

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION GRONINGEN.

Onderzoek naar de oorzaken der vruchtbaarheidsafname van enkele gronden in de Groningsche en Drentsche veenkoloniën

door Dr. B. SJOLLEMA en door J. HUDIG (RAPPORTEUR).

HOOFDSTUK I.

INLEIDING, WAARNEMINGEN TE VELDE.

Omtrent de gang van dit onderzoek en van de indeeling van het verslag moge in enkele regels hier het volgende medegedeeld worden:

In 1905 werden door Dr. Sjollema eenige oriënteerende onderzoekingen verricht; in 1906 werd door ons beiden het onderzoek in groteren omvang in behandeling genomen.

Toen in 1907 één van ons (Sjollema) eene betrekking buiten de proefstations aanvaardde, werd het onderzoek door den rapporteur voortgezet en waar het noodig was, werden oudere waarnemingen aangevuld, terwijl in verband daarmee met het onderzoek in ééne richting (oxydatie-verschijnselen en invloed van katalysatoren) nog niet werd doorgegaan.

Het verslag is in den voorzomer van 1908 opgesteld en behandelt hetgeen tot aan dat tijdstip verricht werd.

Het onderzoek is nog niet afgesloten.

Er is zorg voor gedragen, dat het zuiver scheikundig gedeelte gescheiden bleef van de behandeling der algemeene verschijnselen en der resultaten van de proeven, die meer voor den landbouw-practicus van dadelijk belang zijn. Voor den laatste zijn wat men wel eens de praktische resultaten noemt, direct toegankelijk, zonder dat hij op scheikundige moeilijkheden behoeft te stuiten. Hij vindt de resultaten in de hoofdstukken I, II en V.

De beschrijving der veld- en cultuurproeven is zoo kort mogelijk geschied; waar ze uitvoeriger vermeld werden, is dit gedaan met het oog op de complexiteit der verschijnselen, waarmee men in de landbouwscheikunde aanhoudend rekening heeft te houden.

Voor de medewerking, die wij van de zijde der landbouwwonderwijzers en landbouwers bij informatie en proefneming ondervonden, zeggen wij gaarne onzen dank. In het bijzonder zijn wij den heer J. Kok, directeur der Rijkslandbouwwinterschool te Veen-

dam, die door zijn terrein- en zakenkennis ons belangrijke diensten bewees, veel dank verschuldigd.

Sinds eenige jaren doet zich in de Groningsche en Drentsche Veenkoloniën een verschijnsel voor, waarbij het voortbrengingsvermogen van den grond sterk afneemt; voor het grootste deel lijdt de haver aan deze productie-afname.

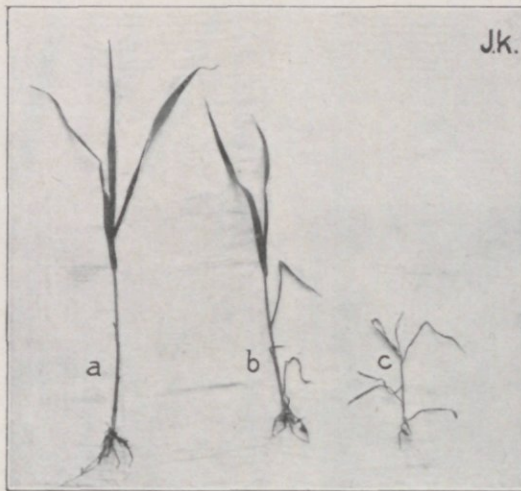
Kort na het opkomen van dit gewas, gewoonlijk in de maand Mei, worden dan de bladeren geel en krijgen zij dorre plekken; de plant groeit niet door en kwijnt weg, indien deze „ziekteverschijnselen” hevig zijn. Bij eventueel herstel blijft de plant achterlijk, de nieuwgevormde bladeren behouden een gezond uitzien, doch het onkruid is tijdens den stilstand in den groei sterk opgeschoten, zoodat niet zelden de haver verstikt. Een half gewas is geene zeldzaamheid, volledig mislukken komt vaak voor. In de Veenkoloniën wordt het verschijnsel kortweg de „haverziekte” genoemd.

Blijkbaar heeft de ziekte zich in de laatste jaren sterk uitgebreid; perceelen, op welke de ziekte vroeger nooit werd waargenomen, lijden er nu aan. Van de tijdsruimte, gedurende welke de ziekte reeds bekend is, weet men weinig. Enkele oude practici geven 20, 30 en zelfs 40 jaren op; zekerheid bestaat in deze niet. Wij kunnen dit o. i. toeschrijven aan het feit, dat men vroeger minder aandacht schonk aan afwijkingen in de gewassen: er waren, zocals men toen meende, meer perceelen, die wel eens een misgewas gaven; op tegenspoed was men voorbereid, zonder te veel naar de oorzaken te vragen. Bovendien had men de ervaring opgedaan, dat op kampen waar eenmaal de ziekte uitgebroken was, deze zich ook telkens weer voordeed, wanneer haver verbouwd werd; men was er toe overgegaan op die kampen eenvoudig geen haver meer te verbouwen; men volgde als het ware een struisvogelpolitiek. In den tegenwoordigen tijd is de aandacht scherper op het bedrijf gevestigd; men werkt intensiever en verwacht meer van het productievermogen van den bodem. Deze omstandigheden hebben er zeker toe bijgedragen om opnieuw de aandacht op de haverziekte te vestigen. Maar ook waren de ziekteverschijnselen heviger geworden en hadden zij zich uitgebreid; want waar men vroeger geen haver meer verbouwen kon, deed zich nu ziekte bij rogge en zelfs aardappelen voor, die eene groote overeenkomst heeft met de haverziekte zelf; en plaatsen, die vroeger nooit aangetast waren, gaven pleksgewijze de ziekte in de haver te zien.

In 1908 werd door één van ons te Bellingwolde tarwe gezien, die aan „haverziekte” leed. De verschijnselen waren geheel dezelfde als die bij zieke haver.

De haverziekte uit zich als volgt: aanvankelijk na het opkomen

PLAAT I.



a. Gezonde haverplant.

b. Met mangaansulfaat besproeide zieke plant.

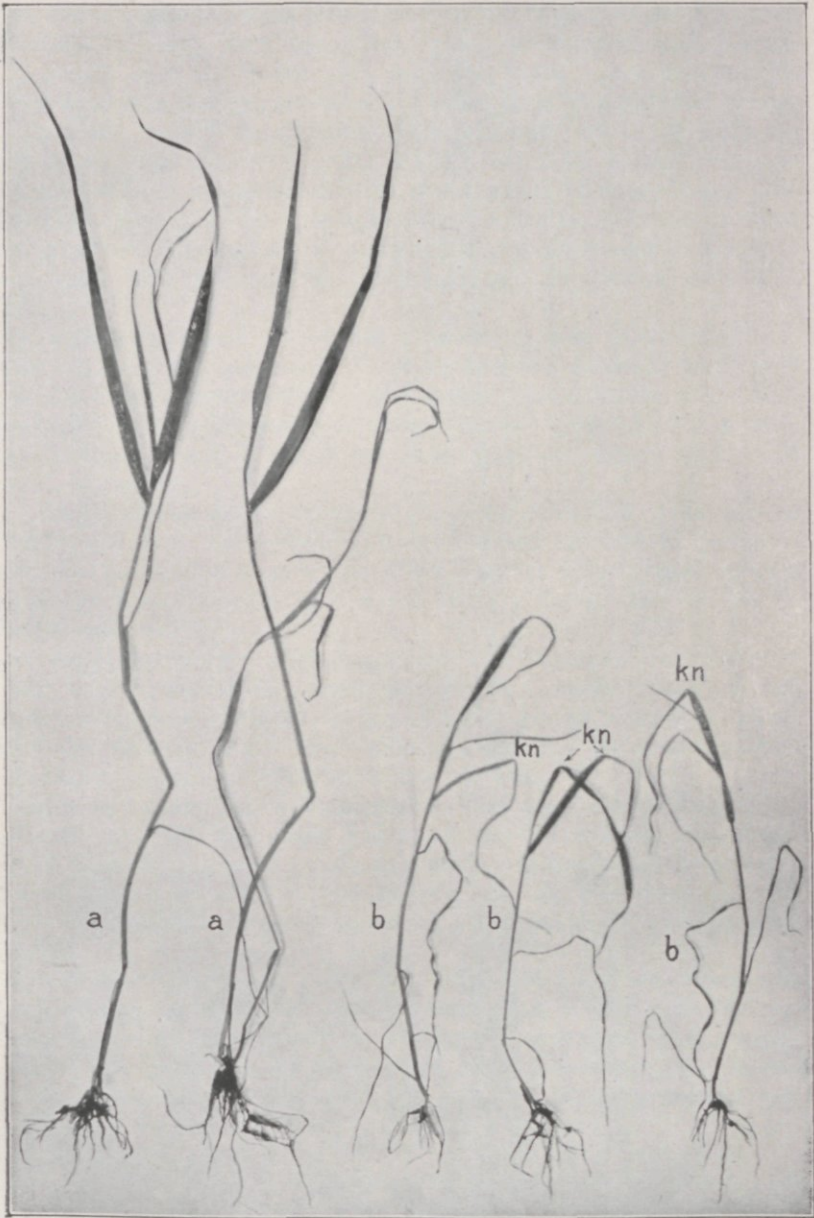
De besproeiing gebeurde op den 24en Mei 1908.

c. Zieke haverplant van 't zelfde perceel, dus even oud als *a* en *b*.

Den 2en Juni werd de foto genomen; *c* was geheel in groei blijven stilstaan, *b* heeft bijna *a* ingehaald.

De typische knik in de bladeren is zoowel bij *c* als bij *b* duidelijk.

PLAAT II.



a. Gezonde plant.

b. Zieke plant.

De typische knik bij de zieke planten is met *kn* aangegeven.

a en *b* zijn even oude planten.

van de haver ziet het gewas er gezond uit, plotseling wordt de kleur licht geel; dan verschijnen er midden op de bladeren overdwars dorre plekken, waar een knik ontstaat¹⁾; de bladeren voelen vóór dien tijd slap aan, ten slotte gaan ze hangen, van uit de knik breidt zich de dorre plek uit. De plant heeft gewoonlijk bij het optreden der eerste verschijnselen eene gemiddelde lengte van 15 c.M., terwijl de jongste bladeren veel korter zijn. Is de ziekte hevig, dan verdort de plant geheel; zelfs de nieuwgevormde bladeren worden aangetast en de plant sterft. Het optreden der ziekte kan zeer plotseling geschieden, zoo zelfs, dat het in sommige gevallen aan spontane vergiftiging doet denken. Het gebeurt vaak, dat men in één dag een gezond gewas ziek ziet worden.

Op andere plekken heeft het gezonde gewas intusschen een groote vooruitgang gemaakt, de plant is goed gestoeld en groeit flink. De donkergroene kleur springt dan vooral in het oog, wanneer men ze bij de lichtgele zieke haver vergelijkt. Het verschil in lengte van gezonde en zieke planten wordt dan vaak 30 c.M. en meer.

Er komt eene tweede omstandigheid bij, die het zieke gewas achterruit zet; het onkruid²⁾ krijgt de overhand en verstikt de haver vaak, zoo zelfs, dat men in gevallen van hevigen graad op een aangetaste kamp slechts sporadisch haverplanten ziet en hoofdzakelijk onkruid.

Na eenen geruimen tijd (ongeveer tot wanneer de haver in de aar schiet) neemt de ziekte af, de plant herstelt dan en het hangt van de hevigheid af, waarmede het gewas aangetast werd, welke de opbrengst zal zijn. Alle overgangen tusschen geheele mislukking en matige opbrengst komen voor.

Beschouwt men het wortelsysteem van eene zieke plant, dan ziet men, dat dit niet naar behooren ontwikkeld is; de kroonwortels zijn in geringen getale aanwezig, de zaadwortels zijn abnormaal lang; men krijgt den indruk, dat de kroonwortels zich niet hebben kunnen ontwikkelen en soms zelfs dat ze afgestorven zijn.

Wordt de winterrogge ziek, dan krijgt men ongeveer dezelfde verschijnselen te zien; de ziekte treedt dan vooral bij laat gezaaide rogge op. De plant is dan reeds gestoeld. Zieke aardappelen zijn geel van kleur en zijn wat achterlijk; de planten zien er vanaf het jongste stadium zoo uit; karakteristieke ver-

¹⁾ Zie Plaat II.

²⁾ De veenkoloniale bodem is rijk aan onkruiden. De strijd tegen het onkruid is voor den veenkolonialen landbouwer van het grootste belang. Tot de belangrijkste onkruiden rekent men:

- | | |
|---|---|
| 1. kweekgras (<i>Triticum repens</i>); | 8. tuintjesgras (<i>Poa annua</i>); |
| 2. melde (<i>Atriplex latifolium</i>); | 9. voorjaarsvroebling (<i>Draba verna</i>); |
| 3. akkerwinde (<i>Convolvulus</i>); | 10. wilde kruisemunt (<i>Mentha arvensis</i>); |
| 4. muur (<i>Stellaria</i>); | 11. blauwe koorbloem (<i>Centaurea cyanus</i>); |
| 5. akkerhoornbloem (<i>Cerastium arvense</i>); | 12. krodde (<i>Herik, Sinapis arvensis</i>); |
| 6. hennepnatels (<i>Galeopsis</i>); | 13. witte kiek (<i>Thlaspi arvense</i>). |
| 7. windhalm, muggbeen (<i>Aira caespitosa</i>); | |

schijnselen vertoonen ze niet. Soms wordt zelfs het onkruid aangetast; behalve slechte ontwikkeling en gele kleur, geven de onkruiden niets bizonders te zien. Zieke tarwe heeft een geheel gelijk aanzien als zieke haver. Haver is het meest vatbaar voor de „ziekte”.

Wat nu het voorkomen betreft is ons uitsluitend bekend, dat de ziekte optreedt op den veenkoloniaalen bodem¹⁾ in Groningen en Drenthe. Het schijnt dus, dat de ziekte voorloopig aan dezen grond gebonden is. Op kleigrond of ontgonnen heide of andere zandgronden is ze voor zoover wij weten niet geconstateerd. Van de uitgebreidheid der ziekte in de Veenkoloniën is weinig bekend. Wij hebben moeite gedaan het aangetaste oppervlak benaderend aan te geven. Het bleek echter niet mogelijk eene betrouwbare schatting te maken. De meeste boeren spreken niet gaarne over de uitgestrektheid hunner aangetaste perceelen, met het oog op eene depreciatie der grondwaarde; zij, die veel haverziek land bezitten, verbouwen op vele kampen geen haver meer, en wanneer de rogge en aardappels geene schade ondervinden, behoeven ze niet te spreken.

Wel kan gezegd worden, dat de ziekte in enkele streken zeer sterk verbreid is, b.v. in de oude Veenkoloniën, in de streek tusschen Veendam en Oude-Pekela, Zuidwending, Ommelandervijk en Wildervank (Wildervanksterdallen). In geringe mate verspreid komt ze voor te Borger-Compagnie, Kiel, Nieuwe-Pekela.

In de nieuwe Veenkoloniën zijn enkele boerderijen zeer sterk aangetast, zoo b.v. te Nieuw-Buinen, in de Valthermond, Exloërmonden, Drouwenermond, Stadskanaal en te Annerveenschkanaal.

Voor al in de nieuwe Veenkoloniën breidt de ziekte zich sterk uit; hier treft men verscheidene aangetaste plaatsen, die voor eenige jaren geen spoor van de haverziekte te zien gaven. Ter illustratie zullen wij hier twee sterk aangetaste boerderijen noemen:

1. Te Nieuw-Buinen, in de nieuwe Veenkoloniën, waar bijna de geheele boerderij van 40 deimt (20 H.A.) aangetast was. Niet alle kampen waren in gelijke mate ziek. Enkele waren vrij gezond. In 1906 waren 8 H.A. met haver bebouwd. Een halve H.A. bracht slechts een normaal gewas op, ongeveer $4\frac{1}{2}$ H.A. een half gewas en 2 H.A. werden omgeploegd. Neemt men bovendien in aanmerking, dat op enkele kampen de rogge en zelfs de aardappelen aangetast waren, dan kan men zich van de schade voor het jaar 1906 eene voorstelling maken.

2. Te Veendam, waar $\frac{1}{3}$ van eene boerderij van 35 H.A. zoo sterk aangetast was, dat hier op het grootste gedeelte van den zieken grond geen haver meer verbouwd werd. De belemmering, die deze omstandigheid in eene normale vruchtwisseling²⁾ met zich

¹⁾ De veenkoloniaale bodem is in werkelijkheid een mengsel van zand en de bovenste laag van het oorspronkelijke hoogveen. Het hangt van den onderdom van het land af, of dit veen geheel of gedeeltelijk vergaan is. Zie daarover pag. 37 en 38.

²⁾ Aardappelen, daarna haver of rogge.

zou brengen, laat zich in de Veenkoloniën niet zoo sterk gelden als men aanvankelijk meenen zou. Door de groote rentabiliteit van den aardappelverbouw¹⁾ kan men aannemen, dat de veenkoloniale landbouwer ongeveer 50 pCt. van zijn land met aardappels bezet heeft en 50 pCt. met rogge en haver.

Daar nu in de laatste jaren de aardappelmeelprijzen daalden en de haver in prijs steeg, is de cultuur van dit laatste gewas meer op den voorgrond getreden. Ook aan deze omstandigheid kunnen wij de toename der aandacht, die men aan de haverziekte schenkt, toeschrijven.

De oorzaak der ziekteverschijnselen was onbekend; wel waren er enkelen, die te dien opzichte eene meening hadden, doch de meeste dezer meeningen liepen vaak zoo uiteën, terwijl enkele tastbaar op verkeerde waarnemingen berustten, dat men geen der geopperde oorzaken als waarschijnlijk mocht aannemen. Het zeer plotselinge optreden deed vaak aan vergiftiging denken; men sprak dan ook wel eens van bodemvergiftiging, zooals men van perchloraatvergiftiging sprak.

Sommige landbouwers hadden getracht de ziekte te bestrijden, aan enkele was het gelukt met een gedeeltelijk succes; doch meest trad de ziekte na eenige jaren weer op. Een werkelijk bestrijdingsmiddel was tot voor korten tijd niet gevonden.

Zooals reeds gezegd werd, men sprak niet gaarne over de ziekte en kwam ook daardoor niet tot gedachtenwisseling; men had door deze handelwijze zich eenigszins den weg om tot eene oplossing te komen, afgesneden.

Om nu meer eenheid in de waarnemingen der practici te brengen en de feiten bijeen te verzamelen, werd door één van ons in 1905 een aantal gegevens verzameld, dat belangrijke aanwijzingen verstrekke.

Een vragenlijst, die de volgende vragen bevatte, werd rondgezonden:

1. Is de ziekte opgetreden op perceelen, die nooit of slechts zelden met kunstmest werden bemest?
2. Heeft U de ziekte waargenomen op perceelen, die in het jaar van ziekte niet met chili bemest waren?
3. Is de ziekte voorgekomen in haver, die niet met chilisal-peter, maar wel met zwavelzure ammoniak was bemest?
4. Is de ziekte voorgekomen op perceelen, die nooit of althans in geen jaren met een kalkrijke meststof werden bemest en ontvingen die perceelen vroeger veel compost?
5. Is de ziekte geconstateerd op perceelen, die in de laatste jaren groote hoeveelheden kalimeststoffen (kaïniet) ontvingen of juist daar, waar weinig kalimeststoffen werden gegeven?

1) De aardappels wordt meest in de fabrieken tot meel verwerkt; de handel in aardappelmeel was tot voor zeer korten tijd buitengewoon levendig en voordeelig.

6. Zijn U gevallen bekend, dat de ziekte optrad op plaatsen, waar onder de teellaag een laag los grauwveen van eenige decimeters voorkwam?
7. Heeft U reden te vermoeden, dat de ziekte bijvoorkeur optreedt dáár, waar zwartveen of zand onder de teellaag aanwezig is (en grauwveen dus ontbreekt)?
8. Heeft U het optreden der haverziekte ooit waargenomen in een natten tijd en komt naar Uwe meening de ziekte het meest voor op plaatsen, die het eerst aan droogte lijden?
9. Heeft U reden aan te nemen, dat het gebrekkig opstijgen van het bodemvocht de ziekte kon veroorzaken en zoo ja, welke zijn die redenen?
10. Komt het U voor, dat de ziekte zich in het algemeen juist daar vertoont, waar de bodem onder overeenkomstige omstandigheden verkeert, of is ze willekeurig op de aangestaste perceelen verspreid?
11. Heeft U reeds een of meer middelen ter bestrijding toegepast en zoo ja, welke en met welk resultaat?
12. Heeft U de ziekte waargenomen op perceelen, waarop in vele jaren geen haver was verbouwd?
13. Heeft U redenen te gelooven, dat het zaaizaad oorzaak der ziekte is?
14. Heeft U redenen om aan te nemen, dat men in de Veenkoloniën niet met ééne maar met meer dan ééne haverziekte te doen heeft, die in wijze van optreden verschillen en waarschijnlijk een verschillende oorzaak hebben?
15. Is de zwarte Presidentshaver méér of minder gevoelig voor de ziekte dan andere haver-variëteiten?

Jammer genoeg ontvingen wij slechts 6 betrouwbare berichten. Op vraag 1 waren de 6 antwoorden eensluidend; alle hadden kunstmest aangewend.

2 en 3. Slechts één had de ziekte waargenomen op plaatsen, die niet met chili bemest waren; twee hadden de ziekte wel zien optreden, waar met zwavelzure ammoniak gemest was.

4. Twee berichtgevers meldden eene bemesting met mossels, echter voor ± 20 jaren, en één sprak van het gebruik van woelklei. Door drie was vroeger veel compost gebruikt.

5. De meesten hadden kaïniet gebruikt, twee patent-kali; het antwoord op deze vraag luidde bij allen onzeker.

6. Op vraag 6 bleef één het antwoord schuldig en één meende op zieke plaatsen los grauwveen gevonden te hebben; vier niet.

7. Alle 6 berichtgevers spreken er van, dat op plaatsen, waar zand of zwartveen in den ondergrond voorkomt, de ziekte bijvoorkeur optreedt.

8. De 6 antwoorden spreken er van, dat droogte de ziekte in de hand werkt.

9. Vraag 9 wordt slechts door één met zekerheid beantwoord; deze berichtgever meende, dat een gebrekkig opstijgen van het bodemvocht de ziekteoorzaak was.

10. Vraag 10 werd door allen weifelend beantwoord.

11. Eén had laikmodder¹⁾ tegen de ziekte met succes aangewend. Twee zagen na bemesting met zwavelzure ammoniak de ziekte in veel geringer mate optreden.

12. Drie zagen de haver ziek worden op perceelen, waarop in vele jaren geen haver verbouwd was.

13. Geen der zes meenen, dat het zaaizaad eenig deel aan het ontstaan der ziekte heeft.

14. Vijf berichtgevers meenen, dat men slechts met ééne typische haverziekte te doen heeft. Eén trekt het in twijfel.

15. Dat zwarte Presidentshaver (veenkoloniaal landras) meer vatbaar dan andere variëteiten zoude zijn, blijkt niet uit de antwoorden. Slechts één berichtgever neemt de vraag in overweging; de anderen vulden niet in.

In 1906 konden de gegevens door een meer systematisch en veel uitgebreider onderzoek vermeerderd worden; het onderzoek werd te velde zoowel als in het laboratorium begonnen.

Aangaande het voorkomen en het verloop der ziekte in het algemeen, werd het volgende vastgesteld:

1. Op plaatsen, waar de ziekte uitgebroken is, wordt het gewas telkens bij verbouw van haver (onder de gebruikelijke behandeling van grond en gewas) weer ziek. In de meeste gevallen ziet men de ziekte heviger worden, terwijl de aangetaste plekken zich uitbreiden.

2. Rogge en aardappelen worden op kampen, waar de haver gewoonlijk in hevige mate aangetast wordt, eveneens ziek.

3. Het onkruid krijgt op haverziek land spoedig de overhand.

4. In gevallen van hevigen ziektegraad, wordt ook zelfs het onkruid aangetast.

5. De weersgesteldheid gedurende de ziekteperiode heeft invloed op het verloop. Zoo is warm en droog weer hoogst nadeelig voor een ziek gewas, koude en vochtigheid doet de ziekte in veel geringere mate optreden. In hoeverre de vochtigheid of de temperatuur de belangrijkste factor is, werd niet uitgemaakt.

6. De ziekte treedt op, wanneer de haver een zekeren wasdom bereikt heeft, nooit vóór dien. De lengte der langste bladeren is dan \pm 20 c.M. Zoo gebeurde het, dat op éénzelfde haverziek perceel, twee gedeelten haver, die twee weken na elkaar gezaaid werden, 15 dagen na elkaar ziek werden. Hoe later men de haver zaait, hoe later de ziekte optreedt; ook zelfs de haveropslag in September wordt aangetast.

7. Het wortelsysteem is slecht uitgegroeid, kroonwortels, vooral de haarwortels zijn slecht ontwikkeld, de zaadwortels zijn abnormaal lang.

¹⁾ Modder, die uit de wijken en diepen gebaggerd wordt; zie later.

8. Op een aangetast perceel doet de ziekte zich pleksgewijze voor; zelden is een kamp egaal ziek; men vindt er plekken, die in geringer of heviger mate aangetast zijn. Bij het ziek worden van een perceel worden de zanderige plekken (klemsloten, zie pag. 37) het eerst ziek.

9. Chilisalpeter verergert de ziekte; eene overbemesting op zieke haver is meest doodelijk voor het gewas. De haver wordt op zwavelzure ammoniak veel minder spoedig ziek.

10. Op zieke gronden slaat de klaver (in het algemeen de Papilionaceëen) goed aan, hetgeen op kalkrijkheid van den bodem wijst.

Het uitbreiden der ziekte is inderdaad bijzonder ernstig te noemen, omdat men zich daarbij dadelijk de vraag stellen moet: welke is de oorzaak hiervan; geven wij ook jaarlijks nieuw voedsel aan het verschijnsel, zoodat wij onwetend zelf de kwaal in de hand werken? Men zoekt dan al dadelijk verband tusschen de bemesting en de ziekte, want dat de ziekte ontstaan zou door de grondbewerking b.v. is niet aan te nemen. De huidige grondbewerking verschilt principieel niet van de vroegere en de grondbewerking is ouder dan de ziekte. Maar zou het toeval zijn, dat het optreden der verschijnselen, en vooral de uitbreiding er van, juist samen vallen met de enorme veranderingen in de bemestingspraktijk: de overgang van stalmest naar kunstmest? Maar hierover later.

Aanvankelijk heeft men gemeend, dat men met een schimmelziekte te doen had. Daarom werden door verschillende belanghebbenden planten naar het phytopathologisch instituut gezonden. In den elfden jaargang (1905) van het tijdschrift over Plantenziekten bespreekt Prof. Ritzema Bos de „omstandigheden, die waarschijnlijk de oorzaak zijn van het sterk optreden der zwartzwammen (*cladosporium herbarum*, *macrosporium avenae*, etc.) op de zieke haver in den zomer van 1904”. De zwartzwammen waren reeds de vorige jaren op de haver aangetroffen, hierdoor sprak men van het zwart in de haver.

Hoewel oorspronkelijk ook Prof. Ritzema Bos meende met eene schimmelziekte te doen te hebben, omdat de gewoonlijk saprophytisch levende zwartzwammen wel parasitisch kunnen optreden, heeft hij later toch verklaard, dat in dit geval de zwammen eerst dan op de plant aanwezig gevonden werden, wanneer de plant reeds verzwakt was en kwijnende; bovendien waren er zieke bladeren gevonden, waar de zwam *niet* aanwezig was, zoodat Prof. Ritzema Bos de rol der zwammen niet ophelderden kon en een verband tusschen de ziekte en de geaardheid van den grond vermoedde¹⁾. Al dadelijk was bij het phytopathologisch onderzoek de slechte ontwikkeling van het

¹⁾ Zie o.a. de Noordooster van 10 Juni 1905, een te Wildervank verschijnend blad, officieel orgaan van den veenkolonialen boerenbond.

wortelsysteem uitgekomen. Prof. Ritzema Bos spreekt dan zelfs over „het doodgaan en de rotting der wortels”. Ook van andere zijde was er op gewezen, dat wij met eene bodemziekte zouden te doen hebben. In de Noordooster van 3 Juni 1905 bespreekt J. Elema het verschijnsel der haverziekte en wijst er op, dat men hier de oorzaak in den grond zoeken moet. Verschillende landbouwers zelve hadden de mogelijkheid van eene afwijkende bodemgesteldheid uitgesproken. Bij den aanvang van ons onderzoek konden wij al dadelijk deze meening deelen.

Daar gemeend werd, dat de ziekte in verband stond met de geaardheid van den ondergrond, werden op verschillende perceelen, zoowel op gezonde als zieke, boringen verricht; een regelmatig verschil troffen wij niet aan. Een gebrek aan doorlatendheid of het aanwezig zijn van slecht zand (loodzand b.v.) in den bouwvoor of slechtveen daaronder, was bij zieken grond niet regelmatig waar te nemen. Vonden wij af en toe zwart veen, het zoogenaamde turfmot, bij zieke perceelen in den ondergrond, ook bij grond, die de beste gewassen levert, komt eene dergelijke abnormaliteit voor. Dat een grond, waar slecht veen in voorkomt, voor de ziekte gepredisponeerd is, leerden wij later zien.

Ter verduidelijking moeten wij hier in groote trekken nader op het ontginnen van de hooge venen ingaan, daar de kennis van de samenstelling der zoogenaamde dalgronden voor dit onderzoek van het hoogste belang is.

Het hoogveen bestaat uit eenige lagen vergane plantenresten, die verschillen in graad van omzetting, welke in de massa heeft plaats gegrepen. Aan de oppervlakte treft men onder de planten (o. a. mossen der Sphagnumsoorten, heide, Calluna vulgaris, dopheide, Erica tetralix, meelraai, Holcus lanatus), half vergane resten van bruine kleur aan, waarin nog duidelijk de oorspronkelijke planten te herkennen zijn. Deze bovenste laag (in hoofdzaak gevormd door Sphagnummos) heeft eene losse structuur en wordt bolster genoemd; ze levert het meer bekende turfstrooisel. Daaronder treft men een donkerbruine laag aan, die door de drukking duidelijk waarneembare lagen vertoont, dit is het zoogenaamde grauwveen, dat ook nog in hoofdzaak uit Sphagnum bestaat. Het grauwveen, dat al eenigszins geperst is (de horizontale lagenstructuur) laat moeilijk de lucht uit de atmosfeer toe, hetgeen oorzaak is, dat het vergaan der onderliggende lagen bij ontstentenis van zuurstof plaats heeft; daardoor ontstaat eene zwarte vochtige massa, de zoogenaamde turflaag, die nog minder voor lucht doordringbaar is dan het bovenliggende veen. Bolster en grauwveen worden in den regel niet voor brandturf gebruikt (grauwveen vindt nog wel eens als lichte turf afzet). De zwarte laag rust gewoonlijk op wit diluviaal zand. De lagen zijn in den regel niet scherp gescheiden, maar gaan in elkaar over. Het veen heeft in hooge mate het vermogen het water op te zuigen en vast te houden; de hoogvenen zijn dus vochtig.

Bij de ontginning graaft men, nadat het veen door middel

van diepe greppels ontwaterd is, één of twee kanalen of „diepen” en dwars daarop een aantal smallere kanalen of „wijken”. Daar worden het bolster, grauwveen en turfveen of grooter breedte weggegraven dan het diep of de wijk geprojecteerd waren. Men graaft dus een breede geul tot op het zand; de afgegraven veenlagen worden weggevoerd. In die geul graaft men het eigenlijke diep of de wijk, ter weerszijde waarvan een lage zandoppervlakte vrij komt te liggen; deze heet „klemsloot”. Op de klemsloot wordt het uitgegraven zand, uit diep of wijk afkomstig, gebracht.

Daarna gaat men het perceel tusschen twee wijken in strooken, zoogenaamde „veenputten”, afgraven. Het afgraven der bovenste lagen, die niet voor turf bestemd zijn, noemt men „bonken”. Naar deze bewerking wordt de „afgebonkte” laag meest bonkaarde, bonkveen of bonksel genoemd. In den regel bestaat de bonkaarde uit bolster en grauwveen¹⁾.

Elke herfst wordt van de te maken veenput de bovenste laag (50—80 c.M.) n.l. het bonksel (dus in den regel bolsterveen en grauwveen) geworpen in de uitgegraven put van het vorige seizoen, dus op het zand dat toen bloot kwam. De recht afgestoken wanden worden met het bonkveen bedekt, met het doel deze tegen de vorst te beschermen²⁾.

Nadat een perceel op deze manier afgeturfd is, vindt men het, behalve op de klemsloten, met een laag (50—80 c.M.) bonkveen bedekt.

De aldus verkregen dalgronden moeten ter verwijdering van de oneffenheden worden geslecht, „binnengeslicht”, terwijl ze verder worden „toegemaakt” door bedekking met een laag zand van circa 10 c.M., afkomstig van wijken, slooten en zandhoogten³⁾ en bemest, waarna zand en mest door ploegen gemengd worden met de bovenste 15 c.M. veen.

Het mengsel van zand en veen maakt de bouwvoor uit.

De ondergrond, het grauwveen, zuigt door zijne gunstige eigenschappen het water in droge tijden gemakkelijk op; in natte tijden wordt het water ook weder gemakkelijk naar de wijken afgelaten. Deze zeer gunstige omstandigheid laat het toe, dat men in de Veenkoloniën zelden last van droogte en ook niet

1) In betrekking tot deze benamingen heerscht bij verveners zoowel als bij de landbouwers eenige verwarring. Zoo spreken sommigen alleen van bonkveen en bedoelen daarmee nitsluitend het bolsterveen; ook wordt bonkveen niet altijd van grauwveen onderscheiden; men noemt dan alles wat afgebonkt wordt grauwveen; door anderen wordt alleen van bolster of „witveen” gesproken. De beste onderscheiding lijkt ons de volgende:
de eerste losse laag — bolster of witveen — meest sphagnumveen;
de tweede gelaagde laag — grauwveen — meest sphagnumveen;
de derde zwarte laag — turfveen.

De eerste en tweede laag worden afgebonkt en komen, zooals straks vermeld zal worden, op de afgeturfdde zandgrond; beide kan men bonkveen noemen, doch men houde er bij in het oog, dat dit een technische term is en geen veendeterminatie.

2) Van bevroren geweest zijnd veen kan slecht turf gemaakt worden.

3) De hoogveenlaag is niet overal even dik; het niveau van den zand-ondergrond is veelal ongelijk, zoo treft men in het veen zoogenaamde zandklippen of zandhoogten aan. Het zand uit de zandhoogten is in hooger mate onvruchtbaar, dan dat uit de wijken. Bij de bemesting verschilt dit soms 200 K.G. chilisalpeteer per H.A.

van groote vochtigheid heeft. Onder overigens normale omstandigheden wordt door overmatige droogte of vochtigheid de opbrengst hoogstens tot een $\frac{1}{4}$ gewas gereduceerd.

Bij het toemaken der dalgronden komt het er nu vooral op aan, dat men de zoogenaamde „zandhoogten” afsteekt en het terrein nivelleert en ook het turfveen verwijderd, of indien het niet verwijderd kan worden, goed lossteekt; voorts moet voor den ondergrond goed veen gebruikt worden; zwartveen of het zoogenaamde turfmot is nadeelig, het laat moeilijk water door en het heeft, wanneer het uitgedroogd was, reduceerende eigenschappen, die voor de plantenwortels fataal zijn. Het zand, waarmee de bouwvoor gemengd wordt, moet in voldoende hoeveelheid aanwezig zijn en mag vooral geen grijs zand of loodzand bevatten, want behalve de groote onvruchtbaarheid is ook zijne schadelijkheid gevreesd.

Het vervenen wordt door den veenboer verricht, die den dalgrond aan den bouwboer verkoopt; deze draagt voor het toemaken zorg.

Omdat het veen zure eigenschappen bezit, wordt de toegemaakte dalgrond goed gekalkt (tot 2000 K.G. gebluschte kalk per H.A.). De kalkbemesting wordt ook later met verminderde quantiteiten herhaaldelijk toegepast. Deze ontgonnen gronden zijn zeer arm aan plantenvoedende bestanddeelen, ze zijn mestgierig. Vroeger gebruikte men algemeen Groninger compost en stalmest; sinds de laatste jaren haast uitsluitend kunstmest, behalve bij de ontginning, dan wordt nog veel compost (b.v. 40 last of 70 000 K.G.) aangewend. Daar deze gronden mestgierig blijven, is telken jare eene rationeele bemesting noodzakelijk. Op oudere gronden, die vroeger veel stalmest en compost kregen, vindt men nog eene stikstofnawerking, die echter jaarlijks zwakker wordt, zoodat men steeds grootere hoeveelheden chilisalpeter of zwavelzure ammoniak gebruiken moet. Bij de oudere gronden is het bruine veen in de bouwvoor niet meer terug te vinden: de organische stof, die door het herhaalde ploegen gelijkmatig met het zand vermengd is, heeft een zwarte kleur gekregen; bij de nieuwere gronden is de organische stof nog bruin; ze is nog niet fijn verdeeld en vormt geen homogeen mengsel met het zand; ze is nog niet overgegaan in de zwarte organische stof.

De nieuwere gronden zijn over het algemeen beter en op zorgvuldiger wijze ontgonnen, kenbaar met meer kennis van zaken, dan de oudere gronden¹⁾

Bij de oudere gronden komen de zandhoogten veelvuldiger voor en is ook het veen vaak van slechte kwaliteit. (Zij het door gebrekkige vervening in vroeger tijden, waarbij men het bovenste veen afstak en wegvoerde en het onderste eenvoudig liet zitten,

1) Toch laat de ontginning nog vaak te wenschen over. Dit kan een gevolg zijn van het gescheiden belang van veen- en bouwboer; meest moet het aan onvoldoende kennis van zaken of gebrek aan bedrijfskapitaal toegeschreven worden.

zij het door het vastzetten van het ondergrondveen in de laatste eeuwen, waardoor woelen of lossteken van den ondergrond hoogst gewenscht wordt.)

Zooals boven gezegd werd, konden wij geen *regelmatig* verschil in den aard van den ondergrond bij zieke en gezonde perceelen waarnemen, maar wel vonden wij, dat de ziekte het eerst optrad op die plaatsen, waar weinig of geen veen in den ondergrond aanwezig was, op de klemsloten en de zoogenaamde zandhoogten. In de nieuwe Veenkoloniën troffen wij het aan, dat de plaatsen, waar turfmot in den ondergrond aanwezig was, vatbaarder voor de ziekte bleken dan die, waar gezond veen aanwezig was.

De ziekte komt veelal voor op gronden, die vroeger sterk gekalkt werden. In dit opzicht bestond er groote eenstemmigheid bij de informaties, die wij inwonen. Perceelen, die vroeger *zeer sterk* gekalkt waren, waren *alle* haverziek.

Op plaatsen, waar jaren geleden zoogenaamde schiltvuren (veldkalkovens) gestaan hadden en waar thans bouwland ligt, kon men steeds de haverziekte waarnemen. Waar kalkpuin gelegen had, was het land ziek. Ongeveer 35 jaar geleden werden mossels als gewilde meststof voor het eerst gebruikt; mossels bevatten veel stikstof, waarvan de prijs zeer goedkoop is. Om de 5 jaren bracht men 150—160 H.L. per H.A. op het land; de van nature onvruchtbaardere zandhoogten kregen soms eene extra hoeveelheid. De gewassen waren gewoonlijk na deze bemesting buitengewoon goed. Met de mosselschalen werd het land dan telkens voorzien van een groote hoeveelheid koolzure kalk, die na het verweeren der schelpen fijn verdeeld met den grond gemengd werd. Op alle mosselkampen brak dan ook na enkele jaren de ziekte uit. Waar op ééne boerderij een gedeelte niet en een gedeelte wel mossels had gekregen, werd het eerste *nooit* ziek, het *laatste* altijd, wanneer er minstens éénmaal een goede hoeveelheid op het land kwam. Wij konden op vele haverzieke kampen halfverweerde schelpen in grooten getale terugvinden; bij de aanraking vallen ze dan als fijn poeder uiteen; ze bevatten tot 99 pCt. koolzure kalk ¹⁾.

Van het beslibben met Dollardslib, dat in luchtdrogen toestand 10—11 pCt. koolzure kalk bevat, zagen wij ook zonder uitzondering dezelfde gevolgen; ook hier trad de haverziekte op, evenzoo na het gebruik van veel kalkafval ²⁾ uit de stroostoffabrieken. In de nieuwere Veenkoloniën zagen wij op verschillende perceelen de ziekte uitbreken, waar nog nooit de ziekte gezien werd; het bleek dan, dat deze perceelen nog lang na het toemaken of gekalkt, of met kalkrijke stoffen bemest waren; o. a.

¹⁾ Bij het informeeren ter plaatse deden we soms merkwaardige ervaring op, zoo o. a. het volgende: Op eene boerderij wist de boer niet of zijn aangetaste kamp ooit zwaar bekalkt was; wel wist hij, dat de kamp in quaestie „nunenkamp”, d. i. schelpenkamp, genoemd werd.

²⁾ In hoofzaak koolzure kalk.

namen wij het volgende geval waar op een perceel, waar in den winter een weinig kalk op gebracht werd; men had de kalk aanvankelijk op hoopen gelegd en later verspreid. Juist op die plaatsen, waar de hoopen gelegen hadden, trad de ziekte op. Men zag in de overigens gezonde haver regelmatig deze plaatsen scherp afgeteekend door de zieke planten. De hoeveelheid kalk over het geheele perceel was te gering geweest om de ziekte te voorschijn te brengen; op de plaats der hoopen, waar meer kalk achterbleef, was de ziekte ontstaan.

Compost of stratendrek in overmaat en herhaaldelijk aangewend, schijnt vaak het land haverziek te maken, ja zelfs heeft men in Nieuw-Buinen (Nieuwe Veenkoloniën) de haverziekte wel „stratendrekziekte” genoemd. Compost bevatte soms veel kalkpuin (bevat ook veel organisch gebonden kalk) en daar men met groote quantiteiten bemest, komt er dan veel kalk op het land.

Toen wij nu verschillende grondmonsters van gezonde en aangestaste perceelen onderzochten ¹⁾, vonden wij, dat van de werkelijk zieke gronden de meeste n.l. 90 pCt. neutraal of alkalisch op lakmoespapier reageerden; de gezonde waren neutraal of zuur. Een zieke grond, die bepaald zuur of een gezonde, die alcalisch reageerde, kwamen *niet* voor.

Dat eene overmatige kalkbemesting de oorspronkelijk zure eigenschappen zoo volledig afstompen kon dat een blijvende alkalische reactie ontstaat, is zeer begrijpelijk.

Op grond van deze reactie vermoedden wij, dat de alkaliteit van den bodem een groote rol bij het optreden der ziekte speelt. Eene belangrijke versterking voor deze opvatting kregen wij door een ander verschijnsel. Het was n.l. gebleken, dat eene bemesting met zwavelzure ammoniak de ziekte minder hevig doet optreden of zelfs in enkele gevallen voorkomen kan; daarentegen werkt eene bemesting men chilisalpeter zonder uitzondering de ziekte sterk in de hand. Het gebeurde menigmaal, dat men kort na het geel worden der haver een stikstofarmoede veronderstelde en eene overbemesting van chilisalpeter gaf; de ziekte werd dan steeds heviger en had in de meeste gevallen een volkomen wegsterven der planten tengevolge.

Nu is zwavelzure ammoniak als een physiologisch zure meststof te beschouwen, omdat de ammoniakstikstof, die in den bodem genitrificeerd wordt, de plant middellijk ten dienste staat en het zwavelzuur achterblijft, dat eene mogelijke alkaliteit van den bodem af kan stompen. Bij het bemesten met chilisalpeter, d. i. salpeterzuurnatron, krijgt de plant de beschikking van de nitraatstikstof, terwijl het basische bestanddeel, het natron, in den bodem achterblijft ²⁾.

¹⁾ We namen steeds monsters van gezonden en zieken grond, die met elkaar te vergelijken waren, b.v. van één en dezelfde kamp op plaatsen, die niet te ver van elkaar lagen. (Zie Hoofdstuk III). Wij onderzochten \pm 60 gezonde en \pm 60 zieke gronden. (Zie Hoofdstuk III).

²⁾ Een gedeelte van het natron komt ook in de plant terecht; evenzoo zal bij zwavel. ammoniak bemesting een deel van het zwavelzuur opgenomen worden.

Wij wijzen er op, dat na eene bemesting met chilisalpeteer, d. i. natriumnitrat, er door omzetting met in den bodem aanwezige zouten b. v. calcium-, kalium-, magnesiumnitrat gevormd zal worden.

Wij hebben de grondreactie nog anders kunnen karakteriseeren. Wij onderzochten n. l. hoe de gronden zich gedroegen, wat het absorbtievermogen betreft, tegenover een zuur en een alcali; het bleek, dat zonder uitzondering de zieke gronden meer zuur vastlegden dan de bijbehorende gezonde gronden en minder alkali dan deze laatste. De absorbtieproeven werden met zwavelzuur en soda uitgevoerd. (Zie Hoofdstuk III).

Enkele landbouwers, die aan eene te groote vastheid en dientengevolge aan eene ondoorlatendheid van den ondergrond geloofden, (immers de haver wordt ziek wanneer ze eene bepaalde lengte bereikt heeft, waardoor de indruk ontstaat, dat tot op een bepaalde diepte gekomen, de wortels eene schadelijke invloed ondergaan) hadden getracht door diep ploegen daaraan tegemoet te komen. Door deze bewerking was er wel eens zuur grauwween in den bouwvoor gekomen; inderdaad werd hunne poging met eenig succes beloond. Hoewel in enkele gevallen de ziekte er door voorkomen werd, waren er toch nog weer gevallen waar het middel niet afdoende geholpen had; na eenige jaren trad het ziekteverschijnsel weer op. Gelukkiger waren zij, die „laikemodder” aangewend hadden. „Laikemodder” wordt gebaggerd uit de diepen en wijken; het is zeer zure modder, die vooral in de oude Veenkoloniale centra rijk aan organische stoffen is, welke afkomstig zijn van de eiwit- en eiwitachtige verbindingen uit het afvalwater der aardappelmeelfabrieken, dat in de hoofddiepen afgevoerd wordt. De eiwitstoffen gaan dan in gisting en rotting over. Door nu een laag van deze zure modder over het zieke land te brengen en goed met den bouwvoor te mengen, kon inderdaad de ziekte, althans voor een geheelen tijd, voorkomen worden. Deze ervaringen brengen de kwestie onder één gezichtspunt, n. l. dat de alcalische reactie van den bodem de hoofdfactor van het optreden der ziekte uitmaakt. Bemestingsproeven, die wij namen met alkalische stoffen, gaven te zien, dat deze de ziektegraad verhoogden; het is ons zelfs gelukt, grond, die nog nooit door de ziekte aangetast werd, met soda of potasch ziek te maken.

Wij konden nog eenige regelmatige optredende verschillen tusschen gezonden en zieken grond waarnemen. De gezonde grond heeft doorgaans een vochtiger aanzien dan de zieke; deze is minder vast, doch lossere en stoffiger dan de gezonde. Bij het betreden van een aangetast perceel met zieke en nog onaangestaste plekken is dit duidelijk waar te nemen. Ook bestaat er kleurverschil bij den luchtdrogen grond: de zieke is donkerder. Het is een algemeen voorkomend verschijnsel, dat de planten, welke in de voor op ziek land staan, zelden ziek worden. Deze teekent zich dan als een groene streep in de geelgroene omgeving af.

Wat de invloed der weersgesteldheid betreft, is het zeker, dat warm, droog weer de ziekte sterk bevordert. In weinige dagen is bij zulk weer dan het gewas totaal afgestorven; het proces verloopt snel. Bij eenigszins vochtig weder houdt de ziekteperiode langer aan, soms weken. Men ziet dan volkomen stilstand in groei en in geringe mate heviger worden der ziekte. Bij kouder en vooral vochtiger weder treedt de ziekte in geringer omvang en ook in geringer graad op. Het gebeurt dan ook vaak, dat zelfs kort na het zichtbaar worden der ziekteverschijnselen de plant herstelt. Voor de haverziekte is dus een koud en vochtig voorjaar gewenscht. De invloed van het weder is bijzonder goed bij den haveropslag in het najaar waar te nemen; zoo ziet men in een vochtiger en kouden nazomer zelden veel ziekte in den haveropslag. Is de nazomer warm en droog, zooals b.v. in September 1906 het geval was, dan treedt de ziekte heftig op. Welke der beide factoren het meest beslissend is, is niet uitgemaakt. Een bijzonder radicaal middel, dat, voor zoover ons bekend is, slechts éénmaal toegepast werd, willen wij niet onvermeld laten. Men had n.l. in enkele gevallen eene gedeeltelijk gunstige werking van het nieuw bezanden ondervonden. Een landbouwer, die meende dat het kwaad niet in den ondergrond schulde, maar in den bouwvoor zelf, ging er toe over deze geheel weg te graven en er een nieuwe bouwvoor op te brengen, met het afdoende resultaat, dat in de 20 jaren, die er sinds dien tot op heden verlopen zijn, de ziekte niet meer voorkwam.

Deze behandeling is behalve zeer duur, in de praktijk meestal onuitvoerbaar.

HOOFDSTUK II.

VELDPROEVEN EN CULTUURPROEVEN OP HET TERREIN VAN HET RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION TE GRONINGEN.

Nadat wij genoegzaam georiënteerd waren, gingen wij er toe over een reeks proefvelden aan te leggen, waaronder meer het gedrag van zure en neutrale en basische meststoffen (zoowel in chemischen als in physiologischen zin opgevat) onderzocht zou worden ¹⁾. Bij den aanleg hadden wij met de groote moeilijkheid te doen, een perceel uit te kiezen, waarvan voldoende groote stukken zoo gelijkmatig mogelijk door de ziekte aangetast zouden worden. Uit ervaring kan de eigenaar der boerderij gewoonlijk een zieke plek vrij nauwkeurig aanwijzen. Maar een perceel is doorgaans niet homogeen aangetast; men vindt er plekken, die meer of minder hevig aangetast zijn, afgewisseld door nog onaangetaste plekken. Voor onze proefvelden moesten wij dus perceelen kiezen, die eenige groote plekken van duidelijken en

¹⁾ Zure stoffen zouden de vermoedelijk schadelijke alkaliteit kunnen opheffen, basische die verhoogen, zoodat zich hunne werking in het al of niet ziek worden der haver zou kunnen afspiegelen.

lieft dezelfde ziektegraad vertoonden. Wij zijn daar niet altijd volkomen in geslaagd. Wij hebben desniettemin zeer voldoende zekerheid voor het trekken onzer conclusies gehad.

De proefvelden.

De veldproeven in 1906 verricht zullen het eerst vermeld worden. Aangelegd werden 6 proefvelden; enkele er van waren bij den aanleg reeds met haver bezaaid. Op alle brak de ziekte uit; op één trad de ziekte in zeer geringen graad op, zoodat de waarnemingen aldaar gestaakt werden.

Proefveld 1 te Borger-Compagnie; aangelegd op de klem-sloot van een perceel, dat doorgaans goede haver voortbrengt, doch waarvan de zandige plekken aangetast zijn. De haver werd laat gezaaid (10 April). In het najaar 1905 was bemest met slakkenmeel en kaïniet, zoodat alleen nog in de stikstofbehoefte moest voorzien worden.

Om na te gaan of ook andere gewassen aangetast werden, werd naast haver op twee perceelen (20 M².) gerst en mosterd gezaaid met chilisalpeter als stikstofmest. Deze gewassen bleven gezond, terwijl de haver, grenzend aan deze perceeltjes, ziek werd.

Voor de stikstofbemesting kwamen in aanmerking:

- 1°. Chilisalpeter als physiologisch alkalisch zout.
- 2°. Zwavelzure ammoniak als physiologisch zuur zout.
- 3°. Ammonium-nitraat, dat wij gemakshalve physiologisch neutraal zullen noemen, omdat de ammoniak — zoowel als de nitraatstikstof (de eerste na nitrificatie) — door de plant opgenomen worden en er dus na opname van het geheele zout, noch een basisch, noch een zuur bestanddeel achterblijft.

Men zou tegen de verklaring der physiologische reacties, zooals wij die gaven¹⁾, bezwaren kunnen hebben. Inderdaad is het niet met een zuiver experiment aangetoond, dat de verwerking der genoemde zouten zoo verloopt als wij het voorstellen, dat n.l. onder den invloed der physiologische functies eene splitsing van het zout in een opneembaar en een niet opneembaar gedeelte plaats grijpt. Men moet echter een dergelijke scheiding aannemen op grond van het feit, dat de plant na de stikstofopname, minder metaaloxiden of minder zwavelzuur bevat, dan haar met chilisalpeter of zwavelzure ammoniak aangeboden werd; m. a. w. dat de plant beide bestanddeelen in eene andere verhouding bevat, als waarin ze in de meststoffen voorkomen. Er moet dus eene selective scheiding van natron en salpeterzuur van ammoniak

¹⁾ Prof. A. Mayer is de eerste geweest, die over de physiologische zuurheid van zwav. amm. sprak.

en zwavelzuur (middellijk in dit laatste geval) plaats gehad hebben. Bovendien namen Hall, Miller en Gimmington¹⁾ en ook wij²⁾ een zuur worden van den bodem bij jaren lange bemesting met zwavelzure ammoniak waar. Krüger³⁾ vond bij chilibemesting, dat kleigrond dezelfde verandering ondergaat, die de bodem ondervindt, wanneer hij alkalisch gemaakt wordt met soda. Ook Knop⁴⁾ vond bij waterculturen eene afscheiding van koolzure zouten der alkaliën, en zelfs van vrij zoutzuur, bij aanwezigheid van salmiak (zoutzure ammoniak) in de voedingsoplossing. Zoodat het resultaat der werking van deze meststoffen toch zóó is, als Mayer zich voorstelde, toen hij ze als physiologisch zuur of physiologisch alkalisch qualificeerde.

Wij zullen dus het hoe der splitsing der zouten in quaestie in het midden laten en de benaming physiologisch zuur en alcalisch handhaven. Dat ook ten opzichte der haverziekte de beide meststoffen chili en zwavelzure ammoniak zich in dien zin gedragen, zal na de bespreking der veldproeven duidelijk zijn.

Ten slotte zoude men tegen de physiologische zuurheid van zwavelzure ammoniak nog de volgende bedenking kunnen opperen. Bij de nitrificatie van zwavelzure ammoniak wordt de ammoniakstikstof in nitraatstikstof omgezet, er heeft dan reeds eene splitsing van het zout plaats. Het vrijkomende zwavelzuur zal aan eene base in den bodem gebonden moeten worden, en het genitrificeerde ammoniak vormt salpeterzuur dus doet een „nitraat” ontstaan, waarbij eveneens een bodembase gemobiliseerd moet worden. Nemen wij aan, dat de kalk de base is, dan zullen gevormd worden: zwavelzure en salpeterzure kalk. Wanneer nu de plant het salpeterzuur uit de laatste verbinding opneemt, dan blijft volgens de veronderstelde opvatting basische kalk achter. Bij bemesting met salpeterzure ammoniak is op dezelfde gronden, na nitrificatie, en calciumnitraat van de ammoniak en van het vrijkomende salpeterzuur aanwezig. Zwavelzure ammoniak en salpeterzure ammoniak zouden dus beide physiologische alkalische zouten zijn. Deze schijnbare tegenstrijdigheid bestaat in werkelijkheid niet; bij de nitrificatie zagen wij, moet noodzakelijk eene base gemobiliseerd worden, die dan na de verwerking van het nitraat door de planten, weder vrijkomt. Welnu, deze base was reeds in den bodem aanwezig; ze dient ter *neutralisatie van in den bodem, door bacterieele werkzaamheid nieuw vrij gekomen zuren*, salpeterzuur en zwavelzuur. Bij bemesting met chilisalpeteer is het wezenlijk anders; *hier voegt men eene nieuwe hoeveelheid base (in casu natron) aan den bodem toe.*

4. Uit het afvalwater van een aardappelmeelfabriek bereid eiwit,

¹⁾ A. D. Hall, N. W. J. Miller, C. F. Gimmington, „nitrication in acid soils” zitting der Royal Society 8 Febr. 1908 (Chem. Zelt. Ref. 1908, 207).

²⁾ Zie Hoofdstuk V.

³⁾ Landw. Jahrb. 1905, 783.

⁴⁾ Ann. Chem. Pharm. B. 129, p. 237; zie ook het leerboek van Adolf Mayer I 401—402.

met sterk zure eigenschappen, ook door aanwezigheid van vrij zwavelzuur, waarmede het bereid werd.

Als basische stof werd aangewend:

het secundaire natriumphosphaat; dit, in chemische zin basisch zout, heeft mogelijk ook physiologisch basische eigenschappen, daar het phosphorzuur waarschijnlijk in grooter hoeveelheid opgenomen wordt, dan het natrium.

Als zure meststoffen kwamen in aanmerking:

1. Superphosphaat.
2. Zuurkaliumsulfaat.
3. Azijnzuur.

Als kalkhoudende meststoffen:

1. Koolzure kalk.
2. Gips.

Koolzure kalk heeft, chemisch gesproken, een zwak alkalische reactie. Gips is neutraal.

Natriumphosphaat, superphosphaat en zuurkaliumphosphaat waren, wat de bemesting met phosphorzuur of kali betrof, boven die van de reeds gegeven hoeveelheid slakkenmeel, respectievelijk kafniet, aanwezig; de plant kreeg daardoor over eene grootere hoeveelheid van die plantenvoedende stoffen beschikking. Men zou een krachtiger groei en dientengevolge grootere resistentie tegenover de haverziekte kunnen verwachten. Deze omstandigheid zou geen invloed op ons doel uitoefenen, daar wij uit de praktijk wisten, dat de ziekte niet door extra voeding der planten genezen kon worden, hetgeen later op duidelijke wijze gedemonstreerd bleek te zijn.

De stoffen werden in de volgende hoeveelheden per H.A. gegeven:

Chilisalpeter	300 K.G.	} = 50 K.G. siikstof.
Zwavelzure ammoniak	250 „	
Ammoniaknitraat	129 „	
Superphosphaat	300 „	
Natriumphosphaat	250 „	(waterhoudend zout).
Zuur natriumsulfaat	240 „	(de zuurgraad aequivalent aan het quantum zwavelzuur, dat in zwavelzure ammoniak aanwezig is en na de opname van stikstof achterblijft.)
Azijnzuur		(evenals zuur natriumsulfaat berekend).
Koolzure kalk	4000 „	(eene hoeveelheid bij ontginning gebruikelijk).
Gips	4000 „	(willekeurige hoeveelheid).

Over twee perceeltjes werd een laag „laikemodder” van ± 3 c.M. gebracht; over twee andere een laag wit zand van ± 2 c.M. Ten slotte zij vermeld, dat wij nog mangaansulfaat

aanwendden, als stimulaus, naar aanleiding van proeven door Loew ¹⁾ en zijne leerlingen genomen. Zij waren uitgegaan van het bekende feit, dat enkele verbindingen, die in groote hoeveelheid direct schadelijk voor den plantengroei zijn, in kleine hoeveelheid toegediend, den groei op niet onbelangrijke wijze stimuleeren. Onder deze stoffen is mangaansulfaat er ééne. Ook Burgers ²⁾ nam te Amersfoort proeven met mangaansulfaat op maïs; hij zag de met het sulfaat behandelde planten weelderiger groeien dan de onbehandelde. Jammer genoeg heeft hij niet de oogstgewichten opgegeven. Bertrand noemt deze stimulantia „engrais complementaires”.

Mangaansulfaat werd in hoeveelheid van 50 K.G. waterhoudend zout (4 moleculen kristalwater) per H.A. gegeven.

Van de veldjes, die laikemodder, zand, koolzure kalk, gips, azijnzuur en mangaansulfaat kregen, werd eene helft met chilisal-peter, de andere met zwavelzure ammoniak bemest. Enkele veldjes kregen geen stikstof, n.l. die, welke zuurkalisulfaat, natriumphosphaat en eiwitdrab kregen, en nog twee controle-veldjes. Wij wilden hiermede den invloed dier stoffen op het ziekte-proces nagaan en de inwerking van chili en zwavelzure ammoniak elimineeren.

Alle perceeltjes, ook die der nog te noemen proefvelden, besloegen 20 M²; ze waren in duplo aanwezig.

De haver kwam regelmatig op. Den 29en Mei waren de ziekte-verschijnselen zeer duidelijk zichtbaar; den 1en Juni waren ze bijzonder scherp waar te nemen. De zieke veldjes scheidten zich volgens eene rechte lijn van de gezonde, wanneer ze daaraan grensden; het proefveld was karakteristiek gateekend. Wel was de ziekte wat onregelmatig verspreid, doch de karakteristieke verschillen, kennelijk door de behandeling ontstaan, werden er niet onduidelijk door.

Wij mogen na vergelijking der perceeltjes onderling de volgende punten vaststellen:

1. *Chilisalpeter* verergerde de ziekte sterk; de perceeltjes zonder stikstof waren in belangrijk mindere mate aangetast.
2. *Zwavelzure ammoniak* heeft in enkele gevallen de ziekte voorkomen, in de andere gevallen trad de ziekte in veel geringer mate op, dan waar geen stikstof gegeven was.
3. *Ammonium nitraat* heeft noch gunstig, noch ongunstig gewerkt. Verschil met de niet met stikstof bemeste perceeltjes konden wij niet waarnemen.
4. *Zuurnatriumsulfaat* deed de ziekte in weinig geringeren graad optreden.

1) Loew. Landw. Jahrb. XXXII, 1903.

K. Aso. Bull. Coll. Agric. Imp. Univ. Tokyo. 1904, No. 6.

2) Cultura Juni 1905.

3) Compt. R. 1905, 141, pag. 1255.

5. *Natriumphosphaat* heeft de ziekte sterk in de hand gewerkt; de haver ging ten slotte dood.
6. *Superphosphaat* heeft waarschijnlijk gunstig gewerkt.
7. *Koolzure kalk* werkte zeer schadelijk, de haver ging dood. Waar zwavelzure ammoniak gegeven was, stonden de planten niet zoo slecht, als waar chili lag; de scheiding was volgens een rechte lijn.
8. *Gips* heeft geen merkbaaren invloed op het ziekte-proces uitgeoefend.
9. Het *bezanden* werkte misschien gunstig.
10. *Laikemodder* heeft gunstig gewerkt; de ziekteverschijnselen waren van weinig beteekenis.
11. De werking van het *eiwit* kon niet nagegaan worden, daar de hoek van het proefveld, waar deze perceeltjes lagen, niet aangetast werd.
12. *Azijnzuur* heeft de planten blijkbaar aangetast: de haver ontwikkelde zich slecht, reeds vóór de ziekte uitbrak; de bladeren hadden witte punten; de werkelijke haverziekteverschijnselen waren ongeveer van denzelfden graad, als van de niet met stikstof bemeste perceelen.
13. Van de werking van *mangaansulfaat*, dat vóór het zaaien op het land kwam, kan weinig gezegd worden. Waar zwavelzure ammoniak kwam bleef de haver gezond; op het chiligedeelte was ze ziek, echter iets minder dan op de chiliveldjes zelve.

Proefveld 2a te Veendam. Het werd aangelegd, toen de haver reeds boven den grond was (den 11en April), op een perceel, dat gewoonlijk sterk aangetast wordt; dit perceel was vroeger met mossels behandeld; de schalen, die bij aanraking in fijn poeder overgaan, werden in grooten getale gevonden. In 1905 was bemest met slakkenmeel en kaïniet, in Maart 1906 werd chilisalpeter gegeven.

Ter overbemesting gaven wij de volgende stoffen:

1. Zuurnatriumsulfaat	480	K.G.	per	H.A.
2. Natriumphosphaat	275	"	"	"
	(Waterhoudend zout).			
3. Superphosphaat	300	"	"	"
4. Zwavelzure ammoniak	250	"	"	"
5. Azijnzuur	227	"	"	"
6. Mangaansulfaat	50	"	"	"
7. IJzerhydroxyde	40	"	"	"

Het ijzerhydroxyde werd in suspensie op het land gebracht; het laat zich dan fijn en nauwkeurig verdeelen. Met het ijzerhydroxyde beoogden wij, den zieken, stoffigen grond een vaster structuur te geven en tevens na te gaan of ook een ijzerbemesting analoog aan die van mangaan zou kunnen werken. Men had ook wel de structuur van den bodem voor de ziekte aansprakelijk gesteld, de droogheid en stoffigheid in het bijzonder. De grond

verkrijgt inderdaad door het ijzerhydroxyde een minder stoffig karakter, vooral wanneer men een grooter hoeveelheid toedient, zooals later bleek.

Den 6en Mei zag men de ziekte optreden, den 10en Mei waren de verschillen in ziektegraad der perceeltjes duidelijk waarneembaar.

1. *Zwavelzure ammoniak* heeft gunstig gewerkt; op de streep af scheidden de perceeltjes zich van de zeer zieke omgeving, hetgeen door de geelverdorde kleur en achterlijkheid in groei duidelijk uitkwam. Enkele planten waren zwak aangetast.
2. *Zuurnatriumsulfaat* heeft waarschijnlijk gunstig gewerkt; ook hier viel eene scheiding met de zieke omgeving waar te nemen, minder duidelijk echter dan bij zwavelzure ammoniak. Ook hier bevonden zich aangetaste planten.
3. *Mangaansulfaat* werd aangewend toen de haver reeds boven den grond was, in tegenstelling met de vroege aanwending op proefveld 1. De werking was zeer gunstig. Hoewel het perceeltje aan drie zijden aan eene hevig aangetaste omgeving grensde, bevond zich niet ééne aangetaste plant op het mangaanveldje. De kleur der haver was in tegenstelling met de omgeving goed gezond en de planten voelden stevig aan.
4. *Natriumphosphaat*. Dit perceeltje lag op het eenige gedeelte van het proefveld, dat niet aangetast werd. Er waren enkele verdachte planten te zien.
5. *Ijzerhydroxyde*. Aanvankelijk waren de planten even sterk aangetast als op de onbehandelde perceeltjes, doch ze herstelden zich na eenigen tijd, zoodat er eene scheiding met de zieke omgeving ontstond. Wij mogen hieruit eene gunstige werking in geringen graad concludeeren.
6. *Azijnzuur* tastte, evenals op proefveld 1, de planten dadelijk aan; deze kregen witte punten, enkele stierven af lang vóór de ziekte oprad. De overlevende planten waren achterlijk en werden aangetast.
7. *Superphosphaat* heeft blijkbaar in geringen graad gunstig gewerkt.

Op een strook grond naast dit proefveld was den 11en April *laikemodder* gebracht en zoo goed mogelijk, zonder de planten te beschadigen, met den grond gemengd. Het gewas bleef hier gezond, terwijl de omgeving ziek werd.

Naar aanleiding van de bijzonder gunstige werking van het mangaansulfaat, de vermoedelijk gunstige van zuurnatriumsulfaat en de waarschijnlijk ongunstige van natriumphosphaat, werd den 10den Mei op een strook, waar de haver sterk aangetast was, een ander proefveld aangelegd.

Proefveld 2b van 4 veldjes.

I kreeg zuurnatriumsulfaat.

II kreeg mangaansulfaat.

III „ natriumphosphaat.

IV werd onbehandeld gelaten.

De bemestingstoestand van 2b was als die van 2a.

Den 18den Mei was de werking der stoffen reeds duidelijk.

I had zich een weinig hersteld, er waren een paar gezonde planten te zien.

II. Hier zag men bijna geene zieke planten meer, de dorre plekken waren weggetrokken; de slappe bladeren hadden zich opgericht en voelden stijf aan, de kleur was vooral gezond groen geworden, geheel zooals bij een normaal gewas, terwijl de planten sterk gegroeid waren en de lengte van normale planten bereikt hadden; ze staken boven de zieke omgeving uit.

De afscheiding der zieke omgeving was rechtlijnig.

III was verergerd.

IV was als op 10 Mei.

Den 29sten Mei waren de verschillen nog duidelijker.

Op II was de haver geheel hersteld, op III was de haver nageoeg afgestorven. Den 7den Juni bleek I nog wel ziek, doch eenigszins herstellende te zijn, II volkomen normaal, III dood en IV was steeds achteruitgaande.

Den 23sten Mei werd nog eens op een zeer zieke plek V mangaansulfaat gezaaid. Den 7den Juni was de haver *geheel hersteld*. Ook hier namen wij het treffende verschijnsel waar, dat niet alleen de dorre plekken verdwenen waren en de bladeren niet meer slap hingen, doch stijf aanvoelden, maar dat de planten zoo sterk groeiden sinds de mangaansulfaatbemesting, dat ze nageoeg dezelfde lengte hadden bereikt als volkomen gezond geblevene planten.

Het spreekt van zelf, dat het gewas, zoowel op II als op V reeds te veel geleden had, om nog eenigszins normale opbrengst te geven; het onkruid was er te krachtig ontwikkeld, waardoor verscheidene planten vóór het herstel reeds verstikt waren.

Om dit te illustreeren geven wij de korrelopbrengsten per H.A. berekend van:

een geheel normaal gezond veldje	4200 K.G.
het mangaanveldje van 2a	4000 „
een aangrenzend niet behandeld veldje dat aanvankelijk ziek was, doch zich later herstelde .	3200 „
II	2800 „
V	3000 „

Wij zien dus, dat de gunstige werking van het mangaansulfaat zich direct in de opbrengst afspiegelt.

De veldjes van 2b liggen op een plek, die gelijkmatig ziek is te noemen. De opbrengstcijfers hebben dus vergelijkende waarde.

Proefveld 3 te *Veendam* werd aangelegd op een perceel, waar volgens opgedane ervaring geene goede gewassen meer willen groeien, niet alleen worden hier aardappelen en rogge

ziek, doch ook mangelwortelen, erwten en boonen worden geel en blijven achterlijk. Het perceel werd jaren achtereen met fabrieksasch behandeld, hoofdzakelijk asch van turf, die sterk alkalisch is. Ten onderzoek werden aangewend de volgende stoffen: chilisalpeter, zwavelzure ammoniak, laikemodder, zuurnatriumsulfaat en waterige eiwitmassa uit het afvalwater van een aardappelmeelfabriek bereid, mangaansulfaat, azijnzuur en aluminiumsulfaat. Deze laatste stof om hare zure eigenschappen, ze werd aequivalent aan 250 K.G. zwavelzure ammoniak per H.A. genomen. Ook werden twee perceeltjes bezand. In het na-jaar van 1905 was met slakkenmeel en kafniet bemest. Kort na het opbrengen van bovengenoemde stoffen werd gezaaid, nadat de zure meststoffen alle met eene groote hoeveelheid water ingesproeid waren, om een eventueel schadelijken invloed op de kieming zoo gering mogelijk te doen zijn.

De ziekte trad buitengewoon hevig op; de chili-perceeltjes gingen te gronde; zelfs het onkruid werd er ziek. Wij deden hier dezelfde ervaring op als bij de vorige proefvelden, vooral wat de late bemesting met mangaansulfaat betref. Merkwaardig was het, dat de zwavelzure ammoniak-veldjes zoo buitengewoon frisch waren, slechts op zeer enkele planten werd een dor plekje gevonden. Scherp was de afscheiding der aangrenzende chiliveldjes, waar de haver geel zag en de helft der lengte van die op het zwavelzure ammoniak-veldjes bereikte, toen deze ± 40 c.M. hoog stond.

Van *azijnzuur* zagen wij wederom de bekende werking, die blijkbaar door de zure reactie veroorzaakt werd.

Aluminiumsulfaat bleef zonder waarneembare werking.

Het *bezanden* heeft een gunstigen invloed gehad, het gewas was achterlijk, doch niet bepaald ziek.

Proefveld 4 te Wildervanksterdallen. Dit proefveld is op een perceel aangelegd, dat doorgaans hevig wordt aangetast. Vroeger was veel compost op het land gekomen en voor ± 15 jaren een groote hoeveelheid mosselen. In de laatste jaren werd steeds met kunstmest bemest. In 1905 was slakkenmeel en kafniet aangewend, in Maart 1906 chilisalpeter. Het proefveld kon door omstandigheden eerst aangelegd worden, toen de haver reeds boven den grond was.

Behalve chilisalpeter, ijzerhydroxyde, zuurnatriumsulfaat, mangaansulfaat en gips werd hier ook nog vrij zoutzuur aangewend en wel eene hoeveelheid, die overeenkomt met de hoeveelheid zwavelzuur die, na de nitrificatie van het zwavelzure ammoniak vrijkomt. Het zoutzuur werd in zeer verdunnen toestand op het land gesproeid en goed met water na begoten.

Chilisalpeter heeft zeer ongunstig gewerkt, mangaansulfaat zeer gunstig. Van zuurnatriumsulfaat viel weinig te zeggen, evenzoo was de werking van gips en zoutzuur onduidelijk.

IJzerhydroxyde vertoonde aanvankelijk, zooals op proefveld 2a,

weinig werking; later bleek de zieke haver zich spoediger te herstellen dan op niet behandelde plaatsen.

Naar aanleiding van de gunstige werking van het mangaansulfaat werden nog eenige proeven met deze stof genomen, o. a. te Nieuw-Buinen, Exloërmond (2), te Annerveenschkanaal (2), Sappemeer, Zuidwending en te Ommelandervijk. Alle werden met hetzelfde zeer gunstige resultaat bekroond: de haver genas volkomen, zelfs in die gevallen, waarbij de practici niet meer op herstel rekenden. Enkele proeven met zuurnatriumsulfaat vielen onzeker uit.

Te Nieuw-Buinen waren wij in de gelegenheid mangaansulfaat op zieke aardappelen aan te wenden, deze herstelden zich evenals de haver geheel, de bleekgele kleur verdween en de opbrengst was belangrijk hooger dan die van de zieke planten.

Eene interessante mededeeling ontvingen wij van den heer A. G. Mulder te Sappemeer, die op den 7den Maart 1906, tegelijk met het poten der aardappelen, eenige kleine perceeltjes met mangaansulfaat bemestte, naar 30, 50 en 60 K.G. per H.A. De kamp, waar deze proef genomen werd, is voor den verbouw van haver wegens het telkenmale optreden der gevreesde ziekte, in ongunstigen toestand. De aardappelen werden op de geheele kamp geel, alleen op de mangaanveldjes stonden ze prachtig groen. De opbrengsten waren als volgt:

		Opbrengst.	Zetmeelgewicht onder water.
Serie A.	waar geen mangaansulfaat.	315 K.G.	380 gr.
	" 60 K.G. "	420 "	390 "
Serie B.	" geen "	300 "	380 "
	" 50 K.G. "	360 "	430 "
Serie C.	" geen "	420 "	390 "
	" 30 K.G. "	495 "	415 "

Ter vergelijking behandelde de heer Mulder een gedeelte van een eveneens haverziek perceel, met stalmest en met chilisalpeter. Op stalmest stonden de aardappelen gezond, op chilisalpeter waren ze ziek. De opbrengsten waren:

zonder stalmest . 360 K.G. 430 gr. (zetmeelgewicht onder water);
met " . 500 " 400 " " " "

Veldjes van dezelfde grootte, waar nooit „haverziekte” geconstateerd werd, gaven:

zonder stalmest . . . 520 K.G. 435 gr.
met " . . . 520 " 405 "

Met deze cijfers is dan aangegeven hoe belangrijk ook de aardappelooft gedeprimeerd kan worden, al zijn de uiterlijke ziekteverschijnselen niet zoo karakteristiek als die van haver.

Vatten wij de resultaten der veldproeven in 1906 genomen samen, dan kunnen wij het volgende vaststellen: Chilisalpeter werkt de ziekte in de hand; zwavelzure ammoniak is in staat de ziekte te voorkomen, althans in belangrijke mate minder hevig te doen optreden.

Het is merkwaardig, dat wij bij onze veldproeven tot dit zoo bijzonder gunstig oordeel over zwavelzure ammoniak moeten komen, terwijl het in de praktijk toch zoo vaak voorkomt, dat zwavelzure ammoniak *niet* de ziekte voorkomt, maar gewoonlijk dan de ziekte minder hevig doet optreden. Wij hebben vaak percelen gezien, die aangetast werden en niettemin met zwavelzure ammoniak bemest waren; eene bemesting met chilisalpeter is in zulke gevallen noodlottig.

Vergelijken wij deze practische ervaringen met onze resultaten, b.v. op proefveld 3, waar wij de haver met zwavelzure ammoniak gezond hielden op land, waar zelfs geen erwten wilden groeien, dan moet wel een verschil aanwezig zijn in de behandeling bij onze proeven en bij die in de praktijk; te meer, daar het in de praktijk voorkomt, dat zwavelzure ammoniak zelfs op niet in bijzonder hevige mate aangetaste percelen, niet afdoende werkt. Inderdaad kunnen wij dit verschil in den tijd van aanwending vinden. In de praktijk wordt het zout in Februari reeds gezaaid; wij brachten het hoogstens 2 dagen voor het zaaien van de haver op het land. Is deze opvatting juist, dan ligt de conclusie voor de hand, n.l. dat hoe later zwavelzure ammoniak gezaaid wordt, hoe beter zijne werking tegen de haverziekte. Of de oorzaak hiervan in het al of niet vroeg nitrificeren hiervan te zoeken is (coincidentie met den plantengroei, dus stikstof opname) moeten wij in het midden laten.

Het gebruik van „laikemodder” is aan te bevelen.

Wij kunnen in twee gevallen van afdoende genezing en voorkoming van de ziekte spreken.

Het bezanden heeft gunstig gewerkt, maar zeker is het niet, dat na deze bewerking de ziekte niet weder optreedt, omdat wij de bouwvoor met zand gemengd hebben, en wij juist in de praktijk waarnemen, dat de ziekte het eerst op de zanderige plekken zich voordoet. Men deed reeds eenige ondervinding in deze richting op. Van de zure zouten heeft alleen zuurnatriumsulfaat een gunstige werking uitgeoefend, doch niet bepaald afdoende, in geen geval bij late aanwending.

Zeker verdient het aanbeveling superphosphaat op haverziek land aan te wenden in plaats van thomasmeel.

Het basische natriumphosphaat heeft zeer schadelijk gewerkt; evenzoo was de werking van koolzure kalk funest.

Gips heeft geen waarneembaren invloed uitgeoefend.

Met mangaansulfaat hebben wij het meeste succes bereikt. Op den juisten tijd aangewend heeft het de ziekte geheel voorkomen. Te vroege aanwending is niet raadzaam (proefveld 1), o.a. deden wij deze ervaring op bij een nog niet vermelde proef, waar mangaansulfaat vóór het zaaien van de haver op het land kwam. De juiste tijd van aanwending valt even voor het optreden der ziekte.

Wij willen hier in het kort er op wijzen, dat de haverziekte in verschillenden graad voorkomt, dat dus b.v. eene bemesting met zwavelzure ammoniak in enkele gevallen afdoende, in andere

gevallen niet afdoende zal werken. Deze omstandigheid heeft in de praktijk aan heel wat meeningsverschil voedsel gegeven. Later komen wij op den ziektegraad terug.

CULTUURPROEVEN GENOMEN OP HET TERREIN VAN HET
RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION.

In het jaar 1905 werd grond van een ziek en van een gezond gedeelte van één en hetzelfde perceel te Wildervank naar het proefstation te Groningen vervoerd; de grond was uit de bouwvoor van 20 c.M. genomen. Voor de proeven was een stel van 32 zinken vakjes 1 meter diep in den grond gegraven. (Zie plattegrondteekening I).

De vakjes (25 × 25 c.M.) werden met 70 c.M. straatzand gevuld en verder met 30 c.M. grond van Wildervank. De vakjes zijn bodemloos. Van het stel werden 16 vakjes voor gezonden en 16 voor zieken grond bestemd. Ze werden verschillend behandeld; voor elke behandeling werd één ziek en één gezond vakje genomen. De bemesting en het doel er van zijn reeds gedeeltelijk bij de bespreking van de veldproeven medegedeeld.

Zware klei of slib, werd op den grond gebracht om den invloed van colloïdale silicaten na te gaan.

Bonksel of bonkaarde werd gebruikt om den grond zuur te maken.

De werking van *loodzand* werd onderzocht, om na te gaan of dit, algemeen om zijne onvruchtbaarheid bekend schadelijke zand, ook deel aan het ontstaan der ziekte kon hebben.

Stalmest werd aangewend, naar aanleiding van vermeende goede resultaten in de praktijk.

Om nogmaals na te gaan, of wij met eene parasitaire ziekte te doen hadden, werden twee gezonde vakjes besmet, één met zieke haver en één met zieken grond. De proeven werden in 1905, 1906 en 1907 genomen. In 1905 kon de haver eerst in Juli gezaaid worden; de ziekteverschijnselen traden niet op. Daar de grond in zakken vervoerd was, dus door elkaar geschud, had hij waarschijnlijk na het invullen in de vakjes, nog niet de gewenschte natuurlijke structuur verkregen; de grond was nog niet „gezet” misschien.

De oorzaak van het niet-ziek worden der haver in 1905 kunnen wij niet verklaren; een en ander zal later ter sprake komen.

In 1906 werd niets aan den grond veranderd; de bovenste laag, ± 8 c.M., werd losgemaakt. De bemesting van dat jaar (ook van 1905) vindt men in teekening I. Ze werd uitgevoerd den 4den April, den 5den werd gezaaid. Den 25sten waren in alle vakjes 3 rijen haverplanten aanwezig, totaal 36 planten in elk vak. In tabel 1 vindt men den stand van het gewas op 26 Mei, 2 Juni en 5 Juni genoteerd; dat de ziekte uitbrak blijkt daaruit; de verschijnselen waren dezelfde als die, welke wij op vele kampen hadden waargenomen; in tabel 2 vindt men de totaalopbrengsten genoteerd. Men hechte aan deze cijfers slechts vergelijkende waarde.

Tabel 1.

Stand van het gewas 1906 (zinken vakjes).

Nos.	26 Mei.	2 Juni.	5 Juni.
1.	Niet mooi, niet ziek.	Verdachte planten.	Ziek (midden Juni erger).
2.	Normaal gezond.	Gezond.	Gezond.
3.	Niet goed ontwikkeld, niet ziek.	Als 26 Mei.	Verdacht, kleur overigens goed.
4.	Idem, idem.	„ 26 „	Gezond.
5.	„ „	„ 26 „	„ doch bleek.
6.	Enkele planten ziek.	Als 26 Mei.	Niet bepaald ziek.
7.	Gezond (als 29).	Gezond.	Gezond, zeer goed.
8.	„ (iets minder dan 7).	„	„
9.	„ de beste.	„ (de beste).	„ (de beste).
10.	Zeer goed (iets minder dan 9).	Als 26 Mei.	„ (zeer).
11.	Zeer goed (iets minder dan 10).	„ 26 „	Als 2 Juni.
12.	Gezond.	Gezond.	Gezond (als 10).
13.	Ziek.	Ziek, herstelt zich.	Ziek.
14.	„ (herstellend).	„ „ „	„ (enkele planten reeds gezond).
15.	Niet bepaald ziek.	Niet ziek (enkele slechte bladeren).	Niet ziek.
16.	Ziek (het ergst?)	Ziek (herstelt zich).	Ziek (enkele planten mis- schien gezond).
17.	Ziek.	Ziek.	Ziek.
18.	Gezond.	Gezond.	Gezond.
19.	„	„	„
20.	„ (nietforsch).	„ (nietforsch).	Enkele planten verdacht.
21.	Ziek.	Ziek.	Ziek.
22.	„ (minder dan 21).	„ (erger dan 21).	Ziek (niet zoo erg).
23.	„	„ (het ergst).	„ (het ergst).
24.	„ (minder dan 23).	„	„
25.	Niet gezond, ziek?	Enkele planten verdacht.	Een weinig ziek.
26.	Gezond.	Gezond.	Gezond.
27.	„	„	„
28.	Niet mooi, wat ziek?	Niet mooi, wat ziek?	Enkele planten verdacht.
29.	Flink groen en gezond.	Als 26 Mei.	Zeer gezond.
30.	„ „ „ „	„ 26 „	„ „
31.	Vreterij, doch gezond.	Vreterij, doch gezond.	Vreterij doch gezond.
32.	Ziek (niet veel beter dan 23).	Ziek (beter dan 23).	Ziek.

Tabel 2.

Totaal opbrengst der zinken vakjes gewas 1906.

Nos.	Diagnose 10 Juni.	Gewicht lucht- droog in gr.	Nos.	Diagnose 10 Juni.	Gewicht lucht- droog in gr.
1.	Gezond.	47,—	17.	Ziek.	26,5
2.	"	63,5	18.	Gezond.	55,8
3.	Verdacht.	38,5	19.	"	38,8
4.	Slecht ontwikkeld.	46,2	20.	Nietforsch, verdacht.	41,7
5.	Gezond (bleek).	56,6	21.	Ziek.	21,6
6.	Weinig ziek.	42,5	22.	"	24,6
7.	Gezond en flink.	83,7	23.	" (het ergst).	9,7
8.	" " "	48,6	24.	"	39,5
9.	De beste uitstekend.	103,4	25.	Weinig ziek.	46,2
10.	Gezond.	68,3	26.	Gezond.	87,5
11.	Zeer goed.	66,9	27.	"	75,—
12.	Gezond.	55,1	28.	Niet mooi.	67,4
13.	Ziek.	39,4	29.	Gezond.	85,8
14.	"	34,—	30.	" (zeer).	97,9
15.	Ziek?	45,8	31.	Vreterij (gezond).	62,8
16.	Ziek.	33,1	32.	Ziek.	24,7

Zooals uit de tabellen te zien is, zijn de verschillen duidelijk zoowel bij ampele waarneming als wel na weging. In de teekening is in de vakjes, waar de ziekte optrad, het jaartal vet gedrukt, waar de verschijnselen minder hevig waren, of waar het gewas minder belemmering in den groei ondervond, zijn stippelijnen getrokken.

Indien wij de werking der diverse stoffen afzonderlijk en in samenwerking met andere nagaan, komen wij tot de volgende conclusies:

Koolzure kalk. Bij vergelijking van 17 met 4 en 26 blijkt, dat deze stof, met eene groote hoeveelheid chili aangewend, den *gezonden grond ziek maakt*; werd bovendien bonkveen aan den bodem toegevoegd (26) dan trad de ziekte *niet* op. Eene groote hoeveelheid zwavelzure ammoniak (4) in plaats van chillsalpeter gegeven, heeft de ziekteverwekkende kracht van de koolzure kalk gebroken. Op zieken grond gebracht werkt koolzure kalk buitengewoon schadelijk: 23 (paralel 17) werd zeer ziek, 7 (paralel 26) is geheel gezond gebleven.

Bonkveen voorkomt zelfs op zieken grond waar èn koolzure

<p>25.</p> <p>1905. Zware klei. 500 K.G. chili.</p> <p>1906. 500 " "</p> <p>1907. 500 K.G. chili.</p>	<p>17.</p> <p>1905. Koolzure kalk. Chili.</p> <p>1906. Als 1905.</p> <p>1907. 134 K.G. Amm.nitraat.</p>	<p>9.</p> <p>1905. 30 c.M. bouwvoor met 5 c.M. bonkaarde. 500 K.G. chili.</p> <p>1906. 500 " "</p> <p>1907. 600 " soda. 300 " chili.</p>	<p>1.</p> <p>1905. 500 K.G. chili.</p> <p>1906. 500 " "</p> <p>1907. 134 K.G. amm.nitraat.</p>
<p>26.</p> <p>1905. 30 c.M. bouwvoor met 5 c.M. bonkveen. Koolz. kalk. 500 K.G. chili.</p> <p>1906. Koolz. kalk. 500 K.G. chili.</p> <p>1907. 600 K.G. soda. 300 " chili.</p>	<p>18.</p> <p>1905. 200 K.G. chili.</p> <p>1906. 100 " " 80 " zwav. ammon.</p> <p>1907. 800 " gebl. kalk. 500 " chili.</p>	<p>10.</p> <p>1905. Besmet met zieke planten. 200 K.G. zwav. amm.</p> <p>1906. 100 " " " 125 " chili.</p> <p>1907. 134 " amm.nitraat.</p>	<p>2.</p> <p>1905. 200 K.G. zwav. amm.</p> <p>1906. Als 1905.</p> <p>1907. 600 K.G. soda 300 " chili.</p>
<p>27.</p> <p>1905. 500 K.G. zwav. amm.</p> <p>1906. Als 1905.</p> <p>1907. 300 K.G. chili.</p>	<p>19.</p> <p>1905. 15 c.M. bouwvoor met 3 c.M. straatzand.</p> <p>1906. 300 K.G. chili.</p> <p>1907. 134 " amm.nitraat.</p>	<p>11.</p> <p>1905. Besmet met zieken grond. 200 K.G. zwav. amm.</p> <p>1906. 100 " " " 125 " chili.</p> <p>1907. 134 " amm.nitraat.</p>	<p>3.</p> <p>1905. 500 K.G. chili.</p> <p>1906. Als 1905.</p> <p>1907. 800 K.G. gebl. kalk. 300 " chili.</p>
<p>28.</p> <p>1905. 30000 K.G. stalmeest.</p> <p>1906. 500 K.G. chili.</p> <p>1907. Als 1906.</p>	<p>20.</p> <p>1905.</p> <p>1906. 150 K.G. chili. 120 " zwav. amm.</p> <p>1907. 134 " amm.nitraat.</p>	<p>12.</p> <p>1905. 30 c.M. bouwvoor met 9 c.M. loodzand. 200 K.G. chili.</p> <p>1906. 100 " zwav. amm. 125 " chili.</p> <p>1907. 600 " soda. 500 " chili.</p>	<p>4.</p> <p>1905. Koolzure kalk. 500 K.G. zwav. amm.</p> <p>1906. Als 1905.</p> <p>1907. 500 K.G. chili.</p>
<p>29 (als 9).</p> <p>1905. 30 c.M. bouwvoor met 5 c.M. bonkveen. 500 K.G. chili.</p> <p>1906. 500 " "</p> <p>1907. 600 " soda. 300 " chili.</p>	<p>21.</p> <p>1905. Koolzure kalk. 500 K.G. chili.</p> <p>1906. Als 1905 + 25 K.G. man- gaansulfaat.</p> <p>1907. 300 K.G. chili. 200 " ijzerhydroxyde</p>	<p>13 (als 18).</p> <p>1905. 200 K.G. chili.</p> <p>1906. 100 " " 80 " zwav. amm.</p> <p>1907. 200 K.G. zwav. amm.</p>	<p>5 (als 12).</p> <p>1905. 30 c.M. bouwvoor met 9 c.M. loodzand.</p> <p>1906. 100 K.G. zwav. amm. 125 " chili.</p> <p>1907. Koolzure kalk. 500 K.G. chili.</p>
<p>30 (als 27).</p> <p>1905. 500 K.G. zwav. amm.</p> <p>1906. Als 1905.</p> <p>1907. 134 K.G. amm.nitraat.</p>	<p>22 (als 19).</p> <p>1905. 15 c.M. bouwvoor met 3 c.M. straatzand.</p> <p>1906. 300 K.G. chili.</p> <p>1907. 134 K.G. Amm.nitraat. 200 " ijzerhydroxyde.</p>	<p>14 (als 28).</p> <p>1905. 30 000 K.G. stalmeest.</p> <p>1906. 500 K.G. chili.</p> <p>1907. 30 000 K.G. stalmeest.</p>	<p>6 (als 4).</p> <p>1905. Koolzure kalk. 500 K.G. zwav. amm.</p> <p>1906. Als 1905.</p> <p>1907. 500 K.G. chili.</p>
<p>31.</p> <p>1905. 10 c.M. bouw voor met bonkaarde. Koolzure kalk. 500 K.G. chili.</p> <p>1906. 500 " "</p> <p>1907. 600 " soda. 300 " chili.</p>	<p>23 (als 17).</p> <p>1905. Koolzure kalk. 500 K.G. chili.</p> <p>1906. Koolzure kalk. 600 K.G. chili.</p> <p>1907. 300 K.G. chili. 100 " mangaanhy- droxyde.</p>	<p>15 (als 2).</p> <p>1905. 200 K.G. zwav. amm.</p> <p>1906. 200 " " "</p> <p>1907. 134 " amm.nitraat.</p>	<p>7 (als 26).</p> <p>1905. 30 c.M. bouwvoor en 5 c.M. bonkaarde. Koolzure kalk. 500 K.G. chili.</p> <p>1906. Koolzure kalk. 500 K.G. chili.</p> <p>1907. 800 " gebl. kalk. 300 " chili.</p>
<p>32 (als 25).</p> <p>1905. Zware klei. 500 K.G. chili.</p> <p>1906. 500 " "</p> <p>1907. 250 " zwav. amm.</p>	<p>24 (als 3).</p> <p>1905. 500 K.G. chili.</p> <p>1906. 500 " "</p> <p>1907. 600 K.G. chili. 100 " mangaanper- oxyd-hydraat.</p>	<p>16 (als 1).</p> <p>1905. 500 K.G. chili.</p> <p>1906. 500 " "</p> <p>1907. 134 K.G. amm.nitraat.</p>	<p>8 (als 20).</p> <p>1905.</p> <p>1906. 150 K.G. chili. 120 " zwav. amm.</p> <p>1907. 300 " chili.</p>

TEEKENING I.

In de jaren 1905, 1906 en 1907 kreeg elk vakje Thomasmeel en Chloorkalium naar 500 K.G. en 100 K.G. per H.A. De stikstofmeststoffen zijn met de bijzondere behandeling genoteerd.

Het vetgedrukte jaartal beteekent ziek, de stippellijn beteekent aangetast of weinig ziek.

kalk en chili gegeven werd, de ziekte; 6 (parallel 4) bleef niet gezond: zwavelzure ammoniak kon op den zieken grond niet de schadelijke werking van koolzure kalk tegengaan, wel trad de ziekte in minder hevigheid op.

Chilisalpeter. Eene groote hoeveelheid, 500 K.G. per H.A. heeft gezonden grond (1) ziek gemaakt, niet zoo hevig als wanneer koolzure kalk aangewend werd; op 3 is de werking in den laten waarnemingstijd niet gunstig geweest. Op zieken grond 16 en 24 is de werking zeer schadelijk.

Werd chili met zwavelzure ammoniak gecombineerd, 18 en 20 op gezonden, 13 en 18 op zieken grond, dan zien wij, dat de schadelijke werking aanzienlijk getemperd werd; 20 heeft den 5den Juni verdachte planten, die echter later normaal worden, de opbrengst blijft laag. Op zieken grond wordt 13 ziek, 8 niet; mogelijk is dit toe te schrijven aan de chilibemesting, die 13 kreeg in 1905.

Zwavelzure ammoniak heeft zeer gunstig gewerkt (30 op zieken grond, zie ook de opbrengst). Dat zwavelzure ammoniak de ziekte voorkwam zagen wij op 30; dat het zout zelfs onder de ongunstige omstandigheden nog goed werkt zien wij op 6.

Stalmest in 1905 aangewend. In 1906 werd chili gegeven op zieken grond (14), wij zien er de ziekte optreden; op gezonden grond waren de planten ook eenigszins verdacht.

Zware klei in 1905 op den bodem gebracht, heeft den gezonden grond *zieker* gemaakt, dan wanneer chili alléén gegeven werd (1). Op zieken grond waren de uitwendige verschijnselen niet heviger dan die op het chilivakje (vergelijk 32 en 16), de opbrengst was lager.

Bonkselveen heeft in *alle* gevallen gunstig gewerkt, zelfs op zieken grond, waar nog koolzure kalk kwam (7, zie ook opbrengst). Het heeft dus de ziekte *geheel voorkomen*.

Straatzand (bezanden). Met eene normale hoeveelheid chilisalpeter werd de haver ziek, 22.

Loodzand. Met een mengsel van zwavelzure ammoniak en chilisalpeter werd er geen ziekte waargenomen (5 en 12). Vooral op 5 was de haver bleek, zooals men de gewassen meest op het onvruchtbaar loodzand ziet groeien, doch er was geen sprake van het typische ziekteverschijnsel.

Besmetting (1905) heeft noch met zieke planten noch met zieken grond ziekte veroorzaakt.

Mangaansulfaat op zieken grond (21) vóór het zaaien aangewend, heeft de ziekteverschijnselen slechts minder hevig doen optreden (vergelijk met 23), hetgeen aan eene te vroege aanwending moet toegeschreven worden ¹⁾.

De ziektegraad der vakjes spiegelt zich vooral duidelijk in de opbrengsten af.

¹⁾ De bevestiging van deze veronderstelling verkregen wij van verschillende zijden in 1907; enkelen waren er zelfs, die de werking van het mangaansulfaat ontkenden, alleen, omdat zij geen of een uiterst geringen invloed ervan hadden waargenomen, door het uitsluitend gebruik vóór of tegelijk met het zaaien.

Voor wij tot de besprekingen overgaan van de resultaten in 1906 verkregen, zullen veld- en cultuurproeven in 1907 genomen, behandeld worden, om aan het einde daarvan de gezamenlijke resultaten aan eene vergelijkende beschouwing te onderwerpen.

In 1907 werden aangelegd twee proefvelden, één op zieken, één op gezonden grond. Op het „zieke” proefveld werden naast gunstig werkende stoffen ook schadelijk werkende onderzocht.

Het perceel, waarop dit proefveld aangelegd werd, wordt gewoonlijk zeer hevig aangetast. Het is reeds meermalen gebeurd, dat het gewas mislukte en dat de haver omgeploegd werd om nog mangelwortelen te zaaien, die dan ook gewoonlijk geel werden en een slechte opbrengst gaven. In 1906 had op het gedeelte, waar het proefveld ligt, kool gestaan, die door vreterij te gronde ging; ten slotte werden er nog mangelwortels verbouwd.

In het najaar 1906 was met slakkemeel en kaïniet bemest naar 500 K.G. resp. 800 K.G. per H.A. Den 17den Januari 1907, werden 40 perceeltjes ieder van 20 M². uitgemeten en behandeld met de volgende stoffen:

Gips	3600	K.G.	per	H.A.
IJzerhydroxyde	100	”	”	”
Aluminiumhydroxyde	70	”	”	”
Mangaanhydroxyde	40	”	”	”
Aluminiumsulfaat	2000	”	”	”
IJzervitriool	125	”	”	”
”	630	”	”	”
Zuurkaliumsulfaat	620	”	”	”
Zwavelzuur	223	”	”	”
Zoutzuur	165	”	”	”
Watervrije soda	190	”	”	”
Koolzure kalk	2000	”	”	”
Bruinsteen	39	”	”	”
Mangaansulfaat	100	”	”	”
Mangaancarbonaat	52	”	”	”
Gebluschte kalk	500	”	”	”

Het doel, waarmede wij deze stoffen op het land brachten, behoeft alleen voor ijzerhydroxyde, aluminiumhydroxyde, ijzervitriool, soda, mangaanhydroxyde, mangaancarbonaat en bruinsteen (of mangaanperoxyde) nader omschreven te worden.

IJzerhydroxyde. Behalve, dat wij van deze stof eene verbetering der bodemstructuur verwachtten, hebben wij het aangewend op grond van het laboratoriumonderzoek, waarbij bleek, dat zieke grond minder gemakkelijk oplosbare ijzerhoudende humusverbindingen bevatte, dan gezonde grond (zie Hoofdstuk III).

Aluminiumhydroxyde hebben wij om dezelfde reden aangewend. Het quantum is willekeurig genomen.

IJzervitriool kwam eveneens in verband met de zoo juist genoemde argumenten in aanmerking, doch mede, omdat het een zuur zout is. De aangewende hoeveelheid, n.l. 630 K.G. water-

houdend zout, werd berekend aequivalent aan eene zwavelzure ammoniakbemesting van 250 K.G. Daar ijzervitriool vaak stimuleerend werkt ¹⁾, werd nog eene hoeveelheid, aequivalent aan die van het stimulerende mangaansulfaat, uitgezaaid, n.l. 125 K.G. waterhoudend zout.

Soda of natriumcarbonaat werd als basische stof aangewend. De hoeveelheid natrium, welke dit zout bevat, werd aequivalent genomen aan het natrium in chili aanwezig ²⁾; aannemende, dat bij het verbruik van chilisalpeter geen natrium door de plant opgenomen wordt.

Mangaanhydroxyde ³⁾, *mangaancarbonaat* en *bruinsteen* werden aangewend om het mangaan in onoplosbaren vorm in den grond te brengen. De hoeveelheden werden aequivalent aan 50 K.G. mangaansulfaat gekozen.

Mangaansulfaat werd in Januari in de dubbele hoeveelheid gestrooid.

Den 10den Februari werden op enkele perceeltjes nog de volgende stoffen gebracht:

Aardappelvezels	2½ H.L. per 20 M ² .
Veenbonksel	7 „ „ 20 „
Zand	4 „ „ 20 „
Zaagsel	2 „ „ 20 „
Stalmest	40.000 K.G. per H.A.

Aardappelvezels ⁴⁾ en *zaagsel* werden beide op het land gebracht om den bodem van versche organische stof te voorzien, waardoor eene betere structuur zou kunnen ontstaan.

Superphosphaat werd den 25sten Maart gezaaid.

Den 5den April kregen 6 veldjes de volgende stikstofbemesting: *zwavelzure ammoniak*, *chilisalpeter*, *kalksalpeter* en *ureum*. Van kalksalpeter kon eene zelfde schadelijke werking als van chilisalpeter vermoed worden. Ureum werd toegediend als organische stikstofhoudende stof, waarvan dus in tegenstelling met het anorganische chilisalpeter of het zwavelzure ammoniak bij de physiologische verwerking geen anorganisch bestanddeel achterblijft, dat op het ziekteproces invloed oefent. We hoopten hierdoor met eene in dit opzicht neutrale meststof te doen te hebben. Alle andere veldjes werden met ammoniumnitraat bemest. De hoeveelheid stikstof werd op alle perceeltjes naar 50 K.G. per H.A. gegeven.

Den 30sten Maart werd de haver gezaaid. Het plan van aanleg vindt men in teekening II, het overzicht van den stand en den

¹⁾ Zie o.a. Bull. Imp. Centr. Agr. Exp. Stat. Tokyo. Vol. I, No. 2.

²⁾ Wij mochten aannemen, dat de aangewende hoeveelheid soda te gering was om door hare alkalische werking *alleen* het gewas te schaden; zie daarvoor de proeven, die een van ons nam met verschillende zouten. Landb. Tijdschr. VII, 1899, pag. 233.

³⁾ Bereid uit mangaansulfaat en natronloog, door herhaald decanteeren van het Na-sulfaat bevrijd.

⁴⁾ d. i. pulp, die bij de fabricage van het aardappelmeel achterblijft.

20	Super.	21	Bruinsteen.
19	Kcolzure kalk.	22	Aardappelvezels.
18	Zwav. amm.	23	Mangaanhydroxyde.
17	Mang. sulf. $\frac{28}{3}$	24	Aluminiumsulfaat.
16	Chili	25	IJzerhydroxyde.
15	Kalksalp.	26	IJzervitriool groote.
14	Mang. chlor. $\frac{12}{6}$	27	Al. hydrox.
13	Soda.	28	Mangaan-sulfaat.
12	Veenbonkeel.	29	Gerold.
11	Stalmest.	30	Zand.

Teek

Proefveld op oud veenkoloniale
In het najaar 1906 werd kalniet
Waar geen stikstofmeststof in de teekening
De perceeltje
De vette streep beteekent, dat het veldje zie

groei van het gewas vindt men in tabel 3. Van de 40 veldjes liggen er slechts 2 (20 en 21) niet op een aangetast gedeelte; de ligging van het proefveld is dus zeer gunstig te noemen. Bij beschouwing van teekening en tabel blijkt al dadelijk, dat de resultaten, die wij in 1906 verkregen, geheel en al bevestigd werden.

Voordat de typische ziekteverschijnselen zichtbaar werden, kon men op 16 en 20 Mei reeds duidelijk de ziekte wordende veldjes door hunne lichte kleur onderkennen; vooral zijn dan de verschillen met absoluut gezonde haver, b.v. op een terrein, waar nog nooit haverziekte uitbrak, treffend.

T

Nos.	Bemesting.	16 Mei.	20 Mei.
1.	Zwavelzure ammoniak.	Eenigszins blauwgroen.	De indruk was als die welke we op den 16den Mei kregen, doch de verschillen waren minder duidelijk. De weersomstandigheden waren voor de zieke haver gunstig geweest. Het was koud en vochtig.
2.	Gips.	Lichtgekleurd (begin ziekte).	
3.	IJzerhydroxyde.	" (" ").	
4.	Aluminiumhydroxyde.	" (" ").	
5.	Bruinsteen.	" (" ").	
6.	Aluminiumsulfaat.	Eenigszins blauwgroen.	
7.	IJzervitriool (kleine hoeveelheid).	Lichtgeel (begin ziekte).	
8.	Zuurkaliumsulfaat.	" (" ").	
9.	Zwavelzuur.	" (" ").	
10.	Zoutzuur.	" " ").	

31	Veen- bonkers.	32	Laike- modder.	33	Super.	34	Stalmest.	35	Mangaan- hydroxyde.	36	Mangaan- carbonaat.	37	Laike- modder.	38	Zaagsel.	39	Mang. chlor. 25/5. Gebl. kalk.	40	Mang. sulf. 25/5. Chili.
10	Zoutzuur.	9	Zwavelzuur.	8	Zuurkalium- sulfaat.	7	IJzervitriool kl. hoeveelh.	6	Al. sulfaat.	5	Bruinsteen.	4	Al. hydroxyde.	3	IJzer- hydroxyde.	2	Gips.	1	Zwrv. amm.

ing II. N.

ond te Veendam (1907).
akkenmeel op het land gebracht.
noteerd is, werd ammoniumnitraat gegeven.
n 20 M².
erd; de stippellijn beteekent aangetast of weinig ziek.

Zwavelzure ammoniak was niet in staat, hoewel laat aange-
wend, de ziekte geheel te voorkomen, (1 en 18): de ziekte trad
in geringe mate op.

Ongebluschte kalk, koolzure kalk, chilisalpeter en kalksalpeter
(39, 19, 17 en 15) blijken de ziekte sterk bevorderd te hebben.
De vrije zuren *zoutzuur* en *zwavelzuur* (9 en 10) hebben niet
het gewenschte gevolg gehad. Het zure *kaliumsulfaat* heeft niet
de ziekte voorkomen, het gewas werd zelfs flink aangetast; wel
herstelde zich de haver spoediger dan op de werkelijk zieke
perceelen *Aluminiumsulfaat*, dat een zuur reagerend zout is,
heeft op 6 uitnemend gewerkt; daar de geheele omgeving ziek

el 3.

27 Mei.	8 Juni.	12 Juni.	26 Juni.
Blauwgroen.	Zwak aangetast.	Zwak aangetast.	Vrij goed, zieke planten.
Ziek.	Ziek.	Ziek (minder als op 5/6.	Ziek.
"	"	Ziek (erg).	"
"	"	" (").	"
"	"	"	"
Groen en gezond.	Niet ziek (enkele planten aangetast).	Als 5/6.	Bepaald gezond.
Ziek.	Ziek.	Ziek.	Ziek (iets minder dan 12/6).
"	" (minder dan 7).	Aangetast, werkt gunstig.	Aangetast, toestand beter.
"	Aangetast.	"	" " "
"	Minder ziek.	"	" " "

Nos.	Bemesting.	16 Mei.	20 Mei.
11.	Stalmest.	Lichtgeel (begin ziekte).	De indruk was als die welke we op den 16den Mei kregen, doch de verschillen waren minder duidelijk. De weersomstandigheden waren voor de zieke haver gunstig geweest. Het was koud en vochtig.
12.	Veenbonksel.	Mooi groen.	
13.	Soda.	Lichtgekleurd (begin ziekte).	
14.	Ureum; mangaanchloride 12 Juni.	" (" ").	
15.	Kalksalpeter.	" (" ").	
16.	Geen stikstof.	" (" ").	
17.	Chili (westelijke helft) mangaan sulfaat op 28 Mei.	" (" ").	
18.	Zwavelzure ammoniak.	Groen.	
19.	Koolzure kalk.	Lichtgekleurd (begin ziekte).	
20.	Superphosphaat.	Groen.	
21.	Bruinsteen.	"	
22.	Aardappelvezels.	Lichtgekleurd (begin ziekte).	
23.	Mangaanhydroxyde.	" (" ").	
24.	Aluminiumsulfaat.	" (" ").	
25.	IJzerhydroxyde.	" (" ").	
26.	IJzervitriool (groots hoeveelheid).	" (" ").	
27.	Aluminiumhydroxyde.	" (" ").	
28.	Mangaansulfaat (Januari).	Beter van kleur dan 22—27.	
29.	Gerold	Haver niet goed opgekomen, achterlijk.	
30.	Zand.	Gezond groen.	
31.	Veenbonksel.	" "	
32.	Laikemodder.	" "	
33.	Superphosphaat.	Lichtgekleurd (begin ziekte).	
34.	Stalmest.	" (" ").	
35.	Mangaanhydroxyde.	" beter dan 36.	
36.	" carbonaat.	" (begin ziekte).	
37.	Laikemodder.	Donker groen.	
38.	Zaagsel.	Lichtgekleurd (begin ziekte).	
39.	Gebuschte kalk; (westelijke helft) mangaanchloride op 25 Mei.	" (" ").	
40.	Chili; (westelijke helft) mangaan- sulfaat op 25 Mei.	" (" ").	

(Vervolg).

27 Mei.	8 Juni.	12 Juni.	26 Juni.
Ziek.	Minder ziek.	Beter dan $\frac{8}{6}$.	Als $\frac{12}{6}$.
Gezond enforsch.	Gezond enforsch.	Gezond enforsch.	Gezond enforsch.
Ziek.	Ziek (erg)	Zeer erg ziek.	Zeer erg ziek.
"	" (het ergst).	" " " (het ergst).	<i>Geheel gezond, veel onkruid.</i>
"	" (niet zoo erg als 14).	" " "	Zeer ziek.
"	Ziek.	Ziek.	Ziek (flink).
"	" (erger dan 16); <i>westelijke helft geneest.</i>	" ; <i>westelijke helft hersteld.</i>	Erg ziek, <i>westelijke helft gezond.</i>
Gezond.	Weinig ziek.	Als $\frac{8}{6}$.	Aangetast.
Ziek.	Erg ziek.	Zeer ziek.	Zeer ziek.
Niet ziek.	Niet ziek.	Niet ziek.	Niet ziek.
" "	" "	" "	" "
Ziek.	Niet erg ziek.	Als $\frac{8}{6}$.	Als $\frac{12}{6}$.
"	Weinig aangetast.	Idem.	Idem.
Gezond.	Gezond.	Gezond.	Gezond.
Ziek.	Aangetast.	Ziek (niet erg).	Zieke plekken.
"	Gezond (aangetast?)	Schijnt gezond.	Gezond (toch nietforsch).
"	Ziek (erger dan 28).	Ziek, veel erger dan 28.	Als $\frac{12}{6}$.
Aangetast.	Wordt beter.	Zieke planten?	Gezond (toch nietforsch).
Niet ziek achterlijk.	Ziek.	Erg ziek.	Als $\frac{12}{6}$.
Gezond.	Gezond (beter dan 31).	Gezond.	Gezond (toch nietforsch).
"	"	"	" (prachtig).
"	"	"	" (").
Ziek?	Aangetast.	Weinig aangetast.	Als $\frac{12}{6}$.
"	Weinig ziek.	" "	Gezond.
"	" " (plekkerig).	" "	" met zieke plekken.
"	Ziek (erg).	Zeer ziek.	Heel erg ziek.
Zeer gezond.	Zeer gezond (het beste).	Zeer gezond (het beste).	Zeer gezond (het beste).
Ziek.	Erg ziek.	Erg ziek.	Zeer ziek.
Zeer ziek.	Zeer ziek	Zeer ziek	Zeer ziek
" "	" " } <i>westelijke helft volmaakt genezen.</i>	" " } <i>westelijke helft volmaakt genezen.</i>	" " } <i>westelijke helft gezond en veel forsker.</i>

is, kan men van een volslagen voorkomen van de ziekte spreken. Ook op 24 is de haver gezond gebleven, echter ligt dit veldje op een zwak aangetast gedeelte van het proefveld. *IJzervitriool* in groote hoeveelheid heeft vrij gunstig gewerkt; de ziekte was niet hevig en het gewas herstelde zich vrij snel. De *geringe* hoeveelheid *ijzervitriool* heeft geen merkbaaren invloed op het ziekteproces uitgeoefend. De hydroxyden van ijzer en aluminium (3, 4, 25 en 27) hebben evenmin eene werking ten gunste getoond. *Gips*, of zwavelzure kalk, heeft *niet* de slechte werking der andere kalkverbindingen gehad, de zieke planten hebben zich integendeel op perceeltje 2 vrij goed hersteld. Daar wij geen parallelveldje met gips aanlegden, moeten wij ter vergelijking naar proefveld 4 van 1906 verwijzen. Dat het niet ziekte veroorzakend werkt is haast zeker te noemen.

Bonkselveen en *laikemodder* hebben de ziekte voorkomen; de haver stond op de perceeltjes 12, 31, 32 en 37 bijzonder frisch. Ook het *bezanden* heeft gunstig gewerkt. *Stalmest* heeft de ziekteverschijnselen in geringer graad doen optreden.

Perceeltje 29 werd na het zaaien *gerold*, om den grond een dichter structuur te geven. Wij deden dit naar aanleiding van eene waarneming in 1906. Op een geheel ziek perceel waren aanvankelijk overdwars gezonde, dus groene strepen te zien; deze strepen bleken de sporen van den kunstmeststrooier te zijn; daar was de grond dus vastgedrukt; later werden ook deze strepen ziek, zoodat de sporen niet meer zichtbaar waren. Aanvankelijk meenden wij, dat de haver op die strepen minder hevig aangetast was. Door het rollen van een perceeltje meenden wij die waarneming nauwkeuriger te kunnen herhalen. Wij zien de haver op 29 later opkomen dan op andere perceelen; ze blijft achterlijk en wordt ten slotte ziek. Op grond van deze ervaring kunnen wij dus het zichtbaar blijven der sporen in 1906 toeschrijven aan een later ziek worden der haver.

Van de werking van *aardappelvezels* is niets te zeggen; 22 werd aangetast in geringe mate, maar ligt ook op een zwak aangetast gedeelte. *Zaagsel* gaf geene werking te zien; 38 werd zeer ziek. *Ammoniumnitraat* heeft waarschijnlijk de ziekte noch bevordert noch tegengegaan; n^o. 16 is minder ziek dan 15 en 17. *Ureum* schijnt buitengewoon schadelijk gewerkt te hebben. N^o. 14 werd het ergst aangetast. Deze schadelijke werking zouden wij door de omzetting in het normale ammoniumcarbonaat kunnen verklaren; ureum zet zich spoedig in die alkalische reagerende verbinding om.

Soda heeft zeer nadeelig gewerkt.

Wat de werking der mangaanverbindingen betreft, die in Januari aangewend waren, het volgende:

Bruinsteen en *mangaancarbonaat* (36) hebben geen merkbaaren invloed op het ziekteproces gehad; perceelen 5 en 36 werden flink aangetast (21 ligt op het onaangetast gedeelte). *Mangaanhydroxyde* en *mangaansulfaat* hebben eene zichtbare werking uitgeoefend.

De omgeving der perceeltjes (35 en 28) is ziek; zij zelf werden in geringen graad aangetast; zij genazen vrij snel; een volkomen gezond gewas echter treffen wij *niet* aan; de ziekte is dus niet voorkomen.

Wij hebben op enkele zeer zieke perceeltjes eene late bemesting met oplosbare mangaanzouten toegepast en wel den 25sten Mei op 39 de westelijke helft mangaanchloride en op 40 de westelijke helft mangaansulfaat ¹⁾. Den 27sten Mei zien wij nog geene uitwerking; den 8sten Juni is de haver er *volmaakt gezond*, wij vinden dan groene stevige bladeren. Het verschil met de zieke oostelijke helften is treffend; gezond en ziek gewas scheidten zich dan op de streep af. Eene nog latere aanwending van mangaanchloride op het zeer zieke n^o. 14, den 12den Juni geschied, heeft het gewas in 14 dagen *gezond gemaakt*. Behalve mangaanzouten kwamen nog enkele andere stimulantia ter onderzoeking en wel *uranylmetaat*, *cobaltmetaat*, *fluornatrium* en *joodkalium*. De hoeveelheden werden volgens opgave van Loew en zijne leerlingen ²⁾ genomen en wel:

Uranylmetaat 5 gr. per H.A. (perceel 12).

Cobaltmetaat 0.3 K.G. " " (" 36).

Fluornatrium 10 " " " (" 19).

Joodkalium 0.2 " " " (" 17 westelijke helft).

Den 12den Juni werden deze zouten in oplossing op de veldjes gespreoid. Eenige werking hebben wij niet waargenomen, behalve van het uranylmetaat, dat bepaald schadelijk werkte.

Op de westelijke helft van 17 was den 28sten Mei mangaansulfaat gebracht; het gewas genas spoedig. (Tijdens het genezen werd nu Joodkali aangewend om na te gaan, of dit zout op het genezingsproces eenen schadelijken invloed zoude uitoefenen; het genezingsproces verliep evenwel gewoon).

Ten slotte wenschen wij op te merken, dat de scheiding tusschen de perceeltjes onderling, wanneer er een verschil in ziektegraad viel op te merken, zeer scherp was. Men zag geen overgang, doch een scherpe scheiding, als ware er een lijn getrokken, b.v. bij 17, 18, 35 en 36. Bij de perceelen 20, 21, 22, 23 en 24 was dit *niet* het geval; hier dus was het proefveld niet of in zeer geringe mate aangetast.

Het gezonde proefveld werd aangelegd op ouden veenkolonialen grond, waar waarschijnlijk gedurende ruim 200 jaar een boomgaard gestaan had. Sedert 20 jaren worden er landbouwgewassen geteeld. Gekalkt werd deze grond nooit. De bemesting was in de laatste jaren de gebruikelijke, n.l. volledig kunstmest.

Wij zochten om bijzondere redenen een stuk grond uit, waarvan wij zeker wisten, dat er nooit kalkhoudende stoffen (behalve de gewone kunstmeststoffen) aangewend werden. Het komt immers

¹⁾ 1 c.

²⁾ Naar 50 K.G. per H.A.

voor, dat op als gezond bekend staande kampen plotseling de ziekte optreedt, zij het dan in geringe mate; deze kampen zijn dus reeds in zekere mate aangetast geweest, alhoewel het in casu kritische verschijnsel der haverziekte van te voren nog niet waargenomen werd.

Het was ons doel na te gaan, hoe een volmaakt gezonde grond zich gedragen zou na eene bemesting met stoffen, vooral alkalische stoffen, die op zwak aangetasten grond de ziekte verergeren en op bepaald zieken grond het gewas volledig te gronde voeren. Dat nu een bodem, die ziek gaat worden zonder nog ooit zieke haver voortgebracht te hebben, gevoeliger zijn zal voor eene kalkbemesting b.v., ligt voor de hand. Wij moeten het ziek worden van den bodem als een proces beschouwen, dat langzaam verloopt; de veranderingen, welke tot stand komen, wanneer een volmaakt gezonde grond ziek wordt, kunnen min of meer vergevorderd zijn. Daar nu de meeste veenkoloniale gronden eene kalkbemesting ondergingen en sommige zelfs nog ondergaan, is het moeilijk te zeggen in welk stadium een gewone gezonde grond ten opzichte van de haverziekte verkeert. Dit stadium kan dus zeer ver van- maar ook dicht bij het optreden der ziekteverschijnselen zijn. Wij hebben dit in de praktijk herhaaldelijk waargenomen. Het uitbreken der ziekte, het in omvang toenemen van aangetaste plekken, het optreden der ziekte op sommige kampen na eene zeer geringe kalkbemesting en het uitblijven er van na eene veel grootere kalkbemesting op andere kampen, spreekt sterk voor de gegeven opvatting. Voor ons doel hadden wij dus een geheel ongekalkten grond noodig.

Op het gezonde proefveld werden hoofdzakelijk alkalische meststoffen gebracht, gecombineerd met schilusalpeter en zwavelzure ammoniak. Aangewend werden:

Koolzure kalk	3000	K.G.	per	H.A.
Gebluschte kalk	400	"	"	"
Watervrije soda	285	"	"	"
Potasch	371	"	"	"
Chilusalpeter	300	"	"	"
Zwavelzure ammoniak	250	"	"	"

Van deze stoffen kregen ook enkele veldjes de dubbele hoeveelheid.

Den 25sten Maart werden de meststoffen, behalve de stikstofhoudende, gezaaid (kali en phosphorzuur waren reeds in den herfst van 1906 gegeven in den vorm van kafniet en slakkenmeel); den 5den April werden de stikstofhoudende gestrooid. De haver werd den 6den April gezaaid.

Het gewas is in alle opzichten gezond gebleven; er was geen spoor van ziekte waar te nemen. Zelfs die perceeltjes, welke eene dubbele hoeveelheid soda, potasch, kalk of koolzure kalk ontvingen, waren geheel gezond gebleven.

Eene betere ontwikkeling der mangaanveldjes namen wij niet waar; noch in uitzien, noch in opbrengst vonden wij eenig verschil.

Het is ons dus *niet gelukt*, in 1907 een volmaakt gezonden grond ziek te maken.

Te Nieuw-Buinen hebben wij proeven met mangaansulfaat, mangaanchloride, bruinsteen, uranyl-nitrat en joodkali genomen. Van de beide oplosbare mangaanzouten zagen wij het bekende gunstige resultaat; bruinsteen bleef zonder werking, evenzoo joodkali; uranyl-nitrat heeft de ziekte verergerd.

In 1908 werden door een van ons de bemesting met mangaansulfaat op zieke haver op verscheiden plaatsen herhaald, in de oude en nieuwe Veenkoloniën, alsook te Smilde en Bellingwolde, alle met succes. Dat het aanwenden van mangaansulfaat op het *juiste tijdstip* geschieden moet, wil men op een behoorlijk gewas kunnen rekenen, werd ook in 1908 ondervonden.

Evenals in 1906 werd ook in 1907 een proef genomen op het terrein van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen. Op de 32 zinken vakjes (teekening I) werd den 10den April haver gezaaid. De bemesting was, zooals die in de teekening aangegeven is. Einde Mei worden de ziekteverschijnselen zichtbaar. Uit teekening I is op te maken, dat gebluschte kalk of koolzure kalk en soda, resp. op 18, 3, 2 en 9 gegeven, den gezonden grond ziek maken. Op 4 was chilisalpeter alleen daartoe in staat. Werden deze stoffen gegeven op de vakejs, waar in 1905 bonkveen of loodzand gebracht werd, dan trad de ziekte niet op (26, 12 op gezonden grond, 29, 31, 5 en 7 op zieken grond). De loodzandvakjes stonden minder fleurig. *Wij bezitten in bonkselveen dus een zeer krachtig ziekteverergerend middel.* Dat loodzand eveneens de ziekte schijnt te voorkomen, kunnen wij niet verklaren, juist omdat men van praktische zijde er de aandacht op vestigde, dat het loodzand in sommige gevallen de ziekte in de hand gewerkt had; doch hierover later.

Vakje 1, waar in 1906 onder den invloed van chilisalpeter de haver ziek werd, werd ook in 1907 aangetast, toen er met ammoniumnitrat gemest was. Op 15, waar eveneens in 1907 ammoniumnitrat kwam, brak de ziekte uit; in 1906 was de haver er, dank zij de gunstige werking van zwavelzure ammoniak, gezond gebleven. Eene nawerking van deze meststof ten opzichte der ziekte, hebben wij hier evenmin als in de praktijk waargenomen.

13 in 1906 ziek, werd in 1907 met zwavelzure ammoniak gezond gehouden; 14 kreeg stalmest en bleef gezond; in 1906 was er de ziekte uitgebroken, toen er chili aangewend was.

17 was ook in 1907 zeer ziek, hoewel er dat jaar ammoniumnitrat kwam.

Do besmettingsproeven (de besmetting zelve was in 1905 uitgevoerd) vielen voor 1907 negatief uit. Eene gunstige werking van ijzerhydroxyde (21 en 22) in combinatie met chilisalpeter en ammoniumnitrat aangewend, konden wij niet waarnemen.

Mangaanhydroxyde, een dag vóór het zaaien opzettelijk op het vakje gebracht, waar de ziekte in 1906 het hevigst woedde, heeft

bijzonder gunstig gewerkt, de ziekte trad er niet op; het gewas zag er geheel normaal gezond uit. Het mangaan superoxydhydraat ¹⁾ 24 werd aangewend om het peroxyd in colloidalen vorm, dus in misschien meer toegankelijken vorm, in den grond te brengen: het heeft geen invloed op het optreden der ziekte uitgeoefend. De haver werd ziek. De nos 6 en 17 werden, toen de ziekte reeds lang opgetreden was, met mangaansulfaat geheel genezen; evenzoo de nos. 8, 21 en 22 met mangaanchloride.

Uranyl nitraat en cobaltnitraat in dezelfde verdunning als op het proefveld te Veendam gebruikt, hebben schadelijk gewerkt; de ziekte genas op de betrokken vakjes *niet*.

Werden joodkalium en broomkalium op een ziek gewas in verdunde oplossing gesproeid, dan werd noch een gunstige noch een ongunstige invloed op het verloop der ziekte geconstateerd.

Daar in 1907 voor de 3e maal op denzelfden bodem haver geteeld werd, hadden wij ons voorbereid op mislukking, hetzij door vreterij, hetzij door minder weerstandsvermogen van het gewas zelf, waardoor eventueel eene grootere vatbaarheid voor de ziekte zou kunnen ontstaan. Daarom werd in een ander stel vakjes, in Januari 1907 gevuld met gezonden en zieken grond, de proef in duplo genomen. Het invullen geschiedde op geheel dezelfde wijze als bij het oude stel. Wij meenden door een vroegtijdigen aanlog het nadeel van een latere als in 1905 ondervonden, te voorkomen, hetgeen gelukte. Den 13den April werden de nieuwe vakjes in hoofdzaak op gelijke wijze bemest als de oude. Den 16den werd gezaaid. De ziekte trad duidelijk op; de resultaten der beschreven proefnemingen werden *geheel en al bevestigd*.

Deze proeven werden met eene geringe wijziging in 1908 herhaald, ze gaven dezelfde resultaten van 1906 en 1907.

Een invloed van sublimaat op het genezingsproces (door mangaansulfaat) werd niet waargenomen. Van eene gunstige of ongunstige werking op het ziekteverloop door cobaltnitraat, fluor-natrium en sublimaat, die alle volgens Loew c. s. stimulautia zijn, kon niets vastgesteld worden. Uranyl nitraat schijnt de ziekte verergerd te hebben.

Na de behandeling der verschijnselen, die op de quaestie betrekking hebben en na de vermelding der proeven, komt thans de beschouwing der resultaten aan de beurt.

Allereerst merken wij op, dat er eene groote eenheid gebleken is in hetgeen wij naar aanleiding van onze proeven ondervonden. Wat in 1906 gevonden werd, kon in 1907 bevestigd worden; toevallig gunstige of ongunstige resultaten, die om hunne toevalligheid uitgeschakeld moeten worden, komen *niet* voor.

Overmatige kalkbemesting schijnt het optreden der ziekte veroorzaakt te hebben ²⁾. Dat men in de Veenkoloniën kalk als on-

¹⁾ Bereid uit kalium permanganaat en mangaansulfaat.

²⁾ We vonden het kalkgehalte (in koolzuur oplosbaar) in zieke gronden steeds hooger.

misbare meststof beschouwt, is daarom zoo begrijpelijk, omdat het bij het toemaken der dalgronden inderdaad onmisbaar is. Het versche bonkveen is zuur en kan als zoodanig schadelijk werken. Kalk kan die zuurheid afstompen en werkt bovendien het vergaan der zure veenmassa sterk in de hand. Maar hoe is het nu, wanneer de eerste kalkbemesting op het land gekomen is? De grond heeft dan het streven langzamerhand weder zure eigenschappen te verkrijgen. Bij nieuwere gronden kan men vaak zure plekken waarnemen; eene nieuwe kalkbemesting is dan noodig geworden; men kan echter met veel geringere hoeveelheden volstaan. Nadat nog enkele malen eene geringe kalkbemesting toegepast is, behoeft strikt genomen onder overigens normale omstandigheden, geen alkalische kalk meer aan den bodem toegevoegd worden om eene schadelijke, zure werking tegen te gaan.

De grond heeft dan na eenige 10-tallen jaren zijn aanzien veranderd, de oorspronkelijke bruine stof is zwart geworden en door de cultuur, compost of stalbemesting is de organische stof nagenoeg homogeen door den bodem verdeeld. Niettemin blijft de grond op lakmoespapier zuur reageeren. Deze laatste omstandigheid heeft wel eens aanleiding gegeven tot het opnieuw toedienen van kalk, omdat het in de toegepaste agricultuurchemie vroeger als regel gold, dat men eenen zuren bodem van kalk diende te voorzien, omdat men de zuurheid aan kalkgebrek toeschreef. Het is dan ook vroeger wel eens voorgekomen, dat men zelfs voor land, dat in zwakken graad door de haverziekte aangetast was en dat op lakmoes niet alkalisch, doch ook niet zuur reageerde, eene kalkbemesting aanbeval, met het bekende noodlottige gevolg.

Het is misschien hier de plaats er op te wijzen, dat men voor de bijzondere behandeling van den bodem wel degelijk onderscheid tusschen grondsoorten maken moet en zelfs dit onderscheid in scherpe lijnen moet aangeven. Het is immers gewoonte, als eerste voorwaarde voor eenen goeden bouwgrond te stellen, dat deze niet zuur reageert. Inderdaad aan kleigronden mag men dezen eisch stellen, omdat eene eventueele zure reactie van die gronden, doorgaans een gevolg is van een aantal factoren, die voor eenen goeden plantengroei ongewenscht zijn. Bij veenkoloniale grond is de zaak anders. Wij treffen toch nooit gezonde gronden, die bepaald alcalisch waren ¹⁾. (Zie later.)

Voor ons is het nu van belang, de oorzaak der schadelijke werking van kalk te leeren kennen. Wij moeten dan al dadelijk die schadelijkheid niet in „de kalk” zoeken, maar meer in de „alcaliteit” der kalkverbindingen in quaestie. In werkelijkheid is er dan ook in de Veenkoloniën, wanneer men van kalk spreekt, uitsluitend van basische of alcalische kalk sprake, hetzij als gebluschte, hetzij als koolzure kalk.

Wij hebben gezien, dat ook andere alkalische stoffen hoogst

¹⁾ Tegenover lakmoes.

nadeelig werken: soda, potasch, natriumphosphaat. Van het neutrale gips ondervonden wij geen slechte werking, twijfel is hier niet mogelijk. Dat dus de alcaliteit eene groote rol speelt, ligt voor de hand. De vraag rijst dan: is die alcaliteit als zoodanig verantwoordelijk te stellen? Wij meenen deze vraag ontkennend te mogen beantwoorden en wel op de volgende gronden: 1°. op de zoogenaamde krijtgronden, die tot 70 pCt. koolzure kalk bevatten, wast vaak uitnemende haver; 2°. haver is niet het gewas, dat het meest gevoelig is voor eene alkalische reactie; het is zelfs een der minst gevoelige¹⁾. In de Veenkoloniën zien wij echter juist de haver het eerst aangetast worden, terwijl de voor alcalische reactie zooveel gevoeliger aardappelen in laatste instantie van de ziekte te lijden hebben. Het gelukte ons volmaakt gezonde haver in eene oplossing van 1 pCt. soda, eenige weken in het leven te houden, zonder dat er ook maar een spoor van de haverziekte waar te nemen viel.

Wij zullen nu voor het verstaan der ziekteverschijnselen een verband tusschen alkalische reactie en den veenkolonialen grond moeten zoeken, of wat hetzelfde is, tusschen die reactie en de organische stof van den veenkolonialen grond, daar deze bodem een mengsel van zand en organische stof genoemd mag worden, en de organische stoffen te beschouwen zijn als verreweg het meest actieve gedeelte.

De organische bestanddeelen zijn ontstaan uit de oorspronkelijke bonkaarde, resten der cultuurgewassen, en de organische resten van stalmest of compost. Wij hebben hier met een eenigszins bijzonderen toestand te doen, omdat het belangrijkste deel van den bodem, de organische stof, doorlopend in een staat van verandering verkeert en er op die verandering door de bemesting en de verdere behandeling invloed geoefend wordt. Op grond hiervan hebben wij gemeend het algemeen onderzoek op dat van de organische stof in het bijzonder over te moeten brengen. Inderdaad vonden wij bij het chemisch onderzoek (zie Hoofdstuk IV) frappante verschillen tusschen de organische stof van zieken en gezonden grond.

Ons rest nog enkele bijzonderheden te bespreken. Kalk, die als basische gebluschte kalk op het land komt zal, voor zoover ze niet aan de organische stof als zoogenaamd „kalkhumaat” gebonden wordt, tot koolzure kalk in den bodem overgaan. De alkaliteit van deze verbindingen is uit hoofde der geringe oplosbaarheid niet groot, zelfs zeer gering te noemen²⁾. Waarom hebben wij deze dan te vreezen?

Ze krijgt in den veenkolonialen grond eene bijzondere beteekenis door de jaarlijksche bemesting met groote hoeveelheden kalizouten, waarmede, als bijmengsel o. a. veel natronzouten op het land komen. Deze zouten werken n.l. op koolzure

¹⁾ Krüger. Landw. Jahrb. 1905, pag. 783.

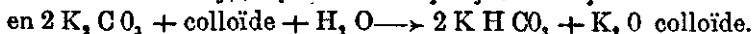
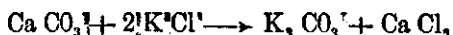
²⁾ In koolzuurhoudend water gaat koolzure kalk, als dubbel koolzure kalk in oplossing en zal door het regenwater weggespoeld worden.

kalk in; men krijgt een gedeeltelijke omzetting van de onoplosbare koolzure kalk in de oplosbare natron- en kalicarbonaten, welke laatste sterk alcalisch reageeren. Dat eene dergelijke omzetting plaats heeft is reeds door van Bemmelen ¹⁾ aange- toond. In het bijzonder heeft van Bemmelen over het op deze wijze in oplossing komen van koolzure kalk in tegenwoordig- heid van colloïden, licht verspreid.

Onder colloïden heeft men in groote trekken die stoffen te ver- staan, welke veelal in geleiachtigen vorm voorkomen en met water opzwellen; lijm en stijfsel zijn er voorbeelden van ²⁾. Vele colloïden nu hebben de eigenschap om het in oplossing komende alkali- carbonaat te absorbeeren, vast te houden; daardoor kan opnieuw door omzetting tusschen koolzure kalk en een alkalizout alkali- carbonaat in oplossing gaan. De tegenwoordigheid van die colloïden verhoogt dus de oplosbaarheid van de koolzure kalk. In den veenkolonialen grond zijn er nu colloïdale stoffen van der- gelijke eigenschappen aanwezig. Dat de koolzure kalk in dezen bodem onder den invloed van de kalizouten een groote rol speelt, is duidelijk. Met een aantal gronden konden wij de verhoogde oplosbaarheid van koolzure kalk aantonen, o. a. werden eenige zieke en gezonde gronden met eene verdunde keukenzoutoplossing geschud en 72 uren weg gezet. Daarna werd afgefiltreerd en het bleek, dat het filtraat van alle gezonde gronden zwak zuur en van alle zieke zwak alcalisch reageerde.

Van het chemisme zelf geeft v. Bemmelen de volgende verklaring: de geringe hoeveelheid koolzure kalk, die in water oplost, staat een gedeelte van de kalk aan het colloïd af, terwijl zure koolzure kalk achterblijft. Het absorbtief gebonden calcium zal met kalium, indien b.v. kaliumchloride in de oplossing is, uitwisselen: men krijgt dan kali absorbtief gebonden en kalk als chloorcalcium in oplossing. De reactie zal zich herhalen. Of men stelle zich voor, dat er eene omzetting van koolzure kalk met chloorkalium in zeer geringe mate plaats heeft tot koolzure kali en chloorcalcium; van het hydrolytisch gedissocieerde kool- zure kali wordt KOH geabsorbeerd en de reactie herhaalt zich. Men krijgt daarbij de vorming van een zuur koolzuraalcali: dit staat wellicht in den grond eenig koolzuur af en er is dan opnieuw een alcalisch carbonaat ter beschikking.

Kortheidshalve stelt van Bemmelen de reactie aldus voor:



In het onderhavige geval stelt het K₂O colloïde een kali- of natronhumaat voor, dat oplosbaar is. Daar er nu tegelijkertijd chloorcalcium in oplossing is, zullen wij een neerslaan van het humaat als kali-kalk dubbelhumaat mogen verwachten, dat in

¹⁾ Vers. St. XXIII, 265 en XXXV, 70.

²⁾ Wij geven hier geen wetenschappelijk geheel juiste definitie, doch willen slechts aangeven welke eigenschappen der meer algemeen bekende colloïden vooral van belang zijn.

basen niet oplost¹⁾. Het bemesten met kalk (die in den bodem tot koolzure kalk worden zal) en kalizouten zal dus indirect een oplossen en weer neerslaan van organische stof ten gevolge hebben. Indien dit zoo is, zal men in zieke gronden een geringere hoeveelheid in basen oplosbare organische stof moeten aantreffen dan in de daarmee te vergelijken gezonde gronden, waar geen vorming van een in alkaliën onoplosbaar kalk dubbel humaat heeft plaats gehad. Dit nu is inderdaad het geval; regelmatig, zonder uitzondering komt dit voor (zie Hoofdstuk IV).

Men zou de ongewenschte basiteit van den zieken bodem door toevoeging van zuren kunnen wegnemen; onze pogingen daartoe zijn niet gelukt. Wellicht hebben wij te weinig toegevoegd, althans mogen wij aannemen, dat het zuur alleen de bovenlaag van den bodem doordrongen heeft en te spoedig geabsorbeerd werd. Wij zouden dus misschien een diepere laag homogeen moeten doordringen, om eene betere werking te zien.

Men heeft wel eens gemoend, dat de ziekte door voedselgebrek haar ontstaan vond en dat vooral bij zieke gronden een te kort aan absorbtievermogen zou zijn aan te wijzen. Deze meening kunnen wij op verschillende gronden weerleggen. In de eerste plaats is het bekend, dat men de ziekte zelfs bij dubbele bemesting ziet optreden; dan is het uit ons onderzoek gebleken, dat de zieke grond geen geringer absorbtievermogen bezit; gewoonlijk is dit vermogen iets sterker zelfs dan bij gezonden grond (zie Hoofdstuk IV), en ten slotte zou het moeilijk aan te nemen zijn, dat bij het snelle genezen met mangaansulfaat er plotseling voedende bestanddeelen voor de plant beschikbaar zouden zijn, die er vóór dien niet waren, en wij zien na de genezing met mangaansulfaat een geheel normaal gewas groeien.

Wat nu de ziekteverschijnselen zelf betreft, zijn wij na kennisname van het bovenstaande in staat, de ziekte scherper te omschrijven. Wij zien, dat de ziekte aan een bepaald groeistadium gebonden is; wij zouden dit zoo uit kunnen leggen, als het aanvankelijk door verschillende praktici gedaan werd, n.l. dat de wortels dan op een schadelijke onderlaag stuiten en de plant ziek doen worden. Deze opvatting kan op verschillende gronden onjuist genoemd worden. Men zou dan b.v. in consequentie aan moeten nemen, dat wanneer er op twee verwijderd van elkaar liggende percellen gelijktijdig de ziekte uitbreekt (hetgeen gewoonlijk voorkomt), er ook op gelijke diepte eene schadelijke laag aanwezig zou moeten zijn (aannemende dat de haver gelijktijdig gezaaid werd); voorts zou op een homogeen aangetaste kamp ook deze onderlaag gevonden moeten worden, en ten slotte zou die onderlaag moeten „ontstaan” onder invloed van cultuur,

¹⁾ Zie o.a. G. J. Mulder. Scheikunde der bouwbare aarde I, 441. Calcium zouten slaan de oplosbare humaten van kalium en natrium onder vorming van calcium dubbelhumaten neer. Kalkhumaten zijn volgens Mulder onoplosbaar; dit is slechts in groote trekken waar, indien men onder kalkhumaat een organische kalkverbinding uit den bodem verstaat. Wij trokken uit een veenkoloniaal grond met water organisch gebonden kalk uit.

bodembewerking en bemesting. Wij konden bij ons onderzoek nergens zoo'n laag ontdekken; bovendien voert de consequentie tot nog andere onwaarschijnlijkheden. Bij het optreden der ziekte heeft de wortel eene lengte bereikt, die gewoonlijk niet de diepte bereikt van den ploegvoor, daar er in de Veenkoloniën voor haver meestal diep geploegd wordt. De vermeende laag zou dan minder diep dan de ploegzool liggen, dus verkruid aan den dag gebracht worden bij het ploegen, en toch zien wij de ziekte zelfs na diep ploegen optreden, tenzij er veen opgeploegd wordt.

Wij mogen dan aannemen, dat het optreden der ziekte met een ontwikkelingsstadium in verband staat, dat op zijn beurt met eene bijzonder physiologische functie samenhangt. Wij vinden vooral voor deze laatste onderstelling bijzonderen steun in de werking van chili en zwavelzure ammoniak en in die van het mangaansulfaat.

Het ziekteproces speelt zich af tusschen grond en wortel. Het groeistadium, waaraan de ziekte dan gebonden schijnt, valt samen met den tijd, gedurende welken de plant de maximum-hoeveelheid stikstof opneemt, en de wortelwerkzaamheid in dit opzicht eene intensieve is. Een belangrijke bijdrage tot de kennis der stofopname door de wortels geeft Liebscher ¹⁾; hij heeft de resultaten van verschillende onderzoekers bijeengebracht en met die van eigen onderzoekingen verrijkt. Het blijkt daaruit, dat de maximum-stofopname valt in den tijd na het opkomen (begin stoelen), tot vóór het in den aar schieten. Voor haver zegt hij op pag. 378: „hierbei erweisen sich also, wie bei der Gerste, die „Wurzel der Pflanzen als ein wichtiges Reservoir von mineralischen Nährstoffen, welches in der Zeit vor dem Schossen gefüllt „wird um denn allmählig entleert zu werden.“ Voor de haver neemt hij den groeitijd vóór het in de aar schieten de beslissende.

Wij wenschen thans in dit Hoofdstuk niet nader op deze kwestie in te gaan. Genoeg is het, aangetoond te hebben, dat de haverziekte naar alle waarschijnlijkheid een gevolg is van eene veranderde bodemtoestand, die eene physiologische functie, die wij kortheidshalve „wortelwerkzaamheid” zullen noemen, *verzwakt*, en in sommige gevallen geheel stil doet staan ²⁾. Mangaansulfaat, mangaanchloride en het hydroxyde zijn dan alleen in staat deze functie geheel tot de normale intensiteit te versterken.

In het kort wenschen wij de bijzonder treffende werking van het mangaansulfaat (mangaanchloride) te bespreken. Het belangrijkste is dan wel, dat van de mangaanverbindingen alleen de oplosbare zouten en het versch bereide hydroxyde in staat zijn de ziekte te genezen.

De (gunstige) werking is bijzonder treffend: kort na de aanwending ziet men de dorre plekken verdwijnen, de bladeren worden groen en richten zich op; ze voelen dan weer stijf aan, de plant

¹⁾ Journ. f. Landw. 1887, 335.

²⁾ Voor nadere bijzonderheden hieromtrent moeten wij verwijzen naar Hoofdstukken IV en V.

groeit door en heeft, wanneer de aanwending niet te laat geschiedt, de gezond geblevene planten spoedig ingehaald. Dit moge uit Plaat I blijken, waar o. m. een genezen plant afgebeeld is. Terwijl de ziek gebleven plant niet groeide, heeft de met mangaansulfaat behandelde de oorspronkelijk gezonde bijna ingehaald.

De werking van het mangaansulfaat wordt gewoonlijk eene stimuleerende genoemd; ter verklaring van dit verschijnsel zegt dit weinig. Speelt het deze rol, dan wil dit voor het onderhavige geval zeggen, dat het mangaanzout eene bijzondere physiologische functie stimuleert, die het al of niet leven van de plant beheerscht: de moeilijkheid is dan eenvoudig verschoven en aan den naam stimulans hebben wij niets. Ook op grond van de volgende overweging bevredigt ons de opvatting van het stimuleeren niet. Wij zagen immers dat bruinsteen, het versch bereide colloïdale hyperoxydhydraat en zelfs mangaancarbonaat zonder werking bleven, dus niet stimuleerden. Moeten wij dan aannemen, dat deze stoffen niet voor de plant toegankelijk zijn? Mangaanoxyd, dat in den bodem wel spoedig tot een samengesteld oxyde overgegaan zal zijn, evenzoo het mangaansulfaat op alcalisch land, in het bijzonder wanneer nog chilisalpeter aangewend werd, zou de plant dan gemakkelijk opnemen. Deze redeneering leidt o. i. tot eene onwaarschijnlijkheid, daar met het slakkenmeel jaarlijks eene hoeveelheid mangaan in den vorm van ferro- en calciummanganaten op het land komt en waarvan een gedeelte wel door de plant opgenomen wordt (getuige het regelmatig voorkomen van mangaan in de asch der landbouwgewassen, zelfs van die, welke op steriel zand geteeld werden, dat met slakkenmeel bemest is). Dat het mangaancarbonaat b. v. niet opneembaar zoude zijn, komt ons niet waarschijnlijk voor.

Voor eene verdere bespreking moeten wij naar Hoofdstuk V verwijzen.

Een gebrek aan mangaan in zieken grond konden wij niet vinden, ja zelfs vonden wij in een paar typisch zieke gronden een hooger mangaangehalte dan in een beslist gezonden bodem. Ten slotte zoude men eene eenvoudige versterking van het gewas, die tot hoogere productie leidt, na mangaansulfaatbemesting kunnen veronderstellen. Wij zouden dan op gezonden grond eene productieverhooging moeten zien bij aanwending van mangaansulfaat; *deze namen wij niet waar*, noch op kleigrond, noch op veenkolonialen grond; de opbrengstcijfers waren niet of van weinig beteekenis hooger dan die van niet met sulfaat behandelde haver. Ook von Feilitzen ¹⁾ vond geene stimuleerende werking in dezen zin bij zijne proeven met haver op veengrond.

Om nog beter de physiologische zijde te doen uitkomen, willen wij in herinnering brengen, dat de gunstige werking van zwavelzure ammoniak en mangaansulfaat slechts valt waar te nemen in het jaar van aanwending (en voor het laatste nog wel op den

¹⁾ Journ. f. Landw. 1907, Bd. 55. Hij gaf 10 K.G. zout per H.A. De bemestingsproeven met $MnSO_4$ worden voortgezet.

tijd, die gelegen is tusschen kort vóór of tijdens de eerste ziekteverschijnselen); eene nawerking van deze stoffen werd nooit waargenomen. Men zal dus genoodzaakt zijn, telkenmale bij verbouw van haver zijne voorzorgen te nemen.

Van eene ongunstige nawerking van chilisalpeter valt te zeggen, dat deze eerst duidelijk optreedt, wanneer reeds herhaaldelijk chilisalpeter werd aangewend. Zeker echter is het, dat de hoeveelheid zwavelzuur, die na eene bemesting met zwavelzure ammoniak in den grond gebonden wordt, *niet* voldoende is om de alcaliteit van den bodem weg te nemen. Wel mogen wij van *herhaalde* bemesting met zwavelzure ammoniak gedurende eenige jaren voordeelen verwachten, omdat de grond daarbij zuur wordt¹⁾.

Het heeft er dus alles van, dat de wortelwerkzaamheid zelve den schadelijken invloed van den grond overwinnen kan, indien ze de beschikking krijgt over een stof, waarvan de verwerking de bodeminvloeden neutraliseert: een tegengift dus. Voor de genezing der ziekte kunnen wij dan twee wegen inslaan en wel:

1°. den bodem verbeteren;

2°. de plant gunstig werkende stoffen bij wijze van medicament toedienen.

Beide hebben wij dan ook gedaan, in het eerste geval mengden wij den bouwvoor met bonkveen of laikemodder, in het tweede gaven wij mangaansulfaat.

Zwavelzure ammoniak zal op weinig zieken grond reeds bij eerste aanwending den bodem voldoende verbeteren; bij zeer zieken grond zal herhaalde aanwending noodig zijn. Dit middel houdt het midden tusschen een medicament en een bodemverbeterend middel.

De practische resultaten onzer proefnemingen, die voor den landbouwer van dadelijk belang zijn, kunnen wij in de volgende uitspraken samen vatten:

1. Het is niet raadzaam, zoowel oud als nieuw veenkoloniaal land met eene overmatige hoeveelheid kalk te bemesten. Over het algemeen zij men met kalkgebruik voorzichtig, des te meer, naarmate men hoofdzakelijk bemest met meststoffen, die den grond op den duur alkalisch zullen maken (o. a. chilisalpeter). De nog werkelijk zure gronden, wier zuurgraad zoo groot is, dat deze schade veroorzaakt, kunnen eene kalkbemesting verdragen, mits deze oordeelkundig toegepast wordt.

2. Op haverziek land passe men nimmer eene kalkbemesting toe en vermijde ook zelfs het gebruik van basische kalkhoudende meststoffen in het algemeen. Het is dus beter het zure superphosphaat te zaaien, dan thomasslakkenmeel.

Het gebruik van compost moet ontraden worden, wegens het

1) Zie pag. 136, Hoofdstuk V.

daarin vaak voorkomen van kalkafval en het hooge kalkgehalte der organische stoffen ¹⁾).

Wat de stikstofhoudende meststoffen betreft, verdient zwavelzure ammoniak de voorkeur. Chilisalpeter mag daar niet gebruikt worden vóór men de zekerheid heeft, dat de ziekte op het betrekken percoel niet meer voorkomt.

Wat de kalimeststoffen aangaat, gebruike men liever patentkali of zelfs chloorkali. Eene groote hoeveelheid zouten kan de schadelijke omzetting van koolzure kalk (dat altijd in een zieken grond aanwezig is) in oplosbare carbonaten sterk bevorderen; van daar de wenschelijkheid, zoo min mogelijk zouten op het land te brengen, hetgeen men door bemesting met patentkali, of beter nog chloorkali bereiken kan ²⁾ in plaats van met kainiet. Ock op nog gezond gebleven akkers zij men met basische stoffen voorzichtig; immers de meeste werden vroeger met compost (stratendrek) gemest en vele met mosselen, fabrieksasch etc. Vooral in de oude Veenkoloniën zal er dus land gevonden worden dat, hoewel nog gezond, door zijne voorgeschiedenis toch weinig ziekte veroorzakende stoffen meer verdragen kan. Wij kunnen er niet genoeg den nadruk op leggen, dat wij behalve van eenen ziektegraad ook van een *gezondheidsgraad* van den bodem spreken mogen. Er is gezond land, dat zelfs met eene geringe chili-bemesting ziek te maken is en ook land, waar zelfs sterke alcaliën geen directen invloed hebben. Het zal geraden zijn ook gezond land, waarvan de behandeling niet of weinig van die van ziek land afweek, afwisselend chilisalpeter en zwavelzure ammoniak, superphosphaat en thomasmeel te geven. Ook kalizouten gebruike men afwisselend.

3. Treden niettemin bij de boven beschreven behandeling (die alleen op bemesting betrekking heeft) de ziekteverschijnselen op, dan kan men tot de volgende grondverbetering overgaan.

- a. Laikemodder moet in een laagje van hoogstens 3—5 c.M. op het land gebracht en door den bouwvoor gewerkt worden. De modder moet zuur zijn.
- b. Bonkaarde, bonkselveen, werke men tot hoogstens 5 c.M. door den bouwvoor. Is de ziekte zeer hevig, zoodat ook aardappelen aangetast worden, dan neme men eene grootere hoeveelheid. Heeft men goed grauween in den ondergrond, dan is diep ploegen aan te bevelen, zóó, dat er veen naar boven gewerkt wordt. In bonkaarde bezitten wij een bijzonder krachtig bestrijdingsmiddel dat, zooals uit onze proeven bleek, zeker in staat is ziek land drie jaren lang gezond

¹⁾ Deze kalk zal bij het vergaan der organische stoffen overgaan in koolzure kalk. In een monster compost vonden wij 2.1 pCt. kalk (CaO). Met eene bemesting van b.v. 40 000 K.G., komt er dus in gebluschte kalk uitgedrukt \pm 1100 K.G. op het land, wat beslist te veel is.

²⁾ Voor eene normale bemesting op oud veenkoloniaal land geldt een quantum van 600—800 K.G. kainiet per H.A. In de nieuwe veenkoloniën is deze hoeveelheid hooger, soms 1600 K.G. en meer per H.A.

te houden, zelfs al werden er ziekteverwekkende stoffen gebruikt. Voorloopig kunnen wij de werking van bonkveen *afdoende* noemen, hetgeen strikt genomen, van mangaansulfaat niet gezegd mag worden, omdat het maar één jaar werkt.

Het blijft raadzaam, den grond na bewerking met veen of modder, toch nog, wat de bemesting betreft, enkele jaren als ziek te beschouwen.

4. Beschikt men noch over bonkaarde noch over laikemodder en treedt ondanks alle voorzorgen, in 1 en 2 behandeld, de ziekte op, dan heeft men in mangaansulfaat het zekerste bestrijdingsmiddel. Mangaansulfaat moet dan niet te laat aangewend worden. Daar de meeste landbouwers weten op welke plaatsen de ziekteverschijnselen zich zullen voordoen, kan zonder bezwaar het mangaansulfaat naar eene hoeveelheid van 50 K.G. per H.A. als waterhoudend zout en 35—40 K.G. als watervrij zout even vóór het optreden der eerste ziekteverschijnselen op het land gestrooid worden. Ziet men de ziekte optreden op plaatsen waar men ze niet verwachtte, dan is het raadzaam het mangaansulfaat zoo spoedig mogelijk aan te wenden, opdat het gewas niet te lang achterblijft, daar in dit geval het onkruid veld wint. Het mangaansulfaat moet dus bij de hand zijn. Kleine plekken besproei men met eene oplossing van het mangaanzout; nagieten met water is dan wenschelijk. Op uitgestrektere oppervlakten zaaie men het zout met de hand en late het in den grond spoelen aan den regen over. Aanwending van het sulfaat vóór of reeds dadelijk na het zaaien van de haver is ongewenscht.

5. Daar, zooals later uit Hoofdstuk III blijken zal, de zieke gronden in vergelijking met de gezonde gronden eene verandering in kwaliteit der organische stof ondergingen, is het aan te bevelen, nu en dan door eene stalbemesting of groenbemesting verse organische stof aan den bodem toe te voegen.

6. Het bezanden heeft goed gewerkt, echter mogen wij aan deze bewerking eene niet al te groote waarde toekennen. Dat de ziekte ten slotte enkele jaren na de bezanding weder optreedt, is in de praktijk voorgekomen. Bovendien weten wij uit de praktijk, dat de zanderige plekken het eerst door de ziekte worden aangetast.

7. Op grond van onze proefnemingen mogen wij besluiten, dat, wanneer men geheel volgens 1—5 te werk gaat, (voor zover wij over de door ons bezochte streken kunnen oordeelen) „*de haverziekte niet meer behoeft voor te komen*”.

Wat de kosten der grondverbetering betreft, deze kunnen niet hoog zijn. Laikemodder baggert men uit de diepen; vooral in de oude Veenkoloniën is veel van deze stof aanwezig. Arbeidsloon en vervoer behoeft men alleen te bekostigen. Bonkaarde

is duurder, vooral in de oude Veenkoloniën; men moet dit uit de venen aanbrengen, maar ook daar is het bonkveen voor het toemaken een waardevolle stof. Het hangt er van af, hoeveel men in de venen goedschiks missen wil, zonder met eene rationeele toemaking of met de provinciale verordening in strijd te komen.

Indien men het mangaansulfaat per 1000 K.G. bestelt, betaalt men per 50 K.G. franco Groningen \pm f 20.

Daar het op haverziek land gaat om een misgewas of vol gewas, is het duidelijk, dat de kosten in betrekking tot het belang van de zaak niet hoog te noemen zijn.

HOOFDSTUK III.

PHYSISCH ONDERZOEK.

Monstername. De ervaringen, opgedaan bij de onderzoekingen te velde, wezen er duidelijk op, dat het voor een laboratorium-onderzoek noodzakelijk was, de te onderzoeken grondmonsters (die voor een vergelijkend onderzoek moesten dienen), zoo nauwkeurig mogelijk op dezelfde wijze te nemen. Behalve dit was het geboden van de monsters zooveel mogelijk gegevens te verzamelen, niet het minst die omtrent de geschiedenis van het land. Langs dezen weg mochten wij voor het physisch en chemisch onderzoek een zuiver uitgangsmateriaal verwachten en indien er inderdaad een constant verschil tusschen gezonden en zieken grond mocht blijken, dan hadden wij het in de hand, om, door een groot aantal monsters aan een onderzoek te onderwerpen, het aantal mogelijke afwijkingen van dit verschil procentsgewijze te verkleinen. Deze laatste omstandigheid heeft het onderzoek aanzienlijk vertraagd; ze heeft echter het groote voordeel opgeleverd, dat bij de beschouwing der resultaten het vermoede verschil gevonden werd, terwijl de zoogenaamde toevallige afwijkingen een bijdrage leverden tot de kennis van den overgang van gezonden naar zieken grond.

Er werd bij de monstername naar gestreefd van een aangetasten kamp een ziek en een gezond monster, dus goed vergelijkbare monsters, te verkrijgen. Het kwam vaak voor, dat eene afscheiding van de zieke plek zeer scherp was; in dit geval was de keuze niet moeilijk, de plaatsen van monstername lagen dan zeer dicht bij elkaar. Was die afscheiding niet scherp, dan lagen noodzakelijkerwijze de plaatsen van monstername verder uiteen.

De gewone wijze van monstername, door een weinig grond op verschillende plaatsen van een perceel zoo gelijk mogelijk uit te graven (zie voorschriften der Rijkslandbouwproefstations) kon in ons geval niet gevolgd worden, omdat hierbij de structuur van den grond niet in het monster behouden blijft. Ons was het er om te doen de natuurlijke bodemstructuur te kennen. Immers er was waargenomen, dat de zieke gronden meest losser en stoffiger zijn; naar aanleiding hiervan mochten wij toch aannemen,

dat een structuurverschil, zij het dan als secundaire omstandigheid, een rol speelt.

Volgens het principe van Kopecky ¹⁾ gingen wij als volgt te werk: Een grondboor, bestaande uit een cylinder van gegalvaniseerd ijzer, waarvan de doorsnede onder 9,4 c.M. en boven 9,6 c.M. en de hoogte 30 c.M. bedraagt, en die aan de bovenzijde van een ijzeren ring voorzien is, werd voorzichtig in den grond geboord tot op 25 c.M. diepte. Aan de onderzijde is de boor scherp geslepen; het boren in de zachte veenkoloniale gronden gaat zeer gemakkelijk; men moet er echter op letten, dat het bodemoppervlak in de boor niet lager staat, dan er buiten. Door wrikken trekt men het geheel uit den grond omhoog, de boor is dan met een cylinder grond gevuld van ± 25 c.M. lengte. Met behulp van een houten schijf (9,3 c.M. doorsnede) die onder in de boor geschoven wordt, kan nu de grond zooveel naar boven gedrukt worden, totdat de grond in het niveau van de bovenzijde van de boor komt. Daar deze zwak conisch gemaakt werd, levert het naar boven drukken geene bezwaren op. Nu wordt er een blikken band van 10 c.M. hoogte, cilindrisch samengebogen (losse naad), op de bovenzijde van de boor gezet. De band kan, indien men de einden door samenknijpen verder of minder ver over elkaar laat schuiven, minder wijd of wijder gemaakt worden. Dan drukt men den grond in den band en knijpt deze losjes samen om te beletten, dat de grond uiteenvalt. Is nu de grond zoover opgedrukt, dat hij met den bovenrand van den band gelijk staat, dan snijdt men met een koperdraadje of dun touwtje den grond langs de onderzijde van den band af. Band en grond worden nu in een blikken bus geplaatst, die zoodanig vervaardigd is, dat het geheel daar juist in past. De sluiting is door het opdrukken van een deksel zoo dicht, dat het bodemvocht niet verdampt; bij het vervoer is gevaar voor losschudden van den grond uitgesloten. Op geheel dezelfde wijze drukt men een tweede 10 c.M. op en brengt die in een andere bus over. Op deze wijze verdeelden wij de bouwvoor van 20 c.M., in twee gelijke deelen. Neemt men de boor langer, dan kan men ook van den ondergrond monsters nemen. De bouwvoor is echter voor ons onderzoek het belangrijkste, daar de ondergrond meest uit veen bestaat en de wortels bij het optreden der haverziekte den ondergrond nog niet hebben bereikt. Door oefening kan men aan den bodem op de beschreven wijze nauwkeurig een volume van 686,3 c.M. ontnemen, verlies door uitvallen behoeft niet plaats te hebben. De monsters vochtige grond, waarvan het volume dus 686,3 c.M. bedroeg, werden gewogen, aan de lucht gedroogd en weder gewogen. Uit deze 3 gegevens hebben wij het vochtgehalte en het schijnbare soortelijke gewicht of het volumegewicht berekend, d.i. het quotient

$$\frac{\text{gewicht luchtdroge grond}}{\text{volume van den vochtigen grond}}$$

Zoo bedroeg b.v. het gewicht van

¹⁾ Josef Kopecky. Die physikalischen Eigenschaften des Bodens, Prag 1904. Im Selbstverlage des Verfassers. Buchdruckerei „die Politik“.

den vochtigen grond no. 593 (tabel 4) 538,9 gr., na drogen 354,7 gr. Het schijnbare soortelijke gewicht, of het volumegewicht bedraagt $\frac{354,7}{686,3} = 0,52$.

Daar, zooals wij later zullen zien, de veenkoloniale gronden met verschillend vochtgehalte ook een verschillend volume innemen, is het volumegewicht met het vochtgehalte variabel; in dit opzicht is, wat wij als volumegewicht uitrekenden, slechts

Van de vet-gemerkte Nos. zijn

No. 1)	Afkomstig van:	Vochtgehalte na drogen aan de lucht.				Volume	
		1e 10 c.M.		2e 10 c.M.		1e 10 c.M.	
		gezond.	ziek.	gezond.	ziek.	gezond.	ziek.
588—591	Nieuwe Pekela.	22,5	16,9	27,1	16,4	0,94	1,1
593—596	Veendam.	47,9	58,4	—	—	0,52	0,62
599—602	Annerveensch kanaal.	54,7	42,5	64,5 2)	38,4	0,58	0,83
603—606	„ „	23,4	18,8	33,8	18,4	0,85	0,90
607—610	„ „	48,8	30,6	52,—	29,—	0,62	0,84
613—616	Borger Compagnie.	39,7	46,1	45,—	—	0,64	0,61
620—621	Veendam.	—	39,8	—	39,6	—	0,68
624—627	Stadskanaal.	35,2	36,6	48,—	35,4	0,84	0,73
634—637	Drouwenermond.	39,8	38,3	—	35,1	0,83	0,85
638—641	Veendam.	33,2	34,3	37,8	25,2	0,78	0,80
642—645	Kiel.	49,—	37,4	—	40,5	0,57	0,71
646—649	Ommelandervijk.	18,9	13,6	18,2	22,1	0,98	0,98
650—653	Wildervanksterdallen.	38,—	34,2	44,6	36,3	0,72	0,81
654—657	Nieuw Buinen.	41,4	35,4	55,5	—	0,66	0,75
667—670	Borger Compagnie.	25,3	32,5	26,5	32,2	0,77	0,81
677—680	Veendam.	30,2	33,3	31,3	34,7	0,69	0,68

1) De monsters werden in de volgorde 1e 10 c.M. gezond.

2e 10 „ „

1e 10 „ „ ziek.

2e 10 „ „

2) Bevatte veen.

In tabel 4 zijn de bepalingen in een aantal der belangrijkste gronden opgeteekend.

A. Het vochtgehalte.

Het vochtgehalte werd op den luchtdrogen grond berekend. Bij enkele monsters bevatte de 2de 10 c.M. een laagje grauw-

voor één bijzonder geval geldig. Omdat nu de te vergelijken monsters onder dezelfde omstandigheden genomen werden, hebben de berekende cijfers ter vergelijking waarde, zelfs wanneer de vochtgehalten uiteenloopen, daar ze een natuurlijken toestand weergeven.

Van den drogen grond werd het s. g. bepaald; daartoe werd een pyknometer vervaardigd; de grond werd met gedistilleerd water uitgekookt om de lucht uit te drijven en daarna in de pyknometer gevuld; de bepalingen werden bij 17° uitgevoerd.

Tabel 4.

de gezonde, gezond gemaakt.

gewicht.		Werkelijk soortelijk gewicht:				Karakter van de weersgesteldheid eenige dagen vóór en op den dag van de monster name.
		1e 10 c.M.		2e 10 c.M.		
gezond.	ziek.	gezond.	ziek.	gezond.	ziek.	
1.28	—	—	—	—	—	Na langen tijd, droog weder.
0.54	0.54	1.89	2.1	1.89	1.99	Juist veel regen gevallen, (1e dag na lange droogte).
0.45 2)	0.80	1.89	2.65	1.96	2.11	Veel regen.
0.75	1.15	2.39	2.50	—	—	" "
0.57	0.84	2.13	2.35	2.29	2.21	" "
0.72	—	—	—	—	—	Regenbuien
—	0.82	—	—	—	—	Veel regen.
0.67	0.99	2.39	2.38	2.28	2.37	" "
0.61	1.—	2.35	2.43	2.19	2.36	" "
0.81	0.97	2.27	2.46	2.36	2.43	Had geregend.
—	0.68	2.19	2.26	—	—	" " warm weder.
1.04	0.81	2.62	2.46	2.6	2.55	" " " "
0.73	0.87	2.02	2.33	—	—	Veel regen.
0.62	—	2.41	2.48	1.87	2.15	" "
0.89	0.91	2.31	2.35	2.49	2.35	Droog weder.
0.68	0.74	2.21	2.30	2.26	2.33	" "

waarvan 588 en 589 de zieke, 590 en 591 de gezonde zijn.

veen aan de onderzijde; voor zoover het doenlijk was hebben wij grond en veenlaag gescheiden en het vochtgehalte voor beide lagen apart berekend. In enkele gevallen was er door de geheele tweede 10 c.M. een weinig veen gemengd, zoodat het gevonden vochtgehalte zeer hoog was 1).

1) Veen kan tot 300 pCt. vocht bevatten.

Daar de monsters onder verschillende weersomstandigheid genomen werden, heeft alleen de vergelijking der vier gelijktijdig genomen monsters waarde, d. w. z. de 1ste en 2de 10 c.M. gezond en ziek.

Behoudens enkele afwijkingen zijn de gezonde gronden vochtiger dan de zieke; al naar de weersomstandigheden vóór en tijdens de monsternamen zijn de gehalten hooger of lager. Eigenaardig is het, dat van de nos 593—596 en 613—616 juist de zieke nummers meer vocht bevatten; het had toen de monsters genomen werden voor de eerste maal na eene lange periode van droogte hevig geregend. Liet de gezonde grond toen het water beter door? De vet gedrukte gezonde cijfers hebben betrekking op gezond gemaakt ziek land en wel 624 en 625 met mangaansulfaat, 646 en 647 met laikemodder en zwavelzure ammoniak, de nos 667, 668, 677 en 678 met zwavelzure ammoniak alleen. Van de laatstgenoemde nummers heeft alleen de gezonde no. 646 een grooter vochtgehalte dan de corresponderende zieke. Bij de overige is het verschil of gering of tegengesteld (667 en 669).

Wij zien uit deze cijfers, dat het gezond maken met mangaansulfaat of zwavelzure ammoniak den bodem *niet* vochthoudender maakt en dus ook de mindere vochtigheid van den grond niet de directe oorzaak der ziekte kan zijn, hetgeen wel eens beweerd werd; dat een geringer vochtgehalte de ziekte in de hand werken kan is daarbij niet uitgesloten.

Het verschil tusschen zieken en gezonden grond bij de 2de 10 c.M. is grooter; de zieke grond wordt blijkbaar naar beneden toe niet of weinig vochtiger; anders is dit bij gezonden grond, waar het vochtgehalte wel toeneemt; no. 639 maakt eene uitzondering. Van den gezond gemaakten voegt alleen 627 zich naar deze regelmaat. No. 647 is zelfs droger dan 646; (dit is echter te verklaren. De nos 646—647 zijn van een met laikemodder en zwavelzure ammoniak gezond gemaakt perceel afkomstig. De modder werd door den bovengrond gewerkt, die daardoor met organische stof verrijkt werd. Het vochtgehalte kan hierdoor stijgen).

Uit de vochtgehalten kunnen wij dan opmaken, dat de zieke grond zelfs bij genoegzame toevoer van neerslag, doorgaans droger is dan de gezonde grond. In Hoofdstuk I wezen wij er op, dat over het algemeen de zieke grond stoffiger is en minder kluit houdt; de cijfers zijn daarmede in overeenstemming. Wij moeten er verder aan herinneren, dat de ziekte gewoonlijk het eerst op de klemsloten en op zanderige plekken optreedt, op plaatsen dus, waar het veen in den ondergrond ontbreekt. Wij hebben nu onder onze zieke gronden inderdaad een groot percentage, dat afkomstig is van genoemde plaatsen. Ze zijn dus van nature minder vochtig, juist omdat het veen in den ondergrond, dat in de watervoorziening zoo'n groote rol speelt, *niet aanwezig is*. Wij kunnen hiermede verklaren waarom de gezonde gronden doorgaans wel, da zieke niet in de tweede 10 c.M. een hooger vochtgehalte

hebben. Dat de gezonde grond n^o. 639 hierop een uitzondering maakt, vindt zijn oorzaak in de ligging op de klemsloot.

Intusschen moeten wij in het oog houden, dat het vochtgehalte direct afhankelijk zal zijn van het gehalte aan organische stof. Wij zouden dus bij gronden met hoog gehalte een hooger vochtcijfer moeten vinden. Om dit te overzien en om na te gaan of er dan nog een essentieel verschil tusschen zieke en gezonde organische stof bestaat, hebben wij in tabel 5 bijeengebracht, de vochtgehalten (grond bij 100° gedroogd) en de gehalten aan organische stof.

Tabel 5.

De vet-gemerkte Nos. zijn gezond gemaakte zieke gezonden.

No.	Aard.	Vocht gehalte (gedroogd bij 100°).	Org. stof.	No.	Aard.	Vocht gehalte (gedroogd bij 100°).	Org. stof.
588	1e 10 c.M. ziek.	18.8	8.2	638	1e 10 c.M. gezond.	42.1	16.7
589	2e 10 " "	18.—	9.2	639	2e 10 " "	41.8	15.9
590	1e 10 " gezond	24.4	8.—	640	1e 10 " ziek.	38.7	16.3
591	2e 10 " "	29.6	9.9	641	2e 10 " "	29.3	14.5
603	1e 10 " "	26.3	11.4	642	1e 10 " gezond.	55.—	25.8
604	2e 10 " "	—	—	643	2e 10 " "	—	—
605	1e 10 " ziek.	20.7	8.1	644	1e 10 " ziek.	42.4	17.7
606	2e 10 " "	20.4	8.5	645	2e 10 " "	45.8	19.1
607	1e 10 " gezond	54.—	20.1	646	1e 10 " gezond.	21.2	8.7
608	2e 10 " "	57.1	21.1	647	2e 10 " "	20.5	7.—
609	1e 10 " ziek.	34.2	13.3	648	1e 10 " ziek.	16.2	10.7
610	2e 10 " "	32.4	12.4	649	2e 10 " "	24.8	9.3
613	1e 10 " gezond	45.5	21.3	650	1e 10 " gezond	42.7	18.1
614	2e 10 " "	50.6	21.8	651	2e 10 " "	50.9	23.—
615	1e 10 " ziek.	51.3	20.2	652	1e 10 " ziek.	38.6	14.5
616	2e 10 " "	—	—	653	2e 10 " "	41.2	12.7
620	1e 10 " "	44.—	16.3	654	1e 10 " gezond.	44.6	14.1
621	2e 10 " "	44.2	17.7	655	2e 10 " "	—	—
624	1e 10 " gezond.	38.4	12.3	656	1e 10 " ziek.	38.3	11.7
625	2e 10 " "	42.5	15.6	657	2e 10 " "	—	—
626	1e 10 " ziek.	39.6	9.7	667	1e 10 " gezond.	28.7	13.6
627	1e 10 " "	38.4	8.8	668	2e 10 " "	29.7	12.7
634	1e 10 " gezond	43.—	11.4	669	1e 10 " ziek.	36.—	13.5
635	2e 10 " "	65.1	16.9	670	2e 10 " "	35.6	13.—
636	1e 10 " ziek.	41.6	13.—	677	1e 10 " gezond	34.9	17.4
637	2e 10 " "	38.1	12.4	678	2e 10 " "	35.4	16.4
				679	1e 10 " ziek.	37.6	16.8
				680	2e 10 " "	39.—	14.5

Inderdaad zien wij conform aan ons vermoeden, dat een groot deel der gezonde gronden rijker aan organische stof is dan de corresponderende ziekte. Ook dit is evenwel niet regel; de nos 588 en 590, 638 en 640 bevatten nagenoeg evenveel, terwijl 634 zelfs minder dan 636 bevat. Van een typisch paar gronden, dat vooral in Hoofdstuk IV ter sprake zal komen, bevatte de zieke 25 pCt. en de gezonde 19,6 pCt. organische stof. Dat er meer zieke gronden met een hoog gehalte aan organische stoffen (o. a. 615 met 20,2 pCt., 632 met 21,3 pCt. en enkele niet vermelde met 26,9 pCt., 26,6 pCt., 27,1 pCt., 28,2 pCt. en 27,8 pCt.) zijn, bewijst, dat de ziekte ook weer niet aan gering gehalte aan organische stof moet toegeschreven worden.

Om de rol, die de organische stof speelt beter te leeren kennen, zou men het quotient $\frac{\text{vochtgehalte}}{\text{org. stof}}$ kunnen berekenen. Daarbij maakt men dan eene fout, door aan te nemen, dat de ruimten tusschen de zandkorrels geen water bevatten; een fout, die grooter wordt, naarmate het zandgehalte hooger is. De rekening zou tot onzekere resultaten leiden.

Dat het eene specifieke eigenschap van gezonde organische stof zoude zijn om meer vocht vast te houden dan de zieke, gelooven wij niet uit de cijfers op te mogen maken.

Wat de wateropname door capillaire werking betreft, kunnen wij het volgende mededeelen.

Met een zinken cylinder van 4 c.M. doorsnede en 6 c.M. hoogte werd op de bovenbeschreven wijze (zie pag. 78) een cilindertje grend uit het groote monster gestoken. Deze cylinder werd aan de onderzijde met fijn neteldoeksch gaas afgesloten. De grond, die in zijn natuurlijke structuur verkeert, werd aan de lucht te drogen gezet. Daarna werd de cylinder onder een glazen klok op vochtig zand (90—100 pCt. van de watercapaciteit) geplaatst. Op gezette tijden werd de gewichtstoename bepaald. Op deze manier onderzochten wij verscheidene gronden. Wij vonden:

1o. Hoe hooger het gehalte aan organische stof, hoe spoediger en hoe meer water de grond opneemt.

2o. Een werkelijk verschil tusschen gezonden en zieken grond konden wij niet aantoonen. Zoo vonden wij bij 2 paar gronden, waarvan elk paar in gehalte aan organische stof niet uiteenliep, in één geval een spoedige wateropname bij den zieken, in het andere bij den gezonden grond.

3o. Zet men nu op deze wijze verzadigde cilindertjes aan de open lucht, nadat het neteldoekje voorzichtig verwijderd en door een vasten bodem vervangen is, dan konden wij evenmin regelmatige vochtafname waarnemen.

Het volumegewicht (tabel 4) geeft ons niets nieuws te zien. Wij zien n.l. regelmatig, dat de gronden met het kleinste gehalte aan organische stof het hoogste volumegewicht hebben; alleen de Nos. 624 en 626 maken een uitzondering. Waar de vergeleken

n^os. nagenoeg het zelfde gehalte aan organische stof bezitten, wijken ook de cijfers van het volume gewicht niet van elkaar af.

Bij de werkelijk specifieke gewichten zien wij hetzelfde (de n^os. 646 en 648, 608 en 610 wijken af) doch de verschillen zijn geringer.

Daar het volumegewicht met het vochtgehalte variëert, zooals boven reeds opgemerkt is, hadden wij nog de volumeverandering bij wisselend vochtgehalte, na te gaan. Wij deden dit als volgt:

In een maatcylinder werd het volume gemeten van 300 gr. luchtdrogen grond. Door zacht kloppen zet de grond zich zoo, dat het volume constant blijft en gemakkelijk afgelezen kan worden. Dan werd de grond in een schaal overgeschud en zoo nauwkeurig mogelijk met 15 cc water vermengd ¹⁾ weder in den cylinder gevuld en het volume afgelezen. Deze bewerking werd eenige malen herhaald. Ten slotte kleven de gronddeeltjes samen, zoodat de korrelige structuur verloren gaat, die de grond gedurende de bewerking behoudt. De overgang van de handelbare korrelige toestand in eene kleverige massa is haast plotseling te noemen: het volume wordt dan afgelezen, terwijl de hoeveelheid toegevoegd water uit het aantal malen dat 15 cc toegevoegd werd, bekend is.

De proef maakt geen aanspraken op exactheid, ze geeft echter een uitnemenden kijk op het gedrag van den humusrijken grond, ten opzichte van het vochtgehalte. Wanneer de grond verzadigd is wordt het vochtgehalte bepaald; het blijkt dan, dat gedurende de bewerking ongeveer 8—10 pCt. van het water verdampt. Intusschen is de proef in zooverre nauwkeurig te noemen, dat men bij herhaling er van dezelfde of nagenoeg dezelfde cijfers vindt.

Men ziet uit fig. 1, waar de grafischevoorstelling van een typisch zieken en den corresponderenden gezonden grond weergegeven is, duidelijke verschillen. In de eerste plaats bedraagt het volume van den luchtdrogen gezonden grond 45 cc minder dan dat van den zieken. Door toevoeging van water stijgt het volume sterk; bij een voor beide gronden vast punt, dat wij het kritieke punt zouden willen noemen, begint het volume af te nemen, tot dat de grond verzadigd is; hij is dan dichtgeslibd. Men is dan tot het oorspronkelijk volume teruggekeerd; de vochtige grond is als pasta onhandelbaar geworden.

Opmerkelijk is het, dat tot het kritieke punt de grond meer in volume toeneemt, dan er cc water toegevoegd werden, terwijl na het bereiken van dat punt het grondvolume, ondanks de herhaalde toevoeging van 15 cc water, *afneemt*.

De gezonde grond neemt bij toevoeging van 60 cc water 100 cc in volume toe, eene verhouding van ten naastenbij $1\frac{2}{3}$; bij den zieken grond is de verhouding $\frac{145}{90} = 1,61$ of eveneens

¹⁾ Druppelsgewijze wordt het water toegevoegd, de grond wordt door roeren in beweging gehouden.

$\pm 1\%$. De stijgende curve wijkt (de ruwheid der bepaling in aanmerking genomen) niet veel van een rechte lijn af. In de vergelijking $y = mx + b$ ¹⁾ is voor beide lijnen m ongeveer gelijk; b heeft voor beide eene andere waarde, en is in dit geval het volume-verschil tusschen beide luchtdroge gronden. Na de punten A en B neemt het volume af; nemen wij aan, dat de afname eveneens volgens een rechte lijn geschiedt, dan is weder voor beide lijnen m ongeveer even groot, n.l. voor den gezonden grond $\frac{110}{60} = 1,833$ en voor den zieken $\frac{145}{75} = 1,933$. Dat het oorspronkelijk volume weder bereikt is, wanneer de grond dicht geslibd is, wijst er op dat het poriënvolume geheel met water gevuld is.

Deze zeer humeuze veenkoloniale gronden zwellen dus met een toename van het vochtgehalte tot een kritiek punt; bij overschrijding hiervan valt de grond samen. Deze geprononceerde eigenschap moet in hoofdzaak op rekening van de organische stof ²⁾ geschreven worden. Zand neemt bij stijging vochtgehalte slechts weinig in volume toe. Ook hier moet men dan verwachten, dat een grond met hooger gehalte aan organische stof de eigenschap in sterker mate vertoonen zal, dan een met geringer gehalte.

De zieke grond bevat 25 pCt., de gezonde 19,6 pCt. organische stof. Bij een tweetal, waarvan de gezonde grond meer organische bestanddeelen bevat, zal ook deze grond de grootste waarde voor b hebben. Zie fig. 4.

Niettemin kan er in de waarde b een karakteristieke factor voor de kwaliteit van de organische stof besloten zijn.

Het is uiterst lastig om dit probleem op te lossen. Men moet daarvoor de verdeling van de organische stof in het zand kennen ³⁾ en bovendien weten of het zand bij de te vergelijken gronden ook dezelfde fijnheid bezit, hetgeen waarschijnlijk, doch niet zeker is.

Het lag voor de hand de fijnheid van het zand door slibben te meten; de uitvoering bleek onmogelijk te zijn, omdat er veel fijn zand met de organische stof weggeslibt wordt en er ook organische bestanddeelen in het zand achter blijven (deze bestanddeelen omhullen dan de korrels of zijn soortelijk zwaarder).

Inmiddels kan men de kwestie langs een anderen weg benaderen; men kan gronden van gelijk of nagenoeg gelijk gehalte aan organische stoffen aan een onderzoek onderwerpen. Blijkt daarbij b voor beide gronden, n.l. den zieken en den gezonden dezelfde waarde te bezitten, dan is het vrijwel uitgesloten in b iets bijzonders te zien. In fig. 2 vindt men de grafische voorstelling van de nos 639 en 641 met gehalten van 15,9 pCt., resp. 14,5 pCt.; in fig. 3 zijn de nos 663 en 665 weergegeven met gehalten van

¹⁾ Deze formule is in de analytische meetkunde de uitdrukking voor de rechte lijn; y is de absis, x de ordinaat, m de tg van den hoek welke de lijn met de abscis maakt, en b de afstand van het 0-punt tot het snijpunt van de rechte lijn met den ordinaat.

²⁾ Zie o. a. Wollny Zersetzung der org. Stoffen, pag. 237.

³⁾ Men bedenke, dat een gedeelte van de organische stof met het zand samengekit is.

9,2 pCt. voor beide gronden. No. 663 is een met laikemodder en zwavelzure ammoniak gezond gemaakte zieke grond. In fig. 4 vindt men een gezonden en zieken grond met gehalten van 30,2 pCt. en 16,2 pCt.; in fig. 5 de nos 607 en 609 met 20,1 pCt. en 13,3 pCt.; in fig. 6 no. 642 met 25,3 pCt. en no. 644 met 17,7 pCt.; in fig. 7 no. 651 met 23 pCt. en no. 653 met 12,7 pCt.

Wij zien, dat de vergelijking $y = mx + b$ voor al deze gevallen nagenoeg geldig blijft. Daar b in fig. 2 en 3 voor beide gronden dezelfde of ongeveer dezelfde waarde heeft en in fig. 4, 5, 6 en 7 weder verschilt, mogen wij, voor zoover uit deze gegevens blijkt, aannemen, dat de waarde b alleen voor het numerisch *gehalte* aan organische stoffen karakteristiek is en niet voor den *aard* dier stoffen. De maxima (A en B) liggen gewoonlijk op de helft der verzadigingswaarde (behalve bij de humusarme nos 663 en 665).

Wanneer wij de volumetoename per gram organische stof berekenen en daarbij dus de geringe toename van het zandvolume buiten beschouwing laten, verkrijgen wij de volgende cijfers:

	Gezond.	Ziek.
Fig. 1.	1,7	1,9
" 2.	2,1	2,3
" 3.	2,5	2,8
" 4.	1,2	2,—
" 5.	1,6	3,6
" 6.	1,8	2,6
" 7.	2,5	2,7

Regelmatig zien wij, dat de zieke organische stof sterker zwelt, dan gezonde.

Mogen wij hieruit besluiten, dat er in de volumetoename werkelijk een verschil tusschen ziek en gezond gekarakteriseerd is?

De 7 bepalingen, met zeer karakteristieke gronden doen dit sterk vermoeden.

Intusschen moeten wij niet vergeten, dat de organische stof een mengsel is van een groot aantal verbindingen. Men zal er aantreffen nog onvergane plantenresten, verhoude plantendeelen, die chemisch weinig actief en voor de plantenvoeding van weinig belang zijn, en ook stoffen in meer gevorderden staat van ontleding, die chemisch actiever dus een belangrijker rol spelen. Alle tusschenvormen laten zich denken. Daaronder zijn dan begrepen die organische verbindingen, die de minerale stoffen (b.v. de kunstmeststoffen) zoodanig gebonden houden, dat ze niet met het bodemwater in den ondergrond spoelen en waaruit de plant ze opneemt. Deze zijn zeker niet de minst belangrijke.

Wanneer wij dus spreken van eene veranderde organische stof in de zieke gronden, dan zal die verandering zoo voorgesteld

moeten worden, dat slechts een gedeelte der totale organische stof in die verandering begrepen is, terwijl dan voorshands onbesproken blijft, welk deel veranderd is; dit laatste zal het chemisch onderzoek uit te maken hebben. De nog weinig veranderde plantenresten toch zullen in zieke en gezonde gronden wel niet verschillen, althans geen rol spelen bij de haverziekte.

Omdat nu niet de geheele organische stof voor het verschil tusschen gezonden en zieken grond van beteekenis is, zal ook een eventueele verandering van het physisch gedrag van gezonden grond moeilijk langs physischen weg te definiëeren zijn, juist omdat wij bij het physisch onderzoek met het geheele complex te doen hebben, en niet zooals de chemie dat vermag, de complexiteit door analyse in factoren ontbonden kan worden.

Ten slotte hebben wij in tabel 6 nog eene approximatieve berekening gemaakt van het volume, dat 1 gram organische stof in 100 gram luchtdrogen grond inneemt. Bij de berekening zijn wij van de aanname uitgegaan, dat het zand van alle gronden het volume gewicht van 1,7 bezit ¹⁾. Daar wij slechts de cijfers van de bij elkaar behorende gronden vergelijken, zal de fout die wij maken niet groot zijn, temeer, daar het volumegewicht van het zand zelfs bij eenig verschil in fijnheid, niet veel variëert. De verkregen cijfers hebben alleen vergelijkende waarde.

Wij zien dan bij de 1ste 10 c.M. bij ziek en gezond, of een gelijk volume der organische stof, of een grooter bij zieke gronden, in slechts een geval (642) een grooter volume bij den gezonden grond. Van de 8 gevallen zijn er 4, waar de zieke organische stof een grooter volume heeft, 3 waar de cijfers gelijk zijn en 1 waar de gezonde grooter volume heeft. Van de tweede 10 c.M. kon bij enkele de bepaling niet met zekerheid verricht worden door de aanwezigheid van kleine brokjes veen. Van de drie gevallen, nos. 608—610, 639—641 ²⁾, 651—653, hebben no. 639 en no. 641 gelijke waarden, van de beide andere paren heeft de zieke grond een grooter volume der organische stof.

Wij hebben door de medegedeelde onderzoekingen gezien, dat er naar alle waarschijnlijkheid in physisch opzicht een constant verschil tusschen zieke en gezonde gronden bestaat. Daar wij echter steeds met de geheele complexiteit van physische eigenschappen van het zeer samengestelde mengsel der organische verbindingen te doen hebben, is het aantoonen met zekerheid van zoo'n verschil moeilijk. Men zou een veel grooter aantal monsters aan een onderzoek moeten onderwerpen, maar ook dan nog resultaten van relatieve waarde krijgen. Belangrijker kwam het ons voor, het onderzoek langs chemischen weg voort te zetten om de organische stof te leeren kennen en de physische behandeling eerst daarna voort te zetten.

¹⁾ Deze waarde vonden wij bij eenige bepalingen met zand, dat uit enkele gronden geslibd werd.

²⁾ Zie fig. 2 waar het vol. van beide nos. nagenoeg even groot blijkt te zijn.

Tabel 6.

No.	Aard.	Volume 100 gr. (gemeten).	Gewicht Org. stof.	Gewicht zand.	Volume zand. (berekend).	Volume org. stof (berekend).	Volume 1 gr. org. stof in 100 gr. grond.
588	1e ziek.	77	9,2	89,9	52,9	24,1	2,9
589	2e "	72	9,2	89,2	52,4	19,6	2,1
590	1e gezond.	77	8,—	90,1	53,—	24,—	3,—
591	2e "	—	9,9	87,6	51,5	—	—
603	1e gezond.	87	11,4	85,7	50,4	36,6	3,2
604	2e "	102 (veen)	—	—	—	—	—
605	1e ziek.	85	8,1	90,—	52,9	32,1	4,—
606	2e "	83	8,5	89,5	52,6	30,4	3,6
607	1e gezond.	105	20,1	74,7	43,9	61,1	3,—
608	2e "	116 (veen)	21,1	73,8	43,4	72,6	3,4
609	1e ziek.	97	13,3	83,1	48,9	48,1	3,6
610	2e "	96	12,4	84,2	49,5	46,5	3,7
638	1e gezond.	104	16,7	79,4	46,7	57,3	3,4
639	2e "	90	15,9	80,1	47,1	42,9	2,7
640	1e ziek.	104	16,3	79,8	46,9	57,1	3,5
641	2e "	90	15,4	81,4	47,9	42,1	2,7
642	1e gezond.	125	25,3	68,7	40,4	84,6	3,4
643	2e "	—	—	—	—	—	—
644	1e ziek.	96	17,7	77,3	45,5	50,5	2,9
645	2e "	110	19,1	75,6	44,4	66,6	3,5
646	1e gezond.	76	3,7	89,—	52,7	23,3	2,7
647	2e "	74	7,—	90,7	53,3	20,7	3,—
648	1e ziek.	86	10,7	76,7	45,2	40,8	3,8
649	2e "	86	9,3	88,—	51,7	34,3	3,7
650	1e gezond.	97	18,1	77,2	45,4	52,6	2,8
651	2e "	106	23,—	70,7	41,6	64,4	2,8
652	1e ziek.	94	14,5	81,1	47,7	46,3	3,2
653	2e "	94	12,7	82,4	48,5	45,5	3,5
654	1e gezond.	96	14,1	82,7	48,6	47,4	3,4
656	1e ziek.	89	11,7	85,4	50,2	38,8	3,3

HOOFDSTUK IV.

CHEMISCH ONDERZOEK.

Het lag voor de hand na te gaan, of de zieke gronden werkelijk meer kalk bevatten dan de gezonde. Bij eene kalkbepaling in deze gronden hadden wij met eenige bezwaren rekening te houden. In de eerste plaats heeft een veenkoloniale grond, wanneer hij luchtdroog is, neiging zich te ontmengen; de lichtere organische resten worden dan ongelijkmatig door het zwaardere zand verdceld. Deze moeilijkheid kan men ontgaan, door in twee zorgvuldig behandelde monsters eene analyse te verrichten, waardoor men inderdaad tot betrouwbare resultaten komt. In de tweede plaats bevatten de meeste gronden voor een niet onaanzienlijk deel nog resten der compostbemestingen, die vroeger in zoo ruime mate toegepast werden. Men treft dan op de akkers groote hoeveelheden steenen aan, voorts kalkpuin etc. ¹⁾ Wel worden nu vóór de analyse de monsters van deze grove resten ontdaan, niettemin blijft er kalkhoudend gruis in den grond aanwezig, dat bij eene totaal kalkbepaling eene belangrijke hoeveelheid Ca O geeft. Deze kalk samengesteld aan kiezelzuur gebonden, zal nu voor ons onderzoek van minder beteekenis zijn. Belangrijker is het voor ons, de hoeveelheid „actieve” kalk te kennen, waaronder dus de kalk uit het fijnverdeelde Ca CO₃, uit het calciumhumaat etc. Wij hebben dan ook het gemakkelijk toegankelijke deel van de kalk bepaald en wel het in koolzuur oplosbare. Wij gingen als volgt te werk: 20 gram grond met 400 cc water overgoten, werden in een halve liter kolf gedurende 2 x 6 uur zooveel mogelijk in beweging gehouden door een koolzuurstroom. Na afloop werd tot 500 cc opgevuld, gefiltreerd en 400 cc geanalyseerd. Het was na eenige oriënteerende proeven gebleken, dat er na 12 uren geen Ca O, van beteekenis meer in oplossing ging. Zekerheidshalve werden de te vergelijken monsters gelijktijdig behandeld, omdat de invloed van de temperatuur ons niet bekend was. Behandelt men 40 gram grond in een liter, dan verkrijgt men dezelfde cijfers, als wanneer men met 20 gram grond in 500 cc werkt.

Overzien wij de resultaten in tabel 7 en vergelijken wij die met tabel 8, dan zien wij dat *alle* typisch zieke gronden meer Ca O (in CO₂ oplosbaar) bevatten dan de corresponderende gezonde gronden. Duidelijk springen de verschillen in het oog, wanneer men het Ca O-gehalte in procenten van de organische stof uitrekent. De verschillen zijn grooter naarmate de ziekteverschijnselen heviger zijn, b.v. de nos 618, 622; 638, 640; 659 en 661, waarvan de zieke nummers vertegenwoordigers van zeer zieke gronden zijn; no. 628, hoewel gezond, is afkomstig van een perceel, dat over het geheel plekkerig aangetast is, en waar slechts hier en daar gezonde haver stond; dat no. 628 niet ver van

¹⁾ Pijpekoppen en pijpestelen vindt men herhaaldelijk in aanzienlijke hoeveelheden.

CaO oplosbaar in CO₂ houdend water.
(Vóóronderzoek 1905).

No.	Aard.	Afkomstig.	CaO in CO ₂ oplosbaar. pCt.	. Opmerkingen.
159	gezond.	Sappemeer.	0,112	
160	ziek.	"	0,163	Van denzelfden kamp afkomstig.
161	zeer ziek.	"	0,278	
162	gezond.	"	0,079	
163	ziek.	"	0,189	Van denzelfden kamp afkomstig.
167	gezond.	Wildervank.	0,055	
168	"	"	0,002	Onder "
165	ziek.	"	0,033	Boven "
166	"	"	0,017	Onder "
171	gezond.	Veendam.	0,055	Boven "
172	"	"	0,062	Onder "
169	ziek.	"	0,033	Boven "
170	"	"	0,037	Onder "
175	gezond.	Nieuwe Pekela.	0,052	Boven "
176	"	" "	0,023	Onder "
177	"	" "	0,062	Boven "
178	"	" "	0,035	Onder "
173	ziek.	" "	0,073	Boven "
174	"	" "	0,075	Onder "
187	gezond.	N. Weerdinge.	0,005	Van het zelfde perceel afkomstig.
185	ziek.	" "	0,026	
186	"	" "	0,022	
195	gezond.	Sappemeer.	0,077	
194	ziek.	"	0,440	Hier werden aardappels ziek; de kamp was kort geleden met schuimaarde beest.
215	gezond.	Muntendam.	0,095	
214	ziek.	"	0,107	
221	gezond.	Veendam.	0,050	
220	ziek.	"	0,030	

„ziek worden” verwijderd zal zijn, mag men aannemen. Het Ca O-gehalte verschilt dan ook niet veel van dat van n^o. 630.

Tabel 8.

Ca O oplosbaar in CO₂ houdend water.
(1906).

No.	Aard.	Afkomstig.	Ca O in pCt. luchtdroge grond.	Ca O in pCt. van de org. stof.	Opmerkingen.
622	gezond.	Veendam.	0,067	0,295	
618	ziek.	„	0,134	0,766	
624	gezond.	Exloermond.	0,155	1,261	Met MnS O ₄ gedeeltelijk gezond gemaakt.
626	ziek.	„	0,145	1,495	
628	gezond.	Veendam.	0,135	0,714	Afkomstig van een perceel, dat over het geheel plekkerig aangetast is.
630	ziek.	„	0,160	0,839	
634	gezond.	Drouwenermond.	0,057	0,500	
636	ziek.	„	0,130	1,000	
638	gezond.	Veendam.	0,077	0,461	
640	ziek.	„	0,302	1,852	Zeer zieke strook langs een bekalkten weg.
646	gezond.	Ommelanderwijk.	0,096	1,103	Met laikemodder en zwav. amm. gezond gemaakt.
648	ziek.	„	0,093	0,369	
650	gezond.	Wilderv. dallen.	0,088	0,486	
652	ziek.	„ „	0,131	0,904	
654	gezond.	Nieuw Buinen.	0,077	0,540	
656	ziek.	„ „	0,120	1,026	
659	gezond.	Veendam.	0,060	0,356	
661	ziek.	„	0,240	—	
663	gezond.	Ommelanderwijk.	0,096	1,043	Met laikemodder en zwav. amm. gezond gemaakt
665	ziek.	„	0,125	1,359	
667	gezond.	Borger Compagnie.	0,117	0,860	Met zwav. amm. gezond gemaakt.
669	ziek.	„	0,112	0,904	
677	gezond.	Veendam.	0,163	0,937	Met zwav. amm. gezond gemaakt.
679	ziek.	„	0,151	0,900	
681	gezond.	„	0,107	1,015	Met mangaansulfaat gezond gemaakt.
683	ziek.	„	0,129	0,801	
691	gezond.	—	0,089	0,688	Met NaHSO ₄ gezond gemaakt.
693	„	—	—	—	
44	„	—	0,111	—	
43	ziek.	—	0,203	—	

De nos 624, 646, 667, 677, 681 en 689, die gezond gemaakte zieke gronden zijn, geven geen noemenswaardig verschil met hunne corresponderende nummers in het Ca O-gehalte te zien. Dit resultaat was te verwachten, omdat het gezond maken bezwaarlijk een minder oplosbaar worden van het calcium tengevolge kon hebben, vooral in de gevallen, waar mangaansulfaat aangewend werd. Wij vinden ook hier steun voor onze veronderstelling, dat het hoogere Ca O-gehalte als zoodanig niet de ziekte verwekkende oorzaak kan zijn.

Daar van de in tabel 8 genoteerde gronden de zieke meest een lager gehalte aan organische stoffen bezitten, kan het hooge Ca O-gehalte ook niet aan het percentage organische stof toegeschreven worden.

Een hoog Ca O-gehalte kan de oorzaak der alkalische reactie zijn, die wij bij de zeer zieke gronden waarnemen. Van 60 zieke en 60 gezonde gronden, die wij op hunne reactie onderzochten (lakmoespapier), vonden wij slechts 6 zieke gronden, die zwak zuur reageerden; de andere reageerden neutraal of alkalisch; de zeer zieke nummers, b.v. de nos 618, 640, 661, 662, 683 en 684 gaven eene zeer duidelijke alkalische reactie. Onder de gezonde gronden vonden wij *niet één* alkalische, ze reageerden neutraal of zuur. Het spreekt van zelf, dat de verkleuring der lakmoespapierpjes langzaam tot stand komt en de reactie der gronden nooit sterk is.

Wij hebben de alkaliteit, respectieve aciditeit, langs anderen weg trachten te karakteriseeren. Wij kozen daartoe de bepaling van het absorbtievermogen voor alkaliën en zuren, en wel met soda en zwavelzuur.

Absorbtie van soda: 10 gram grond werden gedurende 2×24 uren met 200 cc $\frac{n}{10}$ Na₂ CO₃ onder herhaald schudden weggezet, dan gefiltreerd en aan 50 cc van het filtraat 85 cc alcohol van 96 pCt. toegevoegd, teneinde de in oplossing gekomen humusstoffen neer te slaan; na enkele minuten werd gefiltreerd; 20 cc van dit filtraat werden met 25 cc $\frac{n}{10}$ H₂ SO₄ gekookt en na afloop met $\frac{n}{10}$ loog teruggetitreerd.

In tabel 9 is uitgerekend het aantal cc $\frac{n}{10}$ Na₂ CO₃, dat door 100 gr. luchtdrogen grond vastgelegd werd; (de contractie na de alcohol-toevoeging werd niet in aanmerking genomen). Wij zien, dat regelmatig de werkelijk gezonde gronden meer soda vastleggen dan de zieke. De gezond gemaakte verschillen in dit opzicht niet belangrijk van de corresponderende zieken, d.w.z. de ziek geblevene. Wij vinden hier een analogie met de kalkbepalingen. Bij de nos 159, 160 en 161 bestaat een belangrijk verschil; wij zien bij toeneming van den ziektegraad het absorbtiecijfer afnemen. De nos 628 en 630, waarvan bij de kalkbepaling reeds

Absorbtie van Soda.

No.	Aard.	Afkomst.	Aantal cc $\frac{N_2 CO_2}{10}$ door 10 gr. luchtdroge grond vastgelegd.	Opmerkingen.
1905				
159	gezond.	Sappemeer.	436	
160	ziek.	"	372	
161	zeer ziek.	"	260	Gaf een misgewas.
1906				
590	1e 10 c.M. gezond.	Nieuwe Pekela.	356	
591	2e 10 " "	" "	404	
588	1e 10 " ziek.	" "	320	
589	2e 10 " "	" "	296	
622	gezond.	Veendam.	570	
618	ziek.	"	450	
624	gezond.	Exloermond.	270	
626	ziek.	"	255	
628	gezond.	Veendam.	390	De kamp was pleksge- wijze aangetast.
636	ziek.	"	360	Enkele gezonde plekken waren slechts aanwezig.
g.	gezond.	"	500	
z.	ziek.	"	425	

sprake was, geven ook hier een gering verschil te zien. Indien het regel is, dat een gezonde grond meer soda vastlegt, mogen wij hieruit concludeeren, dat n^o. 628 niet meer voor een typisch gezonden grond door mag gaan, alhoewel er de haver niet aangetast was.

Tegen deze methode, om de alkaliteit door absorbtie van soda vast te stellen, zijn enkele bezwaren te opperen. In de eerste plaats gaat er een niet onbelangrijke hoeveelheid organische stof in oplossing, die met alcohol weder gepraecipiteerd moet worden. Bij deze bewerking wordt eene hoeveelheid soda absorbtief door het neerslag gebonden, zoodat behalve de oorspronkelijke vastlegging van het karbonaat, waarom het ons te doen was, opnieuw soda uit de oplossing verdwijnt. De absorbtiecijfers der tabel geven dus de som van twee absorbtiewerkingen.

Wij konden beide werkingen experimenteel aantoonen ¹⁾.

In de tweede plaats werd de contractie der vloeistof na alcohol-

¹⁾ Zie over het absorbtief binden door versch gepraecipiteerde humus o. a. Dumont Compt rend. CXLIII, No. 3.

toevoeging niet gemeten. Aanvankelijk hebben wij geprobeerd de humusstoffen, na de eerste filtratie dadelijk met $\frac{n}{10}$ H_2SO_4 neer te slaan; wel zet zich dan een neerslag af, maar de vloeistof blijft vrij donker gekleurd ¹⁾ en bovendien blijkt, dat bijna alle vrije zuur met het neerslag uit de oplossing verdwijnt. Soms werden enkele tienden cc zuur terug gevonden, hoewel er een overmaat van 10 cc boven de corspronkelijk toegevoegde hoeveelheid soda aanwezig was. Het uitzouten der humusstoffen door eene keukenzoutoplossing leidde evenmin tot de verlangde resultaten. Op het wezen der absorbtie zal hier niet nader ingegaan worden, alleen zij vermeld dat, indien men bij deze bepalingen andere verhoudingen neemt tusschen grond en quantum soda-oplossing, of de concentratie dier oplossing variëert, men ook van de in de tabel genoteerde cijfers afwijkende waarden vindt, die niet in dezelfde verhouding staan, als waarin gevariëerd werd; waaruit dan volgt, dat de absorbtie van een evenwicht afhangt, dat door de hoeveelheid grond, volume en concentratie der oplossing uitgemaakt wordt.

Tot meer zuivere resultaten kwamen wij, wanneer wij absorbtiebepalingen met getitreerd zwavelzuur verrichtten. De vloeistof wordt hierbij zwak gekleurd, zoo weinig, dat na opkoken der vloeistof de omslag van den indicator (phenolphthaleïne) duidelijk waarneembaar is.

Het komt ons doelmatig voor de proeven in de door ons voorgenomen volgorde te behandelen. De resultaten zijn in tabel 10 samengevat. De cijfers drukken het aantal cc $\frac{n}{10}$ H_2SO_4 uit, dat bij de in het hoofd der kolommen aangegeven werkwijze door 100 gram luchtdrogen grond vastgelegd werd.

Waar het noodig was, zijn de waarden door berekening gevonden. Wij lieten den grond gedurende 20 uren onder herhaald schudden met het zuur staan, daarna werd gefiltreerd, eene bepaalde hoeveelheid afgepipetteerd, opgekookt ²⁾ en getitreerd. De bepaling werd 2-maal verricht.

De cijfers in kolom A doen zien, dat de nos 593—596 zich gelijk gedragen; anders is het bij de volgende nos, waar alle zieke meer H_2SO_4 vastleggen dan de gezonde. Mocht werkelijk een dergelijk verschil regel zijn, dan zou de uitkomst bij de nos 593—596 er op wijzen, of dat de gezonde grond hier een niet werkelijk gezonde is, of, de hooge absorbtiecijfers in aanmerking genomen (er werden 200 cc aangeboden, die bijna geheel vastgelegd zijn), dat de zieke nos 595—596 in staat zijn meer zuur vast te leggen, indien hun slechts meer aangeboden werd; dat

¹⁾ Hier blijft het apocreenzuur van Mulder in oplossing, dat met Zn en H_2SO_4 in het kleurlooze creenzuur overgaat; dit wordt dan weder door oxydatie aan de lucht tot apocreenzuur.

G. J. Mulder. Scheik. d. bouwbare aarde, I. 425.

²⁾ Er wordt steeds een weinig CO_2 ontwikkeld.

Absorbtie van zwavelzuur door 100 g

No.	Aard.	Herkomst.	A.	B.	C.	D.
			100 gr. grond 200 cc $\frac{n}{10}$ H ₂ S O ₄ .	10 gr. grond 200 cc $\frac{n}{10}$ H ₂ S O ₄ .	10 gr. grond 100 cc $\frac{n}{10}$ H ₂ S O ₄ .	5 gr. grond 100 cc $\frac{n}{5}$ H ₂ S O ₄ .
593	1e 10 c.M. gezond.	Veendam.	192,8	—	772	300
594	2e 10 " "	"	193,6	—	763	380
595	1e 10 " ziek.	"	196,8	—	923	500
596	2e 10 " "	"	197,6	—	964	560
599	1e 10 " gezond.	Annerveensch kanaal.	184,—	—	82	—
600	2e 10 " "	" "	182,2	—	634	—
601	1e 10 " ziek.	" "	195,2	—	712	—
602	2e 10 " "	" "	194,8	—	726	—
620	1e 10 " "	Veendam.	194,4	—	—	—
621	2e 10 " "	"	196,—	—	—	—
638	1e 10 " gezond.	"	170,4	—	—	—
639	2e 10 " "	"	170,8	—	—	—
640	1e 10 " ziek.	"	197,6	—	—	—
641	2e 10 " "	"	195,5	—	—	—
646	1e 10 " gezond (gemaakt)	Ommelandervijk.	140,8	—	—	—
647	2e 10 " gezond (gemaakt).	"	155,2	—	—	—
648	1e 10 " ziek.	"	153,6	—	—	—
649	2e 10 " "	"	160,8	—	—	—
622	gezond.	Veendam.	—	356	—	—
618	ziek.	"	—	440	—	—
624	gezond gemaakt.	Exloërmond.	—	256	—	—
626	ziek.	"	—	268	—	—
628	gezond.	Veendam.	—	348	—	—
630	ziek.	"	—	368	—	—
638	gezond.	"	—	240	—	—
640	ziek.	"	—	420	—	—
g	gezond.	"	—	188	—	—
z	ziek.	"	—	428	—	—

achtrogen grond, uitgedrukt in cc $\frac{n}{10}$ zuur.

E. gr. grond 100 cc $\frac{n}{2}$ H_2SO_4 .	F. 5 gr. grond 100 cc n H_2SO_4 .	G. 10 gr. grond 100 cc $\frac{n}{5}$ H_2SO_4 .	Absorbeeren pCt. van het aanwezige zuur.						
			A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.
380	480	—	96,4	—	77,2	15,—	3,8	2,4	—
420	520	—	97,3	—	76,8	19,—	4,2	2,6	—
480	600	—	93,4	—	92,8	25,—	6,8	3,3	—
720	780	—	98,8	—	96,4	28,—	7,2	3,9	—
—	—	—	82,—	—	63,2	—	—	—	—
—	—	—	91,1	—	63,4	—	—	—	—
—	—	—	97,6	—	71,2	—	—	—	—
—	—	—	97,4	—	72,6	—	—	—	—
—	—	—	97,2	—	—	—	—	—	—
—	—	—	98,—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	85,2	—	—	—	—	—	—
—	—	—	88,4	—	—	—	—	—	—
—	—	—	98,8	—	—	—	—	—	—
—	—	—	97,75	—	—	—	—	—	—
—	—	—	70,4	—	—	—	—	—	—
—	—	—	77,6	—	—	—	—	—	—
—	—	—	76,8	—	—	—	—	—	—
—	—	—	80,4	—	—	—	—	—	—
—	—	280	—	17,8	—	—	—	—	14,—
—	—	385	—	22,—	—	—	—	—	19,25
—	—	—	—	12,8	—	—	—	—	—
—	—	—	—	13,4	—	—	—	—	—
—	—	330	—	17,4	—	—	—	—	16,5
—	—	350	—	18,4	—	—	—	—	17,5
—	—	215	—	12,—	—	—	—	—	10,75
—	—	445	—	26,—	—	—	—	—	22,25
—	—	—	—	9,9	—	—	—	—	—
—	—	—	—	21,9	—	—	—	—	—

m. a. w. in dit laatste geval de absorbtiegrens nog niet bereikt is.

Dit nu kwam ons het waarschijnlijkst voor, omdat de waarnemingen te velde er op wezen, dat no. 593 en 594, tot de gezonde moesten gerekend worden, althans dat ze niet dicht aan ziek worden toe waren, zooals dat bij no. 628 en 629 het geval is.

In kolom *C* zijn de bepalingen ingevuld, waarbij de verhouding grond tot zwavelzuur gunstiger genomen werd. Inderdaad zien wij dan het verschil duidelijk optreden: de zieke gronden leggen meer zuur vast. Bij de werkwijzen *D*, *E* en *F* werd ook de concentratie van het zuur veranderd, zoodat de gronden opnieuw meer zwavelzuur ter beschikking kregen. Het blijkt, dat het verschil tusschen zieken en gezonden grond gehandhaaft blijft. Dezelfde verschillen doen zich voor in de kolommen *B* en *G*.

De gezond gemaakte gronden nos 624, 646, 647 gedragen zich weinig verschillend van de nos 626, 648 en 649. Ook hier vinden wij analogie met hun gedrag bij de kalkbepalingen.

Dat no. 628 niet meer tot de werkelijk gezonde gronden behoort, kan uit de vergelijking der absorbtiecijfers 348, 368, 330 en 350 opgemaakt worden.

De tabellen 9 en 10 doen zien, dat er, wat de grondreactie betreft, een essentieel verschil tusschen zieke en gezonde gronden bestaat; wij zien dan bij vergelijking van een corresponderend paar gronden, dat de gezonde meer soda en minder zwavelzuur vastleggen dan de zieke. *In dezen zin opgevat zouden wij de zieke gronden alkalisch willen noemen.*

Van den aard der absorbtie kan meer gezegd worden. Ze is niet als eene geheel aflopende reactie op te vatten; hetgeen dan uit de cijfers blijkt van nos 593, 596, 620 en 621. Het duidelijkst komt dit uit, wanneer men het percentage zuur uitrekent, dat door den grond vastgelegd wordt (tabel 10). Het is lager naarmate men de concentratie van het zuur versterkt; bij de grootste verdunning ($\frac{n}{10}$ zuur) en de grootste verhouding van den grond: volume vloeistof bereikt het b.v. bij de no. 595 en 596 geen 100 pCt., ook bij de werkwijze *C* niet. Berekent men de verhouding der geabsorbeerde hoeveelheden zuur bij de werkwijzen *D*, *E* en *F*, dan vindt men cijfers, waarbij eene regelmatigheid onloochenbaar is. (Tabel 11).

Dat de absorbtieverschijnselen aan eene verhouding van het quantum grond, volume en concentratie zuur gebonden zijn, blijkt uit de gegevens. Het is eene omkeerbare reactie.

Daar de verhouding van de concentratie volgens de werkwijzen *D*, *E* en *F* niet regelmatig genomen is, hebben wij met een paar typische gronden meer stelselmatig absorbtiebepalingen verricht in drie series en wel:

1^o. waar alleen de zuurconcentratie in de verhouding $1:\frac{1}{2}:\frac{1}{4}:\frac{1}{8}:\frac{1}{16}$ veranderd werd;

2^o. waar de zuurconcentratie verminderd werd in de verhou-

Tabel 11.

No.	Aard.	D.	E.	F.
		5 gr. grond 100 cc $\frac{n}{5}$ zuur.	5 gr. grond 100 cc $\frac{n}{2}$ zuur.	5 gr. grond. 100 cc n zuur.
593	1e 10 c.M. gezond.	1	1,266	1,600
594	2e " " "	1	1,105	1,368
595	1e " " ziek.	1	1,360	1,320
596	2e " " "	1	1,286	1,393
593	—	—	1	1,263
594	—	—	1	1,238
595	—	—	1	0,971
596	—	—	1	1,083

ding $1:\frac{1}{2}:\frac{1}{4}:\frac{1}{8}$, terwijl gelijktijd het vloeistofvolume in de verhouding $1:2:4:8$ vermeerderd werd;

3o. waar alleen de hoeveelheid grond in de verhouding $2:4:6:8:10:12:14$ gevariëerd werd. In tabel 12. geven de cijfers aan het aantal cc $\frac{n}{10}$ H_2SO_4 , dat door den luchtdrogen grond vastgelegd werd. In fig. 9, 10 en 11 zijn de bepalingen grafisch voorgesteld.

In fig. 8 zien wij, dat met de concentratie de hoeveelheid vastgelegd zuur toeneemt, echter in zwakke mate. 20 gram grond zijn in staat bijna de geheele hoeveelheid zuur reeds bij geringe concentratie vast te leggen ¹⁾. De gezonde en de zieke lijn wijken van elkaar af; ze loopen niet evenwijdig, daar het verschil hunner ordinaten onderling ongelijk is (tabel 12). Stellen wij de abcissen x_1 en x_2 , de ordinaten voor de gezonde lijn y_1 en y_2 , en voor de zieken ϕ_1 en ϕ_2 dan is

$$\text{tg } \alpha = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \text{ en } \text{tg } \beta = \frac{\phi_2 - \phi_1}{x_2 - x_1}$$

daar nu $\phi_2 - \phi_1 > y_2 - y_1$, zijn α en β ongelijk; α en β zullen dan ook afhangen van de hoeveelheid stoffen, die aan de reactie deelneemt; daar nu het zand van den veenkolonialen grond armoe-dig is en geen of uiterst weinig colloïdale silicaten bevat, zal in hoofdzaak de organische stof de waarden van y_1 en y_2 uitmaken,

¹⁾ Bij den zieken grond is a, b , sterker gebogen dan b, c ; was de concentratie $\frac{n}{16}$ dus hier nog te gering om hem in staat te stellen de grootste hoeveelheid zuur vast te leggen? Figuur 10 geeft daar een antwoord op.

Tabel 12.

				cc $\frac{x}{10}$ zuur.		Geabsorbeerd pCt.	
				Gezond.	Ziek.	Gezond.	Ziek.
Fig. 8.	20 gr. grond	200 cc	$\frac{x}{16}$ H_2SO_4 .	35,—	60,—	23,—	64,—
	20 " "	200 "	$\frac{x}{8}$ "	33,—	66,—	15,—	34,4
	20 " "	200 "	$\frac{x}{4}$ "	40,—	91,—	8,—	16,—
	20 " "	200 "	$\frac{x}{2}$ "	43,—	98,—	4,3	9,8
	20 " "	200 "	" "	46,—	104,—	2,3	5,2
Fig. 9.	20 gr. grond met	200 cc	$\frac{x}{16}$ H_2SO_4 .	46,—	104,—	2,3	5,2
	20 " "	400 "	$\frac{x}{2}$ "	40,—	96,—	2,—	4,8
	20 " "	800 "	$\frac{x}{4}$ "	34,—	88,—	1,7	4,4
	20 " "	1600 "	$\frac{x}{8}$ "	23,8	80,—	1,4	4,—
Fig. 10.	20 gr. grond	200 cc	$\frac{x}{8}$ H_2SO_4 .	37,2	89,2	14,88	35,68
	40 " "	200 " "	" "	70,4	156,2	28,16	62,48
	60 " "	200 " "	" "	104,6	222,0	41,84	88,80
	64 " "	200 " "	" "	—	226,8	—	90,72
	68 " "	200 " "	" "	—	231,1	—	92,44
	72 " "	200 " "	" "	—	235,4	—	94,16
	76 " "	200 " "	" "	—	238,8	—	95,25
	80 " "	200 " "	" "	132,6	241,6	53,04	96,64
	100 " "	200 " "	" "	159,—	244,—	67,6	97,6
	140 " "	200 " "	" "	—	246,4	—	98,56
				—	247,2	—	98,88

dus ook α . De zieke grond nu bevat ook meer organische stof dan de gezonde, n.l. 25 pCt. tegen deze 19,6 pCt.

Ook uit fig. 9 zien wij, dat de zuurabsorbtie eene chemische reactie is, met het evenwichtsverschijnsel. Met de verdunning neemt ook de vastgelegde hoeveelheid zuur af. Opzettelijk hebben wij hier alleen de concentratie verminderd, maar de hoeveelheid zuur dezelfde gelaten.

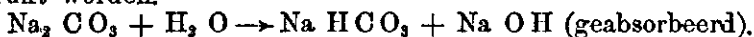
Teekent men de pCt.-lijnen, d. w. z. de curven, die aangeven het percentage van het aangeboden zuur, dat vastgelegd werd, dan krijgt men, omdat de absorbtie lijnen bijna horizontaal verlopen, curven, die nagenoeg aan de formule $xy = c$ beantwoorden (fig. 8).

In fig. 10, waar de hoeveelheid zuur onveranderd gelaten werd, doch het quantum grond toeneemt, zien wij, dat de zuuropname recht evenredig is aan dat quantum (lijn a, b), totdat nagenoeg alle aanwezige zuur opgenomen is en het evenwichtsverschijnsel zich laat gelden; zie b, c, d, e, f . Het punt b zou dus voor den

grond karakteristiek zijn, d. w. z. dat tot een zekere hoeveelheid het zuur aan eene eenvoudige, schijnbaar aflopende reactie deelneemt en dan eerst de zuuropname (bij constante hoeveelheid grond) van de concentratie en het vloeistofquantum afhankelijk wordt, of omgekeerd, dat bij constante hoeveelheid zuur de zuuropname bij het punt *b* van de zuurconcentratie en het quantum grond afhankelijk wordt. Dat in fig. 8, bij *a*, voor den zieken grond dat punt nog *niet* bereikt is, mogen wij uit de lijn *a*, *b* opmaken. Dat wij dus bij de zuurabsorbtie alleen met een eenvoudig chemisme met uitwisseling van metaal-ion tegen H-ion te doen hebben is aan te nemen. Na de eerste reactie, waaraan het zuur door omzetting deelneemt, zal eene tweede tot stand moeten komen, die bij constante hoeveelheid grond echter sterk van de concentratie en het vloeistofquantum afhankelijk is.

De absorbtieverschijnselen bij humusstoffen zijn (voor veenhumus) uitvoerig nagegaan door König¹⁾ en later door van Bemmelen behandeld²⁾.

König bevestigde, wat Rautenberg en Eichhorn gevonden hadden, dat de humusstoffen uit de oplossingen van zouten van HCl, H₂SO₄ en HNO₃ het metaal vastleggen, terwijl daarbij een ander metaal uit den bodem in oplossing komt en aan de zuurrest gebonden wordt; deze laatste wordt *niet* geabsorbeerd. Er heeft dus eene absorbtie onder uitwisseling plaats. Vrije basen worden zonder uitwisseling geabsorbeerd. Zouten van zwakke zuren (Na₂CO₃, Na₂HPO₄) die in oplossing hydrolytisch gedissocieerd zijn, worden schijnbaar in hun geheel geabsorbeerd. In werkelijkheid heeft ook hier voor een gedeelte absorbtie onder uitwisseling plaats; het uitgewisselde metaal vormt dan met het zwakke zuur een onoplosbaar zout, b.v. CaCO₃, Ca₃(PO₄)₂, waardoor de zuurrest uit de oplossing verdwijnt. Voor een ander gedeelte wordt van het hydrolytisch gedissocieerde zout de vrije base zonder uitwisseling geabsorbeerd; er ontstaat dan een zuurzout. Deze absorbtie kan door de volgende vergelijking uitgedrukt worden.



De absorbtie van vrije alkaliën is voor het eerst grondig door van Bemmelen³⁾ bestudeerd. De colloïdale stoffen hebben, al naarmate hun karakter zuur of alkalisch is, de eigenschap alkaliën of zuren absorbtief te binden; daarbij ontstaan verbindingen van inconstante samenstelling. Deze is afhankelijk:

- 1°. Van den aard van het colloïde en van den aard der te absorbeeren stof.
- 2°. Van de hoeveelheid te absorbeeren stof en hare concentratie vooral.
- 3°. Van de temperatuur.

Het tot stand komen der „absorbtieverbindingen” kan als een

¹⁾ Landw. Jahrbücher 11, pag. 1—56.

²⁾ Landw. Vers. St. 35, pag. 127.

³⁾ Landw. Vers. St. 21 en 33, waar ook uitgebreide literatuuropgave.

chemisme opgevat worden, daar ze doorgaans de wording van eene chemische verbinding inleiden. Het colloïde en de te absorbeeren stof staan dus in chemische betrekking tot elkander. Wanneer de absorbtieverbinding Si O_2 (gel) Na O H , aq. bij aanwezigheid van eene voldoende hoeveelheid Na O H , ingedampt of met alcohol behandeld wordt, scheidt zich Si O_2 , $\text{Na}_2 \text{O}$, 3 aq krystalijn af.

Dat de zoogenaamde humaten chemische verbindingen zijn, is niet aan te nemen; men kan ze veel meer als absorbtieverbindingen opvatten, daar ze eene inconstante samenstelling bezitten ¹⁾. De naam humaat is dan ook eigenlijk een verkeerde; aanvankelijk heeft men van humuszuren gesproken, omdat de humusstoffen de eigenschap hebben vrije basen te binden, daarmede verbindingen te vormen, die men dan humaten noemde.

Als individuen zijn deze zuren niet bekend. Men zal de humusstoffen moeten voorstellen als een complex van stoffen met eenigszins verschillende absorbtieve eigenschappen. Dit is vooral evident bij het gedrag, welke verscheidene gronden ten opzichte van vrije basen bezitten. Gelijke hoeveelheden organische stof uit verschillende gronden, leggen ongelijke hoeveelheden base vast. König vond, dat de bruine stoffen meer vrije base vastlegden, dan de zwarte, die in meer gevorderde staat van ontleding verkeerden. De absorbtie van basen bij de humusstoffen komt geheel overeen met die, welke van Bemmelen bij het kiezelzuur-gel bestudeerde. De humusverbindingen gaan, evenals het Si O_2 -gel met alkaliën in oplossing, terwijl eene absorbtieverbinding onoplosbaar achter blijft. Uit deze laatste kan door behandeling met zoutoplossingen de geabsorbeerde base uitgewisseld worden, die dan aan de zuurrest der oplossing gebonden wordt, terwijl het metaal der oplossing door het colloïde vastgelegd wordt. De mate van uitwisseling is ook van de 3 bovengenoemde voorwaarden afhankelijk.

Bij den veenkolonialen grond zien wij hetzelfde gebeuren; behandelt men dezen grond met Na Cl of met natriumsulfaat, dan wordt onder uitwisseling van calcium (en een weinig Mg) Na vastgelegd. De zuurrest wordt onverminderd in de oplossing weer gevonden.

Ook bij de zwavelzuurabsorbties vindt men alle " SO_4 in de vloeistof en het equivalent der vastgelegde H -atomen is als Ca in oplossing gekomen. Men zou dus van de vorming van een onoplosbaar humuszuur kunnen spreken; maar ook dit humuszuur is als eene absorbtieverbinding op te vatten. Fig. 8, 9 en 10 geven hiervan blijk; nadat de grootste hoeveelheid calcium uitgewisseld is, neemt bij toename der concentratie ook de absorbtie toe (fig. 8); bij afname der concentratie neemt de absorbtie af (fig. 9), terwijl er, wanneer te weinig zuur aanwezig is om de grootste hoeveelheid Ca in oplossing te doen gaan, niet

¹⁾ Zoo hebben Mulder en latere onderzoekers tevergeefs naar eene formule voor de humaten gezocht. Ze werden van wisselende samenstelling bevonden, z. o. Berthelot, *Chemie végétale* IV.

alle aangeboden H vastgelegd wordt; er ontstaat dan een evenwicht (fig. 10).

Het blijkt dan, dat de grond eene bepaalde hoeveelheid uitwisselbare metaal-ionen bevat. Deze hoeveelheid wordt door de concentratie van het zuur in zeer geringe mate gewijzigd. De zieke grond bevat er een grooter quantum van dan de gezonde.

Interessant is het nu na te gaan, hoe de met zuur behandelde grond zich gedraagt, wanneer men dezen met water uitwascht. De uitwassching hebben wij verricht, nadat 37,5 gr. luchtdroge grond met 500 cc $\frac{n}{10}$ zuur behandeld was; de vloeistof werd dan afgeschonken en aan de rest evenveel aq. dest. toegevoegd als afgeschonken werd; dit werd eenige malen herhaald. In de eerst afgeschonken vloeistof werd alle "SO₄ aanwezig gevonden, terwijl door titratie een verlies van H gevonden werd, dat met 87,5 cc $\frac{n}{10}$ zuur overeenkomt.

Voor zoover het zwavelzuur niet bij eene eenvoudige chemische omzetting als: $H_2SO_4 + CaCO_3 = CaSO_4 + H_2CO_3$ betrokken is, moeten wij ons op de lijn a, b (fig. 11) de uitwisselingsabsorbtie tusschen een humaat en het zuur voorstellen. Men ziet dan een oplosbaar sulfaat en het onoplosbare organische „humuszuur” ontstaan.

Het oplosbare sulfaat is in hoofdzaak Ca SO₄; het onoplosbare „humuszuur” kan niet nader gedefiniëerd worden. In tabel 13 zijn de uitwaschbepalingen opgeteekend. Uit de tabel kan de werkwijze opgemaakt worden.

Merkwaardig genoeg werd bij de zoogenaamde 1e en 2e uitwassching, ondanks de groote verdunning, opnieuw zuur vastgelegd; men zou, afgegaan op de resultaten in fig. 8, geene absorbtie mogen verwachten.

Bij de verdere behandeling komen er doorlopend H-ionen in oplossing. De hoeveelheid (uitgedrukt in cc $\frac{n}{10}$ H₂SO₄ is wisselend en hangt van den uitwaschduur (waarschijnlijk ook van de temperatuur) af. Na 5½ maand uitwaschduur (laten staan en zeer weinig schudden) is de maximum hoeveelheid in oplossing gekomen.

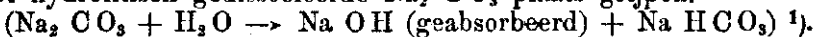
Er dient bij vermeld te worden, dat bij het uitwasschen de vloeistof, al naarmate er meer H-ionen getitreerd worden, sterker gekleurd is. Met zwavelzuur en zink is de vloeistof kleurloos te maken; wij mogen dus aannemen, dat hier het apocreenzuur van Mulder aanwezig is ¹⁾.

Men zal nu, wat de absorbtie onder uitwisseling aangaat, het hoogste absorbtiecijfer verwachten bij die gronden, die de grootste hoeveelheid uitwisselbare base bevat, in ons geval dus bij den zieken grond. Bij de zwavelzuur- en de zoutabsorbties zien wij

¹⁾ l. c.

Data.	cc. afgeschonken.	cc. $\frac{x}{10}$ zuur in 500 cc aanwezig.	cc. na het afschenken in de overgebleven hoeveelheid aanwezig.	cc. door den grond vastgelegd.	cc. $\frac{x}{10}$ zuur uitge-wassen.	Kleur van den afgeschonken vloeistof.
1907.						
22/3	430	412,5	57,75	87,5	—	Kleurloos.
24/3	410	40,—	7,2	105,25	geabsorbeerd.	"
3/4	415	6,5	1,1	105,95	"	Vrij kleurloos.
6/4	405	4,9	0,95	102,15	3,8	Gekleurd.
10/4	415	1,5	0,25	101,60	0,55	" (geel).
7/5	390	2,25	0,5	99,60	2,—	" "
15/8	410	3,15	0,55	96,95	2,65	" (bruin).
20/8	360	2,4	0,67	95,1	1,85	" (geel).
27/8	370	2,15	0,55	93,6	1,55	" "
2/9	367	2,—	0,53	92,15	1,45	" "
6/9	380	1,9	0,44	90,78	1,37	" "
19/9	358	2,9	0,82	88,34	2,44	" "
7/10	358	3,75	1,07	85,41	2,93	" "
21/10	360	3,75	1,05	82,73	2,68	" "
20/11	400	5,38	1,08	78,4	4,33	Donker geel.
1908.						
5/5	370	32,—	8,3	47,48	30,92	Bruin.

dit inderdaad gebeuren. Anders is het bij de absorbtie van soda; daar hebben de gezonde gronden een hooger absorbtiecijfer. Dit kan zeer goed verklaard worden. Behalve de absorbtie onder uitwisseling; zal er eene absorbtie van de vrije base (Na OH) uit het hydrolytisch gedissocieerde Na_2CO_3 plaats grijpen.



Wanneer men nu aanneemt, dat de absorbtie van Na_2CO_3 onder uitwisseling bij den zieken grond grooter is dan bij den gezonden, dan wijzen onze bepalingen er op, dat de basische-

¹⁾ Een verklaring voor een schijnbare vastlegging van soda (afname der alkaliteit van de oplossing) door zieken grond — dus door veengrond, die veel uitwisselbare kalk bevat — is m. i. deze, dat het colloïdaal gebonden calcium gedeeltelijk wordt uitgewisseld tegen het in overmaat aanwezige natrium, waarbij uit het vrij gekomen calcium met het anion CO_3 het onoplosbare Ca CO_3 ontstaat.

Deze verklaring is evenzeer bruikbaar, wanneer men aanneemt, dat aan de uitwisseling alleen hydrolytisch geplitste sodamoleculen deelnemen. Men kan de omzettingen dan als volgt voorstellen: $\text{Colloid-Ca} + 2 \text{Na OH} + 2 \text{Na HCO}_3 = \text{Colloid-Na}_2 + \text{Ca (OH)}_2 + 2 \text{Na HCO}_3$.



Van de twee moleculen soda werd dus een uit de vloeistof verwijderd. Aangezien zieke grond meer uitwisselbaar calcium bevat dan gezonde (zie de onderzoekingen met CO_2 -houdend water) is op deze wijze ook het quantitative verschil in soda-absorbtie tusschen beide gronden te verklaren. Aangezien getitreerd werd na praecipitatie der humusverbindingen (zie blz. 93) kon het in oplossing gegaan colloïd-Na geen invloed hebben.

absorbtie bij den gezonden grond *veel* sterker is dan bij den zieken. De gezonde organische stof schijnt dus beter (in grooter hoeveelheid) absorbtieverbindingen met Na OH te kunnen aangaan dan de zieke.

Een systematisch onderzoek naar deze verschijnselen wordt voortgezet; wij kunnen thans volstaan met de mededeeling van bovenstaande proeven. Voor de kwestie der haverziekte zelve is het voldoende aangetoond te hebben, dat er tusschen zieke en gezonde gronden ten opzichte van hun gedrag tegenover zuren en alkaliën een essentieel verschil bestaat.

Wij hebben herhaaldelijk, ook bij latere analyses, dit verschil bevestigd gevonden. Wij durven het onderscheid zoo karakteristiek noemen, dat het bij vergelijking van 2 onbekende gronden reeds dadelijk doet zien, welke de zieke is, of welke het dichtst aan ziek worden toe is. Ja zelfs mag men de ziektegraad naar de zwavelzuurcijfers beoordeelen. Men houde dan echter in het oog, dat het gehalte aan organische stof bekend moet zijn en men dan de absorbtiegraad per eenheid organische stof berekent.

Het percentage organische bestanddeelen is bij diverse gronden zeer uiteenlopend; wel kan men aannemen, dat de oude gronden over het algemeen rijker aan organische stoffen zijn dan de nieuwere. Bij de eerste werd het oorspronkelijke gehalte verhoogd door jarenlange stalbemesting en niet minder door het mesten met compost, en door de cultuur ¹⁾ (wortelresten, stoppel etc.). Een gemiddelde kunnen wij niet opgeven; de klem-sloten (en de zanderige plekken, die in de oude Veenkoloniën niet zeldzaam zijn) hebben een lager gehalte dan de grond midden op een perceel. Duidelijk komt dit uit bij het zieke proefveld 1907 (teekening II), waar naar het oosten toe het organische stofgehalte der perceeltjes stijgt; in tabel 15 zijn de cijfers weergegeven.

Het laagste gehalte van alle gronden, die wij onderzochten, vonden wij op een zanderige plek, n.l. 6,8 pCt., het hoogste bedroeg 49,— pCt.

De bepaling der organische bestanddeelen is vrij lastig, omdat deze stoffen een niet onbelangrijke hoeveelheid minerale stoffen, absorbtief gebonden, bevatten; bovendien hebben zij de eigenschap water hardnekkig vast te houden; ze zijn uiterst hygroskopisch. In de waterstof bij 98° kan men den grond tot constant gewicht drogen; soms vindt men na lang drogen eene gewichtstoename. In de droogstof bij 104° droogt men eveneens tot constant gewicht en vindt dan dezelfde cijfers als bij 98°. Droogt men denzelfden grond daarna bij 120°, dan heeft er een gewichtsafname plaats, al naar het gehalte aan organische stof, soms

¹⁾ Vóór de invoering der kunstmeststoffen, toen de veehouderij nog niet op den achtergrond gedrongen was, vond men nog veel groenland in de veenkoloniën. De zode zal den bodem met veel organische stof verrijkt hebben.

tot 1 pCt.; na korten tijd bereikt men een constant gewicht. Bij 130°, 140°, 150° doet men dezelfde ervaring op; alleen moet men bij deze temperaturen, soms dagen lang drogen om een constant gewicht te bereiken. In verband hiermede hebben wij de gronden alle bij 104° gedroogd en in dien gedroogden grond het gloeiverlies bepaald; dit gloeiverlies hebben wij kortheidshalve het percentage organische stof genoemd. Dit cijfer is dus niet nauwkeurig; het bewijst voor onze berekeningen, die meest vergelijkende waarde hebben, goede diensten.

De soda- en zwavelzuurproeven hebben de duidelijke aanwijzing gegeven, dat bij het verder onderzoek het karakter der organische bestanddeelen zoo mogelijk nader gedefinieerd zal moeten worden; vooral de sodaproeven hadden eene directe aanwijzing gegeven. Wij hadden n.l. enkele soda-extracten ingedampt, bij 104° tot constant gewicht gedroogd, gewogen, gegloeid en weder gewogen. Het verschil beider wegingen, verminderd met de hoeveelheid soda, die in de oplossing was, zijn hier voor de nos 588—591 weergegeven:

588 1e 10 cM. ziek . . .	1,29 pCt.
589 2e 10 „ „ . . .	1,46 „
590 1e 10 „ gezond . . .	2,15 „
591 2e 10 „ „ . . .	2,89 „

De gezonde nummers bevatten meer oplosbare organische stof dan de zieke nummers ¹⁾. Zouden deze verschillen karakteristiek te noemen zijn?

Ook eene andere overweging heeft ons er toe gebracht veel betekenis aan het onderzoek der organische bestanddeelen te hechten.

Alkalische gronden van mineralen aard, de krijtgronden, de nieuwe dollardgronden, brengen de beste haver voort; de alkaliteit alleen heeft dus blijkbaar geen invloed op het ontstaan der haverziekte; brengt men nu echter krijt of zware klei op den humeuzen veenkolonialen grond, dan zien wij wel de ziekte optreden. Daaruit maken wij op, dat *de alkaliteit in medewerking met den aard der organische stof de oorzaak is der ziekteverschijnselen*. Met de humusstoffen dienden wij ons dus nader bezig te houden.

Wij hebben daartoe de „matière noire” volgens Grandeau bepaald, d. w. z. de humusbestanddeelen, die gemakkelijk in 5 procentige ammoniak oplossen. De methode werd door ons gewijzigd uitgevoerd. 20 gram luchtdroge grond werden gedurende 2 × 24 uren met 250 cc 5-procentige NH₃ onder herhaald schudden weggezet; daarna werd voorzichtig afgeschonken, dan werd een nieuwe hoeveelheid ammoniak toegevoegd gelijk aan het af-

¹⁾ Berekent men het percentage op de organische stof zelve, dan vindt men ongeveer dezelfde verhoudingen terug, daar het percent org. stof voor de 4 gronden ongeveer gelijk is.

geschonken volume. Wederom werd 2×24 uren de kolf weggezegt; na afloop werd dan het 1e afschenkfel in de oorspronkelijke kolf gegoten en het geheel snel gefiltreerd. Van het filtraat werden 100 cc ingedampt bij 104° , tot constant gewicht gedroogd, gewogen, verascht, weder gewogen, en het verschil der twee wegingen in procenten op den grond of op de organische stof berekend, kortweg het grandeaucijfer genoemd. Gaan wij de cijfers na van tabel 14, dan zien wij, dat *alle typisch gezonde*

Tabel 14.

No. of merk.	Aard van het monster:		pCt. vocht van den luchtdrogen grond bij 100 ^o gedroogd.	pCt. gloeiverlies van den bij 100 ^o gedroogden grond (org. stof).	Matière noire.		pCt. Grandeau humus op het gloeiverlies (org. stof) berekend.
	Opmerkingen.				(Grandeau humus) pCt. van den luchtdrogen grond.	pCt. asch op de Grandeau humus berekend.	
618	ziek	Veendam	4,7	17,5	4,9	10,96	28,—
622	gezond	„	5,3	22,7	9,53	10,68	41,9
624	„	gemaakt met $MnSO_4$: 2e Exloermond N. V.	3,2	12,3	2,01	16,63	16,3
626	ziek	2e Exloermond	3,—	9,7	2,12	12,80	21,9
628	gezond	Veendam	5,2	18,9	5,23	11,01	27,7
630	ziek	„	4,8	13,—	4,32	11,50	24,—
634	gezond	Drouwenermond N. V.	3,2	11,4	4,27	10,45	37,5
636	ziek	„ „	3,3	13,—	2,25	10,03	17,3
638	gezond	Veendam	3,9	16,7	8,04	11,85	48,1
640	ziek	(veel kalk) Veendam	4,—	10,3	2,84	12,02	17,4
646	gezond	gemaakt met laikemodder en zwav. amm	2,3	8,7	2,37	16,5	32,9
648	ziek	als 646 van den Ommelanderswijk	2,6	10,7	3,43	10,59	32,1
650	gezond	Wildervankelerdallen	4,7	18,1	7,39	10,93	40,8
652	ziek	„	4,4	14,5	4,13	13,03	29,7
654	gezond	Nieuw-Buinen N. V.	3,2	14,1	3,89	12,37	27,6
656	ziek	„ „	2,9	11,7	2,88	13,91	24,6
659	gezond	Veendam } zie 638 en 640	4,2	16,7	8,16	10,77	48,9
661	ziek	„ }	4,2	10,1	3,91	12,90	24,3
663	gezond	gemaakt met laikemodder en zwav. amm.	2,4	9,2	3,09	13,52	33,6
665	ziek	als 663 zie 646—648	2,6	9,2	3,44	14,—	37,4

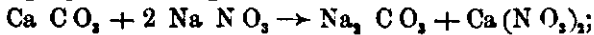
No. of merk.	Aard van het monster:		pCt. vocht van den luchtdrogen grond bij 100° gedroogd	pCt. gloeiverlies van den bij 100° gedroogden grond (org. stof).	Matière noire.		pCt. Grandeau humus op het gloeiverlies (org. stof) berekend.
	Opmerkingen.				(Grandeau humus) pCt. van den luchtdrogen grond.	pCt. aach op de Grandeau humus berekend.	
667	gezond	gemaakt met zwav. amm. Veendam	3,4	13,6	4,64	12,73	33,4
669	ziek	Veendam	3,5	13,5	4,87	11,95	36,1
677	gezond	gemaakt met zwav. amm. Veendam	4,7	17,4	4,72	12,14	27,1
679	ziek	Veendam	4,8	16,8	4,51	14,37	26,9
681	gezond	gemaakt met $Mn SO_4$ Veendam	3,3	13,5	3,58	10,30	26,5
683	ziek	Veendam	3,7	16,1	4,92	11,97	30,6
689	gezond	gemaakt met $Na H SO_4$ Borger Comp.	3,1	11,7	4,25	12,73	36,3
691	ziek	Borger Comp.	3,0	13,—	4,10	8,25	32,—
693	ziek	gemaakt met koolzure kalk Borger Comp.	5,4	11,1	3,8	10,27	34,2
44	gezond	Veendam	—	—	8,04	10,33	—
33	ziek	„	—	—	5,97	9,91	—
g.	gezond	„	—	19,6	8,9	10,72	45,4
z.	ziek	„	—	25,0	6,1	11,02	24,4
2	gezond	. . . . .	—	17,7	6,32	10,96	35,7
8	in 1906	gezond gemaakt met zwav. amm.	—	17,—	4,2	11,22	24,7
17	ziek	gemaakt met $Ca CO_3$ en chili	—	19,5	4,38	12,44	22,5
23	ziek,	kreeg bovendien $Ca CO_3$ en chili.	—	15,6	2,47	15,07	15,8
24	ziek,	kreeg chili	—	18,2	4,68	12,24	25,7
30	gezond	gemaakt met zwav. amm.	—	18,7	4,56	11,4	24,4
32	ziek	en kreeg bovendien welklei	—	11,4	1,19	—	10,4

Terrain proefstation (1906).

gronden meer grandeauhumus bevatten dan de corresponderende zieke. Bij de gezond gemaakte zieke gronden bestaat dit verschil niet in dien zin (zie nos 624, 626, 646, 648, 663, 665, 667, 669, 677, 679, 681, 683, 689 en 691). Groot zijn de verschillen

bij de karakteristieke nos 618 en 622, waar de grandeaucijfers op organische stof berekend, aanzienlijk uiteenloopen. No. 634 bevat meer dan tweemaal zooveel als no. 636, no. 638 bijna driemaal zooveel, no. 650 bijna 1½-maal het bedrag van no. 652, no. 659 tweemaal zooveel als no. 661; zie verder nos 44 en 33, de ongenummerde gronden *g* en *z*, verder nos 2 en 17. 2 en 23. 24, 30 of 32. Wij zien uit de tabel, dat de aschgehalten van de grandeaumhumus niet sterk uiteenloopen, het percentage schomfelt om het bedrag 11. Bij nos 624 en 646 is het ± 16 pCt., deze zijn gezond gemaakte zieke gronden; dat ze een hooger grandeaumuschgehalte hebben komt ons toevallig voor, omdat de eveneens gezond gemaakte nos 667, 677, 687 en 689 niet een verschil in die richting aanwijzen. De kennis der samenstelling van die asch kan evenwel van belang zijn; deze kwestie zal nader ter sprake gebracht worden.

In het eerste Hoofdstuk hebben wij het ontstaan der ziekte een proces genoemd dat langzaam verloopt; dus het optreden der ziekte zou dan geen gevolg zijn van een plotseling geschapen toestand. Moesten wij nu naar aanleiding van de grandeaucijfers een langzaam veranderen der organische stof aannemen? Chemisch is het te verklaren: door de kalkbemesting zal n.l. het in alcaliën onoplosbare „kalkhumaat” ontstaan, vooral wanneer kunstmest op het land gebracht wordt, tegelijk of na eene overvloedige kalkbemesting. Wij hebben reeds over het oplossen van de koolzure kalk door de kalizouten gesproken, ook chilisalpeter zal een dergelijke werking uitoefenen.



de soda lost dan een „humaat” op en het kalknitraat slaat weer een dubbelhumaat neer, dat *niet* in alcaliën oplost.

Tabel 15a.

Vakje.	Behandeling (zie teekening I).	Oorspronkelijk Grandeau- cijfer op gloeiverlies berekend.	Grandeau- cijfer in 1906.	Grandeau- cijfer in 1907.
17	Ziek <i>gemaakt</i> met chili en Ca CO ₃	35,5	22,5	19,5
23	Ziek — kreeg chili en Ca CO ₃	22,8	15,8	13,2
24	Ziek — kreeg chili. . . .	—	25,7	25,3
8	Ziek — kreeg zwav. amm. in 1906 en was gezond; in 1907 chili en werd ziek	23,—	24,7	25,4
30	Gezond <i>gemaakt</i> met zwavel- zure ammoniak.	22,—	24,4	25,9

Op die kampen, waar eene dergelijke reactie plaats grijpt, zullen wij dan ook een achteruitgang in het grandeaucijfer moeten kunnen aanwijzen. Wij hebben die achteruitgang dan ook gevonden bij vakjes 17 en 23 (teekening I, pag. 56a). Een oorspronkelijk gezonde grond, kreeg in 1905 en 1906 elk jaar 4000 K.G. Ca CO_3 (p. II.A.), 23, een natuurlijk zieke grond, evenzoo, 24 werd door chilibemesting ziek gemaakt.

Een teruggang van het grandeaughalte bij 24 is niet waar te nemen; de met zwavelzure ammoniak gezond gemaakte nos 8 en 30 hebben misschien een iets hooger grandeaucijfer gekregen.

De afname is vooral bij 17 het eerste jaar zeer sterk, evenzoo bij 23.

Van diverse perceeltjes van het zieke proefveld 1907, zie teekening II. hebben wij het grandeaughalte bepaald. In tabel 15 zijn de resultaten samengevat. In de eerste plaats zien wij het gehalte aan organische stoffen in de richting zuid (dat is loodrecht op de wijk en klemsloot) toenemen. De grandeaucijfers (op de organische stof berekend) zijn betrekkelijk weinig uiteenlopend te nemen. Alleen de veldjes, die zure meststoffen kregen, 8, 9, 10 en 12, hebben, in vergelijking met 17 b.v., een vrij hoog gehalte. Het stalmestperceeltje heeft het hoogste gehalte (de haver was er ziek). No. 19, dat Ca CO_3 kreeg, en vooral no. 39, dat Ca (OH)_2 kreeg, hebben een zeer laag grandeaucijfer.

Bovenstaande regelmatigheden leidden tot de volgende overweging.

Men zou den indruk kunnen krijgen, dat de hoeveelheid in ammoniak onoplosbare organische stoffen in rechtstreeksch verband staat met het optreden der ziekte. Intusschen dient opgemerkt, dat de vorming dier onoplosbare stoffen een gevolg is van kalkgebruik, zoodat de vorming er van in zooverre als een secundair verschijnsel kan worden opgevat.

De onoplosbare organische stoffen mogen in elk geval door hunne alkalische reactie als de *aanleidende* oorzaak der ziekte beschouwd worden.

Wij kunnen dus die gronden met een hoog grandeaughalte veilig als zeer gezonde aannemen, b.v. 622, 638 en *g* en dan ook verwachten, dat gezonde gronden met een hoog gehalte aan organische stoffen, na eene overmatige kalkbemesting minder speedig door de ziekte aangetast zullen worden dan die, welke weinig organische bestanddeelen bevatten.

Inderdaad zien wij de zanderige plekken, klemsloten etc. het eerst ziek worden, en zooals reeds in Hoofdstuk I vermeld werd, is de haverziekte in de oude veenkoloniën op de mosselkampen eerst jaren (soms 15) na de aanwending der mosselen opgetreden.

Onze pogingen om een volmaakt gezonden grond door overmatige kalkbemesting in één jaar ziek te maken, zijn dan ook mislukt. De nieuwere gronden, die wij in handen kregen, bevatten geen van alle meer dan 15 pCt. organische stof; ze zijn gewoonlijk minder rijk daaraan dan de oude gronden; ook zal een

Het zieke proefveld (1907) zie teekening II.

No.	No proefperceel.	Bemest met:	Vochtgehalte 1000.	Org. stof.	Grandeau- cijfer in pCt. van de org. stof.
532	1	Zwavel-zure ammoniak.	3,65	11,15	18,57
533	8	K H S O_4 .	5,2	17,1	23,63
534	9	$\text{H}_2 \text{ S O}_4$.	6,4	18,4	26,36
535	10	H Cl .	6,—	19,3	24,40
536	11	Stalmest.	6,5	21,7	31,15
537	12	Veenbonksel.	9,1	26,7	24,41
538	13	Soda.	9,2	26,5	22,49
539	14	Ureum.	8,8	26,9	21,45
540	15	Kalksalpeter.	8,2	26,6	20,26
541	16	Geen stikstof.	9,9	27,1	20,77
542	17 (Oost)	Chili.	8,8	23,2	21,70
543	17 (West)	Chili + later Mn S O_4 .	9,4	27,8	19,80
544	19	Ca C O_3 .	8,—	27,2	18,09
545	35	Mn (O H)_2 vroeg.	4,75	16,45	21,80
546	37	Laikemodder.	5,3	16,9	20,59
547	30	Zand.	6,4	23,7	22,49
548	39 (Oost)	Ca (O H)_2 .	4,2	12,5	17,12
549	39 (West)	Ca (O H)_2 + later Mn Cl_2 .	4,85	15,15	18,94
550	40 (Oost)	Chili.	3,4	11,3	22,12
551	40 (Oost)	Chili + laat Mn S O_4 .	4,2	13,6	20,96

grooter deel uit nog weinig vergane plantenresten (veen) bestaan. Wij zullen dus op de nieuwere gronden een spoediger optreden en sneller uitbreiden der ziekte moeten waarnemen; dit is inderdaad het geval. Eenige malen namen wij de ziekte waar in de nieuwe veenkoloniën, zeer kort na eene zelfs niet overmatige kalkbemesting ¹⁾, op een stuk land, dat vroeger *nooit* met een overmaat kalk behandeld was, zooals dit in de oude Veenkoloniën

¹⁾ Na eene bemesting naar 100 K.G. kalk per H.A. zagen we in de N. Veenkoloniën een kamp, die vroeger nooit overmatig bekalkt was, ziek worden; bij onze proef op volmaakt gezonden ouden grond was 8000 K.G. Ca (O H)_2 nog niet voldoende.

herhaaldelijk gebeurde. In de nieuwe Veenkoloniën wordt kunstmest in *groot* hoeveelheid aangewend dan in de oude Veenkoloniën, waar men nog van stikstofnawerking en soms van phosphorzuurnawerking spreekt. Chilisalpeter wordt tot 800 K.G. per H.A. aangewend. Alle omstandigheden, wat de bemesting aangaat, werken na eene kalkbemesting het optreden der ziekte op de gronden, die minder rijk aan organische stof zijn, in de hand.

Intusschen is met het aanwezig zijn van een groot quantum in alkaliën onoplosbare organische stof de directe oorzaak der ziekte niet verklaard; het „waarom” der ziekteverschijnselen is niet aangeroerd. Dit zal aan het einde van het verslag ter sprake komen.

In de landbouwcourant, behoorende bij de Noord-Ooster van 10 Juni 1905 geeft de Rijkslandbouwleeraar, de heer J. Elma, als zijne meening te kennen, dat er bij de zieke gronden iets aan het absorbtievermogen van den bodem afgedaan zoude zijn, waardoor op zieke plaatsen de plant over minder voedende bestanddeelen zou beschikken ¹⁾. Deze opvatting kunnen wij weerleggen met het feit, dat een ziek gewas geheel normaal gemaakt wordt door eene geringe hoeveelheid $Mn SO_4$; dit zoude niet het geval kunnen zijn, wanneer de zieke grond niet voldoende voedende bestanddeelen in voorraad hield.

Intusschen is het van werkelijk belang het absorbtievermogen na te gaan, omdat met de humusverandering bij den zieken grond, die wij met de grandeaubepaling aantoonde, ook eene verandering in absorbtievermogen plaats gehad kon hebben; voor de veenkoloniale bemestingsleer kan de kennis van eene eventuele verandering in absorbtievermogen van beteekenis zijn; bovendien is het wenschelijk te onderzoeken, of de absorbtie bij deze humeuze gronden aan dezelfde wetten onderworpen is, als bij de minerale gronden.

Absorbtieproeven met KCl.

40 gram luchtdroge grond werden met $400 \text{ cc} \pm \frac{n}{10}$ KCl gedurende 24 uren weggezet onder geregeld schudden, gefiltreerd door een zuigfilter en in het filtraat kali bepaald. Dan werd nog het vasthoudingsvermogen nagegaan door eenige malen met evenveel aq. dest. uit te wasschen als er vloeistof van den grond afgezogen was. Voor de gronden nos 593—596, 599—602 is in tabel 16 een overzicht gegeven. De absorbtiecijfers zijn in grammen KCl uitgedrukt; dat het zout in zijn geheel geabsorbeerd wordt, willen wij hiermede niet zeggen. Beter hadden wij gesproken van eene ionen vastlegging, eene absorbtie onder uitwisseling, omdat het K in den grond vastgehouden blijft en het Cl onverminderd (hoofdzakelijk) aan Ca gebonden, in de oplos-

¹⁾ E. zoekt een verband met het bekende onvruchtbare loodzand.

sing blijft. Deze reactie is dus een chemisme, waarbij in hoofdzaak calcium in oplossing komt. Gemakshalve is de hoeveelheid vastgelegd kalium in grammen KCl weergegeven.

Tabel 16.

No.	Aard.	Geabsorbeerd.	1e maal uitgewassen.	2e maal uitgewassen.	3e maal uitgewassen.	Totaal uitgewassen.	Blijft geabsorbeerd.	pCt. van het oorspronkelijk geabsorbeerd.
593	1e 10 c.M. gezond.	0,3315	0,0180	0,0386	0,0567	0,1133	0,2182	65,8
594	2e 10 „ „	0,5768	0,0817	0,0562	0,0764	0,1643	0,4125	71,5
595	1e 10 „ ziek.	0,5661	0,0934	0,0526	0,0790	0,2250	0,3111	60,3
596	2e 10 „ „	0,6868	0,0788	0,0767	0,0736	0,2289	0,4599	66,3
599	1e 10 „ gezond.	0,5355	0,0421	0,0426	0,0576	0,1430	0,3062	73,6
600	2e 10 „ „	0,6228	0,0974	0,0386	0,0369	0,1729	0,3499	56,2
601	1e 10 „ ziek.	0,4726	0,0560	0,0556	0,0614	0,1730	0,3499	63,3
602	2e 10 „ „	0,4066	0,0527	0,0516	—	—	0,2990	—

Vergelijkt men 593 met 595 en 594 met 596, dan blijkt, dat de zieke Nos. meer kali vastleggen dan de gezonde.

Bij de uitwasschingen vinden wij, dat de zieke nummers in absolute hoeveelheid meer kali afstaan; er blijft ten slotte nog meer geabsorbeerd; percentsgewijze (in proc. van het oorspronkelijk vastgelegde, zie laatste kolom) echter bevatten de zieke na de uitwasschingen minder KCl dan de gezonde.

Bij de uitwasschingen gaat er bij nos 593 en 594 KCl in stijgende hoeveelheid in oplossing, bij nos 595 en 596 bestaat die regelmatigheid niet.

Bij de serie nos 599—602 leggen de zieke gronden minder kali vast dan de gezonde; de zieke grond no. 601 staat bij het uitwassen meer af dan no. 599 en houdt dientengevolge in absolute hoeveelheid, zoowel als in percentage, minder vast. Regelmaat bij de uitwasschingen komt niet voor. Deze serie gedraagt zich slechts in één opzicht gelijk aan de vorige, n.l. van de oorspronkelijke hoeveelheid vastgelegd kali houdt de zieke het minste vast. Niettemin blijft eene belangrijke hoeveelheid geabsorbeerd.

Dat dus bij de werkelijk zieke gronden een gebrek aan absorptievermogen zou bestaan, is ook op grond van deze cijfers niet aan te nemen. Belangrijk is het, dat van het vastgelegde kali zooveel uitgewassen kan worden; dat het vasthoudingsvermogen niet groot is, moet toegeschreven worden aan de oplosbaarheid van het „kalihumaat“. Bij elke uitwassching is het filtraat donkerder gekleurd, de laatste filtraten zijn donker bruin, met HCl ontstaat een neerslag. Indien het verschil in kleur het gevolg is van

een verschil in hoeveelheid opgeloste organische stof, met dien verstande, dat een donkerder kleur eene grootere hoeveelheid humus beteekent. dan is bij elke nieuwe uitwassching meer humus in oplossing gekomen en is de hoeveelheid daarvan alleen oplosbaar geweest in de vloeistof van *bepaalde* concentratie der minerale zouten. Met de verdunning der KCl-oplossing neemt de oplosbaarheid van het „humaat” toe; een verschijnsel, waarvan het omgekeerde geval bekend is, n.l. dat humusverbindingen in zwak alkalische of neutrale oplossing, door toevoeging van zouten geprecipiteerd worden. Het opgeloste kalihumaat zal, als zout van een zwak zuur, alkalisch reageeren. De laatste uitwasschingen zullen dan rood lakmoes blauw moeten kleuren. In tabel 17 is het overzicht van de reacties der uitwasschingen weergegeven.

Tabel 17.

	593	594	595	596	Opmerkingen.
Filtraat	alc.	zuur	alc.	alc.	De gronden 593, 594 en 599, 600 reageerden zeer zwak zuur, 595 en 596 neutraal en 601, 602 alcalisch, ten opzichte van lakmoespapier.
1e uitwassching .	zuur	alc.	onzeker	alc.	
2e „	onzeker	onzeker	alc.	alc.	
3e „	alc.	alc.	alc.	alc.	
	599	600	601	602	
Filtraat	alc.	zuur	alc.	alc.	
1e uitwassching .	alc.	alc.	onzeker	alc.	
2e „	zuur?	onzeker	alc.	alc.	
3e „	alc.	alc.	alc.	—	

We willen er op wijzen, dat zooals hier blijkt van een zuur-reageerenden veengrond, een alkalische oplossing kan ontstaan. Dit is in verband met de rol, die de reactie bij de haverziekte speelt, van beteekenis.

Men zou kunnen meenen, dat de alcalische reactie der oplossingen veroorzaakt zou zijn door de omzetting van Ca CO_3 uit den grond met het nog aanwezige KCl; dat dit niet zoo is, kunnen wij niet als bewezen aannemen, onwaarschijnlijk lijkt het ons zeker, daar proeven over de oplosbaarheid van Ca CO_3 in verdunde zoutoplossingen door ons verricht, deden zien, dat die oplosbaarheid zoo gering is, dat de lakmoespapiertjes veel langzamer verkleuren, dan het bij de humaatoplossing het geval was ¹⁾.

¹⁾ Zie ook hoofdstuk II, pag. 71, eene alkalische reactie treedt eerst dan op, wanneer vrij koolzuur ontwijken kan.

Absorptiebepalingen met KCl nemen veel tijd in beslag en leveren analytische bezwaren op. Daarom hebben wij met een typisch zieken en een dito gezonden grond absorptiebepalingen met NH_4Cl ondernomen. Ze werden op dezelfde wijze uitgevoerd als die met KCl., er werd echter meermalen uitgewassen. Zie tabel 18 en fig. 11.

Tabel 18.

Absorptie en uitwasschingen met $\pm \frac{n}{10} \text{N H}_4 \text{Cl}$. 40 Gr. luchtdroge grond met 400 cc. $\pm \frac{n}{10} \text{H}_4 \text{N Cl}$ daarna uitwassen.

GEZOND.						ZIEK.					
Datum.	Afgeschonken cc.	Gr. $\text{N H}_4 \text{Cl}$. in 400 cc.	In de achtergebleven vloeistof nog aanwezig.	Vastgehouden Gr.	Uitgewassen. Gr.	Datum.	Afgeschonken cc.	Gr. $\text{N H}_4 \text{Cl}$. in 400 cc.	In de overgebleven vloeistof aanwezig.	Vastgehouden in Gr.	Uitgewassen in Gr.
31/8	375	2,0164	0,1280	0,1198	—	30/8	377	1,9140	0,110	0,222	—
2/9	375	0,1025	0,0064	0,1431	<i>geabs.</i>	31/8	368	0,1025	0,0082	0,2295	<i>geabs.</i>
3/9	370	0,0598	0,0045	0,0897	0,0534	2/9	370	0,0470	0,0035	0,1907	0,0388
4/9	380	0,0085	0,0004	0,0857	0,0040	3/9	335	0,0128	0,0005	0,1814	0,0093
6/9	368	—	—	0,0868	<i>geabs.</i>	4/9	380	0,0427	0,0021	0,1392	0,0423
7/9	340	0,0085	0,0013	0,0776	0,0085	6/9	372	0,0085	0,0006	0,1328	0,0064
9/9	370	0,0256	0,0019	0,0533	0,0243	7/9	392	0,0043	0,0001	0,1291	0,0037
10/9	360	0,0085	0,0009	0,0467	0,0066	9/9	378	0,0085	0,0005	0,1207	0,0084
11/9	352	0,0085	0,0010	0,0391	0,0076	10/9	373	0,0083	0,0006	0,1127	0,0080
12/9	332	0,0043	0,0007	0,0358	0,0033	11/9	370	0,0071	0,0013	0,0962	0,0165
13/9	340	0,0043	0,0016	0,0322	0,0036	12/9	365	0,0128	0,0011	0,0847	0,0115
14/9	304	0,0043	0,0010	0,0285	0,0037	13/9	364	0,0128	0,0012	0,0730	0,0117
16/9	280	—	—	0,0295	<i>geabs.</i>	14/9	356	0,0085	0,0009	0,0657	0,0073
						16/9	333	0,0085	0,0009	0,0581	0,0076

De zieke grond legt meer ammonium vast dan de gezonde. Bij de eerste uitwassching zien wij hetzelfde merkwaardige verschijnsel als bij de uitwasschingen na de zwavelzuur-vastlegging; ook hier wordt opnieuw uit de sterker verdunde oplossing geabsorbeerd.

Bij den gezonden grond is de nieuwe absorptie grooter dan bij den zieken. Beide gronden staan bij elke nieuwe uitwassching hun NH_4 ongelijkmatig af. Bij de tweede uitwassching wordt

door beide gronden eene groote hoeveelheid NH_4 afgegeven; bij den gezonden grond de maximum-hoeveelheid, bij den zieken wordt de grootste quantiteit den 4den keer uitgewasschen. Na de 13de uitwassching houdt de zieke grond slechts 29,6 pCt. van de oorspronkelijke hoeveelheid vast, de gezonde 24,6 pCt. De curven der fig. 11 hebben eene groote overeenkomst.

Daar nagenoeg alleen de organische stoffen bij de absorbtie betrokken zijn, zal men bij een grond, rijk aan organische bestanddeelen, allicht een hooger absorbtiecijfer moeten vinden dan bij een humusarmen grond.

De boven beschreven cijfers bij de K en NH_4 absorbtie gevonden, moeten we dus op de organische stof berekenen. Voor de nos 593, 595; 594, 596; 599, 601; 600, 602; „g” en „z”, hebben wij de verhouding der gehalten aan organische stof en de verhouding der absorbtiecijfers naast elkaar gezet.

Nemen wij aan, dat de humusbestanddeelen van den vergelijkbaren zieken en gezonden grond zich ten opzichte der absorbtie eender gedragen, dan zullen de absorbtiecijfers zich moeten verhouden als de gehalten aan organische stof; dit nu is volgens tabel 18 niet het geval. Steeds is *die verhouding kleiner, m.a.w. de zieke organische stof legt meer kationen vast dan de gezonde*¹⁾.

Tabel 18a.

No.	Aard.	Org. stof pCt.	Verhouding org. stof.	Verhouding geabsorbeerd zout.
593	1e 10 c.M. gezond.	—	593/595 = (1—0,75).	0,59
594	2e 10 „ „	48,8		
595	1e 10 „ ziek.	39,6	594/596 = 1,07.	0,84
596	2e 10 „ „	45,7		
599	1e 10 „ gezond.	32,95	599/601 = 1,58.	1,14
600	2e 10 „ „	43,28		
601	1e 10 „ ziek.	20,85	600/602 = 2,15.	1,53
602	2e 10 „ „	21,10		
g.	gezond.	19,6	g/z = 0,73.	0,54
z.	ziek.	25,—		

1) Het verhoudingscijfer van de org. stofgehalten der Nos. 593—595 konden we niet bepalen. We mogen veilig aannemen, dat het niet grooter dan 1 is en daar we bij deze serie te doen hebben met zeer humusrijken grond is het gehalte zeker niet kleiner dan 30 pCt. Het verhoudingscijfer ligt dan tusschen 0,75 en 1.

In fig. 11 hebben wij nog de curven geteekend voor de absorbtiecijfers per gram organische stof.

Wij hadden het resultaat van deze berekening ook door overweging kunnen bereiken. Het was toch bekend, dat de zieke gronden meer in CO_2 oplosbare kalk bevatten dan de gezonde; voorts, dat hun grandeaucijfer lager is, d.w.z. dat ze meer in alkaliën onoplosbare organische stoffen (calcium-dubbelhumaat) bevatten. Wanneer wij nu weten, dat hoofdzakelijk het calcium aan de uitwisseling deel neemt, dan ligt de meening nabij, dat ook de zieke gronden meer kationen zullen vastleggen dan de gezonde.

De absorbtie onder uitwisseling van Ca is analoog aan de bekende uitwisselingsverschijnselen der zeolithen, wanneer deze met zoutoplossingen behandeld worden ¹⁾. De humeuze gronden gedragen zich bij het uitwasschen anders dan de minerale gronden.

Immers bij de laatste is het eens vastgestelde kation niet of in uiterst geringe mate uitwaschbaar, wat bij de humeuze veenkoloniale grond wel het geval blijkt. Dit was tot op zekere hoogte te verwachten, daar de humaten min of meer oplosbaar zijn, al naarmate er zouten in oplossing voorkomen. (De uitwaschbaarheid is vooral na de NH_4 absorbtie zeer groot gebleken). Door deze eigenschap staan ze belangrijk bij de minerale gronden achter; in deze gronden zijn de zeolithen zelf een onveranderlijk bestanddeel; wel wisselt hunne samenstelling door de uitwisseling der alkaliën, hun aard en ook hun quantiteit verandert niet. Geheel anders is dit bij den veenkolonialen bodem; niet alleen, dat de samenstelling der humaten door de behandeling met zoutoplossing verandert, maar ook hun aard. Zoo gauw er na de bemesting regen valt en de bodem geheel doorspoeld wordt, zullen er humaten in den ondergrond zakken en in de wijken terecht komen. (Het water der wijken is, waar het niet door fabriekswater verontreinigd is, donkerbruin gekleurd). Bovendien wordt de oplosbaarheid der organische stoffen sterk verhoogd, wanneer de grond aanhoudend nat gehouden wordt.

Men zal bij de bemesting dezer gronden er zorg voor moeten dragen, dat ze een uitwisselbaar bestanddeel bevatten, dat voor de plantenvoeding niet te groote waarde bezit. Ca en Na zijn de aangewezen alkaliën. Onbewust zorgt men daarvoor bij de bemesting met slakkenmeel of superphosfaat.

Bij herhaalde bovenmatig hooge kalibemesting, b.v. wanneer 1200—1400 K.G. kaliniet aangewend wordt, is de kans dat er tenslotte uitwisselbare kationen te weinig in den bodem zijn, vrij groot.

Daar deze humeuze zandgronden hunne vruchtbaarheid aan de humusstoffen en de eigenschappen daarvan ontleenen en daar wij weten, dat de organische bestanddeelen doorlopend aan ver-

¹⁾ R. GANS, Zeolithe und ähnliche Verbindungen, ihre Constitution und Bedeutung für Technik und Landwirtschaft. Jahrb. Königl. Preuss. geol. Landesanstalt. Bd. XXVI, 1905. Heft 2.

100 gram vochtige grond werden met 100 cc. F

Grammen op 100 gr. luchtdrogen grond.					pCt. van het gloeiverlies		
Gezond.		Ziek.		Gezond.			
Organische stof in oplossing.				Organische in			
8,4560		7,4254		43,59			
Aan deze oplossing werd HCl en alcohol toegevoegd.					Aan deze oplossing werd HCl		
Hetgeen in oplossing bleef.		Hetgeen gepraecipiteerd werd.		Hetgeen in oplossing bleef.			
	Gezond.	Ziek.	Gezond.	Ziek.		Gezond.	Ziek.
<i>Org stof</i> . .	3,3972	3,8024	4,5588	3,6230	<i>Org. stof</i> .	20,33	15,21
bevattende:					bevattende:		
<i>Asch</i>	0,4548	0,4754	0,3088	0,2604	<i>Asch</i>	2,32	1,90
waarvan:					waarvan:		
Si O ₂	0,0258	0,0306	0,0270	0,0306	Si O ₂	0,13	0,11
Fe O ₂	0,0166	0,0194	0,0042	0,0528	Fe ₂ O ₃ . . .	0,08	0,08
Al ₂ O ₃ . . .			0,0884	0,0392	Al ₂ O ₃ . . .		
Ca O	0,1536	0,1536	0,0368	0,0296	Ca O	0,78	0,61
Mg O	0,0198	0,0178	0,0103	enkele Mgr.	Mg O	0,10	0,07
K ₂ O	0,0368	0,0310	K Cl + Na Cl	K Cl + Na Cl	K ₂ O	0,19	0,12
Na ₂ O	0,0866	0,0932	0,0222	0,0140	Na ₂ O	0,44	0,37
P ₂ O ₅	0,0226	0,0206	0,0440	0,0344	P ₂ O ₅	0,12	0,08
S O ₂	0,0404	0,0432	0,0132	0,0206	S O ₂	0,21	0,17

andering onderhevig zijn zullen, is voortzetting van het onderzoek in deze richting gewenscht. Bij de kalkrijke gronden is het gevaar voor inboeting der absorbtiecapaciteit minder groot.

Voorloopig gaan wij hierop niet verder in. Belangrijker is het voor ons, waar wij naar verschillen tusschen gezonde en zieke humus zoeken, den aard der organische bestanddeelen chemisch nader te definiëeren.

Te dien einde hebben wij de organische stof van een zieken en corresponderenden gezonden grond geanalyseerd, nadat deze organische bestanddeelen van te voren in fracties verdeeld werden door middel van 5 procentige ammoniak.

Tabel 19.

procentige NH_3 , 6 malen geëxtraheerd.

Totale org. stof opgevat)		Procentische samenstelling van de stof die met 5 pCt $Q NH_3$ oploste.				
Ziek.		Gezond.			Ziek.	
Oplossing.		Organische stof in oplossing.				
29,7		—				
alcohol toegevoegd.		Aan deze oplossing werd H Cl en alcohol toegevoegd.				
Hetgeen gepraecipiteerd werd.		Hetgeen in oplossing bleef.			Hetgeen gepraecipiteerd werd.	
Gezond.	Ziek.		Gezond.	Ziek.	Gezond.	Ziek.
23,26	14,49	Org. stof . . .	100	100	100	100
		bevattende:				
1,56	1,04	Asch	11,67	12,50	6,77	7,19
		waarvan:				
0,14	0,12	SiO_2	0,66	0,60	0,59	0,84
0,48	0,21	Fe_2O_3	0,43	0,51	2,07	1,46
0,45	0,16	Al_2O_3			1,94	1,08
0,19	0,12	Ca O	3,94	4,04	0,81	0,82
0,05	—	Mg O	0,51	0,47	0,23	—
K Cl + Na Cl	K Cl + Na Cl	K_2O	0,94	0,82	K Cl + Na Cl	
0,11	0,06	Na_2O	2,22	2,45	0,49	0,39
0,23	0,14	P_2O_5	0,58	0,54	0,98	0,95
0,06	0,08	$S O_3$	1,04	1,14	0,29	0,57

In tabel 19 is het resultaat van een analysereeks weergegeven. Wij hebben 100 gram vochtigen grond ¹⁾ 6-malen met 1000 cc 5 procentige NH_3 geëxtraheerd, n.l. zoodanig, dat na afgieten van het extract aan het residu evenveel versche ammoniak toegevoegd werd, als er vloeistof afgeschonken was. Elke extractie duurde 2×24 uren. Het laatste extract was geelbruin gekleurd. De op deze wijze verkregen zieke en gezonde oplossing werden zoolang op een waterbad bij 60° verwarmd, dat alle vrije NH_3 vervluchtigd was. Aan beide oplossingen ($\pm 5,5$ L.) werd 300 cc

1) Daar door het drogen deze gronden zich wel eens ontmengen, zij het dan ook in geringe mate, hebben we het raadzaam gevonden, den grond vochtig uit hare natuurlijke ligging genomen, te bewaren en voor de analyses te gebruiken.

96 procentige alcohol toegevoegd met het doel, eene fractioneer-
ring te bewerkstelligen. Ook na herhaalde toevoeging tot 500 cc
bleef de bruinzwarte vloeistof troebel, doch er ontstond geen neer-
slag. Nu werd 50 cc 25 procentig HCl toegevoegd, waarna
een praecipitaat ontstond, de bovenstaande vloeistof was nog don-
ker gekleurd, deze werd afgeschonken en het neerslag door 3-
maal decanteeren uitgewasschen. Het waschwater was geel ge-
kleurd; waschwater + vloeistof werden ingedampt, de indamp-
rest bij 104° tot constant gewicht gedroogd, gewogen en daarna
verascht en weder gewogen. Het neerslag werd eveneens gedroogd
bij 104°, gewogen en verascht.

Het gewicht van de gedroogde indamprest wordt kortweg
organische stof genoemd, terwijl het gehalte aan organische be-
standdeelen van den grond, gloeiverlies of totaal organische stof
genoemd zal worden.

De asch werd geanalyseerd; in het eerste gedeelte van tabel 19
is de hoeveelheid aangegeven in grammen op 100 gr. luchtdrogen
grond berekend.

Wij zien dan, dat na 6 extracties van den gezonden grond
meer organische stof in oplossing komt dan van den zieken.
Bij de praecipitatie met alcohol en HCl wordt bij den gezonden
grond meer organische stof neergeslagen dan opgelost blijft. Bij
den zieken grond zijn deze gefractioneerde hoeveelheden nage-
noeg gelijk. Hoewel van de gezonde oplossing meer organische
stof gepraecipiteerd wordt, bevat het neerslag minder aschbe-
standdeelen dan de organische stof die in oplossing bleef, het-
geen veroorzaakt zal zijn door de toevoeging van het zoutzuur.
Ook bij den zieken grond bevat het neerslag minder asch. De
samenstelling van de massa, die gepraecipiteerd werd, wijkt in
het ijzer, aluminium en phosphorzuurgehalte af van de in de
oplossing geblevene; het neerslag bevat meer.

Om de verschillen duidelijker te doen uitkomen, hebben wij
de cijfers omgerekend in procenten van het gloeiverlies of van
de totale organische stof van den luchtdrogen grond ¹⁾. (Zie
tweede gedeelte der tabel 19). In het derde gedeelte der tabel
geven de cijfers de procentische samenstelling aan van die stoffen,
die gepraecipiteerd werden door HCl en alcohol en van die,
welke in oplossing bleven. Het blijkt, dat na 6 extracties er pro-
centisch meer van de gezonde, dan van de zieke humus in op-
lossing komt, resp. 43,6 pCt. en 29,7 pCt., dit is een verschil
van 13,9 pCt. Dienovereenkomstig bevat ook de gezonde orga-
nische stof meer aschbestanddeelen in het praecipitaat dan in
de oplossing. Merkwaardig is het, dat er in het praecipitaat
meer Fe en Al gevonden wordt; ook aan deze bestanddeelen is de
gezonde organische stof rijker. De oplossing bevat meer CaO,

¹⁾ Wij maken hierbij eene fout, daar eigenlijk onder het gehalte aan organische stoffen
verstaan moet worden de brandbare organische stoffen + hunne aschbestanddeelen; de
verkrege cijfers hebben ter vergelijking alle waarde.

K en Na, een duidelijk verschil tusschen gezond en ziek treffen wij niet aan.

De vraag of bij deze wijze van fractionneeren de minerale stoffen in het praecipitaat chemisch, dan wel absorbtief gebonden zijn, moeten wij onbeantwoord laten; alleen zij vermeld, dat door zuren gepraeipiteerde humus in hooge mate de eigenschap bezit P_2O_5 , Fe_2O_3 uit eene oplossing mede te sleuren, d. i. absorbtief te binden ¹⁾. Door deze omstandigheid kunnen wij niet veel waarde hechten aan eene fractie met alcohol en HCl.

Tabel 20.

100 gram vochtige grond werd met 1000 cc. 5 pCt. NH_3 , 6 malen geextraheerd.

In oplossing kwam:

	Gr. op 100 gr. luchtdrogen grond.		pCt. van het gloeiverlies als totaal org. stof opgevat.		Procentische samenstelling van de in oplossing gekomen organische stof.	
	Gezond	Ziek.	Gezond.	Ziek.	Gezond.	Ziek.
<i>Org. stof</i>	8.3580	7.4254	43,59	29.70	100	100
<i>bevattende:</i>						
<i>Asch</i>	0.7636	0.7358	3.88	1.94	9.03	9.91
<i>bestaande uit:</i>						
SiO_2	0,0528	0,0612	0,27	0,23	0,60	0,82
Fe_2O_3	0,1992	0,1014	1,01	0,45	2,35	1,44
Al_2O_3	0,1904	0,1832	0,97	0,73	2,26	2,48
MgO	0,0291	0,0178	0,15	(0,07)	0,35	0,24
K_2O	(0,0368)	(0,0310)	(0,19)	(0,12)	(0,43)	(0,02)
Na_2O	(0,0366)	(0,0332)	(0,44)	(0,37)	(1,02)	(1,20)
P_2O_5	0,0666	0,0550	0,35	0,22	0,79	0,74
SO_3	0,0534	0,0638	0,27	0,25	0,64	0,86

In tabel 20 hebben wij de samenstelling van de oorspronkelijke ammoniakale oplossing weergegeven; deze is uit tabel 19 door optelling der corresponderende cijfers van praecipitaat en oplossing geconstrueerd. Hierdoor verkrijgen wij een duidelijker

¹⁾ Zie o. a. Dumont, C. R. CXLIII, n^o. 3.

overzicht. Wij zien dan, dat er bij den gezonden grond een hogger percentage der totale organische stof in oplossing komt en dienovereenkomstig ook meer aschbestanddeelen; deze bevatten dan meer ijzer en aluminium (ook Ca O?) Mg O en P₂O₅. In samenstelling verschillen zieke en gezonde oplossing alleen belangrijk in het Fe₂O₃, Al₂O₃ gehalte, waarvan de gezonde organische stof meer bevat. Wij kunnen uit tabel 19 en 20 concluderen:

„dat van de gezonde organische humus eene grooter procentische hoeveelheid met 5 procentige NH₃ in oplossing komt en dientengevolge ook meer aschbestanddeelen; zoodat er na eenige extracties procentisch meer Fe₂O₃, Al₂O₃, Ca O, Mg O, en P₂O₅ in oplossing zijn.”

Omdat wij na 6 extracties nog een gekleurd extract verkregen, hebben wij nog eens 100 gr. vochtigen grond van dezelfde monsters, maar dit maal 10 keeren met 5 procentige NH₃ geëxtraheerd. Het bleek, dat wij geen kleurloos extract konden verkrijgen, integendeel kleurden de latere extracten zich telkenmale

Tabel 21.

100 gr. vochtige grond werden 10 malen met 100 cc. 5 procentige NH₃ geëxtraheerd.

In oplossing kwam:

	Gr. op 100 gr. luchtdrogen grond.		pCt. van het gloeiverlies als totaal org. stof opgevat.		Procentische samenstelling van de in oplossing gekomen organische stof.	
	Gezond.	Ziek.	Gezond.	Ziek.	Gezond.	Ziek.
<i>Org. stof</i>	9,9015	9,6238	50,52	38,50	100	100,—
bevattende:						
<i>Asch</i>	1,2323	0,9176	6,28	3,70	13,55	9,53
bestaande uit:						
Si O ₂	0,1628	0,1023	0,78	0,41	1,68	1,08
Fe ₂ O ₃	0,1536	0,0676	0,79	0,27	1,69	0,70
Al ₂ O ₃	0,1413	0,0516	0,73	0,21	1,56	0,54
Ca O	0,2585	0,3030	1,32	1,21	2,85	3,15
Mg O	0,0436	0,0186	0,22	0,08	0,43	0,19
K ₂ O	0,0744	0,0238	0,38	0,12	0,82	0,30
Na ₂ O	0,0578	0,0834	0,30	0,34	0,64	0,37
P ₂ O ₅	0,1044	0,0732	0,54	0,30	1,15	0,76
S O ₃	0,1137	0,0826	0,58	0,33	1,25	0,86

donkerder. In tabel 21 zijn de analyseresultaten van deze 10 extracties genoteerd. In de eerste plaats merken wij op, dat er met 10 extracties meer in oplossing komt, dan met 6. Dat de organische stof, die bij de latere extracties in oplossing komt, van aard verschilt van de meer gemakkelijk oplosbare, die met 6 extracties in oplossing gaat, volgt bij vergelijking van tabel 19 en 20 uit de procentische cijfers, die op het gloeiverlies berekend zijn. Van de gezonde organische stof gaat 50,52 pCt. in oplossing of 6,93 pCt. meer dan bij 6 extracties; van den zieken grond komt 8,8 pCt. meer in oplossing. Deze 6,93 pCt. en 8,8 pCt. bevatten resp. 2,4 en 2,76 pCt. asch. De gezonde 6,93 pCt. is dus weder in verhouding aschrijker dan de zieke 8,8 pCt.

De laatste 4 extracties bevatten (vergelijk tabel 20 met tabel 21):

1°. veel meer Si O_2 , dan de eerste 6. Waar in tabel 19 nog geen verschil in Si O_2 aanwezig was tusschen gezonden en zieken grond vinden wij hier een groot verschil: de gezonde bevat meer;

2°. meer Ca O dan de eerste zes.

De gezonde laatste 4 extracties bevatten:

1°. meer Fe_2O_3 , Al_2O_3 dan de zieke, die weinig of sporen van die stoffen bevatten;

2°. meer Mg O , de zieke bevatten geen Mg O ;

3°. meer K_2O ;

4°. meer P_2O_5 en S O_3 .

5°. meer Si O_2 .

Tabel 22.

Procentische samenstelling van de organische stof (of der ontledingsprodukten) die met de laatste 4 extracties in oplossing komt.

	Gezond.	Ziek.
Org. stof	100,—	100,—
waarvan:		
Asch	34,63	20,—
bestaande uit:		
Si O_2	7,63	2,05
Fe_2O_3	7,63	0,34
Al_2O_3		
Ca O	5,05	5,45
Mg O	1,01	0,10
K_2O	2,74	—
Na_2O	—	—
P_2O_5	2,74	0,91
S O_3	4,47	0,91

In tabel 22 is de samenstelling van de „meer organische stof”, d. i. de massa, die met de laatste 4 extracties in oplossing komt, weergegeven. Wij zien, dat deze *zeer* aschrijk is ¹⁾. De gezonde „meer-humus” overtreft de zieke in aschgehalte, ze bevat, zooals gezegd werd, belangrijk meer SiO_2 en Fe_2O_3 , voorts meer K_2O , MgO , P_2O_5 en SO_3 .

Wij hebben in het extraheren met NH_3 eene methode om de organische stoffen te fractioneeren in groepen van verbindingen, wier aschbestanddeelen in samenstelling uiteenloopen ²⁾.

Dat de anorganische bestanddeelen, die wij in de ammoniakalisch-oplossing aantreffen, alle in den grond organisch gebonden waren, behalve voor een klein gedeelte aan colloïdaal SiO_2 , mogen wij aannemen, omdat bij eene gewone behandeling met aq. dest., er slechts enkele milligrammen K, Na, SO_4 en sporen Ca in oplossing gaan. Wascht men den grond langdurig met water, dan kleurt de vloeistof zich donkerder ³⁾; er komen organische stoffen

¹⁾ Men bedenke, dat bij de verbranding carbonaten zullen ontstaan, zoodat het aschcijfer niet het gehalte aan minerale bestanddeelen weergeeft.

²⁾ Wanneer men aannemt, dat de organische stof niet door eens behandeling met NH_3 ontleed wordt, verkrijgt men inderdaad een aantal fracties der org. bestanddeelen zelve. Ontleden de stoffen wel onder den invloed van het NH_3 (hetgeen waarschijnlijker is), dan fractioneeren we de org. stoffen in zooverre, als we hunne splitsingsproducten in de verschillende fracties aantreffen.

³⁾ Vooral wordt het gezonde waterige extract spoedig donkerder. We hebben 500 grond, zoowel ziek als gezond, $1\frac{1}{2}$ jaar met 1200 cc. water laten staan. De vloeistof werd geanalyseerd.

Per liter werd gevonden in grammen:

	Grond (zure reactie op lakmoos).	* Ziek (alkalische reactie op lakmoos).
Droogrest	0.5811	0.4107
Gloeirest	0.3381	0.2897
SiO_2	0.0495	0.0205
Fe_2O_3	—	—
CaO	0.0272	0.0992
MgO	0.0110	0.0205
K_2O	0.0792	0.0224
Na_2O	0.0444	0.0697
SO_3	0.0302	0.0106
Cl	0.0142	0.0142
P_2O_5	afwezig	afwezig
Minerale bestanddeelen der droogrest	0.2497	0.2571
Droogrest minus de minerale deelen dus org. stof	0.3114	0.1536
Voor het oxydeeren van de organische stof gebruikt gr. KMnO_4	0.6203	0.1139

In hoofdzaak, zien we hier weder afwijking in het CaO gehalte, waarvan de zieke oplossing meer bevat. Daarentegen bevat de gezonde oplossing veel meer organische stof in oplossing: ongeveer de dubbele hoeveelheid. We hebben de organische stof met KMnO_4 in zure oplossing geoxydeerd, zooals men dat bij de analyse van drinkwater pleegt te doen; hier treedt een opmerkelijk verschil op; de gezonde organische stof verbruikt veel meer KMnO_4 : per Mgr. organische stof 2 Mgr. KMnO_4 , terwijl de zieke per Mgr. organische stof slechts 0.7½ Mgr. KMnO_4 nodig heeft. We zijn geneigd, hieruit een kwalitatief verschil tusschen gezonde en zieke organische stof te concluderen in dien zin, dat de zieke grond *hooger geoxydeerde* organische verbindingen bevat dan de gezonde. Dat de Veenkoloniale gronden in staat zijn groote hoeveelheden zuurstof vast te leggen, indien ze alkalisch gemaakt worden, zullen we later zien. Daar de zieke gronden alkalisch zijn, zullen ze meer aan oxydatie onderhevig geweest zijn dan de gezonde. Dat de onderzochte gronden een verschillend gehalte aan organische stoffen bezitten, behoeft hier niet in rekening gebracht te worden.

Ten slotte zij er nog op gewezen, dat de minerale bestanddeelen, die aan de organische stoffen gebonden waren, in beide oplossingen in ten naastenbij gelijke hoeveelheden voorkomen, hetgeen weder op een eigenaardig verschil der organische verbindingen zelf wijst, daar de minerale bestanddeelen aan uiteenlopende hoeveelheden organische stof gebonden zijn.

in oplossing en *daaraan gepaard* neemt het gehalte aan minerale bestanddeelen toe.

Het essentiële verschil van de ammoniakale oplossing van den zieken en gezonden grond bestaat nu hierin:

- 1°. De *gezonde grond* bevat, op zijn gloeiverlies berekend *meer in 5 procentige NH_3 oplosbare humus*, dan de zieke.
- 2°. Er gaan dienovereenkomstig meer aschbestanddeelen in oplossing.
- 3°. De samenstelling van de in oplossing gekomene humusverbindingen (waaronder ook een humaat-silicaat-complex begrepen is) *is zeer verschillend. Vooral bij de latere extracties wordt dit verschil karakteristiek.*
In het onderhavige geval is er bij 6 extracties verschil in Fe_2O_3 , Al_2O_3 , daarna komt er bij den gezonden grond *veel meer SiO_2 en Fe_2O_3 , Al_2O_3* in oplossing. Ten slotte bevat de gezonde oplosbare organische stof *meer SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , MgO , K_2O , P_2O_5 en SO_3 .*
- 4°. Bij den zieken grond is het in NH_3 oplosbare ijzer (organisch gebonden) eerder in oplossing dan bij den gezonden grond. Zoodat men bij latere extracties bij den zieken grond zelfs nagenoeg Fe-vrije organische stof oplost. Men zou hieruit mogen opmaken, *dat voor de humus, die gemakkelijk oplost, een ijzergehalte karakteristiek is.*
- 5°. Er gaat bij den zieken grond een weinig CaO meer in oplossing.

Het kan ons thans interesseeren de samenstelling te leeren kennen van de organische stof, die na de extracties met 5 procentige ammoniak achterblijft. Wij hebben dit residu zoo zorgvuldig mogelijk met aq. dest. geslibd, om eene scheiding tusschen organische stof en zand te bewerkstelligen; deze scheiding gelukte slechts ten deele, doordat veel fijn zand met de organische stof afgeslibd werd en bij het grove zand ook een weinig organische stof achterbleef. Wij konden nu de hoeveelheid organische stoffen, die niet in NH_3 oplossen, niet direct wegen. Wij hebben dit quantum door berekening gevonden, nadat wij de hoeveelheid zand, die mede afgeslibd werd, indirect bepaald hadden. De totale hoeveelheid SiO_2 van het afgeslibde werd door ontsluiten met soda en potasch bepaald; van dit bedrag werd de hoeveelheid organisch gebonden SiO_2 in mindering gebracht ¹⁾ en dit verschil als afgeslibd zand aangemerkt.

1) In tabel 22 zijn aangegeven de hoeveelheden organisch gebonden SiO_2 in 100 gr. grond. Voor de berekening van het afgeslibde zand is het dus noodig deze hoeveelheden te verminderen met die, welke reeds met 10 extracties (zie tabel 21) in oplossing kwamen. Dit verschil wordt dan van het quantum SiO_2 ontsloten, afgetrokken. Voor gezonden grond bv. $1,8265 - 0,1528 = 1,6737$ en $3,3786 - 1,6768 = 1,7018$.

Tabel 23.

Na 10 extracties bleef achter een mengsel van organische stof en zand, dat met water geslibd werd.

	Gr. op 100 gr luchtdrogen grond.		pCt. van het gloeiverlies (als organische stof opgevat).		Procentische samenstelling van de achtergebleven organische stof.	
	Gezond.	Ziek.	Gezond.	Ziek.	Gezond.	Ziek.
<i>Afgeslibd.</i>	12,0433	21,4418	—	—	—	—
<i>waarvan volgens berekening:</i>						
<i>Org. stof.</i>	10,3388	15,7568	52,74	63,03	—	—
<i>bevattende volgens berekening:</i>						
<i>Asch</i>	3,3709	3,9024	—	—	—	—
<i>Gloeirest van het afgeslibde</i>	5,0758	9,5374	—	—	—	—
<i>hiervan volgens berekening:</i>						
<i>Zand</i>	1,7049	5,6850	—	—	—	—
<i>de gloeirest bevatte:</i>						
<i>Si O₂ (ontsloten)</i>	3,3786	6,7680	—	—	—	—
<i>Fe₂ O₃</i>	0,3850	0,6398	1,71	2,56	3,24	4,06
<i>Al₂ O₃</i>	0,2478	0,3298	1,26	1,32	2,40	2,10
<i>Ca O</i>	0,2742	0,8322	1,40	3,33	2,65	5,28
<i>Mg O</i>	0,1410	0,1736	0,72	0,69	1,36	1,10
<i>K₂ O</i>	0,0620	0,0696	0,31	0,28	0,58	0,44
<i>Na₂ O</i>	0,1068	0,1390	0,54	0,56	1,03	0,88
<i>P₂ O₅</i>	0,0356	0,0834	0,18	0,34	0,34	0,53
<i>S O₃</i>	0,0640	0,0138	0,33	0,06	0,62	0,09
In 100 gr. luchtdrogen grond werd gevonden organisch gebonden Si O ₂ .						
Si O ₂ (coll. volgens van Bemmelen)						
Oplosbaar in H Cl	0,2310	0,115	1,18	0,46	—	—
" " KO H	1,5955	1,0791	8,14	4,32	—	—
Totaal	1,8265	1,1841	9,32	4,78	—	—

Voor de bepaling van het organisch gebonden Si O₂ hebben wij in hoofdzaak de methode gevolgd, die van Bemmelen aangeeft voor de bepaling van colloïdaal Si O₂ in kleigronden¹⁾. Van 20 gram vochtige grond werd door slibben zooveel mogelijk de organische stof van het zand gescheiden. De afgeslibde massa werd na indampen met 100 cc H Cl van 38 pCt. en 20 cc aq. dest. gedurende 8 uren zacht gekookt; na afloop werd gefiltreerd en uitgewassen. Het filtraat werd ingedampd, met KH SO₄ gedestruëerd en het Si O₂ als gewoon bepaald. De organische rest, die na behandeling met het H Cl achterbleef, werd in een 500 cc maatkolf 5 minuten met 75 cc van eene KO H-oplossing (s. g. 1,05) bij 50° gedigereerd. Daarna werd tot de streep opgevuld en nadat de organische stoffen bezonken waren, 400 cc afgeheveld; deze vloeistof werd ingedampd, met KH SO₄ gedestruëerd en Si O₂

¹⁾ Land vers. St. 37, 287 en 288.

als gewoonlijk bepaald. Het zeer fijne zand wordt op deze wijze niet noemenswaardig door KOH aangetast; dit toonden wij aan door extra fijn geslibd zand met KOH te behandelen (van 20 gr. gingen dan 26 mgr. in oplossing). In de tabel 23 zijn de analyse-resultaten vervat. We zien dan, dat *van den zieken grond meer humus achtergebleven is; ook is er meer Fe₂O₃ en vooral meer CaO onopgelost gebleven*. Bij de procentische samenstelling komen de verschillen duidelijker naar voren. Het kalkgehalte is bij de zieke onoplosbare organische stof 2 maal hooger dan bij de gezonde.

Tabel 24.

De samenstelling der totale organische stof geconstrueerd uit tabel 21 en 23.

	luchtdrogen grond. Gr. op 100 gr.		pCt. van het gloeiverlies (als totaal humus opgevat).	
	Gezond.	Ziek.	Gezond.	Ziek.
Si O ₂ organisch gebonden	1.8265	1.1841	9,32	4,78
Fe ₂ O ₃	0,4880	0,7072	2,50	2,83
Al ₂ O ₃	0,3891	0,3816	1,99	1,53
Ca O	0,5327	1,1352	2,72	4,54
Mg O.	0,1846	0,1927	0,95	0,77
K ₂ O	0,1346	0,0973	0,69	0,40
N ₂ O.	0,1644	0,2224	0,84	0,90
P ₂ O ₅	0,140	0,1566	0,72	0,64
S O ₃	0,1777	0,0964	0,91	0,39

Wanneer wij in tabel 24 door optelling der cijfers van tabel 21 en 23, de samenstelling der totale organische stof nagaan, bemerken wij dadelijk, dat de organische bestanddeelen van den gezonden grond in hoel wat gunstiger omstandigheden verkeeren dan die van den zieken grond.

1^o. Ze zijn rijker aan aschbestanddeelen, waarvan het Si O₂-gehalte wel de hoofdoorzaak is.

2^o. Bevatten ze meer Mg O, K₂ O, P₂ O₅ en SO₃.

3^o. Bevatten ze minder Ca O.

Wij hechten bijzonder veel waarde aan het Si O₂ gehalte, dat in organische binding als een „humaat-silicaat” voor zal komen¹⁾. Deze colloïdale verbinding zal zeker eene groote beteekenis hebben, zij het physisch of chemisch. Of dit humaat-silicaat een groote rol speelt bij de absorbtieverschijnselen kunnen wij niet zonder meer betogen. Wel komt het ons waarschijnlijk voor, daar wij met het in oplossing komen van het Si O₂ na 6 extracties met NH₃, ook een grootere hoeveelheid Ca O in oplossing zien

1) Zie o. a. van Bemmelen, Land. vers. St. 35, 109 en 37, 365.

gaan. De grootste hoeveelheid SiO_2 blijft met de grootste hoeveelheid CaO in NH_3 onoplosbaar. Wijst dit samengaan op het bestaan van een calciumhumaatsilicaat?

Daar wij nu weten, dat bij de uitwisselingsproeven steeds Ca in oplossing komt, meenen wij aan het Ca -humaatsilicaat bij de absorbtie een groote rol toe te mogen schrijven. In dit opzicht zou men het dan een organisch zeolith mogen noemen.

De gezonde organische stof bevat meer humaatsilicaat dan de zieke; deze zal dus meer humus bevatten, die uitsluitend aan metalen gebonden is.

Of de meerdere colloïdale silicaatverbindingen beteekenis hebben bij het optreden der ziekte of wel dat het verdwijnen er van eenvoudig gepaard gaat aan het proces van het ziek worden, zullen wij hier niet nader nagaan.

Opmerkelijk is het, dat de zieke humus meer Fe bevat dan de gezonde ¹⁾; deze ijzerhumaatverbinding schijnt dan voor het grootste deel onoplosbaar in NH_3 te zijn. Bij den gezonden grond is meer ijzer oplosbaar gebonden. Wij zien hier dus een verschil in verdeling van het ijzer.

Tabel 25.

Grandeau-humus.

10 gr. vochtige grond werdentweemaal met 250 cc. 5 pCt. NH_3 overgoten etc.

	Gr. op 100 gr. luchtdrogen grond.		pCt. op gloeiverlies (als totaal organische stof opgevat,		Procentische samenstelling van de in oplossing gekomen stof.	
	Gezond.	Ziek.	Gezond.	Ziek.	Gezond.	Ziek.
<i>Org. stof</i>	8,8944	6,1116	45,38	24,45	100,—	100,—
<i>bevattende:</i>						
<i>Asch</i>	1,0056	0,6758	5,13	2,70	12,43	11,06
<i>bestaande uit:</i>						
SiO_2	0,0552	0,0370	0,27	0,15	0,65	0,61
Fe_2O_3	0,2570	0,0820	1,31	0,33	3,18	1,34
Al_2O_3	0,2684	0,2224	1,37	0,90	3,32	3,64
CaO	0,0622	0,0416	0,32	0,17	0,77	0,68
MgO	0,0730	0,0318	0,37	0,13	0,90	0,52
K_2O	0,0114	0,0530	0,06	0,21	0,14	0,36
Na_2O	0,1000	0,0620	0,51	0,25	1,23	1,02
P_2O_5	0,0884	0,0752	0,45	0,30	1,09	1,23
SO_3						

Ten slotte blijft tabel 25 ter bespreking over, die de resultaten van de analyse der grandeau-asch bevat. Wij zien de besproken verschijnselen ook hier optreden. Vergelijken wij deze

¹⁾ Zoo vonden wij een hooger Fe gehalte in den zieken grond, bij de corresponderende Nos. 618, 622; 650, 652; bij 638 en 640 bevatte de gezonde een weinig meer; op grond hiervan kunnen we het Fe gehalte van de onoplosbare stof niet essentieel noemen.

tabel met tabel 20, dan zien wij, dat er met twee extracten een weinig minder organische stof bij den gezonden grond, veel minder bij den zieken grond in oplossing komt, dan wanneer 6-maal geëxtraheerd werd. Wij moeten echter opmerken, dat de wijze van extraheeren in de beide gevallen verschillend was. In het eerste geval behandelden wij 20 gram grond met 250 cc, of 100 gram met 1250 cc, in het tweede 100 gram met 1000 cc NH_3 , van 5 pCt.

De samenstelling der grandeaumhumus is als volgt: de gezonde is rijker aan Fe_2O_3 , Al_2O_3 , K_2O , P_2O_5 , en armer aan CaO en Na_2O . Vergelijkt men de tabellen 20 en 21 met 24, dan krijgt men sterk den indruk, dat in 5 pCt. NH_3 het gemakkelijkst oplosbaar is een *Fe-Al-silicaathumaat* en een *Ca-humaat* of een *Fe-Al-Ca* (dubbel) silicaathumaat, dat in verhouding meer Fe Al en Ca bevat dan de organische stoffen, die na herhaalde extractie in oplossing komen. *Het moeilijkst oplosbaar is dan een humaat-silicaat, dat nog veel Fe, Al, (Ca) bevat en waarvan bij den gezonden grond na eenige extracties meer in oplossing gaat dan bij den zieken grond.*

Het niet of in geringere hoeveelheid in oplossing gaan van SiO_2 bij den zieken grond kan ook aan het hooger Ca-gehalte toegeschreven worden, wanneer men aanneemt, dat het SiO_2 in oplossing, een splitsingsproduct is, dat bij den zieken grond als Ca SiO_3 (of eene absorbtieverbinding van SiO_2 met CaO) onoplosbaar blijft.

Daar de gronden, die voor bovenstaande analyses genomen werden, goede vertegenwoordigers zijn van het type ziek en gezond, vermoeden wij, dat wij ook bij andere gronden een dergelijk verschil tusschen gezonde en zieke humus zouden vinden. Om dit na te gaan, hebben wij in enkele zeer typische zieke en gezonde gronden die bepalingen verricht, die bij de onderzochte gronden de meest treffende verschillen deden zien en wel:

1°. Fe en Al in grandeaumhumus.

2°. Colloïdaal SiO_2 -gehalte.

3°. Ca O-gehalte.

Wij vonden dan bij alle gezonde gronden een hooger Fe en Al-gehalte in de grandeaumhumus; zoo b.v. bevatte n°. 622 (gezond) 2 × zooveel als n°. 618 (ziek), n°. 44 (gezond) $2\frac{1}{2}$ × de hoeveelheid van 43.

Wat het SiO_2 -gehalte betrof ¹⁾ vonden wij op het gloeiverlies berekend bij:

N°. 622 (gezond)	. . . . .	9,52 pCt.
„ 618 (ziek)	. . . . .	5,43 „
„ 638 (gezond)	. . . . .	11,21 „
„ 640 (ziek)	. . . . .	7,38 „

¹⁾ Wollny (Zersetz. der organischen Stoffen 219 vermeldt Analysen van Eggertz. E. had met een base humus geëxtraheerd en het extract met HCl behandeld. In de 13 onderzochte neerslagen vond hij gehalten van 0,37 = 10,47 pCt. SiO_2 .

Onze reeds herhaaldelijk uitgesproken meening, dat de gezonde en zieke humus verschillend van aard zijn, is door bovenstaande analyses bevestigd. Om dit verschil in aard scherper te definieeren zouden wij over een groot aantal analyses van *eenige* corresponderende paren moeten beschikken, terwijl wij dan in het oog moeten houden, dat werkelijke verschillen al naar den zieke- of gezondheidsgraad grooter of minder groot zullen zijn.

Wij houden deze onderzoekingen geenszins voor afgesloten, daar behalve de quaestie der samenstelling van de humusstoffen in uitgebreideren zin, (gefractioneerde behandeling der humuscomplexen) nog overblijft het onderzoek naar de eigenschappen van de organische stof in eenen zoo sterk humeuzen zandgrond als de veenkoloniale.

Bij de bespreking van het bovenstaande hebben wij den aard der humuslichamen als chemische of absorbtieverbindingen in het midden gelaten. Alleen zij vermeld, dat wij het fractionneeren der humusverbindingen met alcohol en zoutzuur verlaten hebben, omdat daarbij *zeker* absorbtieverbindingen gevormd werden, en eene fractie hierdoor willekeurig gewijzigd werd, waardoor wij een aantal onbekende factoren inschakelden, hetgeen ons niet gewenscht voorkwam.

HOOFDSTUK V

VERBAND TUSSEN HET OPTREDEN DER HAVERZIEKTE EN DE VERSCHILLEN IN EIGENSCHAPPEN VAN NORMALEN EN ZIEKEN GROND. — RESUMÉ.

Eene verklaring van de gunstige werking van mangaansulfaat hebben wij nog niet gegeven. Een voor de hand liggende opvatting, als zouden de zieke gronden gebrek aan mangaan hebben en daardoor ziek zijn, werd door de analyse niet bevestigd; zoo vonden wij in 100 gram luchtdrogen grond bij drie paren:

	Gezond.	Ziek.
a.	41,4 Mgr. Mn.	41,1 Mgr. Mn.
b.	39,3 " "	37,8 " "
c.	32,8 " "	40,7 " "

De bepaling werd uitgevoerd volgens Carnot¹⁾.

100 gram vochtige grond werd met HCl (s.g. 1,04) gekookt, daarna gefiltreerd en het filtraat werd ingedampt, met KHSO₄ gedestruereerd en het residu weder in HCl opgelost, gefiltreerd en het filtraat na toevoeging van NH₃ met eene oplossing van H₂O₂ behandeld. Het neerslag werd, nadat het van de vloeistof gescheiden was, in een kolfje met H₂SO₄ en oxaalzuur behandeld onder doorvoer van CO₂ vrije lucht. Het door oxydatie van

¹⁾ C. R. 1888, 107, pag. 990 en 1150; zie ook van Bemmelen, Land. Vers. St. 37, pag. 289.

het oxaalzuur gevormde CO_2 werd in een kaliapparaat opgevangen en gewogen. Met Carnot namen wij aan, dat in het neerslag het mangaan als Mn_2O_{11} aanwezig was. Proeven met zuiver MnSO_4 genomen bewezen, dat de methode goede resultaten geeft. Uit de cijfers zien wij, dat, indien de gezonde grond een voldoende Mn-gehalte bezit, aan den zieken grond geen mangaangebrek toegeschreven mag worden, tenzij men weder aannemen wil, dat de zieke grond het in minder toegankelijken vorm zoude bevatten.

Daar nu, wat de phosphorzuurbemesting betreft, zoowel zieke als gezonde gronden, telken jare van slakkenmeel voorzien worden, waardoor er mangaan in hoog geoxydeerden vorm op het land komt, zou men dan in consequentie moeten aannemen, dat de gezonde gronden deze mangaanverbindingen reduceeren tot een lager geoxydeerden trap ¹⁾, en de zieke gronden niet of in belangrijk geringer mate daartoe in staat zijn.

Intusschen hebben wij over de al of niet toegankelijkheid der mangaanverbindingen geene experimenteele aanwijzing, terwijl bovendien het veelvuldig bestrijden der ziekte met zwavelzure ammoniak, bonkveen en laikemodder, stoffen, die geen van alle mangaan van eenige beteekenis bevatten, er niet op wijst, dat een laag mangaangehalte karakteristiek voor het optreden der ziekte zoude zijn. De opvatting, dat het mangaangehalte wel karakteristiek zoude zijn, verliest dan ook onzes inziens, voornamelijk op grond van laatstgenoemde omstandigheid, alle waarde.

Er zijn echter waarnemingen, die eenigszins eene aanwijzing geven over de werking van het mangaan. In de eerste plaats zij er aan herinnerd, dat haver sterk reageert op stikstofbemesting en vooral de vroege of late bemesting met zwavelzure ammoniak invloed heeft op den ziektegraad, waarmede de plant aangetast zal worden. Ook de schadelijke werking van chilisalpeter wijst er op, dat wij de ziekte als eene physiologische afwijking op moeten vatten. In de tweede plaats valt de ziekteperiode samen met die, welke door Liebscher ²⁾ als die van de maximumstofopname (wortelwerkzaamheid) gekenmerkt werd, waardoor opnieuw onze aandacht op de physiologische functies van de plant gericht wordt. De toediening van mangaansulfaat (chloruur) in zeer geringe hoeveelheid, waarbij door nasproeien gezorgd moet worden, dat het zout bij de wortels komt, heeft het herstel van de haver tengevolge en werkt als een geneesmiddel in optima forma. De waarschijnlijkheid, dat het mangaan in physiologischen zin werkt, is groot; indien wij dit aannemen, is echter de werking zelve niet verklaard. Wij kunnen van uit dit gezichtspunt twee mogelijkheden veronderstellen en wel:

¹⁾ Wij zagen immers bij onze veldproeven, dat MnO_2 geene werking gaf, terwijl met mangaanhydroxyde wel resultaten verkregen werden; zie ook Hoofdstuk II. In zure oplossing ontstaat bij reductie van eene hooggeoxydeerde mangaanverbinding, eene manganoverbinding, in alcalische oplossing mangaanperoxyde (en hyperoxyde).

²⁾ l. c.

- 1°. Er ontstaat een giftstof, waarvan de giftwerking door het toedienen van mangaansulfaat geneutraliseerd wordt.
- 2°. De bodem maakt zich meester van een bestanddeel, dat voor de wortelwerkzaamheid onmisbaar is en waarvan dan de wortels gedeeltelijk of geheel beroofd worden (b.v. zuurstof). Het mangaan versterkt dan de wortelfuncties, waardoor, ondanks den bodemtogenstand, de wortels met de nog beschikbare hoeveelheid van dat bestanddeel, weten uit te komen.

In het laatste geval kan er van stimuleeren gesproken worden. Een opmerkelijk verschijnsel der genezing is, dat de bladeren groener worden tot zelfs donkergroen; de chlorophylvorming wordt intensief. Wanneer de bladeren niet reeds te zeer verkleurd zijn, richten zij zich op, worden steviger en de gele of dor uitzierende plekken worden weder groen. Het schijnt, dat deze hunne turgescentie terug krijgen.

Loew en Sawa¹⁾ meenen bij mangaanbemesting eene toename van oxydase en peroxydase in de bladeren gevonden te hebben. Anderen meenen, dat het mangaan het ijzer bij de chlorophylvorming voor een deel vervangen kan, in elk geval er op influenceert. Indien dit inderdaad zoo is, dan is het verschijnsel bij herstel van zieke haver bijzonder duidelijk waar te nemen.

Intusschen bestaat er, waar wij weten dat zieke grond evenveel mangaan bevat als gezonde grond, meer aanleiding om aan te nemen, dat het mangaan eene schadelijke werking in den bodem (of in de wortelharen) zal tegengaan, temeer, daar uit verdunde oplossingen het mangaan bijna volledig door den grond geabsorbeerd wordt. Van uit dit standpunt gezien, komt men eveneens tot twee mogelijkheden en wel:

- 1°. De bodem vormt onder den invloed van het alcali giftstoffen²⁾, die in den bodem (of in de wortels) door het mangaan ontleed worden.
- 2°. De bodem maakt zich meester van een voor de plant onmisbare stof, die door het mangaan weder vrij gemaakt zal worden. (Hier zou vooral aan zuurstof gedacht kunnen worden).

De mogelijkheid van het ontstaan van giftstoffen is niet uitgesloten, daar de autoxydatie der humusstoffen, door eene alkalische reactie bevorderd wordt en er bij autoxydatie in het algemeen peroxyden gevormd worden³⁾, van welke de giftigheid verondersteld wordt.

De bevordering der oxydatie door de alkalische reactie, heb-

¹⁾ Bull. Coll. of Agr. Imp. Univ. Tokyo, vol. V, 161.

²⁾ De gewone giftigwerkende reductieproducten als sulfiden en ferrozouten hebben we nooit in zieke gronden gevonden. Dat de humus $FeCl_3$, vooral in de kookhitte sterk reduceert is bekend; het ijzer wordt ten slotte quantitatief vastgelegd. Deze reductieproef valt bij alle sterk humeuze gronden positief uit.

³⁾ Zie o. m. Traube, Schönbein e. a.

ben wij voor veengrond, zoowel als voor humus uit suiker bereid, aangetoond. Berthelot³⁾ had er reeds op gewezen, dat kunstmatig bereide humusstoffen, indien ze alkalisch gemaakt worden, in hooft mate in staat zijn zuurstof op te nemen.

Door ons werd eene hoeveelheid kunstmatige humus¹⁾ met verschillende stoffen in een zuurstofatmosfeer gebracht. Daartoe werd een goed gesloten kolfje met de olieluchtpomp tot 9 m.M. leeg gepompt en daarna met zuivere zuurstof gevuld en dit twee malen herhaald; het gasvolume werd gemeten.

Na 2 dagen legden vast cc O₂ na correctie voor temperatuur en barometerstand:

a.	1 gr. suikerhumus en 20 cc. aq dest	0,— cc. O ₂ .
b.	1 " " " 20 " kalkwater	8,3 " "
c.	1 " " " 20 " aq dest + 0,2 gr. Ca (OH) ₂	14,5 " "
d.	1 " " " 20 " " " + 0,2 " CaCO ₃	2,1 " "

Na 7 dagen:

a.		0,— " "
b.		13,5 " "
c.		31,3 " "
d.		—
e.	1 gr. suikerhumus en 20 cc. aq dest. + 0,2 gr. Fe (OH) ₃ (Colloïdaal, versch bereid)	7,6 " "
f.	1 " " " 20 " aq dest. + 0,2 gr. Mn (OH) ₂ (versch bereid)	10,5 " "
l.	1 " " " 20 " aq dest. + 0,2 gr. Na ₂ CO ₃	24,7 " "

De aanwezigheid van alkaliën heeft de autoxydatie van de kunstmatige humus sterk bevorderd; met de sterkte van de alkaliën neemt de hoeveelheid zuurstof, welke opgenomen wordt, toe, n.l. in de volgorde: koolzure kalk (dat wij als een zwak alkalisch reageerend zout kennen), kalk en soda.

IJzerhydroxyde en mangaanhydroxyde hebben ook de oxydatie van de humus bevorderd. Werd naast ijzerhydroxyde of mangaanhydroxyde nog 200 mgr. KOH toegevoegd, dan was de autoxydatie nog sterker; er werd dan door e. 33,5 cc zuurstof opgenomen, door f. 32 cc.

Om het contact tusschen suikerhumus en gas te bevorderen, werd zooveel mogelijk geschud. De alkalische behandeling had het zwellen van de organische stof tengevolge, zoodat er een pasta ontstond ondanks er 20 cc vloeistof aanwezig was. Vooral was dit het geval wanneer KOH of Na OH toegevoegd was.

Werd normale veenkoöniale grond op dezelfde wijze behandeld, dan verkregen wij dergelijke resultaten. Zoo nam 20 gr. vochtige grond in 5 dagen uit een atmosfeer van lucht 3 cc

¹⁾ Chemic Végétale T IV.

³⁾ 500 gr. rietsuiker in 1 L. aq dest. opgelost werden na toevoeging van 400 cc. HCl van ± 38 pCt. ½ uur gekookt en gefiltreerd. Het zwarte neerslag werd uitgewassen met aq dest tot de Cl⁻ reactie verdwenen was.

zuurstof op. Werd 100 mgr. kaliloog toegevoegd, dan werd in 2 dagen reeds 5 cc opgenomen. De invloed van mangaan was cok hier duidelijk; door toevoeging van enkele mgr. Mn (O II),₂ aan 300 gr. vochtigen grond werd de zuurstofopname 3× versneld.

Bij de alcalische veenkoloniale gronden zullen wij dan eene grootere neiging aantreffen om zuurstof vast te leggen, dan bij de zuur reageerende dalgronden. Wij zullen zelfs mogen aannemen, dat de organische stof van eerstgenoemde in hooger geoxydeerden vorm voorkomt dan bij de laatste. Wij vermeldden reeds in een noot op pag. 128, Hoofdstuk IV, de analyse van het waterig extract van een gezonden (zure reactie) en een zieken grond (alkalische reactie). Door berekening vonden wij voor den eersten een gehalte aan organische stoffen in oplossing van 0,3114 gr. per liter, voor den tweeden 0,1536 gr. per liter. Werd de organische stof in zwavelzure oplossing met KMnO_4 geoxydeerd, dan was er in het eerste geval per mgr. organische stof 2 mgr. KMnO_4 noodig, bij het extract van den zieken grond slechts 0,74 mgr.

Dit resultaat is dan ook, zoo als in de noot gezegd werd, geheel conform aan de omstandigheid, dat alkalisch gemaakte gronden meer zuurstof opnemen, dan neutrale of zwak zuur reageerende gronden.

Daar mangaanhydroxyde en het daaruit ontstane samengestelde trioxyde (manganomanganaat etc.) zich als zuurstof overdragers kenmerken, ligt het voor de hand het genezen der ziekte aan deze eigenschap toe te schrijven, daarbij in het midden latend, of de katalyse in den bodem of in de plant plaats grijpt.

In het eerste geval zal men zich de genezende werking sterk gelocaliseerd moeten denken in de dichtste nabijheid der wortels zelve.

Molisch ¹⁾ neemt met Traube het bestaan van een autooxydabele wortelafscheiding aan, die zuurstof activeert. Met guajac-oplossing toonde hij dit bij boonen aan. In tegenwoordigheid van pyrogallol, tannine of humus wordt de guajac-oplossing niet verkleurd. Uit Molisch' waarneming moge blijken, dat de zuurstof in den bodem eene groote rol speelt en dat een zuurstofoverdrager op de oxydatieprocessen daar invloed kan uitoefenen ²⁾.

Een steun voor deze opvatting kan wellicht aan de vermelding van de volgende feiten ontleend worden:

1. Het bezanden (ook met loodzand), waarbij het zand goed door de bouwvoor gemengd werd, heeft steeds gunstig gewerkt, terwijl bekend is, dat na eenige jaren op die plaatsen, waar het zand gebracht werd, toch weer de ziekte

¹⁾ Wiener Sitz. Ber. XCVI 84.

²⁾ Zie ook over schadelijk werkende wortelafscheidingen „The Bulltins 36 en 40 uitgegeven door the Bureau of soils Washington U. S. Department of Agriculture, van Livingston en Oswald Schreineren Howard S. Reed.

optreedt. De gunstige werking zou dan aan verbeterden luchttoevoer met daaraan gepaarde verdeeling der organische stof over een grooter volume toegeschreven kunnen worden.

2. De ziekte trad in 1905, nadat de grond pas in de zinken vakjes (zie Hoofdstuk II) gevuld was, niet op; wij namen aan, dat de grond zich toen niet „gezet” had.
3. In 1908 nam een van ons hetzelfde verschijnsel waar, toen op zieken grond, die kort te voren in een pot gevuld werd, geen haverplant ziek werd.
4. Vakje no. 23 werd in 1908 (zie teekening I) eenige malen kort voor er haver gezaaid zou worden, flink gewoeld. Ook hier bleef de haver gezond. Deze oorspronkelijke zieke grond had de twee vorige jaren van proefneming een zeer ziek gewas geleverd.

Hoe het ook zij, de genezing der zieke planten door oplosbare mangaanzouten, waarvan door den bodem het Mn geabsorbeerd zal worden en door het mangaanhydroxyde (dat tot een manganomanganaat omgezet zal worden) is als een feit te aanvaarden ¹⁾.

Onze onderzoekingen, waarbij de invloed van het mangaan op de oxydatie van veengronden werd nagegaan, moesten door omstandigheden afgebroken worden. Ook in deze richting zal verder gezocht worden.

Gebleken is, dat de humeuze stoffen in den veenkolonialen bodem een bijzondere rol spelen. Ze zijn in de eerste plaats doorlopend aan verandering onderhevig: „ze vergaan”; dit proces kan aanmerkelijk bespoedigd worden, door den bodem alcalisch te maken. Uit oudere onderzoekingen van Wollny ²⁾ is het gebleken, dat de oxydatie van het veen, door toevoeging van kalk, zoowel bijtende als koolzure kalk, aanzienlijk bevordert wordt. Het bonkveen, dat aanvankelijk op nieuwe dalgronden nog als zoodanig te onderkennen is, wordt onder den invloed der cultuur spoedig donkerder van kleur, totdat oogenschijnlijk een homogeen mengsel van zand en humusstoffen ontstaan is; het zand is dan niet meer geel of wit van kleur, de korrels

¹⁾ In dit verband moge er aan herinnerd worden, dat mangaanverbindingen bij alkalische reactie niet verder gereduceerd worden dan tot MnO_2 en tot dien vorm gemakkelijk worden geoxydeerd bij alkalische reactie, terwijl ze bij zure reactie gereduceerd worden tot mangaanzout. Als dus een oxydatietrap tusschen MnO en MnO_2 de gewenschte katalytische werking geeft, dan kan men zich in een alkalischen veenbodem voorstellen, dat deze werking zeer verminderd is en dat toegevoegde mangaanverbindingen hun genezende werking door oxydatie tot MnO_2 spoedig verliezen. Uit onze proeven bleek, dat $MnSO_4$ vroeg aangewend, niet geneest. Ook zou op deze wijze verklaard worden, dat kleine hoeveelheden pas toegevoegde mangaanzouten genezend werken niet-tegenstaande de zieke gronden evenveel Mn bevatten als de gezonde.

²⁾ Wollny, Zersetz. der organischen Stoffen, 128.

zijn door een laagje organische stof omhuld; de grond begint „kluit te houden”.

Bij de sterk gekalkte en de zieke gronden mogen wij eene sterkere oxydatie verwachten, dan bij zure of de gezonde gronden.

In de tweede plaats zullen ook de kunstmeststoffen op de humus inwerken; wij zagen immers bij de absorbtieproeven, dat het vastgelegde bestanddeel aan organische stof gebonden, bij herhaalde uitwassching in oplossing komt. Behalve dat daardoor bij najaarsbemesting van kalizouten b.v., verlies aan voedende bestanddeelen ontstaat, verdwijnen ook organische stoffen uit de bouwvoor ¹⁾.

Zet men eene hoeveelheid grond, eenige maanden onder water bewaard, weg, dan ziet men, al naar den duur van deze periode, meer of minder organische stoffen in oplossing komen. Nog sterker ziet men dit, wanneer grond eenvoudig nat aan de lucht weggezet wordt.

Er hebben blijkbaar omzettingen plaats gehad.

In hoeverre ook bacteriewerking hierbij plaats grijpt, kunnen wij niet beoordeelen; dat ook de lagere organismen tot het vergaan der organische stoffen bijdragen, mag zeker wel worden aangenomen.

Zooals reeds vermeld werd, gebruikt men in de Veenkoloniën haast uitsluitend kunst- en hulpmeststoffen; compost en stalmest worden meest op nieuwere gronden aangewend; groenbemesting is weinig gebruikelijk. In de laatste jaren nu moet de hoeveelheid kunstmest per H.A. verhoogd worden, wil men de opbrengst op dezelfde hoogte houden. Vooral krijgt de bodem gebrek aan kali en stikstof; zelfs bij nieuwere gronden is dit het geval. Aanvankelijk heeft men gemeend, de versterking der bemesting aan het afnemen der nawerking van de vroegere stalmest- en compost-periode te moeten toeschrijven. Al moge dit voor een deel het geval zijn, de verandering der bodemgesteldheid zal toch als belangrijke factor aangenomen moeten worden nu men waarneemt, dat zelfs perceelen van jongeren datum, die of niet of weinig met organische meststoffen bemest werden, een verhoogd kunstmestquantum behoeven. Waaraan de noodzakelijkheid dier verhooging toe te schrijven? Wordt het voedende bestanddeel met den regen uitgespoeld? De slechte resultaten, die men met patentkali als najaarsbemesting verkrijgt, wijzen er op. Of ziet men langzamerhand analogie ontstaan met de zoo eigenaardige eigenschappen van het loodzand, dat zelfs bij 5-voudig normale bemesting geene behoorlijke gewassen voortbrengt. Zeker is het, dat er zich bij het aanwenden van kunstmest chemische processen afspelen, die men in het oog dient te houden. De rol, die zouten spelen in tegenwoordigheid van koolzure kalk hebben wij reeds besproken. Een eenvoudig voorbeeld, dat de invloed der bemesting op de organische stoffen aantoont, moge hier volgen.

Tot het oude proefveld van den heer A. G. Mulder te Sap-

¹⁾ Toch is daardoor geen feitelijk gebrek ontstaan.

pemeer behoort o.m. een perceel, dat gedurende 27 jaren met kunstmest, waarbij stikstof in den vorm van zwavelzure ammoniak, bemest werd. Wij vonden, dat de zuurgraad van dezen grond toegenomen was, tengevolge waarvan de organische stof 76 pCt. grandeau-humus bevatte, terwijl het kunstmestperceel, dat chili kreeg, 54 pCt. grandeau-humus bevatte.

Een goede bouwvoor dient niet alleen de eigenschap te bezitten de voedende bestanddeelen te absorbeeren, de grond moet ook het vermogen hebben die bestanddeelen te bewaren, zóó dat ze niet, of slechts zeer weinig met den regen uitspoelen en toch de plant ter beschikking blijven. Wat deze eigenschappen betreft, staan de veenkoloniale gronden belangrijk bij de goede klei- en zavelgronden ten achter.

De veenkoloniale grond, die met behulp van sterke bemestingen groote vruchtbaarheid aan den dag legt, zal blijvend van goede organische stoffen en van minerale verbindingen, die voor de instandhouding der humusstoffen van belang zijn, voorzien moeten worden. De minerale stoffen zijn noodig om, behalve den grond van een uitwisselbaar bestanddeel te voorzien, ook een zuur worden van de humus te beletten; ijzer, aluminium en calcium spelen hierbij een groote rol. Zoo geeft het weinig aschbestanddeelen bevattende grauwe veen (bonkveen) met K_2SO_4 , KCl eene zure reactie; het ontstaan hiervan is mogelijk aan de splitsing der zouten door de veenhumus te verklaren. Wanneer men bonkveen met de geconcentreerde oplossingen schudt is de zure reactie duidelijk merkbaar.

Duidelijker wordt de splitsing, wanneer men aschvrije humus, uit suiker bereid, met geconcentreerde zoutoplossingen behandelt. Men kan dan het vrij gekomen zuur zelfs titreeren.

Het anion wordt onverminderd in de oplossing terug gevonden, terwijl van het kation eene hoeveelheid aequivalent aan de getitreerde zuurgraad geabsorbeerd blijkt te zijn.

Van Bemmelen¹⁾ toonde een geheel analoge splitsing aan, wanneer hij het roode gel. van MnO_2 , met geconcentreerde K_2SO_4 -oplossing behandelde.

Uit een en ander moge blijken, dat het overweging verdient, ook afgezien van het vraagstuk der haverziekte, het onderzoek naar de verandering der humusstoffen onder den invloed van cultuur en bemesting, voort te zetten.

RÉSUMÉ.

1. De zoogenaamde zieke gronden veroorzaken niet alleen bij haver een misgewas. Op gronden, die in sterke mate de haverziekte vertoonen, leveren ook andere gewassen slechte opbrengsten.

¹⁾ Journal für prakt. Chem. Neue Folge. Bd. 23 S. 324.

2. De ziekte-veroorzakende eigenschappen van den veenkolonialen grond zijn ontstaan door ondoelmatige behandeling — speciaal bemesting — van den grond. In den regel is vooral aanwending van te veel kalk of kalkrijke meststoffen oorzaak, terwijl physiologisch alkalische meststoffen (o. a. chilisalpeter) het ziek worden bevorderen en eveneens meststoffen, die het ontstaan van oplosbare alkalische humaten verhoogen (in het algemeen natrium- en kaliumzouten).
3. Door deze behandeling worden de eigenschappen van den bodem in verschillende opzichten gewijzigd. Behalve dat de oorspronkelijke zure reactie wordt afgestompt, treden ook veranderingen in ten opzichte van het gedrag der organische bestanddeelen (of wel humaatsilicaat-complex) en van het gedrag jegens zuurstof.
4. Beter dan door het vaststellen van de reactie tegenover lakmoes, laat zich van de veenkoloniale bouwvoor vaststellen of haverziekte te vreezen is, door bepaling van de hoeveelheid gemakkelijk uitwisselbaar alkali (kationen) en wel door te onderzoeken, hoeveel zwavelzuur van bepaalde concentratie — of eigenlijk H-ionen — door uitwisseling worden vastgelegd.
5. Op nog normalen veenkolonialen grond dient men voorzichtig te zijn met aanwending van alkalische meststoffen, (kalk of kalkrijke compost) en van physiologisch alkalische meststoffen (chilisalpeter), terwijl op reeds in ongunstigen zin veranderden grond deze meststoffen moeten worden vermeden, of de aanwending er van afgewisseld moet worden met zure en physiologisch zure meststoffen.
6. Zieke gronden zijn te genezen door stoffen, die aan den bodem de oorspronkelijk zure reactie geheel of gedeeltelijk terug geven.
Als zoodanig komen vooral zure laikemodder en veenbonsel in aanmerking.
Door physiologisch zure meststoffen (o. a. zwavelzure ammoniak) laat zich op den duur hetzelfde bereiken; echter zullen deze niet dadelijk voldoende helpen, wanneer de abnormaliteit van den bodem sterk is.
7. Een ziek gewas kan, door op het *juiste oogenblik* mangaansulfaat te gebruiken, gezond worden gemaakt. Dit middel helpt slechts voor het gewas, dat er mede behandeld wordt; geneest dus den bodem niet blijvend.
De verklaring van de werking van het mangaansulfaat is niet te zoeken in een onvoldoend gehalte van den bodem aan mangaan.
8. Ten opzichte der eigenschappen van het humaatsilicaat-complex verschillen een zieke en een gezonde grond hierin, dat normale gronden meer alkali-oplosbaar (in NH₃ van 5 pCt.) humaatsilicaat bevatten. Het gemakkelijk in ammoniak van 5 pCt. oplosbare heeft bij beide gronden nagenoeg

dezelfde samenstelling. Het minder gemakkelijk oplosbare bevat bij normale gronden meer kiezelzuur, ijzer en aluminium. Het onoplosbare humaat-silicaat bevat bij zieke gronden meer kalk en ook meer ijzer, niettegenstaande het totaal ijzergehalte van zieke gronden lager kan zijn dan van normale. Dit onoplosbare humaat-silicaat is, evenals het oplosbare bij zieke gronden, armer aan kiezelzuur dan bij normale. De zieke gronden bevatten dan ook minder colloïdaal kiezelzuur dan de gezonde.

9. Het absorberend vermogen voor kali en voor ammoniak is van zieke gronden hooger, althans niet lager dan van normale. Bij beide gronden laat een vrij groot deel van het geabsorbeerde zich vrij gemakkelijk uitwasschen.

Dit deel is bij zieke gronden iets grooter dan bij normale. Er gaat hierbij een alkalisch reagerend humaat-complex in oplossing.

10. Ten opzichte der physische eigenschappen vertoonen beide gronden verschillen. Gezonde gronden blijken bij monstername op het veld onder de meeste omstandigheden meer vocht te bevatten, wat echter grootendeels op rekening van het in den regel hooger gehalte aan organische stof moet worden toegeschreven.

Vershillen, die afgezien van bijomstandigheden, essentieel voor zieken grond zouden zijn, hebben wij niet waargenomen, behalve, dat de zieke gronden een lossere structuur bezitten en organische stoffen bevatten, die bij vochtigheidstoename misschien sterker zwellen, dan die welke in gezonde gronden aanwezig zijn; de grond is stoffiger en houdt n.l. minder goed kluit, dan dit bij den normalen het geval is.

11. Op grond van verschillen in eigenschappen van zieken en normalen grond en van de middelen ter genezing — zoowel van grond als van gewas — is aan te nemen, dat voor het optreden der haverziekte de alkalische reactie van den bodem (resp. de alkalische reactie, die tijdens de verwerking van veel nitraten ontstaat) een hoofdrol speelt. Een van ons (Dr. SJOLLEMA) is de meening toegedaan, dat zeer waarschijnlijk door de verhoogde autoxydatie, welke het gevolg is van deze alkalische reactie, te groote hoeveelheden van voor de plant schadelijke verbindingen (peroxyden) gevormd worden en de gunstige werking van het $Mn SO_4$ aan de katalytische ontleding dezer schadelijke peroxyden te danken is.

Ueber die Ursachen der Fruchtbarkeitsabnahme einiger Böden in den Groningschen und Drentschen Moorkolonien (holl. Veenkolonien).

Dr. B. SJOLLEMA und J. HUDIG (Ref.).

In den letzten Jahren ist eine Verminderung des Produktionsvermögens einiger Aecker in den Groningschen und Drentschen Moorkolonien beobachtet worden. Hauptsächlich wird der Hafer von dieser Ertragsverminderung getroffen, aber auch Roggen und Kartoffeln bringen auf solchen Aeckern erheblich weniger auf als unter normalen Umständen der Fall ist.

Im Frühjahr kommt die Erscheinung beim Hafer ungefähr Ende Mai zur Aeusserung. Nachdem die Pflanze einige Zeit, bis kurz nach der Bestockung sich ganz normal entwickelt hat, werden die Blätter allmählig gelblich und erlangen ein krankhaftes Aussehen, indem sich an denselben dürre Stellen zeigen, an welchen letzteren das Blatt sich faltet, (siehe Bild I und II). Die Pflanze sieht kümmerlich aus und wächst scheinbar nicht mehr. In den Moorkolonien spricht man allgemein von der „Haferkrankheit.“

In der Zeit des Schossens erholt sich die Pflanze sichtbar, die stark dürren Blätter gehen zu Grunde, und die wenig angegriffenen, werden wieder grün, der Wachstum wird nicht mehr gehemmt; das krankhafte Aussehen verschwindet allmählig.

Trotzdem bleibt der einmal angegriffene Hafer, dem normalen gegenüber, zurück und giebt je nach dem Grade der „Krankheit“ einen geringeren Ertrag als normaler Hafer liefert. Völliges misslingen kommt öfters vor.

Wie gesagt auch Roggen und Kartoffeln leiden an der sogenannten Krankheit. ¹⁾

Besonder spät gesähter Roggen wird angegriffen auf solchen Aeckern wo der Hafer gewöhnlich stark leidet. Die äusserlichen Erscheinungen sind dieselben wie beim Hafer. Bei den Kartoffeln werden nur die Blätter gelb, die Pflanze zeigt ein kümmerliches Aussehen.

Die Krankheit tritt stellenweise auf. Die Erfahrung hat gelernt,

¹⁾ Auch wurde dieselbe Krankheit vom Referenten im Frühjahr 1903 bei Weizen beobachtet.

dass an denjenigen Stellen auf welchen einmahl der Hafer sich erkrankte, auch regelmässig die „Krankheit“ auftreten wird, wenn mit Hafer bestellt wird. Deshalb wird auf solchen Aeckern wovon eine grosse Oberfläche „krank“ ist, einfach kein Hafer mehr gesäht. Weil auf den sehr humosen Böden in den Moorkolonien, der Fruchtwechsel höchst einfach ist, n. Kartoffeln, und dann Roggen oder Hafer, ist der Schaden welche die Krankheit verursacht, bisweilen sehr gross, besonders dort wo ein grosser Theil der Bodenoberfläche an der Krankheit leidet. So besuchten wir eine Wirtschaft, wo nur die Hälfte der ganzen Oberfläche im Stande ist eine normale Haferernte zu produzieren.

Bis jetzt ist diese Krankheit nur in den Moorkolonien beobachtet worden, was uns dazu gebracht hat die Ursachen der Abweichung in den Boden zu suchen besonders wegen der Eigenart desselben. Es sei erwähnt, dass eine eingiebigte Untersuchung des Phytopathologen Prof. RITZEMA Bos ¹⁾, keine Microorganismen für die Krankheit verantwortlich stellen konnte und Prof. R. B. zu der Auffassung, es sei die Ursache im Boden zu suchen, geneigt war. Zum besseren Verständniss ist ein kurzes Uebersicht der Zusammensetzung des Veenkolonialbodens notwendig ²⁾.

Es ist dieser ein Gemisch des braunen Moores, „Sphagnum moores“, mit weissem diluvialen Sande von grosser Feinheit. Das Hochmoor besteht in grossen Zügen aus zwei Schichten verschiedener Art und zwar aus der oberen braunen Schicht und der unteren Schwarzen, welche letztere nur zu Brenntorf Verwendung findet. Nach dem Abgraben des Torfes bis auf dem Sande bringt man die obere Schicht ³⁾ des Hochmoores, welche vorher zur Seite gelegt wurde in \pm 50 cm. Mächtigkeit auf den Sandboden und bringt hierauf eine Sanddecke ⁴⁾ von 10 cm., welche vermittelt des Pfluges mit dem unterliegenden Moore gemischt wird und die Ackerkrume bilden soll. Dieser Veenkolonialboden ist sehr arm weil weder das Fehn noch der Sand Nährstoffmengen von einiger Bedeutung enthält. Es muss also stark gedüngt werden, z. B. pro H.A. mit 1200—1400 K.G. Kainiet, 800 K.G. Thomasphosphat und 600—800 K.G. Chilesalpeter, nachdem etwa 2000 KG. gelöschter Kalk auf das Land gebracht wurde. Je älter der Boden umsomehr organische Substanz sich in der Regel in der Ackerkrume vorfindet, (6,8 pCt. — 49 pCt. und mehr). Der Boden hat sich durch die Kultur an diese Substanz verreichert (altes Grünland).

Wie bekannt hat das Moor eine saure Reaction, welche, wie üblich,

¹⁾ Tijdschrift voor plantenziekten 11, anno 1905.

²⁾ Siehe auch Vogler Kulturtechnik II § 84.

³⁾ Holl. *bolsterveen*.

⁴⁾ Der Sand wird aus den Kanälen und Unebenheiten des Terrains gegraben.

mit Kalk neutralisiert wird. Diese Kalkdüngung muss öfters wiederholt werden, weil das Moor, trotz einmahliges neutralisieren die Neigung behält sauer zu werden.

Man unterscheidet die neuen und die alten „Veenkoloniën.“ Die ersteren sind erst in den letzten dreiszig Jahren cultiviert, die alten eher, bis vor etwa 250 Jahr. Die Alteren Böden brauchen weniger stark gedüngt zu werden, als die neuern.

Die vorliegende Arbeit ist in vier Theilen wieder zu geben und zwar :

1. Beobachtungen auf dem Felde und Versuchsfelder.
2. Kulturversuchen an der Versuchsstation Groningen.
3. Physikalischer Theil.
4. Chemischer Theil.

Die Feldbeobachtungen haben nun ergeben dass allgemein auf den Aeckern, wo der Hafer sich erkrankt, früher stark mit Kalk gedüngt wurde. Besonders schädlich in dieser Hinsicht war die Düngung mit Muscheln (vor etwa 20 Jahren üblich wegen des hohen Stickstoffgehaltes). Wo früher ein Feldkalkofen gestanden hat und demnach viel Kalkabfall gestreut wurde war jetzt der Hafer angegriffen. Es zeigte sich weiters, dass die gesunden Böden immer sauer reagierten (Lackmuss) während nur sehr wenig kranke Böden eine saure Reaction zeigten; die meisten waren fast immer alkalisch oder neutral.

Von den Kunstdüngemitteln hatte Chilesalpeter sehr schädlich gewirkt. Manchmal war es vorgekommen, dass der Landwirt das kümmerliche Aussehen des Hafers an Stickstoffhunger zuschrieb, und Chilesalpeter auf den stark angegriffenen Stellen streute, immer mit dem Erfolge dass der Hafer sich viel schlimmer erkrankte und schliesslich zu Grunde ging. Dagegen hatte Schwefelsaures Ammoniak öfters verbesserend gewirkt, sogar war es einmal vorgekommen dass die Krankheit auf einer kranken Parzelle nicht auftrat und diese eine vollkommen normale Ernte aufbrachte.

Wir hatten in diesen Beobachtungen eine wertvolle Hinweisung für unsere weitere Versuche. Weil Chilesalpeter als physiologisch alkalisch und Schwefels. amm. als physiologisch sauer bezeichnet ¹⁾

1) Obgleich nun niemals mit Sicherheit eine einfache Spaltung eines Nährsalzes vor der Wurzelaufnahme, in einen alkalischen und einen sauren Bestandtheil experimentell nachgewiesen wurde, halten wir uns doch an den Nahmen physiologisch alkalisch und physiol. sauer (Adolf Mayer), da nach älteren Untersuchungen Knop's und Wolffs angenommen werden kann dass, wie dem auch sei, vom Chilesalpeter mehr von dem Säurereste in die Pflanze gelangt als von dem daran gebundenen Alkali. Auch Krüger schloss zu einer alkalischen Wirkung der Salpeterdüngung (Landw. Jahrb. 1905). Wir beobachteten nach Salpeterdüngung in Bezug auf die Haferkrankheit dieselbe Wirkung, als nach Alkalidüngung mit Soda allein.

wird konnten wir daraus den Schluss ziehen, dass die alkalische Reaction (auf irgend einer Weise) für das Auftreten der Krankheit charakteristisch sei.

Auf mehreren Versuchsfeldern wurden in 1906 und 1907 verschiedene saure und alkalische nebst neutrale Stoffen (in physiologischem und chemischem Sinne) angewendet.

Von den sauren Substanzen gelangten zur Untersuchung:

1 ^o . Schwefelsäure	223 K.G. p. H.A.
2 ^o . Salzsäure	165 " " "
3 ^o . Na HSO ₄	480 " " "
4 ^o . KHSO ₄	620 " " "
5 ^o . Al ₂ (SO ₄) ₃	2000 " " "
6 ^o . Fe SO ₄	125 und 630 " " "
7 ^o . Superphosphat	300 " " "
8 ^o . Schwefels. amm.	250 " " "
9 ^o . Braunes Torfmoor (bonkveen, bolsterveen) 2 cm. dicke Schicht.	
10 ^o . Ein stark sauer reagierende Schlamm aus den Kanälen. holl. „Laikemodder“ . . 2 " " "	

Von den alkalischen:

1 ^o . Soda (wasserfrei).	190 K.G. p. H.A.
2 ^o . Potasche.	371 " " "
3 ^o . Ca O	380 " " "
4 ^o . Ca (OH) ₂	500 " " "
5 ^o . Ca CO ₃	2000 " " "
6 ^o . Na ₂ HPO ₄	275 " " "
7 ^o . Na NO ₃	300 " " "
8 ^o . Kalksalpeter	425 " " "
9 ^o . Uream (dass sich bald in Kohlens. amm. umsetzt)	104 " " "

Von dem neutralen Ammoniumnitrat, dass wir als physiologisch neutral auffassten 145 KG. p. H.A. Mangansulfat wurde Versuchsweise gegeben, weil nach den Japanischen Untersuchungen von Loew und seinen Mitarbeitern und auch von Burgers (Cultura 1905 Holl. Zeitschr.) dieses Salz sich als ein besonders wirksames stimulierendes Salz erwiesen hat. Die Versuchsfelder waren alle auf solchen Aeckern angelegt, wovon mit Bestimmtheit das Auftreten der Krankheit erwartet werden konnte.

Es hat sich nun herausgestellt:

1^o. Dass basischer und kohlen-saurer Kalk sehr schädlich wirken, die Krankheit wird stark gefördert, in den meisten Fällen gingen die Pflanzen zu Grunde. Auf solchen Aeckern welche so zu sagen nicht sehr Krank sind (welche also die Krankheitserscheinungen am Hafer in Schwachem Masse zeigen) wird die Krankheit verschlimmert.

Es ist sogar vorgekommen dass auf bisjetzt gesundem Boden nach schwacher Kalkdüngung, die Krankheit hervorgerufen wurde.

2°. Chilesalpeter und Kalksalpeter wirken das Auftreten der Krankheit stark in die Hand.

3°. Schwefelsaures Ammoniak hat in günstigem Sinne gewirkt; die Krankheit trat weniger heftig auf. In einem Falle wurde das Auftreten auf einem sehr kranken Boden sogar durch die Anwendung des Schwefels. amm. vorgebeugt.

4°. Ammoniumnitrat hat weder günstig noch ungünstig den Krankheitsprozess beeinflusst.

5°. Schwefelsäure und Salzsäure waren ohne sichtbaren Einfluss.

NaHSO_4 und KHSO_4 haben vielleicht etwas günstig gewirkt. Dasselbe kann vom Al-sulfat gesagt werden. Eine grosse Quantität $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{ aq}$ (6.30 K.G. H.A.) hat günstig gewirkt.

6°. Soda, Potasche, Natriumphosphat und auch Uream haben fatal gewirkt.

7°. Von einer wirklichen Genesung des Krankheitsprozesses in Bezug auf genannten Stoffen deren Wirkung günstig genannt wurde, kann nicht die Rede sein. Nur wenn die ganze Erscheinung des Krankwerdens vorgebeugt wird ist man von einer normalen Ernte versichert. In dieser Hinsicht hat die Anwendung von „Bonkveen“ und „Laikemodder“ sich besonders wertvoll erwiesen 1). Beide Stoffe haben thatsächlich das Auftreten verhindert.

8°. Wirklich genesend war die Gabe des Mangansulfats oder des Chlorids nach 50 K.G. pro H.A, Nur sei darauf aufmerksam gemacht, dass die Anwendung nicht zu spät zu verabfolgen sei. Das richtige Moment der Anwendung liegt in der Zeit des Gelbwerden der Blätter; sind die Krankheitserscheinungen schon stärker und wird MnSO_4 gegeben, so tritt trotzdem Genesung ein. Nur erreicht der Ertrag nicht mehr die normale Höhe. Zur Erläuterung mögen folgende Körnererträge einiger Versuchspartellen (20 M².) dienen.

1°. Normaler Hafer 4200 K.G. p. H.A

2°. Sehr schwach angegriffene Hafer welcher sich bald erhohlte 3200 „ „ „

3°. Zur richtigen Zeit mit MnSO_4 genesener Hafer 4000 „ „ „

4°. Sehr spät. MnSO_4 4 aq gegeben . . . 2800 „ „ „

5°. „ „ „ 4 „ „ . . . 3000 „ „ „

6°. Krank gebliebener Hafer 1900 „ „ „

Von zwei gleich grossen Partellen a²) und b²) wurde b mit MnSO_4 4 aq behandelt, berechnet nach 50 K.G. p. H.A.

1) Die Anwendung von diesen Stoffen hat bei mehrmaligen Anbau des Hafers, auf krankem Boden, das Auftreten der Krankheit vorgebeugt, zeigt also „Nachwirkung; Mangansulfat wirkt nur im Jahre der Anwendung günstig, has also keine „Nachwirkung.“

2) Der Boden war dort „haferkrank.“

a. ertrug 300 K.G. Kartoffel mit 14,2 % Stärkemehl.

b. „ 360 „ „ „ 16,9 % „

Von zwei andren gleich grossen Parzellen *c* und *d*, beide grosser als *a* und *b*, wurde *d* mit $MnSO_4$ 4 aq behandelt nach 30 K.G pro H. A.

c. ertrug 420 K.G. Kartoffel mit 14,9 % Stärkemehl.

d. „ 495 „ „ „ 16,2 % „

Die Genesung mit $MnSO_4$ ist überraschend schnell.

Das Salz wird vermittelst einer Giesskanne in Losung auf die angegriffene Stelle gespült. Wenn möglich, soll mit Wasser nachgegossen werden. Bei grösseren Oberflächen streut man das Salz mit der Hand aus, während man das Einspülen dem Regen überlässt. Das Salz soll *in* den Boden gebracht werden, denn bei trockenem Wetter sieht man, wenn das Salz einfach gestreut wurde, *kein* Resultat, das Nachspülen ist also wesentlich. Einige Tage nach der Anwendung werden die gelben Blätter allmählich grün, sie richten sich auf, die Falten verschwinden, die Pflanze wächst wieder normal und gelangt wie angegebene Zahlen zeigen zur vollen Produktion.

Die Culturversuche in viereckigen Zinkgefässen, welche 1 m. tief in den Boden hinein gesenkt wurden (Skizze 1.) haben genau dieselben Resultate der Feldversuche gegeben. Die Hälfte der Gefässe wurde mit gesundem, die andre Hälfte mit krankem Boden gefüllt. Der Boden stammte von einem und denselben Acker her, welcher zum Theil angegriffen war. Es ist uns gelungen durch Anwendung von kohlensaurem Kalk, Soda und eine $CaCO_3$ -reichem Schlick gesunden Boden krank zu machen.

Die ausführlichen Feld und Culturversuche in 1907 vorgenommen sind in der Tabelle 3 und Skizze 2 wiedergegeben. Ueber die Mengen der angewandten Düngestoffe giebt die Uebersicht auf Seite 59 und 60 Auskunft.

Es wurde weiter untersucht in wiefern nur Mangansulfat zur Genesung im Stande sei; ob auch vielleicht andre Manganverbindungen diese Eigenschaft zeigten. Zu diesem Zwecke wurde ausserhalb Mangansulfat und Manganchlorür auch Manganhydroxyde (frisch aus $MnSO_4$ und $NaOH$), $MnCO_3$ (frisch aus $MnSO_4$ und Na_2CO_3), Braunstein und colloïdales MnO_2 (aus $MnSO_4$ und $KMnO_4$ hergestellt) angewendet.

Es zeigte sich nun, dass *nur die löslichen Verbindungen und das Hydroxyd* zur Genesung im Stande sind; die andren Verbindungen zeigen nicht die Spur irgend einer Wirkung. Sämmtliche Verbindungen wurden kurz vor der Bestellung in den Boden gebracht. Die löslichen Verbindungen wurden mit dem grössten Erfolge (wie schon erwähnt) beim ersten Auftreten der Krankheitserscheinungen gegeben. Bei dem festen Hydroxyd war dies selbstverständlich nicht möglich.

Es ist also klar, dass die Anwendung von viel basischem Kalk, die Krankheitserscheinung zur Aeusserung brachte.

Dass etwa 10—20 Jahre nach der Anwendung der Muschel, die Krankheit auftrat, kan darauf zurückgeführt werden, dass die Schalen erst in dieser Frist zur Verwitterung kamen, wodurch sie bis zur Staubfeinheit zerfielen, und durch den Boden besser vertheilt wurden. Auf angegriffenen Feldern findet man noch unverwitterte Schalen auf, die meisten zerfallen jedoch bei der Berührung zur Staubfeinheit, sie enthalten bis 99 pCt. Ca CO_3 .

Inzwischen möchte darauf hingewiesen werden, dass ein Krankheits- so gut wie ein Gesundheitsgrad zu unterscheiden ist. Man muss sich das Krankwerden des Bodens als ein Prozess denken. Daraus erklärt sich leicht, weshalb auf einigen Aeckern sofort nach Kalkdüngung, auf andren sogar nach Zweimäliger Kalkdüngung die Krankheit nicht auftritt.

Auf sehr altem Boden, welche warscheinlich niemals nach der Urbarmachung gekalkt, wurde konnten wir die Krankheit mit 8000 KG. Kalk oder mit 1200 KG. soda (p. H.A.) *nicht* hervorrufen.

Dass der Kalk selber nicht die Ursache der Krankheit ist, möge aus den Versuchen mit Gipsdüngung hervorgehen; es wurde dieses Salz absolut ohne Einfluss auf dem Krankheitsprozess befunden.

Es ist also die Ursache des Krankwerdens *in der basischen Reaction, speziell in dem Veenkolonialboden zu suchen*. Denn die alkalische Reaction allein verursacht die Krankheit nicht, wie 1^o. aus mehreren Wasserkulturversuchen zu schliessen ist, wobei sich herausstellte dass eine 0.3 pCtige Sodalösung die Pflanzen nicht das typische krankhafte Aussehen der Haferkrankheit verlieh; 2^o. aus der Thatsache dass die Anwendung des Mangansulfats nicht die alkalische Reaction des Bodens wegnimmt, wie es sich herausstellte.

Dass eine übermässige Kalkdüngung auf Lehmboden schädlich wirkt in dem Sinne als auf dem Veenkolonialboden der Fall ist, ist uns nicht bekannt. Wenn der gesunde Boden der Kulturgefässe mit schwerem Lehmboden (Skizze 1, Fach 25) gemischt wurde, traten die Krankheitserscheinungen auf. Es ist also klar, *dass das Auftreten der Haferkrankheit in der Eigenart des Veenkolonialbodens zu suchen ist*.

Es wurden nun eine Anzahl Bodenmuster untersucht. Diese wurden alle nach dem KOPECKY'schen Prinzip ¹⁾ (von uns abgeändert), dem Boden entnommen. Die Ackerkrume von 20 cm. wurde auf dieser Weise in 2 Theilen von je 10 cm. gemustert. Es wurden stets ein gesunder und ein kranker Boden welche zur Vergleichung dienen sollten, zu gleicher Zeit angebohrt.

¹⁾ JOSEF KOPECKY: Die Physikalischen Eigenschaften des Bodens. Prag 1904. Im Selbstverlage des Verfassers. Buchdruckerei die Politik.

Physikalischer Theil. Bestimmt wurden das scheinbare spezifische Gewicht (Volumgewicht), das wirkliche Sp. Gew. und der Feuchtigkeitsgehalt. Es zeigte sich dass der Wert dieser Faktoren hauptsächlich durch den Gehalt an organischen Stoffe bestimmt ist; d. h. je grösser dieser Gehalt desto höher das Volumgewicht, desto niedriger das Sp. Gewicht und desto grösser der Feuchtigkeitsgehalt. (Tabelle 4 en 5). Eigentümlich ist das Verhalten dieser Boden gegenüber Wasser. Die organische Substanz quillt stark mit Wasser auf. Die Zunahme des Volumens mit der des Wassergehaltes ist nicht proportional mit der letzten und zwar jedesmal grösser als die Quantität des Wassers welche zugefügt wird. (Fig. 1—8; 300 gr. lufttrockner Boden wird jedesmal mit 15 cc. Wasser versetzt.)

Es nimmt das Volumen zu bis zu einem kritischen Punkte während nachher trotzdem Wasser zugefügt wird, das Volumen abnimmt bis zur Sättigung des Bodens, wenn das ursprüngliche Volumen des lufttrocknen Bodens Wieder erreicht ist.

Das Quellen ist hauptsächlich der organischen Substanz zuzuschreiben, das Sandvolumen nimmt mit dem Wasserzusatz nur ganz wenig zu (wie auch WOLLNY schon dargethan hat) ¹⁾

Dass die organischen Stoffe des kranken Bodens stärker quellen als die des gesunden ist wahrscheinlich. (Uebersicht Seite 87. Die Ziffer sind Ausdruck der Volumzunahme, von lufttrockner Erde bis zum kritischen Punkte A oder B, von 1 Gramm org. Stoff.

Von dem Aussehen des kranken Bodens kann gesagt werden, dass dieser durchschnittlich etwas dunkler gefärbt ist als der gesunde, auch hat ersterer eine mehr lockere Struktur. Weil man beim physikalischen Verhalten des Bodens immer mit der ganzen Complexität der Boden-konstituenten zu thun hat, wird prinzipiell ein Unterschied zwischen gesunden und kranken Boden, wenn dieser besteht, schwerer zu Tage treten bei der physikalischen Untersuchung als bei der chemischen, weil hier die Analyse den Boden in einzelnen Konstituenten (oder deren Zersetzungsprodukte) zu zerlegen vermag. Deshalb wurde zur chemischen Untersuchung übergegangen.

Chemischer Theil. Zuerst wurde festgestellt ob die kranken Böden thatsächlich mehr CaO enthalten als die gesunden, wie die Beobachtungen vermuthen liessen. Dazu wurde den Kalk bestimmt welcher für die Pflanze leicht zugänglich ist, n. der in CO₂ lösliche Theil des Totalkalkes. (Wegen der häufigen Kompostdüngung in früheren Jahren findet sich in dem Boden noch viel Kalkabfall und Kalkgruss und Reste von Backsteinen vor, woraus ein Theil des Kalkes bei der Behandlung mit Salzsäure mit zur Bestimmung gelangt, welche nicht für die vorliegende Frage von Interesse sein wird).

¹⁾ WOLLNY Zersetzung der org. Stoffe, S. 237.

Es stellte sich heraus, dass alle kranken Böden mehr in CO_2 löslichen Kalk enthalten als die correspondierenden gesunden. Es soll betont werden, dass nur die Muster (gesund und krank) zur Vergleichung kamen, welche in ihrer sofortigen Nähe (wenigstens auf einem und demselben Acker vorkommend) dem Boden entnommen wurden.

Wie aus der Tabelle 8 ersichtlich, haben die kranken Muster einen höheren Kalkgehalt als die gesunden. Nur machen die Nummer 624, 626, 646, 648, 667, 669, 677, 679, 681, 683, 689, 691, eine Ausnahme, die sich ganz gut erklären lässt, weil doch die gesunden nos. 624, 646, 667, 677, 681, 689 von einem kranken Boden herkommen welcher gesund gemacht wurde entweder durch Mangansulfat oder durch Schwef. Amm.

Da die Reaction der Böden dem Lackmus gegenüber nicht scharf ist wurde die Alkalität oder Acidität auf anderer Weise bestimmt.

Anfangs wurde der Boden mit einer $\frac{n}{10}$ Sodalösung geschüttelt und der Absorbtionscoefficient bestimmt. Weil viel org. Stoff in Lösung kommt und ausser der Absorbtion eine andere Reaction (die des Aufösens) stattfindet wurde diese Methode verlassen. Wir fanden, dass bei 21 zuverlässigen Muster die gesunden Böden mehr Soda absorbierten als die kranken. (Tabelle 9). Nachher wurde der Boden mit $\frac{n}{10}$ H_2SO_4 geschüttelt und die Absorbtion, durch Titration mit $\frac{n}{10}$ KOH bestimmt. Die Resultate sind in Tabelle 10 aufgenommen. In der Spalte A zeigt sich bei den nos. 598—596, 601, 602, 620—621, 640, 641, dass fast die ganze dargebotene Menge Säure absorbiert wurde; es ist offenbar zu wenig Säure vorhanden gewesen, während sich ein Gleichgewicht eingestellt hat. Thatsächlich absorbieren die betreffenden Böden mehr Säure wenn ihnen auch mehr dargeboten wird. (Spalte C) Inzwischen absorbieren die kranken Böden bedeutend mehr Säure als die übereinstimmenden gesunden. Auch hier machen die Gesundgemachten, also die ursprünglich Kranken eine Ausnahme.

Die Resultate weisen darauf hin, dass die kranken Böden den gesunden gegenüber thatsächlich alkalisch sind, denn erstere absorbieren weniger Soda doch mehr Säure als letztere. Ueberdies möge aus diesen Ziffern hervorgehen, dass wie schon aus den Feldbeobachtungen abgeleitet wurde, die alkalische Reaction allein nicht die Ursache der Krankheit sein kann, weil doch die gesundgemachten Böden, sich hinsichtlich der Reaction den ursprünglich kranken gegenüber, gleich verhalten.

Um das Wesen der Absorbtion kennen, zu lernen, wurden folgende Versuchsreihen angestellt und zwar:

1°. Mit konstanter Bodenmenge und wechselnder Säureconcentration im Verhältnisse 1: $\frac{1}{2}$: $\frac{1}{4}$: $\frac{1}{8}$: $\frac{1}{16}$.

2°. Mit konstanter Bodenmenge und abnehmender Säureconcentration im Verhältnisse 1: $\frac{1}{2}$: $\frac{1}{4}$: $\frac{1}{8}$, während gleichzeitig das Flüssigkeitsquantum im Verhältnisse 1: 2: 4: 8 vermehrt wurde; also konstante Bodenmenge und konstante Säuremenge verschiedener Concentration.

3°. Die Bodenmenge wurde im Verhältnisse 1: 2: 4: 8: 16 gesteigert.

(Siehe fig. 8, 9, 10).

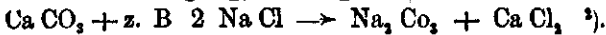
Es stellte sich heraus, dass der Boden nur das H-Ion festlegt unter Auswechslung von (hauptsächlich) Calcium, das SO_4 -Ion bleibt unvermindert in Lösung. Es entstehen also organische Verbindungen von saurem Charakter indem ein Metallion in Lösung kommt. Jeder Boden hat so zu sagen eine *bestimmte Menge zur Auswechslung frei*; was darauf hinweist, dass der Gehalt an auswechselbaren organisch gebundenen Bestandtheilen für den Boden charakteristisch ist. Der kranke Boden enthält davon mehr als der gesunde. Das Verhältniss Bodenmenge: Säuremenge oder Säureconcentration ist für die zu absorbierende Menge in schwachem Masse von Einfluss.

Interessant ist es nachzugehen wie es dem einmahl absorbierten H-ion vergeht, wenn man einige Mahle mit Wasser nachwäscht.

Wie dies in Tabelle 13 übersichtlich dargestellt ist, zeigt sich dass das H-Ion auswaschbar ist (es wurde mit $\frac{n}{10}$ KOH titriert). Jedesmal wurde die Flüssigkeit abgegossen und nachher eine gleiche Menge destillirtes Wasser, als Flüssigkeit abgegossen wurde, zugefügt. Merkwürdig ist es, dass bei der ersten Auswaschung, obgleich die Säureconcentration bedeutend vermindert wurde, auf neuem Säure absorbiert wurde. Nach 16 Auswaschungen war nur noch von der ursprünglichen 105.25 cc $\frac{n}{10}$, 47.5 cc $\frac{n}{10}$ absorbiert geblieben

Da der Veenkolonialboden wie gesagt ein Gemenge ist von fast reinem sehr Nährstoffarmen diluvialen Sande und org. Stoffe (aus Moor und Pflanzenresten herkünftig) liegt es auf der Hand, die Hauptrolle, welche der Boden bei der Kultur spielt diesen organischen Stoffen zuzuschreiben. Nach dem oben Gesagten möge man somit die alkalische Reaction unter Mitwirkung der organischen Stoffen als Ursachen der Krankheit verantwortlich stellen. Man muss sich dabei bemerken, dass natürlich (sowie die Praxis auch lernt) nicht jedes Gemenge von organischen Stoffen, wenn alkalisch gemacht, in diesem Sinne wirken wird. Vielmehr muss die organische Substanz eine spezifische Veränderung unterlegen sein, was denn in unsrem Falle durch die übermässige Kalkdüngung verursacht worden ist. Besonders scheint auch die Düngung mit Kunstdüngemittel das Auftreten der Krankheit beeinflusst zu haben. Weil seit der Anwendung dieser Stoffe die Krankheit sich ziemlich stark ausgebreitet hat. Die

Sache lässt sich ganz gut erklären, weil man doch in den Veenkoloniën auf die Anwendung der Kunstdüngestoffen angewiesen ist und demzufolge grosse Quantitäten verwendet ¹⁾. So ist z. B. die Kalidüngung besonders stark n. bis 1400 KG. Kainiet (und mehr) pro H A. Wenn sich nun viel Ca CO₃ im Boden befindet wird nach einer Kainietdüngung, die folgende Reaktion eintreten.



Das Na₂CO₃ löst eine Menge org. Stoffe, welche aber sofort als sogenanntes Doppelhumat durch die Gegenwart von Ca Cl₂ praecipitirt werden. Es muss also der kalkreiche kranke Boden besonders viel von diesem Kalk-Doppelhumate enthalten.

Thatsächlich ist dies der Fall sowie die Tabelle 15 angiebt. Weil dieses Doppelhumat sich schwer in Alkaliën löst, wurde der Boden nach der Methode Grandeau's mit 5 % iger NH₃, 2 Mahl während 48 Stunden, digerirt. Ein Theil der Lösung wurde eingedampft, gewogen, verascht, wieder gewogen, und der Unterschied beider Wägungen in % (des Bodens oder der org. Stoffe) gerechnet, als Grandeau-Wert oder Grandeau-Humus bezeichnet. Die kranken Boden enthalten weniger Grandeau-Humus als die gesunden. Die Gesundgemachten machen auch hier eine Ausnahme.

Dass der Grandeau-Wert herabgesetzt wird nach tüchtiger Kalkdüngung zeigt Tabelle 17a n^o. 17, n^o. 23 und Tabelle 15 Parzellen 19 und 39. Oost, n^o. 544 resp. 548.

Weil von fachmännischer Seite die Vermuthung ausgesprochen wurde, es sei die Ursache der Krankheitserscheinungen in ein mangelhaftes Absorbtiionsvermögen zu suchen, haben wir mehrere Absorbtiionsversuche ausgeführt.

Nach den Ergebnissen unsrer Feldversuche konnte schon gesagt werden, dass die Vermuthung unrichtig sein musste, denn wie bekannt erholt sich der kranke Hafer nach Anwendung von Mangansulfat, und kommt zur vollen Produktion. Ein Mangel an den so notwendigen Nährstoffen kann auf Grund dieser Erfahrung verneint werden. Trotzdem kam die Bestimmung des Absorbtiionsvermögen uns von Interesse vor; es wäre vielleicht das Vermögen, Nährstoffe aufzunehmen beim kranken Boden grösser, weil dieser wie die Absorbtiionsversuche mit H₂SO₄ lernten, mehr auswechselbaren Kalk enthält.

Es ist diese Annahme experimentel bestätigt gefunden. Tabelle 18 und 18a. Weil sich nur die organischen Stoffe an der Absorbtiion betheiligen, ist der Absorbtiionswert auf Gramm organischen Stoff umgerechnet. (S. Fig. 11.)

Die Absorbtiion von KCl und NH₄Cl ist der selben Art wie die

¹⁾ Es wird fast ausschliesslich Ackerbau getrieben, sodass die örtliche Stallmistproduktion von wenig Bedeutung ist.

²⁾ Siehe auch v. BERNHARDT Vers. St. 21, 23 und 35.

der Schwefelsäure; es findet ein Austausch der Metallen statt. Das Anion bleibt in Lösung. Das festgelegte Kation ist auswaschbar. In 13 Auswaschungen wurde etwa 60 % der absorbierten Menge gelöst. Die Lösung ist gelb gefärbt und enthält je mehr von dem betreffenden Bestandtheil, je länger der Boden mit der Waschflüssigkeit in Berührung war. (Tabelle 18).

Es wurde schon öfters darauf hingewiesen, dass in jeder Hinsicht der org. Stoff als der wesentliche Bestandtheil des Bodens zu betrachten ist, deshalb ist es von Bedeutung die Zusammenstellung dieses Stoffes kennen zu lernen.

Zu diesem Zwecke wurde versucht durch Extrahieren mit 5 %-iger NH_3 den organischen Stoff in Lösung zu bringen. (Tabelle 20.)

Ein gesunder und der betreffende kranke Boden wurden jeder für sich 6 Mahlen extrahiert. In der ersten Spalte der Tabelle 20 ist angegeben wieviel Bestandtheile, auf 100 gr. Boden, die ammoniakalische Lösung enthält; in der zweiten Spalte das Prozent auf dem Glühverluste berechnet; in der dritten die procentische Zusammenstellung der organischen Masse welche in Lösung kam.

Es zeigt sich, dass beim gesunden Boden mehr org. Bestandtheile (und somit auch mehr Aschenbestandtheile) in Lösung gehen als beim kranken (besonders mehr Fe_2O_3 , Al_2O_3). Nach 10-mahliger Extraction derselben Erden (Tabelle 21) tritt ein etwas bedeutender Unterschied zwischen gesunden und kranken Boden hervor. Dann kommt beim gesunden mehr SiO_2 in Lösung; nach 6 Extractionen war dieser Unterschied noch nicht vorhanden. Vergleicht man die Zusammenstellung der Masse welche mit 6 Extractionen in Lösung kam, mit der der Stoffe, welche nach 10-mahliges Extrahieren sich lösten, dann erblickt man (Tabellen 20 en 21) dass die letzten 4 Extractionen des gesunden Bodens enthalten:

1°. Mehr Fe_2O_3 , Al_2O_3 , als die des kranken Bodens; diese enthalten nur Spuren.

2°. Mehr MgO (die des kranken Bodens enthalten kein MgO .)

3°. Mehr K_2O .

4°. Mehr P_2O_5 und SO_3 .

5°. Mehr SiO_2 .

Die Zusammenstellung des organischen Stoffes (oder dessen Spaltungsprodukte) welcher mit den letzten 4 Extractionen in Lösung kommt ist in Tabelle 22 angegeben.

Es ist dieser Stoff äusserst Aschereich (man bedenke die Asche enthält viel Carbonaten). Dieser gesunde org. Stoff enthält mehr Aschenbestandtheile wovon:

1°. bedeutend mehr SiO_2 .

2°. mehr Fe_2O_3 .

3°. mehr K_2O , MgO , P_2O_5 und SO_3 ,
als der Kranke.

Nachdem also ein spezifischer Unterschied zwischen den gesunden und kranken Böden festgestellt wurde, wird es von Interesse sein auch den organischen Rest, welche sich nicht in NH_3 löste zu untersuchen. Zu diesem Zwecke wurde versucht diesen durch Schlammen vom Sande zu trennen. Es ist dies aus mehreren Gründen nicht möglich und zwar hauptsächlich dem Umstande wegen; dass schon sehr feiner Sand mit abgeschlämmt wird. Es ist nun der Sandgehalt durch Bestimmung des Total- SiO_2 -Gehalts, vermindert um der org. gebunden Kieselsäure (welche letzte nach VAN BEMMELEN ¹⁾ bestimmt wurde) gefunden. Es zeigt sich dass beim kranken Boden mehr org. Stoff unlöslich ist, besonders ist mehr CaO in dem Reste enthalten, weiters enthält derselbe weniger SiO_2 . Wird aus den Tabellen 20, 21 und 23 die Zusammenstellung der ganzen org. Substanz rekonstruiert, dann tritt hervor dass der gesunde Boden:

1°. mehr Aschenbestandtheile und zwar hauptsächlich mehr SiO_2 enthält;

2°. weniger CaO enthält.

Wir kennen den SiO_2 gehalt besondren Wert zu, denn die Kieselsäure wird hauptsächlich als Humatsilikat organisch gebunden vorkommen wie auch schon VAN BEMMELEN betont hat ²⁾.

Es scheint dieses Humatsilikat in dem Veenkolonialboden eine grosse Rolle zu spielen. Wir haben nun sicherheitshalber noch einige andre gesunden und kranken Böden auf solchen Bestandtheilen untersucht welche im untersuchten gesunden und kranken Boden in verschiedener Menge enthalten waren und zwar: SiO_2 ; Fe_2O_3 ; Al_2O_3 und CaO .

(Dass der CaO -gehalt der kranken Böden immer höher ist, haben wir schon gefunden). Es zeigte sich dass ein wesentlicher Unterschied im Fe_2O_3 -Gehalt nicht vorliegt. Der SiO_2 -Gehalt wurde im gesunden Boden immer höher gefunden.

Z.B. N°. 622 gesund	9,52 %
„ 618 krank	5,43 %
„ 638 gesund	11,12 %
„ 640 krank	7,38 %

Nach den oben wieder gegebenen Untersuchungen kann festgestellt werden:

„Der gesunde Boden unterscheidet sich vom kranken und zwar:

1°. Ersterer reagiert gegen Lackmus sauer oder neutral, niemals alkalisch, und verhält sich bei den H_2SO_4 -Absorbtiionsversuchen dem kranken gegenüber sauer, oder der kranke Boden verhält sich dem gesunden gegenüber alkalisch.

1) Landw. Vers. St. 37, S. 237, 238.

2) Land. Vers. St. 35.

2°. Ersterer enthält weniger Ca O.

3°. Er enthält mehr in N H₃-lösliche Stoffe. (Fe, O₂-Gehalt wesentlich).

4°. Er enthält mehr Si O₂ (Humatsilikat)."

Es ist der Charakter des gesunden organischen Stoffes also von dem des kranken Bodens wesentlich verschieden. Der letztere wird unter dem Einflusse der Kalkdüngung (hauptsächlich) stark verändert.

Hinsichtlich der Wirkung der löslichen Mn-Salzen und des Mn(OH)₂, bemerken wir, dass die kranken Erden, wie von uns durch Analyse gefunden wurde, nicht weniger Mn enthielten, als die gesunden. Dies war auch nicht warscheinlich, weil doch mit der starken Thomasphosphatdüngung der Boden jährlich mit Manganverbindungen versehen wird. Es ist nun aber ganz merkwürdig, dass gerade die löslichen Mangansalze und das frisch bereitete Hydroxyd die günstige Wirkung ausüben, während das frisch bereitete kolloidale Mn O₂, der Braunstein, offenbar auch die Mn-Verbindungen des Thomasmehles und sogar auch das Carbonat *ohne* Wirkung sind. Die öfters gemachte Bemerkung es sei das Mangan ein „Stimulanz“ klärt nichts auf.

Eine geringe Anweisung für die Erklärung der Manganwirkung finden wir in folgenden Thatsachen:

1°. Die Stickstoffdüngung entweder mit Chilesalpeter oder mit Schwefelsaurem Ammoniak beeinflusst den Krankheitsprozess ganz auffallend.

2°. Die Mangandüngung zeigt sich nur im höchsten Grade wirksam wenn das Salz zur rechten Zeit angewendet wird und überdies durch nachspülen mit Wasser in den Boden hinein transportiert wird.

Weiters möchte bemerkt werden, dass die Zeit des Krankwerdens nun gerade die ist welche von LIEBSCHER als die der Maximum-Stoffaufnahme bezeichnet worden ist ¹⁾, wobei sich die Wurzel als ein wichtiges Reservoir der mineralischen Nährstoffe erweisen. — Diese Umstände weisen darauf hin, dass die Krankheit die *Aeusserung einer physiologischen Abweichung darstellt, welche durch die Eigenart des Bodens unter Mitwirkung der Wurzelthätigkeit hervorgerufen wird.*

Es soll nun das Mangan entweder die physiologischen Funktionen günstig beeinflussen oder die schädlichen Eigenschaften des Bodens aufheben. Ueber die erste Möglichkeit kann nur wenig gesagt werden: LOEW und SAWA ²⁾ nahmen bei der Mangandüngung eine Zunahme der Oxydasen und Peroxydasen in den Blättern war.

Um die Frage in dieser Richtung mit Frucht behandeln zu können muss mehr physiologisches Material gesammelt werden.

¹⁾ Journ. f. Landw. 1887, 335.

²⁾ Bull. Coll. Agr. Imp. Univ. Tokyo. Vol. V, 161.

Was die sogenannten schädlichen Eigenschaften des Bodens anbelangt, darüber kan mehr gesagt werden. Es wurde doch festgestellt, dass in chemischer (sehr wahrscheinlich auch in physikalischer) Hinsicht der kranke Boden verändert ist.

Nun ist dieser stark humose Boden im hohen Maasse befähigt, wenn alkalisch gemacht, Sauerstoff aufzunehmen, wie dies durch Versuche gezeigt wurde. Weil nun der kranke Boden durch seine Reaction schon eher Sauerstoff aufnehmen wird als der gesunde, liegt die Muthmassung nahe, besonders auf dieser Eigenschaft nachdruck legen zu dürfen ¹⁾. Dass schon der kranke Boden eine höhere Oxydationsstufe erreicht hat als der gesunde möge auch aus Folgendem geschlossen werden:

Es wurde nl. 500 gr. Boden (krank und gesund) während 18 Monate mit 1200 cc. destilliertem Wasser behandelt; der wässrige Auszug wurde analysiert. Pro Liter wurde an org. Stoff gefunden: ²⁾

im gesunden Extract 311,4 mgr.

„ kranken „ 153,6 „

Dieser Stoff wurde in Lösung mit $KMnO_4$ und H_2SO_4 (nach KUBEL) oxydiert.

Der gesunde Extract brauchte pro L. 620,3 mgr. $KMnO_4$, der kranke *nicht* die Hälfte sondern *nur* 113,9 mg. Der kranke org. Stoff in der wässrigen Lösung scheint also höher oxydiert zu sein.

Dass bei der Autoxydation Mangan als Katalysator eine Rolle spielen kann ist bekannt; ob nun bei der Autoxydation, wie manchmal der Fall ist, hier ein Peroxyd ³⁾, dass als Pflanzengift wirkt, oder ein autoxydables Wurzelexcrement ⁴⁾ gebildet werden welche z. B. durch Mangan katalytisch zerlegt werden, haben wir nicht mit Sicherheit nachweisen können. Dass aber in dem Veenkolonialboden der Sauerstoff eine grosse Rolle spielen wird ist mit Sicherheit anzunehmen, besonders bei alkalischer Reaction (welche sich bei der Haferkrankheit so schädlich erwiesen hat). Wir meinen, dass Vieles darauf hinweist, dass die Wirkung des Mangans auf einer katalytischen Zersetzung von giftigen, bei der Autoxydation gebildeten Peroxyden beruht, und zwar in den Wurzelhaaren oder in ihrer unmittelbaren Nähe.

Unsre Versuche über Oxydation und Autoxydation des Veenkolonialbodens sind nicht abgeschlossen.

Schliesslich wäre auf gesunden Boden eine stimulierende Wirkung des Mangans zu erwarten, jedoch diese wurde von uns *niemals* beobachtet.

¹⁾ Es sei daran erinnert, dass der Chilesalpeter auf kranken Boden als physiologisch alkalisches Salz, so äusserst scharf reagiert, ebenso die alkaliën selber.

²⁾ Aus dem Differenze zweier Wägungen berechnet.

³⁾ SCHONBEIN, TRAUBE.

⁴⁾ Wie TRAUBE und auch Molisch annehmen. Wiener Sitz. Ber. XCVI, 84.

Auch von FELITZEN ¹⁾, welcher mit Mangansalze auf Hochmoor Düngungsversuche ausführte hat eine ertragsersteigernde Wirkung nicht konstatiert.

Die vorliegende Arbeit hat nun gezeigt:

1°. Dass man auf Veenkolonialböden besonders vorsichtig mit der Kalkdüngung vorgehen muss. Speziell ältere Böden welche schon öfters bekalkt wurden, können durch eine irrationelle Kalkdüngung geschadet werden.

Die Meinung es sei immer einen sauer reagierenden Boden mit Kalk zu versehen ist für den vorliegenden Fall ganz entschieden falsch. Denn doch, wir trafen nie einen normalen gesunden Boden an, der alkalisch reagierte (es gelangten 120 Muster zur Untersuchung). *Es soll diese Aussprache nur nicht aufgefasst werden als wurde die Kalkdüngung überhaupt von uns entraten; allein wir wollen betonen, es sei eine Kalkdüngung bis zu einer Grenze notwendig. Nur soll die Grenze für den Veenkolonialboden nicht da liegen wo die Säurereaktion aufhört wie dies bis jetzt angenommen wurde. Sie soll im Gegentheil auf die Dauer nach der sauren Reaction hin verschoben werden.*

2°. Der org. Stoff hat im Veenkolonialboden eine besondere Bedeutung, weil die Fruchtbarkeit hauptsächlich durch die Eigenschaften dieser Bestandtheile bedingt wird.

Die org. Substanz erleidet fortwährend Veränderung welche durch Kalkdüngung, wie auch WOLLNY ²⁾ nachgewiesen hat stark gefördert wird. Auch die Kunstdüngemittel beeinflussen den Prozess der Veränderung besonders im Gegenwart von kohlenurem Kalk. Aber auch eine einfache Kalidüngung bringt wie die Absorbitions- und Auswascheversuche zeigten org. Stoff in Lösung, wobei das Kali theilweise mit dem Regen in den unteren Bodenschichten gelangt.

Es soll nun in erster Zeit darauf geachtet werden, in wiefern die Kunstdüngung ihr höchstes Rendement giebt.

Von praktischer Seite wurde neuligst darauf aufmerksam gemacht, dass die Düngung mit Stallmist in einigen Fällen, die Wirkung des Kunstdüngers bedeutend steigern kann und wurde darauf den nachdruck gelegt, dass wenn nie Stallmist angewendet wird, man die Kunstdüngergabe jährlich zu erhöhen hat, um auf der selben Produktionshöhe der vorigen Jahre zu bleiben.

Wir halten er also für ratsam den Veenkolonialboden, nach der Jahrenlange einseitige Kunstdüngung, denn und wann von frischer organischen Substanz zu versehen (Gründüngung; Stallmist etc.)

3°. Die Haferkrankheit hat ihr Entstehen an der übermässigen Kalkdüngung zu danken. Durch physiologisch alkalischen Salze, (Chilesalpeter) wird sie gesteigert durch phys. sauren salze (schwefels,

¹⁾ Journ. f. Land. 1907, Bd. 35.

²⁾ WOLLNY ersetz. der org. Stoffe 128.

Amm.) wird sie gebessert. Die Ursache ist also mittelbar im Boden zu suchen. Dieser ist auf solchen Stellen wo die Krankheit immer auftritt dem normalen gegenüber stark verändert, und enthält mehr in Alkalien unlösliche org. Substanz. (Kalkgehalt) und weniger org gebundene Kieselsäure (Humatsilikat).

4°. Praktisch kann die Krankheit bekämpft werden und zwar:

a. in Fällen von geringem Grade durch Anwendung von schw. Amm. als Stickstoffdünger.

b. durch „Veenbonkse!“ oder „Laikemodder“.

c. durch Mangansulfat nach 50 K.G. pro H.A.

Man soll die Anwendung von Chilesalpeter, kalkreichen und alkalischen Stoffen auf kranken Böden vermeiden, und behandle die jetzt noch gesunden Böden mit Vorsicht.

Bei Innehaltung dieser Vorschriften braucht die Krankheit wenigstens in den von uns besuchten Gegenden nicht mehr vorzukommen.

Vorliegende Arbeit ist nicht abgeschlossen und wird vom Referenten fortgesetzt.
