficiënten voor Groningen over Mei en Juni met den regenval $- 0.33$ en voor April, Mei en Juni $- 0.52$; en voor Zeeland resp. $- 0.38$ en $- 0.59$.

De correlaties tusschen regenval en suikergehalte over de maand Juni zijn zoo gering, dat er geen nadere bespreking behoeft te volgen.

Het suikergehalte wordt begunstigd door een warme Junimaand. Er treedt in dit opzicht tusschen de verschillende fabrieken geen verschil aan den dag.

4. De maand Juli.

TABEL XII.

Correlatie-coëfficiënten van de suikerbietenopbrengst en van het suikergehalte in verschillende provincies met de gemiddelde temperatuur en met den regenval, volgens waarnemingen van een dichtbijgelegen station over de maand Juli.

1899—1926.

Provincies	Temperatuur		Regenval	
	Opbrengst	Gehalte	Opbrengst	Gehalte
Groningen	$+ 0.60$	$+ 0.08$	$- 0.42$	$- 0.22$
Friesland	$+ 0.41$		$- 0.22$	
Noord-Holland	$+ 0.44$	$- 0.09$	$- 0.50$	$+ 0.06$
Zuid-Holland	$+ 0.54$		$- 0.31$	
Zeeland	$+ 0.59$	$+ 0.03$	$- 0.47$	$- 0.28$
Noord-Brabant	$+ 0.52$		$- 0.29$	

Hier treden aanmerkelijke verschillen op, die er op wijzen dat de temperatuur in deze maand van groote beteekenis is. In Groningen

en Zeeland hangt de suikerbietenopbrengst voor een groot deel van dezen weersfactor, de temperatuur in Juli af. Ofschoon in de andere deelen van ons land de opbrengst minder gevoelig voor dezen factor is, stempelt toch de correlatie-coëfficiënt voor het geheele land, die + 0.60 bedraagt, deze maand tot een *kritische periode*. De verschillen, die de cijfers toonen, kunnen bezwaarlijk uit de temperatuursverschillen worden afgeleid, blijkens de gemiddelde temperaturen uit de beschouwde reeks 1899—1926 berekend, nl. Groningen 18.0°; Akkrum 17.7°; Amsterdam 17.8°; Rotterdam 17.7°; Vlissingen 17.8° en Oudenbosch 18.2°. De mogelijkheid bestaat echter, dat het verband tusschen de temperatuur in Juli en den regenval in de periode 20 April—20 Mei, die immers ook een zeer belangrijken invloed heeft, in de verschillende deelen van ons land niet hetzelfde is en dat hierdoor bovengenoemde verschillen kunnen worden verklaard. De correlatie-coëfficiënten van deze beide weersfactoren zijn: voor Groningen — 0.17; Friesland — 0.20; Zeeland — 0.28 en Noord-Brabant — 0.34. Vergelijkt men de beteekenis van beide perioden, dan blijkt dat de invloed van beide kritische perioden t.w. 20 April—20 Mei en de maand Juli tezamen voor de vier provincies dezelfde is.

De correlatie-coëfficiënten van het suikergehalte en de weersfactoren zijn zoo gering, dat een nadere beschouwing overbodig is.

5. De maand Augustus.

TABEL XIII.

Correlatie-coëfficiënten van de suikerbietenopbrengst en van het suikergehalte in verschillende provincies met de gemiddelde temperatuur en met den regenval, volgens waarnemingen van een dichtbijgelegen station over de maand Augustus.

1899—1926.

Provincies	Temperatuur		Regenval	
	Opbrengst	Gehalte	Opbrengst	Gehalte
Groningen	+ 0.62	+ 0.11	— 0.35	— 0.12
Friesland	+ 0.50		— 0.02	
Noord-Holland . .	+ 0.29	+ 0.21	+ 0.06	— 0.27
Zuid-Holland . . .	+ 0.39		— 0.11	
Zeeland	+ 0.27	— 0.01	— 0.04	+ 0.06
Noord-Brabant . .	+ 0.36		— 0.06	

Tabel XIII toont duidelijk de verschillende beteekenis van de Augustus-temperatuur voor de verschillende deelen van het land. De oorzaak hiervan wordt in de eerste plaats gezocht in een lager gemiddelde van de temperatuur in Groningen dan in de overige provincies. Over de jaarreeks 1899—1926 bedraagt de gemiddelde temperatuur in Augustus:

Voor Groningen	17.0° C.	Voor Rotterdam	17.2° C.
Voor Alkrum	16.9° C.	Voor Vlissingen	17.6° C.
Voor Amsterdam	17.3° C.	Voor Oudenbosch	17.4° C.

De lagere Augustus-temperatuur voor Groningen in vergelijking met Zeeland is dus zeer vermoedelijk een belangrijke oorzaak van de lagere suikerbietenopbrengsten in eerstgenoemde provincie. ¹⁾

¹⁾ Het Landbouwk. Tijdschrift van Febr. '31 bevat een artikel van Ir. P. G. Meijers, dat de aandacht vestigt op het belangrijke opbrengstverschil tusschen Zeeland en Groningen, en de verklaring voor dit verschil zoekt in:

- 1e. Klimatologische verschillen.
- 2e. Groeitijd.
- 3e. Verschil in de opgaven omtrent de bebouwde oppervlakte.
- 4e. Bemestingsverschillen.

Bij 3e is op te merken, dat Zeeland rekent met gemeten land zonder halve slooten en paden, die in Groningen wel in rekening worden gebracht. De werkelijk bebouwde oppervlakte is dus in Groningen kleiner dan in Zeeland. Dientengevolge zijn de Zeeuwsche opgaven iets geflatteerd.

Een bezwaar is dat Meijers slechts een zeer korte reeks n.l. 1920—1928 beschouwt, waarvoor hij de gemiddelden van resp. 27.7 en 34.8 ton per ha berekent. Wij komen over de reeks 1899—1926 tot opbrengsten van 29.4 tegenover 34.1, dus met belangrijk kleiner verschil. Overigens wijst Meijers met nadruk op de groeiperiode, die ook volgens hem dikwijls te kort is. Hij meent verder, dat naast een lager temperatuur-minimum de grootere verschillen tusschen maximum- en minimum-temperatuur in Groningen een nadeeligen invloed hebben. Deze opvatting vinden wij niet bevestigd; waarschijnlijk heeft Meijers door zijn wijze van onderzoek essentiële verschillen, die bij een nauwkeuriger beschouwing naar voren komen, over het hoofd gezien. Hij heeft n.l. de geheele groeiperiode beschouwd en met de gemiddelden over de periode April—October gewerkt. Dit maakt het ook verklaarbaar, dat hij zeer ten onrechte meedeelt: „Het blijkt, dat wij met de cijfers aangaande den regenval geen speciale verschillen kunnen te voorschijn brengen.”

Wij vonden wel degelijk verschil in den regenval in de belangrijke periode 20 April—20 Mei n.l. voor Groningen: over de derde decade van April gemiddeld 17 mm; eerste decade van Mei 16 en tweede decade van Mei 16, terwijl Vlissingen de volgende cijfers geeft: April III 16, Mei I 21 en Mei II 14 mm. Er is dus vooral in de eerste tien dagen van Mei een verschil in het klimaat ten gunste van het Noorden van ons land. Men zie ook tabel 31 aan het slot.

Tenslotte dient er nog op gewezen te worden, dat het constateeren van een klimaatverschil op zich zelf niets bewijst omtrent de oorzaak van opbrengstverschillen. Men dient daarbij eerst te weten of de factoren, waarbij verschillen worden geconstateerd, inderdaad invloed uitoefenen.

De invloed van den regenval in Augustus is blijkens de kleine correlatie-coëfficiënten zeer gering. Ik wil alleen wijzen op de groote beteekenis van droge voorzomers zoowel voor Groningen als voor Zeeland, die duidelijk blijkt uit de belangrijke negatieve correlatie-coëfficiënten van de suikerbietenopbrengst en den regenval in de periode 1 April tot 1 Augustus nl. voor Groningen — 0.58 en voor Zeeland zelfs — 0.72.

Het suikergehalte ondergaat van de weersfactoren in de maand Augustus geenerlei invloed, zoodat een nadere bespreking hiervan achterwege kan blijven.

6. De maand September.

TABEL XIV.

Correlatie-coëfficiënten van de suikerbietenopbrengst en van het suikergehalte in verschillende provincies met de gemiddelde temperatuur en met den regenval, volgens waarnemingen van een dichtbijgelegen station over de maand September.

1899—1926.

Provincies	Temperatuur		Regenval	
	Opbrengst	Gehalte	Opbrengst	Gehalte
Groningen	+ 0.04	— 0.20	+ 0.32	— 0.28
Friesland	+ 0.03		+ 0.01	
Noord-Holland	+ 0.16	— 0.06	— 0.09	— 0.44
Zuid-Holland	+ 0.25		+ 0.18	
Zeeland	+ 0.16	— 0.12	+ 0.12	— 0.30
Noord-Brabant	+ 0.15		+ 0.12	

Wij kunnen over den invloed der weersfactoren in deze maand op de suikerbietenopbrengst en het suikergehalte kort zijn. Het eenige feit, dat vermelding verdient is de vrij belangrijke negatieve correlatie-coëfficiënt van suikergehalte te Halfweg en den regenval nl. — 0.44, die door den grooteren regenval in dit gebied verwacht kon worden.

7. De maand October.

De onzekerheid, die er bestaat omtrent de afsluiting van de groei-periode in verband met den tijd van rooien, maakt een beschouwing over deze maand eigenlijk reeds waardeloos. Daar bovendien de correlatie-coëfficiënten voor de suikerbietenopbrengst zeer gering zijn,

blijven ze onvermeld. De beteekenis van den regenval voor het suikergehalte spreekt zich uit in de betreffende correlatie-coëfficiënten. Deze zijn:

Voor Vierverlaten:	— 0.34.
Voor Halfweg:	— 0.35.
Voor Sas en Gent:	— 0.33.

Hierbij moet eveneens de aanvang van de campagne der fabrieken, die in deze maand valt, in aanmerking worden genomen; wij verwijzen hiervoor naar de berekeningen, welke voor het geheele land zijn gemaakt. Hier doet de wisselende aanvang van de campagne door het uitgebreid materiaal zich veel minder gelden. De correlatie-coëfficiënten van den regenval en het gehalte in de periode 20 September—20 October zijn: Vierverlaten — 0.34; Halfweg — 0.47 en Sas van Gent — 0.34, waarbij de hoogere correlatie voor Halfweg weder afzonderlijke vermelding verdient.

Ir. J. G. BIJL deelt hieromtrent mede ¹⁾ dat: „Voor Halfweg met zekerheid kan worden geconcludeerd tot een betrekking tusschen suikergehalte en regenval. In tegenstelling met hetgeen aan de hand der onderzoekingen van WILLFARTH verwacht kan worden, vinden wij een afname van het suikergehalte bij toenemende regenval.

Voor Steenberg en Vierverlaten is een dergelijke betrekking waarschijnlijk, doch niet zeker.

Voor Geldermalsen is nauwelijks een aanwijzing voor een dergelijke betrekking te vinden.”

Merkwaardig genoeg heeft BIJL geen kortere periode kunnen vinden, die een belangrijken invloed uitoefent en komt hij tot deze conclusies door een regenperiode van 5 maanden te nemen. Ter verklaring van het verschillend gedrag van den regenval wijst BIJL op het voorkomen van kwel in de Haarlemmermeer. Het komt mij echter waarschijnlijk voor, dat hier de grootere hoeveelheid regen, die in den herfst in dit gebied valt, niet uit het oog mag worden verloren. HARTMAN ²⁾ geeft in zijn regenkaarten voor de Haarlemmermeer in den herfst (September, October en November) een neerslag van 240—270 mm en voor Noordelijk Groningen van 200—220 mm, welk laatste bedrag ook voor Zeeuwsch-Vlaanderen geldt.

¹⁾ Landbouwkundig Tijdschrift 1924 blz. 437.

²⁾ Dr. Ch. M. Hartman. Het klimaat van Nederland. A. Neerslag. Med. en Verh. v. h. K. N. M. I. 1913.

HOOFDSTUK VIII.

HET VERLOOP VAN DEN GROEI VAN SUIKERBIETEN. ONDERZOEK VAN KORTERE PERIODEN. DEKADEN EN COMBINATIES DAARVAN. KRITISCHE GROEIPERIODE.

Gewoonlijk valt een kritische periode samen met een belangrijk physiologisch verschijnsel in het leven der planten. Men hecht bijv. beteekenis aan den regenval tijdens het bloeien van de rogge en aan den zonneshijn (of de hitte) tijdens den bloei van boonen. Bij dit onderzoek nadert de landbouw-ecologie, zooals men de studie der landbouwweerkunde in engeren zin wel betitelt, de phaenologie, die zich bezig houdt met het onderzoek omtrent het verband tusschen groei-fasen en weersfactoren. Stelt men het optreden van een kritische periode afhankelijk van een bepaalde ontwikkelingsphase, dan laat men natuurlijk de gewone tijdsindeeling varen en beschouwt men het weer tijdens het optreden van een bepaald groeistadium in verband met den oogst. De beteekenis van een kritische periode heb ik echter ruimer opgevat en geen rekening gehouden met bepaalde ontwikkelingsfasen, maar slechts gelet op de beteekenis van het weer in een bepaalde tijdsperiode, zooals zich dit in de opbrengst afspiegelt. Dit kon trouwens bij het gekozen gewas — suikerbieten — moeilijk anders. Zonder twijfel is dit uit physiologisch oogpunt minder gunstig, maar de belangrijke perioden komen toch wel naar voren.

Wil men vasthouden aan het verband met de ontwikkeling, dan zal in de eerste plaats de phaenologische waarneming uitgebreid moeten plaats vinden en het opgeven van een bepaald physiologisch verschijnsel niet alleen beperkt mogen blijven tot de belangrijkste levensverrichtingen van de plant. Door combinatie van de phaenologische gegevens met weerkundige opgaven en de oogstberichten zijn dan belangrijke uitkomsten voor de kennis der kritische perioden te verwachten. De aanknoopingspunten met direct physiologisch onderzoek liggen dan meer voor de hand, dan wanneer men slechts langs statistischen weg tot opsporing der kritische perioden overgaat. Toch moet ik de ruimere beteekenis van de kritische periode toepassen, omdat de phaenologische waarnemingen ontbreken.

J. WARREN SMITH zegt: 1) Many plants have a certain (frequently short) period during growth when there must be a well defined combination of certain weather factors to produce large crop yields; others have the ability to stand nearly dormant when unfavorable conditions prevail; but will revive and make an excellent growth when the weather factors are in correct proportion.

There are three well defined methods for determining the most critical period of growth of farm crops and the weather factor having the greatest influence in varying the yield; (1) Laboratory experiments; (2) field observations; (3) correlations of weather with past records of crop yields.

„Frequently short” zegt WARREN SMITH. Maar hoe kort kan deze periode dan werkelijk zijn? Dat is met de ons ten dienste staande cijfers niet uit te maken.

In de eerste plaats worden de grenzen onnauwkeurig, daar de suikerbiet niet ieder jaar op denzelfden tijd een bepaalde ontwikkeling heeft bereikt, omdat deze afhankelijk is van voorafgaande weersinvloeden en van vroeger of later zaaien. De wisselingen hierdoor veroorzaakt kunnen minstens op een halve maand gerekend worden. In de tweede en voornaamste plaats zijn de grenzen niet nauwkeurig aan te geven, omdat de weersfactoren in de naastelkaar liggende perioden, vooral wanneer men de perioden kort neemt, een sterk onderling verband kunnen vertoonen. In de derde plaats is het weer op denzelfden lag in de verschillende gedeelten van het beschouwde gebied niet steeds hetzelfde.

Al deze omstandigheden maken, dat uit het statistisch materiaal geen korte kritische perioden afgeleid kunnen worden. Toch zijn er voldoende aanwijzingen om een periode van een maand te mogen aannemen, al is het dan ook mogelijk, dat in werkelijkheid kortere perioden beslissend zijn.

§ 1. *Het verloop van den groei bij suikerbieten.*

Voor een juiste interpretatie der gevonden betrekkingen tusschen de weersfactoren en de suikerbietenopbrengst en het gehalte zou van groot belang zijn, dat men de ontwikkelingsgeschiedenis van de suikerbiet kende. Jammer genoeg zijn er geen voldoende gegevens over meerdere jaren voorhanden. In de literatuur vindt men wel enkele

1) J. Warren Smith, Agricultural Meteorology, 1920, blz. 24.

verspreide opgaven, maar een studie, die enkele jaren wordt voortgezet, heb ik niet aangetroffen. De belangrijkste publicatie is die van VON SENGBUSCH ¹⁾ waaraan de volgende beschouwingen zijn ontleend. VON SENGBUSCH vergeleek het groeiverloop bij de vier teeltrichtingen van Klein Wanzleben n.l. de merken ZZ, Z, N en E, waaraan de kweeker de volgende onderscheidingsteekenen heeft gegeven.

„Marke E. Ertragreiche. Die Marke E. Ertragreiche ist mit besonderer Berücksichtigung des Erntegewichts gezogen. Sie ist da zu empfehlen, wo leichte, warme, trockene Böden die Ernte beeinträchtigen. Die Rübe hat eine längere Vegetationszeit als die übrigen Marken, ist ausgesprochen spätreifend und sehr produktiv. Sie bringt unter allen Verhältnissen die höchsten Zuckererträge je Flächeneinheit.

Marke N. Normale. Die Marke N. Normale ist die Hauptrichtung unsrer Zucht und auf allen normalen Rübenböden die Rübe, die bei ziemlich hoher Ernte und sehr hohem Zuckergehalt finanziell die besten Resultate für Landwirtschaft und Fabrik gibt. Da diese Marke nie ganz fehlschlägt, ist sie zu empfehlen, wo die Bodenverhältnisse nicht genau bekannt oder sehr verschieden sind. In Bezug auf Vegetationsdauer und Reife steht sie in der Mitte zwischen E und Z.

Marke Z. Zuckerreiche. Die Marke Z. Zuckerreiche ist eine spezielle unter Berücksichtigung des Zuckergehalts gezogene Rübe. Sie ist überall da zu empfehlen wo infolge kalten, nassen Klimas, kurzer Vegetationsperiode, später Bestellung besonders üppigen, schweren Bodens, starker Niederschläge im Herbst oder übermassiger Stickstoffdüngung seitens den Landwirte die Rübe spätreif wird und zuckerarm ist. Unter solchen Verhältnissen gibt die Marke Z bei guter Ernte hohen Zuckergehalt; während sie auf normalen Böden weniger Ernte gibt als die Marke N ohne nennenswerte Erhöhung des Zuckergehalts. Die Marke ist ausgesprochen frühreifend.

Marke ZZ. Extra zuckerreiche. Die Marke ZZ Extra zuckerreiche hat die gleichen Eigenschaften wie die Marke Z, aber noch schärfer betont. Da unter ungünstigen Verhältnissen die Ernte noch gegen Z zurück bleibt ohne wesentliche Erhöhung des Zuckergehaltes, sollte diese Marke erst nach genauer Prüfung der Verhältnisse angebaut werden.

Deze kenmerken zijn in het onderzoek niet alle duidelijk terug te vinden. Uit het algemeene verloop van den groei blijkt, dat het bladgewicht in het begin van Augustus zijn maximum heeft bereikt, en verder dus niet meer toeneemt. In dit opzicht zijn de waarnemingen van VON SENGBUSCH zeer belangrijk.

Hierover zegt de schrijver het volgende:

„Der Verlauf der Blattgewichtszu- und abnahme lässt in beiden Versuchsjahren einen fast vollkommen parallelen Verlauf zwischen den Marken Z.Z., N und E erkennen. Das höchste Blattgewicht weist E auf; dan folgen N., Z. und Z.Z. Im Kulminationspunkt, 1922 zwischen dem 16 und 26 August, 1923 om 31 Juli, sind die Spannen zwischen den vier Blattgewichten am grössten; vor und nachher nähern sie sich mit abnehmenden Gewicht! Unterschiede, wie sie z.B. im August mit bloßem Auge wahrnehmbar waren, vor allen Dingen zwischen den Marken E und Z.Z.

¹⁾ Kühn Archiv Bd. 12 1926.

waren in November, Dezember und Januar nicht mehr waarneembaar. Ein längeres Grünbleiben und damit im Zusammenhang längeres Assimilieren und späteres Reifen des einen oder des anderen Typs fand nicht statt. Im Gegensatz hierzu schreibt die Zuckerfabrik Klein Wansleben den Marken von E zu Z.Z. eine immer kürzere Vegetationszeit zu."

Het aantal suikerbieten voor het onderzoek van iedere periode is in 1922 36 en in 1923 72 geweest.

Er blijkt een geregelde loof-toeneming te bestaan tot begin Augustus, terwijl daarna een onregelmatig verloop optreedt, dat op den duur tot een afneming leidt. *De voorsprong die voor 1 Augustus is verkregen wordt behouden, naderhand wordt het verschil niet weer opgeheven.* De enorme toeneming van het bladgewicht tusschen 30 Juni en 1 Augustus wijst op de beteekenis van de maand Juli voor de ontwikkeling van de suikerbiet.

Ook het gewicht van de suikerbieten werd bepaald.

Von Sengbusch zegt o.a.: „Die verschieden starke Wachstumsenergie äusert sich während der gesamten Vegetationsperiode. Der Gewichtsüberschusz der schwereren Marken im Herbst erklärt sich demnach nicht durch ein Überholen der einen Marke in der späteren Entwicklungszeit resp. im Herbst, sondern vollzieht sich konstant von den ersten Entwicklungsstadium ab."

Tenslotte het suikergehalte. Hierover schrijft hij:

„Die Entwicklung erfolgt fast absolut parallel bis zum Zeitpunkt der höchsten Blattenfaltung. Von da ab weist sie eine auseinanderlaufende Tendenz auf. Die Unterschiede wachsen rasch um 10 bis 20 Tage darauf einem abermaligen Parallelbleiben Platz zu machen."

Behalve op het verschil, reeds bij den aanvang der waarnemingen aanwezig tusschen 1922 en 1923, valt het gedrag aan het eind der groeiperiode op. Terwijl in de maanden September en October in 1922 nog een belangrijke stijging van het gehalte plaats heeft, was dit in 1923 niet het geval.

Bij het onderzoek is alleen gelet op een vergelijking der verschillende teeltinrichtingen en is geen aandacht besteed aan de gedragingen van denzelfden stam in de beide jaren van onderzoek. Trouwens voor een onderzoek naar kritische perioden op deze wijze zou een langere serie noodig zijn.

Een andere methode om na te gaan hoe de ontwikkeling verloopt en verband houdt met de te stellen eischen aan de omstandigheden is de studie van het watergebruik. Hierover geeft SEELHORST ¹⁾ belangrijke cijfers, waaraan de volgende tabel ontleend is.

¹⁾ Journ. f. Landw. 1911.

TABEL XV.

Waterverbruik per dag en per m² in kg bij suikerbieten (verbruik der planten, met inbegrip van verdamping aan het aardoppervlak).

April I ¹⁾	0.95	(1.6)	Augustus I	3.62	(2.4)
April II ²⁾	0.83	(1.8)	Augustus II	3.83	(2.3)
April III ³⁾	0.79	(1.9)	Augustus III	2.40	(3.2)
Mei I	1.51	(2.0)	September I	} 2.45	(2.1)
Mei II	1.04	(1.7)	September II		
Mei III	1.86	(1.7)	September III		
Juni I	1.50	(1.9)	October I	1.28	
Juni II	2.09	(2.0)	October II	} 0.69	
Juni III	2.01	(2.1)	October III		
Juli I	3.32	(2.1)	November I	0.72	
Juli II	2.37	(2.1)			
Juli III	2.93	(2.9)			

Men ziet hieruit een vrij regelmatig toenemen van het waterverbruik tot ongeveer 20 Augustus. Daarna neemt het af, wat waarschijnlijk een gevolg is van de afneming van het bladoppervlak, en misschien ook, omdat de temperatuur daalt en de zonneshijn minder wordt. Vermelding verdient nog de plotselinge stijging in het begin van Juli. De getallen tusschen haakjes zijn de regenhoeveelheden gevallen te de Bilt als gemiddelden over de reeks 1899—1926 in de decaden, waarop de verdamping betrekking heeft, in dezelfde maat uitgedrukt. Hieruit blijkt wel, dat de watervoorziening in ons land alleen misschien begin Juli en in September te klein zal zijn.

Een nadeelige werking van den regenval op de gewassen is volgens Roemer ⁴⁾ mogelijk. „Über die Wirkung des Wassers ist ganz allgemein zu sagen, dass sich die Erträge der Kulturpflanzen mit steigendem Wassenzufuhr bis zu einer gewissen Grenze (Optimum) erhöhen über welche hinaus sie sich rasch vermindern, um schliesslich fast auf den Nullpunkt herabzusinken, wenn der Boden vollständig mit Wasser erfüllt ist (Maximum).“

¹⁾ den tienden der maand opgenomen.

²⁾ den twintigsten der maand opgenomen.

³⁾ den dertigsten der maand opgenomen.

⁴⁾ Roemer, Handbuch des Zuckerrübenbaues 1927, blz. 99.

Hiermede is volgens Tabel XV onder de omstandigheden van het Nederlandsche klimaat rekening te houden in het begin der ontwikkeling. Dit zou nog nader gemotiveerd kunnen worden, wanneer ons gegevens omtrent zaaitijd en voorbehandeling van den grond ter beschikking stonden. Men neigt tot vroegen zaai om een lange groeiperiode te krijgen. Vast staat een belangrijke toeneming van het aantal schieters bij vroegeren zaai, waaruit in elk geval blijkt, dat de biet gevoelig is voor de omstandigheden der eerste periode. Dit volgt ook uit een opmerking van ROEMER ¹⁾).

„Der Zeitpunkt des Verziehens übt einen sehr grossen Einfluss auf die Höhe des Ertrages auf. Je früher verzogen werden kann umso besser“²⁾).

Er is dus alleszins reden de eerste periode nauwkeurig te bestudeeren met betrekking tot het bestaan van kritische perioden

Verder geeft de volgende tabel nog belangrijke aanwijzingen omtrent de beteekenis van de temperatuur in Juli. ³⁾

TABEL XVI.

Mittlere Temperatur in ° C der Jahre.

Mit Ausreifung ⁴⁾ im:	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.
September	13.8	15.3	20.4	17.5	11.8	9.2
Erste Hälfte Oktober	13.4	17.2	19.4	18.6	14.7	9.7
Letzte Hälfte Oktober	14.6	17.2	18.4	17.8	13.7	9.4
November	12.8	16.6	16.1	17.3	13.8	8.0

Deze waarnemingen kloppen geheel met de uitkomsten mijner berekeningen, die een belangrijke positieve correlatie tusschen de temperatuur in deze maand en de suikerbietenopbrengst aan het licht brachten.

Uit deze opgaven der literatuur volgt, dat men drie perioden kan aangeven, waarin de weersfactoren groote beteekenis kunnen hebben nl.:

¹⁾ idem, blz. 178.

²⁾ Zie ook Med. Inst. v. Suikerbietenenteelt 1—3—'31, blz. 76 en Verslag der Landbouwproefvelden over N. Groningen 1928 blz. 30.

³⁾ Roemer blz. 90.

⁴⁾ De tijd van „Ausreifung“ werd bepaald door het tijdstip te nemen, waarop het hoogste suikergehalte in zulk een jaar voorkwam.

1e. De eerste maand (invloed van den tijd van zaaien, en van den tijd van uitdunnen).

2e. De maand Juli (einde van de bladontwikkeling, sterke dikte-toeneming in deze maand en de invloed van de temperatuur op den tijd van rijpen.)

3e. De laatste weken der groeiperiode (belangrijke verschillen in het suikergehalte, beteekenis van de tijd van rooien).

§ 2. *Het weer in kortere perioden en de suikerbietenopbrengst.*
(Zie tabel XVII, blz. 98.)

Deze tabel is op dezelfde wijze geconstrueerd als die op blz. 62. Van elk jaar is de afwijking van de gemiddelde temperatuur, den zonneshijn en den regenval in de decaden der maanden Maart tot en met October over de reeks 1899—1926 berekend. Overheerschen in een reeks waarnemingen de positieve producten, dan is dit een aanwijzing voor positief verband; overheerschen in een reeks waarnemingen de negatieve producten, dan is dit een aanwijzing voor negatief verband; m. a. w., bedraagt het aantal positieve producten in een reeks van 28 termen meer dan 14, dan duidt dit op positief verband; is het aantal negatieve producten grooter dan 14, dan is er een aanwijzing voor negatieve correlatie.

§ 3. *Kritische perioden bij de opbrengst.*

Aan de hand van tabel XVII zijn een aantal decaden aan te wijzen, waarin een bepaald weerslement voor de opbrengst van beteekenis is. De berekening van de correlatie-coëfficiënten voor al deze perioden eischt een enorme hoeveelheid rekenwerk, terwijl men bijna zeker is, dat de getallen slechts in enkele gevallen waarde hebben. De perioden van tien dagen zijn daarvoor zonder twijfel te kort. Deze methode zou wel aan te bevelen zijn, wanneer men kon werken met opzettelijke proefnemingen, waarbij de variatie in den verbouw tot een minimum beperkt kon blijven, en de weersfactoren in de directe nabijheid van het gewas werden opgeteekend. Ook wanneer men de beteekenis van kritische perioden minder ruim opvatte en beschikte over gegevens omtrent den tijd waarop belangrijke physiologische verschijnselen optreden, zou de kritische periode binnen enge grenzen zijn te trekken. Nu is dit echter niet het geval. De werking van den betreffenden weersfactor in een kritische periode, langs statistischen weg gevonden, kan op tweeërlei wijze worden opgevat, nl. zoodanig, dat de invloed over iederen dag in

TABEL XVII.

Overzicht van den zin der producten voor de weersafwijkingen in decaden te de Bilt en de suikerbietenopbrengst over het geheele land.

A. *Temperatuur*¹⁾ en *bietenopbrengst*.

Zin der producten	Maart			April			Mei			Juni			Juli			Augustus			September			October		
	I ²⁾	II ²⁾	III ²⁾	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
+	11	9	10	10	13	12	12	11	10	18	13	16	15	19	21	13	14	14	13	12	7	11	9	13
-	11	13	14	11	12	12	11	7	16	7	9	11	6	5	6	8	8	6	11	9	16	14	13	10
0	6	6	4	7	3	4	5	10	2	3	6	1	7	4	1	7	6	8	4	7	5	3	6	5

B. *Zonneschijn* en *bietenopbrengst*.

Zin der producten	Maart			April			Mei			Juni			Juli			Augustus			September			October		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
+	18	14	15	9	14	14	10	14	14	19	17	14	19	20	18	13	16	16	15	14	13	19	18	16
-	10	14	13	17	13	14	17	13	14	7	11	13	8	7	9	15	12	11	12	14	13	9	10	11
0				2	1		1	1		2	1	1	1	1	1	1	1		1		2			1

C. *Regen* en *bietenopbrengst*.

Zin der producten	Maart			April			Mei			Juni			Juli			Augustus			September			October		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
+	14	14	10	17	14	17	9	11	15	15	14	11	12	15	10	15	10	14	17	13	15	16	12	16
-	14	14	16	10	14	10	16	16	12	12	14	17	14	13	18	13	17	14	11	14	13	12	15	11
0			2	1		1	3	1	1	1	1	2				1				1				1

1) Hier is afgerond op heele graden; afwijkingen kleiner dan 0.50 zijn dus buiten beschouwing gelaten.

2) Beteekent 1e, 2e en 3e decade.

de kritische periode even groot is en de uitwerking tenslotte wordt beheerscht door het gemiddelde der geheele periode; maar men kan zich ook voorstellen, dat slechts enkele dagen, samengaande met een bepaalden physiologischen toestand de eigenlijke kritische periode vormen en deze korte periode zich beweegt tusschen begin- en einddatum van de gevonden kritische periode ten gevolge van verschil in ontwikkeling in de opeenvolgende jaren. In dit opzicht bestaat er waarschijnlijk verschil in de uitwerking van de temperatuur in Juli, waarvan men over de drie decaden een gunstigen invloed, zij het toenemend naar de derde decade, mag verwachten en in dien van den regenval tusschen 20 April en 20 Mei, die nu eens in het begin, dan weer bij den einddatum zijn ongunstigen invloed laat gelden. Ik zou dit willen afleiden uit het verloop van de correlatie-coëfficiënten, die bij de temperatuur in Juli een regelmatige toeneming vertoonen, terwijl bij den regenval de periode 20 April—20 Mei plotseling de beteekenis van den regen in deze periode naar voren brengt.

Bij de beoordeeling der cijfers in tabel XVIII zij nog opgemerkt, dat de bijbehorende stippenkaarten nog wel enkele bijzonderheden hebben opgeleverd, die ik verder niet meedeel, omdat opneming van de stippenkaarten zelf niet mogelijk is. Het komt bijv. voor, dat enkele zeer groote afwijkingen het verband ernstig verdoezelen, terwijl toch het grootste aantal jaren wel op een bepaald verband wijzen. Tevens komt uit de stippenkaart dikwijls een interessant verschil voor den dag in de variatie van een bepaalden weersfactor in verschillende decaden. Zoo blijkt bijv. de variatie van de temperatuur uitgedrukt in de middelbare variatie over de tweede decade van Juli anderhalf maal zoo groot te zijn als over de eerste. Vindt men nu voor de correlatie-coëfficiënt over beide decaden hetzelfde bedrag, dan zou toch de tweede decade per graad wisseling minder tot de opbrengstvariatie bijdragen dan de eerste decade, terwijl de totale opbrengstverandering tengevolge van de temperatuurverandering in beide decaden dezelfde is.

Een andere bijzonderheid, die ook alleen door constructie van de stippenkaart blijkt, is de kwestie van lineaire correlatie. De correlatie-coëfficiënt veronderstelt een zeer eenvoudige betrekking tusschen twee reeksen, nl. zoodanig dat er steeds een evenredigheid bestaat tusschen de termenparen. Dit komt hier op neer, dat de invloed van een weersfactor op het gewas in een evenredigheid kan worden uitgedrukt m.a.w. het mag geen verschil maken of de temperatuur toeneemt van 15 op 16° of van 21 op 22°; in beide gevallen moet de toeneming van den oogst

dezelfde zijn. Globaal mag dit bij onze berekeningen wel zoo zijn, opvallende afwijkingen hiervan heb ik trouwens niet geconstateerd, maar de kennis van de physiologie dwingt a.h.w. in een andere richting n.l. deze, dat eenzelfde temperatuurverschil bij sterk afwijkende temperatuur zich meer doet gelden dan bij een meer gunstige temperatuur voor het gewas. Men mag dus op grond van deze theoretische beschouwingen bij een kritische periode geen lineaire correlatie verwachten.

Over de eigenlijke kritische perioden nog het volgende. Op grond van de groei-waarnemingen werden als belangrijke perioden aangegeven: zaaïen en uitdunnen (half April tot eind Mei), de maand Juli (in verband met het rijpen van de biet en de bladontwikkeling) en de laatste weken van de groeiperiode. Deze perioden worden inderdaad door het statische onderzoek naar voren gebracht.

Het is de regenval in de periode 20 April tot 20 Mei en de temperatuur met den zonneshijn in de laatste weken van Juli, die de bietenopbrengst voor het grootste gedeelte bepalen. Dit komt er op neer, dat reeds 21 Mei, als de kritische periode ten opzichte van den regenval is afgelopen, uit den neerslag dezer 30 dagen een voorloopige oogstraming kan geschieden. Na afloop van de kritische periode ten opzichte van de temperatuur, op 1 Augustus dus, kan deze raming worden gecorrigeerd aan de hand der temperatuurwaarnemingen in deze periode.

Op welke wijze deze z.g. regressie-berekeningen worden uitgevoerd zal spoedig (blz. 127) blijken.

De correlatie-coëfficiënten van bietenopbrengst en weersfactoren in belangrijke perioden.

TABEL XVIII.

Weerselement	Periode	Correlatie-coëfficiënt	
Temperatuur 1)	Juni 1 t/m 10	+ 0.45 ± 0.15	
	Juli 1 t/m 10	+ 0.28 ± 0.17	
	Juli 10 t/m 20	+ 0.47 ± 0.15	
	Juli 21 t/m 31	+ 0.62 ± 0.11	
	Sept. 21 t/m 30	- 0.14 ± 0.18	
	Juli 1 t/m 20	+ 0.46 ± 0.15	
	Juli 10 t/m 31	+ 0.64 ± 0.11	
	Zonneschijn	Juni 1 t/m 10	+ 0.51 ± 0.14
		Juni 10 t/m 20	+ 0.26 ± 0.18
		Juli 1 t/m 10	+ 0.29 ± 0.17
Juli 10 t/m 20		+ 0.51 ± 0.14	
Juli 20 t/m 31		+ 0.59 ± 0.12	
Oct. 1 t/m 10		+ 0.49 ± 0.14	
Oct. 10 t/m 20		+ 0.35 ± 0.17	
Juni 1 t/m 20		+ 0.52 ± 0.13	
Juli 1 t/m 20		+ 0.55 ± 0.13	
Juli 10 t/m 31		+ 0.68 ± 0.10	
Oct. 1 t/m 20	+ 0.48 ± 0.15		
Regenval	April 20 t/m 30	- 0.39 ± 0.16	
	Mei 1 t/m 10	- 0.23 ± 0.18	
	Mei 10 t/m 20	- 0.32 ± 0.17	
	April 20 t/m Mei 10	- 0.44 ± 0.15	
	April 20 t/m Mei 20	- 0.66 ± 0.11	

1) Hier zijn de driemaaldaagsche waarnemingen van de Bilt gebruikt.

Overzicht van den zin der producten van de weersafwijkingen in decaden te de Bilt en het suiker-
gehalte over het geheele land.

TABEL XIX.

A. *Temperatuur en gehalte.*

Zin der producten	April			Mei			Juni			Juli			Augustus			September			October		
	I ¹⁾	II ¹⁾	III ¹⁾	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
+	9	13	10	14	13	18	14	14	11	11	8	16	10	8	10	13	10	11	13	8	10
-	11	11	14	8	4	7	10	7	15	10	15	10	10	13	9	11	11	12	11	12	12
0	8	4	4	6	11	2	4	7	2	7	5	2	8	7	9	4	7	5	4	8	6

B. *Zonneschijn en gehalte.*

Zin der producten	April			Mei			Juni			Juli			Augustus			September			October		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
+	16	14	14	17	15	15	17	15	9	16	11	19	15	14	13	15	16	16	17	21	20
-	10	12	13	9	11	12	8	12	17	10	15	7	12	13	13	11	11	9	10	6	7
0	2	2	1	2	2	1	3	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	3	1	1	1

C. *Regen en gehalte.*

Zin der producten	April			Mei			Juni			Juli			Augustus			September			October		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
+	18	15	15	10	14	15	15	12	18	8	17	14	14	13	11	9	11	12	9	8	11
-	8	12	11	14	12	11	11	15	9	17	10	13	13	13	16	18	15	15	18	18	15
0	2	1	2	4	2	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2

¹⁾ De Romeinsche cijfers beteekenen de decaden van de maanden.

§ 4. *Kortere perioden en het suikergehalte.*

De samenstelling van tabel XIX (blz. 102) geschiedde op dezelfde wijze als die van de suikerbietenopbrengst (blz. 98).

Hoe grooter het verschil tusschen de beide getallen achter het + of — teeken, hoe grooter de aanwijzing voor correlatie. Is het bovenste getal het grootst, dan duidt dit op positieve correlatie, is het tweede getal het grootst, dan is dit een aanwijzing voor negatieve correlatie. Op deze wijze zijn uit tabel XIX de volgende decaden af te leiden die beteekenis hebben voor het suikergehalte (tabel XX).

§ 5. *Kritische perioden bij het gehalte.*

De invloed van de temperatuur op het gehalte is alleen in de tweede decade van Mei van zoodanige beteekenis, dat men hiermee rekening heeft te houden. Het betreft hier waarschijnlijk slechts een zeer korte periode, daar de overige decaden van Mei in het geheel geen belangrijke correlatie-coëfficiënten vertoonen.

De temperatuur in de tweede en derde decade van Juli hebben blijkbaar een verschillende uitwerking. De geringe correlatie-coëfficiënten laten echter niet toe hier dieper op in te gaan, daar er groote kans bestaat, dat toevallige omstandigheden van invloed zijn.

De invloed van den zonneschijn doet zich in de laatste weken van de groeiperiode gelden. De grens van deze belangrijke periode is zeer waarschijnlijk niet scherp aan te geven, omdat in de laatste helft van October al vrij veel bieten zijn gerooid. De correlatie-coëfficiënten, die hier worden meegedeeld, zijn zonder twijfel van beteekenis voor de beoordeeling van het rijpingsproces. Men is hiermee slechts enkele jaren bezig, teneinde na te gaan welke de beste tijd van rooien is, maar daarbij moet men ter dege letten op de weersomstandigheden. Wat het gehalte betreft kan men in een zonnige Octobermaand een zeer belangrijke toeneming verwachten. Het is daarentegen niet buitengesloten, dat de regen in deze periode zelfs een aanvankelijk verkregen gehalte doet dalen.

De beteekenis van den regenval in de laatste weken van den groei is wel zeer duidelijk. De zeer groote negatieve correlatie doet den slechten invloed van een nat najaar op het suikergehalte wel zeer goed uitkomen. Zonder twijfel is het verband tusschen zon en regen een factor van beteekenis, maar de groote correlatie-coëfficiënt met den regenval duidt toch op een afzonderlijke werking van den regenval. Overigens varieert het gehalte weinig met de weersomstandigheden.

Vermelding verdient nog de positieve correlatie in een gedeelte van de maand Juli met den regenval. Het schijnt of om dien tijd zelfs onder ons klimaat de bieten van droogte te lijden kunnen hebben.

Bij de beoordeeling van bovengenoemde resultaten heeft men wel te bedenken, dat de cijfers voor het gehalte niet de oorspronkelijk verkregene zijn. In hoofdstuk I. is onder blz. 22 uiteengezet op welke wijze voor het suikergehalte een correctie moest worden aangebracht. Deze correctie brengt natuurlijk onvermijdelijk mee, dat de cijfers minder goed betrouwbaar worden. Vast staat echter, dat de laatste weken van de groeiperiode voor het gehalte een zeer groote rol spelen en het aanbeveling verdient bij zonnig, droog weer het rooien zoo lang mogelijk uit te stellen. Daar de genoemde weersomstandigheden tevens gunstig zijn voor het rooien zal dit echter dikwijls moeilijk zijn door te voeren.

De correlatie-coëfficiënten voor het suikergehalte en weersfactoren in belangrijke perioden.

TABEL XX.

Weersfactoren	Periode	Correlatie-coëfficiënt
Temperatuur	Mei 10 t/m 20	+ 0.52 ± 0.14
	Mei 20 t/m 31	+ 0.24 ± 0.18
	Juli 10 t/m 20	- 0.25 ± 0.18
	Juli 20 t/m 31	+ 0.26 ± 0.18
	Mei 10 t/m 31	+ 0.48 ± 0.15
Zonneschijn	Mei 1 t/m 10	+ 0.14 ± 0.18
	Mei 10 t/m 20	+ 0.46 ± 0.15
	Juni 1 t/m 10	+ 0.19 ± 0.18
	Juli 20 t/m 31	+ 0.43 ± 0.15
	Sept. 10 t/m 20	+ 0.16 ± 0.18
	Sept. 20 t/m 30	+ 0.16 ± 0.18
	Oct. 1 t/m 10	+ 0.46 ± 0.15
	Oct. 10 t/m 20	+ 0.52 ± 0.14
	Oct. 20 t/m 31	+ 0.41 ± 0.16
	Oct. 1 t/m 20	+ 0.61 ± 0.12
	Sept. 20 t/m Oct. 20	+ 0.61 ± 0.12
Sept. 20 t/m Oct. 31	+ 0.73 ± 0.09	

Weersfactoren	Periode	Correlatie-coëfficiënt
Regenval	April 1 t/m 10	— 0.20 ± 0.18
	Juni 20 t/m 30	+ 0.40 ± 0.16
	Juli 1 t/m 10	— 0.17 ± 0.18
	Sept. 1 t/m 10	— 0.32 ± 0.17
	Oct. 1 t/m 10	— 0.40 ± 0.16
	Oct. 10 t/m 20	— 0.58 ± 0.12
	Oct. 1 t/m 20	— 0.62 ± 0.12
	Sept. 20 t/m Oct. 20	— 0.72 ± 0.09
	Sept. 20 t/m Oct. 31	— 0.67 ± 0.10

§ 6. *De invloed van het weer op de suikerbietenopbrengst vergeleken met den invloed van het weer op het suikergehalte.*

Teneinde de beteekenis van het weer voor de suikerbietencultuur goed te kunnen begrijpen is noodig, dat men niet alleen de gevolgen van een bepaalden weerstoestand voor de suikerbietenopbrengst kent, maar tevens die voor het suikergehalte. Aangezien een wisselwerking tusschen het gewicht en het gehalte in het leven van de suikerbiet niet is uitgesloten, moet ook hiermee rekening gehouden worden. Wanneer de weersfactoren op de opbrengst (het gewicht van de suikerbiet) en op het gehalte in denzelfden zin inwerkten, zou dit een positieve correlatie tusschen het gewicht en het gehalte tengevolge hebben. Omgekeerd zou een tegengestelde weersinvloed op het gewicht en het suikergehalte tot een negatieve correlatie aanleiding geven. Er zou eveneens verband tusschen gewicht en gehalte optreden, wanneer positieve of negatieve correlatie bestond tusschen twee weersfactoren, waarvan de een grooten invloed op het gewicht, de andere grooten invloed op het gehalte heeft.

Hoe zijn nu in werkelijkheid onder de klimatologische omstandigheden in Nederland de bovengenoemde verhoudingen? Een vergelijking van eenerzijds de correlatie-coëfficiënten van de suikerbietenopbrengst en de maandgemiddelden der drie beschouwde weersfactoren met anderzijds de correlatie-coëfficiënten van het suikergehalte en de maandgemiddelden der drie genoemde factoren geeft daarop een antwoord. Wanneer daarnaast nog de kritische perioden worden beschouwd is het beeld vrij volledig.

Tabel XXI is een samenvatting van hetgeen in hoofdstuk V is meegedeeld. Hieruit zien wij zeer duidelijk, dat er een belangrijk tijdsverschil bestaat tusschen de perioden, waarop de weersfactoren hun invloed op het gewicht en op het gehalte doen gelden. Dientengevolge is het praktisch buitengesloten, dat een en dezelfde factor op hetzelfde moment zoowel het gewicht als het gehalte beïnvloedt.

Correlatie-coëfficiënten van suikerbietenopbrengst en suikergehalte met de maandcijfers der weersfactoren: temperatuur, zonneschijn en regenval. (Hoofdstuk V).

TABEL XXI.

Maand	Temperatuur		Zonneschijn		Regenval	
	opbrengst	gehalte	opbrengst	gehalte	opbrengst	gehalte
April	+ 0.06	— 0.02	+ 0.07	+ 0.24	— 0.29	— 0.44
Mei	+ 0.19	+ 0.49	+ 0.16	+ 0.26	— 0.31	— 0.28
Juni	+ 0.37	+ 0.34	+ 0.49	+ 0.36	— 0.13	+ 0.16
Juli	+ 0.60	— 0.12	+ 0.66	+ 0.19	— 0.31	— 0.17
Augustus . .	+ 0.41	— 0.11	+ 0.26	+ 0.06	— 0.15	— 0.08
September . .	+ 0.12	— 0.37	+ 0.11	+ 0.19	+ 0.22	— 0.42
October . . .	— 0.12	— 0.12	+ 0.36	+ 0.63	+ 0.00	— 0.60

Uit de tabel valt af te leiden dat er van een en denzelfden factor in dezelfde periode geen gelijke of tegengestelde invloed uitgaat op het gewicht en op het gehalte der bieten. Dit wil echter nog geenszins zeggen, dat de weersfactoren niet van beteekenis zijn bij de relaties tusschen gewicht en gehalte. Uit de tabel kan men aflezen, dat de temperatuur in Mei een gunstigen invloed heeft op het gehalte, de temperatuur in Juli op de opbrengst. Nu zagen wij reeds vroeger (blz. 67, hoofdstuk VI), dat de temperatuur in Mei een negatieve correlatie vertoont met de temperatuur in Juli ($r = -0.23$). Hoewel deze correlatie-coëfficiënt niet groot is, kan het geval zich voordoen, dat de weersverhoudingen een negatieve correlatie tusschen gewicht en gehalte in de hand werken. Zoo blijken bijv. duidelijk de jaren, waarin zoowel Mei en Juli warm zijn, tot de zeer gunstige te behooren. Deze

jaren komen echter weinig voor. In dit opzicht is dus ons klimaat niet gunstig, maar hier staat tegenover, dat ongunstige jaren waarin Mei en Juli beide koud zijn, evenmin veel voorkomen. Bijna steeds krijgt òf de opbrengst òf het gehalte een goede kans, wat natuurlijk als een gunstige omstandigheid is te beschouwen.

De zonneshijn in Juli laat zich gelden op de opbrengst, terwijl het gehalte een gunstigen invloed van den zonneshijn in October ondervindt. De vraag rijst op welke wijze deze beide perioden met elkaar verband houden. Er is echter geen enkele regelmaat omtrent het samentreffen van zonnige Julimaanden met zonnige Octobermaanden te vinden.

Dan is nog denkbaar, dat de temperatuur in Juli, die gunstig is voor de opbrengst, een bepaald verband heeft met den zonneshijn in October, die een gunstigen invloed op het gehalte uitoefent. Uit de tabel is verder af te leiden, dat ook een mogelijke relatie tusschen de temperatuur in Juli en den regenval in October van beteekenis zou zijn. In beide gevallen bestaat er echter geen zoodanig verband tusschen de genoemde weersfactoren, dat een bepaalde correlatie tusschen opbrengst en gehalte hieruit zoude voortvloeien.

Deze gevallen toonen echter aan, hoe voorzichtig men moet zijn tot correlatie tusschen twee belangrijke eigenschappen van een plant te besluiten, wanneer men onbekend is met den invloed van de uitwendige omstandigheden op deze eigenschappen.

Het verband tusschen de temperatuur in Mei en Juli wijst er op, dat een warme Meimaand dikwijls wordt gevolgd door een koude Julimaand en omgekeerd. Dit kan een negatieve correlatie tusschen het gewicht en het suikergehalte bij suikerbieten in de hand werken. Overigens zijn de onderlinge relaties der belangrijke weersperioden zonder eenige beteekenis voor het verband tusschen gewicht en gehalte. Wij hebben derhalve tot zoover geen aanleiding eenige correlatie tusschen gewicht en gehalte te veronderstellen. Welke beteekenis hebben tenslotte de kritische perioden voor het verband tusschen opbrengst en gehalte?

Als kritische perioden zijn aangewezen:

Voor de opbrengst:

1. De periode van 20 April tot 20 Mei, waarin de regenval ongunstig werkt.
2. De laatste twintig dagen van Juli, waarin de temperatuur gunstig werkt.

3. De laatste twintig dagen van Juli, waarin de zonneshijn gunstig werkt.

Voor het suikergehalte:

1a. De middelste decade van Mei, waarin de temperatuur gunstig werkt.

2a. De periode van 20 September tot 20 October, waarin de zonneshijn gunstig werkt.

3a. De periode van 20 September tot 20 October, waarin de regenval ongunstig werkt.

Wij zullen het verband der mogelijke combinaties dezer weersfactoren onderzoeken.

A. Verband tusschen 1a en 1.

Een koude Meimaand brengt dikwijls ook veel regen mee. Deze omstandigheden komen nog al eens tegelijk voor en doen dan hunnen funesten invloed op de bieten gelden, waardoor opbrengst en gehalte beide minder hoog uitvallen. Daar staat tegenover, dat er ook zeer vele jaren zijn met een warme, droge Meimaand, die zeer gunstig is. Dit neemt echter niet weg, dat door het veelvuldig voorkomen van deze gunstige en ongunstige omstandigheden voor de beide belangrijke eigenschappen van de biet, de suikerproductie (rendement) aan belangrijke schommelingen onderhevig is, wat het risico grooter maakt.

B. Verband tusschen 1a en 2, en tusschen 1a en 3.

Het negatieve verband tusschen de temperatuur in Mei en in Juli zou oorzaak kunnen zijn, dat er een negatieve correlatie tusschen opbrengst en gehalte optreedt. Beperkt men echter de werking van de temperatuur tot de tweede decade van Mei, die blijkens den correlatie-coëfficiënt inderdaad belangrijk is en beschouwt men deze met de temperatuur in de laatste 20 dagen van Juli, dan is elk verband verdwenen. Toch is een koude voorzomer beslist slecht, wat wel blijkt uit den grooten correlatie-coëfficiënt, die het rendement geeft met de temperatuur in de periode 1 April—1 Augustus, n.l. $+ 0.74$. Een afzonderlijke bespreking van het verband tusschen de temperatuur in de tweede decade van Mei en den zonneshijn in de laatste twintig dagen van Juli is overbodig wegens het zeer groote verband zonneshijn—temperatuur.

C. 2a en 1.

Er bestaat een duidelijke, negatieve correlatie tusschen den zonneshijn in de periode 20 Sept.—20 Oct. en den regenval in de maand 20 April—20 Mei. Aangezien de regenval in ongunstigen zin werkt op de opbrengst, maar de zon gunstig op het gehalte, wordt door bovengenoemde correlatie de kans op positieve correlatie tusschen de suikerbietenopbrengst en het suikergehalte vergroot. Duidelijk blijkt het groote belang van een droge zaaiperiode en een zonnigen herfst voor een goede opbrengst gepaard gaande met een goed gehalte.

D. Verband tusschen 2a en 2 en 2a en 3.

Tusschen deze factoren bestaat wel eenig verband, maar dit is niet van dien aard, dat het voor de bietenopbrengst en het suikergehalte eenige beteekenis kan hebben, hoe belangrijk deze perioden overigens ook voor deze beide grootheden zijn.

E. 3a en 1.

Hier is van eenige correlatie tusschen de betreffende weersfactoren geen sprake, zoodat de uitwerking op de bieten waarschijnlijk voor het gewicht en het gehalte geheel onafhankelijk van elkaar geschieden.

F. 3a en 2 en van 3a en 3.

Ook hier is van eenig verband geen sprake, zoodat tenslotte alleen overblijft de bovengenoemde negatieve correlatie tusschen den regenval in het voorjaar en den zonneshijn in den herfst, waardoor het verband tusschen gewicht en gehalte positief zou moeten uitvallen. In werkelijkheid is er in onze cijfers echter een zwakke aanduiding van negatieve correlatie, maar deze is zeer gering.

§ 7. *Enkele correlaties tusschen het rendement en de weersfactoren.*

De wisselwerking tusschen de opbrengst (het gewicht) en het gehalte bij suikerbieten en de gevolgen daarvan voor de cultuur, kan men ook bestudeeren aan de hand van correlatie-coëfficiënten van het rendement over Nederland en de weersfactoren. Onder rendement moet men dan verstaan het product van opbrengst en gehalte, dit laatste gecorrigeerd volgens de methode-WALLÉN (Hoofdstuk II). Deze cijfers hebben echter minder waarde, omdat zij geen inzicht geven in de beide componenten en zij verder als niet oorspronkelijke maar afgeleide grootheden geen nieuwe gezichtspunten kunnen openen. Enkele cijfers wil ik toch noemen.

Correlatie-coëfficiënten tusschen het rendement (suikerbietenopbrengst maal suikergehalte) van Nederland en de weersfactoren volgens waarnemingen te de Bilt.

1899—1926.

TABEL XXII.

Maand.	Temperatuur	Zonneschijn	Regenval
April	+ 0.06	+ 0.14	— 0.39
Mei	+ 0.29	+ 0.21	— 0.35
Juni	+ 0.41	+ 0.43	— 0.08
Juli	+ 0.52	+ 0.65	— 0.34
Augustus	+ 0.35	+ 0.25	— 0.16
September	+ 0.03	+ 0.16	+ 0.09
October	— 0.13	+ 0.46	— 0.15

Behalve de invloed van den zonneschijn in Juli hebben de gevonden getallen weinig beteekenis. Wel komt nog de slechte invloed van den regenval in het voorjaar en de gunstige invloed van een zonnige Octobermaand naar voren, maar overigens zijn de correlatie-coëfficiënten klein. Dit is een gevolg van niet samenvallen der belangrijke perioden, die voor de suikerbietenopbrengst immers in den zomer en voor het suikergehalte in voor- en najaar liggen. Daarom kan men een hoogere correlatie verwachten door een langere periode te beschouwen. De correlatie-coëfficiënten van de temperatuur in het kwartaal Mei, Juni en Juli en het rendement noemden wij reeds. ($r = + 0.74$). En over het geheele groeiseizoen April tot en met September vinden wij voor rendement en temperatuur een correlatie-coëfficiënt $+ 0.69$. De beteekenis van de uitwendige omstandigheden in het begin der groeiperiode blijkt wel uit de correlatie-coëfficiënten voor de maanden April, Mei en Juni. Deze bedragen: bij de temperatuur $+ 0.63$, bij den zonneschijn $+ 0.47$, bij den regenval $— 0.57$.

De zonneschijn en het rendement toonen over de periode 1 Mei t/m November een correlatie-coëfficiënt $+ 0.71$ waarvan de maanden Juni en Juli als de belangrijkste kunnen gelden ($r = + 0.74$).

De regenval heeft vooral in de periode April en Mei nog een belangrijken correlatie-coëfficiënt n.l. — 0.56.

Deze resultaten zijn in volkomen overeenstemming met hetgeen uit het voorgaande verwacht mocht worden. Na hetgeen wij gevonden en besproken hebben bij opbrengst en gehalte afzonderlijk, die tezamen het rendement bepalen, is een verdere beschouwing hier overbodig.

HOOFDSTUK IX.

HET IDEALE KLIMAAT VOOR SUIKERBIETEN.

De vorige hoofdstukken leerden ons de betrekkingen kennen, die er tusschen opbrengst en gehalte eenerzijds en temperatuur, zonneschijn en regenval anderzijds bestaan. Deze gegevens verschaffen ons tevens een inzicht in de eischen, die de suikerbiet hier aan het klimaat stelt. Bestaat er een duidelijk verband m.a.w. is er een *kritische periode* aanwezig, dan geeft dit een aanwijzing, dat het klimaat niet altijd even gunstig is. Wanneer derhalve de mogelijkheid bestond de uitwerking van een weersfactor te veranderen, dan zou in de eerste plaats die factor, welke in de kritische periode op den voorgrond treedt, gewijzigd moeten worden. Wij zullen dus hebben na te gaan hoe het klimaat in deze perioden moet zijn om van een „ideaal” klimaat te kunnen spreken. Daarmee zijn we er echter niet. Want ook de onderlinge betrekkingen tusschen de weersfactoren kunnen een factor van beteekenis zijn. Dan moet men bedenken, dat bij verhooging van de opbrengst tengevolge van wijzigingen in een kritische periode, de mogelijkheid bestaat van het optreden van een (anderen) factor, die tot het ontstaan van een nieuwe kritische periode aanleiding geeft. Ik bedoel dit. Onder de gemiddelde klimatologische omstandigheden in Nederland kan de bietenopbrengst 31.100 kg per ha bedragen. Gesteld nu eens, dat ik de temperatuur in Juli gemiddeld een graad zou kunnen verhoogen, wat ten gevolge zou hebben, dat de gunstige jaren een nog hooger oogst zouden leveren. Nu zou echter een andere factor kunnen optreden, die bij een dergelijke hooge opbrengst remmend werkt, en dus het effect van den eerst genoemden maatregel ten deele vernietigt. De absolute waarden der meteorologische gegevens doen zich dus naast de onderlinge betrekkingen tusschen de verschillende factoren gelden en bovendien moet men nog de onderlinge betrekkingen tusschen denzelfden weersfactor in verschillende perioden in het oog houden. Als laatste overweging, die men bij de beoordeeling van het klimaat nog in acht heeft te nemen, is de variatie der weersfactoren, d.w.z. de frequentie der afwijkingen van een factor van zijn

gemiddelde waarde. 1) Deze maken den oogst steeds wisselvallig en meer naarmate er grootere schommelingen in voorkomen. Mede daardoor is het ook te verklaren, dat in andere landen een geheel ander denkbeeld bestaat omtrent de aan het klimaat te stellen eischen.

§ 1. *De eischen, die bieten aan het weer stellen volgens de literatuur.*

J. BECKER 2) acht de volgende condities gunstig. Hij vermeldt geen bepaalde streek en stelt de kwestie derhalve veel te algemeen.

1. Mei tot half Juni matige regenval.
2. Juni en Juli flinke regenval.
3. Augustus matig vochtig en warm.
4. September en October geringe neerslag en zonnig.

Deze eischen kloppen niet met de waarnemingen van SCHULZE en LIPSCHITZ 3), die voor Duitschland een belangrijken invloed van de temperatuur in Juli op het rijpingsproces vaststelden, waaruit in ieder geval als eisch is af te leiden, dat deze maand warm moet zijn (blz. 96).

A. HECKER 4) komt eveneens voor Duitschland tot soortgelijke conclusies, maar uit zijn studie is niet steeds op te maken of hij de suikerbietenopbrengst dan wel het suikergehalte bedoelt. Hij wijst vooral voor het suikergehalte op de beteekenis van droogte in de laatste weken der groeiperiode. Hoewel over het geheel zonneschijn en warmte zeker noodig zouden zijn, noemt hij toch de verdeeling van den regenval over de groeiperiode den hoofdfactor voor de resultaten der suikerbieten-cultuur. Dit is niet te verwonderen wanneer men bedenkt, dat de suikerbietenstreken in Duitschland ongeveer 450—550 mm regen ontvangen tegenover ons land gemiddeld bijna 700 mm per jaar.

De pogingen om de suikerbietenopbrengst of (en) het suikergehalte afhankelijk te stellen van het jaargemiddelde van een weersfactor, zijn meestal zonder resultaat gebleven. Duitse onderzoekers o.a. GROHMANN beweren, dat de hoeveelheid regen in Juli en Augustus de opbrengst bepaalt, terwijl KUDELKA den regenval in de maanden Augustus en September als den belangrijkste weersfactor beschouwt 5).

1) Het klimaat van Nederland, Med. Kon. Ned. Met. Inst. 102.

2) Handbuch des Hackfruchtbaues usw. 1928.

3) Zie Roemer Handb. des Zuckerrübenbaues blz. 90.

4) Landw. Jahrb. 1911.

5) Roemer Handb. des Zuckerrübenbaues 1927 blz. 137.

WOHLTMANN ¹⁾ geeft als idealen regenval de volgende getallen voor suikerbieten:

Winterneerslag	240 mm	Juli	80 mm
April	40 mm	Augustus	65 mm
Mei	50 mm	September	35 mm
Juni	50 mm	October	40 mm

Een zeer recent oordeel vinden wij in een werk van HOLDEFLEISZ. Agrarmeteorologie (1930):

„Die besten Korrelationen ergeben sich zwischen den Zuckerrübenerten und dem Niederschlag. Viel Regen von Juni bis September hat immer eine gute Ernte zur Folge. Reichliche Niederschläge zu Ausgang des Winters kommen in den Bezirken zur Geltung, die eine geringe Jahresregenmenge haben. Überall dort, wo der Boden etwas undurchlässig oder nasz im Frühjahr ist, wirkt ein trockener April sehr günstig auf die Bestellung.

Die dem Harzvorland benachbarten Bezirke verlangen für ein gutes Gedeihen der Zuckerrübe hohe Junitemperaturen, da niedrige Wärmegrade zur Schosserbildung führen, wodurch die Erträge stark gedrückt werden können.

Der Einfluss des Sonnenscheins auf die Zuckerrübenerten ist wechselnd in den einzelnen Gebieten. Der nördliche und der südliche Teil des Gesamtgebietes verlangen von Juni bis September eine geringe Sonnenscheindauer, einige tiefgelegene Bezirke mit Untergrundnässe im Frühjahr eine hohe April- und April-Mai-Sonnenscheindauer.“

Deze uiteenzetting kan beschouwd worden als een samenvatting van de resultaten, die in het Instituut van Prof. HOLDEFLEISZ zijn verkregen door SCHEINERT e.a. ²⁾. Bij dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van de „Rangordnungsmethode“, die n.m.m. bij de correlatiemethode achterstaat. (Zie blz. 20).

SCHEINERT komt op grond van zijn onderzoeking tot de volgende conclusie:

„Die Zuckerrübe ist von den untersuchten Früchten die Regenbedürftigste; im Anfang Ihrer Entwicklung genügen im mindesten normalen Menge gefallene Winter-niederschläge, und erst im Juni setzt ein hohes Wasserbedürfnis ein, das bis zum September andauert, eine Periode, die für den Ertrag als kritisch anzusehen ist. Stark über das Mittel hinausgehende Niederschlagsmengen wirken nicht ertrag-schädigend im Gegensatz zu Getreide, vermögen aber auch keine wesentliche Zunahme des Gewichtes hervorzurufen. Die Zuckerrübe liebt Wärme im Juni im Verein mit hohen Sommerniederschlagen. Grosze Zuckermengen werden von der Pflanze in den Wurzeln aufgespeichert wenn nur der August regenreich, der Juni und September aber regenarm sind. Hohe Sonnenschein-dauer im September-October begünstigt die Assimilation groszer Zuckermengen. Infolge der wenigen

¹⁾ F. Wohltmann, Arb. der D. L. G. Heft 97 1904.

²⁾ Zie lit. opgave Hoofdstuk I.

Jahre und den mangelnden Vergleiche mit den übrigen Bezirken soll kein Urteil gefällt werden welche Faktoren bei der Zuckerproduction kritisch wirken, sondern wir wollen uns mit der Wiedergabe des einen Untersuchungsergebnisses begnügen."

Tot ongeveer dezelfde resultaten komt SCHULZE ¹⁾, die op dezelfde wijze enkele naburige landbouwgebieden behandelt.

De beteekenis van den regenval wordt hier wel zeer sterk op den voorgrond gebracht, gevolg — naar ik reeds opmerkte — van het feit, dat in het onderzochte gebied slechts ongeveer 500 à 550 mm regen per jaar valt. Het spreekt vanzelf, dat de invloed van den zonneschijn en in minder mate ook die van de temperatuur, *door hun correlatie met den regenval* in een dergelijk gebied anders wordt beoordeeld, dan in ons land het geval is. Toch zijn er enkele aanwijzingen, die in de richting gaan van onze resultaten b.v. de zooeven geciteerde uitspraak van HOLDEFLEISZ „Überall dort wo der Boden undurchlässig oder nasz im Frühjahr ist, wirkt ein trockener April sehr günstig auf die Bestellung". Ook al behoeft dat nog niet direct een betere opbrengst ten gevolge te hebben.

§ 2. *De klimatologische voorwaarden voor een gunstig rendement.*

Als maatstaf voor een gunstig klimaat zou men de weersomstandigheden kunnen beschouwen, zooals die zijn in jaren met een hoog rendement. In sommige gevallen zal een hooge opbrengst hiervan de oorzaak zijn, in andere is het een gevolg van het hooge gehalte, maar landbouwkundig gesproken komt het aan op het rendement. Vroeger is dat eenigszins op den achtergrond geschoven. Bij de interpretatie van de verkregen resultaten was het natuurlijk beter opbrengst en gehalte afzonderlijk te behandelen evenals bijv. bij granen korrel- en stroo-opbrengst gescheiden worden bestudeerd. Men moet er echter wel op bedacht zijn, dat hier geen physiologische overwegingen aan ten grondslag liggen en het louter een gevolg is van het feit, dat het nu eenmaal in den aard der zaak ligt om het rendement te zien als de resultante van opbrengst en gehalte. Er is reeds vroeger betoogd, dat de onderlinge relaties hiertusschen allerminst vaststaan. Maar bij de beschouwing omtrent het gunstigste klimaat komt het allereerst op het rendement aan. De voornaamste correlatie-coëfficiënten, die er tusschen de weersfactoren en het rendement bestaan zijn reeds ten deele vermeld (blz. 110). Afgezien van den invloed der weersfactoren in Juli

¹⁾ Kühn Archiv 1925.

— die begrijpelijk is — zijn de maandelijksche gegevens weinig geschikt om ons verder te brengen. De feiten, die zijn meegedeeld over de betrekking tusschen de weersfactoren en opbrengst en gehalte, leiden er toe langere perioden te beschouwen, waardoor een eventueel samen-treffen van gelijk gerichte invloeden op deze beide een grootere kans heeft en een belangrijk verband met het rendement kan optreden.

Als zeer belangrijk wil ik hier noemen de correlatie-coëfficiënten *temperatuur-rendement*.

Juni en Juli	+ 0.64
Mei, Juni en Juli	+ 0.71
April, Mei, Juni en Juli	+ 0.74
April, Mei, Juni, Juli en Augustus	+ 0.74
April tot en met September	+ 0.69

Deze tabel leert, dat warme jaren het beste rendement geven. Maar dat is het voornaamste niet. Ze leert tevens, dat elke negatieve correlatie tusschen de temperaturen in de verschillende perioden hier als een fout in het klimaat moet gelden. En wanneer de klimaatsomstandigheden zoodanig waren, dat de gunstige werking van een hooge temperatuur elk jaar kon optreden, dan zou dat een belangrijke stijging van het rendement ten gevolge hebben.

De *zonneshijn* toont eveneens zijn gunstige werking zeer overtuigend in de volgende getallen.

Juni, Juli	+ 0.75
April, Mei, Juni, Juli	+ 0.73
Juni, Juli, Aug., Sept.	+ 0.75
Maart, April, Mei, Juni, Juli	+ 0.76
Juni, Juli, Aug., Sept., Oct.	+ 0.73
Mei, Juni, Juli, Aug., Sept., Oct.	+ 0.71

Zon en suiker gaan onherroepelijk samen! Wanneer het aantal zonneshijn-uren kon worden verhoogd, dan zou het rendement altijd hooger zijn dan thans het geval is. Vooral in Juli en Juni is een belangrijke beteekenis aan den zonneshijn toe te kennen.

Ik kom nu op den *regenval*. De beteekenis hiervan blijkt duidelijk uit den correlatie-coëfficiënt $r = -0.61$ met den regenval in de periode 1 April—1 Juni. Opgemerkt moet worden, dat er overigens geen belangrijke negatieve correlaties worden gevonden. Dit is eigenlijk tegen de verwachting. Men zou verwachten, dat regenval boven

zijn normale waarde steeds ongewenscht is, alleen reeds, omdat de zon op die oogenblikken niet kan schijnen en deze oefent immers juist een zeer gunstigen invloed uit. Toch trekke men niet de conclusie, dat regen steeds minder gewenscht is. Wij vinden zelfs een zwakke aanwijzing van het omgekeerde en wel in de maand September. In de 11 jaren, waarin de regenval boven het gemiddelde lag waren er 9 met een meer dan gemiddeld rendement m.a.w. veel regen en goed rendement gingen zeer dikwijls samen. In de 16 minder regenrijke jaren waren er 7 met een rendement boven het gemiddelde en 9 beneden. De correlatie-coëfficiënt bedraagt $+ 0.09$.

Het klimaat van Nederland is derhalve voor het rendement te koud, te arm aan zon en te regenrijk in de eerste helft van de groeiperiode. Het ideale klimaat voor suikerbieten kan dus, afgaande op de eischen, die een goed rendement stelt, kort samengevat luiden:

Veel warmte gedurende de geheele groeiperiode vooral in de eerste helft van de groeiperiode en wel in het bijzonder in de maanden Juni en Juli. Daarnaast zonnig weer eveneens gedurende de geheele periode maar speciaal in Mei, Juni en Juli en tenslotte weinig regen in de maanden April en Mei en een gemiddelde regenval liefst in flinke buien, zoodat de zonneschijn er zoo weinig mogelijk door belemmerd wordt, in den nazomer.

§ 3. *De onderlinge relaties der weersfactoren en het ideale klimaat.*

Let men alleen op het rendement dan zijn de eischen, die de biet aan het klimaat stelt, geenszins in overeenstemming met het Nederlandsche klimaat. Maar ook de relaties, die bestaan tusschen de belangrijke factoren, welke opbrengst of gehalte beïnvloeden zijn niet altijd in overeenstemming met deze eischen. Men moet hierbij echter twee dingen gescheiden in het oog vatten.

Het is natuurlijk te betreuren, dat een gunstige weersgesteldheid in het begin van de groeiperiode dikwijls samengaat met een minder gunstige in het verdere verloop. Aan de hoopvolle verwachtingen, die het gewas dan gewekt heeft, wordt zeer dikwijls de bodem ingeslagen en een record-oogst valt den verbouwer zelden ten deel. Daarentegen is er bij een slecht begin een troost gelegen, in de overweging, dat op een ongunstige weersgesteldheid in het begin dikwijls een betere in het verdere verloop volgt en dat de oogst dus nog kan meevallen. Een zeer slecht resultaat is dus eveneens zeer zeldzaam. Dergelijke combinaties van omstandigheden als de hier geschetste voorkomen

meestal groote variaties. De oogst wordt dus zekerder, wat natuurlijk een voordeel is.

Op zich zelf is het bestaan eener kritische periode een reden om het klimaat of liever de omstandigheden van den betreffenden weersfactor in die periode te veroordeelen. Elken belangrijken invloed, die men niet in de hand heeft, hetzij ten goede of ten kwade acht ik ongewenscht, omdat hij den uitslag onzeker maakt. Op zich zelve is bijv. de gemiddelde temperatuur in Juli voldoende hoog om een behoorlijken oogst te waarborgen, maar juist de jaarlijksche schommelingen spelen ons parten. Men dient wel te bedenken, dat een poging de gevaren aan kritische perioden verbonden te ontzeilen, geen *hoogere* maar wel *zekerder* opbrengsten kan beoogen.

De tweede overweging geldt een algemeene stijging van het rendement. Dit verkrijgt men alleen, wanneer men de gunstige omstandigheden wel kan laten gelden, maar de ongunstige kan matigen of geheel uitschakelen. Daarnaast kan men streven naar een algemeene verbetering van de omstandigheden, waardoor wel is waar de fluctuaties blijven, maar het algemeen gemiddelde op een hooger niveau komt. Een voorbeeld van dit laatste zijn de onderzoekingen omtrent zaai- en rooitijd. Men tracht dan de verschillende groeistadia te verplaatsen naar tijdstippen waarop de weersomstandigheden gemiddeld gunstiger zijn. Aanwijzingen in deze richting zijn hier echter moeilijk te geven, omdat wij geen physiologische kenmerken van de kritische periode kunnen geven. Wanneer bijv. bij rogge groote regenval tijdens den bloei slechte oogsten meebrengt, kan men als volgt redeneeren. Ik zaai vroeger (of later), zoodat de bloei valt in een periode met minder regenkans en nu moet ik gemiddeld betere opbrengsten krijgen.

Een algemeene verhooging van het rendement kan men verwachten in een warmer, zonniger en ten deele droger klimaat dan het onze, een betere opbrengst zal men krijgen bij een droog voorjaar en een warme zonnige Julimaand, terwijl het gehalte gebaat is bij een warme Meimaand en een zonnigen herfst. Hierbij zijn natuurlijk de gestelde voorwaarden in werkelijkheid zelfs in de zeer gunstige jaren nooit alle vervuld. Ik breng in herinnering de correlaties van het rendement met de temperatuur in Juni, Juli $r = + 0.64$, en in Mei, Juni, Juli $+ 0.71$. Deze stijging werd verkregen ondanks het feit, dat de temperatuur in Mei met die in Juli een negatieve correlatie vertoont n.l. $- 0.23$ en in slechts 6 jaren van de reeks 1899—1926 een warme Meimaand samen gaat met een warme Juli. Nemen we een langere reeks

van jaren n.l. 1852—1926 dan vinden we $r = -0.064$, zoodat er tenslotte van een negatief verband weinig overblijft. De laatste 30 jaren vormen in dit opzicht min of meer een uitzondering.

Een voorbeeld, waarin de schommelingen worden vergroot, omdat gunstige factoren in de eene periode zeer vaak samengaan met gunstige factoren in de andere periode, maar natuurlijk ook omgekeerd de ongunstige invloeden in beide perioden dikwijls samenspannen, geeft de correlatie-coëfficiënt tusschen den regenval in de periode 20 April—20 Mei en den zonneshijn in Juni en Juli. Deze bedraagt n.l. — 0.65. Hier is dus de kans groot, dat een slecht begin nog wordt verergerd door een donkeren zomer, maar ook omgekeerd, dat weinig regen bij het begin nog wordt ondersteund door een zonnigen zomer.

Tot dusver hebben we altijd verondersteld, dat een samengaan van gunstige omstandigheden in sommige jaren steeds gepaard ging met een samengaan van ongunstige factoren in de overige en beide even dikwijls optreden. Wij zagen, dat het gevolg hiervan is een grootere variatie in de opbrengst, het gehalte of het rendement, wat als zoodanig als een nadeel is te beschouwen, maar dat de gemiddelde uitslag zich niet wijzigt. Anders wordt het echter in het geval, dat de ongunstige combinaties veelvuldiger optreden dan de gunstige. Dan hebben wij met een besliste schaduwzijde van het klimaat te maken.

Resumeerende kunnen wij zeggen, dat de correlaties tusschen de weersfactoren onderling drieërlei effect kunnen hebben op den uitslag van den oogst n.l.:

Een nivelleerende werking, wanneer het verband zoodanig is, dat een gunstig effect van den eenen factor meestal gevolgd wordt door een minder gunstige werking van den anderen factor.

Een accumuleerende werking, wanneer beide factoren dikwijls in dezelfde richting werken.

Een remmende of stimuleerende, wanneer de ongunstige combinaties meer voorkomen dan de gunstige of omgekeerd.

De eischen ten aanzien van de temperatuur zijn in den voorzomer voor elke maand praktisch gelijk, wanneer we de opbrengst beschouwen. Ook voor het rendement wordt de correlatie-coëfficiënt met de temperatuur steeds hooger, wanneer we de perioden langer nemen, waaruit volgt, dat warmte over de geheele periode het rendement vergroot.

Het is dus van belang na te gaan hoe het staat met de correlatie-

coëfficiënten van de temperatuur in de verschillende maanden onderling. Ik heb, om niet op een dwaalspoor te raken door een te korte periode, de gegevens verzameld van 1852 af ¹⁾ en daarbij de volgende correlaties verkregen tusschen de temperatuur in de verschillende maanden:

Juni en Juli + 0.159; Mei en Juli — 0.064; April en Juli + 0.184. De zonneshijn, waarvan de waarnemingen pas in 1899 beginnen vertoont het volgende verband: Juni en Juli + 0.29; Mei en Juli — 0.18; April en Juli + 0.02. Uit deze cijfers volgt, dat er geen regelmaat te constateeren is in het optreden der weersfactoren.

Belangrijker is echter na te gaan hoe het staat met de relaties tusschen de weersfactoren gedurende de perioden, waarin gebleken is, dat zij opbrengst en gehalte beïnvloeden. Wij kiezen voor de opbrengst de temperatuur in Juli, en den regenval in April en Mei; en voor het gehalte de temperatuur in April, Mei en Juni en den regenval in September en October. Ook deze correlaties werden berekend voor de periode 1852—1926 teneinde over een voldoende lange reeks te beschikken. Wij vonden:

Temperatuur Juli en regenval April en Mei: $r = -0.108$;
 Temperatuur Juli en temperatuur April, Mei en Juni: $r = +0.173$;
 Temperatuur Juli en regenval September en October: $r = +0.342$;
 Regenval April en Mei, temperatuur April t/m Juni: $r = -0.269$;
 Regenval April en Mei en regenval Sept. en October: $r = +0.101$;
 Temperatuur April t/m Juni en regenval Sept. en Oct.: $r = -0.135$.

Plaatsen we volledigheidshalve de correlatie-coëfficiënten tusschen de weersfactoren met opbrengst en gehalte er naast dan vinden wij: ²⁾

Temperatuur Juli-opbrengst	+ 0.60
Regenval April en Mei-opbrengst	— 0.46
Temperatuur April t/m Juni-gehalte	+ 0.62
Regenval Sept. en Oct.-gehalte	— 0.69

De correlaties tusschen de weersfactoren zijn vrij gering. Men kan

¹⁾ Wel is waar zijn de eerste volledige gegevens nog enkele jaren vroeger voorhanden, maar ik heb 1852 als beginjaar genomen om een practische reden, die er hier verder niet toe doet.

²⁾ Deze cijfers hebben betrekking op de reeks 1899—1926 en zijn dus niet rechtstreeks met de bovenstaande te vergelijken.

alleen eenige beteekenis toekennen aan de relatie tusschen de temperaturen in Juli en den regenval in September en October ¹⁾).

Er zou uit volgen, dat een gunstige invloed van de temperatuur in Juli op de opbrengst dikwijls wordt gevolgd door een ongunstigen invloed van den regenval in de periode September en October op het gehalte en omgekeerd. Het klimaat werkt hier dus nivelleerend op het rendement. De regenval in de maanden April en Mei geven een negatief verband met de temperatuur in de maanden April t/m Juni. D.w.z. droog weer in April en Mei — een gunstige omstandigheid voor de opbrengst — en warm weer in de periode April t/m Juni — een gunstige omstandigheid voor het gehalte en eigenlijk ook voor de opbrengst — gaan dikwijls samen. Hier zal dus het klimaat aanleiding kunnen geven tot grootere variaties in het rendement.

§ 4. *De cultuurmaatregelen en het ideale klimaat.*

Wijzigingen in het klimaat zijn in de landbouwbedrijven niet aan te brengen, behalve dat men kunstmatige beregening zou kunnen overwegen. Zooals we gezien hebben, bestaat in ons klimaat daaraan vermoedelijk geen behoefte voor de suikerbietencultuur. Toch kan men door de kennis van den invloed der weersfactoren misschien voorzorgsmaatregelen treffen, die de ongunstige omstandigheden in hun uitwerking verzwakken, en een beter profiteeren van gunstige omstandigheden mogelijk maken. Het voorgaande heeft aangetoond, dat wij dan vooral aan het jeugd stadium van den groei aandacht moeten schenken. De vraagstukken, die zich hier voordoen zijn van tweeërlei aard. GEIGER ²⁾ toont duidelijk aan, hoezeer de verhoudingen in de onderste luchtlagen verschillen van wat men gewoonlijk registreert en welke belangrijke variaties hier nog optreden, die bij de gewone meteorologische waarnemingen aan onze aandacht ontsnappen. Hieruit volgt, dat onze onderzoekingen omtrent de betrekking tusschen weer en gewassen zeer gebrekkig zijn. Het ontbreekt aan waarnemingen in het plantenklimaat en dus moet men zich tevreden stellen met de waarnemingen, die in het menschenklimaat zijn geregistreerd. Het wil mij voorkomen, dat hier nog zeer veel nuttig werk ten behoeve van den landbouw verricht kan worden.

De andere kant van de kwestie is van meer technischen aard en

¹⁾ Bij een reeks van 75 jaar is de corr.-coëff. $+ 0.342 \pm 0.102$.

²⁾ Das Klima der bodennahen Luftschicht 1927.

bestaat in het beproeven van maatregelen, die de weersfactoren ondersteunen in de goede richting en deze weerstreven, wanneer ze minder gunstig dreigen te werken. Hier moet ik, wat het vraagstuk voor de suikerbieten betreft, wijzen op het belangrijke werk van MEIJERS ¹⁾, die in nauwe aansluiting met de praktijk verschillende werkwijzen heeft beproefd om de cultuur omhoog te brengen. Drie groepen komen, wanneer we de bemestingsvraagstukken uitsluiten, naar voren n.l.

- a. Tijd van zaaien en rooien.
- b. Standruimte.
- c. Bewerking- en verplegingsvraagstukken.

Voor ons is de eerste de belangrijkste. Dit vraagstuk is echter nog betrekkelijk nieuw. MEIJERS deelt een onderzoek hierover mee in zijn verslag over 1931, pag. 70.

Gezaaid werd 13 April, 23 April, 4 Mei en 13 Mei en geroid 6 October en 6 November. De resultaten waren volgens het verslag:

„Men ziet duidelijk, dat laat zaaien tot groote opbrengstvermindering kan leiden. Door laat rooien werd bij de vroege zaaitijden weinig aan opbrengst gewonnen, dit was echter wel het geval bij laat zaaien en laat rooien tegenover vroeg rooien.”

Wat de weerkundige gegevens betreft valt op te merken, dat het voorjaar voor laten zaai gunstiger is geweest, maar dat de vroeg gezaaide bieten meer van den zonneshijn hebben kunnen profiteeren, omdat Juni rijk aan zonneshijn is geweest, terwijl Juli hieraan arm was. De droge, zonnige Octobermaand zal tenslotte aan den laten rooitijd nog een voordeeltje in het gehalte bezorgd hebben, maar het gehalte vermeldt MEIJERS niet.

Een dergelijke proef wordt ook beschreven door DE HAAN ²⁾. Er werd op drie verschillende tijdstippen gezaaid en op 3 verschillende datums geroid. Gezaaid werd 1, 15 en 29 April en geroid 1, 15 en 29 October. Bezie men de cijfers, waarbij de groeiperiode evenlang is n.l. 182 dagen, maar waar alleen een verschuiving heeft plaats gevonden, dan vindt men:

¹⁾ De verslagen van landbouwproefvelden in Noordelijk Groningen, verschillende jaargangen.

²⁾ Verslag van het zaai- en rooitijdsproefveld 1930. Med. v.h. Inst. v. Suikerbieten 1-2-1931.

1 April—1 October: 504 en 520 kg per are ¹⁾

15 April—15 October: 530 en 539 kg per are

29 April—29 October: 494 en 493 kg per are

De verschillen zijn van dien aard, dat aan de verschuiving van de groeiperiode een belangrijken invloed kan worden toegeschreven ²⁾. De weerkundige waarnemingen leeren, dat de neerslag in de laatste helft van April beneden normaal is geweest, maar in Mei er aanmerkelijk boven. Het aantal uren zonneshijn was de eerste helft van Juli aanmerkelijk boven het gemiddelde, later echter er belangrijk beneden. Hetzelfde verloop vertoont de temperatuur. De laatst gezaaide en gerooide bieten hebben het slecht getroffen met het weer, want bij het opkomen is het te nat geweest en het tekort aan warmte en zon in Juli en Augustus hebben ze naderhand nog tegen gehad.

De vroeg gezaaide bieten en ook de normaal gezaaide hebben het vrij goed getroffen, de eerstgenoemde nog het beste, omdat omstreeks half Juli een sterke temperatuursdaling voorkomt, en tevens het aantal uren zonneshijn is afgenomen, terwijl Juni en de eerste decade van Juli warm en zonnig waren.

Gaan we na of de gemiddelde weersomstandigheden ook veranderen bij verschuivingen van den zaai- en den rooitijd dan moeten we allereerst de kritische perioden in het oog vatten ³⁾. Bij vroegere zaaiing moet men rekenen op iets meer regen in de kritische periode, die wij van 20 April—20 Mei stelden. Een latere zaai biedt in dit opzicht vermoedelijk eenig voordeel, omdat de laatste decade van Mei gemiddeld minder regen geeft dan de laatste decade van April, n.l. 19 en 17 mm. Voor een lateren zaai pleit tevens de temperatuur, die toeneemt naarmate het jaargetijde verder gaat, terwijl een vroegere zaai ook in dit opzicht en ongunstiger positie schept. Nu de invloed der temperatuur in Juli. Hiervan moet men bij vroegen, maar ook bij laten zaai, minder gunstige weerscondities in de kritische periode verwachten, omdat Juli de warmste maand is. De zonneshijn blijft praktisch gelijk, maar het gewas komt bij laten zaai eerder in ongunstige condities te verkeerren dan bij een vroegeren zaaitijd. De vroegere zaaitijd is voor het gehalte

¹⁾ Betreft 2 verschillende rassen.

²⁾ Voortzetting der proeven met nauwkeurige klimatologische waarnemingen zij in de aandacht van de proefnemers aanbevolen.

³⁾ Wij nemen hierbij aan, dat de verschillende groeifasen in dezelfde mate worden verschoven, iets wat natuurlijk nog niet vast staat.

zeker van beteekenis, wanneer men den zonneshijn in den herfst beschouwt. Het spreekt vanzelf, dat tengevolge van het korter worden der dagen de zonneshijn snel afneemt en het dus raadzaam is van de langere dagen te profiteeren, wat men kan trachten door snel rijpende bieten te verkrijgen. Uit de groote beteekenis van den zonneshijn in den herfst kan worden afgeleid, dat onze zomers te kort zijn en men bedacht dient te zijn op maatregelen, die den groei bevorderen en een snellere rijping mogelijk maken.

Tenslotte wil ik nog enkele opmerkingen maken naar aanleiding van de rooitijdsproeven gepubliceerd in de Verslagen van de Proefvelden-Commissie der Suikerindustrie 1927, 1928 en 1929. Deze proeven werden zoo genomen, dat van begin September tot begin November iedere week geroid werd, waardoor het verloop van gewicht en gehalte gedurende die paar maanden bekend was. De opbrengst vertoont zeer weinig variatie. In alle drie jaren is eind September de maximale opbrengst practisch bereikt.

Wij geven hierbij de cijfers in de jaren 1927, 1928 en 1929 voor dezelfde soort n.l. Kuhn P.

1927, begindatum 5 September; 1928, begindatum 3 September en 1929, begindatum 11 September.

Opbrengst van 150 bieten.

1927:	54,9	61,6	64,4	69,3	68,4	67,8,	69,1	71,4	67,4.
1928:	61,7	64,6	68,3	68,5	69,8	72,7	73,1	72,7	78,9.
1929:	81,6	94,7	102,2	103,2	101,3	106,9	110,6	112,6	112,6.

Hieruit zien wij, dat begin September is beslist, welke opbrengst verkregen wordt. De naderhand optredende verschillen in gewichtstoename zijn zoo gering, dat men veilig kan aannemen, dat de uitwendige invloeden in deze maanden geen invloed meer op de opbrengst uitoefenen.

Het gehalte vertoont echter belangrijke verschillen. In 1927 is het gehalte begin September 16.1 en begin November 19.1, in 1928 resp. 17.0 en 19.0 en in 1929 17.4 en 17.6. Gaan we de weersfactoren in de herfst na, dan blijkt 1927 zeer gunstig geweest te zijn n.l. veel zon in de laatste helft van September en begin October; in 1928 een geleidelijk afnemen van den zonneshijn en veel regen in de laatste decade van September; 1929 vertoont vrij veel overeenkomst met 1928 behalve dat de neerslag zich ook over de eerste week van October uitstrekt en

aanmerkelijk zwaarder was dan in 1928 ¹⁾). Deze cijfers bevestigen dus globaal onze berekeningen. Jammer genoeg heeft men thans reeds dezen opzet verlaten.

Volledigheidshalve wil ik thans nog de proeven van MEIJERS ²⁾ noemen, die zich heeft bezig gehouden met het vraagstuk der standruimte. Hierover bestaat onder de deskundigen geen eenstemmigheid vermoedelijk ten gevolge van klimatologische verschillen, waaronder de proeven zijn genomen. Opgemerkt moet worden, dat volgens MEIJERS een nauwe standruimte gepaard gaat met vroegere rijpheid. Hij vindt inderdaad bij vergelijking van de afstanden in cm van 40×25 (26), 40×37 (33) en 40×50 bij eerstgenoemden stand een hogere opbrengst en een hoger gehalte, terwijl het gewicht per biet verreweg het laagst is. Deze proeven loopten over de jaren 1925, 1927 en 1928 en geven steeds hetzelfde beeld hoewel er onderling zeer groote verschillen bestaan.

Tenslotte nog iets omtrent bewerkings- en verplegingsmethoden. De betekenis van een droog zaai-bed zal wel voldoende duidelijk zijn. Alle maatregelen, die hiertoe kunnen bijdragen zijn dus gunstig. In dit verband wil ik wijzen op één in Friesland toegepaste maatregel met het oog op onkruid verdelgen het z.g. „Sabearre tasiedzje” ³⁾. Een tweetal proeven van MEIJERS met verschillende malen behakken en ondiep of diep behakken leverde geen verschil op.

De betekenis van de beginperiode blijkt uit de volgende cijfers omtrent den tijd van opeenzetten ⁴⁾.

11 Mei opeengezet 355 kg bieten per are.

5 Juni opeengezet 334 kg bieten per are.

Het gehalte was resp. 18.6 en 18.7. Zaaidatum wordt niet genoemd.

Er zijn dus reeds vrij veel pogingen aangewend de productie bij de suikerbieten op te voeren. Een meer systematische opzet en regelmatig

¹⁾ De grafieken, die de schommelingen der weersfactoren aangeven zijn in de drie betreffende jaargangen steeds verschillend geteekend, wat vergelijking onnoodig moeilijk maakt.

²⁾ Rapport (1929—1930) van de Comm. ter bevordering der Suikerbietenteelt te Groningen. Ned. v. h. Inst. v. Suikerb. teelt, 1—6—'31.

³⁾ Beteekent: doen alsof men het land bezaait. Het land ligt dus een dag of tien gerold om het onkruid gelegenheid te geven te ontkiemen. Het droogt dan bij gunstig weer ook sterk uit vooral in iets diepere lagen. Na even opeggen gaat men dan werkelijk zaaien en rolt opnieuw.

⁴⁾ Proefv. versl. N. Gron. 1928, blz. 30.

doorzetten over een reeks van jaren zal ons een beter inzicht geven in de werking van de weersfactoren op de beproefde maatregelen, zoodat wij niet tevreden behoeven te zijn met uitdrukkingen als deze: „Hoewel de weersfactoren bij dergelijke proeven een groote rol spelen”¹⁾ of: „de weersfactoren geven hierbij onberekenbare effecten”²⁾.

¹⁾ Proefv. versl. N. Gron. 1928, blz. 30.

²⁾ Versl. v. h. zaai- en rootijdsproefveld 1930, blz. 8. Med. v. h. Inst. v. Suikerbieten­teelt 1—2—1931.

HOOFDSTUK X.

VOORSPELLING VAN DEN OOGST.

Wanneer de opbrengst of de kwaliteit van een bepaald gewas steeds fluctueert met den weerstoestand in bepaalde perioden, kan men aan de hand van de kennis van het weer in die perioden, zoodra deze verstreken zijn, er toe overgaan de te verwachten opbrengst of kwaliteit te schatten. Een juiste schatting is alleen te verkrijgen, als elke schommeling van den weersfactor een naar verhouding even groote opbrengstschommeling tengevolge heeft en er overigens geen factoren op den oogst inwerken. Deze ideale omstandigheden doen zich echter niet voor. Toch kan men, ook bij suikerbieten, met behulp van de berekende correlaties tot een oogstschatting — zij het een zeer globale — komen. Deze schatting wordt meer betrouwbaar, naarmate men meer belangrijke weersfactoren in de beschouwing opneemt. Men houdt dan immers rekening met verschillende invloeden. Er moet dan echter wel ter dege gelet worden op de correlaties tusschen de weersfactoren onderling.

§ 1. *Regressie-coëfficiënt en voorspelling.*

Vroeger (blz. 9) hebben wij reeds gezien, dat de correlatie-coëfficiënt een maat is voor het verband tusschen twee reeksen. Met behulp hiervan is te berekenen, welke schommeling van de eene reeks optreedt bij een bepaalde waarde (van de variatie) uit de andere reeks. Men houdt dan rekening met de middelbare afwijking der beide reeksen als maatstaf voor de variatie. Drukt men deze uit bijv. bij de opbrengst in kg per ha en bij de temperatuur in graden C, dan vindt men, rekening houdende met den correlatie-coëfficiënt, hoeveel kg per ha de opbrengst verandert, wanneer de temperatuur 1° C stijgt of daalt. Deze hoeveelheid noemt men *regressie-coëfficiënt* (*b*) (zie blz. 11), die dus wordt samengesteld uit den correlatie-coëfficiënt en de middelbare afwijkingen der beide beschouwde reeksen.

Zooals we op blz. 13 hebben uiteengezet, wordt de onzekerheid

van de waarde van x_2 bij een vaste waarde van x_1 gemeten door de z.g.n. partiële middelbare fout; deze bedraagt $s_1 \sqrt{1-r^2}$.

Beschouwen we deze formule nader, dan ziet het er met de voorspelling niet hoopvol uit. De middelbare variatie van de opbrengst is zeer groot n.l. 10.8 %. Nemen we nu eens aan, dat de correlatie-coëfficiënt 0.80 bedraagt dan zou iedere waarde, hiermee berekend, een middelbare fout hebben van $\sqrt{1-0.64} \times 10.8 \% = 6.5 \%$. Bedenkt men dan nog, dat een afwijking van driemaal de middelbare afwijking, hoewel hoogst zeldzaam, toch kan voorkomen, dan blijkt, dat een oogstvoorspelling op deze wijze wel bijna 20 % mis kan zijn. Toch is een correlatie-coëfficiënt van 0.8 wel ongeveer de hoogst bereikbare grens, waartoe men bij een dergelijk onderzoek kan komen. Trouwens bij een correlatie-coëfficiënt van zelf 0.9 zou een middelbare afwijking nog bijna $0.5 \times 10.8 \%$ bedragen. Het is duidelijk, dat bij dezen stand van zaken aan een eenigszins nauwkeurige oogstvoorspelling niet te denken valt. Het heeft zelfs den schijn, of de toepassing van deze methode bij een correlatie-coëfficiënt van 0.9 zou voeren tot weinig meer dan de dubbele nauwkeurigheid van een voorspelling, die voor ieder jaar kortweg de gemiddelde opbrengst in het vooruitzicht stelde. Dit is echter onjuist, omdat men in het eerste geval, door het in acht nemen van de weersomstandigheden, niet alleen bewerkt, dat de getallen een geringere afwijking van een zeker centrum zullen vertoonen, maar bovendien, dat dit centrum zelf in de goede richting wordt verplaatst.

Houdt men de betrekkelijke waarde van het gebruik der regressie-vergelijking goed voor oogen, dan mag verwacht worden, dat zij over het algemeen eenige aanwijzing van den zin en van het bedrag, waarmee de komende oogst van het gemiddelde zal afwijken niet zal verborgen houden. Daarom zullen wij thans overgaan tot het berekenen van de waarde der regressie-coëfficiënten welke hier in aanmerking komen. Het eenvoudigste geval is natuurlijk wanneer men slechts rekening houdt met één weersfactor, die dan echter een zeer belangrijke correlatie vertoont. Voor de opbrengst kan men kiezen:

1e. De gemiddelde temperatuur in de periode 1 April—1 Sept.: de correlatie-coëfficiënt bedraagt + 0.72. De middelbare afwijking voor de opbrengst bedraagt 3347 kg per ha en voor de temperatuur 0.564° C. De regressie-coëfficiënt is dus $0.72 \times \frac{3347}{0.564} = 4273$.

D.w.z. wanneer de temperatuur in bovengenoemde vijfmaandelijksche periode één graad boven of beneden het gemiddelde komt, dan zal de opbrengst dientengevolge ruim 4000 kg per ha boven of beneden het gemiddelde uitvallen. Men bedenke hierbij, dat er is uitgegaan van een gemiddelde opbrengst van 31.100 kg per ha, het getal, wat wij verkregen hebben als gemiddelde van onze 28-jarige reeks 1899—1926. Stelt men nu de vraag, welke opbrengstschommeling gemiddeld mag worden verwacht tengevolge van den invloed van de temperatuur in bovengenoemde periode, dan valt het volgende op te merken. De middelbare afwijking van de temperatuur is 0.564° C. D.w.z. dat in 68 van de 100 jaren de temperatuur zal schommelen tusschen het gemiddelde plus of min 0.564° C. dus de verwachte gemiddelde opbrengst zal in zooveel gevallen fluctuaties vertoonen ten bedrage van $\pm 0.564 \times 4273 = \pm 2410$ kg per ha. De uiterste afwijking bedraagt driemaal de middelbare afwijking en deze is dus $3 \times 0.564 = 1.692^{\circ}$ C., waarvan een schommeling van de verwachte gemiddelde opbrengst ten bedrage van $\pm 1.692 \times 4273 = \pm 7230$ kg per ha het gevolg kan zijn. Daarbij wordt nog gevoegd de (door de partiële middelbare fout gemeten) schommeling om het verwachte gemiddelde.

Beter nog dan uit de correlatie-coëfficiënten ziet men uit deze cijfers de groote beteekenis van het weer. In procenten uitgedrukt zal men tengevolge van temperatuurschommelingen in de periode 1 April—1 September moeten rekenen op een schommeling van de gemiddelde opbrengst ten bedrage van $\frac{2410}{31100} = 7.75\%$.

2e. De zonneshijn in de maanden Juni en Juli. De correlatie-coëfficiënt is $+ 0.74$. De middelbare afwijking voor den zonneshijn is 68.8 uren zonneshijn. De regressie-coëfficiënt is dus $0.74 \times \frac{3347}{68.8} = 36$. D.w.z. wanneer de zon in bovengenoemde tweemaandelijksche periode één uur meer of minder schijnt, zal de opbrengst 36 kg per ha meer of minder bedragen. Dit is natuurlijk op zich zelf een zeer gering bedrag. Houdt men echter rekening met de schommelingen, die er in den zonneshijn volgens de middelbare afwijking kunnen optreden, dan blijkt, dat de invloed geenszins gering is. Evenals in het eerste geval mag men in 68 van de 100 gevallen rekenen op een schommeling van de gemiddelde opbrengst overeenkomende met $68.8 \times 36 = 2477$ kg per ha per gemiddelde van 31.100 kg per ha.

Vergelijkt men deze cijfers met voorgaande, dan is de invloed van

den zonneshijn in de maanden Juni en Juli vrijwel even groot als die van de temperatuur in de maanden April t/m Augustus. Men zou misschien geneigd zijn uit deze beide voorbeelden af te leiden, dat de opbrengstschommelingen dan wel buitengewoon groot moeten zijn, n.l. tengevolge van de onder 1e. genoemde weersfactoren 7.75 % en tengevolge van de onder 2e. genoemde zelfs nog iets meer gemiddeld of in totaal ruim 15 %! Dit is echter niet juist. De optelling van deze cijfers is alleen geoorloofd, wanneer de beide beschouwde weersfactoren geheel onafhankelijk van elkaar waren en dit is hier geenszins het geval, zooals trouwens ook wel te verwachten was. De correlatiecoëfficiënt bedraagt n.l. + 0.79. Wil men weten welke beteekenissen aan elken factor afzonderlijk kan toeschrijven, dan moet men partieele correlatie-berekeningen uitvoeren. Met behulp van de formules op blz. 16 vinden we dan:

De correlatie tusschen de opbrengst en de temperatuur in de maanden April t/m Augustus bedraagt, wanneer de zonneshijn in de maanden Juni en Juli constant blijft:

$$r_{12.3} = \frac{+ 0.72 - 0.74 \times 0.79}{(1 - 0.74^2)^{1/2} (1 - 0.79^2)^{1/2}} =$$

$$= \frac{+ 0.72 - 0.5846}{(1 - 0.5476)^{1/2} (1 - 0.6241)^{1/2}} = \frac{+ 0.1354}{0.67 \times 0.61} = \frac{+ 0.1354}{0.4087} = + 0.33.$$

De correlatie tusschen de opbrengst en den zonneshijn in Juni en Juli bedraagt, wanneer de temperatuur in de maanden April t/m Augustus constant blijft:

$$r_{13.2} = \frac{+ 0.74 - 0.72 \times 0.79}{(1 - 0.72^2)^{1/2} (1 - 0.79^2)^{1/2}} =$$

$$= \frac{+ 0.74 - 0.5688}{(1 - 0.5184)^{1/2} (1 - 0.6241)^{1/2}} = \frac{+ 0.1712}{0.69 \times 0.61} = \frac{+ 0.1712}{0.4209} = + 0.41.$$

De gezamenlijke invloed blijkt uit:

$$R_{1.23} = + 0.78.$$

Onze bewering, dat wij uit de „ruwe” correlatie-berekening wel ongeveer de totale beteekenis van beide factoren konden aflezen, wordt door deze berekening bevestigd. Het zal duidelijk zijn, dat de berekening van de opbrengst met behulp van één dezer factoren dus practisch op hetzelfde neerkomt als de meer ingewikkelde partieele correlatie- en regressie-berekening. Dit is niet het geval, wanneer de beide weers-

factoren minder sterke onderlinge correlatie vertoonen, mits dan de partieele correlatie-coëfficiënten met de opbrengst even groot blijven als de corresponderende „ruwe” correlatie-coëfficiënten. Teneinde hiervan een voorbeeld te kunnen geven, brengen we in herinnering den invloed van de temperatuur in Juli en dien van den regenval in de periode 20 April—20 Mei, waartusschen de correlatie-coëfficiënt slechts -0.27 bedraagt. De invloed van de temperatuur op de opbrengst blijkt uit den correlatie-coëfficiënt $+0.60$; die van den regenval uit den correlatie-coëfficiënt -0.66 . Partieele correlatie-berekening leert het volgende:

De partieele correlatie-coëfficiënt opbrengst—temperatuur, terwijl de regenval constant is:

$$r_{12.3} = \frac{+0.60 - (-0.66 \times -0.27)}{(1 - 0.66^2)^{1/2} (1 - 0.27^2)^{1/2}} = +0.56.$$

De partieele correlatie-coëfficiënt opbrengst—regenval, terwijl de temperatuur constant is:

$$r_{13.2} = \frac{-0.66 - (+0.60 \times -0.27)}{(1 - 0.60^2)^{1/2} (1 - 0.27^2)^{1/2}} = +0.65.$$

Hier zijn de „ruwe” correlatie-coëfficiënten praktisch niet veranderd en is het te verwachten, dat de totale invloed van deze beide factoren zeer belangrijk zal zijn. De coëfficiënt van gezamenlijke correlatie ¹⁾ bedraagt:

$$R_{1.23} = 0.79.$$

Tenslotte nog één voorbeeld waarbij 3 weersfactoren in de beschouwing zijn opgenomen, teneinde het verband met de opbrengst zoo hoog mogelijk op te voeren. N.l.:

1. Temperatuur in de laatste 20 dagen van Juli, $r_{12} = +0.64$.
2. Zonneschijn in de laatste 20 dagen van Juli, $r_{13} = +0.68$.
3. Regenval in de periode 20 April—20 Mei, $r_{14} = -0.66$.

De correlatie-coëfficiënten tusschen de weersfactoren onderling zijn:

temperatuur—zonneschijn $r_{23} = +0.88$.

temperatuur—regenval $r_{24} = -0.35$.

zonneschijn—regenval $r_{34} = -0.53$.

¹⁾ De beteekenis van dezen coëfficiënt kan misschien het duidelijkst gekenschetst worden door te zeggen, dat er tusschen de werkelijke opbrengsten en de aan de hand van de beide genoemde weersfactoren berekende opbrengsten een correlatie-coëfficiënt bestaat van 0.79.

Het zal duidelijk zijn, dat tengevolge van de correlatie tusschen temperatuur en zonneshijn de totale invloed van beide praktisch gelijk is aan de „ruwe” correlatie-coëfficiënten, die wij voor een van beide berekenden. Dit blijkt nader, wanneer we de coëfficiënt van gezamenlijke correlatie beschouwen welke 0.69 bedraagt. Het heeft derhalve geen zin temperatuur en zonneshijn te splitsen. Men kan volstaan met de berekening van den gezamenlijken invloed van temperatuur en regen, of zonneshijn en regen. Deze beide zullen weinig uiteenloopen. Het effect van de iets grootere correlatie met den zonneshijn wordt opgeheven door de grootere correlatie tusschen zonneshijn en regenval. De coëfficiënten van gezamenlijke correlatie bedragen voor de opbrengst, met:

temperatuur—regenval, $R_{1.24} = 0.79$.

zonneshijn—regenval, $R_{1.34} = 0.80$.

Hieruit zien we dus, dat een correlatie-coëfficiënt grooter dan 0.8 zeer vermoedelijk niet te bereiken zal zijn.

§ 2. Berekening van de opbrengst met behulp van regressie-vergelijkingen.

De berekening van de opbrengsten met behulp van regressie-vergelijkingen is nu mogelijk. Het is noodig, dat dan wordt nagegaan welke overeenstemming er bestaat tusschen berekende en werkelijke waarden. Is het mogelijk met behulp van de weersfactoren de opbrengst te berekenen met voldoende nauwkeurigheid, dan zullen de regressie-vergelijkingen van groote beteekenis zijn, omdat ze het mogelijk maken de opbrengsten reeds vooraf vast te stellen. Hoe vroeger dit kan geschieden hoe belangrijker het, vooral uit een economisch oogpunt beschouwd, is.

Het spreekt vanzelf, dat een berekening gebaseerd op regressie-vergelijkingen, waarbij slechts een zwakke correlatie-coëfficiënt optreedt, geen zin heeft. Wij zagen reeds, dat zelfs bij een correlatie-coëfficiënt van 0.8 de middelbare fout van een berekende waarde nog meer dan de helft van die van elke willekeurige waarde van de reeks bedraagt. Om de middelbare fout terug te dringen tot 0.2 van de middelbare fout van elke waarneming moet men een correlatie-coëfficiënt van 0.98 bereiken!

Wij hebben nu de opbrengsten berekend aan de hand van de gemiddelde temperatuur in de maanden April t/m Augustus als voorbeeld, waarbij één factor is beschouwd en aan de hand van de

temperatuur in de laatste 20 dagen van Juli en den regenval in de periode 20 April tot 20 Mei als voorbeeld van twee factoren.

In het eerste geval bedroeg de correlatie-coëfficiënt $+0.72$. De middelbare fout van elke berekende waarde bedraagt dus $3347 \times \sqrt{1 - 0.72^2} = 2232$ kg per ha $= 7.2$ % van het gemiddelde.

In het tweede geval bedroeg de correlatie-coëfficiënt $+0.79$. De middelbare fout is dus voor elke berekende waarde $3347 \times \sqrt{1 - 0.79^2} = 2052$ kg per ha $= 6.6$ % van het gemiddelde.

De berekening van de linkerhelft van tabel XXII (blz. 134) geschiedde met behulp van de temperatuur in de periode 1 April—1 September. De gemiddelde opbrengst bedraagt 31.100 kg per ha. Wij hebben gezien, dat de regressie-coëfficiënt 4372 kg per ha bedroeg. De regressie-vergelijking is dus:

$$X_1 = 31.100 + 4372x_2,$$

waarbij X_1 de berekende opbrengst voorstelt en x_2 de afwijking van de temperatuur van het gemiddelde uitgedrukt resp. in kg per ha en graden Celsius.

De berekening van de rechterhelft geschiedde met behulp van den regenval in de periode 20 April—20 Mei en de temperatuur in de periode 10 Juli—1 Augustus. Hier moet men partieele correlatieberekening toepassen, om de onderlinge relatie tusschen de beide weersfactoren te ontgaan. Berekent men den invloed van den regenval afzonderlijk dan vindt men met behulp van den partieelen regressie-coëfficiënt per mm regenvariatie een daling of stijging van 75 en per graad temperatuursverandering in de laatste twintig dagen van Juli van 61 kg per ha op de volgende wijze:

$$b_{13.2} = r_{13.2} \times \frac{s_{1.32}}{s_{3.12}}, \quad b_{12.3} = r_{12.3} \times \frac{s_{1.23}}{s_{2.13}}.$$

Hierbij stellen $b_{13.2}$ en $b_{12.3}$ de partieele regressie-coëfficiënten resp. voor regenval en temperatuur voor, $r_{13.2}$ en $r_{12.3}$ de partieele correlatie-coëfficiënten en $s_{1.32}$, $s_{2.13}$ en $s_{3.12}$ de respectievelijke partieele middelbare fouten voor opbrengst, temperatuur en regenval. De berekening dezer laatsten geschiedt door:

$$s_{1.32} = s_1(1 - r_{13}^2)^{\frac{1}{2}}(1 - r_{12.3}^2)^{\frac{1}{2}} = s_1(1 - r_{12}^2)^{\frac{1}{2}}(1 - r_{13.2}^2)^{\frac{1}{2}},$$

$$s_{2.13} = s_2(1 - r_{12}^2)^{\frac{1}{2}}(1 - r_{23.1}^2)^{\frac{1}{2}} = s_2(1 - r_{23}^2)^{\frac{1}{2}}(1 - r_{12.3}^2)^{\frac{1}{2}},$$

$$s_{3.12} = s_3(1 - r_{13}^2)^{\frac{1}{2}}(1 - r_{23.1}^2)^{\frac{1}{2}} = s_3(1 - r_{23}^2)^{\frac{1}{2}}(1 - r_{13.2}^2)^{\frac{1}{2}}.$$

TABEL XXII.

Jaar	Werke- lijke opbrengst	Berekende opbrengst	Vershil 1)		Werke- lijke opbrengst	Berekende opbrengst	Vershil 1)
1926	34.3	32.1	2.2		34.3	30.4	3.9
1925	33.7	34.5	0.8		33.7	31.9	1.8
1924	32.8	29.2	3.6		32.8	30.2	2.6
1923	25.5	28.4	2.9		25.5	28.6	3.1
1922	32.5	28.5	4.0		32.5	29.8	2.7
1921	36.8	34.8	2.0		36.8	35.2	1.6
1920	28.6	31.6	3.0		28.6	29.5	0.9
1919	28.1	28.3	0.2		28.1	28.3	0.2
1918	32.5	31.2	1.3		32.5	33.0	0.5
1917	31.9	33.5	1.6		31.9	33.2	1.3
1916	26.5	29.5	3.0		26.5	29.8	3.3
1915	30.3	30.3	0.0		30.3	28.5	1.8
1914	31.5	34.2	2.7		31.5	34.0	2.5
1913	27.5	29.5	2.0		27.5	30.5	3.0
1912	33.6	31.4	2.2		33.6	34.9	1.3
1911	36.0	36.3	0.3		36.0	34.1	1.9
1910	29.0	31.6	2.6		29.0	28.3	0.7
1909	27.2	28.1	0.9		27.2	27.2	0.0
1908	32.7	30.9	1.8		32.7	32.0	0.7
1907	29.6	27.1	2.5		29.6	28.8	0.8
1906	32.2	31.6	0.6		32.2	30.5	1.7
1905	34.0	32.6	1.4		34.0	32.8	1.2
1904	29.7	33.2	3.5		29.7	32.9	3.2
1903	24.2	27.6	3.4		24.2	25.2	1.0
1902	27.5	27.9	0.4		27.5	28.7	1.2
1901	37.0	32.4	4.6		37.0	35.2	1.8
1900	32.5	32.6	0.1		32.5	35.3	2.8
1899	34.5	33.1	1.4		34.5	33.5	1.0

1) Uitgedrukt in 1000-tallen kg per ha.

Wij vinden dan:

$$s_{1.32} = 2050; s_{2.13} = 1.561; s_{3.12} = 16.46 \text{ en:}$$

$$b_{13.2} = -0.605 \times \frac{2050}{16.46} = -75.$$

$$b_{12.3} = +0.58 \times \frac{2050}{1.561} = +761.$$

Hieruit volgt de regressievergelijking:

$$X_1 = 31.100 + 761 x_2 - 75 x_3,$$

waar x_2 en x_3 de afwijkingen voorstellen van temperatuur resp. regenval in de genoemde perioden.

Nemen we de middelbare fout der berekende waarden in aanmerking, dan kan men de overeenstemming tusschen werkelijke en berekende gevallen bevredigend noemen. Bij de eerste reeks is in 11 van de 28 gevallen een verschil te constateeren grooter dan de middelbare fout (n.l. 2232 kg), terwijl dit bij de tweede reeks slechts in 9 gevallen bestaat. De maximale afwijkingen, die voorkomen, zijn in het eerste geval belangrijk hooger dan in het tweede. Deze cijfers leeren, dat aan de hand van twee weersfactoren het zeer wel mogelijk is reeds ver voor den oogst een schatting te geven van de opbrengst.

Men bedenke echter, dat de berekende opbrengst betrekking heeft op dezelfde reeks als waaruit de betrekkingen tusschen de weersfactoren en de opbrengst zijn afgeleid. Het is dus wel van belang ook enkele jaren buiten deze reeks te beschouwen. Berekenen wij nu de opbrengsten voor de jaren 1927 t/m 1930 met behulp van den regenval in de periode 20 April—20 Mei en de temperatuur in de laatste twintig dagen van Juli, dan vinden we:

$$1927: 33.9 \pm 2.05.$$

$$1928: 33.4 \pm 2.05.$$

$$1929: 34.0 \pm 2.05.$$

$$1930: 29.8 \pm 2.05.$$

De werkelijke opbrengsten in die jaren zijn resp. 26.1, 35.0, 37.5, 37.1 alles in tonnen per ha. In 1927 klopt de voorspelling slecht met de verwachting, maar 1927 was een zeer abnormaal jaar met bijv. 147 mm regen in Juni en in verhouding tot de temperatuur weinig uren zonnenschijn in Juli. 1930 overtreft belangrijk de verwachting, waarvoor ik geen verklaring kan geven, behalve dat de maand Juni en ook de

eerste dagen van Juli vrij gunstig zijn geweest, wat de temperatuur betreft.

Het gehalte laat zich niet voorspellen, omdat het weer in de laatste weken nog een zeer belangrijken invloed heeft en men dus moet beschikken over de weerkundige gegevens tot den oogst toe. Op dat tijdstip kan men het gehalte rechtstreeks gaan bepalen, zoodat het geen beteekenis heeft hier uitvoerige beschouwingen over te houden. Men dient ook te bedenken, dat de gegevens omtrent het gehalte met eenige restrictie moeten worden aanvaard tengevolge van de correctie, die hierop is toegepast volgens de methode WALLÉN. Deze maakt natuurlijk de cijfers altijd eenigszins minder zeker.

§ 3. *Eenkele beschouwingen over de statistische gegevens omtrent den stand der gewassen.*

Telken jare verschijnen er op bepaalde tijden overzichten, uitgegeven vanwege de Directie van den Landbouw, over den stand der gewassen. Voor suikerbieten vangen deze reeds in Juni aan en eindigen met den oogst. De stand wordt opgegeven in cijfers, waarbij 100 = uitmuntend, 90 = zeer goed, 70 = goed, 60 = vrij goed, 50 = matig, 40 = vrij slecht, 30 = slecht en 10 = mislukt. Deze nummering vindt men van 1916 af in de betreffende mededeelingen gebruikt. Daarvòòr wordt een omschrijving gebezigd, die een vergelijking met voorgaande jaren onmogelijk maakt. Teneinde te kunnen nagaan, welke waarde deze cijfers als voorspelling voor den te verwachten oogst hebben, zijn naast de betreffende getallen de opbrengsten gezet in % van de hoogste opbrengst. Wij krijgen dan nevenstaande tabel (blz. 137).

Met een oogopslag ziet men, dat de schommeling in de werkelijke opbrengstcijfers grooter is dan in de cijfers omtrent den stand van het gewas. Dit blijkt ook uit de middelbare afwijkingen, die procentisch bedragen:

Voor den opbrengst	11.6 %.
Stand \pm 21 Sept.	7.8 %.
Stand \pm 16 Juli	9.4 %.
Stand \pm 12 Juni	9.8 %.

Naarmate de tijd vordert, schijnen in de verschillende jaren de verschillen kleiner te worden bij den stand van de bieten. Hoe staat het nu met het verband tusschen den stand en de opbrengst en hoe staat het met het verband tusschen den stand op verschillende tijdstippen? Ik

Jaar	Opbrengst in % van de hoogste opbrengst	Stand der gewassen op:		
		± 21 September	± 16 Juli	± 12 Juni
1928	95.—	73	69	67
1927	71.—	56	56	57
1926	93.—	70	69	61
1925	92.—	72	73	67
1924	89.—	68	71	65
1923	69.—	59	56	47
1922	88.—	71	73	68
1921	100.—	70	65	71
1920	78.—	69	72	62
1919	76.—	66	58	56
1918	88.—	68	66	66
1917	87.—	71	66	60
1916	72.—	60	59	69

heb daarvoor de correlatie-coëfficiënten berekend tusschen de cijfers van bovenstaande tabel en vind het volgende:

	Opbrengst	Stand in Sept.	Stand in Juli
Stand in September	+ 0.86	—	—
Stand in Juli	+ 0.70	+ 0.84	—
Stand in Juni	+ 0.67	+ 0.75	+ 0.60

Een bezwaar van deze berekeningen is, dat de reeks kort is, maar ik geloof toch, dat de beteekenis ervan kan worden samengevat als volgt:

Bij suikerbieten is zelfs de opgave van den stand in het laatst van September geen betrouwbare maatstaf voor den oogst. De overeenkomst met de opgaven omtrent den stand in Juli en Juni is nog minder gunstig, terwijl uit de correlatie-coëfficiënten tusschen de standen op verschillende tijdstippen onderling blijkt, dat er in betrekkelijk korten tijd een geheel ander oordeel omtrent den stand kan ontstaan. (Men zie + 0.60 als correlatie-coëfficiënt tusschen den stand in Juni en in

Juli.) Het wil mij voorkomen, dat waarnemingen over den stand der gewassen voor de landbouwweerkunde waardevol kunnen worden, vooral wanneer er mee gepaard gaat een beschrijving van de ontwikkelingsphase van het gewas. De organisatie van dezen waarnemingsdienst omtrent den stand der gewassen zou hiertoe misschien meer phaenologisch moeten worden georiënteerd. Want noch de weersomstandigheden, noch de opgaven omtrent den stand zijn voldoende om als volkomen betrouwbaaren gids bij de schattingen te gebruiken. De moeilijkheid is, dat door te geringe correlatie de kans op misrekening vrij groot is. Wij dienen zoowel de weerkundige waarnemingen te perfectionneeren, opdat wij meer met het plantenklimaat (zie blz. 121) rekening kunnen houden, maar wij moeten daarnaast onze landbouwkundige waarnemingen uitbreiden, waardoor men bij het bestudeeren der kritische perioden niet tevreden behoeft te zijn met gegevens op volkomen willekeurige tijdstippen, maar deze ieder jaar kan kiezen naar de ontwikkeling van het gewas. Beide maatregelen zullen leiden tot een beter inzicht in de beteekenis van de weersomstandigheden en een nauw verband leeren opsporen tusschen deze en de opbrengst, zoodat schattingen met meer kans op succes kunnen worden verricht.

SUMMARY.

The influence of atmospheric conditions on the production of sugar-beets (beet-yield, sugar-content and sugar-production) has been examined.

Starting with atmospheric conditions throughout the period 1899—1926, as may be derived from the annual reports (jaarboeken) of the Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut and statistical figures regarding sugar production, as contained in the Verslagen van den Landbouw (Landsdrukkerij — The Hague), correlation-calculations have been tried.

Among atmospheric conditions the average temperature, the number of hours of sunshine and the rainfall have been chosen.

Their value over various periods (months, decades) have been correlated with the amounts for beet-yield, sugar-content and sugar-production.

It appeared that, under the conditions of the Dutch climate, the yield of beets is first of all influenced by the wetness of the period of sowing and germinating (April 20—May 20). Wet periods result in a less satisfactory crop, whilst dry seasons appear to make best beet years. The correlation-coefficient amounts to -0.66 ± 0.11 .

Secondly it has been stated that conditions during July, with regard to temperature as well as to hours of sunshine, are of importance. The correlation-coefficients here are $+0.60 \pm 0.12$ and $+0.66 \pm 0.11$ respectively.

The percentage of sugar is mainly dependent on the number of hours of sunshine and the rainfall during the period Sept. 20—Oct. 20 and is stimulated by a bright and dry autumn. The correlation coefficients are $+0.61 \pm 0.12$ and -0.72 ± 0.09 resp.

The separate provinces of this country (Groningen, Friesland, Noord-Holland, Zuid-Holland, Noord-Brabant and Zeeland) where sugar is being produced, have been compared. As a rule similar conditions and relations have been found. A striking exception regards the influence of the temperature during August. Whilst for this condition

and the beet-yield, the correlation-coefficient amounts to $+ 0.27 \pm 0.17$ in Zeeland, its value is $+ 0.62 \pm 0.12$ for Groningen.

It can be concluded that climate in Holland, with regard to the production of sugar, is often too wet in the first part of the season, too cold and deficient in sunshine during summer, and too wet and dull towards the end.

A regression equation which approximates the relation between atmospheric conditions and beet-yield has been found as follows:
 $X_1 = M + 761 x_2 - 75 x_3.$

X_1 being the amount of beet-yield produced,

M , the average yield,

x_2 , the departure of the temperature during the last 20 days on July as compared with the average,

x_3 , the rainfall during April 20—May 20, as compared with the average.

The above equation appears to hold within 6 % and may prove useful so far as it enables to make an estimation of the production for the current year as early as Aug. 1th.

TABELLEN 1—15.
WEERKUNDIGE GEGEVENS BEHOORENDE BIJ
HOOFDSTUK II.

Gemiddelde ware maandtemperaturen De Bilt 1899—1926.

TABEL 1.

Jaar	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.
1926	5.8	10.0	10.7	13.9	17.8	16.5	15.4	8.0
1925	3.6	8.0	13.8	15.2	18.4	16.3	11.8	9.8
1924	3.3	6.6	13.3	14.9	16.3	14.4	14.0	10.6
1923	6.5	7.8	10.4	11.6	18.9	15.8	13.0	10.7
1922	4.2	6.1	13.4	15.2	15.1	14.9	12.6	6.5
1921	6.7	8.8	13.4	14.8	18.1	16.9	14.0	12.7
1920	7.3	9.3	12.9	15.8	16.2	14.1	13.2	8.2
1919	4.1	6.3	13.8	14.4	13.9	16.0	14.4	7.0
1918	4.6	8.3	13.9	13.5	16.2	15.9	13.1	9.3
1917	1.9	4.6	14.7	18.3	16.7	16.2	14.6	8.1
1916	4.4	8.8	13.1	12.2	15.3	16.4	13.3	10.3
1915	4.1	7.5	12.4	15.7	15.6	15.6	13.1	7.6
1914	6.0	10.1	11.6	14.3	17.9	17.4	13.7	10.0
1913	7.0	8.7	12.7	14.3	14.8	15.3	13.8	10.9
1912	7.5	8.7	11.7	15.2	18.4	14.1	10.7	7.9
1911	5.1	7.1	14.0	14.7	18.6	19.4	14.5	9.5
1910	5.2	7.8	12.7	16.4	15.3	16.1	13.4	10.3
1909	3.0	8.6	11.3	13.2	14.9	16.2	13.2	11.1
1908	3.6	6.1	13.1	16.3	16.7	15.3	13.6	9.9
1907	4.7	7.6	12.5	13.7	13.9	15.3	13.7	11.3
1906	4.0	7.6	12.5	14.3	17.0	16.9	13.4	11.8
1905	5.9	6.6	11.9	16.9	18.0	16.0	12.9	6.5
1904	3.7	9.7	12.1	14.4	18.0	16.0	12.4	9.2
1903	7.2	5.6	12.8	14.3	15.6	15.3	14.3	11.1
1902	5.3	8.5	9.4	15.8	15.5	14.8	13.1	8.6
1901	3.4	9.1	12.2	14.7	18.7	16.7	14.7	10.3
1900	2.7	7.4	11.0	16.1	18.5	16.5	14.3	10.2
1899	3.7	7.8	10.8	15.6	18.1	17.7	14.1	8.5
M=	4.8	7.8	12.4	14.8	16.7	16.0	13.6	9.5

TABEL 2, BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK II.

Aantal uren zonschijn per maand volgens CAMPBELL.—STOKES
Maart tot October 1926—1899 te de Bilt.

Jaar	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.
1926	125	135	145	162	198	164	125	86
1925	106	136	229	213	214	126	122	112
1924	155	120	209	219	190	137	127	99
1923	118	174	114	108	211	215	159	73
1922	109	162	288	215	156	159	109	168
1921	158	201	230	181	257	207	169	125
1920	120	110	207	230	166	137	113	189
1919	79	118	300	204	106	191	175	110
1918	165	94	232	228	209	171	146	51
1917	112	114	273	238	230	163	182	110
1916	79	186	214	143	166	182	135	78
1915	106	202	220	241	192	174	170	85
1914	102	213	186	190	209	226	201	58
1913	108	196	171	152	157	166	154	104
1912	72	238	168	180	228	105	110	122
1911	104	163	239	207	276	254	199	123
1910	174	170	215	187	141	198	135	122
1909	74	214	279	157	126	185	116	84
1908	79	144	166	225	182	189	160	167
1907	139	136	192	98	152	128	175	67
1906	109	226	149	177	209	224	172	109
1905	103	112	207	220	221	186	112	83
1904	70	122	153	203	307	189	153	106
1903	83	87	165	143	114	115	124	43
1902	83	120	130	206	153	126	104	34
1901	69	175	229	207	251	192	134	94
1900	86	137	197	195	253	179	126	88
1899	124	98	144	238	220	208	141	129
M=	108	154	202	192	196	175	145	101

TABEL 3. BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK II.

Maandelijksche regenval in mm, gevallen te de Bilt, 1899—1926.

Jaar	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.
1926	31	39	87	67	63	52	64	118
1925	40	48	76	44	58	58	118	66
1924	45	55	67	34	78	122	111	81
1923	32	30	119	40	57	106	63	122
1922	43	62	17	50	90	58	88	16
1921	33	26	30	42	10	32	24	33
1920	20	75	61	39	83	99	32	11
1919	69	61	25	58	98	36	33	61
1918	25	38	23	38	104	60	157	71
1917	26	48	30	68	54	194	46	154
1916	71	80	63	103	45	75	38	80
1915	60	42	54	43	105	102	46	24
1914	135	44	41	64	88	31	82	42
1913	73	26	72	91	91	22	26	50
1912	86	30	47	108	52	167	84	68
1911	59	26	28	88	33	33	41	105
1910	29	63	54	71	120	49	74	19
1909	63	84	29	43	99	140	54	97
1908	49	28	59	68	80	90	38	12
1907	52	38	64	92	39	53	25	73
1906	52	28	83	49	60	62	36	54
1905	79	62	27	81	74	108	52	135
1904	43	23	62	49	35	46	38	37
1903	48	127	57	89	80	94	104	120
1902	44	36	76	24	80	111	43	43
1901	67	85	33	48	89	69	110	78
1900	22	44	50	82	59	126	15	98
1899	24	87	86	7	56	15	135	68
M=	51	51	54	60	71	79	63	69

TABEL 4, BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK II.
Gem. Temperatuur, de Bilt. Decaden.

Jaar	Maart			April			Mei			Juni		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1926	7	6	6	12	10	11	11	10	15	16	15	16
1925	5	3	5	10	10	9	12	19	15	18	16	13
1924	2	4	6	5	8	10	10	17	18	15	17	19
1923	5	6	11	8	11	9	15	8	12	13	12	14
1922	8	5	2	4	11	7	12	13	22	20	17	15
1921	6	9	8	10	11	10	12	17	18	19	15	16
1920	7	6	11	10	11	10	12	14	18	13	22	18
1919	6	6	2	8	9	6	13	17	18	16	19	13
1918	3	7	7	10	7	11	14	17	17	17	16	14
1917	0	5	3	4	5	8	14	18	18	20	24	17
1916	2	9	4	9	7	15	15	14	16	13	11	16
1915	4	5	5	8	9	11	14	11	17	20	16	18
1914	7	6	7	10	13	13	11	14	14	12	19	18
1913	6	6	10	9	6	16	11	14	17	15	17	15
1912	8	7	9	8	10	14	13	14	14	16	16	18
1911	5	4	8	4	10	11	13	16	18	19	15	15
1910	7	5	7	8	11	8	8	17	17	21	17	16
1909	0	3	7	8	11	12	11	11	18	14	15	16
1908	4	2	7	7	7	8	13	14	16	18	17	19
1907	3	5	8	10	8	9	14	14	15	15	16	14
1906	6	5	2	10	11	8	14	13	15	13	16	18
1905	4	8	8	6	9	9	12	14	15	17	20	20
1904	3	4	6	8	14	11	10	14	17	16	17	15
1903	5	8	11	6	5	8	13	11	20	16	13	19
1902	5	7	6	7	11	12	8	8	15	17	15	21
1901	5	5	2	9	8	13	11	13	18	18	13	19
1900	3	4	3	5	10	11	14	10	14	18	19	16
1899	4	5	5	9	8	10	11	14	12	18	17	18
M =	5	6	6	8	9	10	12	14	16	17	16	17

TABEL 4a, BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK II.
Gem. Temperatuur Decaden de Bilt.

Jaar	Juli			Aug.			Sept.			Oct.		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1926	19	21	17	18	18	18	19	18	12	13	9	4
1925	19	22	20	19	18	17	12	14	12	12	8	12
1924	18	20	16	17	16	14	16	15	13	13	12	10
1923	22	23	17	19	17	16	14	14	14	12	11	11
1922	17	16	17	16	16	17	14	12	13	11	8	3
1921	18	23	21	20	19	18	18	16	14	17	14	11
1920	18	19	17	17	16	14	14	14	14	15	9	5
1919	15	16	14	18	20	16	18	17	12	12	7	5
1918	17	20	17	18	18	17	15	15	12	10	11	9
1917	18	19	19	18	18	17	17	16	15	11	8	7
1916	17	15	18	18	19	17	17	13	14	14	10	8
1915	19	16	16	19	17	16	15	16	13	10	10	6
1914	20	23	17	19	19	19	19	13	13	11	10	10
1913	14	17	17	16	16	19	16	15	14	13	10	12
1912	19	23	20	16	15	14	12	12	10	14	14	12
1911	19	19	25	24	22	19	20	16	12	10	10	10
1910	15	18	17	18	18	16	15	14	14	14	11	9
1909	16	16	16	19	19	16	14	15	14	13	13	9
1908	18	17	20	18	16	16	14	14	16	15	10	8
1907	14	16	16	17	17	16	15	15	15	13	13	10
1906	19	17	21	20	17	18	19	13	12	15	12	11
1905	21	19	20	19	18	16	16	13	12	9	7	5
1904	18	22	21	20	16	17	16	14	12	10	9	10
1903	17	18	17	17	16	16	18	13	16	14	11	11
1902	18	18	16	16	16	17	18	12	13	9	11	8
1901	19	23	21	20	19	16	15	15	18	13	11	9
1900	16	24	21	16	20	17	15	17	15	14	9	9
1899	17	22	21	22	19	19	18	15	12	10	9	10
M =	18	19	18	18	18	17	16	15	13	12	10	9

TABEL 5. BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK II.

Aantal uren zonneshijjn per decade volgens CAMPBELL-STOKES in de maanden Maart tot October 1926—1899 te De Bilt.

Jaar	Maart			April			Mei			Juni		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	1926	27.0	25.8	72.4	42.6	67.5	24.7	47.2	37.1	60.9	49.9	41.1
1925	34.8	39.2	32.1	34.1	46.2	55.5	45.9	101.9	80.8	116.2	67.2	29.3
1924	61.9	78.9	14.2	48.8	39.7	31.2	45.2	74.2	89.7	64.9	60.6	93.1
1923	13.6	41.0	63.3	71.4	67.4	35.1	41.6	32.9	39.4	31.0	28.2	48.4
1922	16.2	41.0	51.5	53.3	64.6	44.1	84.6	68.5	135.1	95.7	72.8	46.1
1921	33.0	72.2	53.2	76.8	66.5	57.7	44.9	79.5	105.6	76.5	48.0	56.8
1920	36.6	25.9	57.4	15.7	42.2	51.9	59.5	66.3	81.3	39.2	114.4	76.0
1919	9.4	28.6	40.9	66.4	16.0	36.0	74.0	107.6	118.0	63.2	94.1	46.7
1918	48.7	64.9	51.2	37.5	16.0	40.0	55.3	69.9	106.8	96.8	65.0	66.3
1917	31.2	24.9	55.9	38.3	28.8	47.1	104.3	56.9	111.4	89.9	102.0	46.1
1916	26.0	25.1	28.2	65.3	21.8	98.8	61.5	75.8	76.9	67.4	28.8	47.1
1915	16.6	12.3	77.4	43.3	80.3	78.1	90.5	39.5	89.6	88.4	82.3	70.1
1914	13.4	25.9	63.1	48.3	95.0	69.8	45.6	80.7	59.5	35.9	82.2	71.9
1913	17.3	37.4	53.5	50.6	51.0	94.3	25.2	87.7	58.2	38.5	85.7	27.5
1912	32.3	10.5	29.0	44.4	92.0	101.9	40.1	53.3	74.4	50.6	57.8	71.5
1911	31.1	26.0	46.9	53.6	72.4	36.8	98.9	62.2	77.9	93.7	74.8	38.8
1910	56.0	48.8	69.4	64.5	54.1	51.1	47.8	74.0	93.0	76.0	57.4	53.8
1909	27.9	25.6	20.0	87.0	62.3	65.0	110.4	68.0	100.4	60.4	46.6	50.4
1908	11.1	8.0	60.1	44.8	52.8	46.7	41.3	64.0	60.5	73.2	56.8	94.8
1907	28.2	34.0	77.0	51.4	56.2	28.2	63.5	60.0	68.7	40.5	35.9	21.2
1906	45.2	29.4	34.7	99.4	66.4	59.8	79.0	37.6	32.1	68.3	52.2	56.3
1905	21.4	28.6	53.0	41.1	43.1	28.1	45.4	80.5	81.0	35.0	109.9	75.3
1904	24.7	23.8	21.4	36.3	45.7	40.2	29.9	73.7	48.9	68.2	55.5	79.5
1903	26.1	22.7	38.0	30.3	46.7	8.8	21.9	23.3	120.1	54.3	14.1	74.6
1902	38.1	24.3	20.9	30.7	30.7	58.8	53.2	25.9	50.5	52.6	53.0	100.1
1901	8.0	17.9	43.2	40.3	48.4	86.4	51.0	75.0	103.0	101.3	45.8	60.3
1900	40.3	26.4	24.7	23.2	48.8	65.2	57.4	76.3	63.6	79.4	73.1	42.1
1899	27.0	56.3	41.4	25.3	45.5	27.1	57.7	42.8	43.6	92.1	84.7	61.1
M =	28.7	33.1	46.2	48.7	52.4	52.4	58.0	64.1	79.6	67.8	63.9	59.9

TABEL 5a, BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK II.

Aantal uren zonneshijn per decade volgens CAMPBELL-STOKES in de maanden Maart tot October 1926—1899 te De Bilt.

Jaar	Juli			Augustus			September			October		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	1926	48.6	92.6	56.6	44.4	46.1	73.5	34.0	61.5	29.0	42.4	22.4
1925	62.0	84.1	67.5	44.9	39.3	42.0	21.7	57.1	43.0	55.7	23.8	32.2
1924	64.2	85.6	40.6	48.4	53.1	35.9	33.4	40.8	52.4	28.2	41.2	29.6
1923	101.1	70.0	39.5	100.0	55.1	59.5	56.4	62.9	39.6	18.7	22.9	31.5
1922	47.6	45.8	62.1	57.8	39.8	61.5	59.7	29.0	20.3	40.8	67.2	59.7
1921	72.3	100.0	84.3	79.2	55.3	72.3	62.6	46.2	60.6	61.1	46.6	17.5
1920	43.3	75.8	46.4	42.6	63.7	30.9	27.1	51.9	33.6	48.7	52.5	87.9
1919	35.4	48.8	21.3	55.0	80.2	55.4	83.2	57.7	34.3	39.4	31.5	38.7
1918	78.7	74.9	55.1	57.7	63.7	49.2	53.5	44.8	47.9	20.2	7.3	23.8
1917	80.2	74.3	75.1	48.1	59.4	55.9	70.2	48.5	63.0	41.3	46.3	22.2
1916	64.6	30.6	70.8	70.8	63.5	47.3	51.9	33.0	49.6	18.3	20.1	39.7
1915	69.7	49.3	73.3	46.4	52.0	75.3	55.8	63.7	50.8	32.6	25.2	27.0
1914	69.8	104.2	34.9	69.6	90.8	65.6	95.2	37.3	68.8	20.8	23.4	13.9
1913	26.4	53.4	77.0	55.8	28.5	81.9	48.0	41.4	64.4	33.1	39.7	31.4
1912	61.1	92.5	73.9	52.8	20.6	31.7	25.9	26.8	56.9	66.8	48.3	7.1
1911	95.6	71.3	108.8	99.6	80.0	74.5	98.3	61.9	38.7	45.9	44.8	32.1
1910	38.4	54.8	47.9	64.5	76.1	57.1	39.5	43.8	51.9	30.3	48.9	42.6
1909	42.2	39.3	44.5	86.5	50.6	48.3	58.8	23.1	33.9	45.5	24.2	14.5
1908	64.5	38.0	79.8	69.0	67.6	52.3	58.8	62.2	38.5	86.4	35.2	45.3
1907	38.7	67.8	45.3	33.7	49.2	45.4	41.6	64.9	68.3	30.1	28.1	8.6
1906	89.8	40.4	78.7	89.9	51.4	83.0	63.5	41.6	66.7	35.4	44.2	29.0
1905	91.8	66.4	62.3	58.1	82.5	45.8	17.4	49.2	45.0	22.4	36.7	24.0
1904	90.3	122.0	94.3	70.1	52.1	67.0	40.5	64.8	47.4	27.0	48.8	30.2
1903	47.4	38.1	28.9	49.5	29.2	36.0	50.8	29.2	44.1	8.3	14.3	20.0
1902	42.5	72.4	38.2	40.2	34.7	51.2	46.8	13.1	44.3	5.0	7.3	22.0
1901	67.4	102.5	81.3	55.6	71.2	65.4	42.9	35.1	56.0	28.2	27.7	38.0
1900	45.9	122.1	84.6	44.5	67.4	67.0	33.8	53.8	38.1	46.1	26.2	15.6
1899	37.6	100.4	81.7	97.0	50.4	60.7	60.0	36.4	44.6	44.1	64.2	20.6
M =	61.3	72.1	62.7	61.8	56.2	56.8	51.1	45.8	47.6	36.5	34.6	29.5

TABEL 6. BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK II.

Regenval in mm voor de decaden der maanden Maart tot en met
October gevallen te De Bilt 1899—1926.

Jaar	Maart			April			Mei			Juni		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1926	23	4	4	6	16	17	24	29	35	25	35	7
1925	11	25	15	6	21	21	39	5	32	8	4	32
1924	18	1	26	11	29	16	23	22	22	16	11	7
1923	25	1	7	—	11	19	15	66	38	19	17	4
1922	35	0	8	14	14	33	11	6	0	5	9	35
1921	14	5	14	2	20	8	13	8	8	28	8	7
1920	7	9	4	20	27	29	18	21	22	12	5	22
1919	42	8	19	2	29	30	20	4	0	11	1	46
1918	1	11	13	22	4	11	8	3	12	7	11	19
1917	3	10	14	27	19	2	1	26	2	26	18	24
1916	16	2	53	2	61	17	26	7	30	36	35	32
1915	38	9	13	28	5	9	13	41	1	4	12	27
1914	63	52	21	40	2	3	17	7	17	30	11	23
1913	28	29	16	6	17	3	20	24	29	46	16	29
1912	38	23	26	22	8	1	11	18	18	33	57	18
1911	19	35	6	3	2	21	11	12	4	21	42	26
1910	8	21	1	6	27	31	21	28	5	22	19	30
1909	9	16	38	4	17	63	7	11	11	7	6	29
1908	24	13	12	8	8	12	20	11	28	28	40	0
1907	22	27	2	16	7	14	36	17	10	32	25	35
1906	25	22	6	0	12	16	17	28	37	12	9	28
1905	24	39	16	35	11	16	19	5	4	47	5	29
1904	11	5	27	12	9	2	42	13	7	21	8	20
1903	31	5	12	21	28	78	37	6	14	—	89	1
1902	11	9	24	15	9	12	26	34	16	11	6	1
1901	48	12	7	38	34	14	25	—	7	9	30	9
1900	1	7	14	21	20	3	33	4	13	28	16	38
1899	3	6	15	35	39	14	9	28	49	—	3	3
M—	21	14	15	16	18	19	20	17	17	19	20	21

TABEL 6a, BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK II.

Regenval in mm voor de decaden der maanden Maart tot en met October
gevallen te De Bilt 1899—1926.

Jaar	Juli			Augustus			September			October		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1926	20	13	30	11	29	12	24	6	34	19	73	27
1925	8	6	44	9	23	27	69	13	35	1	33	32
1924	11	28	40	33	38	51	60	9	42	17	5	59
1923	2	16	39	16	46	44	13	19	30	34	54	34
1922	32	28	30	33	7	19	21	36	32	11	1	4
1921	3	1	6	8	14	10	2	22	0	10	3	21
1920	33	16	34	26	24	49	13	8	12	5	6	0
1919	19	43	36	4	1	31	0	10	23	10	31	20
1918	4	48	52	19	5	26	53	67	38	24	40	7
1917	16	28	9	117	36	41	21	22	2	85	32	38
1916	27	17	1	0	26	49	9	26	3	20	33	27
1915	17	59	30	36	41	25	9	6	31	9	5	11
1914	25	6	57	27	1	4	1	71	10	10	5	27
1913	19	55	17	10	12	0	7	13	5	33	12	4
1912	19	1	33	22	29	117	61	18	4	22	15	31
1911	14	6	13	26	2	5	0	13	27	41	15	50
1910	27	19	74	28	7	13	34	28	12	4	10	5
1909	51	10	38	57	18	65	30	11	13	39	22	36
1908	24	42	15	14	21	56	28	4	5	0	11	1
1907	21	6	13	17	25	11	19	5	1	38	5	30
1906	6	48	6	20	43	10	4	31	1	32	13	9
1905	42	13	21	28	6	73	39	9	4	58	60	17
1904	3	0	32	9	28	9	10	27	1	27	6	5
1903	21	12	47	9	63	22	56	39	10	62	40	18
1902	34	6	33	15	37	59	13	23	43	2	26	14
1901	33	37	19	14	29	26	39	70	1	59	5	15
1900	24	10	25	61	32	33	8	4	4	7	50	40
1899	43	2	11	5	2	8	66	36	33	43	13	12
M =	21	21	29	24	23	32	25	23	16	26	22	21

TABEL 7. BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK II.

Gemiddelde maandtemperatuur Groningen 1899—1926

Jaar	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.
1926	6.0	10.6	11.3	15.6	18.7	17.4	15.6	8.6
1925	3.7	9.5	15.5	16.0	20.0	17.4	12.5	10.2
1924	3.2	6.8	14.2	16.0	18.0	15.7	14.5	10.4
1923	6.6	8.2	11.2	11.7	19.9	16.2	13.6	10.7
1922	4.3	7.0	15.2	15.9	16.3	16.0	12.7	6.9
1921	7.3	10.2	15.0	15.5	19.1	18.2	14.9	13.2
1920	7.9	9.9	14.4	17.2	17.6	15.4	14.1	8.2
1919	3.6	7.3	14.4	15.7	14.6	16.4	15.2	7.5
1918	5.2	8.8	15.3	14.5	17.4	17.0	13.1	9.9
1917	1.4	4.9	15.8	20.4	18.3	17.5	15.2	8.1
1916	3.6	9.3	13.8	13.5	16.5	17.0	13.8	9.8
1915	3.8	8.3	12.6	17.3	16.8	16.4	14.1	7.5
1914	5.7	11.1	12.5	15.5	19.4	18.8	14.6	10.1
1913	6.6	9.6	13.7	15.8	15.5	16.4	14.7	10.9
1912	7.3	9.3	12.7	16.4	20.1	15.2	11.3	8.5
1911	4.9	8.0	15.4	16.3	19.9	21.0	15.7	9.7
1910	5.6	8.6	13.7	18.0	16.3	17.5	14.5	10.5
1909	2.7	8.9	12.7	14.2	15.7	16.7	13.6	11.2
1908	3.9	6.7	13.8	16.9	17.5	15.9	14.2	10.5
1907	4.8	8.2	13.6	14.5	15.0	15.8	14.7	11.8
1906	3.7	8.7	13.6	14.9	18.0	17.6	14.8	11.3
1905	5.8	6.8	13.4	18.7	19.3	17.3	13.6	6.8
1904	3.7	10.2	13.9	15.7	19.6	17.8	14.1	9.9
1903	7.4	6.1	14.1	15.4	16.9	15.8	15.0	10.8
1902	5.3	8.7	10.6	17.9	16.7	15.6	13.4	8.9
1901	3.3	9.6	13.3	15.8	20.3	18.4	15.4	10.7
1900	2.7	7.8	13.0	17.7	20.2	18.1	15.1	9.9
1899	4.1	8.3	11.9	16.7	19.7	18.5	14.1	9.0
M=	4.8	8.5	13.6	16.1	18.0	17.0	14.2	9.7

TABEL 8, BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK II.

Gemiddelde maandtemperatuur Akkrum 1899—1926. 1)

Jaar	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.
1926	6.1	10.3	11.6	15.7	18.7	17.5	15.8	8.4
1925	3.7	8.8	15.0	16.2	20.1	17.4	12.5	10.2
1924	3.0	6.7	13.9	16.0	17.8	15.8	14.6	10.6
1923	6.5	7.7	10.8	11.6	20.0	16.4	14.3	11.0
1922	4.5	6.8	14.4	15.9	16.2	16.3	13.0	6.9
1921	7.1	9.9	14.8	15.3	19.1	18.1	15.1	13.4
1920	8.0	8.9	14.1	17.2	17.4	15.4	14.2	8.0
1919	3.8	7.5	14.3	15.1	14.3	16.3	15.1	7.9
1918	5.2	8.4	14.9	14.3	17.0	16.9	13.2	10.2
1917	1.7	5.0	15.0	19.6	18.0	17.4	15.1	8.6
1916	4.1	9.6	13.6	13.5	16.4	16.9	13.7	10.2
1915	4.0	8.2	12.2	16.7	16.8	16.5	13.9	7.9
1914	5.9	11.1	12.2	15.5	19.1	18.6	14.6	10.3
1913	6.5	9.2	13.3	15.5	15.3	16.3	14.4	11.0
1912	7.4	9.2	12.6	16.1	19.8	15.0	11.5	8.8
1911	4.9	7.9	14.9	16.0	19.4	20.2	15.5	9.8
1910	5.9	8.7	13.5	17.5	16.2	17.1	14.4	10.6
1909	2.9	9.3	12.8	14.1	15.8	16.5	13.7	11.6
1908	4.0	6.8	13.9	16.5	17.3	16.2	14.2	10.2
1907	5.2	8.4	13.4	14.6	14.8	15.8	14.5	11.6
1906	3.8	8.4	13.2	14.4	17.7	17.5	14.8	11.7
1905	5.9	6.9	13.1	18.0	19.1	17.0	13.9	7.4
1904	3.6	10.0	13.3	15.2	18.8	17.3	13.4	9.8
1903	7.4	6.3	13.7	15.1	16.9	15.9	15.0	11.3
1902	5.4	8.9	10.4	17.6	16.6	15.3	13.4	9.2
1900	3.2	7.7	12.6	17.5	19.9	17.6	15.1	10.5
1899	4.3	8.9	11.6	16.6	19.3	18.0	14.2	9.3
M=	5.0	8.4	13.2	15.8	17.5	16.9	14.2	9.9

1) Waarnemingen over 1901 ontbreken.

TABEL 9, BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK II.

Gemiddelde maandtemperatuur Amsterdam 1899—1926.

Jaar	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.
1926	6.7	11.0	11.5	14.7	18.3	17.6	16.6	9.5
1925	4.3	8.9	14.7	15.8	19.5	17.4	13.2	11.1
1924	4.0	7.0	14.1	15.7	17.6	15.7	14.9	11.4
1923	7.0	8.8	11.3	11.9	20.2	17.2	14.7	11.7
1922	4.8	7.1	14.7	15.8	16.4	16.4	13.5	8.2
1921	8.0	9.5	14.6	15.2	18.8	18.4	16.0	14.7
1920	8.3	10.2	14.1	16.5	17.7	15.5	14.5	9.7
1919	4.5	7.1	14.6	15.3	14.4	17.5	15.9	8.7
1918	5.5	8.6	14.5	14.4	17.2	17.4	14.1	10.5
1917	2.2	5.1	15.2	19.8	17.9	17.6	15.9	9.5
1916	4.5	9.4	14.0	13.2	16.0	17.2	14.4	11.4
1915	4.7	8.4	12.5	16.6	17.1	17.1	14.9	9.2
1914	6.6	11.1	12.3	15.2	19.3	18.8	15.3	11.2
1913	7.4	9.4	13.9	15.4	15.3	16.4	15.6	12.4
1912	8.0	9.4	12.6	16.4	19.9	15.4	12.0	9.8
1911	5.3	7.9	14.8	15.9	19.5	20.7	16.4	10.6
1910	6.5	8.9	13.4	17.5	16.0	17.7	14.5	11.6
1909	3.4	9.7	12.6	13.8	15.9	17.3	14.3	12.4
1908	4.3	6.9	14.1	16.9	17.6	16.5	15.1	12.0
1907	5.7	8.6	13.5	14.9	14.8	16.5	15.2	12.6
1906	4.5	8.5	13.1	14.6	18.3	18.4	15.6	13.1
1905	7.0	7.4	12.8	18.0	19.4	17.8	14.4	7.9
1904	4.2	10.3	13.1	15.3	19.2	18.0	14.5	10.8
1903	8.5	6.3	13.6	14.8	17.2	16.5	15.6	12.1
1902	6.3	8.8	9.8	16.8	16.5	16.0	14.2	9.8
1901	3.8	9.7	12.3	15.7	19.7	18.0	15.8	11.6
1900	3.7	8.1	11.7	16.9	19.6	17.4	15.8	11.6
1899	5.2	8.5	11.1	15.4	18.9	17.9	14.9	10.2
M=	5.5	8.6	13.2	15.7	17.8	17.3	14.9	10.9

TABEL 10. BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK II.

Gemiddelde maandtemperatuur Rotterdam 1899—1926.

Jaar	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.
1926	6.7	11.1	11.7	14.6	18.6	17.8	16.9	9.6
1925	4.5	9.1	15.0	16.4	19.4	17.5	13.2	11.4
1924	4.4	7.5	14.2	15.8	17.5	15.6	15.0	11.5
1923	7.6	9.2	11.4	12.3	20.1	17.2	14.5	11.8
1922	5.1	7.1	14.9	16.1	16.3	16.4	13.8	8.1
1921	8.2	10.1	14.6	15.5	19.5	18.0	16.3	15.0
1920	8.5	10.2	14.1	16.9	17.4	15.4	14.7	10.3
1919	4.6	7.0	15.2	15.4	14.3	17.6	16.2	8.8
1918	6.1	8.7	14.9	14.5	17.0	17.4	14.2	10.5
1917	2.5	5.1	15.5	19.4	17.7	17.3	16.1	9.4
1916	5.0	9.9	14.4	13.1	16.0	17.5	14.7	11.2
1915	4.9	8.5	13.5	16.7	16.8	16.9	14.7	9.0
1914	6.8	11.3	12.6	15.4	18.7	18.7	15.4	10.9
1913	7.6	9.8	14.1	15.3	15.5	16.7	15.5	12.4
1912	8.1	9.8	12.9	16.3	20.0	15.4	12.0	10.0
1911	5.9	7.9	15.1	16.0	20.1	21.1	16.8	10.8
1910	6.5	8.8	13.5	17.3	15.8	17.3	14.6	11.6
1909	3.6	9.8	12.7	13.6	15.5	17.5	14.1	12.2
1908	4.2	7.0	13.8	17.0	17.7	16.2	14.8	11.8
1907	5.9	8.4	13.8	14.5	14.7	16.3	15.4	12.2
1906	4.5	8.8	13.0	14.5	18.3	18.4	15.7	13.1
1905	6.7	7.5	12.7	17.6	18.9	17.2	14.1	7.8
1904	4.4	10.2	12.9	15.2	19.4	17.9	13.8	10.5
1903	8.0	6.2	13.7	14.9	16.8	16.2	15.6	12.0
1902	6.0	9.1	9.6	16.1	16.5	15.9	14.2	9.4
1901	3.7	9.5	12.5	15.5	19.6	17.8	15.4	11.3
1900	3.4	8.1	12.5	15.7	18.4	17.2	16.4	11.1
1899	5.0	8.1	11.2	15.9	18.8	18.5	14.8	10.0
M =	5.7	8.7	13.4	15.6	17.7	17.2	15.0	10.8

TABEL 11. BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK II.

Gemiddelde maandtemperatuur Vlissingen 1899—1926.

Jaar	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.
1926	6.7	10.3	11.7	14.5	18.6	18.0	17.1	10.2
1925	4.6	8.5	13.8	16.2	18.7	17.6	13.6	11.8
1924	4.0	7.1	13.6	15.7	17.7	16.1	15.2	11.9
1923	7.6	8.9	11.2	12.6	19.3	17.3	15.0	12.0
1922	5.8	7.3	14.4	15.1	16.2	15.9	12.7	8.7
1921	8.7	11.0	15.1	16.7	20.2	18.4	16.1	14.5
1920	8.8	11.5	16.0	18.2	17.5	15.4	14.3	10.7
1919	4.7	7.5	15.3	15.8	14.0	18.4	16.1	8.2
1918	5.8	8.7	15.4	15.7	15.9	15.8	14.6	10.0
1917	2.4	5.3	15.5	18.9	18.2	17.5	16.1	9.7
1916	5.4	10.6	14.3	13.1	16.4	18.5	15.2	12.1
1915	4.7	8.6	14.1	16.3	17.5	17.7	15.4	9.0
1914	7.0	10.8	12.4	15.0	18.8	18.6	15.8	11.6
1913	6.9	7.5	13.3	15.3	15.6	16.6	15.8	13.0
1912	8.2	10.0	13.5	16.3	19.9	15.6	12.5	10.2
1911	6.1	7.8	14.7	16.4	20.2	21.5	17.8	11.4
1910	6.6	8.8	12.6	16.6	15.7	17.4	14.8	11.8
1909	3.7	9.4	12.4	13.6	15.7	17.8	14.2	12.6
1908	4.3	7.0	13.1	16.2	17.5	16.6	15.0	12.2
1907	5.6	8.2	12.6	14.5	14.9	16.7	15.5	12.6
1906	4.6	8.3	12.2	14.3	18.2	18.7	15.7	13.6
1905	6.7	8.0	12.2	17.0	19.2	17.8	14.6	8.3
1904	4.6	9.9	12.8	15.4	19.7	18.6	14.7	10.9
1903	8.1	7.2	13.7	14.9	17.4	17.0	15.9	12.8
1902	6.0	9.1	10.1	15.8	17.2	16.8	15.2	10.2
1901	4.1	9.3	12.5	16.1	19.7	18.6	16.0	12.1
1900	4.2	8.4	11.6	16.4	19.9	17.8	16.5	12.2
1899	5.2	8.4	11.4	16.1	19.0	19.6	15.9	10.7
M =	5.7	8.7	13.3	15.7	17.8	17.6	15.3	11.2

TABEL 12, BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK II.

Gemiddeldé maandtemperatuur Oudenbosch 1899—1926.

Jaar	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.
1926	7.0	11.2	12.0	15.2	19.0	17.8	16.4	9.1
1925	4.6	9.4	15.3	16.9	19.5	17.5	12.7	11.1
1924	4.5	7.9	14.9	16.5	17.9	15.5	14.8	11.4
1923	7.4	9.2	11.7	12.8	20.3	17.0	13.9	11.4
1922	5.1	7.2	15.8	16.9	16.6	16.4	13.4	7.2
1921	8.0	10.3	15.0	16.2	20.2	18.3	15.8	14.5
1920	8.5	10.5	14.7	17.1	17.5	15.5	14.4	9.8
1919	5.2	7.8	16.0	16.3	15.1	18.0	16.0	8.0
1918	6.1	9.4	15.7	15.2	17.7	17.5	14.3	10.2
1917	3.1	6.1	16.9	20.0	18.3	17.3	15.8	8.7
1916	5.4	10.2	15.0	13.4	16.6	17.7	14.3	11.0
1915	5.1	9.3	14.4	17.6	17.2	17.0	14.5	8.5
1914	7.0	11.9	13.1	16.0	18.9	18.8	14.9	10.5
1913	7.8	10.2	14.4	15.7	16.0	16.7	15.0	12.0
1912	8.3	10.4	13.8	16.7	20.1	15.2	11.7	9.0
1911	6.3	8.9	15.6	16.3	20.8	21.4	16.3	10.4
1910	6.6	9.3	14.2	17.7	16.3	17.4	14.5	11.3
1909	4.2	10.5	13.5	14.7	16.0	17.8	14.0	11.8
1908	4.5	7.5	14.6	18.0	18.2	16.6	14.7	11.1
1907	6.2	8.8	14.5	15.1	15.3	17.2	15.2	11.7
1906	5.0	9.4	13.6	15.7	18.8	18.6	14.8	12.6
1905	7.0	8.3	13.6	18.5	19.7	17.5	14.0	7.2
1904	4.4	10.9	13.5	15.8	20.0	17.9	13.6	9.9
1903	8.2	6.7	14.4	15.4	16.9	16.1	15.3	11.5
1902	6.3	9.8	10.2	16.5	16.7	15.5	14.0	8.9
1901	3.9	10.5	13.9	16.6	19.8	18.0	14.8	10.5
1900	3.6	9.2	12.6	17.2	19.9	16.7	15.1	10.5
1899	4.9	8.8	12.0	17.0	19.5	18.9	14.4	9.0
M=	5.9	9.3	14.1	16.3	18.2	17.4	14.6	10.3

TABEL 13. BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK II.

Maandelijksche regenval te Groningen 1899—1926.									Maandelijksche regenval te Akkrum 1899—1926. 1)								
Jaar	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	October	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	October	
1926	35	44	98	49	110	60	82	81	28	61	85	48	94	67	90	83	
1925	50	38	64	47	62	70	100	79	60	39	80	37	77	31	99	74	
1924	47	59	51	37	79	80	85	74	52	52	38	32	58	89	96	77	
1923	29	53	104	54	80	113	60	88	23	38	109	45	51	91	103	83	
1922	55	53	29	76	106	102	54	28	54	54	25	67	88	140	65	29	
1921	38	28	24	45	18	79	27	23	26	23	20	28	16	54	45	23	
1920	19	87	43	47	119	99	37	7	20	80	52	47	119	120	62	12	
1919	75	46	25	56	80	77	46	69	56	55	22	63	92	54	52	82	
1918	27	40	16	54	51	123	117	81	20	32	17	35	53	78	163	76	
1917	37	40	20	55	57	156	58	146	38	56	16	49	98	146	53	198	
1916	44	51	66	71	62	79	57	59	34	52	56	77	32	86	40	60	
1915	90	28	63	30	108	145	49	15	72	34	72	55	114	116	64	23	
1914	105	42	41	88	89	42	150	51	94	36	39	67	110	40	88	46	
1913	69	26	35	67	117	28	51	31	63	18	41	89	97	28	52	36	
1912	67	29	41	97	42	121	111	71	76	22	20	117	55	146	70	91	
1911	81	19	20	47	24	13	60	135	70	26	24	62	20	25	63	144	
1910	29	38	55	128	130	29	73	17	30	52	53	95	99	38	49	10	
1909	43	59	32	44	101	122	103	75	58	61	24	39	94	127	76	79	
1908	49	30	67	80	64	63	43	7	56	48	60	52	83	62	49	8	
1907	40	35	45	147	30	35	27	67	51	46	57	117	34	29	18	90	
1906	43	27	75	42	83	78	48	47	44	31	50	47	85	68	37	56	
1905	76	58	26	41	60	70	71	155	70	51	25	80	22	118	31	133	
1904	38	51	55	51	33	40	20	45	30	32	42	48	63	40	20	46	
1903	45	97	40	114	100	117	79	126	59	111	35	86	101	110	109	166	
1902	41	72	79	29	70	112	74	41	40	78	88	30	78	102	59	48	
1901	56	85	17	70	46	60	37	63									
1900	13	34	21	83	70	109	49	129	12	35	14	83	35	140	70	122	
1899	13	39	76	7	45	22	138	60	23	55	83	5	45	25	176	61	

1) Waarnemingen van 1901 ontbreken.

TABEL 14. BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK II.

Maandelijksche regenval te Amsterdam 1899—1926.									Maandelijksche regenval te Rotterdam 1899—1926.							
Jaar	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	October	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	October
1926	11	39	54	64	51	65	79	86	25	38	63	46	41	65	84	134
1925	25	49	91	34	60	60	129	63	40	55	71	37	38	70	175	69
1924	37	38	53	43	50	153	73	85	35	44	78	32	130	182	92	97
1923	22	26	104	41	46	85	112	95	31	27	133	63	43	99	82	124
1922	40	54	8	34	75	45	73	15	55	56	14	43	72	47	93	14
1921	14	22	21	41	6	26	22	25	27	31	13	32	12	30	21	36
1920	14	52	73	18	88	117	18	7	10	77	52	20	66	118	22	10
1919	51	39	17	32	88	49	51	67	62	49	25	26	120	45	46	65
1918	19	26	23	23	59	40	160	62	15	29	19	47	80	59	171	85
1917	22	33	19	40	75	126	37	142	46	56	10	47	67	163	34	178
1916	61	51	46	66	10	80	50	61	37	57	52	113	46	98	71	79
1915	43	29	52	111	96	65	56	26	54	42	53	57	99	62	56	33
1914	95	41	34	88	79	21	75	35	135	45	37	26	128	35	85	29
1913	38	12	35	89	72	25	14	72	73	25	69	99	94	36	34	51
1912	54	17	34	97	57	172	77	51	70	23	33	92	56	188	91	85
1911	41	17	32	73	22	10	36	130	55	24	18	86	25	8	35	129
1910	31	51	46	43	117	52	55	15	30	69	57	44	97	38	70	36
1909	57	56	39	50	57	99	38	80	35	65	35	50	99	121	59	121
1908	36	15	33	29	52	78	39	2	27	16	50	52	75	78	53	6
1907	30	32	54	63	13	33	10	61	24	37	57	79	50	41	25	57
1906	27	25	65	28	42	102	25	72	28	13	56	50	20	74	17	50
1905	54	50	35	53	28	106	50	102	61	38	27	67	36	100	33	118
1904	36	10	82	61	36	43	29	26	31	9	58	83	13	36	42	32
1903	36	102	54	72	68	100	80	135	28	79	30	53	76	51	68	109
1902	31	49	62	23	65	97	39	40	32	42	51	45	51	109	52	38
1901	32	73	22	75	59	80	66	74	28	52	27	55	56	58	41	67
1900	21	30	36	92	27	114	34	106	19	27	29	55	46	88	13	71
1899	6	34	32	5	45	13	115	53	14	59	44	9	51	24	116	46

TABEL 15, BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK II.

Maandelijksche regenval te Vlissingen 1899—1926.									Maandelijksche regenval te Oudenbosch 1899—1926.							
Jaar	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	October	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	October
1926	16	50	54	50	62	87	72	132	19	45	54	40	63	62	52	114
1925	36	43	105	39	31	58	125	61	39	41	102	35	80	50	168	73
1924	47	35	80	54	69	80	71	67	48	50	68	31	88	84	95	81
1923	38	16	118	44	38	84	64	138	41	25	124	51	42	85	50	113
1922	68	64	10	78	60	42	113	40	49	64	7	59	81	60	97	34
1921	32	24	28	11	10	73	23	31	27	23	29	21	14	32	25	42
1920	18	78	64	42	92	74	26	13	22	88	72	29	91	53	20	3
1919	61	74	29	24	110	42	42	90	72	56	26	36	99	65	35	39
1918	21	54	15	26	112	66	129	104	42	39	22	41	95	69	103	95
1917	51	60	26	78	53	149	21	138	40	45	18	78	61	179	17	121
1916	72	69	65	102	26	139	78	64	90	72	50	126	37	58	74	84
1915	29	39	45	20	68	125	81	51	51	42	47	43	84	89	58	29
1914	116	30	18	55	97	17	110	32	105	42	28	51	122	34	99	36
1913	82	65	70	93	72	14	31	40	82	37	62	91	81	42	54	43
1912	69	21	30	101	32	164	90	89	70	25	33	79	43	130	85	87
1911	68	21	46	58	4	9	40	136	65	23	49	135	17	20	32	104
1910	48	46	61	51	117	60	72	20	36	45	55	74	152	52	78	25
1909	57	65	45	97	72	119	60	100	61	73	43	47	84	100	66	90
1908	52	22	60	48	49	102	59	30	62	34	69	55	40	96	50	5
1907	34	30	52	90	23	31	39	68	40	36	63	83	40	40	35	87
1906	56	20	122	15	21	62	59	59	69	21	123	31	45	105	14	59
1905	36	46	25	88	50	116	31	112	72	56	23	84	81	179	58	139
1904	31	9	38	63	17	31	46	38	43	20	52	123	15	28	45	38
1903	24	93	39	49	128	32	71	69	39	108	52	40	83	38	72	123
1902	27	41	75	34	53	91	53	32	40	53	77	64	92	135	47	60
1901	32	43	26	46	35	57	72	61	68	72	13	64	61	53	69	70
1900	18	19	19	34	34	50	26	78	20	23	45	52	55	75	17	62
1899	11	63	54	16	43	10	117	18	14	98	62	14	24	33	115	40

TABEL 16, BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK III.

Opbrengst van suikerbieten in tonnen per ha.

Jaar	Gro- ningen	Fries- land	Gelder- land	Noord- Holl.	Zuid- Holl.	Zee- land	Noord- Brabant	Neder- land
1926	29.4	31.7	27.8	34.4	37.0	36.5	34.9	34.3
1925	34.2	33.9	29.0	32.7	37.0	35.3	29.4	33.7
1924	29.6	28.4	26.7	32.6	34.3	35.7	31.8	32.8
1923	20.8	20.6	21.1	25.0	25.5	29.1	23.4	25.5
1922	27.6	31.0	25.6	31.1	32.0	36.1	31.3	32.5
1921	30.0	34.1	27.9	36.0	40.6	40.8	35.1	36.8
1920	24.7	28.5	24.7	29.6	30.2	32.5	26.9	28.6
1919	24.6	26.0	24.8	26.7	29.7	29.8	28.6	28.1
1918	28.9	30.0	26.1	32.9	34.8	34.0	32.9	32.5
1917	33.9	34.0	26.8	34.1	33.2	32.6	30.0	31.9
1916	26.0	27.5	22.7	28.0	26.1	29.1	23.8	26.5
1915	28.3	29.8	22.9	27.1	29.0	34.4	30.3	30.3
1914	34.0	32.5	26.3	23.3	31.5	35.5	29.4	31.5
1913	28.5	26.1	24.5	27.2	26.2	29.9	26.6	27.5
1912	33.0	32.4	27.1	32.9	32.7	36.7	33.2	33.6
1911	35.3	34.6	30.0	36.3	37.2	38.8	34.2	36.0
1910	29.3	27.1	22.7	26.5	28.3	33.2	26.6	29.0
1909	24.8	27.5	23.7	25.2	25.9	30.3	26.0	27.2
1908	31.4	34.2	29.8	34.3	31.2	36.1	29.5	32.7
1907	26.0	27.8	24.0	31.8	30.3	32.8	27.7	29.6
1906	30.4	31.8	27.1	37.6	33.4	34.7	28.7	32.2
1905	34.1	32.8	29.4	34.7	31.1	37.7	31.1	34.0
1904	28.8	25.3	24.0	33.1	28.2	32.6	29.4	29.7
1903	23.0	23.3	22.1	23.0	24.5	25.6	23.2	24.2
1902	26.4	26.3	23.1	26.9	27.0	31.2	25.2	27.5
1901	33.2	29.8	34.3	37.3	38.3	41.2	33.7	37.0
1900	32.0	32.2	28.3	34.0	32.4	35.9	29.1	32.5
1899	36.0	32.7	29.2	32.7	35.0	37.2	33.8	34.5
M=	29.4	29.8	26.1	31.0	31.5	34.1	29.5	31.1

TABEL 17. BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK III.

Suikergehalte in procenten.

Jaar	Nederland	Vierverlaten	Halfweg	Sas van Gent
1926	16.5	16.98	16.18	16.42
1925	17.2	17.49	16.29	17.46
1924	17.0	17.00	15.88	17.12
1923	15.8	15.24	14.78	16.03
1922	17.3	17.91	16.70	17.49
1921	17.2	17.57	16.54	17.33
1920	17.3	17.26	15.40	17.96
1919	16.8	16.39	15.82	17.47
1918	16.2	16.69	15.17	16.32
1917	16.7	17.17	16.48	17.60
1916	16.9	17.16	16.40	16.37
1915	16.5	17.51	16.68	16.64
1914	16.3	16.39	15.94	16.37
1913	16.6	16.58	16.22	16.41
1912	16.7	17.50	16.28	16.60
1911	16.6	17.37	16.67	16.57
1910	16.5	16.92	16.82	15.57
1909	15.5	15.58	15.17	15.75
1908	16.8	16.98	16.33	16.65
1907	15.9	15.91	15.42	16.15
1906	16.2	16.73	16.12	16.47
1905	15.5	16.53	15.59	16.18
1904	16.5	17.86	16.56	16.99
1903	14.5	15.41	14.46	14.73
1902	15.5	16.63	16.15	—.—
1901	15.1	16.30	15.15	15.10
1900	15.4	15.06	15.24	15.00
1899	14.9	15.60	14.96	—.—

TABEL 18, BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK IV.

Correlatie-coëfficiënten van opbrengst, gehalte, rendement met temperatuur, zonneschijn, regenval, in de perioden 1 Mei—1 Nov. en 1 April—1 Oct.

OPBRENGST.

Periode	Temperatuur	Zonneschijn	Regenval
1 Mei—1 November . .	$+0.57 \pm 0.13$	$+0.64 \pm 0.11$	-0.20 ± 0.18
1 April—1 October . . .	$+0.70 \pm 0.10$	$+0.59 \pm 0.12$	-0.32 ± 0.17

GEHALTE.

Periode	Temperatuur	Zonneschijn	Regenval
1 Mei—1 November . .	$+0.07 \pm 0.19$	$+0.51 \pm 0.14$	-0.57 ± 0.13
1 April—1 October . . .	$+0.16 \pm 0.18$	$+0.43 \pm 0.15$	-0.48 ± 0.15

RENDEMENT.

Periode	Temperatuur	Zonneschijn	Regenval
1 Mei—1 November . .	$+0.55 \pm 0.13$	$+0.71 \pm 0.09$	-0.33 ± 0.17
1 April—1 October . . .	$+0.69 \pm 0.10$	$+0.65 \pm 0.11$	-0.42 ± 0.16

TABEL 19. BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK V.

Correlatie-coëfficiënten van opbrengst en gehalte met temperatuur, zonneshijn, regenval in de verschillende maanden.

	OPBRENGST			GEHALTE		
	Temperatuur	Zonneshijn	Regenval	Temperatuur	Zonneshijn	Regenval
April	+ 0.06 ± 0.19	+ 0.07 ± 0.19	- 0.29 ± 0.17	- 0.02 ± 0.19	+ 0.24 ± 0.18	- 0.44 ± 0.15
Mei	+ 0.19 ± 0.18	+ 0.16 ± 0.18	- 0.31 ± 0.17	+ 0.49 ± 0.14	+ 0.26 ± 0.18	- 0.28 ± 0.17
Juni	+ 0.37 ± 0.16	+ 0.49 ± 0.14	- 0.13 ± 0.19	+ 0.34 ± 0.17	+ 0.36 ± 0.16	+ 0.16 ± 0.18
Juli	+ 0.60 ± 0.12	+ 0.66 ± 0.11	- 0.31 ± 0.17	- 0.12 ± 0.19	+ 0.19 ± 0.18	- 0.17 ± 0.18
Augustus	+ 0.41 ± 0.16	+ 0.26 ± 0.18	- 0.15 ± 0.18	- 0.11 ± 0.19	+ 0.06 ± 0.19	- 0.08 ± 0.19
September	+ 0.12 ± 0.19	+ 0.11 ± 0.19	+ 0.22 ± 0.18	- 0.37 ± 0.16	+ 0.19 ± 0.18	- 0.42 ± 0.16
October	- 0.12 ± 0.19	+ 0.36 ± 0.16	+ 0.00 ± 0.19	- 0.12 ± 0.19	+ 0.63 ± 0.11	- 0.60 ± 0.12

TABEL 20, BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK VI.

Correlatie-coëfficiënten van opbrengst en gehalte met temperatuur, zonneshijn, regenval in twee-maandelijksche perioden.

OPBRENGST			GEHALTE		
Temperatuur	Zonneshijn	Regenval	Temperatuur	Zonneshijn	Regenval
April en Mei.					
+ 0.25 ± 0.18	+ 0.17 ± 0.18	- 0.46 ± 0.15	+ 0.43 ± 0.15	+ 0.37 ± 0.16	- 0.55 ± 0.13
Mei en Juni.					
+ 0.36 ± 0.16	+ 0.38 ± 0.16	- 0.35 ± 0.17	+ 0.54 ± 0.13	+ 0.39 ± 0.16	- 0.09 ± 0.19
Juni en Juli.					
+ 0.66 ± 0.11	+ 0.74 ± 0.08	- 0.34 ± 0.17	+ 0.14 ± 0.18	+ 0.33 ± 0.17	- 0.01 ± 0.19
Juli en Augustus.					
+ 0.61 ± 0.12	+ 0.58 ± 0.12	- 0.28 ± 0.17	- 0.14 ± 0.18	+ 0.16 ± 0.18	- 0.15 ± 0.18
Augustus en September.					
+ 0.32 ± 0.17	+ 0.21 ± 0.18	+ 0.02 ± 0.19	- 0.28 ± 0.17	+ 0.13 ± 0.19	- 0.34 ± 0.17
September en October.					
- 0.04 ± 0.19	+ 0.34 ± 0.17	+ 0.14 ± 0.18	- 0.29 ± 0.17	+ 0.63 ± 0.11	- 0.69 ± 0.10

TABEL 21. BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK VI.

Correlatie-coëfficiënten van opbrengst en gehalte met temperatuur, zonneschijn, regenval, in driemaandelijksche perioden

	OPBRENGST			GEHALTE		
	Temperatuur	Zonneschijn	Regenval	Temperatuur	Zonneschijn	Regenval
April, Mei en Juni	+ 0.52 ± 0.14	+ 0.39 ± 0.16	- 0.50 ± 0.14	+ 0.62 ± 0.11	+ 0.49 ± 0.14	- 0.38 ± 0.16
Mei, Juni en Juli	+ 0.68 ± 0.10	+ 0.69 ± 0.10	- 0.54 ± 0.13	+ 0.37 ± 0.16	+ 0.42 ± 0.16	- 0.21 ± 0.18
Juni, Juli en Augustus	+ 0.71 ± 0.09	+ 0.68 ± 0.10	- 0.30 ± 0.17	+ 0.08 ± 0.19	+ 0.29 ± 0.17	- 0.07 ± 0.19
Juli, Augustus en September	+ 0.57 ± 0.12	+ 0.51 ± 0.14	- 0.10 ± 0.19	- 0.25 ± 0.18	+ 0.19 ± 0.18	- 0.35 ± 0.17
Augustus, September en October	+ 0.14 ± 0.19	+ 0.35 ± 0.17	+ 0.15 ± 0.18	- 0.25 ± 0.18	+ 0.44 ± 0.15	- 0.54 ± 0.13

TABEL 22. BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK VI.

Correlatie-coëfficiënten van opbrengst en gehalte met temperatuur, zonneschijn, regenval in viermaandelijksche perioden.

OPBRENGST				GEHALTE		
Temperatuur	Zonneschijn	Regenval		Temperatuur	Zonneschijn	Regenval
April, Mei, Juni en Juli.						
+ 0.69 ± 0.10	+ 0.66 ± 0.11	- 0.58 ± 0.12		+ 0.41 ± 0.16	+ 0.50 ± 0.14	- 0.41 ± 0.16
Mei, Juni, Juli en Augustus.						
+ 0.72 ± 0.09	+ 0.66 ± 0.11	- 0.44 ± 0.15		+ 0.26 ± 0.18	+ 0.38 ± 0.16	- 0.18 ± 0.18
Juni, Juli, Augustus en September.						
+ 0.67 ± 0.10	+ 0.62 ± 0.12	- 0.13 ± 0.19		- 0.06 ± 0.19	+ 0.30 ± 0.17	- 0.29 ± 0.17
Juli, Augustus, September en October.						
+ 0.43 ± 0.15	+ 0.58 ± 0.12	- 0.07 ± 0.19		- 0.23 ± 0.18	+ 0.40 ± 0.16	- 0.55 ± 0.13

TABEL 23, BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK VI.

Correlatie-coëfficiënten tusschen opbrengst en gehalte met temperatuur, zonneshijn, regenval in vijfmaandelijksche perioden.

OPBRENGST				GEHALTE		
Temperatuur	Zonneshijn	Regenval		Temperatuur	Zonneshijn	Regenval
April, Mei, Juni, Juli en Augustus.						
+ 0.72 ± 0.09	+ 0.60 ± 0.12	- 0.49 ± 0.14		+ 0.30 ± 0.17	+ 0.44 ± 0.15	- 0.33 ± 0.17
Mei, Juni, Juli, Augustus en September.						
+ 0.69 ± 0.10	+ 0.61 ± 0.12	- 0.25 ± 0.18		+ 0.13 ± 0.19	+ 0.38 ± 0.16	- 0.40 ± 0.16
Juni, Juli, Augustus, September en October.						
+ 0.54 ± 0.13	+ 0.65 ± 0.11	- 0.11 ± 0.19		- 0.11 ± 0.19	+ 0.36 ± 0.16	- 0.49 ± 0.14

TABEL 24, BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK VII.

Correlatie-coëfficiënten van opbrengst en gehalte met temperatuur en regenval voor de verschillende landbouwgebieden in maandelijksche perioden.

April.

Landbouw- gebied	OPBRENGST		Landbouw- gebied (Fabriek)	GEHALTE		
	Temperatuur	Regenval		Temperatuur	Regenval	
Groningen	+ 0.03 ± 0.19	- 0.43 ± 0.15	Vierverlaten	+ 0.14 ± 0.18	- 0.21 ± 0.18	
Friesland	- 0.02 ± 0.19	- 0.35 ± 0.17		Halfweg	+ 0.01 ± 0.19	- 0.41 ± 0.16
N.-Holland	- 0.10 ± 0.19	- 0.36 ± 0.16	Sas van Gent		- 0.03 ± 0.19	- 0.13 ± 0.19
Z.-Holland	+ 0.00	- 0.20 ± 0.18				
Zeeland	+ 0.15 ± 0.18	- 0.48 ± 0.15				
N.-Brabant	+ 0.05 ± 0.19	- 0.24 ± 0.18				

Mei.

TABEL 25.

Landbouw- gebied.	OPBRENGST		Landbouw- gebied (Fabriek)	GEHALTE		
	Temperatuur	Regenval		Temperatuur	Regenval	
Groningen	+ 0.19 ± 0.18	- 0.26 ± 0.18	Vierverlaten	+ 0.36 ± 0.16	- 0.13 ± 0.19	
Friesland	+ 0.23 ± 0.18	- 0.31 ± 0.17		Halfweg	+ 0.20 ± 0.18	- 0.19 ± 0.18
N.-Holland	+ 0.20 ± 0.18	- 0.21 ± 0.18	Sas van Gent		+ 0.34 ± 0.17	- 0.07 ± 0.19
Z.-Holland	+ 0.20 ± 0.18	- 0.35 ± 0.17				
Zeeland	+ 0.01 ± 0.19	- 0.28 ± 0.17				
N.-Brabant	+ 0.17 ± 0.18	- 0.43 ± 0.15				

Juni.

TABEL 26.

Landbouw- gebied	OPBRENGST		Landbouw- gebied (Fabriek)	GEHALTE		
	Temperatuur	Regenval		Temperatuur	Regenval	
Groningen	+ 0.52 ± 0.14	- 0.19 ± 0.18	Vierverlaten	+ 0.41 ± 0.16	- 0.10 ± 0.19	
Friesland	+ 0.51 ± 0.14	- 0.14 ± 0.18		Halfweg	+ 0.46 ± 0.15	+ 0.18 ± 0.18
N.-Holland	+ 0.29 ± 0.17	- 0.15 ± 0.18	Sas van Gent		+ 0.52 ± 0.14	- 0.11 ± 0.19
Z.-Holland	+ 0.27 ± 0.17	- 0.33 ± 0.17				
Zeeland	+ 0.40 ± 0.16	- 0.21 ± 0.18				
N.-Brabant	+ 0.37 ± 0.16	- 0.14 ± 0.18				

Juli.

TABEL 27.

Landbouw- gebied	OPBRENGST		Landbouw- gebied (Fabriek)	GEHALTE		
	Temperatuur	Regenval		Temperatuur	Regenval	
Groningen	+ 0.60 ± 0.12	- 0.42 ± 0.16	Vierverlaten	+ 0.08 ± 0.19	- 0.22 ± 0.18	
Friesland	+ 0.41 ± 0.16	- 0.22 ± 0.18		Halfweg	- 0.09 ± 0.19	+ 0.06 ± 0.19
N.-Holland	+ 0.44 ± 0.15	- 0.50 ± 0.14	Sas van Gent		+ 0.03 ± 0.19	- 0.28 ± 0.17
Z.-Holland	+ 0.54 ± 0.13	- 0.31 ± 0.17				
Zeeland	+ 0.59 ± 0.12	- 0.47 ± 0.15				
N.-Brabant	+ 0.52 ± 0.14	- 0.29 ± 0.17				

Augustus.

TABEL 28.

Landbouw- gebied	OPBRENGST		Landbouw- gebied. (Fabriek)	GEHALTE		
	Temperatuur	Regenval		Temperatuur	Regenval	
Groningen	+ 0.62 ± 0.12	- 0.35 ± 0.17	Vierverlaten	- 0.11 ± 0.19	- 0.12 ± 0.19	
Friesland	+ 0.50 ± 0.14	- 0.02 ± 0.19		Halfweg	+ 0.21 ± 0.18	- 0.27 ± 0.17
N.-Holland	+ 0.29 ± 0.17	+ 0.06 ± 0.19	Sas van Gent		- 0.01 ± 0.19	+ 0.06 ± 0.19
Z.-Holland	+ 0.39 ± 0.16	- 0.11 ± 0.19				
Zeeland	+ 0.27 ± 0.17	- 0.04 ± 0.19				
N.-Brabant	+ 0.36 ± 0.14	- 0.06 ± 0.19				

September.

TABEL 29.

Landbouw- gebied	OPBRENGST		Landbouw- gebied (Fabriek)	GEHALTE		
	Temperatuur	Regenval		Temperatuur	Regenval	
Groningen	+ 0.04 ± 0.19	+ 0.32 ± 0.17	Vierverlaten	- 0.20 ± 0.18	- 0.28 ± 0.17	
Friesland	+ 0.03 ± 0.19	+ 0.01 ± 0.19		Halfweg	- 0.06 ± 0.19	- 0.44 ± 0.15
N.-Holland	+ 0.16 ± 0.18	- 0.09 ± 0.19	Sas van Gent		- 0.12 ± 0.19	- 0.30 ± 0.17
Z.-Holland	+ 0.25 ± 0.18	+ 0.18 ± 0.18				
Zeeland	+ 0.10 ± 0.19	+ 0.09 ± 0.19				
N.-Brabant	+ 0.16 ± 0.18	+ 0.12 ± 0.19				

October.

TABEL 30.

Landbouw- gebied	OPBRENGST		Landbouw- gebied.	GEHALTE	
	Temperatuur	Regenval	(Fabriek)	Temperatuur	Regenval
Groningen	-0.12 ± 0.19	$+0.24 \pm 0.18$	Vierverlaten	-0.24 ± 0.18	-0.34 ± 0.17
Friesland	-0.16 ± 0.18	$+0.08 \pm 0.19$	Halfweg	-0.09 ± 0.19	-0.35 ± 0.17
N.-Holland	$+0.03 \pm 0.19$	$+0.10 \pm 0.19$			
Z.-Holland	-0.07 ± 0.19	$+0.06 \pm 0.19$	Sas van Gent	-0.26 ± 0.18	-0.33 ± 0.17
Zeeland	-0.03 ± 0.19	-0.06 ± 0.19			
N.-Brabant	$+0.19 \pm 0.18$	$+0.06 \pm 0.19$			

TABEL 31, BEHOORENDE BIJ HOOFDSTUK VII.

Correlatie-coëfficiënten van opbrengst met regenval in de maanden
April en Mei, gesplitst in kortere perioden.

PERIODE	Groningen	Friesland	Zeeland	N.-Brabant
1—10 April	$+0.10 \pm 0.19$	-0.05 ± 0.19	$+0.16 \pm 0.18$	$+0.34 \pm 0.17$
10—20 April	-0.24 ± 0.18	-0.22 ± 0.18	-0.33 ± 0.17	-0.22 ± 0.18
20—30 April	-0.52 ± 0.14	-0.42 ± 0.16	-0.56 ± 0.13	-0.37 ± 0.16
1—10 Mei	-0.06 ± 0.19	-0.14 ± 0.18	-0.34 ± 0.17	-0.50 ± 0.14
10—20 Mei	-0.30 ± 0.17	-0.46 ± 0.15	-0.22 ± 0.18	-0.29 ± 0.17
20—31 Mei	-0.17 ± 0.18	-0.07 ± 0.19	-0.09 ± 0.19	-0.25 ± 0.15
10—30 April	-0.48 ± 0.15	-0.46 ± 0.15	-0.58 ± 0.12	-0.32 ± 0.17
20 April—10 Mei	-0.44 ± 0.15	-0.35 ± 0.17	-0.58 ± 0.12	-0.60 ± 0.12
1—20 Mei	-0.30 ± 0.17	-0.51 ± 0.14	-0.38 ± 0.16	-0.53 ± 0.14
10—31 Mei	-0.30 ± 0.17	-0.38 ± 0.16	-0.20 ± 0.18	-0.31 ± 0.17
10 April—10 Mei	-0.43 ± 0.15	-0.40 ± 0.16	-0.53 ± 0.14	-0.52 ± 0.15
20 April—20 Mei	-0.56 ± 0.13	-0.65 ± 0.11	-0.62 ± 0.12	-0.66 ± 0.11

TABEL 32.

Middelbare afwijkingen der correlatie-coëfficiënten voor $n = 28$.

r	$\frac{1-r^2}{\sqrt{n}}$	r	$\frac{1-r^2}{\sqrt{n}}$	r	$\frac{1-r^2}{\sqrt{n}}$	r	$\frac{1-r^2}{\sqrt{n}}$	r	$\frac{1-r^2}{\sqrt{n}}$
0.11	0.19	0.27	0.17	0.43	0.15	0.59	0.12	0.75	0.08
0.12	0.19	0.28	0.17	0.44	0.15	0.60	0.12	0.76	0.08
0.13	0.19	0.29	0.17	0.45	0.15	0.61	0.12	0.77	0.08
0.14	0.18	0.30	0.17	0.46	0.15	0.62	0.12	0.78	0.07
0.15	0.18	0.31	0.17	0.47	0.15	0.63	0.11	0.79	0.07
0.16	0.18	0.32	0.17	0.48	0.15	0.64	0.11	0.80	0.07
0.17	0.18	0.33	0.17	0.49	0.14	0.65	0.11	0.81	0.06
0.18	0.18	0.34	0.17	0.50	0.14	0.66	0.11	0.82	0.06
0.19	0.18	0.35	0.17	0.51	0.14	0.67	0.10	0.83	0.06
0.20	0.18	0.36	0.16	0.52	0.14	0.68	0.10	0.84	0.06
0.21	0.18	0.37	0.16	0.53	0.14	0.69	0.10	0.85	0.05
0.22	0.18	0.38	0.16	0.54	0.13	0.70	0.10	0.86	0.05
0.23	0.18	0.39	0.16	0.55	0.13	0.71	0.09	0.87	0.05
0.24	0.18	0.40	0.16	0.56	0.13	0.72	0.09	0.88	0.04
0.25	0.18	0.41	0.16	0.57	0.13	0.73	0.09	0.89	0.04
0.26	0.18	0.42	0.16	0.58	0.12	0.74	0.08	0.90	0.04

INHOUD.

	Blz.
INLEIDING	1
HOOFDSTUK I. Methode van onderzoek	5—25
§ 1. Grafische voorstelling van het verband tusschen twee of meer reeksen van waarnemingen	5
§ 2. Stippenkaart	5
§ 3. Middelbare afwijking en correlatie-coëfficiënt	7
§ 4. Regressie-coëfficiënt	11
§ 5. Partieele correlatie	15
§ 6. De methode HOLDEFLEISZ	20
§ 7. De methode WALLÉN	25
HOOFDSTUK II. De meteorologische gegevens	26—37
§ 1. Algemeene opmerkingen	26
§ 2. De keuze der weersfactoren	28
§ 3. Bespreking der belangrijkste weersfactoren	29
HOOFDSTUK III. De landbouwkundige gegevens	38—43
§ 1. Algemeene opmerkingen	38
§ 2. De verdeeling van de met suikerbieten betaalde oppervlakte in ons land	40
§ 3. De suikerbietenopbrengsten in de verschillende landbouw- gebieden	40
§ 4. Het suikergehalte	42
HOOFDSTUK IV. De gemiddelde weersomstandigheden gedurende de geheele groeiperiode en haar invloed op den oogst	44—51
§ 1. Algemeene opmerkingen	44
§ 2. De suikerbietenopbrengst en de weersfactoren over de periode Mei tot en met October	46
§ 3. Het suikergehalte en de weersfactoren over de periode Mei tot en met October	47
§ 4. Het suikerrendement en de weersfactoren over de periode Mei tot en met October	49
§ 5. Samenvatting en conclusies	50
§ 6. April t/m September als groeiperiode en de invloed hiervan op de gevonden resultaten	51

HOOFDSTUK V. De correlatie tusschen de maandcijfers voor gemiddelde temperatuur, uren zonnenschijn en regenval met de suikerbietenopbrengst en het suikergehalte 52—60

§ 1. De maand April	53
§ 2. De maand Mei	55
§ 3. De maand Juni	56
§ 4. De maand Juli	57
§ 5. De maand Augustus	58
§ 6. De maand September	59
§ 7. De maand October	60

HOOFDSTUK VI. Nadere analyse van het klimaat. De beteekenis der onderlinge relaties van de weersfactoren voor de suikerbietenopbrengst en het suikergehalte 61—79

§ 1. April en Mei	63
§ 2. April, Mei en Juni	65
§ 3. April t/m Juli	67
§ 4. April t/m Augustus	71
§ 5. April t/m September	74
§ 6. De laatste maanden der groeiperiode	77

HOOFDSTUK VII. Vergelijking van den invloed der weersfactoren in verschillende landbouwgebieden 80—90

§ 1. De suikerbietenopbrengsten in de verschillende provincies .	80
§ 2. Uitvoerige bespreking der provinciale gegevens over de afzonderlijke maanden	82

HOOFDSTUK VIII. Het verloop van den groei van suikerbieten. Onderzoek van kortere perioden. Dekaden en combinaties daarvan. Kritische perioden 91—111

§ 1. Het verloop van den groei bij suikerbieten	92
§ 2. Het weer in kortere perioden en de suikerbietenopbrengst .	97
§ 3. Kritische perioden bij de opbrengst	97
§ 4. Kortere perioden en het suikergehalte	101
§ 5. Kritische perioden bij het suikergehalte	103
§ 6. De invloed van het weer op de suikerbietenopbrengst vergeleken met den invloed van het weer op het suikergehalte	105
§ 7. Enkele correlaties tusschen het rendement en de weersfactoren	109

HOOFDSTUK IX. Het ideale klimaat voor suikerbieten 112—126

§ 1. De eischen, die bieten aan het weer stellen volgens de literatuur	113
§ 2. De klimatologische voorwaarden voor een gunstig rendement	115

	Blz.
§ 3. De beteekenis van de onderlinge relaties der weersfactoren en het ideale klimaat	117
§ 4. De cultuurmaatregelen en het ideale klimaat	121
HOOFDSTUK X. Voorspelling van den oogst	127—138
§ 1 Regressie-coëfficiënt en voorspelling	127
§ 2. Berekening van de opbrengst met behulp van regressie- vergelijkingen	132
§ 3. Enkele beschouwingen over de statistische gegevens om- trent den stand der gewassen	136
SUMMARY	139
TABELLEN:	
Weerkundige gegevens 1—15	141
Landbouwkundige gegevens 16 en 17	159
Samenvatting der correlatie-coëfficiënten 18—31	161
Middelbare afwijking van de correlatie-coëfficiënten voor n = 28, 32	170

STELLINGEN.

I.

Beveiliging tegen den bliksem vindt ten plattelande, en met name op boerderijen, nog lang geen voldoende toepassing.

II.

Bij het toepassen van meteorologische gegevens in landbouwkundige onderzoekingen is het noodzakelijk rekening te houden met de richting, waarin de landbouwweerkunde door GEIGER e.a. in de laatste jaren is uitgebreid.

(R. Geiger, Das Klima der bodennahen Luftschicht. 1927).

III.

Kennis van waarschijnlijkheidsrekening is voor den landbouwkundigen ingenieur onmisbaar.

IV.

Bij correlatie-onderzoek verdient het gebruik van de „Rangordnungsmethode” van HOLDEFLEISZ geen aanbeveling.

(P. Holdefleisz, Agrarmeteorologie. 1930).

V.

De tegenwoordige organisatie van den proefveldendienst in ons land leidt nog niet tot eene voorlichting, die zoo efficiënt mogelijk genoemd kan worden.

—

VI.

Ten onrechte leidt **ARRHENIUS** uit zijn onderzoek af, dat men bij de beoordeeling van den grond niets aan de kennis der mechanische samenstelling heeft.

(Arch. v.d. Suikerind. in Ned.-Indië. Deel III. Med. v. h. Proefst. v. d. Java Suikerind. 1928. No. 5).

VII.

De doelmatigheid eener bemesting bij grasland moet men veel meer naar de toekomstige resultaten en de kwaliteit van het gewas beoordeelen dan naar den directen oogst.

VIII.

De gunstige werking van een kalkbemesting komt, althans voor de zwaardere gronden, ten deele neer op betere stikstofvoeding; men zal daarom voor een juiste beoordeeling van de kalkwerking zoowel de grootte der stikstofbemesting als de grootte van de kalkbemesting moeten varieeren.

IX.

De rechten, die de Staat laat gelden bij den aanwas aan onze kusten, vormen een hinderpaal voor de economische ontwikkeling van enkele kuststreken, met name Noord-Groningen.

X.

Aan de Sleeswijk-Holsteinsche methode van landaanwinning zijn groote bezwaren verbonden.

XI.

Organisatie van een phaenologischen waarnemingsdienst met betrekking tot onze landbouwgewassen is dringend noodzakelijk.

XII.

Aanleg van bemestingsproeven moet door blanco- of blinde proeven voorafgegaan worden om de gelijkmatigheid van het terrein te leeren kennen.

XIII.

De uitspraak van MUNTINGA, dat „Unica” in opbrengst door den wijden stand geschaad wordt, terwijl „Mansholt's Kortstroo groene erwt” juist een wijden stand vraagt, wordt door zijn onderzoek niet bewezen.

(Landbouwk. Tijdschrift 1931, blz: 857).

XIV.

De uitspraak van VAN GINNIKEN en RIJKEN, dat het verschil in erfelijke aanleg de *belangrijkste* oorzaak is van het feit, dat groote bieten bij den oogst ook reeds relatief groote bieten waren bij het begin van de groeiperiode, is door hun onderzoek niet gemotiveerd.

(Med. v. h. Inst. v. Suikerbietenteelt 1-3-1931).
