419
12

VERSLAG

VAN HET

Wortelrot-

Onderzoek

DOOR

Dr. Z. KÄMERLING.

H. van Ingen, Soerabaja.

1903.

VERSLAG

VAN HET

Wortelrot-

Onderzoek

DOOR

Dr. Z. KÄMERLING.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

H. van Ingen, Soerabaja.

1903.

QL34

.S2n

K3 .

1000
1000
1000

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

INHOUD.

	Blz.
Een woord vooraf	I.
Inleiding	1

HOOFDSTUK I.

Microscopische onderzoekingen over de structuur van den bouwgrond	3
---	---

HOOFDSTUK II.

Misvormingen die aan den rietwortel optreden, tengevolge van mechanische invloeden van den bouwgrond	27
--	----

HOOFDSTUK III.

Onderzoeking over de doorlatendheid van den bouwgrond.	46
--	----

HOOFDSTUK IV.

Beschouwing over de ontleding van organische stof in den grond	75
--	----

HOOFDSTUK V.

Onderzoekingen over de ontleding van organische stoffen in den grond.	103
---	-----

HOOFDSTUK VI.

De rol van den humus in het rationeele landbouwbedrijf .	137
--	-----

HOOFDSTUK VII.

Het een en ander over wortelparasieten van het suikerriet	167
---	-----

HOOFDSTUK VIII.

Slotbeschouwingen, tevens bespreking van de antwoorden ingekomen op de laatste wortelrotenquête.	197
--	-----

JUN 1904

EEN WOORD VOORAF.

Het Verslag van het Wortelrotonderzoek, waarvan het laatste Hoofdstuk een jaar geleden geheel drukklaar door mij ingeleverd werd, ziet bij dezen het licht. Na April 1902 zijn er geen noemenswaardige veranderingen meer in aangebracht.

Dat het verslag eerst nu verschijnt, moet aan omstandigheden van allerlei aard, geheel buiten de schuld van den schijver, geweten worden.

Hoofdstuk I, III, IV en V zijn, bij wijze van voorloopig mededeeling reeds in verkorten vorm in het landbouwkundig tijdschrift „De Nieuwe Gids.” gepubliceerd.

Een enkele opmerking moge hier nog gemaakt worden en wel betreffende 1^e. den vorm en inhoud van dit verslag; 2^e. het doel van phytopathologische onderzoekingen, 3^e. de richting waarin het wortelrotonderzoek zich m.i. in de toekomst te bewegen hebben zal.

Wat den vorm en inhoud van dit verslag betreft, zoo hebben wij hier geen zuiver wetenschappelijke verhandeling voor ons, tenminste niet in den zin, die gewoonlijk aan deze uitdrukking gehecht wordt. Terwijl een typische wetenschappelijke verhandeling gewoonlijk alleen een kort historisch overzicht bevat van hetgeen door vroegere onderzoekers verricht werd, maar daarna uitvoerig de onderzoekingen van den schrijver zelven tot in alle détails behandelt, is dit hier niet het geval. Wel zijn in dit verslag de resultaten der in den loop van het jaar 1901 verrichte onderzoekingen neergelegd, maar met deze zijn tal van reeds bekende feiten en de resultaten van tal van vroegere door andere onderzoekers verrichte onderzoekingen tot een geheel vereenigd. Zoo is ook bij het schrijven de nadruk niet zoo zeer gelegd op een volledige opsomming van alle door mij genomen proeven, als wel op een uitvoerige behandeling der conclusies, die m.i. uit deze proeven getrokken konden worden. Ook is er mij een verwijt van gemaakt geworden, dat ik mij niet tot zuiver botanische of microscopische onderzoekingen beperkt heb,

maar ook de resultaten van scheikundige onderzoekingen heb vermeld, ja zelfs, *horribile dictu*, mij aan scheikundige onderzoekingen heb gewaagd.

MOLESCHOTT heeft eens gezegd: dat de wetenschap niet voor een kaste van geleerden, maar voor het geheele volk bestemd was, en zoo ergens, dan is dit zeker bij de landbouwwetenschap het geval. Een zuiver botanische studie, die alleen door botanici, een zuiver chemische studie, die alleen door chemici, een zuiver technische studie, die alleen door technici genoten worden kan, heeft voor den landbouwpracticus geen of ternauwernood waarde.

De landbouwer heeft in den regel niet te maken met zuiver plantenphysiologische, mycologische, bacteriologische, entomologische, chemische, meteorologische of technische problemen, hij heeft te maken met gecompliceerde kwesties, die zoowel op het eene als op het andere gebied liggen.

Voert men bij wetenschappelijke onderzoekingen ten dienste van den landbouw de scheiding te ver door, verbiedt men den botanist zich, waar hij dit noodig oordeelt, met scheikundige of met praktisch landbouwkundige kwesties bezig te houden, of wenscht men dat de scheikundige zich angstvallig tot analytisch-chemische onderzoekingen beperkt, dan veroordeelt men daarmede m.i. den wetenschappelijken onderzoeker feitelijk tot onvruchtbaarheid.

Dergelijke streng gespecialiseerde onderzoekingen dragen uit den aard der zaak in den regel een zoo éénzijdig karakter, dat er voor den practicus niets mee aan te vangen is, zoolang zij niet overgegoten zijn in een anderen vorm, waarin het verband met andere onderzoekingen op ander gebied beter uitkomt.

M.i. is hij, die het een of ander onderzoek verricht, de aangeezene man om de draagwijdte er van te beoordeelen, om het verband van deze onderzoekingen met de resultaten door andere onderzoekers op ander gebied verkregen in het rechte licht te stellen en om oriënteerende onderzoekingen op ieder gebied, waar hij dit noodig oordeelt, te entameeren.

De waarde van een onderzoek hangt in den regel niet zoozeer af van het aantal en de nauwkeurigheid der verrichte onderzoekingen, als wel van den aard dezer onderzoekingen en van de conclusies, die men er uit trekken kan. Ook bij wetenschappelijke onderzoekingen is overleg het halve werk en wanneer men er maar op los onderzoekt, zonder zich er steeds goed rekenschap van te geven, wat men eigenlijk met zijn onderzoekingen beoogt en wat

men er mee zal kunnen bereiken, zoo is in den regel op het resultaat ten vollē toepasselijk het bekende:

„Was man nicht weiss, das eben brauchet man,
Und was man weiss, das kann man gar nicht brauchen”.

Bij het schrijven van dit verslag heb ik mij op het standpunt gesteld, dat het geschreven werd voor practici, die zich voor het onderwerp in kwestie interesseeren, die uit eigen aanschouwing de verwoestingen kennen, die het wortelrot aanrichten kan, die wel op de hoogte zijn van wat er al zoo in de laatste jaren over het wortelrot is geschreven geworden, maar in het algemeen in de Europeesche landbouwliteratuur niet thuis zijn.

De vorm, waarin ik de resultaten van mijn onderzoekingen neergelegd heb is die, waarin ik meende, dat de praktijk er het meeste nut van zoude kunnen trekken.

Wat nu mijne opvatting omtrent het doel van phytopathologische onderzoekingen betreft, zoo stellen sommige practici zich voor dat het doel van phytopathologische onderzoekingen moet zijn, om voor iedere plantenziekte een speciaal bestrijdingsmiddel te zoeken, dat dan in voorkomende gevallen onmiddellijk aangewend worden kan.

Dergelijke speciale bestrijdingsmiddelen, die zonder verder overleg toegepast kunnen worden en telkenmale afdoende resultaten geven, bestaan er niet of ternauwernood. In ieder bijzonder geval zal men bij de bestrijding van een plantenziekte met de bijkomende locale omstandigheden rekening moeten houden en naar bevind van zaken moeten handelen.

Het optreden op groote schaal van een plantenziekte is een gecompliceerd iets, wij hebben daarbij in den regel niet met een enkele oorzaak te doen, maar ook nog met tal van factoren, die het optreden van de bewuste ziekte, hetzij in de hand, hetzij tegenwerken.

Wanneer het optreden van een plantenziekte in *al* haar oorzaken en gevolgen zoo goed mogelijk onderzocht is, zal daarmede gewoonlijk de bestrijding (voor zooverre er een bestrijding mogelijk is) van zelve geïndiceerd zijn.

Het streven van den phytopatholoog, die een schadelijke plantenziekte te onderzoeken heeft, moet n. l. zijn een zoo goed mogelijk inzicht te krijgen in deze ziekte. Daarbij moet hij niet vervallen in de fout van uitsluitend de onmiddellijke oorzaak tot onderwerp van studie te maken, hij moet integendeel vooral ook trachten na te gaan door welke bijkomende omstandigheden het optreden van de bewuste ziekte in de hand gewerkt wordt. Hiervoor zijn waar-

nemingen in de praktijk onmisbaar, slechts door kennis te nemen van de ervaringen der practici kan men er een voorstelling van krijgen, welke factoren op het optreden der ziekte invloed uitoefenen kunnen.

Vat de plantenpatholoog op deze wijze het onderzoek zoo breed mogelijk op, houdt hij bij zijne laboratoriumproeven zooveel mogelijk rekening met de ervaringen der praktijk, dan zal hij gewoonlijk het uitprobeeran van finesses der praktische bestrijding met een gerust geweten aan de practici kunnen overlaten.

De plantenpatholoog moet dus m. i. zich de ervaringen der praktijk ten nutte maken, maar hij moet zijn tijd niet besteden aan zuiver praktische onderzoekingen, die evengoed, zoo niet beter, door de practici zelve uitgevoerd kunnen worden. Hij mag niet éézijdig theoretisch, maar evenmin éézijdig praktisch zijn.

Zoo goed mogelijk heb ik getracht beide klippen te vermijden.

Is nu eigenlijk het wortelrotonderzoek afgegaan of niet, zal misschien een enkele lezer vragen.

Afgegaan is het onderzoek niet, nog lang niet, maar het komt mij wel voor, dat ik er in geslaagd ben de richting aan te geven waarin het verdere onderzoek zich bewegen moet.

Het wortelrotvraagstuk hangt zoo nauw samen met tal van andere kwesties, irrigatietoestanden, vruchtwisseling, bemesting, grondbewerking, uitzuren, enz. enz. dat er geen kwestie van kan zijn om speciaal van het wortelrot een studie te maken, zonder al deze andere kwesties mede in den kring der beschouwingen te trekken. Omgekeerd echter zal men in de toekomst bij het bestudeeren van grondbewerking, bemesting, vruchtwisseling, irrigatietoestanden, enz. enz. steeds rekening moeten houden met het wortelrot. Zoo moet ons inzicht in het wortelrot langzamerhand voortschrijden naarmate ons inzicht in de vraagstukken grondbewerking, bemesting, levensvoorwaarden der verschillende variëteiten, physiologie van de rietplant, irrigatietoestanden enz. enz. geleidelijk toeneemt.

Geforceerd kan in deze het onderzoek niet worden, omdat het wortelrotprobleem te gecompliceerd is en wij met een te groot aantal factoren rekening hebben te houden. Voorloopig liggen m.i. voor de practici proeven in den aanplant het meest voor de hand en als zoodanig komen vooral in aanmerking proeven omtrent grondverbetering (met kalk, stalmest of groene bemesting) grondbewerking, variëteiten en irrigatie (vooral wat de kwestie slibtoevoer betreft).

Dat de nu twee jaar geleden bij gelegenheid van het Congres te Soerabaia door mij aan het Bestuur van het Syndicaat voorgeslagen proeven omtrent den invloed van slibtoevoer op het optreden van het wortelrot geen punt van overweging hebben uitgemaakt, valt m.i. zeer te betreuren. Wanneer twee jaar geleden met ernstigen proeven in deze richting een aanvang was gemaakt, zouden wij nu reeds een heel eind verder zijn.

Voor laboratoriumonderzoekingen met het oog op het wortelrotvraagstuk komen m.i. in de eerste jaren vermoedelijk vooral in aanmerking onderzoekingen omtrent het nitzuren, omtrent de physische gesteldheid van den bouwgrond in verband met de structuur, omtrent reductie en oxydatieprocessen in den bouwgrond in verband met de ademhaling der rietwortels, omtrent verdamping, verdampingsreguleering en veranderingen in sapgehalte en sapsamenstelling bij rijping en afsterven van het riet

Wat de platen betreft, zoo zijn deze telkens ingelascht in den tekst van het hoofdstuk waartoe zij behooren en voor ieder hoofdstuk afzonderlijk genummerd, dus voor Hoofdstuk I, Plaat 1 — 4; Hoofdstuk II, Plaat 1 — 4; Hoofdstuk III, Plaat 1 — 3; Hoofdstuk VI, Plaat 1 — 3; Hoofdstuk VII, Plaat 1 — 5.

Voor ieder hoofdstuk zijn afzonderlijk doorlooperd genummerd de figuren, die op de platen voorkomen en die, welke in den tekst zijn ingelascht.

Wat de bij hoofdstuk I, II en VII behorende gelithografeerde figuren betreft, deze zijn alle naar de natuur en voor zooverre het afbeeldingen van microscopische praeparaten betreft, met de camera lucida geteekend.

Afzonderlijke figuren-verklaringen heb ik niet gegeven, de figurenverklaring vindt men steeds in den tekst.

Enkele storende drukfouten gelieve de lezer nog te corrigeeren.

bl. 7, regel 9 van beneden af, *staat*: . . . een zelfde riettuin, fig. 3.

lees: . . . een zelfde riettuin, Kedi-rizandgrond) fig. 3. . .

bl. 10, noot, regel 2 van beneden af, *staat*: . . . over de korten afstand

lees: . . . over korten afstand . . .

bl. 14, regel 8 van boven af *staat*: . . . auch bei cen.

lees: . . . auch bei den

- bl. 14, regel 9 van boven af *staat:* . . . Substanzen beider. . .
lees: . . . Substanzen bei der. . .
- bl. 14, regel 29 van boven af *staat:* . . . worden slibdeeltjes . . .
lees: . . . worden de slibdeeltjes. . .
- bl. 27, regel 4 boven af *staat:* . . . Met 3 platen.
lees: . . . Met 4 platen.
- bl. 28, noot, eerste regel *staat:* . . niet met eehe gewone. . .
lees: . . niet met eene gewone. . .
- bl. 37, regel 21 van boven af *staat:* . . zich in omgeving. . . .
lees: . . zich in de omgeving. . .
- bl. 54, regel 5 van boven af *staat:* . . 324 Gram
lees: . . 32,4 Gram)
- bl. 56, noot, regel 10 van beneden *staat:* . . *Newon'sche*.
lees: . . *Newton'sche*
- bl. 60, regel 11 van beneden af *staat:* . . In fig. 1 van
lees: . . Op plaat I C van
- bl. 63, regel 1 van boven af *staat:* . . In fig. 2 van
lees: . . In fig. A van
- bl. 64, regel 1 van boven af *staat:* . . in fig. 3 van
lees: . . in fig. B van
- bl. 66, regel 6 van boven af *staat:* . . de fijnaarden van
lees: . . de fijnaarde van
- bl. 66, regel 9 van boven af *staat:* . . toename van fijnste
lees: . . toename van het fijnste. . .
- bl. 76, regel 18 van boven af *staat:* . . I Nieuwe ontgonnen. . .
lees: . . I Nieuw ontgonnen. . .
- bl. 76, noot, regel 10 van beneden af *staat:* . . Ackererde van hohe
Humusgehalt
lees: . . Ackererde von hohem
Humusgehalt
- bl. 98, noot, regel 11 van boven af *staat:* . . klene vlegen . . mij en . . .
lees: . . kleine vliegen . . mijten. . .
- bl. 123, regel 19 van beneden af *staat:* . . Kemartran.
lees: . . Kemantran.
- bl. 126, regel 8 van beneden af *staat:* . . ingeschakelden
lees: . . ingeschakeld en
- bl. 137, regel 20 van boven af *staat:* . . veeboerderij en
lees: . . veeboerderijen
- bl. 138, regel 8 van boven af *staat:* . . mijen
lees: . . mij en

- bl. 149, regel 16 van beneden af *staat*: . . vakken van *a* en *c* . .
lees: . . vakken *a* en *c*.
- bl. 155, noot, eerste regel *staat* . . het soil . . wheac tops . .
lees: . . the soil. . wheacrops . .
- bl. 158. noot, regel 14 van beneden af *staat*: . . we wonde they
lees: . . we wonder they
- bl. 158, noot, regel 11 van beneden af *staat*: . . . amount af sulphate...
lees: . . . amount of sulphate...
- bl. 158, noot, regel 10 van beneden af *staat*: . . . beyond he afore said...
lees: . . . beyond the aforesaid...
- bl. 158, noot, regel 9 van beneden af *staat*: . . . it, indeed; it could be . .
lees: . . . if indeed it could be . .
- bl. 159, noot, regel 17 van beneden af *staat*: . . . guano, phosphaté,
lees: . . . guano phosphaté.
- bl. 162, noot, regel 19 van beneden af *staat*: mote.
lees: more.
- bl. 167, regel 3 van boven af *staat*: Met 4 platen
lees: Met 5 platen
- bl. 176, regel 19 van boven af *staat*: . . . dat de hoofdzaak
lees: . . . dat de hoofdoorzaak. . .
- bl. 176, regel 21—22 van boven af *staat*: gallen is in
lees: . . . gallen aan rietwortels
is in
- bl. 184, laatste regel *staat*: . . . dikwijst dichte
lees: . . . dikwijls dichte
- bl. 185, regel 8 van beneden af *achter binnendringt, in te lasschen*:
„In fig. 4a is het binnendringen van
het mycelium in een der opperhuids-
cellen, in fig. 4b de overgang van
uit deze in een der onmiddellijk daar-
onder gelegen cellen weergegeven.”
- bl. 186, regel 6 van boven af *achter mededeelt, in te lasschen*:
„In fig. 7 is een fragment van een
lengtedoorsnede door een rietwortel
afgebeeld en zien wij het indringen
van het mycelium in de epidermis-
cellen en de myceliumkluwens in
de dieper gelegen cellen.”
- bl. 188, regel 9 van boven af *achter verdwenen is, in te lasschen*:
„(vergelijk fig. 13 en fig. 14)”.

VIII

- bl. 189, regel 12 van boven af *staat*: . . . van kiemende b.bit....
lees: . . . van de kiemende bibit . . .
- bl. 190, regel 20 van boven af *staat*: . . . (fig. 19, 20, 21 en 22)...
lees: . . . (fig. 18, 19, 20, 21 en 22).
- bl. 191, regel 12 van boven af *achter* verbreiden, *in te lassocen*:
 „hier een mycelium met talrijke
 anastomosen (verg. fig. 23) vormen.”
- bl. 194, regel 4 van beneden af, *staat*: Allontospora radicolan.
lees: Allantospora radicola.
- bl. 196, bovenste regel *staat*: Men kan de sporen misschien....
lees: Men kan de sporen (verg.
 fig. 28) misschien.

Ter slotte is een woord van dank aan de firma VAN INGEN voor de goede uitvoering, vooral ook wat platen en tekstfiguren betreft, hier zeker niet misplaatst.

BANJOEMAS, 25 Maart 1903.

Z. K.

VERSLAG VAN HET WORTELROT-ONDERZOEK.

door DR. Z. KAMERLING.

Inleiding.

Aangezien mijne onderzoekingen over wortelziekten van het riet voorloopig gestaakt zijn *) en van verschillende zijden de wensch kenbaar gemaakt werd dat de tot nu toe verkregen resultaten gepubliceerd zouden worden, heb ik deze in het volgende verslag te samen gevat.

Dit verslag bevat dus niet alleen de resultaten die bij het in Probolinggo verrichtte onderzoek verkregen werden, maar ook die welke ik bereikte bij de voortzetting van de onderzoekingen na mijn terugkeer naar het proefstation Kagok.

De inhoud van mijne vroegere publicaties, voor zooverre deze op wortelziekten van het riet betrekking hebben, veronderstel ik als in hoofdzaak bekend en ik ben dan ook op deze vroegere mededeelingen niet teruggekomen, tenzij door nieuwere onderzoekingen een vroegere opvatting gewijzigd of nader bevestigd worden kon.

De lezer zal bemerken dat verscheidene opvattingen die vroeger in meer hypothetische vorm en nog zonder uitvoerige toelichting het licht zagen, door nadere onderzoekingen volkomen bevestigd werden. Enkele opvattingen zijn daarentegen op den duur niet houdbaar gebleken en moesten gewijzigd worden.

In verband met den aard van het onderwerp, waaromtrent reeds bij het begin van het onderzoek bekend was, dat er zeer talrijke factoren op influenceerden, is het onderzoek niet in één bepaalde richting geschied, maar heb ik in verscheidene richtingen en door de toepassing van verscheidene geheel of gedeeltelijk nieuwe onderzoekingsmethoden, getracht eenig inzicht te krijgen in het wortelrot en verwante ziekteverschijnselen.

Het verslag van het onderzoek vormt dan ook geen te samenhangend geheel, maar bestaat uit een aantal afzonderlijke hoofdstukken. Ieder hoofdstuk bevat hetzij de resultaten van onderzoekingen in een bepaalde richting of beschouwingen omtrent een

*) Dit verslag werd neergeschreven in de tijd van December 1901 tot April 1902, door onvoorziene omstandigheden is de publicatie ervan zeer vertraagd.

enkele van de vele factoren die op de groeistagnaties en het ontijdig afsterven van het riet invloed hebben.

Toch hebben natuurlijk de verschillende richtingen die het onderzoek insloeg steeds op elkander geïntroduceerd en onderling voeling gehouden en zoo is het niet te vermijden dat er af en toe in het eene hoofdstuk verwezen zal moeten worden op conclusies die eerst later in een van de volgende hoofdstukken uitvoerig toegelicht en gemotiveerd kunnen worden.

Achtereenvolgens zullen wij behandelen:

I. Microscopische onderzoekingen over de structuur van den bouwgrond.

II. Misvormingen die tengevolge van mechanische invloeden van den bouwgrond aan de rietwortel optreden.

III. Onderzoekingen over de doorlatendheid van den bouwgrond.

IV. Beschouwingen over de ontleding van organische stoffen in den bouwgrond.

VI. Onderzoekingen over de ontleding van organische stoffen in de bouwgrond.

VI. De rol van den humus in het rationeele landbouwbedrijf.

VII. Het een en ander over wortelparasieten van het suikerriet.

VIII. Slotbeschouwingen, tevens bepreking van de antwoorden ingekomen op de laatste wortelrottenquête.

Ten einde een eventueel misverstand te voorkomende zoude ik er nog opmerkzaam op willen maken dat deze onderzoekingen, voor zooverre zij zich op chemisch gebied bewegen, niet qua analytisch-chemisch maar qua biologisch onderzoek beoordeeld dienen te worden.

Het was niet de bedoeling om zoo nauwkeurig mogelijke onderzoekingen over een enkel onderdeel van het onderwerp in kwestie te verrichten, maar het was de bedoeling om met behulp van eenvoudige onderzoekingsmethoden over het geheele nog niet op eene dergelijke wijze behandelde vraagstuk een overzicht te krijgen. Dat bij meer gedetailleerde analytisch-chemische onderzoekingen andere nauwkeuriger methoden (dan de door mij gebruikte) toegepast zouden moeten worden, is duidelijk genoeg, het kwam mij echter voor dat het in casu niet op deze uiterste bereikbare nauwkeurigheid (die slechts ten koste van uitgebreide zeer tijdroovende onderzoekingen te bereiken zoude zijn geweest) maar meer op een algemeen inzicht in de kwestie aankwam.

HOOFDSTUK I.

Microscopische Onderzoekingen over de Structuur van den Bouwgrond. (Hierbij 4 platen en 3 tekstfiguren.)

Zoodra het vaststond dat het wortelrot beschouwd moest worden als eene ziekte die aan den grond hechtte en niet van besmettelijken aard was, diende onderzocht te worden of de wortelrotgronden misschien eigenaardigheden vertoonden, waaraan het optreden van deze ziekte moest worden toegeschreven. Verschillende overwegingen leidden er toe om in de eerste plaats te denken aan verschillen in de physische gesteldheid van den grond.

Zoo sprak het van zelve dat ik er toe kwam om te trachten door microscopisch onderzoek dergelijke eigenaardigheden op het spoor te komen. Reeds anderhalf jaar geleden werd door mij een serie grondmonsters van de onderneming Olean aan een microscopisch onderzoek onderworpen, aanvankelijk zonder noemenswaard resultaat. De groote moeilijkheid bij deze onderzoekingen bleek hierin gelegen te zijn, dat wij niet nauwkeurig definieeren konden, wat nu eigenlijk als onder het microscoop kenbare, karakteristieke eigenaardigheden van eene gunstige en eene ongunstige grondstructuur beschouwd moest worden.

Voor zoover mij bekend, heeft men vroeger nooit getracht om door middel van microscopisch onderzoek, inzicht in de physische gesteldheid van den grond te verkrijgen, zoodat ik dus geen goed aanknooppingspunt had om te weten waarop men bij een dergelijk onderzoek in hoofdzaak zoude hebben te letten. Zoo gaf ik dan ook na eenige vruchteloze pogingen om in deze serie Oleangronden bij microscopisch onderzoek kenbare, nauwkeurig te definieëren verschillen tusschen wortelrot- en gezonde gronden te vinden, voorloopig op.

Eerst ruim een jaar later, toen de onderzoekingen in andere richtingen eenige aanwijzingen hadden gegeven, waarin vermoedelijk de karakteristieke eigenaardigheden van physisch goede en slechte gronden gezocht zoude moeten worden, werd dit microscopisch onderzoek omtrent de structuur van den bouwgrond opnieuw opgevat, ditmaal met beter resultaat.

Onder physisch slechte gronden verstaan wij hier gronden waar het riet neiging heeft om pleksgewijze groeistagnaties of ontijdig afsterven te vertoonen, schijnbaar ongemotiveerd, dus zonder dat er eenige oorzaak die niet in de physische gesteldheid van den grond

gelegen zoude zijn, voor aan te wijzen is. Wortelparasieten of andere rietziekten zijn blijkbaar niet de oorzaak, chemische eigenaardigheden van den grond, (hoog zoutgehalte, zure reactie, hoog gehalte aan oplosbare ferro-verbindingen) zijn niet aan te toonen, de aanplant is goed verzorgd, heeft water genoeg, enz.

Het blijkt dat de physisch goede gronden bij microscopisch onderzoek daardoor gekarakteriseerd zijn dat de fijnere deeltjes van den grond, (deeltjes waarvan de afmetingen kleiner zijn dan $\frac{1}{10}$ m.M.) in meer of minder grooten getale tot conglomeraten te samen zijn gekleefd. Naarmate deze vorming van conglomeraten vollediger heeft plaats gevonden, is de grond physisch beter. Naarmate daarentegen deze fijnere gronddeeltjes zich meer vrij van elkander en dus bewegelijk ten opzichte van elkander bevinden, wordt de grond physisch slechter. In de uiterste gevallen van ongunstige physische structuur, wordt er zoo goed als geen conglomeraat meer in den grond aangetroffen, de geheele grondmassa bestaat uit een verzameling deeltjes die onderling volstrekt geen verband vertoonen.

Deze resultaten die wij hier in het kort samenvatten, stemmen volkomen overeen met de resultaten die WOLLNY verkreeg bij zijne in andere richting aangestelde onderzoekingen omtrent grondgesteldheid.

WOLLNY bevestigde door zeer talrijke detailonderzoekingen de reeds lang heerschende opvatting dat de beste gesteldheid van den bouwgrond die is, waarbij de afzonderlijke gronddeeltjes tot kruimels vereenigd en deze kruimels tamelijk los op elkander gestapeld zijn.

In het algemeen laat zich volgens PITSCII ¹⁾ omtrent de voor de plantengroei gunstigste gesteldheid zooveel zeggen dat deze gekarakteriseerd is door een dubbel net van kapillairen en van wijdere niet kapillaire tusschenruimten tusschen de bodemdeeltjes. Het totale volume, zoowel van de kapillaire als van de niet kapillaire holten, moet groot zijn, en dan moeten verder nog de grootere holten door de geheele grondmassa verdeeld zijn, zoodat zij overal met de kapillairen afwisselen.

1) Van landbouwkundige gezichtspunten uit wordt de structuur van den bodem (voor zoover mij bekend) verreweg het beste behandeld door PITSCII *Theorie der Bodenbearbeitung* Dresden 1884.

Vrij wel alles wat door WOLLNY en zijn leerlingen over bodemstructuur geschreven is, verheft zich niet boven gewone detailonderzoekingen, evenzoo de meeste andere mij bekende publicaties over dit onderwerp, zoo bijv. de zeer lijvige verhandeling van MITSCHERLICH, *Untersuchungen über die physikalischen Bodeneigenschaften* Landwirthschaftliche Jahrbücher 1901.

In het algemeen is op het grootste gedeelte der literatuur over bodemstructuur de scherpe kritiek van ADOLF MAYER volkomen toepasselijk (MAYER. *Agrikulturchemie* 5e Auflage II Seite 8). „die verdienstvollen Untersuchungen zeigen gar häufig die . . . Alternative, welche der Feind ist jeder wissenschaftlichen Anregung: *Selbstverständnis* oder *unnütze Gelehrsamkeit*. Mir persönlich fällt es schwer, einen grossen Anlauf zu nehmen, um schliesslich zu beweisen, dass die Sonne warm und der Regen nass ist.”

De belangrijkste voordeelen die een gunstige gesteldheid van de bouwgrond aan den plantengroei aanbiedt, zijn gelegen in de verhouding van den grond tegenover lucht en water en in de ongehinderde uitbreiding van het wortelsysteem in alle richtingen. ¹⁾

In een bouwgrond met goede structuur moeten invloeden werkzaam zijn, waardoor de gronddeeltjes tot conglomeraten te zamen worden gekleefd, terwijl tusschen deze conglomeraten dan holten van verschillende wijdte overblijven.

Van welken aard deze invloeden zijn, waardoor de gronddeeltjes te zamen gekleefd worden, kunnen wij onder het microscoop direct vervolgen.

Wij zullen de conglomeraten die uit de vereeniging van de afzonderlijke gronddeeltjes ontstaan, met de naam *kruimels* aanduiden, en dus spreken van gronden met *kruimelstructuur* in tegenstelling van gronden met *korrelstructuur* ²⁾ (*Krümelstructur* en *Einzelkornstructur*).

Wij spreken dus van gronden met kruimelstructuur wanneer het grootste gedeelten van de deeltjes kleiner dan $\frac{1}{10}$ m.M. tot microscopische kruimels te samen is gekleefd, en van korrelstructuur wanneer het grootste gedeelte van deze kleine gronddeeltjes vrij ten opzichte van elkander is. De grootte van de kruimels wisselt af naarmate van het aantal en de grootte der deeltjes, waaruit zij opgebouwd zijn, slechts betrekkelijk zelden zijn de kruimels waarvan hier kwestie is, grooter dan $\frac{2}{10}$ m.M.

Zonder uitzondering kon in alle gevallen, waar de waarnemingen in den aanplant er toe leidden om de diagnose te stellen op ongunstige physische of chemische gesteldheid van den grond, en waar bij chemisch onderzoek geen abnormale hoeveelheid zout of een zure (of alkalische) ³⁾ reactie werd waargenomen, ook bij microscopisch onderzoek typische korrelstructuur geconstateerd worden.

1) Vergelijk over de gesteldheid van de bouwgrond ook SACUS. Die Landwirthschaftliche Versuchstationen 11 1860.

2) Wij gebruiken hier deze uitdrukkingen in eenigszins anderen zin dan zij door WOLFFY en PITSCH gebruikt werden. Deze spreken van structuur wanneer er kwestie is van de onder de invloed van de weersgesteldheid en de bewerking zeer veranderlijke macroscopische grondgesteldheid, terwijl ik onder structuur nitsluitend de in veel minder mate veranderlijke microscopische structuur versta. Een grond met goede kruimelstructuur kan tijdelijk zich wel bevinden in een toestand van ongunstige physische gesteldheid (structuur in de zin van PITSCH) maar kan weer gemakkelijk in gunstige physische gesteldheid worden gebracht, en omgekeerd kan een grond met slechte structuur tijdelijk wel zich in gunstige physische gesteldheid bevinden, maar deze gunstige gesteldheid gaat er spoedig verloren.

3) Een alkalische reactie van den grond, zoo sterk dat zij onmiddellijk met lakmoespapier aangetoond worden kon, werd door mij een enkele maal op vulkanische zandgronden geconstateerd.

Complicaties van ongunstige structuur met ongunstige chemische gesteldheid komen veelvuldig voor, een slechte structuur van den grond werkt, door de onvoldoende water en luchtcirculatie die er een gevolg van is, het optreden van ferro-verbindingen en de concentratie van chloriden in de bovenlaag (tengevolge van den met het voortdurend opstijgen van grondwater gepaard gaande verdamping) in de hand. Zuren die bijv. bij de nitrificatie van zwavelzure ammonia ontstaan, worden niet zoo gemakkelijk uitgespoeld enz. enz.

De toegepaste methode van onderzoek is zeer eenvoudig, de te onderzoeken grond wordt, hetzij in den oorspronkelijken toestand na drogen aan de lucht, of in den toestand van luchtdroge fijnaarde in een reageerbuisje met gedistilleerd water goed geschud, daarna laat men bezinken tot dat de grovere gronddeeltjes en kruimels zich afgezet hebben en giet de vloeistof waarin het slib nog gesuspendeerd is in een vlak schaalte van het bezinksel af. Deze vloeistof wordt, zoo noodig, nog met wat gedistilleerd water verdund en een druppel van de goed omgeroerde vloeistof direct microscopisch onderzocht.

De tijd dat men bezinken laat kan natuurlijk gevarieerd worden, de geschiktste duur varieert tusschen $\frac{1}{2}$ en $1\frac{1}{2}$ minuut. Bij speciaal vergelijkende onderzoekingen van verschillende gronden is het natuurlijk zaak deze bezinktijd voor de verschillende monsters nauwkeurig gelijk te nemen.

Het is rationeel bij het microscopisch onderzoek te werken met eene optische combinatie van betrekkelijk geringe vergrooting bij zeer groote beeldscherpte ¹⁾, ten einde een betrekkelijk groot gezichtsveld met zoo duidelijk mogelijke beelden te combineeren.

Door mij wordt voor deze onderzoekingen gewoonlijk gebruikt een Zeiss Apochromaat Objectief 4 m.M. Num. Apertur 0,95, eigen vergrooting 63 met Compensations Oculair 4, dus een vergrooting van 252 maal. Men kan echter desnoods ook wel met gewone achromatische objectieven en gewone Huygen'sche oculairen, bijv. de combinatie Zeiss D2 of E2 deze onberzoekingen verrichten.

Onderzoekt men op deze wijze een vulkanische zandgrond die voor de rietcultuur gebruikt wordt en die zich in zeer goede conditie bevindt, (waar men dan ook zelfs bij de gevoelige variëteiten, Loethers, Manilla, Muntok nooit hinder gehad heeft van schijnbaar ongemotiveerde groeistagnaties of ongelijkmatigen groei) dan krijgt men beelden ongeveer overeenstemmende met fig. 1 van Plaat I.

Men ziet talrijke kleine deeltjes van zeer verschillende grootte, vorm en kleur, ten deele met scherpe, ten deele met afgestompte kanten en daar tusschen grootere en kleinere donker gekleurde kruimels die blijkbaar bestaan uit overeenkomstige deeltjes die bedekt zijn met en te zamen gehouden worden door het een of andere donker gekleurde amorphe bindmiddel.

Af en toe ziet men aan de niet tot kruimels vereenigde deeltjes

1) Vergelijk hierover de hand- en leerboeken over microscopisch zien. GILTAY, NÄGELI en SCHWENDENER.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

duidelijke kristalvlakken, die er op wijze dat wij hier ten deele fragmenten van kristallen voor ons hebben. Hier en daar ziet men enkele, niet met het bewuste donker gekleurde bindmiddel bedekte deeltjes, die aan de kruimels vastgekleefd of er slechts ten deele ingesloten zijn.

Onderzoekt men op dezelfde wijze andere rietgronden, van dezelfde geologische formatie en uit dezelfde streek, die zich in minder goede conditie bevinden, (waar dus de meer gevoelige variëteiten niet goed meer groeien willen of schijnbaar ongemotiveerde groeistagnaties vertoonen, zonder dat er bij chemisch onderzoek iets bijzonders gevonden wordt), dan vertoont zich onder den microscoop een ander beeld, dat wij in fig. 2. hebben getracht weer te geven.

Men ziet weer dezelfde kleine deeltjes van verschillende grootte, vorm en kleur met scherpe en afgestompte kanten, soms nog van duidelijke kristal vlakken voorzien, zooals wij reeds in den in fig. 1 weergegeven grond waarnamen.

Wij vinden echter in verhouding tot het aantal losse deeltjes minder conglomeraten, slechts hier en daar een typische kruimel of een gronddeeltje waarvan een gedeelte der oppervlakte bedekt is met de donker gekleurde massa die wij als bindmiddel tusschen de gronddeeltjes zien optreden.

Fig. 1 en 2 zijn ontworpen naar microscopische praeparaten van twee verschillende grondmonsters herkomstig van twee verschillende ondernemingen in Djocja.

Deze tegenstelling tusschen grond met goede en slechte physische stuctuur, vinden wij zoowel bij Djocjagronden, gevormd uit Merapi-zand als bij Kedirigronden, waarvoor het materiaal van de Kloet afkomstig is.

Fig. 3 en 4 geven een voorstelling van het microscopische beeld dat ik verkreeg bij het onderzoek van twee verschillende grondmonsters uit een zelfde riettuin, fig. 3 stelt het monster voor uit een gedeelte van den tuin waar het Muntokriet goed groeide, fig. 4 uit een gedeelte van den tuin waar de jonge aanplant van deze rietsoort in de maand November onvoldoende doorgroeide en kwijnde.

Fig. 2 en fig. 4 van Plaat I geven ons dus te zien het microscopische karakter van physisch slechte, fig. 1 en fig. 3 van physisch goede rietgronden. In fig. 1 en fig. 3 vinden wij in verhouding tot de totale hoeveelheid afzonderlijke korrels een betrekkelijk groot

volumen kruimels, in fig. 2, en in nog veel sterke mate in fig. 4, is de hoeveelheid kruimels betrekkelijk klein, in verhouding tot het totale volume der afzonderlijke gronddeeltjes.

Bij het onderzoek van overeenkomstige vulkanische zandgronden blijkt het dus, dat in de gronden met goede structuur de kleine gronddeeltjes in sterkere mate tot kruimels vereenigd zijn, als in gronden met minder goede structuur.

De slechte gronden bevatten dus een grootere hoeveelheid afzonderlijke vrije deeltjes, zooals ook onmiddellijk blijkt wanneer men den grond met gedistilleerd water heeft opgeschud.

Het water troebelt zich sterker, wanneer men een slechten grond er in opschudt en het duurt langer eer al het slib bezonken en het water weer helder is.

Bij sommige methoden van grondonderzoek streeft men er naar om alle conglomeraten die zich in den grond bevinden te ontleden en te doen uiteen vallen, in de kleinste deeltjes waaruit zij zijn opgebouwd.

Zoo bijv. bij enkele slibmethoden waar de grond vooraf langdurig, in een enkel geval 3×24 uur gekookt wordt, met het doel de conglomeraten uiteen te doen vallen.

Het is m.i. duidelijk dat men op deze wijze wel een inzicht krijgt in de samenstelling van de langdurig gekookte grond, maar niet in de samenstelling van den ongekokten bouwgrond zelve. In den oorspronkelijken bouwgrond zal toch een conglomeraat dat door schudden met water niet uiteen valt, *ongeveer dezelfde* rol spelen als een afzonderlijk deeltje van dezelfde grootte. ¹⁾

Opzettelijk zeg ik *ongeveer dezelfde* en niet *geheel dezelfde*.

In een zeer belangrijk opzicht verhoudt zich namelijk het conglomeraat anders als het afzonderlijke gronddeeltje van dezelfde grootte.

Wij namen onder den microscoop waar, hoe de oppervlakte van het conglomeraat overtrokken is met hetzelfde bindmiddel, waardoor de afzonderlijke samenstellende deeltjes bijeengehouden worden. De oppervlakte van de kruimels is als het ware kleverig, in tegenstelling met de gladde oppervlakte van de afzonderlijke deeltjes.

Tengevolge van de grondbewerking worden de aardkluiten los op elkander gestapeld en wanneer deze tengevolge van de toetre-

1) Het komt mij voor dat men met ongeveer dezelfde recht, in een grond waar zich groote steenen in bevinden, zoude kunnen probeeren deze groote steenen in de afzonderlijke kristallen van kwarts, glimmer, veldspaat, hoornblende, enz. te ontleden.

Het is dan ook m. i. niet te verwonderen dat degelijke methoden van onderzoek tot nog toe geen inzicht gegeven hebben in de grondstructuur en in de beteekenis van de grondstructuur voor den landbouw.

ding van lucht en water uiteen vallen, krijgen wij in de versch bewerkte grond (natuurlijk wanneer de bewerking goed is geschied en aan haar doel heeft beantwoord), een massa van los op elkander gestapelde gronddeeltjes en grondkruimels.

Voor een vulkanische zandgrond met korrelstructuur die pas bewerkt is, kunnen wij schematisch een doorsnede (bij een vergrooting van 100 à 200 maal) voorstellen als in nevenstaande fig. 1 is geschied.

Fig. 1.

Tengevolge van verschillende invloeden, waaronder vooral de zwaartekracht en capillariteitsverschijnselen een rol spelen, hebben de afzonderlijke deeltjes neiging zich te verschuiven, waarbij zij dichter opeen gedrongen worden en waarbij de kleinere deeltjes, meerendeels in de holten tusschen de grootere deeltjes ingesloten raken. Wij krijgen op deze wijze een toestand zooals schematisch in fig. 2, is weergegeven.

Fig. 2.

De deeltjes sluiten zich nauw aaneen en laten slechts zeer kleine ruimten tusschen zich open.

Hebben wij echter in plaats van de grond met korrelstructuur een dito met kruimelstructuur,

dan vinden wij in plaats van de korrels met gladde kruimels met een

kleverige oppervlakte. Deze verschuiven zich niet zoo gemakkelijk ten opzichte van elkander, de gunstige gesteldheid die de grond tengevolge van de bewerking heeft verkregen, blijft bewaard.

Deze rangschikking van de kruimels in een grond met kruimelstructuur is schematisch in fig. 3 aangeduid.

De beteekenis van de kruimelstructuur voor de bouwgrond komt dus hoofdzakelijk daar op neer, dat de eenmaal verkregen losse gesteldheid behouden blijft. Dit is een gevolg daarvan, dat de wrijving tusschen de kleverige oppervlakten der verschillende kruimels zoo groot is, dat deze zich niet onderling verschuiven kunnen.

Fig. 3.

Wij zullen nu onderzoeken of wij dezelfde structuureigenaardigheden van de vulkanische zandgronden van Djocja en Kediri, ook in andere gronden terug kunnen vinden.

Er komt hier op Java op de grens tusschen de vlakke kuststrook en het gebergte, zeer verbreid, een losse roode grond voor. Deze grondsoort schijnt in den regel een product te zijn van de verweering van vulkanische gesteenten, soms treft men haar aan nog liggende op het oorspronkelijke gesteente waaruit zij ontstond, soms uit stroomend water afgezet.

In dit laatste geval is zij echter in den regel slechts over betrekkelijk korten afstand getransporteerd en uit tamelijk snel stroomend water afgezet, zoodat er door het stroomende water nog ternauwernood een scheiding tusschen deeltjes van verschillende grootte heeft plaats gevonden. ¹⁾

De roode kleur van deze grond wordt veroorzaakt door de

1) In dergelijke gevallen, waar het transport van de grondmassa door middel van stroomend water, slechts over de korten afstand plaats vindt, is de tegenstelling tusschen verweeringsgrond en aangespoelde grond nog niet door te voeren.

Fig. 5.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 6.

aanwezigheid van bij de verweering uit de silikaten ontstaan terrihydroxyd. Onder den invloed van intensief werkende reductieprocessen, verandert de roode kleur van deze grond in een zwart of blauwachtige.

Deze kleurveranderingen kan men onder de inwerking van anaerobe gistingen in het laboratorium kunstmatig ¹⁾ te voorschijn roepen.

Meestal zijn deze roode gronden voor de rietcultuur, ook voor de cultuur van de meer gevoelige variëteiten zeer geschikt. Aan gezien de wortelontwikkeling op deze gronden gewoonlijk beter is dan op de zware kleigronden, lijdt het riet niet zoo spoedig onder watergebrek.

Toch kan ook op dergelijke gronden soms typisch ontijdig afsterven voorkomen, onder verschijnselen die onmiddellijk op de physische gesteldheid van de grond als oorzaak van dit afsterven wijzen.

Bij microscopisch onderzoek vindt men dan in dergelijke gevallen ook weer een duidelijke korrelstructuur van den bouwgrond.

De figuren 5, 6 en 7 van plaat II stellen microscopische praeparaten voor van drie verschillende, tot deze formatie behorende gronden, afkomstig van twee verschillende ondernemingen in Probolinggo. Op het oog zijn de drie grondmonsters ter nauwernood van elkander te onderscheiden.

Fig. 5 is het type van een bijzonder mooie rietgrond, uit een streek waar gewoonlijk zware aanslibbing plaats vindt. Wij zien hoe hier ook weer een groot gedeelte van de mineraalfragmenten tot kruimels is tesamen gekleefd.

Fig. 7 geeft het microscopisch beeld weer van een grond uit dezelfde formatie, waar het riet ontijdig afsterft tengevolge van wortelrot. Wij zien hoe hier bijna alle mineraalfragmenten, waaruit de grond bestaat, los van elkander zijn.

Fig. 6 geeft het overgangsstadium weer tusschen de in fig. 5 en fig. 7 afgebeelde typen.

De in fig. 6 en fig. 7 afgebeelde gronden zijn beide afkomstig uit een streek waar sinds weinige jaren de slibtoevoer op de velden, tengevolge van den aanleg van nieuwe irrigatiewerken, sterk verminderd is.

Fig. 8 stelt een dergelijke, misschien iets zwaardere grond

¹⁾ Op oxydatie- en reductiekleuren van de bouwgrond en de beteekenis hiervan voor de praktijk, hoop ik later nog eens terug te kunnen komen.

voor uit het Sitoebondo'sche, uit een tuin die tot nog toe voor ontijdig afsterven tengevolge van wortelrot, gespaard is gebleven.

Wij vinden dus bij het onderzoek van deze losse roode gronden, dezelfde eigenaardigheden weer terug, die wij bij de vulkanische zandgronden waarnamen.

Een grondstructuur als in fig. 6 en fig. 8 afgebeeld, kunnen wij als voor een rietgrond middelmatig, een structuur als in fig. 5 weergegeven als zeer mooi, een als in fig. 8 voorgesteld als bepaald slecht qualificeeren.

Een voorbeeld van een buitengewoon mooie grondstructuur hebben wij in fig. 9 van Plaat III afgebeeld en wel een kort geleden ter wille van de aanleg van een koffietuin ontgonnen boschgrond. Het is oorspronkelijk een vulkanische zandgrond, (van de Smeroe) die zich wat het minerale geraamte betreft, niet noemenswaard onderscheidt van de in fig. 1—4 Plaat I afgebeelde vulkanische zandgronden van Kediri en Djocja.

Men ziet behalve de afzonderlijke en de tot groote kruimels vereenigde mineraalfragmenten enkele zwarte draden in deze grond, het zijn schimmeldraden van de in dergelijke boschgronden zeer verbreide grondschimmels.

Het is gemakkelijk om in dit geval de natuur van het bindmiddel, waardoor de afzonderlijke mineraalfragmenten te samen gekleefd zijn, aan te toonen.

Schudt men deze grond namelijk gedurende een uur met sterke ammonia in plaats van met water, dan blijkt het dat de kruimels voor een groot gedeelte tot afzonderlijke korrels uiteengevallen zijn, het bindmiddel is dus blijkbaar ten deele in de ammonia opgelost.

Men krijgt na eene dergelijke kortstondige ammoniakbehandeling beelden als in fig. 10 weergegeven.

Door langdurig behandeling met ammonia (24 à 48 uur) kan men de kruimelstructuur van een dergelijke grond totaal doen verdwijnen, de grond neemt dan een structuur aan overeenkomende met die van de in fig. 2 en fig. 4 afgebeelde vulkanische zandgronden.

Bij een dergelijke ammoniakbehandeling lossen de humusstoffen die in deze boschgronden in groote hoeveelheden voorkomen op.

Wij moeten hier even attendeeren op het verschil tusschen *humus* en *humusstoffen*. Onder *humus* verstaan wij, in de oude beteekenis van het woord, de totale hoeveelheid organische stof die

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

in de grond voorkomt, natuurlijk met uitzondering van de levende wortels der op de grond groeiende planten. Onder *humusstoffen* verstaan wij de bruine of zwarte, in alkaliën oplosbare, in zuren onoplosbare, meerendeels niet diffundeerbare, amorphe, chemisch slechts onvolledig bekende stoffen, die door MULDER en later nog herhaaldelijk o. a. door DETMER en PITSCII *) onderzocht zijn geworden en door GRANDEAU als „matière noire” werden te samen gevat.

Het feit dat het bindmiddel waardoor de korrels in de boschgrond tot kruimels te samen zijn gekleefd, in ammonia (en andere alkaliën) oplosbaar, en in verdunde zuren onoplosbaar is, gevoegd bij de donkere kleur is een afdoend bewijs, dat het bindmiddel waaraan de boschgrond haar buitengewoon mooie kruimelstructuur te danken heeft, hoofdzakelijk uit humusstoffen bestaat. Vermoedelijk zijn deze vermengd met een deel der verontreinigingen (o. a. eiwitachtige stoffen) die bij de extractie van de boschgrond met verdunde alkaliën mede in oplossing gaan.

Door de extractie der humusstoffen verliest de boschgrond onmiddellijk ook de zonder microscopisch onderzoek kenbare goede physische eigenschappen.

Reeds zonder speciaal onderzoek valt het op, wanneer men de ammoniakalische humusoplossing affiltreeren wil, hoe de oorspronkelijk buitengewoon poreuse, losse en voor water gemakkelijk doorlatende boschgrond door het extraheeren der humus moeilijk doorlatend voor water geworden is.

De uitgeloogde grond die op het filter achterblijft, is na droging bijna niet te onderscheiden van de physisch slechte vulkanische zandgronden, zooals die in fig. 2 en fig. 4 afgebeeld zijn.

Reeds twintig jaar geleden werd door PITSCII op dit verschijnsel opmerkzaam gemaakt.

„In erster Linie haben wir auf den erheblichen Antheil zu verweisen, welchen der Humus an der Hervorbringung eines günstigen physikalischen Bödenzustandes hat. Man nimmt diesen Einfluss auch bei der Extraction des Bodens mit Ammoniak wahr. Alle Böden nämlich lassen sich auch in ziemlich dicken Schichten mit verdünnter Säure lange Zeit gut extrahiren; ebenso gelingt es, aus

*) DETMER. Die natürlichen Humuskörper des Bodens und ihre landwirthschaftliche Bedeutung. Landwirthschaftl. Versuchsstationen XIV. 1871.

DETMER. Notiz über die Aufnahme der Humuskörper durch die Pflanze. Landwirthschaftl. Versuchsstationen XV. 1873.

PITSCII. Untersuchungen über die dem Boden durch Alkaliën entziehbaren Humusstoffen. Landwirthschaftl. Versuchsstationen XXVI. 1881.

ziemlich dicken Lagen die Säure vollständig wieder aus zu waschen. Sobald man dem Boden aber durch Ammoniak seine Humustoffe entzogen hat, nimmt die Filtrirbarkeit desselben auch in dünnen Schichten plötzlich ungemein stark ab, so dass man, wie schon bemerkt wurde, den richtige Zeitpunkt für die Beendigung der Ammoniakextraction ziemlich deutlich wahrnehmen kann. Die Erscheinung tritt nicht ausschliesslich bei Thonböden auf, sondern, wenn natürlich auch in einem ganz anderen Verhältniss, auch bei den Sandböden. Für diese Mitwirkung der organischen Substanzen bei der Bildung einer günstigen Bodenstructur hat vor Allem der verstorbene HABERLANDT *) Beweise geliefert. Die Erzeugung und Erhaltung der einmal erzeugten günstigen Bodenstructur aber ist eines der Hauptmittel dem Boden einen hohen und sicheren Ertrag abzuwingen."

De uitgeloogde boschgrond bevat evenals de physisch slechte vulkanische zandgronden, tamelijk veel fijn slib dat zich moeilijk afzet.

Dit fijne slib is bij schudden met water in de oorspronkelijke boschgrond ternauwernood aan te toonen, deze zeer fijne deeltjes zijn daar bijna allen door de humusstoffen onderling en aan de groote mineraalfragmenten vastgekleefd.

Fig. 11 (Plaat III) geeft het microscopische beeld weer van dit zeer fijne slib gesuspendeerd in de ammoniakalische humusoplossing die men verkrijgt na langdurige behandeling van de oorspronkelijke boschgrond met ammonia.

Wanneer wij aan de ammoniakalische humusoplossing die dit fijne slib in suspensie bevat, een overmaat van zuur toevoegen, worden de humusstoffen gepraecipiteerd en door dit vlokkige gelatineuse neerslag worden slibdeeltjes mede neergeslagen en tot vlokken tesamen gekleefd, zooals in fig. 12 afgebeeld is.

Wij kunnen de oorspronkelijke kruimelstructuur van den boschgrond ook nog door andere middelen (dan door extractie met alkaliën) in een korrelstructuur doen overgaan. Zoo kunnen wij de boschgrond voorzichtig op een platina blikje in een spiritusvlam gloeien, de humusstoffen worden hierbij geoxydeerd en de kruimels vallen zodoende tot korrels uiteen.

Ook door een kortstondige behandeling met sterk chroomzuur, waardoor ook weder de humusstoffen geoxydeerd worden, verkrijgt

*) Bekend landbouwkundige, omstreeks het midden der vorige eeuw, de vader van den tegenwoordig nog levenden botanist.

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.

men hetzelfde resultaat. Bij deze chroomzuur behandeling wordt wel het bindmiddel, de humusstoffen, vernietigd zoodat de kruimels tot korrels uiteen vallen, het chroomzuur werkt echter (zooals wij straks nog nader zullen toelichten) op de oppervlakte der korrels zoodanig in, dat deze oppervlakte kleverig wordt.

Wij nemen dus een vorming van nieuwe kruimels, ditmaal echter zonder bindmiddel, waar.

Ook in de bouwgrond blijkt de vorming van kruimels, dus het optreden van een gunstige structuur, lang niet altijd op een tesamen kleven der afzonderlijke deeltjes door humusstoffen te berusten. Wel is de kruimelstructuur een noodzakelijk vereischte voor een mooie bouwgrond, hoe deze kruimelstructuur echter ontstaat, komt er pas in de tweede plaats op aan.

Dit blijkt vooral duidelijk wanneer wij onze onderzoekingen ook over andere dan de vulkanische zandgronden uitstrekken.

Dat door de geregelde toevoer van rivierslib vooral een gunstige invloed op de structuur van de grond uitgeoefend zoude worden, heb ik reeds vroeger als veronderstelling geuit. Het werd vooral hieraan toegeschreven dat op gronden, waar in de Westmoesson geregeld een sterke slibtoevoer tot de sawah's plaats vindt, geen of slechts zelden wortelrot voorkwam.

In fig. 13 heb ik het microscopische beeld weergegeven dat rivierslib bij de door mij gevolgde methode van microscopisch grondonderzoek aanbiedt.

Het slib in kwestie werd door affiltreeren van Brantaswater op de fabriek Ngelom verzameld.

Wij nemen bij dit slib een buitengewoon mooie kruimelstructuur waar, en het moet dan ook ongetwijfeld hieraan toegeschreven worden, dat door geregelde slibtoevoer zulk een gunstige invloed op de gesteldheid van de grond uitgeoefend wordt.

De kleigronden in de kuststrook zijn meerendeels door de afzetting van dergelijk rivierslib ontstaan, waarbij echter nog verschil is tusschen de zee-kleigronden, waar deze afzetting in zee plaats vond, en de rivier-kleigronden waar de klei zich onmiddellijk uit het zoete water afzette.

Oorspronkelijk echter, d.w.z. zoolang zij nog niet gedurende geruimen tijd aan intensieve cultuur geëxponeerd zijn geweest, vertoonen zoowel de zeeklei- als de rivierkleigronden zeer mooie kruimelstructuur, een structuur die slechts weinig onderdoet voor die van het slib, waaruit zij gevormd werden.

In fig. 15 is de grond uit de prooftuin Kagok 1901—1902 afgebeeld. Deze grond, een zavelachtige rivierkleigrond is nog nooit met riet beplant geweest en belooft zeer mooie producties. De structuur is, zooals te verwachten was, heel mooi.

Wanneer wij hiermede de in fig. 16 afgebeelde wortelrotgrond van Olean vergelijken, dan vinden wij hier weer een typische korrelstructuur.

Wij hebben hier in fig. 15 en fig. 16 natuurlijk slechts twee uiterste gevallen afgebeeld, waartusschen een geheele reeks overgangen voorkomt. In het algemeen gelukte het mij bij alle daarop onderzochte monsters wortelrotgrond typische korrelstructuur aan te toonen. In die gevallen waar ik grondmonsters van verschillende plekken uit een zelfde tuin, waar het riet ontijdig afstierf aan wortelrot en waar het langer in het leven bleef, tot mijn beschikking had, bleek bij onderzoek steeds de structuur op de plek waar het riet afstierf, onder te doen voor de structuur op die plekken waar het riet in het leven bleef.

Ons rest nu nog de kwestie te behandelen: hoe de kruimelvorming in de losse roode gronden in de kleigronden tot stand komt.

In de humusrijke zandgrond uit de pas ontgonnen koffietuin bleek het bindmiddel uitsluitend uit humusstoffen te bestaan, door extraheeren van de humusstoffen kan de kruimelstructuur geheel vernietigd worden.

Met de losse roode verweeringsgrond en het Brantasslib is dit niet het geval. Bij behandeling van deze met ammoniak ziet men wel achteruitgang van de structuur, in een deel der conglomeraten wordt blijkbaar het bindmiddel door de ammoniak opgelost en bestaat dus uit humusstoffen, maar een groot deel der conglomeraten wordt door de ammoniakbehandeling niet ontleed. In fig. 14 is Brantasslib afgebeeld dat met ammoniak behandeld werd.

Het gelukt gemakkelijk om aan te toonen dat hier het bindmiddel ten deele uit ferri-hydroxyde bestaat. Om dit aan te toonen schudt men de te onderzoeken grond op in water waarvan enkele druppels van een geelbloedloogzoutoplossing en wat geconcentreerd azijnzuur is toegevoegd. Bij microscopisch onderzoek blijkt nu, in het meerendeel der conglomeraten het bindmiddel een lichtblauwe kleur aangenomen te hebben, ten gevolge van de vorming van Berlijnsch blauw. *) In een deel der kruimels heeft het bindmiddel

*) Het is wenschelijk bij deze onderzoekingen te beschikken over een microscoop met condensor. Deze kleurreacties neemt men het beste waar met zoo wijd mogelijke verlichtingskegel. Vergelijk de Hand- en Leerboeken over Microscopie.

echter de oorspronkelijke bruine kleur behouden, hier hebben wij blijkbaar met humusstoffen als bindmiddel te doen.

Dat het bindmiddel in die gevallen waar het zich met geel bloedloogzout en azijnzuur blauw kleurt, uitsluitend uit ferri-hydroxyde bestaat, is natuurlijk nog niet zeker.

Wel komt er vrij veel ferri in voor.

Wij zouden ook te doen kunnen hebben met ferririjke silicaten.

Gevallen waar het bindmiddel bepaald hoofdzakelijk uit ferri-hydroxyde bestaat, komen in de natuur af en toe voor, op gronden die tot oervorming neigen.

Onderzoekt men dergelijke gronden onder het microskoop, dan vindt men een helderrood bindmiddel dat een zeer sterke ferri-reactie geeft. Hier is de veronderstelling gewettigd, dat men met bijna zuiver ferri-hydroxyde te doen heeft. In die gevallen, zooals bij riviërslib en den lossen rooden grond, waar het bindmiddel (voor zoover dit niet uit humusstoffen bestaat) meer bruinrood is en een minder sterke ferri-reactie geeft, is m. i. de veronderstelling gewettigd, dat men in hoofdzaak ijzerrijke silicaten voor zich heeft.

Waar wij een binding hebben door tamelijk zuiver ferri-hydroxyde, komt deze gewoonlijk ten deele tot stand door biologische processen. Er bevinden zich in dat geval oplosbare ferro-verbindingen in het grondwater en deze worden aan de oppervlakte, of op het niveau, tot waar de vrije zuurstof in de grond doordringt, onder de inwerking van ijzerbacteriën ¹⁾ geoxydeerd. Het is echter aan geen twijfel onderhevig en in het laboratorium gemakkelijk aan te toonen, dat deze oxydatie ook zeer wel zonder ijzerbacteriën plaats vinden kan.

De binding door ferririjke silicaten komt naar alle waarschijnlijkheid tot stand, doordat bij de verweering van het oorspronkelijke gesteente, het kiezelzuur gemakkelijker in oplossing gaat als het ferri- en het aluminium-hydroxyde.

MAXWELL ²⁾ publiceert hierover enkele interessante getallen.

Hij geeft op de gemiddelde samenstelling van versche lava, dergelijke lava in verweerden toestand, en van den donkerrooden grond die er uit ontstond.

1 Vergelijk over ijzerbacteriën de gewone *nieuwere* hand- en leerboeken over bacteriologie.

2) MAXWELL. *Lavas and Soils of the Hawaiian Islands* Honolulu, 1893.
Reports of the Hawaiian Experiment Station and Laboratories 1893.
Honolulu 1896.

	Si O ₂ .	Fe ₂ O ₃ .	Al ₂ O ₃ .	Ca O.
Oorspronkelijke lava.	47,59 %	15,02 %	19,92 %	8,88 %
Verweerde lava	40,35 »	20,52 »	25,23 »	8,11 »
Verweeringsgrond.	31,45 »	29,78 »	26,94 »	0,57 »

Wij zien hoe de verhouding van de verschillende bestanddeelen in het oorspronkelijke gesteente gedurende de verweering verandert, het kiezelzuur vermindert en het ferri-oxyde en aluminium-oxyde nemen toe.

Wanneer wij aannemen dat er bij de verweering niets verloren is gegaan van het ferri-oxyde dat oorspronkelijk in het gesteente aanwezig was, dan leert een eenvoudige berekening dat er bij den overgang van den oorspronkelijke lava in den donkerroode verweeringsgrond omstreeks 33% Al₂ O₃ en 66% Si O₂ van de hoeveelheden die in het oorspronkelijke gesteente voorhanden waren, verdwenen. ¹⁾

Het optreden van de kruimelvorming tengevolge van de aanwezigheid van deze waterhoudende, basische ferririjke silicaten, komt naar alle waarschijnlijkheid zoo tot stand, dat de kleine fragmenten van de het gemakkelijkst verweerbare mineralen, geheel en al omgezet worden in eene kleverige massa van dergelijk zeolithisch silicaat. Door deze kleverige massa worden dan de nog niet of slechts gedeeltelijk aan de oppervlakte verweerde deeltjes tezamen geplakt.

Naarmate het kiezelzuur en het aluminium-hydroxyde dan nog verder uitgewasschen worden, schijnt de binding door basisch ferri-aluminiumsilicaat in een binding door meer of minder zuiver ferri-hydroxyde over te kunnen gaan.

¹⁾ MAXWELL geeft nog eenige andere getallen die betrekking hebben op de gemiddelde samenstelling van Amerikaansche rotsgesteenten en verweeringsgronden.

	Si O ₂	Fe ₂ Al ₂ O ₆
Rots.	53,93	18,81
Grond.	80,54	13,25

Hier heeft men schijnbaar het omgekeerde verschijnsel, dat namelijk bij de verweering het kiezelzuurgehalte toeneemt en het gehalte aan ijzer en aluminium afneemt. Men mag hieruit echter niet de conclusie trekken dat in dit geval bij de verweering aluminium en ijzer gemakkelijker in oplossing gingen als het kiezelzuur. Wij hebben hier namelijk te doen met de verweering van gesteenten die veel vrij kristallijn kiezelzuur (kwarts) bevatten.

De verweering van de kristallijne silicaten in Amerika vindt ongetwijfeld op dezelfde wijze plaats als op Hawaii, vermindering van het kiezelzuurgehalte ten opzichte van het ijzer- en aluminiumgehalte. Door de aanwezigheid van het onverweerbare kwarts in de oorspronkelijke rots en in den verweeringsgrond wordt dit echter gemaskeerd.

Bij het onderzoek van den op plaat II fig. 5, 6 en 7 afgebeelden lossen rooden grond, op de natuur van het bindmiddel, komt men tot zeer verrassende resultaten.

Het blijkt namelijk dat in den in fig. 5 afgebeelden mooien grond het bindmiddel in de meeste conglomeraten ferrireactie geeft en niet door ammonia wordt aangetast, terwijl de resten van kruimelvorming die men nog in den in fig. 7 afgebeelden wortelrotgrond vindt, geen ferrireactie geven en wel door ammonia worden aangetast.

In den verschen grond, die voortdurend door sterke aanslibbing in stand gehouden wordt, berust de kruimelvorming dus hoofdzakelijk op de aanwezigheid van ferri-hydroxyde of ferririjke zeolitische silicaten, maar deze conglomeraten worden blijkbaar op den duur ontleed.

De structuurachteruitgang van dergelijke gronden, wanneer de slibtoevoer ophoudt, komt dus daarop neer, dat het aantal kruimels met humusstoffen als bindmiddel niet toeneemt in die mate, waarin het aantal kruimels met ferrihoudende silicaten (of ferri-hydroxyde) als bindmiddel afneemt.

Dat is m. i. een duidelijke wenk dat men door vermeerdering van de humusstoffen in den grond deze structuurachteruitgang moet kunnen voorkomen.

Wij zullen niet ver van de waarheid af zijn, wanneer wij aannemen dat de ontleding van de kruimels met ferri als bindmiddel hoofdzakelijk berust op reductie en uitspoeling, waarbij het ijzer in den vorm van oplosbare ferro-verbindingen verdwijnt.

Zeer mooi is dit te zien dáár, waar men tamelijk zuiver ferri-hydroxyde als bindmiddel heeft, in oerbanken dus.

De oerbanken vormen zich op de grens van de oxydatie- en reductielaag in den bouwgrond.

Voor de ontleding van de kruimels met ferrisilicaten als bindmiddel is het plausibel een overeenkomstige wijze van ontleding aan te nemen. In hoeverre misschien nog koolzuur hierbij een rol speelt is niet à priori te zeggen. ¹⁾

Op de tegenstelling tusschen ferro-kruimelvorming en humus-

1) Wel kan er onder omstandigheden op groote schaal vorming van zwavelijzer in den grond plaats vinden, wanneer er namelijk bij rotting van organische stoffen zwavelwaterstof vrij komt.

Een deel van het ijzer dat oorspronkelijk de kruimelvorming tot stand bracht, kan ook op deze wijze onwerkzaam gemaakt worden.

De omzetting van ferri-hydroxyde in zwavelijzer en omgekeerd, speelt een groote rol bij het optreden van de zoogenaamde oxydatie- en reductiekleuren in den bouwgrond. Voor onderzoekingen over dergelijke kleurveranderingen kan men met veel succes gebruik maken van glazen buizen die met gips volgegoten zijn. Een overgang van de roode oxydatie- in een zwart blauwe reductiekleur en omgekeerd onder den invloed van biologische reductie- en oxydatieprocessen, is hierin zeer gemakkelijk aan te toonen.

Deze onderzoekingen zijn echter nog niet afgesloten.

kruimelvorming berust voor een aanzienlijk deel de oude controverse omtrent de beteekenis van de humus in den grond.

De landbouwkundigen die volhielden dat de humus in den grond gunstig werkte op de physische gesteldheid, hebben zich altijd beroepen op gronden waar geen aanslibbing plaats vond en constateerden daar verbetering van de physische gesteldheid bij humusvermeerdering en achteruitgang van de structuur bij humusvermindering.

De landbouwkundigen die de beteekenis van de humus bestreden ¹⁾ beriepen zich daarbij steeds op het zeer gering humusgehalte van de buitengewoon vruchtbare gronden, waar regelmatige sterke rivierslibtoevoer plaats vond.

Volgens onze onderzoekingen is het plausibel aan te nemen dat wij in deze uitzonderingsgevallen met kruimelvorming door ferrisilicaat (of eenige andere oorzaak) te doen hebben. Waar voldoende kruimelvorming in den grond door ferrisilicaat (of op eenige andere wijze) tot stand komt, is humus overbodig, waar dergelijke oorzaken echter achterwege blijven, zooals in het meere deel der oude cultuurgronden het geval schijnt te zijn, is de landbouw op humustoevoer tot den grond aangewezen, ten einde de structuur in stand te houden en eventueel te verbeteren.

Behalve een kruimelvorming door humusstoffen of door ferriverbindingen kan in de natuur ook nog op andere wijze kruimelvorming tot stand komen.

Wanneer wij de kleigronden met korrelstructuur, in water opschudden en aan deze suspensie wat sterke kaliloog toevoegen, verkrijgt men een vlokkig neerslag, dat zeer mooie kruimelstructuur vertoont. De klei coaguleert.

Het ligt voor de hand aan te nemen dat de oppervlakte van de kleideeltjes door de sterke loog wordt aangetast; een deel van het kiezelzuur gaat in oplossing (zooals direct langs chemischen weg aangetoond kan worden) en de kleideeltjes kleven tezamen door het aluminium-hydroxyde dat uit het aluminium-silicaat onder de inwerking van het alkali ontstaat.

Voegt men aan de suspensie wat sterk zuur toe, bijv. zwavelzuur of chroomzuur, dan coaguleert de klei ook, en vertoont onder

1) KNOP. Beiträge zur Kenntniss der Ackererden.
Landwirthschaftliche Versuchsstationen XV I. 1874.
" Ueber die Bedeutung des Humus.
Landwirthschaftliche Versuchsstationen XV. 1872.
" Analysen vom Nilabsatz.
Landwirthschaftliche Versuchsstationen XVII. 1874.
PETERS. Ueber den Nilschlamm.
Landwirthschaftliche Versuchsstationen III 1861.

het microskoop wederom zeer fraaie kruimelstructuur. In dit geval is echter geen kiezelzuur aan de oppervlakte van de kleideeltjes onttrokken, maar juist omgekeerd de basis, het aluminium.

De oppervlakte van de kleideeltjes is kleverig geworden door het dunne laagje kiezelzuur dat achter bleef bij de ontleding van het silicaat, onder de inwerking van het sterke zuur.

Zoowel door sterke zuren als door sterke alkaliën, wordt dus de oppervlakte van de kleideeltjes zoodanig aangetast dat zij kleverig wordt en dientengevolge gaat de korrelstructuur in kruimelstructuur over.

Dergelijke veranderingen van de gesteldheid der oppervlakte der kleideeltjes treden zeer gemakkelijk in, tengevolge van de inwerking van zeer verschillende reagentia.

Verschillende zouten werken o.a. coaguleerend, (kruimelvormend) op de kleisuspensie, en het is logisch aan te nemen (en door onderzoekingen van VAN BENMELEN ¹⁾ ook zeer plausibel gemaakt) dat ook hier tengevolge van de chemische werking dezer zouten een verandering in de physische gesteldheid van de oppervlakte der kleideeltjes intreedt.

Het coaguleeren van de klei berust op veranderingen in de physische gesteldheid van de oppervlakte der kleideeltjes.

Neemt de oppervlakte van deze deeltjes weer de oorspronkelijke gesteldheid aan, dan gaat de eens opgetreden kruimelstructuur weer verloren. Dit zien wij bijv. wanneer men de klei doet coaguleeren door middel van kaliumnitraat of natriumchloride. Worden deze zouten weer zorgvuldig uitgewasschen, hetzij op een filter of door voortgezet decanteeren, dan gaat de kruimelstructuur ook weer in korrelstructuur over.

De zeer gunstige structuur van versch ingepolderde zeeleigonden berust bijna uitsluitend op kruimelvorming, tengevolge van den grooten rijkdom van dergelijke gronden aan koolzure kalk, (niet verdeeld in den vorm van schelpjes enz., maar gebonden in de oppervlaktelaag van de kleideeltjes).

1) VAN BENMELEN Bodenuntersuchungen in den Niederlanden. Landwirtschaftliche Versuchsstationen VII. 1866.
 " De Zusammensetzung des Meeresschlicks in den neuen Alluvien der Zuiderzee.
 " Die Zusammensetzung des vulkanischen Bodens in Deli, in Malang und des Flussthonbodens in Rembang, welche für Tabakskultur benutzt werden.
 " Ueber die Bestimmung des Wassers, des Humus, des Schwefels, der in den colloidalen Silikaten gebundenen Kieselsäure, des Mangans u. s. w. im Ackerboden.
 " Die Zusammensetzung der Ackererden, nach Anleitung der in den vorigen Abhandlungen mitgetheilten Analysen von gewöhnlichen und vulkanischen Thonböden.
 " Ueber die Ursache der Fruchtbarkeit des Urwaldbodens in Deli und auf Java für die Tabakskultur und die Abnahme dieser Fruchtbarkeit.
 Landwirtschaftliche Versuchsstationen XXXVII 1890.

Naarmate deze kalk uitgewassen wordt, gaat langzamerhand de structuur van den grond achteruit. Volgens de onderzoekingen van VAN BEMMELEN verdwijnt in 20 à 25 jaar uit de bouwlaag van nieuw ingepolderde zeekleigronden 1% koolzuur aan kalk en magnesia gebonden.

Dergelijke versch ingepolderde zeekleigronden geven gedurende lange tijden zeer rijke oogsten, zonder bemesting of bij bemesting uitsluitend met kunstmest.

Op den duur echter naarmate de structuur van de grond tegevolge van het uitwasschen der kalk achteruitgaat, moet voor voldoende kruimelvorming door humus gezorgd worden en moet men overgaan tot rationeelen landbouw met stalmest of groene bemesting.

Over dezen achteruitgang van de physische structuur van de zeekleigronden vinden wij het een en ander bij MANSHOLT. ¹⁾

Nadat er over gesproken is hoe op versch ingepolderde gronden dikwijls gedurende 50 à 100 jaar roofofbouw wordt gedreven, maar hoe ten slotte de voorraad beschikbaar plantenvoedsel toch uitgeput raakt, zeggen schrijvers het volgende: „Mit der verminderten Fruchtbarkeit geht die Verschlechterung des physischen Zustandes des Bodens Hand in Hand. Die köstliche Gare der neueren Polder ist schon längst verloren gegangen, der Boden wird zäher und undurchlässiger, so stark, dass in den ältesten Poldern eine Art Bodenkrankheit entsteht, die in Ostfriesland und Holland *zucht* genannt wird und darin besteht, dass der Boden an bestimmten Stellen vollständig steif und undurchlässig wird und eine so grosse Wasserkapazität besitzt, dass die betreffende Stellen noch tief im Frühjahr wegen der grossen Nässe nicht bebaut werden können. Trocknen diese Stellen im Sommer endlich aus, dann sind sie steinhart, der Boden erhält Risse und Spalten und die Vegetation verdorrt.

In den neu eingedeichten Poldern kommt diese Bodenkrankheit nicht vor, auch nicht in den Poldern deren Sandgehalt grösser ist als 30 bis 40%. Hauptsächlich also in den Poldern, die einen hohen Thongehalt besitzen und über 100 Jahre alt sind. Doch auch auszer diesen krankhaften Stellen ist der Boden in diesen älteren Poldern steif, nasz, ungar und deshalb wenig ertragreich”.

De grondoorzaak van den achteruitgang van dergelijke zee-

¹⁾ D. R. MANSHOLT en A. J. MANSHOLT. Die Stickstoffernährung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Bremen 1895.

Het boekje is oorspronkelijk in het Hollandsch als antwoord op een prijs-vraag geschreven. Op de mededeelingen in dit werkje voorkomende omtrent achteruitgang van de structuur van kleigronden ten gevolge van langdurige bebouwing zonder stalmest, werd ik kort na het Congres te Soerabaia door den Heer BOURICIUS opmerkzaam gemaakt.

kleigronden en van het optreden van de *zucht*, (die met het wortelrot een verrassende overeenkomst vertoont) is daarin gelegen dat, naarmate de kruimelstructuur van den bodem door uitspoeling van de kalk langzamerhand in korrelstructuur overging, er niet voor gezorgd werd dat kruimelvorming door humusstoffen in de plaats trad van de kruimelvorming door koolzure kalk.

Verbetering van de grondstructuur der zware kleigronden door kalkbemesting wordt in Europa vrij veel toegepast, de enkele proeven die er hier in Indië mede genomen zijn, hebben over het algemeen geen gunstige resultaten opgeleverd. Toch is, voor zoover mij bekend, de kalkbemesting in Europa nooit op een dergelijke wijze tot systeem gemaakt dat men getracht heeft de structuur van den bouwgrond uitsluitend door geregelde kalkbemestingen, zonder stalmestbemesting, in stand te houden.

Op de basis van de door VAN BEMMELEN verstrekte gegevens, moest men er ook wel toe komen om een dergelijk systeem *à priori* te veroordeelen. Er zou dan toch geregeld zooveel kalk toegevoegd moeten worden als er door uitspoeling verloren ging.

1% CaCO_3 in de 25 jaar uit de bouwlaag vertegenwoordigt (dikte van de bouwlaag op 1 d. M. volume gewicht van den grond op $2\frac{1}{2}$ getaxeerd) 1000 kilo koolzure kalk per jaar en per Hectare.

Een eigenaardige methode van structuurverbetering van den grond wordt af en toe in Engeland toegepast, wij bedoelen het kleibranden. 1) Vooral in vroeger tijd, omstreeks 50 jaar geleden, is hiervoor zeer veel propaganda gemaakt, o. a. door BEATSON.

De klei wordt of in daarvoor geconstrueerde ovens of in met grond gedekte houtstapels, op de wijze van houtskoolmijten, aan een zachte gloeiing blootgesteld.

Het komt hierbij vooral aan op de juiste regeling der temperatuur, bij te hooge temperatuur wordt de gebrande klei steenhard, bij te lage temperatuur droogt zij alleen maar sterk uit. Wanneer matig vochtige klei op de juiste temperatuur wordt gebrand, moet zij tot eene losse poederachtige stof worden, die als zoodanig dan uitgestrooid worden kan.

Dat het bij dit kleibranden ook speciaal er op aan komt om kruimelvorming tot stand te brengen, blijkt onmiddellijk wanneer wij dit kleibranden in het klein zelve op een platinablikje in een spiritusvlam gaan toepassen.

1) VAN HALL. Het klei- of leombranden.
Tijdschrift voor Nijverheid in Nederl.-Indië 1855.

De kleideeltjes bakken tot kruimels tezamen.

Volgens de voorstanders van het systeem kon door ééne zware bemesting met gebrande klei de structuur van den grond wel voor een tijd van acht jaar verbeterd worden.

De methode schijnt later meer in onbruik geraakt te zijn, vermoedelijk toen met de toename van de bevolking in Engeland de met bosch bedekte oppervlakte verminderde en het brandhout in prijs steeg.

Met het oog op de prijzen van brandstoffen in Indië zou het kleibranden hier vermoedelijk ook geen rentabele methode van grondverbetering zijn.

Wij zien dus hoe op zeer verschillende wijze eene kruimelstructuur van den bouwgrond tot stand kan komen: humusstoffen, ferrihydroxyde of ferririjke silicaten als bindmiddel, tezamenkleven der kleideeltjes door chemisch-physische veranderingen in de oppervlakte onder den inwerking van calciumcarbonaat, tezamenbakken der kleideeltjes onder den invloed van hoogere temperatuur; door al deze middelen kan eene gunstige structuur van den bouwgrond tot stand komen.

Een bouwgrond, die oorspronkelijk eene gunstige kruimelstructuur vertoont, gaat gewoonlijk langzamerhand in structuur achteruit, wanneer er geen zorg voor instandhouding van de structuur wordt gedragen. ¹⁾

Het snelste schijnt de structuur die op de aanwezigheid van ferrihydroxyde of ferririjke silicaten berust, te verdwijnen. Wanneer een bouwgrond, die in hoofdzaak ferrikruimelstructuur vertoont, niet voortdurend slibtoevoer krijgt, schijnt onder het op onze rietgronden vigeerende landbouwsysteem soms reeds na acht jaar de kruimelstructuur geheel en al verdwenen te zijn.

Een kruimelstructuur, die op de aanwezigheid van humusstoffen berust, houdt het langer uit, wij komen later op deze kwestie uitvoerig terug (hoofdstuk IV, V en VI), maar kunnen voorloopig wel aannemen, dat een mooie kruimelstructuur die op de aanwezigheid van humusstoffen berust, onder de tegenwoordig op onze rietgronden heerschende landbouwtoestanden, eerst na 15 à 25 jaar geheel verdwenen zal zijn.

¹⁾ Vergelijk hierover o.a. ook:

HOPPE. Ueber Veränderungen des Waldbodens durch Abholzung. Centralblatt f. d. gesammte Forstwezen. Wien 1898.

RAMANN. Die Einwirkung der Streuentnahme auf Lehm Böden. Zeitschrift f. Forst und Jagdwezen 1890.

Het langste houdt het uit de structuur, die ontstaat tengevolge van het coaguleeren van de klei onder de inwerking van calcium-carbonaat. Wij hebben hier op Java echter bij de rietcultuur nergens met versch ingepolderde zeekleigronden te doen, zoodat deze koolzure kalkstructuur ¹⁾ voor ons slechts van ondergeschikt belang is.

Wij hebben hier op Java in hoofdzaak rekening te houden met kruimelstructuur tengevolge van de aanwezigheid van humusstoffen en met kruimelstructuur tengevolge van de aanwezigheid van ferri-hydroxyde of ferri-silicaten.

Eene gunstige structuur die het gevolg is van de aanwezigheid van ferri-hydroxyde of ferririjke silicaten als bindmiddel kunnen wij niet door maatregelen van landbouwkundigen aard te voorschijn roepen. In die gevallen waar, dank zij den irrigatie-toestand, een dergelijke structuur aanwezig is en in stand gehouden wordt, zijn wij van de zorg voor de grondstructuur vrij wel ontheven. In alle andere gevallen is het noodig te zorgen voor eene humusstructuur en moet m. i. in het heerschende landbouwsysteem op instandhouding en vermeerdering van het humusgehalte gewerkt worden, zooals dit trouwens reeds herhaaldelijk ²⁾ in het licht is gesteld.

Aan het slot van deze onderzoekingen over grondstructuur zal het misschien niet overbodig zijn er even aan te herinneren dat de grondstructuur, zooals die voor microscopisch onderzoek toe-

1) De werking van de koolzure kalk op de structuur is nog niet geheel opgehelderd, zooveel echter staat wel vast dat zij berust op een wisselwerking tusschen koolzure kalk en verweringsproducten van silicaten. In hoeverre wij hier te doen hebben met een inwerking van de koolzure kalk op de zeolitische silicaten of misschien met een neerslaan van zich in oplossing bevindend vrij kiezelzuur door de kalk, is nog niet bekend.

De aanwezigheid van koolzure kalk in den grond is op zichzelf beschouwd nog geen waarborg voor eene gunstige structuur. Gronden die ontstaan zijn door de afzetting van kalkslib uit zout water, kunnen eene zeer ongunstige structuur hebben, eene enkele maal heb ik wortelrot geconstateerd op gronden die zooveel fijn verdeeld calciumcarbonaat bevatten, dat zij met zuren opbruisten.

Is de koolzure kalk grof verdeeld in den vorm van schelp- en koraalfragmenten, dan is er van een invloed op de structuur heelemaal geen kwestie. In vele wortelrotgronden komen aanzienlijke hoeveelheden schelpen en koraal voor.

Bij de zuivering van het molensap met kalk worden niet alleen verschillende organische stoffen maar ook de kleideeltjes neergeslagen, hier hebben wij feitelijk overeenkomstige omstandigheden als waaronder zich in zee de zeeklei afzet.

Het filtervuil oefent dan ook een zeer gunstige werking uit op de structuur van den bouwgrond en bemesting met filtervuil worst bijv. in Djoeja nog al eens toegepast.

Het is ook niet uitgesloten dat men bij rationeele toepassing van kalkbemesting beter resultaten verkrijgen zoude dan tot nu toe hier in Indië verkregen zijn, (proeven met kalkbemesting staan ook op het programma voor de veldproeven in dit jaar aan het proefstation Kagok te nemen); dat wij echter in geregelde kalkbemesting een middel zouden hebben dat op z-er groote schaal toegepast, al onze rietgronden zoo noodig in goeden structuurtoestand zoude kunnen houden, en dus de humusstof zoude kunnen vervangen, komt mij niet waarschijnlijk voor.

Een bepaling van het kalkgehalte in de grond geeft nog geene directe aanwijzingen omtrent het als of niet aanwezig zijn van koolzure kalkstructuur. Er moet hierbij rekening gehouden worden, zoowel met de eventuele aanwezigheid van koolzure kalk in schelpfragmenten enz., als met de eventuele aanwezigheid van kalk in nog niet verwerde silicaten.

2) bijv. reeds 40 jaar geleden door FROMBERG. Verslag van de uitkomsten van een vergelijkend chemisch onderzoek van twee suikerrietgronden. Natuurkundig Tijdschrift XVII, 1859.

gankelijk is, wel een zeer belangrijke rol speelt bij het optreden van groeistagnaties en het ontijdig afsterven, echter niet de eenigste factor is die hierover beslist.

De eischen die door verschillende planten aan de grondstructuur gesteld worden zijn zeer verschillend, zoo stellen bijv. groenten en vele sierplanten in dit opzicht zeer hooge eischen, terwijl andere planten ook op gronden met slechte structuur zeer goed slagen kunnen.

Van de verschillende rietvariëteiten stellen *Loethers*, *geel Batjan*, *Muntok* en *Minilla* de hoogste eischen, ook *Fidji* en *G. Z. 100* zijn tamelijk gevoelig. *Import Cheribon* stelt minder hooge eischen dan *generatie*. Weinig gevoelig voor grondstructuur-invloeden zijn *Djamprok* en eenige nieuwe zaadrietvariëteiten.

Behalve echter de kwestie van variëteit en eventueel herkomst en groeikracht van de bibit leggen vele andere factoren gewicht in de schaal. Op een grond die onder het microskoop gezien een minder mooie maar niet buitengewoon slechte structuur vertoont, zal onder gunstige omstandigheden — goede grondbewerking, vroeg en diep planten, goede drainage in den Westmoesson en zoo noodig voldoende irrigatie in den Oostmoesson, behoorlijke bemesting — nog geen kwestie zijn van ontijdig afsterven en kunnen misschien nog zeer mooie producties worden gemaakt, terwijl onder ongunstige omstandigheden op een grond met geheel overeenkomstige structuur het wortelrot misschien in zeer hevige mate optreden kan.

De kwestie komt daarop neer, dat de microscopische structuur wel de belangrijkste maar niet de eenigste factor is, die over de physische gesteldheid van den grond beslist.

Door goede rationeele bewerking, waarbij vooral intensief uitdrogen een rol speelt, kan men een grond met slechte structuur toch nog wel in goede physische gesteldheid brengen, en een grond met mooie structuur die slecht en onvoldoende bewerkt is, zal in den regel een ongunstige physische gesteldheid hebben.

Een grond met slechte structuur eischt echter zorgvuldiger bewerking en de eenmaal verkregen gunstige physische gesteldheid gaat er veel eerder verloren dan op een grond met goede structuur het geval is.

Zijn dus de overige omstandigheden gelijk, dan zijn ook de gronden met betere structuur steeds in het voordeel. Dit komt vooral uit wanneer de omstandigheden waaronder gewerkt wordt betrekkelijk ongunstig zijn, de structuur kan dan zelfs zeer veel gewicht in de schaal leggen.

HOOFDSTUK II.

Misvormingen die aan den rietwortel optreden, tengevolge van mechanische invloeden van den bouwgrond.

(Met 3 platen en 4 tekstfiguren).

Meer dan veertig jaar geleden werd er reeds door SACHS opmerkzaam op gemaakt, dat studiën over het wortelstelsel der cultuurplanten in den kring der onderzoekingen der proefstations een rol behoorden te spelen. Op dat tijdstip ¹⁾ was omtrent de physiologie van den wortel nog slechts zeer weinig bekend, iets wat niet verwonderlijk is, wanneer men bedenkt op hoeveel moeilijkheden men stuit wanneer men nauwkeurige waarnemingen en proefnemingen aan levende en normaal groeiende wortels verrichten wil.

Deze uitspraak van veertig jaar geleden kunnen wij tegenwoordig nog volkomen beämen en niet alleen op de physiologie in engeren zin maar ook op de pathologie van den wortel toepasselijk verklaren.

Zowel de kennis van de physiologie als van de pathologie van den wortel is voor den praktischen landbouw van overwegend belang en toch is, tengevolge van de groote moeilijkheden, die men bij onderzoekingen op dit gebied ondervindt, hierover nog slechts betrekkelijk weinig bekend.

Speciale onderzoekingen over de physiologie van den rietwortel zijn tot nu toe nog niet verricht en de pathologische onderzoekingen op dit gebied hebben zich in hoofdzaak beperkt tot de (zuiver mycologische) studie van enkele schimmels die aan rietwortels gevonden werden.

In mijn voordracht over de waterverzorging van de rietplant in 1900 op het Congres te Semarang gehouden, werd reeds gewezen op de eigenaardige misvormingen die de wortels van de aan wortelrot lijdende planten vertoonen en werd getracht deze misvormingen door afbeeldingen nader te karakteriseeren.

„Wanneer wij de wortels van de zieke planten, hetzij van een

¹⁾ SACHS in *Landwirthschaftliche Versuchsstationen* II. 1860. blz. 1 „dass gerade die Thätigkeit dieser Anstalten (der Versuchsstationen) so vielfach auf physiologische oder chemische Behandlung der Wurzeln angewiesen ist, während andererseits gerade die Physiologie der Wurzeln zu den lückenhaftesten Theilen unserer Wissenschaft gehört, ein Mangel, der nicht überraschen darf, wenn man bedenkt, welche oft beinahe unüberwindliche Schwierigkeiten der sicheren Beobachtung und dem Experimentiren mit lebendigen und normal thätigen Wurzeln sich entgegen stellen“.

rietplant van Olean of uit het Kendal'sche of van Pekalongan, of een maïsplant van de een of andere herkomst onderzoeken, vinden wij steeds een karakteristiek ziektebeeld.

De wortel is als het ware aangevreten, er zijn gaten in, vooral dikwijls dicht bij den top. De wortelharen vertoonen in de omgeving van deze gaten een eigenaardige deformatie: zij zijn kort, verwrongen, soms vertakt en vertoonen een abnormaal dikken wand. Het is vooral het groeipunt van de dikke wortels dat aangetast wordt, in de tweede plaats komen de dunnere zijwortels.

In het algemeen vormt de plant, zoodra de groei in het groeipunt belemmerd wordt, talrijke takken, bij den rietstengel, die aangetast is door topbeorder of toprot, loopen bijv. de oogen uit. Zoo vormt ook de wortel, wanneer het groeipunt gedesorganiseerd wordt, nieuwe zijtakken, en wanneer deze telkens weer aangetast worden komen de eigenaardige wortelvertakkingen tot stand, die voor het wortelrot karakteristiek zijn."

Door deze korte beschrijving van het ziektebeeld trachtte ik toen het wortelrot te karakteriseeren en ter kenschetsing van de ziekte zoude ik ook nu niet veel meer aan deze diagnose kunnen toevoegen. In de oorzaken van het ontstaan dezer misvormingen had ik toen echter nog geen helder inzicht ¹⁾ wat vooral daaraan lag, dat ik toen geen materiaal in het voor onderzoek geschiktste stadium tot mijne dispositie gehad had.

Verreweg het meeste riet toch, dat men als aan wortelrot lijdende onder de oogen bekomt, is reeds bijna geheel verdroogd en het geheele wortelstelsel is reeds afgestorven en dikwijls ten deele beschimmeld, ten deele verrot. Het gunstigste tijdstip voor het onderzoek omtrent het ontstaan der bewuste misvormingen is dan reeds lang voorbij. Onderzoekt men echter het wortelstelsel van het aan wortelrot lijdende riet in het midden van den Westmæsson, dan kunnen wij zonder moeite de wijze van ontstaan der bewuste misvormingen vervolgen. Heelt men eens aan geschikt materiaal het optreden der misvormingen vervolgd, dan kost het geen moeite om ook voor materiaal dat op een ongunstig tijdstip verzameld werd, dezelfde wijze van ontstaan der misvormingen aan te toonen.

1) Dat wij hier niet met eene gewone beschadiging van infectieusen aard te doen hadden, was toen reeds volkomen duidelijk en er werd reeds in de genoemde voordracht door mij op gewezen dat het wortelrot aan den grond hecht, dat een zieke plant tijdig overgeplant nog gezonde stokken voortbrengen kan, dat de wortels van den zieken stok dus in dit geval de wortels van den gezonden stok niet infecteeren.

Ten tijde dat ik de bewuste voordracht schreef vermoedde ik, (zooals achteraf blijkt ten onrechte) dat wij te doen hadden met gewone, algemeen verbreide, saprophyte grondbacteriën die onder bepaalde condities parasitair gingen optreden; dus een analogen rol vervulden als de boterzuurbacteriën bij de bacteriosis.

Om nu te weten wat wij met den naam misvorming mogen aanduiden, moeten wij eerst weten hoe de normale wortel er uitziet.

Wanneer men onder gelijke condities riet kweekt in krاندjangs waarvan enkele gevuld zijn met een grond die een physisch zeer mooie structuur vertoont, andere met metselzand en enkele met een typischen wortelrotgrond, dan kan men op verschillende tijden het wortelstelsel van dergelijke planten onderzoeken.

Blijkt het nu dat er zich opvallende verschillen vertoonen in den bouw van het wortelstelsel in de krاندjangs met verschillende grondsoorten, dan is het aan geen twijfel onderhevig dat deze verschillen een gevolg zijn van het verschil in de grondgesteldheid.

Bij dergelijke krاندjangculturen heeft men dikwijls, vooral bij de krاندjangs met zand en met lossen grond, veel last ervan dat de grond bij het gieten weggespoeld wordt. Dit is gemakkelijk te verhelpen door binnen in de krاندjang eene laag kadjangmatten aan te brengen, op de wijze zooals dit in suikerkrاندjangs geschiedt.

Men kan deze kadjangmatten ook buiten om de krاندjangs heen binden, (bij onze krاندjangculturen in Probolinggo hadden wij deze methode gevolgd) dit is echter niet aan te raden, omdat dan talrijke wortels zich ontwikkelen in de vochtige, niet of slechts ten deele met grond gevulde tusschenruimten tusschen kadjangmat en krاندjang, zoodat men op deze wijze een eenigermate abnormal ontwikkeld wortelsysteem verkrijgt. Bovendien rotten de krاندjangs veel eerder wanneer zij direct met den vochtigen grond in aanraking zijn, dan wanneer zij nog door eene laag kadjangmatten van den grond zijn gescheiden.

Het eerste wat ons opvalt wanneer wij het wortelstelsel van dergelijke krاندjangculturen op een leeftijd van 4 à 5 maanden onderzoeken, is het kort blijven van de wortels in de krاندjangs met wortelrotgrond.

Bij de krاندjangculturen in Probolinggo was dit verschijnsel niet zoo duidelijk tengevolge van de zoo even besproken minder juiste wijze van inrichting der krاندjangs. De enkele wortels in de krاندjangs met wortelrotgrond, die hier de wand der krاندjang bereikt hadden, waren hier doorheen gegroeid en hadden zich in de tusschenruimten tusschen de bamboe en de kadjangmat sterk uitgebreid, zoodat de planten zelfs hoofdzakelijk op deze wortelschenen te leven. Buitengewoon duidelijk trad echter het verschijnsel

op bij nieuwe krangjangculturen, die aan het proefstation Kogok in Augustus en September 1901 werden aangezet en in Januariën Februari van het loopende jaar werden onderzocht

Als type van een grond met zeer mooie physische structuur werd hier genomen den grond uit den in het jaar 1901 door het proefstation beplanten proeftuin, (in het vorige hoofdstuk besproken en afgebeeld) een zavelachtigen kleigrond met typische ferri-structuur, waar nog nooit riet op gestaan had. Als type van een grond met zeer slechte physische structuur werd genomen zwaren kleigrond van wortelrotplekken op de onderneming Kaliwoengoe Kendal. Wij hebben hier met reeds zeer lang in cultuur zijnde zware kleigronden (vermoedelijk oorspronkelijk zeeklei) te doen. Ter vergelijking waren er ook nog krangjangs met grof zand.

Het bleek nu dat de wortels in de krangjangs met wortelrotgrond over het algemeen geen grooter lengte bereikt hadden dan 1 à 2 d.M. terwijl de wortels in de krangjangs met proeftuingrond en met zand meerendeels eene lengte van meer dan 5 d.M. bereikten.

De wortels van het riet in de wortelrotkrangjangs bleven alle besloten in een grondvolume van hoogstens 10 d.M³, terwijl de wortels van het riet in de krangjangs met zand en proeftuingrond door de geheele krangjang heengegroeid waren en dus over een volume grond van omstreeks 60 d.M³. beschikken konden. Bij de wortelrotplanten was het zeer opvallend, dat de het eerstgevormde wortels, dus die van de bibit en de onderste wortels van den stok langer en beter ontwikkeld waren dan de wortels die hooger op aan den stok ontstaan waren. Deze eerstgevormde wortels hadden zich blijkbaar gevormd in de eerste drie à vier weken na het planten, dus voordat de grond in de wortelrotkrangjangs zich gezet had. In de krangjangs met proeftuingrond en zand was een dergelijke tegenstelling niet waar te nemen.

Dit feit, dat de wortels op wortelrotgrond veel korter blijven dan op gezonden grond, kan men ook in de aanplant gemakkelijk constateeren.

Wij zijn zeker niet ver van de waarheid af, wanneer wij aannemen, dat op gronden met werkelijk mooie physische structuur de rietwortels gemiddeld omstreeks driemaal zoo lang worden als op de gronden waar het riet in hevige mate van wortelrot te lijden heeft. De wortels dringen daarbij naar beneden toe zeker minstens tweemaal zoo diep in den grond in, zoodat wij ons zeker niet aan

overdrijving schuldig maken, wanneer wij aannemen, dat op gronden met werkelijk mooie structuur het grondvolume waarover de rietplant beschikt, omstreeks achttien ($3 \times 3 \times 2$) maal grooter is dan op de gronden met buitengewoon slechte structuur.

Voorloopig nog afgezien van de (in het volgende Hoofdstuk te bespreken) kwesties, de doorlatendheid van de bouwgrond betreffende, hebben wij ook in dit kleinere volume waarover de wortels beschikken, een van de oorzaken te zoeken waarom het riet op de wortelrotgronden zoo spoedig van de droogte te lijden heeft.

Wanneer een rietplant op een grond met werkelijk mooie structuur over een grondvolume van omstreekt 300 d.M³. beschikt, zal zij op een typische wortelrotgrond misschien over een grondvolume van 20 d.M³. kunnen beschikken.

Wanneer wij nu zouden willen taxeeren hoe lang (afgezien van nieuwen watertoevoer uit den ondergrond) twee verschillende planten onder deze verschillende condities in het leven zouden kunnen blijven met het water dat zich in het grondvolume bevindt waarmee de wortels in contact zijn, dan kunnen wij voor de basis van eene berekening uitgaan van getallen zooals die indertijd door mij in de voordracht over de waterverzorging van de rietplant werden opgegeven.

Wij nemen dus aan dat bij het ophouden van den Westmoesson de grond in beide gevallen omstreeks 40% (volume percenten) water bevat en dat de levende plant hiervan $\frac{3}{4}$ dus 30% opnemen kan, dan heeft de eene plant 90 Liter water ter beschikking en de andere 6 Liter water.

Taxeeren wij de verdamping van het zwaar uitgestoelde en rijk bebladerde riet op den grond met de mooie structuur op 3 L. en die van het minder uitgestoelde en niet zoo dicht bebladerde riet op den typischen wortelrotgrond op 1 L. per dag en per stoel, dan zou toch het riet op den grond met de mooie physische structuur het 30 dagen uithouden eer het verdrogingsverschijnselen begint te vertoon, terwijl bij het riet op den wortelrotgrond deze zich reeds na zes dagen openbaren.

Wij hebben hierbij geene rekening gehouden met nieuwe watertoevoer uit den ondergrond, in de praktijk zijn dan ook deze tijden iets anders en wel 2 à 3 maanden voor de gronden met buitengewoon mooie, en 8 à 10 dagen voor de gronden met buitengewoon slechte structuur.

Dit kort blijven van de wortels ¹⁾ is echter slechts eene van de eigenaardigheden, die zich aan het wortelstelsel van de op wortelrotgrond gegroeide planten voordoen, en aangezien er nog talrijke andere factoren dan de structuur van den grond op de lengte van de wortels invloed uitoefenen, is dit kort blijven van de wortels minder geschikt om er een wortelrot-diagnose op te baseeren.

Veel karakteristieker zijn de reeds herhaaldelijk vermelde gaten, die in de wortels vooral in de nabijheid van het groeipunt der dikke wortels „ingevreten” worden.

Door nader onderzoek is het mij gelukt aan te toonen, dat deze gaten slechts een enkel type vertegenwoordigen van een geheele reeks misvormingen, die hoofdzakelijk aan de dikke wortels optreden als onmiddellijk gevolg van den zeer grooten weerstand, dien de wortel bij het indringen in den wortelrotgrond ondervindt.

Door eenige schema's heb ik getracht het ontstaan van enkele dezer misvormingen te verduidelijken.

In deze schema's (tekstfiguur 1 *a*, *b* en *c* — 2 *a* en *b* — 3 *a* en *b* — 4 *a* en *b*.) zijn schematische doorsneden door worteltoppen afgebeeld en is met verschillende tint aangegeven: 1 het wortelmutsje, 2 het nog in celdeeling verkeerende meristeem van het groeipunt, 3 de zône waar in hoofdzaak de celstrekking plaats vindt, 4 het reeds uitgegroeide gedeelte van den wortel.

De wortels volgen in het algemeen bij het indringen in den grond voor zoover mogelijk de reeds aanwezige kanalen, bijv. gangen door de werkzaamheid van regenwormen gevormd, gangen die ontstaan zijn door het weggroten van de wortels van een vorig gewas, ²⁾ of, wat vooral voor de dunnere wortels in den bovengrond een groote rol speelt, de ruimten die zich bevinden tus-

1) Het is niet onmogelijk dat de slechte groei van het riet, speciaal de in den loop van den Westmoessen optredende groeistagnaties op de wortelrotgronden niet alleen indirect gevolg zijn van de slechte ontwikkeling van het wortelstelsel (onvoldoende watervorzorging, onvoldoende voeding) maar er ook op een nog niet nader te definiëeren wijze direct mede samenhangen.

Door KNY werd voor enkele gevallen een eigenaardige correlatie tusschen den groei van wortels en stengels aangetoond.

Verg. KNY. On Correlation in the Growth of Roots and Shoots. (Second Paper).

Separaat afdruk uit de *Annals of Botany*. December 1901, en de hier aangehaalde literatuur.

2) Door SCHULTZ LUPITZ werd aangetoond dat de gunstige werking van sommige leguminosen als voorvrucht voor granen ten deele daarop berust, dat door de diep wortelende leguminosen voorvrucht in den ondergrond een groot aantal fijne kanaaltjes gevormd worden. De wortels van het graangewas volgen ten deele deze kanaaltjes en kunnen zoo dieper in den grond indringen dan het geval zoude zijn, wanneer de voorvrucht geen diepgaand wortelsysteem had.

schen de tengevolge van de grondbewerkingen betrekkelijk los op elkander gestapelde aardkluitjes. ¹⁾

Waar de wortel tegen het een of andere gronddeeltje stuit, tracht hij dit op zijde te dringen, teneinde in de oorspronkelijke richting ²⁾ verder te groeien. Kan het weerstandbiedende gronddeeltje niet op zijde gedrongen worden, dan zal meestal de wortel zich zijwaarts afbuigen en trachten om het deeltje dat weerstand bood heen te groeien.

Een grond met goede physische gesteldheid biedt aan dit indringen van den wortel weinig weerstand, zoodat in gevallen, waar de wortel niet in de oorspronkelijke richting verder groeien kan, de worteltop altijd wel zijdelings een uitweg vindt. Dit wordt anders in gronden met slechte physische gesteldheid hier komt het telkens voor, dat de wortel tegen gronddeeltjes stuit, die niet op zijde gedrongen worden kunnen, terwijl een zijdelingsche uitwijken van den worteltop ook door een te grooten weerstand verhinderd wordt.

In dergelijke gevallen wordt het deeltje, dat niet op zijde geschoven worden kan, als het ware in den wortel ingedrukt, zooals men een zandkorrel of steentje in eene plastische massa, stopverf bijv. indrukken kan.

Er doen zich hierbij nu zeer verschillende gevallen voor, het eenvoudigst geval is het schematisch in fig. 1 a, b en c, weergegevene.

Het gronddeeltje dat in fig. 1 nog niet door den groeienden worteltop bereikt is, stellen wij ons als onwrikbaar gefixeerd voor. In fig. 1 b, is de groeiende worteltop er mee in aanraking gekomen, in fig. 1 c, zien wij hoe de groeiende top na het passeeren van deze hindernis bijna onmiddellijk weer de oorspronkelijke gestalte aanneemt. Er is in den wortel een korte groeve of gat

1) Voor zoover mij bekend werd hierop het eerst door Sachs in de hierboven reeds geciteerde verhandeling opmerkzaam gemaakt.

Zurächst drängt sich nun die Frage auf, auf welche Weise die Wurzeloberflächen dem Boden sein hygroskopisch zurückgehaltenes Wasser entziehen. Wenn man Pflanzen in mit lockerer Erde gefüllten gläsernen Gefäßen wachsen lässt, so ist es leicht zu beobachten, wie die lebendigen Wurzeln, den Boden durchziehen. Man bemerkt an den Wurzeln, welche zwischen der Wand des Glases und dem Boden hinabwachsen, dass sie diesen nur an wenigen Stellen berühren; die Bodentheile sind durch unzählige grosse und kleine Zwischenräume getrennt, durch welche die Wurzeln hindurchwachsen; in den grossen Lücken sind die Wurzelhaare immer am längsten. Diese Lücken im Boden sind immer mit Luft gefüllt, ausgenommen die wenigen Augenblicke, wo das aufgestiegene Wasser durchströmt um unten durchzulaufen. Mit Ausnahme dieses Moments bemerkt man in dem vegetationsfähigen Boden kein Wasser, nur die dunkle Farbe desselben zeigt an, dass er feucht ist.

2) Vergelijk over de richting, die door de hoofd- en zijwortels gevolgd wordt, de van zuiver physiologische (niet landbouwkundige) gezichtspunten uitgaande onderzoekingen van Sachs, Czapek, Schober, enz.

CZAPEK in Pringsheims Jahrbücher XXXII. Heft 2 1898 en XXXV. Heft 2 1900.
SCHOBER in Botanische Zeitung 1898, Heft 1.

ontstaan; het gronddeeltje dat de vorming van deze groeve veroor-

zaakte, ligt in het naar den oorsprong van den wortel gekeerde (het basale) uiteinde van deze groeve.

Een ander geval is in fig. 2, *a* en *b* schematisch voorgesteld, het gronddeeltje kon ook hier door het wortelmutsje dat er het eerst mede in

aanraking kwam niet op zijde gedrongen worden; het dringt door het wortelmutsje heen en eenigszins in het groeipunt in.

Het turgescente weefsel van het groeipuntmeristeem biedt echter aan een indringen van het gronddeeltje meer weerstand dan het wortelmutsje deed, zoodat het gronddeeltje nu verschoven wordt en bij het verder groeien van den worteltop mede wordt genomen. Het wortelmutsje sluit zich weer geheel om een dergelijk gronddeeltje heen, en dit blijft zoo binnen in het weefsel van het groeipunt ingesloten. Het gronddeeltje dat halverwege in het meristeem is ingesloten, werkt storend op den groei en veroorzaakt het ontstaan van eene lange groeve op den wortel. Eene dergelijke groeve begint dáár waar het gronddeeltje oorspronkelijk lag en strekt zich tot het groeipunt uit.

Het schijnt te kunnen voorkomen, dat ten slotte het gronddeeltje toch weer door groeiprocessen in het meristeem naar buiten wordt gedrongen, zoodat dan de groeve zich wel over een zekeren afstand, maar niet tot aan het groeipunt uitstrekt. In dit geval vinden wij dus het deeltje dat tot de vorming der groeve aanleiding gaf, in het van den oorsprong van den wortel afgekeerde (het apicale) uiteinde van de groeve.

Een derde geval is in fig. 3 *a* en *b* afgebeeld.

Hier is zoo-als in het in fig. 1 veronderstelde geval, het gronddeeltje onwrikbaar, het is echter zoo groot dat het groeipunt, wanneer het na het pas-

Fig. 3.

seeren van deze hindernis, weder de normale gestalte aanneemt, niet weder de normale afmeting verkrijgt. De resten van het meristeem der oorspronkelijke wortels vormen zich tot een normaal meristeem van eenen dunneren wortel, die dan (wanneer er zich geen nieuwe storingen voordoen) normaal verder groeien kan.

Er ontstaat dus een korte groeve of gat, ongeveer als in fig. 1, maar veel dieper en de wortel wordt hier plotseling aanmerkelijk dunner. Het gronddeeltje dat de storing veroorzaakte ligt, zooals ook bij het in fig. 1 veronderstelde geval, in het naar den oorsprong van den wortel gekeerde (het basale) uiteinde der groeve.

In het vierde in fig. 4 *a* en *b* voorgestelde geval is het deeltje

dat weerstand bood ook betrekkelijk groot en de wortel groeit er centraal tegen aan, het meristeem neemt, nadat het deeltje er

Fig. 4.

binnengedrongen is, niet weder de oorspronkelijke gestalte aan, de groei van den wortel is gestuit, de cellen van het meristeem deelen zich

niet meer maar strekken zich — zoo mogelijk -- nog een weinig en verliezen daarmee ten slotte hun meristematisch karakter:

Deze in de schema's voorgestelde gevallen doen zich in gronden met slechte physische gesteldheid herhaaldelijk, bijna aan alle dikke wortels voor, in verschillende combinaties en met verschillende complicaties.

Zoo heeft men als zeer belangrijke complicatie de vorming van zijwortels. Iedere storing in het vegetatiepunt van den wortel geeft (zooals reeds in de voordracht over de waterverzorging van de rietplant vermeld werd) aanleiding tot de vorming van zijwortels, die dan basaal (dus aan de naar den oorsprong van den wortel gekeerde zijde der storing) optreden.

Zooowel het verschijnsel, dat het groeipunt van den wortel na eene verwonding* weer den oorspronkelijken vorm aanneemt, zich regeneert, *) als de vorming van zijwortels als onmiddellijk gevolg van verwondingen, kan men experimenteel gemakkelijk vervolgen.

Van de vorming van zijwortels als onmiddellijk gevolg van verwondingen geven fig. 19, 20 en 21 een denkbeeld.

Deze figuren hebben wel is waar geene betrekking op rietwortels maar op den kiemwortel van de erwt, die experimenteel verwond werd door afsnijden van den top, onmiddellijk onder het meristeem van het groeipunt.

In fig. 20 ziet men hoe reeds 24 uur na het aanbrengen van de verwonding als eerste reactie strekking en enkele deelingen in de buitenste schorscellen en in de cellen van den centraalcylinder opgetreden zijn. De wondvlakte wordt op deze wijze min of meer overwelfd.

In fig. 21 ziet men hoe 3 × 24 uur na het aanbrengen van de verwonding de wondvlakte gedeeltelijk overwelfd is en hoe er reeds een krans van zijwortels, onmiddellijk onder de wondvlakte is aangelegd. Van dezen krans van zijwortels zijn er in het praeparaat in kwestie twee getroffen.

Regeneratie van het groeipunt zelve geschiedt hier niet, deze

*) De groote verhandeling van LOPRIORE over „Regeneration gespaltener Wurzel” is tot mijne spijt hier niet tot mijne dispositie, voor zoover ik mij herinner wordt er hierin echter geene melding gemaakt van dergelijke (ook onder het begrip regeneratie vallende) misvormingen als door mij voor rietwortels onderzocht.

Enkele jaren geleden werden door mij eenige, niet gepubliceerde, experimenteële onderzoekingen over regeneratie en over de vorming van nieuwe zijwortels bij verwondingen van het wortelgroeipunt verricht. De figuren 19—21 zijn geteekend naar microtoomptraeparaten ten dienste van dit onderzoek gemaakt.

De vorming van zijwortels onmiddellijk basaalwaarts van de wond is physiologisch gelijkwaardig met de morphologische regeneratie van het verwonde groeipunt zelf.

komt alleen voor, wanneer er nog een deel van het oorspronkelijke meristeem gespaard is gebleven.

Wanneer de worteltop middendoor gespleten is, kan zich bijv. aan beide helften een normaal gevormd, volledig nieuw groeipunt uit de helft van het oorspronkelijke groeipunt regenereren.

Een andere reeks van complicaties, die ook zeer veelvuldig optreden, zijn de secundaire aantastingen door schimmels, bacteriën enz. Bacteriën-vegetatie aan de door mechanischen druk van de gronddeeltjes ontstane wondvlakten komt zoo veelvuldig voor, dat ik (zooals reeds gezegd) oorspronkelijk meende dat deze bacteriën op de een of andere wijze bij het optreden van deze misvormingen een rol zouden spelen. In latere stadiën, wanneer de stengels reeds beginnen te verdrogen en de wortels reeds, tengevolge van watergebrek meerendeels afgestorven zijn, treedt dikwijls saprophyte schimmelvegetatie op aan deze wondvlakten die een paar maanden vroeger ontstonden toen de grond nog nat was en de wortels nog krachtig vegeteerden.

Ook komt het voor, zooals reeds door ZEHNTNER *) waargenomen werd, dat de onder normale omstandigheden steeds aan de wortels voorkomende parasitische en half parasitische schimmels, zich in omgeving van de door mechanischen druk ontstane wonden buitengewoon sterk gaan vermeerderen.

Op deze kwestie komen wij in een later hoofdstuk uitvoerig terug.

De sterke vertakking, tengevolge van de herhaalde groeistoringen aan het groeipunt van de wortels, valt bij het onderzoek van het wortelstelsel der aan wortelrot lijdende planten onmiddellijk op. Aan de reeds afgestorven of aan siecht gepraepareerde wortels, waarvan de groeipunten meerendeels afgebroken zijn, is deze buitengewoon sterke vertakking eene zeer karakteristieke aanwijzing voor de herhaalde storingen in het vegetatiepunt, die de wortel gedurende zijnen groei ondervond.

In fig. 1 en 2 van de bij dit hoofdstuk behoorende platen zijn op natuurlijke grootte afgebeeld stukken van een normalen rietwortel en van een rietwortel die in wortelrotgrond gegroeid is. De normale rietwortel is afkomstig van een in Probolinggo in een krandjang met grond van de Zuidtuinen van Soember Kareng, (type van eenen physisch mooien grond); de in fig 2 afgebeelde rietwortel van een eveneens in Probolinggo in een krandjang met wortelrotgrond van Olean gekweekte rietplant.

*) Wortelziekte van het Loethersriet. Verslag over 1899 van het Proefstation Kagok. blz. 50.

Men ziet hoe de normale rietwortel lang is, betrekkelijk weinig en tamelijk regelmatig vertakt, terwijl de laatste dunste zijtakken ook zeer lang zijn. Bij den in den wortelrotgrond gegroeiden rietwortel is de bouw gedrongen, de vertakking is onregelmatig en toont duidelijk aan hoe herhaaldelijk de een of andere tak niet verder doorgroeien kon en haar rol dan door nieuwe, onmiddellijk onder de stagnatie ontstane zijtakken, werd overgenomen. De laatste, dunste zijtakken zijn in geringeren getale aanwezig en minder in de lengte gestrekt dan bij den normalen wortel het geval is.

De hier als type voor wortelrot afgebeelde wortel stelt nog lang niet een extreem geval voor, in de krاندjangculturen met Kaliwoengogegrond, die hier in Kagok door mij aangezet werden, was de vertakking dikwijls zóó dicht en de bouw van den wortel zóódanig gedrongen, dat het karakter van een dergelijken wortel onmogelijk in eene teekening op natuurlijke grootte kan weergegeven worden.

De in fig. 1 en 2 afgebeelde rietwortels zijn oude wortelstukken, waarvan de groei reeds opgehouden heeft, en zij geven alleen de habitus weer, zooals men die met het bloote oog in den tuin na schoonspoelen van het wortelstelsel waarnemen kan.

In fig. 3, 4 en 5 zijn bij zwakke vergrooiting stukken afgebeeld van jonge, dikke wortels, die in gronden met physisch zeer slechte structuur gegroeid waren. Het betreft hier groeistagnaties, die in de maand October in het jonge riet op een der Pekalongansche fabrieken optraden, en waarvoor geene andere oorzaak dan de slechte physische gesteldheid van den grond (wortelrot *) aan te wijzen was.

Dezelfde tegenstelling tusschen de langgestrekte, betrekkelijk weinig vertakte wortels in gronden met goede en de gedrongen, sterk vertakte wortels in gronden met slechte structuur, die men met het bloote oog reeds aan het wortelstelsel waarneemt, treedt nog duidelijker op, wanneer men de dunne wortels bij eene vergrooiting van 20 à 30 maal onderzoekt.

In fig. 6 en fig. 7 zijn vergroot afgebeeld de laatste vertakkingen van wortels, gegroeid in grond met slechte en gegroeid in grond met goede structuur.

De in fig. 6 afgebeelde „bezenvorming” is ook weer volstrekt niet een uiterste geval en er zijn zelf bij het praepareeren enkele worteltakjes verloren gegaan. Uit deze „bezempjes” laat zich de grond gewoonlijk niet of slechts met zeer veel moeite uitwasschen,

*) Reeds in de voordracht over de watervorzorging van de rietplant werd opmerkelijk gemaakt op deze in het Pekalongan'sche in de maanden October en November optredende typische gevallen van wortelrot.

Fig. 7.

Fig. 19.

Fig. 20.

Fig. 21.

Fig. 8.

zoodat men naar de praepareernaald moet grijpen om een inzicht in de structuur van deze vormen te verkrijgen.

Behalve de misvormingen, die voornamelijk aan de dikke wortels en de bezemvorming, die voornamelijk aan de dunne wortels optreedt, vertoonen ook de wortelharen hoogst eigenaardige (eveneens reeds in de voordracht over de waterverzorging van de rietplant vermelde) abnormaliteiten.

In fig. 8 zijn afgebeeld eenige wortelharen van riet dat gegroeid is in grond met mooie kruimelstructuur. De teekening werd vervaardigd naar een praeparaat van riet, gegroeid in kransjongs met grond uit den proeftuin Kagok 1901 — 1902. In talijke andere gevallen, (kransjongculturen in Probolinggo, zoowel als riet herkomstig van verschillende ondernemingen of voor infectieproeven met wortelschimmels gebruikte laboratoriumcultures) had ik gelegenheid dergelijke normaal ontwikkelde wortelharen waar te nemen.

In fig. 9 zijn afgebeeld, bij dezelfde vergrooiting, eenige wortelharen, gegroeid in kransjongs met grof zand gevuld.

Wij zien hoe de wortelharen hier nog iets, maar niet noemenswaard langer zijn dan in den proeftuingrond.

In fig. 10—18 zijn afgebeeld, ook weer bij dezelfde vergrooiting, eenige wortelharen van riet gegroeid in kransjongs met typischen wortelrotgrond. Wij zien hoe de wortelharen kort, verwrongen, soms vertakt zijn, een abnormaal dikken wand vertoonen en hoe de oppervlakte van de wortelharen geheel bedekt is met zeer kleine gronddeeltjes, die er aan vastkleven of er eenigermate ingedrongen zijn.

Deze in fig. 10—18 afgebeelde gevallen zijn extreem, atkomstig uit de kransjongculturen met Kaliwoengoegrond, hier aan het proefstation aangezet. Dergelijke extreme gevallen zijn echter volstrekt geene uitzonderingen, maar er komen naast deze uiterste misvormingen altijd talrijke overgangen tot de normaal gevormde wortelharen voor.

Deze overgangstadiën vertoonen dikwijls eene merkwaardige overeenkomst met de welbekende vergroeiingen van de wortelharen met bodemdeeltjes, waarop het eerst door SACHS *) de opmerksaamheid werd gevestigd.

*) Een speciaal onderzoek heeft SACHS voor zoover ik, met de mij ten dienste slaande literatuur kan nagaan, hier niet aan gewijd.

(In de lijst der publicaties van SACHS door GOEBEL in zijne necrologie *Flora* 1897 gegeven vind ik ten minste geene verhandeling vermeld, waarvan de titel eene aanwijzing geeft dat de resultaten van een speciaal onderzoek omtrent deze vergroeiingen van de wortelharen met de gronddeeltjes daarin neergelegd zouden zijn).

Het eerst maakt SACHS naar ik meen melding van deze vergroeiingen in het *Lehrbuch der Botanik*. Op bl. 366 van den 4en druk (1874) vinden wij dergelijke vergroeiingen afgebeeld voor de rhizoiden van een mos.

Deze beroemde plantenphysioloog toonde ook aan dat de wortels, die aan de oppervlakte van een marmerplaat groeien, door de afscheiding van zuren het marmer aantasten kunnen, en hij schrijft aan de bewuste vergroeiingen van de wortelharen met de gronddeeltjes de rol toe, dat door dit innige contact de noodige voedingszouten gemakkelijker aan de gronddeeltjes kunnen worden onttrokken.

Het komt mij echter voor dat deze vergroeiingen van de wortelharen met de gronddeeltjes lang niet zoo algemeen verbreid zijn als SACHS vermoedde en als men in de hand- en leerboeken over landbouwkunde gewoonlijk vermeld vindt.

Bij suikerriet en maïs komen zij ten minste op physisch mooien grond zoo goed als niet voor en vertoonen zich speciaal op physisch slechten grond.

Bij een uitvoerig onderzoek omtrent de wortelharen (rhizoïden) van eenige levermossen ¹⁾ heb ik indertijd dergelijke vergroeiingen niet geobserveerd. HABERLANT beeldt in de *Physiologische Pflanzen-anatomie* als voorbeeld van deze vergroeiingen van de wortelharen met gronddeeltjes, deze niet af bij eene plant die in den grond groeit, maar bij eene plant die normaal aan muren en rotswanden voorkomt. (*Linaria Cymbalaria*). Het is niet onwaarschijnlijk, dat de wortelharen hier tevens den rol van hechtorganen vervullen.

Het komt mij dan ook plausibel voor om voorloopig aan te nemen, dat waar wij werkelijk vergroeiingen van wortelharen met gronddeeltjes observeren, deze opgevat moeten worden als misvorming van het wortelhaar, tengevolge van eenen abnormalen mechanischen weerstand van den grond. Volgens mijne waarnemingen vergroeit een normaal wortelhaar niet met de gronddeeltjes, hoogstens kan er kwestie van zijn dat, tengevolge van slijmafscheiding ²⁾ aan de oppervlakte der wortelharen, kleine gronddeeltjes aan de oppervlakte vastkleven.

Waar wij waarnemen dat de gronddeeljes zoodanig aan de wortelharen vastgehecht zijn, dat zij door voorzichtig afspoelen met water niet worden verwijderd, zal men m. i. meestal te doen hebben met een analoog verschijnsel als bij de misvormingen van de dikke rietwortels, dat namelijk ten gevolge van den mechanischen weerstand van den grond de gronddeeltjes in den wand van het wortelhaar gedrukt zijn. De dik-

1) KAMERLING. Zur Physiologie und Biologie der Marchantiaceen. Flora 1897.

Voor de rhizoïden der Marchantiaceen vind ik ook nergens deze vergroeiingen vermeld, hoewel juist altijd deze rhizoïden zeer de aandacht hebben getrokken en herhaaldelijk aan onderzoekingen werden onderworpen.

2) Over slijmafscheiding aan de oppervlakte van wortelharen werden door SCHWARZ eenige onderzoekingen verricht.

Fig. 22.

Fig. 27.

Fig. 26.

Fig. 24.

Fig. 25.

kere wand en de eigenaardige vorm van deze „misvormde” wortelharen laten zich m.i. op deze wijze volkomen ongedwongen verklaren.

Nog even moet ik er op attendeeren, dat het bij het onderzoek van wortelharen van belang is het materiaal onmiddellijk na het uitgraven te onderzoeken of (indien dit laatste onmogelijk is) te fixeeren.

Wortelharen groeien zeer snel, vooral in vochtige lucht. Bij planten, die met eene groote kluit grond uitgegraven worden, is het niet te vermijden dat deze kluit hier en daar een weinig scheurt. Hierdoor komt een deel der oppervlakte van enkele wortels bloot en bevindt zich deze oppervlakte in eene vochtige omgeving, dan kunnen er zich in weinige uren in de lucht nieuwe wortelharen gevormd hebben.

Men ziet misvormingen der wortelharen vooral dikwijls in sterke mate optreden in de omgeving van de hierboven besproken misvorming van de dikke wortels, wat, de wijze van ontstaan in aanmerking genomen, ook à priori te verwachten was.

In fig. 22 is eene lengte doorsnede door den top van eenen misvormden dikken rietwortel voorgesteld in een stadium, waar het oorspronkelijke groeipunt reeds geheel zijn meristematisch karakter verloren heeft en waar onmiddellijk onder den top een zijwortel tot ontwikkeling is gekomen. Deze zijwortel is schuin afgesneden, iets verder naar beneden vinden wij eenen anderen zijwortel, die in het vlak der doorsnede ligt.

In fig. 23 is eene dwarsdoorsnede door den top van eenen misvormden rietwortel afgebeeld, een toestand overeenkomende met het in tekstfiguur 4 gegeven schema. Het gronddeeltje, dat tengevolge van den te grooten weerstand in het groeipunt gedrukt werd, is bij het maken van het praeparaat verwijderd, zoodat nog slechts het gat te zien is waar het oorspronkelijk in stak.

Dezelfde misvormingen die zich aan de rietwortels vertoonen, kunnen ook voorkomen bij maïs, die op wortelrotgrond groeit.

Zoo is in fig. 24 omstreeks 12 maal vergroot de gedeformeerde top afgebeeld van een maïswortel, afkomstig van materiaal dat door mij in September 1900 in het plantrayon van de fabriek Gending (tuin Padjoerangan) verzameld werd. Over groote oppervlakten vertoonde zich hier volslagen misgewas in de maïs, de plekken waar zich dit vertoonde, stemden vrijwel overeen met de plekken waar het riet enkele maanden te voren door wortelrot afgestorven was.

De hier afgebeelde maïsworteltop is in fig. 25 weer afgebeeld van eene andere zijde gezien, omstreeks een kwartslag naar rechts omgedraaid. De gronddeeltjes, die door hun weerstand de misvormingen deden ontstaan, zijn meerendeels nog in het weefsel vastgeklemd. Ook de vorming van zijwortels onmiddellijk onder de plaats, waar de groeistoring in het groepunt begon, is duidelijk.

In fig. 26 is eene lengtedoorsnede weergegeven door dezelfde worteltop, die in fig 24 en 25 afgebeeld werd. Wij zien hier dezelfde misvorming van de wortelharen die ook bij het riet voorkomt. Op gronden met goede physische structuur vormt de maïs normale wortelharen, overeenkomende met de normale wortelharen die het riet op dergelijke gronden vormt.

Ook bij de padi komen misvormingen van den wortel voor als gevolg van den mechanischen invloed van eene physisch slechte grondgesteldheid. Bij de padi is het optreden van wortelrot echter eene uitzondering, omdat gewoonlijk tengevolge van de gebruikelijke bewerking, de geheele bouwlaag van de sawah eene weeke modderbrij vormt.

In het plantrayon van de fabriek Wonoredjo komt misgewas in de padi af en toe voor op plekken, die als wortelrotgrond bekend staan. In fig. 27 is eene dwarsdoorsnede afgebeeld door een rijstwortel (materiaal van Wonoredjo ontvangen) waarin zich in het reeds uitgegroeide gedeelte een gat bevond, blijkbaar ook ontstaan door een gronddeeltje, dat in het groepunt van den wortel gedrukt was.

In het vorige hoofdstuk hebben wij gezien, dat de gronden waar zich schijnbaar ongemotiveerde groeistagnaties en ontijdig afsterven van het riet vertoonen, bij microscopisch onderzoek gekarakteriseerd zijn door eene buitengewoon ongunstige physische structuur. In dit hoofdstuk hebben wij gezien hoe als gevolg van eene ongunstige physische gesteldheid van den bouwgrond, het wortelstelsel zich op eene abnormale wijze ontwikkelt en de verschillende misvormingen vertoont die voor wortelrot karakteristiek zijn.

Ons blijft nu nog over om, naar aanleiding van het in deze twee hoofdstukken besprokene, toe te lichten hoe wij wortelrot kunnen diagnosticeeren en wat eigenlijk de overeenkomst en het verschil is tusschen het typische wortelrot en de wortelziekte van het Loethersriet.

Dat zoo min het wortelrot als de wortelziekte van Loethersriet door parasieten veroorzaakt worden, hoewel er zooals reeds vermeld secundair af en toe parasieten een rol bij spelen, zullen wij later in Hoofdstuk VII uitvoerig behandelen.

Beide ziekten moeten beschouwd worden als gevolg van de ongunstige physische structuur van den grond, tengevolge waarvan het wortelstelsel klein blijft en de besproken misvormingen optreden.

Dat de hoofdzakelijk op de vulkanische zandgronden optredende wortelziekte van het Loethersriet en het vooral op zware kleigronden optredende wortelrot, oorspronkelijk als verschillende ziekten beschouwd zijn geworden, ligt hoofdzakelijk daaraan, dat beide ziekten zich op zoo verschillende wijze openbaren.

De wortelziekte van het Loethersriet openbaart zich hoofdzakelijk als chronische groeistagnatie die in het begin van den Westmoesson een aanvang neemt, het wortelrot openbaart zich hoofdzakelijk als acuut afsterven in het begin van den Oostmoesson.

De vulkanische zandgrond met korrelstructuur sluit zich eerder dan de kleigrond met overeenkomstige structuur, maar sluit zich ten slotte niet zoo dicht.

Als gevolg van het meer chronische verloop van de eene ziekte en het meer acute verloop van de andere, krijgt men bij wortelziekte van het Loethersriet gewoonlijk onderzoekingsmateriaal waar nog vrij veel levende wortels aan voorkomen, terwijl men bij wortelrot gewoonlijk onderzoekingsmateriaal krijgt waarvan alle wortels reeds dood en verdroogd of verrot zijn.

Wanneer men dan ook het wortelsysteem op wortelrotgronden onderzoekt midden in den regentijd, dan komt dit vrijwel overeen met het wortelsysteem van aan wortelziekte van het Loethersriet lijdende planten en wanneer men omgekeerd het wortelsysteem van aan wortelziekte van het Loethersriet lijdende planten onderzoekt, nadat het riet bijna geheel verdroogd is, dan krijgt men een beeld dat met het gewone beeld van wortelrot vrij wel overeenkomt.

Alle drie rubrieken van misvormingen. I deformatie en abnormale vertakking der dikke wortels, II abnormale vertakking der dunne wortels, III abnormale bouw der wortelharen, komen zoowel bij de eene als bij de andere ziekte voor.

Men zal dan ook het rationeelste doen, wanneer men de wortelziekte van het Loethersriet (die ook bij Muntok, G. Z. 100 en Cheribon is waargenomen), voortaan mede onder het begrip wortelrot rangeert.

Zooals wij reeds aan het slot van het eerste hoofdstuk uiteenzetten, is er geene scherpe grens te trekken tusschen gronden met slechte en gronden met goede structuur, en evenmin is er eene scherpe grens te trekken tusschen wortelstelsels met weinig en wortelstelsels met vele misvormingen.

Bijna geen rietgrond heeft zoo mooie structuur, dat er bij nauwkeurig onderzoek niet hier of daar aan de rietwortels de een of andere wortelrotdeformatie te vinden zoude zijn, en bijna geen rietgrond heeft zoo slechte structuur dat er zich niet, in den eersten tijd na het planten, nog enkele normale wortels en later ook nog wel eens hier of daar enkele bijna normale wortelharen in zouden ontwikkelen.

Het komt mij rationeel voor, in die gevallen, waar de misvormingen slechts sporadisch optreden, niet te spreken van wortelrot, en dezen naam alleen toe te passen op die gevallen waar het aantal misvormingen aanleiding geeft om voor groeistagnaties of ontijdig afsterven te vreezen.

Doet men dit, dan moet men er nog wel rekening mede houden, dat niet alleen het meer of minder misvormd zijn van het wortelstelsel over den groei en over het in het leven blijven van het gewas beslist.

Met den meer of minder dichten stand van het gewas en de meer of minder dichte bebladering is de totale verdamping per bouw oppervlakte evenredig, en naarmate deze totale verdamping grooter is, moet ook het gewas over eenen grooteren watervoorraad beschikken of er moet meer water uit den ondergrond opstijgen.

Zoo kunnen al de factoren die op den stand en de bebladering van het gewas invloed hebben, ook direct influenceeren op het afsterven door watergebrek en het is aan geen twijfel onderhevig dat het opvoeren der producties door zwaardere kunstmestbemesting ¹⁾ het gevaar voor ontijdig afsterven doet toenemen.

Men riskeert dat er op een gegeven oogenblik geen water genoeg meer voor het zwaardere, meer verdampende gewas in den grond aanwezig is of toegevoerd worden kan.

¹⁾ Op de bemesting-proeven met stalmest aan het Proefstation Oost-Java genomen (circulaire proefstation Oost-Java 9 Juni 1901) kom ik in het laatste hoofdstuk nog terug.

Overeenkomstige resultaten, dat namelijk door de stalmestbemesting de groei van het gewas bevorderd werd, maar ook het afsterven bespoedigd, werden door mij ook nog bij enkele op mijn verzoek genomen bemestingsproeven op fabrieken waargenomen, vooral in gevallen waar weinig water gegeven werd. Naar alle waarschijnlijkheid hebben wij hier juist te doen met een sneller uitdrogen van den grond, tengevolge van de sterkere verdamping van het dichtere en zwaarder bebladerde gewas.

Bij de beoordeeling van de waarschijnlijkheid of een tuin spoedig tengevolge van wortelrot afsterven zal, heeft men dan ook met al dergelijke factoren rekening te houden.

Het kan natuurlijk dikwijls voorkomen dat men wortelstelsels te zien krijgt die zoo mooi zijn, dat men à priori de mogelijkheid van afsterven door wortelrot ontkennen moet, en omgekeerd zal men ook dikwijls wortelstelsels te zien krijgen die zoo slecht ontwikkeld zijn en zoo vol zitten met misvormingen, dat het advies volkomen gerechtvaardigd is om zoo spoedig mogelijk na het ophouden der regens te gaan malen.

In vele gevallen echter staat men in twijfel en is het kwestieus of de tuin over 14 dagen zal beginnen acuut dood te gaan of dat zij het misschien nog vier weken zoude kunnen uithouden, om dan langzaam te gaan afsterven.

Al deze factoren die op het tijdstip van afsterven influenceeren, laten zich (nog geheel afgezien van weersgesteldheid, die zich heelemaal niet laat voorspellen) niet onder cijfers brengen en dus ook moeilijk tegen elkander afwegen. Eene groote routine en nauwkeurige kennis van de omstandigheden waaronder op de onderneming in kwestie gewerkt wordt, is in de dubieuse gevallen noodig, om met eenige zekerheid een oordeel te kunnen uitspreken.

HOOFDSTUK III.

Onderzoekingen over de doorlatendheid van den bouwgrond.

(Met 1 tekstfiguur en 3 platen met graphische voorstellingen).

De doorlatendheid van den bouwgrond voor water en lucht is voor den landbouw een factor van buitengewoon groote beteekenis, en onderzoekingen hierover zijn er dan ook zeer talrijke verricht.

Over het algemeen hebben deze onderzoekingen zich steeds aangesloten aan de onderzoekingen over de structuur van den grond en zooals daar bestaat er ook hier een eigenaardige wanverhouding tusschen het aantal verrichte onderzoekingen en de beteekenis der verkregen resultaten. Het ligt niet in onze bedoeling hier de geheele kwestie van de doorlatendheid van den bouwgrond voor lucht en water kritisch te behandelen. Wij willen slechts aan de hand van eene nieuwe methode van onderzoek op de gezichtspunten opmerksaam maken, die volgens onze opvatting in deze de meeste aandacht verdienen.

Hoeveel water een bouwgrond doorlaat en hoe snel dit geschiedt hangt er o. a. van af hoeveel water de bewuste grond van te voren bevat.

Een bouwgrond die niet verzadigd is met water zal, wanneer zij met water in aanraking komt, zich gewoonlijk eerst met water verzadigen, voordat zij water begint door te laten.

Nu kan een bouwgrond op twee wijzen met water verzadigd zijn, wij zouden deze kunnen onderscheiden als *stagnatie-verzadiging* en *drainage-verzadiging*.

Een bouwgrond bevindt zich in een toestand van stagnatie-verzadiging, wanneer het niveau van het grondwater gelijk staat met- of hooger dan de oppervlakte. In dit geval zijn alle holten en poriën in den grond met water gevuld.

Men spreekt hier ook wel van maximum watercapaciteit.

Een bouwgrond bevindt zich in een toestand van drainage-verzadiging, wanneer zij zooveel water bevat als bij behoorlijke drainage in den grond vastgehouden worden kan. In dit geval zijn de enge capillaire ruimten in den grond met water, de wijdere met lucht gevuld. Men kan hier ook spreken van minimum watercapaciteit.

In het algemeen moet een bouwgrond aan de volgende eischen, wat betreft de doorlatendheid, voldoen.

I. In een toestand van stagnatie-verzadiging moet hij gemakkelijk eene aanzienlijke hoeveelheid water door drainage afgeven kunnen. De overgang van den toestand der stagnatie-verzadiging in dien der drainage-verzadiging moet gemakkelijk plaats vinden.

II. Nadat door drainage het overtollige water uit den grond weggevoerd is, moet de bouwgrond nog eene aanzienlijke hoeveelheid water vasthouden. In den toestand van drainage-verzadiging moet zij veel water bevatten.

III. In den toestand van drainage-verzadiging moet zij gemakkelijk doorlatend zijn voor water, zoodat een eventueel verlies, dat er tengevolge van verdamping (hetzij van de onbedekte oppervlakte of van het geteelde gewas) uit den grond plaats vindt, gemakkelijk weder uit den ondergrond aangevuld wordt.

Als voorbeeld van eene grondsoort die wel aan de tweede en derde, maar niet aan den eersten eisch voldoet, kunnen wij veengronden aanvoeren.

Hier is slechts een gering verschil tusschen stagnatie- en drainage-verzadiging, deze gronden zijn, zelfs bij behoorlijke drainage, zóó nat, dat er bijna geen lucht indringen kan. Eene overmaat van water zakt er zeer gemakkelijk in weg en bij verdamping stijgt er ook zeer gemakkelijk water in op, zooals uit de wijze van ontstaan der hoogveenën duidelijk genoeg is.

Als voorbeeld van eene grondsoort die wel aan den eersten maar niet aan den tweeden en derden eisch voldoet, kunnen wij gronden aanvoeren die uit grof materiaal, grint en grof zand bestaan.

Het overtollige water zakt hier heel gemakkelijk in weg, de grond houdt echter slechts zeer weinig water terug. In den toestand van drainage-verzadiging bevat de grond slechts weinig meer water dan in luchtdrogen toestand en heeft er ook zoo goed als geene wateropstijging uit den benedengrond in plaats.

Als voorbeeld van eenen grondsoort die wel aan de tweeden maar niet aan de eersten en derden eisch voldoet, kunnen wij zware plastische kleigronden (kleigronden met korrelstructuur) aanvoeren. Hier hebben wij ook weer slechts een gering verschil tusschen stagnatie- en drainage-verzadiging, de verzadigde grond is echter zeer moeilijk doorlatend en het water stijgt er dan ook moeilijk in op.

Met het oog op de onderzoekingen die ons bezig houden, is vooral de laatste van de drie eischen, die wij aan eenen goeden bouwgrond kunnen stellen, van belang.

Na het ophouden van den Westmoesson, wanneer het riet dicht-

bebladerd is en er geen watertoevoer door regen meer plaatsvindt, worden er per bouw oppervlakte en per dag zeer aanzienlijke hoeveeden water verdampt, en gaat tengevolge van de verdamping en de drainage *) de grond spoedig uit een stadium, dat dicht bij stagnatie-verzadiging komt, in een stadium van drainage-verzadiging over.

Het tijdstip waarop het riet dan begint af te sterven is feitelijk afhankelijk van vijf factoren, nog afgezien van de weersgesteldheid.

- A. de verdamping.
- B. eventueelen watertoevoer door irrigatie.
- C. de uitbreiding van het wortelsysteem.
- D. de hoeveelheid water die de plant aan den grond onttrekken kan, wanneer er geen nieuwe watertoevoer plaats vindt.
- E. de doorlatendheid die de grond in dezen toestand van drainage-verzadiging vertoont.

Wat de verdamping betreft, hierbij speelt de stand van het gewas, de bebladering (tijdstip en aard van de bemesting) en de variëteit een groote rol.

Wat de watertoevoer door irrigatie betreft, zoo komt, wanneer men alleen maar water door de goten stroomen laat en niet den geheelen tuin- inundeert, hier ook weer de doorlatendheid van den grond en natuurlijk de lengte der plantgeulen bij te pas.

De uitbreiding van het wortelsysteem is reeds in het vorige hoofdstuk ter sprake gekomen.

De hoeveelheid water die de plant aan den grond onttrekken kan wanneer er geen nieuwe watertoevoer plaats grijpt, loopt op de meeste grondsoorten niet zoo erg ver uiteen.

Alleen grintgronden en grove zandgronden maken in dit opzicht eene zeer ongunstige uitzondering.

Er blijft ons dus nog te bespreken over de doorlatendheid van den grond, en wel speciaal de doorlatendheid in den toestand van drainage-verzadiging.

Deze doorlatendheid kunnen wij natuurlijk niet meten door water op de grondzuiltjes te gieten en hierdoor heen te laten filteren. Zoo meten wij de doorlatendheid in den toestand van stagnatie-verzadiging en hoewel deze in sommige gevallen niet ver van de door ons gezochte doorlatendheid in den toestand van drainage-verzadiging afwijkt, zoo kunnen toch in andere gevallen (bijv.

*) Wanneer ten minste de drainagegoten niet dichtgegooid zijn, zooals onder sommige omstandigheden zeer rationeel is.

grindgronden) deze twee zoozeer uiteenloopen, dat dergelijke bepalingen voor ons slechts relatieve waarde hebben.

Het eenvoudigste is hier om op de wijze, die reeds terloops vermeld werd in de voordracht over het wortelrot, (Congres Soerabaia 1901) den natuurlijken toestand zooveel mogelijk na te bootsen, en in den te onderzoeken grond onder den invloed van de verdamping een waterbeweging van beneden naar boven, dus tegengesteld aan de richting van de zwaartekracht, op te wekken.

Deze waterbeweging in den grond, waarmede wij hier te doen hebben, vertoont eene groote analogie met de waterbeweging in de plant. Ook daar hebben wij eene opstijging van het water tegen de richting van de zwaartekracht in, onder den invloed van de verdamping der bladeren.

Eene nauwkeurige kennis van het probleem der waterbeweging in de plant ¹⁾ is dan ook wel in staat om in menig opzicht in de waterbeweging in den grond een beter inzicht te geven.

De door mij gebruikte methode is gebaseerd op eene bij de studie der beweging in de plant reeds zeer lang bekende ²⁾ en ook in 1900 op het congres te Semarang gedemonstreerde methode.

Wij laten water verdampen aan de oppervlakte van een poreus lichaam en wekken hierdoor eene zuiging op. Onder den invloed van deze zuiging laten wij water door den te onderzoeken grond heen filtreeren.

In de figuur hier achter is een bekersglas voorgesteld gedeeltelijk met water gevuld, waarin een glazen buis is gezet die aan weerskanten door eene ingegoten gipsprop is afgesloten. Tusschen de gipsproppen bevindt zich de grond dien wij op hare doorlatendheid willen onderzoeken. De oppervlakte van het water in het bekersglas is met een dun olielaagje bedekt. Naarmate nu aan de oppervlakte van de bovenste gipsprop water verdampt, onttrekt deze water aan den grond, de grond onttrekt op hare beurt water aan de onderste gipsprop en deze zuigt zich voortdurend opnieuw vol uit het water in het bekersglas.

1) Vergelijk de voordracht over de waterverzorging van de rietplant en de speciale literatuur. o. a. KAMERLING zur Physiologie und Biologie der Marchantiaceen. Flora 1897.

Oberflächen spannung und Cohäsion. Botanisches Centralblatt 1898 en de talloze (naar schatting omstreeks 200) kleine en groote origineele publicaties van ASKENASY, BÖHM, DIXON and JOLY, ELFVING, ERRERA, GODLEWSKI, HALES, R. HARTIG, TH. HARTIG, HOFMEISTER, JANSE, AD. MAYER, MOHL, RAUWENHOFF, SACHS, SCHEIT, SCHLEIDEN, SCHWENDENER, STEINBRINCK, STRAZBURGER, ZIMMERMAN, enz. enz.

2) LIEBIG, TH. HARTIG en BÖHM hebben er het eerst gebruik van gemaakt, de methode is later door ASKENASY verbeterd. HALES nam 175 jaar geleden ook reeds overeenkomstige proeven waarbij echter nog geen scherp onderscheid werd gemaakt tusschen opstijging in een ledig capillair systeem en beweging tengevolge van evenwichtsstoringen in een gevuld dito.

Wij hebben dus eene verdampingszuiging tengevolge waarvan zich water door het grondzuiltje heen beweegt. Door herhaalde

wegingen van het geheele apparaat kunnen wij bepalen hoeveel water er door verdamping aan de oppervlakte van den bovenste gipsprop verloren gaat.

Een overeenkomstige hoeveelheid water filtreert door den grond heen om het verdampingsverlies van de bovenste gipsprop steeds weer op nieuw aan te vullen.

Wij hebben dus in de hoeveelheid water die verdampt wordt eene maat *) voor den filtratieweerstand, dus voor de doorlatendheid van den grond.

De proeven zijn zeer eenvoudig te nemen, men maakt eerst de gipspropfen aan den bovenkant, door de buizen te plaatsen in een vlak, uit papier gevouwen bakje met versch aangemengde gips. Zijn deze gipspropfen vast geworden, dan vult men de buizen met bepaalde hoeveelheden van de te onderzoeken grondsoorten. Ten slotte giet men boven op versch aangemengde gips.

Men kan ook de buizen van beneden op andere wijze afsluiten, bijv. met grof zand en een watten prop, het afsluiten met eene gipsprop verdient echter de voorkeur, omdat men daarbij zeker is dat de grondmassa zich niet verschuift en steeds goed in aanraking blijft met den onderkant van de bovenste gipsprop.

Gewoonlijk werden de onderzoekingen verricht aan fijnaarde, die verkregen was door wrijven van den luchtdroge grond in een mortier en afzeven door eene zeef van 1 m.M.

Deze fijnaarde werd luchtdroog in de buizen gevuld, losjes aangestampt en voor het begin van de proef capillair met water verzadigd. Dit geschiedde door na het invullen van den grond, (dus voor het afsluiten der buizen met de onderste gipsprop) de

*) De filtratieweerstand is echter niet, zooals men allicht geneigd zoude zijn te veronderstellen, bij vergelijkende proeven omgekeerd evenredig met de hoeveelheid water die per tijd-en oppervlakte-eenheid verdampt wordt. De filtratieweerstand is eene (nog niet afgeleide functie van deze verdamping. Nadere beschouwingen hieromtrent behooren hier niet te huis, maar wij kunnen voor eene orienteering omtrent deze kwestie nogmaals naar de voordracht over de waterverzorging van de rietplant en het daar op bl. 33 en 34 (van de Congresverhandelingen) medegedeelde verwijzen.

buizen omgekeerd (dus met de bovenste gipsprop naar beneden) in water te plaatsen, waarbij dan zorg gedragen werd dat het niveau van het water buiten de buizen niet hoger stond dan het grensvlak van gipsprop en grondzuil.

Het blijkt nu weldra dat bij deze wijze van experimenteren, de doorlatendheid van verschillende grondsoorten bij het begin van de proef niet noemenswaard verschilt. Eerst na eenige dagen beginnen zich verschillen te openbaren, van dien aard, dat van eenige grondsoorten de doorlatendheid snel vermindert, terwijl de doorlatendheid van andere grondsoorten constant blijft of slechts in geringe mate afneemt.

Dit resultaat was bijna *à priori* te verwachten.

Bij het begin van de proef hebben wij in de verschillende buizen eene massa grondkluitjes van ongeveer overeenkomstige afmeting (kleiner dan 1 m.M.) die los op elkander gestapeld en oppervlakkig bevochtigd zijn, door het capillair opgestegen water.

Langzamerhand echter treden in deze grondmassa veranderingen op, vooral van dien aard dat deze grondkluitjes uiteenvallen in afzonderlijke kruimels en korrels, die zich dan onderling op verschillende wijze rangschikken kunnen.

Wij kunnen de grondmassa in onze proefbuizen bij het begin van de proef vergelijken met den goed uitgezuurden grond, die na watertoevoeging tot eene mulle massa uiteenvalt.

Het is nu de vraag of de grondmassa in onze buizen deze oorspronkelijke mulle geaardheid en daarmee de gemakkelijke doorlatendheid voor water behoudt, of dat zij deze geaardheid binnen korteren of langeren tijd verliest.

En dit is juist de kwestie waarop het bij onze onderzoekingen over het wortelrot aankomt. De goed uitgezuurde wortelrotgrond heeft onmiddellijk na de eerste bevochtiging met water dezelfde mulle geaardheid als een grond met typische, mooie kruimelstructuur. In het eene geval echter blijft deze geaardheid op den duur vrij wel behouden, in het andere geval gaat zij binnen korteren of langeren tijd verloren.

Wij hebben ook gezien hoe in den regel de eerstgevormde wortels in den wortelrotgrond, die dus gevormd werden op een tijdstip dat de grond nog een mulle geaardheid heeft, beter ontwikkeld waren, dan de wortels die zich later vormen, wanneer de grond zich „gesloten” heeft.

Het komt er dus bij onze proeven hoofdzakelijk op aan om na te gaan in hoeverre op den langen duur de doorlatendheid die

de verschillende grondsoorten tengevolge van de bewerking verkregen, veranderingen ondergaat.

Wij zullen dit aan eene van onze proeven *) demonstreeren.

PROEF I.

Een serie glazen buizen werd van gipsproppen voorzien en daarna gevuld met resp. telkens 70 Gram van de volgende luchtdroge grondsoorten.

No. 1. *Grof zand.*

No. 3. *Humusrijke vulkanische zandgrond*, (de in hoofdstuk I besproken en afgebeelde koffiegroond).

No. 2. *Rietgrond met mooie structuur.* (hoofdzakelijk ferristructuur) de in hoofdstuk I besproken en afgebeelde losse roode grond van de Zuidtuinen van Soember Kareng.

No. 4. *Brantasslib.*

No. 5. *Wortelrot grond van Olean Legoendang.* Kleigrond waarop zich sinds eenige jaren wortelrot vertoont.

No. 6. *Wortelrotgrond van Gending Soember Kerang.* Losse roode grond waarop zich wortelrot vertoont

No. 7. *Wortelrotgrond van Olean Legoendang, vermengd met 10 % Brantasslib.*

No. 8. *Wortelrotgrond van Gending Soember Kerang, vermengd met 10 % Brantasslib.*

No. 9. *Wortelrotgrond van Olean Legoendang, vermengd met 10 % grof zand*

No. 10. *Wortelrotgrond van Gending Soember Kerang, vermengd met 10 % grof zand.*

No. 11. *Wortelrotgrond van Olean Legoendang, vermengd met 20 % grof zand.*

Behalve natuurlijk bij het zand werd overal van fijnaarde gebruik gemaakt en dus ook bij de buizen No. 9, 10 en 11 telkens 63 (resp. 56) Gram luchtdroge fijnaarde met 7 gr. (resp. 14) Gram grof zand zorgvuldig gemengd.

Nadat de proef aangezet en de verdamping aan de oppervlakte van de bovenste gipsproppen dus reeds begonnen was, bleven de apparaatjes eerst een tiental dagen staan, voor de wegingen begonnen, teneinde eventueele verschillen in den vochtigheidstoestand van de verschillende gipsproppen te elimineeren.

*) Het komt mij onnoodig voor hier van al de genomen proeven de resultaten mede te deelen. Ook is de volgorde van de proeven niet die waarin zij genomen werden, maar die welke voor het betoog het gemakkelijkste is.

Het behoeft ter nauwernood gezegd te worden, dat de verschillende buizen dezelfde diameter hadden, zoodat dus de vrije gipsoppervlakten gelijk waren.

De apparaatjes waren zoodanig opgesteld, dat zij niet door de zon beschenen werden.

Het resultaat van de eerste weging op 16 Juli 1901 en van twee latere wegingen op 26 Juli en 19 Aug. 1901 laten wij hieronder volgen.

De wegingen geschieden tot op $\frac{1}{10}$ gram nauwkeurig.

No. van het apparaat.	Gewicht.		
	16 July 1901.	26 Juli	19 Augustus.
1	622,2 Gr.	600,2 Gr.	558,2 Gr.
2	653,2 »	633,8 »	596,3 »
3	600,8 »	578,8 »	532,9 »
4	634,5 »	615,0 »	577,1 »
5	637,1 »	616,5 »	580,7 »
6	459,5 »	439,5 »	402,0 »
7	562,8 »	544,5 »	518,7 »
8	470,1 »	447,8 »	402,5 »
9	613,5 »	593,5 »	562,7 »
10	449,5 »	428,7 »	390,4 »
11	435,2 »	416,0 »	383,6 »

De verdampingsverliezen die uit deze wegingen resulteren zijn in het hieronder volgende lijstje tezamen gesteld.

No. van het Apparaat.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Verdamping v. 16 tot 26 Juli in Grammen.	22,0	19,4	20,7	19,5	20,6	20,0	18,3	22,3	20,0	20,8	19,2
Verdamping van 26 Juli tot 14 Augustus.	42,0	37,5	45,9	37,9	35,8	37,5	35,8	45,3	30,8	8,3	32,4

Het blijkt onmiddellijk, dat terwijl de hoeveelheden verdampt water over de eerste periode voor de verschillende buizen betrekkelijk weinig uiteenloopen (zij varieeren tusschen 18,3 en 22 Gram) deze hoeveelheden voor de tweede periode merkbaar sterker varieeren (tusschen 45,9 en 32 4 Gram).

Om nu een goed inzicht in deze verandering, voor iedere grond afzonderlijk beschouwd, te verkrijgen, kunnen wij de verdamping gedurende de tweede periode uitdrukken in percenten van de hoeveelheid water die gedurende de eerste periode werd verdampt.

Wij kunnen deze resultaten dan vereenigen in het volgende tabelletje.

No. van het apparaat.	Inhoud van de buis.	Verdamping gedurende de eerste periode.	Verdamping gedurende de tweede periode.
1	Grof zand.	100 %	190 %
2	Humusrijke vulkanische grond.	»	193 »
3	Rietgrond met mooie structuur.	»	209 »
4	Brantasslib	»	192 »
5	Wortelrotgrond Olean.	»	174 »
6	Wortelrotgrond Gending	»	187 »
7	Wortelrotgrond Olean + 10 % slib	»	195 »
8	Wortelrotgrond Gending + 10 » »	»	203 »
9	Wortelrotgrond Olean + 10 » zand	»	154 »
10	Wortelrotgrond Gending + 10 » »	»	185 »
11	Wortelrotgrond Olean + 20 » »	»	168 »

De wegingen werden op de drie verschillende dagen op ongeveer dezelfde tijd (voormiddags) verricht, het weer was gedurende de geheele periode van 16 Juli—14 Augustus ongeveer hetzelfde, zoodat wij dus kunnen aannemen dat bij gelijkblijvende doorlatendheid gedurende de tweede periode van negentien dagen 190 % verdampt moet worden van de hoeveelheid die gedurende de eerste periode van tien dagen verdampt werd.

Wij zien dat het grove zand, het Brantasslib en de humusrijke vulkanische zandgrond, ten naaste bij aan dezen eisch voldoen.

Dat voor alle drie iets hoogere waarden gevonden werden dan

theoretisch te verwachten was, wijst er op, dat de verdampingscondities gedurende de tweede periode misschien iets gunstiger waren, of dat er tusschen de tweede en derde weging iets meer dan $1,9 \times$ den tijd verliep, die tusschen de eerste en tweede weging verloopen was. *)

Voor den lossen rooden rietgrond is de verdamping gedurende den tweeden termijn zelfs aanzienlijk sterker dan voor den eersten termijn. Daarentegen is voor beide wortelrotgronden de verdamping gedurende den tweeden termijn minder dan gedurende den eersten termijn. Bij den wortelrotgrond van Olean is het verschil zeer duidelijk, bij den wortelrotgrond van Gending valt slechts een gering verschil te constateeren.

Wanneer wij in aanmerking nemen dat voor het zand, de Brandtasslib en den humusrijken boschgrond iets meer dan de theoretisch verwachte verdamping gevonden werd, en wanneer wij zien dat de wortelrotgrond van Gending, na vermenging met zand, eene eveneens vermindering van de verdamping vertoont, dan is het duidelijk genoeg, dat wij hier niet met eene toevallige proeffout te doen hebben, maar wel degelijk met een geringen achteruitgang in de doorlatendheid.

Door vermenging van de wortelrotgronden met 10% slib wordt de achteruitgang in de doorlatendheid, die de grond in den oorspronkelijken toestand vertoonde, geheel opgeheven. Beide wortelrotgronden vertoonen na deze vermenging gedurende de tweede eene sterkere verdamping als gedurende de eerste periode.

De vermenging met zand heeft daarentegen niets geholpen, ja schijnt zelfs ongunstig gewerkt te hebben.

Dat door vermenging van den wortelrotgronden met zand geene blijvende grondverbetering bereikt zoude kunnen worden, werd trouwens reeds, uitsluitend gebaseerd op theoretische overwegingen, door mij in de voordracht over het wortelrot voorspeld.

Wij zien dus hoe tengevolge van het een of andere verschijnsel dat in den grond plaats grijpt, de doorlatendheid van den bouwgrond aanzienlijke wijzigingen kan ondergaan in betrekkelijk korten tijd.

Deze achteruitgang in doorlatendheid, die wij hier experimenteel vervolgen, berust niet op vermindering van het totale poren-

*) Wanneer bijv. de eerste en derde weging beide om 12 uur voormiddags en de tweede om 10 uur plaats gevonden hebben, zouden wij voor den tweeden periode reeds 192 pCt. mogen verwachten van de voor de eerste periode gevonden waarden.

volume. Wij nemen in de buizen waarvan de doorlatendheid afneemt, geene contractie van den grond waar, den grond blijft overal onmiddellijk aan het glas en de gipsproppen aangesloten.

Dit verschijnsel, dat de doorlatendheid van een bouwgrond afneemt tengevolge van inwendige verschijnselen, zonder dat het totale porenvolume vermindert, zoude ik met den naam *sluiten* van den grond willen bestempelen.

Terwijl bij het *zetten* van den grond, (vergelijk de schema's in Hoofdstuk I) wel vermindering van het porenvolume plaats vindt, dus ook macroscopisch waarneembare en experimenteel aantoonbare (vergelijk de literatuur over grondstructuur, o. a. WOLLNY) contractie plaats grijpen moet, treden bij het *sluiten* van den grond dergelijke verschijnselen niet op.

Wij kunnen ons voorstellen dat bij het intensieve uitdrogen dat bij het uitzuren den hoofdrol speelt, de afzonderlijke korrels en kruimels door capillariteitsverschijnselen ¹⁾ tezamengezogen zijn tot kleine steenharde kluitjes, die dus uit vast aaneengesloten gronddeeltjes bestaan.

Het is nu hier de kwestie in hoeverre deze kluitjes geheel in korrels uiteenvallen, zoodat daarbij de oorspronkelijke wijde poriën die zij tusschen zich inlieten geheel verdwijnen, om plaats te maken voor tallooze zeer enge poriën (waarin het water een zeer grooten wrijvingsweerstand ondervindt) of dat zij uiteenvallen in kruimels en korrels, waartusschen minder maar wijdere poriën overblijven.

In ieder geval, de verklaring van het verschijnsel nog daargelaten, heeft de *grond met korrelstructuur*, behalve de neiging om *zich te zetten* (die wij in de schema's in Hoofdstuk I weergaven maar niet experimenteel vervolgden ²⁾) ook neiging om *zich te sluiten*.

1) Op analoge verschijnselen in de plantenphysiologie werd door mij opmerkzaam gemaakt in eene kleine voorloopige mededeeling. *Zur Physiologie und Biologie der Zellmembran Bot. Centralblatt* 1897.

Hier werd bijv. gewezen op het aan iedereen, die wel eens microscopisch gewerkt heeft, welbekende verschijnsel, dat twee schone dekglasjes waartusschen zich zuivere alcohol of gedistilleerd water bevindt, tengevolge van de verdamping van deze vloeistof door capillariteitsverschijnselen, zoo vast aaneengezogen kunnen worden, dat men ze slechts met moeite weer scheiden kan.

Men kan in dergelijke gevallen soms zelfs NEWTON'sCHE kleurringen zien optreden, dan zijn de twee glasoppervlakten elkaar dus plaatselijk genaderd tot op een afstand die niet ver van de golflengte van het licht afwijkt.

Deze en dergelijke beschouwingen, die in hoofdzaak als juist erkend zijn, hebben den grond gelegd tot eene geheel nieuwe opvatting omtrent vele hygroscopische verschijnselen (bijv. het openspringen van meeldraden, droge vruchten enz.) die men bij de plant waarneemt.

Vergelijk de literatuur der laatste jaren over „Bewegungsmechanismen o. a. STEINBRINCK.
2) Over het verschijnsel dat wij als *zich zetten* van den grond aanduiden, zijn talrijke onderzoekingen verricht, waarbij men meestal van directe bepalingen van het porenvolume of van het volumegewicht van den grond uitging.

Beide verschijnselen zullen in den regel samengaan en beide leiden tot hetzelfde resultaat: geleidelijke vermindering van de doorlatendheid van den bouwgrond met korrelstructuur, telkens nadat door de bewerking deze doorlatendheid tijdelijk zoo hoog mogelijk was opgevoerd.

De tegenstelling tusschen wortelrotgronden en gezonde gronden wordt nog nader bevestigd door proef II en proef III.

PROEF II.

Een viertal buizen werd gevuld telkens met 80 Gram fijnaarde, bereid uit de volgende grondsoorten.

- I. Gezonde grond van de onderneming Trangkil.
- II. Wortelrotgrond van de onderneming Trangkil (op het oog niet van den grond No. 1 te onderscheiden).
- III. Als No. II uit een ander gedeelte van hetzelfde grondmonster bereid.
- IV. Wortelrotgrond van de onderneming Trangkil (mengsel van de voor vulling van de buizen 2 en 3 gebruikte fijnaarde) gemengd met 5% Brantasslib.

Na het aanzetten van de proef bleven de apparaatjes eerst enkele dagen staan eer de wegingen begonnen.

Er werd om de twee dagen ongeveer om dezelfde tijd gewogen telkens op 0,1 Gram nauwkeurig.

De volgende gewichtsverminderingen werden geconstateerd.

Datum.	I.	II.	III.	IV.
26/VIII				
28/VIII	5,7 Gr.	5,2 Gr.	5,6 Gr.	4,7 Gr.
30/VIII	5,0 »	4,6 »	4,8 »	4,2 »
1/IX	6,6 »	6,3 »	6,8 »	5,7 »
3/IX	4,8 »	4,3 »	4,5 »	4,3 »
5/IX	4,6 »	4,1 »	4,4 »	4,1 »
7/IX	4,8 »	4,1 »	4,4 »	4,3 »
9/IX	4,8 »	4,3 »	4,8 »	4,3 »
11/IX	4,2 »	3,6 »	4,0 »	3,8 »

Datum.	I	II.	III.	IV.
13/IX	4,4 Gr.	3,8 Gr.	4,2 Gr.	4,1 Gr.
15,IX	4,7 »	4,1 »	4,3 »	4,2 »
17,IX	3,9 »	3,2 »	3,4 »	3,4 »
19/IX	3,9 »	3,4 »	3,5 »	3,4 »
21/IX	4,1 »	3,4 »	3,3 »	3,4 »
23/IX	3,8 »	3,1 »	3,0 »	3,0 »
25/IX	3,9 »	3,3 »	3,1 »	3,2 »

Wij zien hoe de langzame gewichtsvermindering der vier apparatjes tamelijk ongelijkmatig verloopt.

Wij hebben hier bij deze proeven namelijk met zeer veel storende invloeden te doen, die in proef I tengevolge van den langen termijn, die tusschen de verschillende wegingen verliep, zich niet openbaarden.

Als dergelijke storende invloeden komen vooral in aanmerking de weersgesteldheid, afwijkende weegtijd en de onnauwkeurigheid van de weging.

Wanneer wij dan ook de gewichtsverliezen over langere termijnen door optellen uit de oorspronkelijke gegevens berekenen, vinden wij een veel gelijkmatiger verloop.

Perioden der verdamping.	I.	II.	III.	IV.
26/VIII — 1/IX	17,3	16,1	17,2	14,6
1/IX — 7/IX	14,2	12,5	13,3	12,7
7/IX — 13/IX	13,4	11,7	13,0	12,2
13,IX — 19,IX	12,5	10,7	11,2	11,0
19/IX — 26/IX	11,8	9,8	9,4	9,6

Boven het bepalen van deze gewichtsverliezen over langere termijnen verdient echter het toepassen van eene correctie-methode op de oorspronkelijke gegevens, de voorkeur.

Wanneer wij namelijk de gewichtsverliezen over langere

termijnen door optelling uit de oorspronkelijke gegevens bepalen, vermindert het aantal gegevens waarover wij beschikken.

Wij zien hier wel dat de verdamping in de periode van 26 Augustus tot 1 September meer bedroeg dan in de periode van 1 tot 7 September, blijkbaar is dus de doorlatendheid van de grond overal achteruit gegaan.

Op welk tijdstip deze verandering in de doorlatendheid ongeveer ingetreden is, of deze geleidelijk in den loop van de twaalf dagen (van 26 Augustus tot 7 September) of schokgewijze afgenomen heeft, zien wij echter niet.

Bij dergelijke getallenreeksen als de door ons hier bepaalde, die op de eene of andere wijze varieëren, worden gewoonlijk de resultaten min of meer gemaskeerd door toevalligheden, proeffouten, weersgesteldheid enz. enz.

Wij hebben om de algemeen gangbare uitdrukkingen van QUÉTELET ¹⁾ te gebruiken hier eene waarde die onder den invloed van eene „*cause constante*” varieert, maar tevens onder den invloed van diverse „*causes accidentelles*,” afwijkingen vertoont van de theoretische waarde.

Zijn nu in het algemeen de variaties die onder den invloed der „*causes accidentelles*” optreden, groot, en is de variatie die onder den invloed van de „*cause constante*” plaats vindt, klein, dan is het door de toepassing van gemiddelden mogelijk een aanzienlijk deel der fouten te elimineeren. Onze correctie-methode berust op eene bijzondere toepassing der gemiddelden ²⁾, en is, zooals trouwens iedere correctie-methode, op de waarschijnlijkheidsleer gegrond.

Wij bepalen achtereenvolgens het gemiddelde tusschen de eerste en tweede, de tweede en derde, de derde en vierde term enz. van de gevonden getallenreeks. Nemen wij nu weer het gemiddelde tusschen de eerste en tweede, tweede en derde term, enz. van deze nieuwe reeks dan verkrijgen wij, wat ik zoude willen noemen de gecorrigeerde waarden.

1) De beroemde statistiker die het eerst de variaties aan metingen van het menschelijk lichaam vervolgde. De tegenwoordige variabiliteitstatistiek (DE VRIES, GALTON, LUDWIG, enz.) is geheel opgebouwd op de door QUÉTELET gelegde grondslagen.

2) Een theoretische behandeling van de hier voorgeslagen correctie-methode hoop ik bij gelegenheid elders te publiceeren. De methode komt, zooals men bij nauwkeurige beschouwing ziet, daarop neer, dat wij voor de term P_n van de reeks de waarde $\frac{1}{2} P_{n-1} + \frac{1}{2} P_n + \frac{1}{2} P_{n+1}$ substitueeren.

De „*causes accidentelles*” werken op de drie termen P_{n-1} , P_n en P_{n+1} op verschillende wijze in, zoodat de door deze toevallige oorzaken veroorzaakte fouten voor een zeer aanzienlijk deel tegen elkander wegvallen.

Wij zullen in een van de volgende hoofdstukken deze correctie-methode weder toepassen en daarbij dan tevens in eene graphische voorstelling het resultaat van de toepassing dezer methode demonstreeren.

Bij de toepassing op de door ons bepaalde gewichtsverminderingen verkrijgen wij dus het volgende resultaat: (waarbij de $1/40$ grammen verwaarloosd zijn).

I.			II.			III.			IV.		
Bepaald.	Gemiddeld.	Gecorrigeerd.	Bepaald.	Gemiddeld.	Gecorrigeerd.	Bepaald.	Gemiddeld.	Gecorrigeerd.	Bepaald.	Gemiddeld.	Gecorrigeerd.
5,7		—	5,2		—	5,6		—	4,7		—
5,0	5,35	5,6	4,6	4,9	5,2	4,8	5,2	5,5	4,2	4,45	4,7
6,6	5,8	5,75	6,3	5,45	5,4	6,8	5,8	5,7	5,7	4,95	5,0
4,8	5,7	5,2	4,3	5,3	4,75	4,5	5,65	5,05	4,3	5,0	4,6
4,6	4,7	4,7	4,1	4,2	4,15	4,4	4,45	4,4	4,1	4,2	4,2
4,8	4,7	4,75	4,1	4,1	4,15	4,4	4,4	4,5	4,3	4,2	4,25
4,8	4,8	4,65	4,3	4,2	4,1	4,8	4,6	4,5	4,3	4,3	4,2
4,2	4,5	4,4	3,6	3,95	3,8	4,0	4,4	4,25	3,8	4,05	4,0
4,4	4,3	4,4	3,8	3,7	3,8	4,2	4,1	4,2	4,1	3,95	4,05
4,7	4,55	4,4	4,1	3,65	3,8	4,3	4,25	4,05	4,2	4,15	4,0
3,9	4,3	4,1	3,2	3,65	3,5	3,4	3,85	4,65	3,4	3,8	3,6
3,9	3,9	3,95	3,4	3,3	3,35	3,5	3,45	3,4	3,4	3,4	3,4
4,8	4,0	4,0	3,4	3,4	3,3	3,3	3,4	3,3	3,4	3,4	3,3
3,8	3,95	3,9	3,1	3,25	3,2	3,0	3,15	3,1	3,0	3,2	3,15
3,9	3,85	—	3,3	3,2	—	3,1	3,05	—	3,2	3,1	—

In fig. I van de bij dit hoofdstuk behoorende platen met graphische voorstellingen hebben wij deze gecorrigeerde waarden in graphische voorstelling gebracht.

Bij het beschouwen van deze graphische voorstelling valt het direct op, dat van alle vier gronden in de loop der eerste dagen de doorlatendheid eenigszins toeneemt, daarna neemt de doorlatendheid voor alle vier gronden geleidelijk af en wel voor de twee verschillende monsters wortelrotgrond veel sneller dan voor de gezonde grond en voor de wortelrotgrond met slib gemengd.

Gaan wij uit van de gecorrigeerde waarden, dan vinden wij dat bij het einde der proef:

de hoev. water die doorgel. wordt bij No. I nog bedr. 70 % v. d. oorspr: hoev.

»	»	»	»	»	»	»	»	»	II	»	»	61	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	III	»	»	56	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	IV	»	»	67	»	»	»	»	»

De vermenging met slib heeft dus een zeer duidelijken invloed ten goede uitgeoefend, de wortelrotgrond met slib vermengd doet slechts weinig voor den goeden grond onder.

Wij moeten hierbij wel in het oog houden, dat de goede grond volstrekt nog niet is een rietgrond met mooie stuctuur; onder het microskoop gezien is de structuur wel wat beter dan van den wortelrotgrond, maar toch slechts zeer middelmatig.

PROEF III.

Een drietal buizen werd gevuld met telkens 80 Gram licht-droge tijnarde, bereid uit de volgende grondsoorten.

I. Goede grond van den tuin Ngasinan der onderneming Gemoe.

II. Wortelrotgrond afkomstig van wortelrotplekken uit dezelfde tuin Ngasinan. Op het oog niet van den gezonden grond te onderscheiden.

III. Dezelfde wortelrotgrond, vermengd met 5 % Brantasslib.

Na het aanzetten der proef bleven de apparaatjes ook weer eenige dagen staan eer de wegingen begonnen. Er werd evenals in de vorige proef om de twee dagen gewogen, telkens op 0,1 Gram nauwkeurig.

De geconstateerde gewichtsverliezen waren de volgende :

Datum.	I.	II.	III.
26 Augustus 1901.	—	—	—
28 »	4,9	6,0	4,9
30 »	4,4	5,4	4,5
1 September	5,9	6,9	6,0
3 »	4,4	5,9	4,3
5 »	4,2	4,7	4,4
7 »	4,5	4,7	4,4
9 »	4,6	4,6	4,4
11 »	4,1	4,0	3,9

Datum.	I.	II.	III.
13 September	4,2	4,1	4,1
15 »	4,5	4,2	4,2
17 »	3,6	3,3	3,4
19 »	3,8	3,5	3,5
21 »	3,8	3,3	3,5
23 »	3,4	2,9	3,2
25 »	3,7	3,1	3,2

Wij passen ook hier weer onze correctie-methode toe, teneinde een deel der fouten te etimineeren:

I.			II.			III.		
Bepaald.	Gemiddeld.	Gecori-geerd.	Bepaald.	Gemiddeld.	Gecori-geerd.	Bepaald.	Gemiddeld.	Gecori-geerd.
4,9		—	6,0		—	9,4		—
4,4	4,65	4,9	5,4	5,7	5,9	4,5	4,7	5,0
5,9	5,15	5,15	6,9	6,15	6,05	6,0	5,25	5,2
4,4	5,15	4,7	5,0	5,95	5,4	4,3	5,15	9,75
4,2	4,3	4,3	4,7	4,85	4,8	4,4	4,35	4,4
4,5	4,35	4,45	4,7	4,7	4,7	4,4	4,4	4,4
4,6	4,55	4,45	4,6	4,65	4,5	4,4	4,4	4,3
4,1	4,35	4,25	4,0	4,3	4,2	3,9	4,15	4,1
4,2	4,15	4,25	4,1	4,05	4,1	4,1	4,0	4,1
4,5	4,35	4,2	4,2	4,15	3,95	4,2	4,15	4,0
3,6	4,05	3,9	3,3	3,75	3,6	3,4	3,8	3,6
3,8	3,7	3,75	3,5	3,4	3,4	3,5	3,45	3,5
3,8	3,8	3,7	3,3	3,4	3,25	3,5	3,5	3,4
3,4	3,6	3,6	2,9	3,1	3,05	3,2	3,35	3,3
3,7	3,55	—	3,1	3,0	—	3,2	3,2	—

Plaat 1.

toont en van den invloed die op de doorlatendheid der
 ing Gemoe, de roode lijn voor een wortelrotgrond uit
 Brantasslib,
 e lijn voor denzelfden grond gemengd met 8% Brantass-
 doorgetrokken en de gestippelde roode lijn geven de
 e lijn voor dezen zelfden wortelrotgrond gemengd met

TOELICHTING.

- Deze plaat geeft eenige diagrammen van de doorlatendheid van rijkgronden, waar zich geen en waar zich wel wortelot vertoont en van den invloed die op de doorlatendheid der wortelgronden, door vermenging met silt wordt uitgeoefend. De grafische voorstellingen zijn geconstrueerd.
- De doorgetrokken zwarte lijn geeft de doorlatendheid aan voor een gezuiverd grond uit den tuin Naasman der onderenning tenne, de rode lijn voor een wortelgrond uit dezelfde tuin. De gestippelde zwarte lijn geeft de doorlatendheid aan voor dezelfde wortelgrond gemengd met 5% Brantassil.
- De doorgetrokken zwarte lijn geeft het doorlatendheidsgetal voor een gezuiverd grond van de onderenning Tenagel, de doorgetrokken en de gestippelde rode lijn geven de doorlatendheid aan voor twee verschillende monsters van een wortelgrond dezelfde onderenning, de gestippelde zwarte lijn voor dezen zelfden wortelgrond gemengd met 5% Brantassil.

In fig. 2 van Plaat I hebben wij ook deze gecorrigeerde doorlatendheidsdiagrammen in graphische voorstelling gebracht.

Wij nemen een volkomen overeenstemming waar met de resultaten van de vorige proef.

In de eerste dagen vertoont zich eene geringe toename in de doorlatendheid bij alle drie grondsoorten en daarna een geleidelijke afname die bij den wortelrotgrond zeer snel, bij den goeden grond en bij den met slib gemengden wortelrotgrond tamelijk langzaam verloopt.

Ook hier kunnen wij weer uitgaande van de gecorrigeerde waarde, de doorlatendheid bij het einde van de proef uitdrukken in procenten van de hoeveelheid water die bij het begin van de proef doorgelaten werd. Zoo vinden wij

voor de doorlatendheid van I bij het einde van de proef 73 %

» » » » II » » » » 52 »

» » » » III » » » » 66 »

van de oorspronkelijke doorlatendheid.

Ook hier heeft dus de vermenging met 5% slib een zeer gunstigen invloed uitgeoefend; de met slib gemengde wortelrotgrond sluit zich veel langzamer dan de niet met slib gemengde.

De zoogenaamde goede grond is ook niet mooi en sluit zich ook zeer duidelijk. Van goeden grond is hier dan ook alleen sprake in vergelijking met den echten wortelrotgrond.

Er werd nu nog eene oriënteerende proef genomen omtrent de kwestie of misschien door nog sterkeren slibtoevoer de structuur nog meer verbeterd worden kon.

PROEF IV.

Een drietal buizen werd gevuld met telkens 80 Gram luchtdroge fijnaarde, bereid op de volgende wijze:

I. Wortelrotgrond van Trangkil (herkomstig van een anderen tuin dan den voor proef II gebruikten wortelrotgrond).

II. Dezelfde wortelrotgrond gemengd met 4% Brantasslib.

III. Dezelfde wortelgrond gemengd met 8% Brantasslib.

Na het aanzetten der proef bleven de apparaatjes ook weer enkele dagen staan eer de wegingen begonnen. De wegingen geschieden ook weer op 0,1 Gram nauwkeurig. Eerst werd om de drie dagen, later om de twee dagen gewogen. Tengevolge hiervan kunnen de verkregen resultaten niet gecorrigeerd worden en zijn

dan ook ongecorrigeerd in fig. 3 van plaat I in graphische voorstelling gebracht.

De geconstateerde gewichtsverminderingen waren de volgende:

Datum.	I.	II.	III.
19 Augustus 1991.	—	—	—
22 »	7,2	7,2	7,4
25 »	7,2	7,5	7,2
28 »	8,1	8,0	8,0
30 »	6,9	7,0	6,9
1 September	4,4	4,7	4,7
3 »	4,7	5,1	5,1
5 »	4,4	4,7	4,8
7 »	4,6	5,0	4,9
9 »	4,3	4,8	4,4
11 »	3,9	4,4	4,5
13 »	4,1	4,6	4,5
15 »	4,1	4,7	4,6
17 »	3,1	3,7	3,6
19 »	3,2	3,9	3,9
21 »	2,9	3,8	3,8
23 »	2,6	3,6	3,5

In de graphische voorstelling zijn de verdampte hoeveelheden voor de perioden van drie dagen door $\frac{3}{2}$ gedeeld, om op deze wijze eene vergelijking met de verdampte hoeveelheden gedurende de tweedaagsche perioden te kunnen verkrijgen.

Wij vinden gedurende eene periode van 6 dagen bij het begin der proef en bij het einde der proef door optelling de volgende verdampte hoeveelheden.

	I.	II.	III.
Begin der Proef	14,4 Gr.	14,7 Gr.	14,6 Gr.
Eind der Proef	8,7 »	11,3 »	11,2 »

of voor het einde van de proef in percenten van de bij het begin der proef verdampte hoeveelheden.

voor I	60 %
voor II	77 »
voor III	77 »

De overeenkomst tusschen den wortelrotgrond gemengd met 4 % en gemengd met 8 % slib is werkelijk frappant.

Bij zorgvuldige menging is dus de grondverbetering die men door de toevoeging van 8 % slib kan verkrijgen, ook reeds door vermenging met de helft van die hoeveelheid te bereiken.

Het schijnt op het eerste gezicht zonderling dat eene vermening met dergelijke betrekkelijk geringe hoeveelheden slib, de physische gesteldheid van den grond reeds zoodanig verbetert. Wij moeten hier echter rekening houden met de afstanden waarop bij deze zorgvuldige menging de verschillende slibdeeltjes van elkan- der verwijderd zijn.

Een eenvoudige berekening *) leert dat bij volkomen menging de onderlinge afstand tusschen de verschillende slibdeeltjes bij het slibgehalte van 4 % hoogstens $2 \times$ den diameter van het afzonderlijke slibdeeltje bedraagt.

Verschillende andere proeven omtrent de tegenstelling tusschen wortelrotgrond en gezonde grond en omtrent de toevoeging van slib aan wortelrotgrond en de daardoor uitgeoefende grondverbetering, hadden overeenkomstige resultaten.

De overeenstemming tusschen de resultaten van de waarnemingen uit den praktijk (die op eene gunstige werking van het slibrijke irrigatiewater wijzen) met het microscopisch onderzoek omtrent de grondstructuur en de onderzoeken omtrent de doorlatendheid van den grond, is van dien aard, dat onze opvatting omtrent de beteekenis van den geregelde slibtoevoer voor den grondstructuur hierdoor volkomen bevestigd is geworden.

De nu volgende proeven hebben betrekking op de vraag in hoeverre door bewerking de oorspronkelijke structuur van den grond verandert. Het is dus de kwestie of er aangetoond zoude kunnen worden dat gronden, die gedurende geruimen tijd aan intensieve cultuur blootgesteld zijn geweest en dus geregeld intensief werden

*) Op een volume eenheid slib komen 24 volume eenheden oorspronkelijke grond. (Het volume gewicht van de luchtdroge fynaarde voor beiden als gelijk aangenomen).

In een kubus grond met een zijde = 3. ($\sqrt[3]{27} = 3$) bevindt zich dus een kubus slib met een zijde = 1.

bewerkt, meer neiging hebben om zich te sluiten, dan dezelfde grond in haar oorspronkelijken toestand had.

MAXWELL *) vermeldt omtrent eene dergelijke proef dat in grond die gedurende eenige maanden onbedekt aan de inwerking van de lucht en de zon blootgesteld geweest en voortdurend omgewerkt was geworden, de fijnaarden van 50 tot 66 % was toegenomen.

Vermoedelijk hebben wij in dergelijke gevallen in hoofdzaak te doen met een dergelijke toename van fijnste slib als wij die in den humusrijken boschgrond door ammoniakbehandeling verkregen, namelijk met een uiteenvallen der kruimels tot afzonderlijke korrels.

Voor deze proef werden van drie verschillende grondsoorten hoeveelheden grond van omstreeks 1 kilo aan langdurige intensieve bewerking blootgesteld. De grond bevond zich in een glazen schaal en werd telkens met gedistilleerd water aangevoerd tot eene dunne slib, daarna in de zon intensief gedroogd onder herhaaldelijk omroeren, na het drogen weer opnieuw met water bevochtigd enz. enz.

Gewoonlijk was de grond drie dagen nadat er water aan toegevoegd was geworden, weder op nieuw volkomen droog, zoodat er dan weer water aan toegevoegd worden kon.

PROEF V.

Zes buisjes werden ieder gevuld met 15 Gram luchtdroge fijnaarde, herkomstig van den reeds meer vermelden humusrijken koffiegrond.

Voor de vulling der buisjes No. 1, 2 en 3 werd deze grond in den oorspronkelijken toestand gebruikt, voor de buisjes No. 4, 5 en 6 dezelfde grond, nadat deze gedurende vijftig dagen intensief bewerkt geworden was.

De buisjes werden op 0,1 Gr. nauwkeurig gewogen, oorspronkelijk om den anderen dag, op het laatst der proef niet meer zoo veelvuldig.

De proef werd ruim 2½ maand voortgezet.

*) MAXWELL. Reports of the Hawaiian Experiment Station and Laboratories 1896. Honolulu 1896.

„One practical experiment, in which a surface soil was constantly exposed for months to the action of the air and sun by a fallowing and constant stirring, showed the fine earth to have increased from 50 percent to 66 percent”.

De geconstateerde gewichtsverminderingen waren de volgende:

Datum	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
25 Augustus	—	—	—	—	—	—
27 »	1,7	1,5	1,9	1,6	1,8	1,6
29 »	1,5	1,5	1,7	1,4	1,7	1,6
31 »	1,7	1,5	1,9	1,6	1,8	1,6
2 September	1,8	1,7	1,9	1,6	2,0	1,7
4 »	1,7	1,6	1,9	1,5	1,9	1,7
6 »	1,9	1,8	2,0	1,6	1,9	1,7
8 »	1,5	1,3	1,5	1,2	1,5	1,2
10 »	1,5	1,3	1,5	1,1	1,3	1,3
12 »	1,7	1,5	1,7	1,3	1,7	1,4
14 »	1,5	1,5	1,7	1,4	1,6	1,3
16 »	1,5	1,4	1,8	1,3	1,5	1,3
18 »	1,5	1,4	1,6	1,2	1,5	1,3
20 »	1,4	1,4	1,7	1,3	1,6	1,3
22 »	1,2	1,3	1,6	1,2	1,4	1,1
24 »	1,5	1,2	1,5	1,1	1,4	1,2
5 November	23,7	23,7	32,2	19,1	25,4	18,0
14 »	4,3	3,8	5,2	3,0	4,4	2,8

Wanneer wij nu eene periode van 8 dagen bij het begin der proef vergelijken met eene periode van 9 dagen bij het einde der proef, dan vinden wij:

Periode.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
25 Augustus tot 2 Sept.	6,7	6,2	7,4	6,2	7,3	6,5
5 November tot 14 Nov.	4,3	3,8	5,2	3,0	4,4	2,8

Wanneer wij de verdampte hoeveelheden gedurende de eerste periode vermenigvuldigen met $\frac{9}{8}$ en weer de verdamping aan het einde der proef uitdrukken in percenten van de verdamping bij het begin, zoo vinden wij bij het einde der proef:

voor	I	57 %
»	II	54,3%
»	III	63 %
»	IV	43 %
»	V	53,7%
»	VI	38 % van de verdamping

bij het begin der proef.

Voor de gemiddelden der drie overeenkomstige buizen vinden wij dus: voor den grond in den oorspronkelijken toestand 58%, voor den gedurende 50 dagen intensief bewerkten grond 45% van de oorspronkelijke doorlatendheid.

Wij hebben in plaat II de doorlatendheidsdiagrammen (uit gemiddelde der drie overeenkomstige proefbuizen berekend) voor den grond in den oorspronkelijken toestand en voor den gedurende 50 dagen intensief bewerkten grond afgebeeld.

De waarden die aan deze graphische voorstelling ten grondslag liggen, zijn door optelling uit de oorspronkelijk geconstateerde waarden afgeleid.

Duur der periode in dagen	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	50
Oorspronkelijke toestand	5,1	4,7	5,1	4,8	5,2	5,7	4,3	4,3	4,9	4,7	4,7	4,5	4,1	4,1	4,2	13,3> 9
Intensief bewerkt.	5,0	4,7	5,0	5,3	5,1	5,2	3,9	3,7	4,4	4,3	4,1	4,2	4,3	3,6	3,7	10,2> 9

Wij nemen dus tengevolge van de langdurige intensieve bewerking een duidelijken achteruitgang, wat physische eigenschappen betreft, van den humusrijken boschgrond waar.

Bij contrôle onder het microscoop bleek ook werkelijk de structuur van dezen grond, tengevolge van de intensieve bewerking, te hebben geleden.

PROEF VI.

Op dezelfde wijze als in proef V werd een zestal buisjes gevuld met grond afkomstig van de Zuidtuinen der onderneming Soember Kareng, telkens 15 Gram luchtdroge fijnaarde.

Voor de vulling der buisjes No. 1, 2 en 3 werd deze grond in den oorspronkelijken toestand gebruikt, voor de vulling der buisjes

III 29/III 31/III 2/

ndgrond (koffiegrond).
of bewerkt is geworden.

TOELICHTING. De zwarte lijn stelt voor het doorlatendheidsdiagram voor een periode van 80 dagen, van een humusrijken vulkanischen zandgrond (koffiegrond).
De roode lijn stelt voor het doorlatendheidsdiagram van denzelfden grond, nadat deze gedurende vijftig dagen zeer intensief bewerkt is geworden.

No. 4, 5 en 6 dezelfde grond, nadat deze gedurende 50 dagen intensief bewerkt geworden was.

De proef liep parallel met de proef No. 5.

De geconstateerde gewichtsverminderingen waren de volgende:

Datum.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
25 Augustus	—	—	—	—	—	—
27 »	1,8	1,7	1,7	1,8	1,5	1,8
29 »	1,7	1,5	1,5	1,7	1,5	1,7
31 »	1,9	1,8	1,7	1,8	1,5	1,8
2 September	1,9	1,6	1,7	1,7	1,6	1,9
4 »	1,8	1,7	1,7	1,7	1,5	1,8
6 »	2,0	1,7	1,7	1,7	1,6	1,9
8 »	1,3	1,3	1,2	1,3	1,1	1,5
10 »	1,4	1,2	1,3	1,1	1,1	1,3
12 »	1,6	1,5	1,4	1,5	1,3	1,7
14 »	1,5	1,3	1,3	1,2	1,2	1,6
16 »	1,5	1,3	1,2	1,1	1,1	1,5
18 »	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,4
20 »	1,4	1,3	1,3	1,1	1,1	1,6
22 »	1,1	1,0	1,0	0,8	1,0	1,4
24 »	0,9	1,0	1,1	1,0	1,0	1,3
5 November	10,4	9,1	14,8	9,9	13,4	20,5
14 »	1,6	1,8	2,0	0,9	1,2	2,7

Wanneer wij ook hier eene periode van 8 dagen bij het begin der proef vergelijken met eene periode van 9 dagen aan het einde, dan vinden wij de volgende verdampingsverliezen:

Periode.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
25 Augustus tot 2 Sept.	7,3	6,5	6,6	7,0	6,1	7,2
5 November tot 14 Nov.	1,6	1,8	2,0	0,9	1,9	2,7

Door ook weer de voor de eerste periode gevonden waarden met $9/8$ te vermenigvuldigen, kunnen wij weer de verdamping aan

het einde der proef uitdrukken in procenten van de verdamping bij het begin der proef en vinden dan:

voor	I	20 %
»	II	25 »
»	III	27 »
»	IV	11 »
»	V	28 »
»	VI	33 » van de verdamping

bij het begin der proef.

Voor de gemiddelden der drie overeenkomstige buizen vinden wij in beide gevallen 24 % van de oorspronkelijke doorlatendheid.

Wij kunnen dus concludeeren, dat wanneer er misschien ook wel tengevolge van de intensieve bewerking, eenige verandering in de physische eigenschappen van den grond is gekomen, deze verandering toch in ieder geval onbeduidend is.

Wij constateeren dus in dit opzicht eene eigenaardige tegenstelling tusschen den humusrijken boschgrond en den lossen rooden verweeringsgrond. Bij den eene gaat, tengevolge van intensieve bewerking en de inwerking der atmosfeer, de structuur spoedig zeer merkbaar achteruit, bij den andere valt een dergelijke achteruitgang niet te constateeren.

Op het eerste gezicht bevreemdt deze tegenstelling, in het licht echter van onze onderzoekingen over de structuur van den grond, is deze tegenstelling toch verklaarbaar genoeg.

De humusrijke beschgrond heeft uitsluitend of bijna uitsluitend humusstoffen als bindmiddel bij de kruimelvorming, de losse roode verweeringsgrond in hoofdzaak ferri-hydroxyde of ferri-silicaten.

Humusstoffen worden aan de lucht, vooral bij hogere temperatuur, zooals de grond onder den invloed van de intensieve bestraling aanneemt, langzaam geoxydeerd, zooals wij nog nader in de volgende hoofdstukken zullen zien.

De achteruitgang van de humusstructuur tengevolge van de intensieve bewerking, berust blijkbaar op dergelijke oxydatie-processen.

Ferri-hydroxyde of ferri-silicaten worden aan de lucht, ook onder toetreding van gedistilleerd water, niet ontleed, een grond met ferri-structuur ondervindt dus van een abnormaal intensieve bewerking geene nadeelige gevolgen, terwijl men bij een grond

met humustructuur zich hiervoor wel degelijk in acht moet nemen. ¹⁾

PROEF VII.

Op dezelfde wijze als in proef V en VI werd een vijftal buisjes gevuld met grond afkomstig van den tuin Sebaong Gending, onderneming Gending, telkens 15 Gram luchtdroge fijnaarde.

De bewuste grond is een losse roode verweeringsgrond met iets minder mooie structuur dan de grond van de Zuidtuinen van Soember Kareng.

No. 1, 2 en 3 werden gevuld met den oorspronkelijken grond.

No. 4 en 5 met dezelfde grond nadat deze gedurende vijftig dagen intensief bewerkt geworden was.

De proef diende in hoofdzaak ter contrôle van de vorige proef en liep met deze en de voorlaatste parallel.

Datum.	I.	II.	III.	IV.	V.
25 Augustus	—	—	—	—	—
27 »	1,8	1,7	2,0	1,8	1,9
29 »	1,6	1,5	1,8	1,8	1,6
31 »	1,7	1,6	1,9	1,8	1,7
2 September	1,8	1,7	2,0	1,8	1,8
4 »	1,7	1,7	2,0	1,7	1,6
6 »	1,7	1,7	2,0	1,8	1,7
8 »	1,2	1,1	1,5	1,3	1,2
10 »	1,1	1,2	1,4	1,2	1,2
12 »	1,2	1,3	1,7	1,4	1,3
14 »	1,2	1,3	1,6	1,2	1,2
16 »	1,1	1,2	1,6	1,1	1,1
18 »	0,9	1,0	1,4	1,0	1,1
20 »	1,0	1,1	1,5	0,9	1,2
22 »	0,8	1,0	1,3	0,8	0,8
24 »	0,8	0,8	1,3	0,6	0,8
5 November	8,0	8,1	17,6	9,8	10,7
14 »	1,3	1,3	2,4	1,7	1,7

1) De nadeelige invloed van te intensieve bewerking op de grondstructuur is den koffieplanters dan ook wel bekend.

Bij vergelijking van eene periode van acht dagen bij het begin der proef met eene periode van negen dagen aan het einde der proef, vinden wij de volgende verdampingsverliezen:

Periode.	I.	II.	III.	IV.	V.
25 Augustus tot 2 September	6,9	6,5	7,7	7,2	7,0
5 November tot 14 November	1,3	1,3	2,4	1,7	1,7

Vermenigvuldigen wij weer de voor de eerste periode gevonden waarden met $\frac{9}{8}$ en rekenen wij de verdamping bij het einde der proef uit in percenten van de verdamping bij het begin der proef, dan vinden wij :

voor	I	17 %
»	II	18 »
»	III	28 »
»	IV	21 »
»	V	22 »

Wij vinden dus voor de gemiddelden der drie (resp. twee) overeenstemmende buizen 21 % en $21\frac{1}{2}$ % der oorspronkelijke doorlatendheid.

De structuur van den bewusten grond was in hoofdzaak ferri-structuur, de resultaten van de vorige proef worden dus door deze proef volkomen bevestigd.

Wij hebben nu nog op Plaat III de drie doorlatendheidsdiagrammen van de in proef V, VI en VII onderzochte gronden in den oorspronkelijken toestand vergeleken en wel telkens de door optelling verkregen gemiddelden der drie afzonderlijke bepalingen.

Deze waarden zijn in nevenstaande tabel opgegeven.

Het onderscheid in structuur dat zich bij microskopisch onderzoek tusschen de twee onderzochte rietgronden openbaarde (vergeleijk plaat II van Hoofdstuk I) weerspiegelt zich dus bij het onderzoek op de doorlatendheid daarin, dat zich de grond met de minder mooie structuur eenigszins sneller sluit dan de grond met de betere structuur.

Datum.	Humusrijke boschgrond.	Rietgrond. Soember Kareng.	Rietgrond Soember Gen- ding.
25 Augustus.			
27 »	5,1	5,1	5,5
29 »	4,7	4,7	4,9
31 »	5,1	5,4	5,2
2 September	4,8	5,2	5,5
4 »	5,2	5,2	5,3
6 »	5,7	5,4	5,4
8 »	4,3	3,8	3,8
10 »	4,3	3,9	3,7
12 »	4,9	4,5	4,2
14 »	4,7	4,1	4,1
16 »	4,7	4,0	3,9
18 »	4,5	4,0	3,3
20 »	4,1	4,0	3,6
22 »	4,1	3,1	3,1
24 »	4,2	3,0	2,9
14 November.	$\frac{13,3 \times 2}{9}$ 3,0	$\frac{5,4 \times 2}{9}$ 1,2	$\frac{5,0 \times 2}{9}$ 1,1

Wij kunnen dus met de door mij voorgeslagen methode van onderzoek omtrent de doorlatendheid van den grond vergelijken op welke wijze verschillende grondsoorten zich sluiten.

Het blijkt dat de wortelrotgronden zich aanmerkelijk sneller sluiten dan overeenkomstige gezonde gronden.

Reeds vroeger hebben wij er op gewezen en door proeven gedemonstreerd (Voordracht Wortelrot) dat het snelle afsterven van het riet op den wortelrotgrond kort na het invallen van de droogte, teruggevoerd moet worden op de moeilijke doorlatendheid van den grond voor water. Gedurende de Westmoesson wordt steeds door den regen water van boven toegevoerd en kan de plant, die wegens de vochtige atmosfeer minder verdampt en die haar wortels hoofdzakelijk in de bovenlaag van den bouwgrond heeft ontwikkeld, genoeg water opnemen om in hare behoefte te voorzien. Zoodra de regens

opgehouden hebben, verandert deze toestand en is de plant aange-
wezen op den toevoer van water dat over grootere afstanden door den
grond heen filtreert.

Ook de misvormingen die aan de wortels optreden, berusten op
hetzelfde verschijnsel, de grond die zich gesloten heeft biedt veel
meer weerstand aan het indringen van de wortels als de grond in den
oorspronkelijken mullen toestand, die zij onmiddellijk na het planten ¹⁾
gewoonlijk heeft.

Wij moeten er nog even de aandacht op vestigen, dat onze
methode geene absolute waarden oplevert, maar uitsluitend veroor-
looft de vergelijking op te maken voor de verschillende grond-
soorten die onder nauwkeurig dezelfde proefcondities werden
onderzocht.

Zoo zijn de resultaten van de proeven 2, 3 en 4 en van de
proeven 5, 6 en 7 wel onderling vergelijkbaar, maar kunnen niet
zonder meer met elkander of met de resultaten van proef I verge-
leken worden.

Wij hebben feitelijk nog te weinig inzicht in de natuur van het
verschijnsel waarmede wij hier te doen hebben, om eene onder-
zoekingsmethode te ontwikkelen die absolute uitkomsten geeft,
zoodat wij ons voorloopig met deze vergelijkende resultaten te-
vreden moeten stellen.

In ieder geval bevestigen deze proeven de conclusie die reeds
vroeger door mij getrokken werd, dat een directe bestrijding van
het wortelrot ²⁾ moet neerkomen op het aanbrengen van blijvende
verbeteringen in de physische structuur van de wortelrotgronden.

1) Zooals gezegd sluiten zich onze gronden niet alleen maar zetten zich ook, telkens
nadat zij door de bewerking mul en gemakkelijk doo latend voor water en doordringbaar voor
de wortels gemaakt zijn. Het schijnt dat het zich zetten van den grond (waarbij ook de zwaarte-
kracht een rol speelt) vooral van belang is op de gronden met grovere structuur (zand-
gronden) terwijl het zich sluiten meer een rol speelt op de gronden met fijnere structuur
(kleigronden.)

2) Dus afgezien van de indirecte bestrijding door vroeg malen, onder water zetten,
moeilijk vatbare variëteiten, afsnijden der bladeren, enz. enz.

Plaat 3.

bij de in den tekst beschreven wijze van proefneming wordt

Zuidtuinen der Onderneming Soember Kareng, (Probolinggo).
Gending (tuin Seboong Gending) Probolinggo.

TOELICHTING. De graphische voorstelling geeft een denkbeeld van de geleidelijke afname van de doorlatendheid van den bouwgrond, die bij de in den tekst beschreven wijze van proefneming wordt waargenomen in een tijdsverloop van tachtig dagen.

De zwarte lijn geeft deze afname aan voor een humusrijken kollegrond, vulkanische zandgrond van de Smeroe.

De doorgetrokken rode lijn toont deze vermindering in doorlatendheid aan voor een zeer goeden rietgrond afkomstig van de Zuidtuinen der Onderneming Sember Kareng, (Probolinggo).

De gestippelde rode lijn geeft deze vermindering aan voor een minder goeden rietgrond, afkomstig van de Onderneming Gending (tuin Seboong Gending) Probolinggo.

HOOFDSTUK IV.

Beschouwing over de ontleding van organische stof in den grond.

Wanneer men van vruchtbare gronden spreekt, bedoelt men gronden waarop groote oogsten kunnen worden gemaakt, zonder dat er veel aan bemesting ten koste wordt gelegd. Men heeft in dergelijke gevallen te doen met gronden die betrekkelijk veel opneembare plantenvoedingstoffen bevatten en die tevens eene gunstige structuur vertoonen. Een grond kan niet geregeld, zonder buitengewone uitgaven aan bemesting, groote producties opleveren, tenzij aan beide eischen is voldaan.

Wanneer gronden onvruchtbaar zijn en zelfs bij betrekkelijk groote uitgaven aan bemesting toch geene groote oogsten opleveren, heeft men (wanneer ten minste niet watergebrek de oorzaak der onvruchtbaarheid is) in den regel te doen met eene minder gunstige grondstructuur. Vooral komt dit uit wanneer men ook met kunstmest dergelijke gronden niet tot hooge producties dwingen kan. Door kunstmest kan men toch in de behoefte aan gemakkelijk opneembare plantenvoedingstoffen voorzien, en dus in dit opzicht den onvruchtbaren grond brengen in een toestand, welke met dien van den van nature vruchtbaren grond overeenstemt.

Wij hebben gezien hoe de grond een voor de landbouw gunstige structuur kan verkrijgen op verschillende wijze.

De afzonderlijke korrels kunnen tot kruimels tezamen gekleefd zijn door humustoffen — door ferri-hydroxyde of ferri-silicaten — door coagulatie van de klei onder den invloed van calciumcarbonaat — door samenbakken van de kleideeltjes onder den invloed van hogere temperaturen.

Wanneer een grond een hoog gehalte aan humus bevat (mits dit gehalte zekere grenzen niet te boven gaat) is het zeer waarschijnlijk dat deze grond een mooie kruimelstructuur vertoonen zal, zoodat aan den belangrijkste eisch der vruchtbaarheid is voldaan. Het omgekeerde is daarom nog niet altijd het geval, gronden kunnen zeer arm zijn aan humus en toch eene mooie structuur hebben, maar dan kan men ook *à priori* aannemen dat deze structuur berust op kruimelvorming tengevolge van eenige andere oorzaak.

Te oordeelen naar hetgeen wij hier op Java bij het rivierslib waarnemen, is het meer dan waarschijnlijk dat bij de vruchtbare

Nijldelta-gronden waarop KNOP en PETERS ¹⁾ zich steeds beroepen hebben, de structuur ook hoofdzakelijk op kruimelvorming door ferri-silicaten berust.

Hier op Java hebben wij menigen rietgrond met eene zeer mooie structuur die niet op humuskrumelvorming berust. Ook VAN BEMMELEN attendeert er op, dat soms het humusgehalte van zee-kleigronden in den loop van enkele tientallen jaren na de aanslibbing eene geringe toename kan vertoonen, terwijl de vruchtbaarheid desnietteenstaande achteruitgaat.

Wanneer echter de oorspronkelijke vruchtbaarheid van den grond op humuskrumelvorming berustte, neemt men bij achteruitgang van de vruchtbaarheid (wanneer er ten minste geen kwestie is van speciaal gebrek aan stikstof, kali of phosphorzuur) ook achteruitgang van het humusgehalte waar. In dergelijke gevallen gaat de vruchtbaarheid min of meer parallel met het humusgehalte.

Dat de structuur van den grond in hoofdzaak op humuskrumelvorming berust, komt vooral voor bij:

I. Nieuwe ontgonnen maagdelijke gronden die zeer lang met een oorspronkelijke vegetatie (hetzij bosch of weidegras) bedekt waren.

II. Bouwgronden die reeds lang in cultuur zijn, waar de structuur niet van nature door geregelde aanslibbing maar kunstmatig door toevoer van groote hoeveelheden organische stof (stalmest of groene bemesting) in stand is gehouden.

In deze gevallen heeft dan ook een achteruitgang van het humusgehalte zeer ver strekkende gevolgen voor de vruchtbaarheid.

1) PETERS *Über den Nijlschlamm*. Landwirthschaftliche Versuchsstationen III, 1861.

Bij elementairanalyse bleek het versche Nijlslib te bevatten 0,68% koolstof, dus omstreeks 1,36% organische stof, de daaruit gevormde bouwgrond (die dus reeds resten van plantenwortels etc. bevatte) had een gehalte van 1,328% koolstof dus 2,656% organische stof.

KNOP, *Ueber die Bedeutung des Humus*. Landwirthschaftliche Versuchsstationen XV 1872.

Hier werd ook gewezen op het geringe humusgehalte in het Nijlslib en daaruit het volgende geconcludeerd:

„Nach den Vorstehenden aber, ebenso aus alledem, was bis jetzt mit Hilfe der Wassercultur über die Ernährung der Pflanze bekannt ist, komme ich zu dem Schluss, dass die Factoren der Fruchtbarkeit sämmtlich in der chemischen Mischung und den physikalischen Eigenschaften der Mineralbestandtheile der Ackererde allein begründet liegen.

Der Humus ist kein Urfactor der Fruchtbarkeit, sondern bereits eine Function der Factoren der Fruchtbarkeit des Ackerbodens

Hat eine Ackererde von Natur einen hohen Humusgehalt, so sagt diese Thatsache aus, dan ihr Ackerboden (die Summe aller in einer Ackererde enthaltenen Mineralbestandtheile) schon früher alle Eigenschaften besass, welche erforderlich sind, um reichlich zu tragen. In rein naturwissenschaftlicher Beziehung ist also eine Ackererde von hoher Humusgehalt einer solchen, die früher schon eine reichliche Ernte gab, gleich zu achten.

KNOP, *Analysen vom Nilabsatz*. Landwirthschaftliche Versuchsstationen XV 11 1871.

In drie verschillende monsters Nijlslib werd een humusgehalte gevonden van 0,230 en 1,17 %.

KNOP, *Beiträge zur Kenntniss der Ackererden*. Landwirthschaftliche Versuchsstationen XVII 1874.

Hier wordt de aandacht gevestigd op een drooglegging van een meer (Lago Fucino bij Avezzino in de Abruzzes) waarvan de zeer vruchtbare bodem slechts 0,3% humus bevat, daarentegen in het minerale gedeelte 49,8% carbonaten tegen 50,2% silicaten.

Op zeer groote schaal heeft humusvermindering van den bouwgrond met de gevolgen daarvan plaats gevonden in Noord-Amerika.

De bekende goedkoope Amerikaansche tarwe, die tot den tegenwoordigen kritischen toestand van den landbouw in Europa aanleiding heeft gegeven, hebben wij alleen te danken aan de in Amerika in het groot toegepaste extensieve cultuur op pas ontgonnen prairiegronden.

De grond in „the far West” is zeer goedkoop de werkloonen zijn er zeer hoog, men werkt er dus extensief, bewerkt den grond oppervlakkig, zaait de tarwe machinaal uit, oogst machinaal, verbrandt de stoppels, zaait opnieuw enz., tot dat na weinige jaren de grond geen voldoende product meer oplevert. Dan neemt men een ander stuk maagdelijker prairiegrond en gaat hier op dezelfde wijze te werk.

Volgens LADD gaat in North-Dakota het humusgehalte van de pas ontgonnen prairiegronden in tien jaren tijds, tengevolge van den voortdurenden extensieven tarwebouw van omstreeks 7% terug tot op 4.5%.

LADD 1) knoopt aan deze onderzoeken ook de waarschuwing aan, om den voortdurenden korenbouw na te laten en met het oog op de grondstructuur wisselbouw met kunstweide in te voeren.

SNIJDER wijst er op hoe het stikstofgehalte van de prairiegronden in Minnesota ten gevolge van een 20 tot 25 jarigen tarwebouw achteruit is gegaan van meer dan 0.4% tot op 0.25%. Dit stemt overeen met een acht-ruitgang van het humusgehalte van meer dan 5% tot op omstreeks 3%. Door dezelfde schrijver wordt bij eene andere gelegenheid gewezen op het groote verlies aan humus en gebonden stikstof dat bij bosch- en prairiebranden geleden wordt.

In nog eene andere publicatie 2) wordt door denzelfden schijver het volgende staatje gegeven van eenige grondanalyses, die betrekking hebben op den invloed door het landbouwsysteem op het humus- en stikstofgehalte van den grond uitgeoefend.

1) LADD. *Ueber den Humus in Mutterboden*. Gouv. Agric. Exp. Stat. for North Dakota 1898.

Referaat in Biedermann's Centralblatt 1900 XXVIII.

2) SNIJDER. *Humus in its Relation to Soil Fertility*. Yearbook U.S. Dep. of Agriculture 1895.
Soil-investigations. Minnesota Station Bulletin 65. Referaat U. S. Exp. Stat. Rec. XI. No. 11.

Humus bildung durch Dünjung. Minnesota Station Bulletin 53. 1897.

Referaat Biedermann's Centralblatt. 27.

No.	Grondsoort.	Humus- gehalte.	Stikstof- gehalte.	Water- capaci- teit.
I.	35 jaar in cultuur. Wisselbouw en regelmatige bemesting, zeer goede producties	3,32	0,30	48
II.	Oorspronkelijk als I. Voortdurende graanbouw. Lage producties .	1,80	0,16	39
III.	Gedurende 42 jaar in cultuur. Wisselbouw en regelmatige be- mesting. Goede producties . .	3,46	0,26	59
IV.	Oorspronkelijk als III. Gedurende 35 jaar in cultuur. Vruchtwisseling en bemesting on- geregeld. Middelmatige productie	2,45	0,21	57

De bulletins No. 124 en No. 125 van the *Ohio Agricultural Experiment Station* voeren als hoofdtitel „*The maintenance of fertility.*”

In het jaarverslag over 1900 van hetzelfde proefstation wordt er op gewezen, hoe op vruchtbaarder grond, d. w. z. grond waar beter voor instandhouding van het humusgehalte zorg is ge-
dragen, de tarwe veel minder gevoelig is tegen wintervorst en tegen
aanvallen van de Hessische vlieg, ¹⁾ dan op grond die uitgeput is
door irrationeele cultuur.

Wij zouden nog heel wat autoriteiten kunnen aanvoeren en
menig oordeel uitgaande van de Amerikaansche proefstations kunnen

1) *Ohio Agricultural Experiment Station, Nineteenth Annual Report 1900.*

„The almost unprecedented destruction of the wheatcrop of 1899—1900 by the combined influence of Hessian fly and winterkilling is a matter of great consequence in a state where the wheatcrop occupies so important a position as in Ohio. The Station's experiments strongly indicate that the remedy for both these sources of loss lies in a more thorough and intelligent attention to the maintenance of fertility. On land depleted by exhaustive cropping, included even the rotation cropping practiced on many farms, on which three or four crops cereals are taken from the land before any attempt is made at recuperation through clover or manure, the crop was almost totally destroyed; but where similar land was under shorter rotations with systematic manuring a fair yield was obtained, while on land that had never been depleted of its fertility the yield rose to 40 bushels per acre”.

citeeren ¹⁾ als bewijs voor den op zeer groote schaal in Amerika plaats vindenden achteruitgang in vruchtbaarheid van den bouwgrond tengevolge van de vermindering van het humusgehalte.

Stalmest-conserveering en compost-bereiding zijn in de populaire Amerikaansche landbouw tijdschriften dan ook tegenwoordig schering en inslag.

Hier in Indië waar naast de humus-kruimelstructuur zeer verbreid ferri-kruimelstructuur voorkomt, gaat lang niet altijd een achteruitgang in de vruchtbaarheid samen met achteruitgang in het humusgehalte.

Gevallen waar dit echter wel het geval is, zijn geene uitzonderingen.

Zoo is een staatje dat bijna 50 jaar geleden door VAN DER PANT ²⁾ hieromtrent werd gepubliceerd zeer merkwaardig:

Aan dit uitvoerige onderzoek ontleenen wij alleen de cijfers voor het stikstofgehalte.

Onder tegalgrond zal hier naar alle waarschijnlijkheid verstaan zijn van regen afhankelijke sawah, grond dus die geen slibtoevoer krijgt met het irrigatiewater.

Is dit werkelijk het geval dan blijkt dus op den tegalgrond de structuur in hoofdzaak een humuskruimelstructuur geweest te zijn en zien wij de vruchtbaarheid afnemen met het humusgehalte.

1) CLOTHIER. *Need for humus in soils of Western Kansas*. Industrialist 1901.

Referaat U. S. Exp. Stat. Rec. XII. No. II.

„A brief explanation of the causes of the decrease of the humus in these soils and the urgent need of restoring it.”

SMITH. *Forage Conditions of the Prairie Region*. Yearbook U. S. Department of Agriculture 1895.

„The amount of raw prairie land suitable for farming is rapidly becoming less, and before we have converted all of it into plowed land let us consider whether such a course is most advisable.

The advantage of raising enough grass to feed a sufficient number of cattle to eat the corn on the farm have been lost sight of.”

WHEAT. *Kentucky Station. Bull.* 89. Referaat. U. S. Exp. Stat. Rec. XII. No. II.

„The results of the fertilizer experiments indicated the need of phosphoric acid and humus in the soil”.

WILEY. *The Relation of Chemistry to Agriculture*. Yearbook of the Dep. of Agriculture 1899.

„The system of agriculture which has so largely prevailed in this country of exhausting the fertility of one field and then moving the farm to another has come to an end. Scientific agriculture now retraces its steps and restores the fertility of the abandoned fields while it prevents the exhaustion of those which are still productive.”

Ook in Australië is op groote schaal verarming van den grond tengevolge van langdurigen extensieven korenbouw ingetreden.

MACIVOR. *Die Erschöpfung d s jungfräulichen Bodens in Australië*. Chemical News 1888.

Referaat Biedermann's Centralblatt. 17.

2) V. D. PANT. *Oer den invloed van de indigocultuur op die der padi*. Natuurkundig Tijdschrift v. Ned. Indië XI. 1855. V. D. PANT maakt hier ook reeds melding van den achteruitgang in vruchtbaarheid der Amerikaansche gronden. Toen ter tijde waren echter nog niet de westelijke staten aan de beurt maar eerst de oostelijke.

„Ik mag hier niet verzwijgen de treurige voorbeelden, die de landbouwkundige geschiedenis van langzame doch zekere uitputting oplevert. Nergens echter zijn zij wellicht meer in het oog vallende, dan in de voornaamste Staten van Noord-Amerika, Maryland, Virginië en Noord-Carolina, die eers rijk en vruchtbaar, door een lang voortgezet stelsel van roek-looze en uitputtende bebouwing, in het algemeen arm geworden en tot eene hopelooze onvruchtbaarheid gebracht zijn.”

Localiteit.	Grondsoort.	Cultuur toestand.	Stikstof- gehalte.
Tjahyana	Tegalgrond	Weide. Uit bijgeloof	
	Zware klei	nooit geplant	0,54
»	Tegalgrond	Uitgeputte grond.	
	Zware klei	Padi, mais indigo.	0,11
Kertanegara	Sawah	Vruchtbare grond.	
	Kleigrond	Padi, maïs	sporen
»	Sawah	Uitgeput. Sinds	
	Kleigrond	vier jaar indigo	sporen
Poerbolingo	Sawah	Vruchtbare grond.	
	Kleigrond	Padi, maïs	—
»	Sawah	Uitgeputte grond	
	Kleigrond	Padi, maïs, indigo	—

Op de sawah's kan de structuur van den vruchtbaren grond niet op het humusgehalte hebben berust, maar berustte vermoedelijk op den geregelden slibtoevoer. In hoeverre hier structuur-achteruitgang of uitputting van de eene of andere noodzakelijke plantenvoedingsstof de oorzaak der intredende onvruchtbaarheid was, kan niet nagegaan worden.

FROMBERG vergeleek *) de samenstelling van twee suikerrietgronden uit Krawang, waarvan de een door eene dertigjarige cultuur totaal uitgeput was, terwijl de andere, een nieuw drooggelegde rawahgrond, buitengewoon vruchtbaar bleek te zijn.

Het gebalte van den vruchtbaren grond aan humuszuur bleek te zijn 0,662 %, aan stikstof 0,362 %, dat van den uitgeputten grond 0,039 % humuszuur en 0,155 % stikstof. Het gehalte van den vruchtbaren grond aan humus heeft dus ruim 4 %, dat van den uitgeputten grond nog geen 2 % bedragen.

FROMBERG raadt dan ook voor den uitgeputten grond aan groote hoeveelheden *goed* bewaarde en niet te oude karbouwenmest, ten einde eenigszins te voorzien in het gebrek aan organische stoffen.

*) FROMBERG Verslag van de uitkomsten van een vergelijkend chemisch onderzoek van twee suikerrietgronden. Natuurkundig Tijdschrift voor Nederl.-Indië XVII. 1859.

Voor den vruchtbaren grond raadt hij aan om te trachten de vruchtbaarheid in stand te houden, door het onderploegen van de afgestroopte bladeren, en het ter plaatse laten verteren der toppen, het terug brengen van de asch der ampas op het veld en geregelde bemesting met guano of katjangkoeken.

Dat door VAN BIJLERT en BREDA DE HAAN (voortbouwende op de onderzoekingen van VAN BENMELEN) voor de Deli tabakgronden zeer groote nadruk gelegd wordt op de beteekenis van een hoog humusgehalte, werd reeds vroeger door mij in het licht gesteld.

Ook VAN ROMBURGH komt naar aanleiding van zijne „Onderzoekingen naar de chemische samenstelling van gronden waarop in Java thee gecultiveerd wordt”, 1) tot de conclusie dat een hoog humusgehalte voor een goede theeproductie van zeer veel belang is.

Zoo vindt hij voor het humusgehalte in den bovengrond van oude theetuinen 3,0 — 2,7 — 2,9 %, in den bovengrond van jongere en goed produceerende theetuinen 4,3 — 8,1 — 6,5 — 6,5 %.

Wanneer men echter in riettuinen humusbepalingen verricht in grondmonsters genomen van plekken waar het riet slecht en waar het riet goed groeit, dan blijken hier gewoonlijk geen aantoonbare verschillen te zijn. Het blijkt dan dikwijls dat zoowel op de plekken waar het riet goed als waar het riet slecht groeit, de grond slechts eene minimale hoeveelheid humus bevat.

Reeds door KRAMERS 2) werd een uitvoerig onderzoek hieromtrent ingesteld zonder resultaat, een dergelijk onderzoek van HUGHES 3) toonde ook geen hooger gehalte van humus in de goeden dan in den slechten grond aan.

Toch kan men hieruit niet direct de conclusie trekken, dat voer onze rietgronden in het algemeen het humusgehalte er niet op aan komt, men kan er alleen uit concludeeren dat onder sommige omstandigheden riet nog goede producties opleveren kan, op gronden die slechts een minimaal humusgehalte bevatten. 4)

1) Verslag omtrent den staat van 's Lands Plantentuin over 1895.

2) KRAMERS Onderzoekingen over grond. Mededeelingen Proefstation Oost-Java No. 49. 1893.

3) HUGHES. *Spanish Sugar Soils*. Sugar Cane XIV 1:82.

In den goeden grond werd 0,101 in den slechten 0,112%, stikstof gevonden.

Het is merkwaardig dat in dit onderzoek ook op de beteekenis van slijtoever gewezen wordt.

„These soils then are relatively good and bad, in proportion as they contain a large or small quantity of the finely divided soils brought down by the rivers during flood times years ago, for there can be no doubt that the finely grained soil is better adapted to sugar cane than the coarser quality.”

Vergelijk ook van dezelfde schrijver: *Analyses of Sugar Cane Soils*. Sugar Cane XXV 1893, waarin echter over de relatieve vruchtbaarheid of onvruchtbaarheid der onderzochte gronden slechts zeer weinig vermeld wordt. Het stikstofgehalte van de 15 onderzochte grondsoorten uit Australië, Egypte, Spanje en West-Indië varieerde tusschen 0,030 en 0,494, het humusgehalte dus zoo omstreeks tusschen 1,1 en 6 %.

4) Het zoude toch ook onlogisch zijn te concludeeren dat bibitimport in het algemeen overbodig is, omdat in sommige speciale gevallen zonder importbibit nog zeer bevredigende resultaten worden verkregen.

Over achteruitgang van het humusgehalte in bouwgronden zijn door DÉHÉRAIN uitvoerige proeven genomen.

Van een viertal perceelen, waarvan twee regelmatig bemest werden en twee sinds 1875 niet meer bemest geworden waren, werd het humusgehalte van den grond in 1878 en in 1888 bepaald.

De uitkomsten vindt men in het volgende tabelletje: ¹⁾

No. van het perceel.	Behandeling.	Humusgehalte in percenten.			Vermindering in per- centen van het oor- spronkelijk humus- gehalte.
		In 1878	In 1888	Ver- schil.	
37	Sedert 1875 onbemest	3,04	1,46	— 1,58	52%
21	» » »	3,26	1,46	— 1,80	55%
49	Regelmatig bemest	3,04	3,22	+ 0,18	
32	» » »	3,32	3,20	— 0,12	

Volgens deze proeven verminderde dus op die stukken, waar geen humustoevoer door stalmest plaats vond, het humusgehalte in tien jaren tijds met meer dan de helft

Deze sterke achteruitgang van het humusgehalte vindt hoofdzakelijk in de eerste jaren plaats. Zoo ging uit den grond van het perceel No. 37 van Februari 1878 tot October 1879 reeds 31% van de humus verloren, in de volgende acht jaren dus nog slechts 21%.

Aan eene vroegere publicatie ²⁾ van DÉHÉRAIN kunnen wij deze gegevens ontleenen.

No. van het perceel.	Behandeling.	Humus in per- centen.		Vermindering in percenten van het oorspronke- lijk gehalte.
		Februari 1878.	October 1879.	
35	In 1875, 76 en 77 zware stalmestbemesting, in 78 niet bemest	3,35	2,89	13,7%
37	Sinds 1874 niet meer be- mest.	3,03	2,09	31 %

1) Ontleend aan DÉHÉRAIN. Annales agronomiques XI. Referaat in Biedermann's Centralblatt 19. In het oorspronkelijke artikel wordt niet het humusgehalte maar het koolstofgehalte opgegeven. Door vermenigvuldiging met 2 (gewoonlijk wordt het koolstofgehalte van humus op 50% aangenomen) zijn hieruit de door mij opgegeven waarden verkregen.

2) DÉHÉRAIN. Annales agronomiques VI 1880. Referaat in Biedermann's Centralblatt 9. Ook door TUXEN wordt eene interessante vergelijking opgemaakt tuschen het humusgehalte van regelmatig bemesten en onbemesten grond. Landwirthschaftliche Versuchsstationen XXVII 1882. Het humusgehalte bedroeg op het proefveld van de landbouwwakademie te Kopenhagen voor:
grond sedert 20 jaar in intensieve cultuur, geregelde stalmestbemesting. 4,38%
grond sedert 21 jaar niet bemest 1,51 "
grond sedert 17 jaar uitsluitend met kunstmest bemest 2,03 "

Wij zien dus hoe het humusgehalte van een corspronkelijk humusrijken grond blijkbaar vooral in de eerste jaren sterk achteruitgaat, ten slotte daalt het dan tot een minimum, waarbij het humusverlies door ontleding en de humustoevoer door stoppels, wortels, afgefallen blad, enz. tegen elkander opwegen.

Dit minimum is voor verschillende grondsoorten en bij verschillende landbouwsystemen verschillend; wij kunnen echter aannemen, dat het slechts zelden lager dan 1% en wel nooit hooger dan 3% ligt.

Het is nu de kwestie waarop deze achteruitgang van het humusgehalte berust.

Het antwoord op deze vraag is sinds lang bekend, deze achteruitgang berust op ontleding van de humus. *) Bij deze ontleding ontwijkt de koolstof van de humus in hoofdzaak in den vorm van koolzuur. Deze ontleding van de humus berust ten deele op de werkzaamheid van verschillende organismen van plantaardigen en dierlijken aard, ten deele op directe oxydatie onder inwerking van de zuurstof van de lucht.

Wij hebben dus physiologische ontleding die op de levenswerkzaamheid der grondorganismen berust en daarnaast een chemische oxydatie die zonder medewerking van organismen plaats vindt.

In het algemeen wordt in den bouwgrond alle organische stof die voor physiologische ontleding vatbaar is, ook hieraan onderworpen, terwijl door chemische ontleding in hoofdzaak die stoffen verdwijnen die door physiologisch ontledingsprocessen niet aangeast worden.

Wij zullen eerst de physiologische ontleding wat nader beschouwen.

Wanneer men een U buis met vochtige grond vult en hier koolzuurvrije lucht doorstrijken laat, is het gemakkelijk aan te toonen dat in den grond voortdurend koolzuur gevormd wordt. De gevonden hoeveelheid koolzuur kan gemakkelijk door opvangen in getitreerde oplossingen van calcium- of baryumhydroxyde of door wegen in een natronkalkbuis quantitatief worden bepaald.

Dergelijke onderzoekingen zijn het eerst door PETTENKOFER verricht, bij bepalingen van het koolzuurgehalte van water en lucht. Op de beteekenis van dergelijke onderzoekingen voor de land-

*) Uitspoeling van de humus komt slechts in uitzonderingsgevallen voor, en speelt ook dan nog een zeer geringe rol in vergelijking tot de ontleding.

bouw werd (voor zoover mij bekend) het eerst gewezen door SCHULZE ¹⁾.

Voortbouwende op de onderzoekingen van PETTENKOFER zijn door EBERMAIER, WOLLNY en anderen, talloze onderzoekingen over het koolzuurgehalte van de grondlucht verricht. Op de resultaten van deze onderzoekingen komen wij straks nog terug.

Het bewijs dat deze koolzuurontwikkeling uit den bodem voor een zeer aanzienlijk deel op de levenswerkzaamheid van lagere organismen berust, dus een physiologisch proces is, schijnt het eerste door WOLLNY ²⁾ gebracht te zijn. Hij toonde aan, dat wanneer men tegelijk met de koolzuurvrije lucht chloroformdamp door den grond heen strijken laat, de koolzuurontwikkeling sterk vermindert.

In plaats van chloroform kan men ook andere gasvormige antiseptica aanwenden en verkrijgt op die wijze steeds hetzelfde resultaat. De koolzuurontwikkeling uit den grond vermindert zeer sterk, houdt echter niet geheel op.

Het is logisch aan te nemen dat, voor zoover deze koolzuurontwikkeling niet ophoudt tengevolge van de inwerking van chloroform of eenige andere voor alle organismen giftige stof, zij op chemische oxydatie berust. Het blijkt echter onmiddellijk bij dergelijke proeven dat deze chemische oxydatie veel minder intensief werkt dan de physiologische.

De physiologische oxydatie berust in hoofdzaak op eene aaneenschakeling van ademhalingsprocessen van de verschillende grondorganismen.

De in den bouwgrond achterblijvende resten van de geteelde cultuurgewassen worden namelijk bij voldoende toetreding van zuurstof zeer spoedig door bacteriën en schimmels aangegrepen. Wat bacteriën betreft, schijnen hier bij rijkelijke zuurstoftoetreding, vooral de hooibacteriën en verwante soorten op te treden, van schimmels kan men gewoonlijk verscheidene der gewoonste verte-

1) SCHULZE FRANZ. *Ueber quantitative Bestimmung der Kohlensäure zu agriculturchemischen Versuchszwecken*. Landwirthschaftliche Versuchsstationen XII, 1869 „Dass diesen Bestimmungen zu Grunde liegende Princip ist das längst bekannte, von PETTENKOFER zur Untersuchung von Luft und Wasser in die Chemie eingeführte: die zu bestimmende Kohlensäure auf titrirte Lösungen von Aetzkalk oder Baryt wirken zu lassen und den durch die Kohlensäure nicht gebundenen Theil dieser Basen mittelst titrirter Oxalsäurelösung volumetrisch zu bestimmen.

„Ferner erinnern wir uns hierbei an die so höchst wichtige agriculturchemische Aufgabe, welche die Bildung von Kohlensäure bei Verwesungs- oder bei organischen Processen betrifft. Mit sehr einfachen Mitteln werden vergleichende Beobachtungen anzuführen sein, betreffend den Grund der Verweslichkeit der organischen Substanz in verschiedenen Erden oder bei einer und derselben Erde je nach dem Grade der Befeuchtung, der Temperatur, der Beimischung fermentartig wirkender Substanzen u. s. w.

2) WOLLNY. *Untersuchungen über den Kohlensäuregehalt der Bodenluft*. Landwirthschaftliche Versuchsstationen XXXV, 1880.

genwoordigers, o. a. talrijke *Aspergillus* en *Penicillium*soorten waarnemen, naast deze trouwens ook talrijke niet fructificeerende en dus niet te determineeren soorten.

Bij de ademhaling van deze schimmels en bacteriën wordt stikstofvrije organische stof verbrand tot koolzuur en water.

Deze schimmels en bacteriën kunnen tot voedsel dienen aan allerlei dieren, regenwormen, insectenlarven, infusoriën, nematoden, enz. enz. Ook deze dieren halen weer adem en verbranden daarbij weer een deel der opgenomen organische stoffen tot koolzuur en water. De excrementen van deze dieren kunnen waarschijnlijk niet weder direct door andere dieren als voedsel gebruikt worden, schimmels en bacteriën groeien er echter welig op en deze kunnen dan weder opnieuw aan de spijsvertering van het een of andere dier worden onderworpen.

Voor zoover mij bekend werd deze zeer plausibele opvatting het eerst door KOSTYSCHIEFF ¹⁾ ontwikkeld.

Enkele voorbeelden mogen deze voortdurende omzetting van de organische stof in den bodem toelichten.

Reeds door KELLER ²⁾ werd gewezen op den belangrijken rol die in de tropen behalve door regenwormen ook door mieren en termieten (witte mieren) bij de ontleding en omzetting van de organische stof in den bodem en aan de oppervlakte van den bodem gespeeld wordt.

Door de nieuwere onderzoekingen van MÖLLER en HOLTERMANN ³⁾ en anderen hebben wij in dezen rol een nog beter inzicht gekregen.

De witte mieren (termieten) knagen bij voorkeur aan dood hout en houtachtige stoffen. Het „zaagsel” dat zij hier afknagen, wordt niet direct door hen gegeten, maar gebruikt als grondstof waaruit onder de inwerking van een door hen gecultiveerde paddestoel hun voedsel bereid wordt. Zij bouwen met dit zaagsel de bekende raten op. Deze raten zijn geheel en al doorwoekerd en dienen als voedingsbodem voor het mycelium van de bewuste zwam. Aan der oppervlakte van de raten vormt dit mycelium kleine witte knobbeltjes die als voedsel door de termieten worden gebruikt.

1) KOSTYSCHIEFF gaf uitgaande van onderzoekingen omtrent de Russische „zwarte aarde” zeer interessante beschouwingen en nam zeer merkwaardige proeven over de ontleding en de ophooping van organische stoffen in den grond. De oorspronkelijke onderzoekingen zijn in het Russisch geschreven en dus moeilijk toegankelijk. Referaten hierover vindt men o.a. in WOLLNY *Forschungen* XII S. 79 en WOLLNY *Forschungen*. XV. S. 33.

2) KELLER *Humusbildung und Bodenkultur unter dem Einfluss tierischen Thätigkeit*. WOLLNY *Forschungen* X. 1888. Referaat Biedermann's Centralbl. 17.

3) MÖLLER *Die Pilzgärten einiger südamerikanischer Ameisen*. Jena 1893.
HOLTERMANN. *Pilzbauende Termiten*. Schwendener Festschrift 1899.

In Zuid-Amerika wordt op dezelfde wijze een paddestoel gekweekt door echte mieren, de zoogenaamde bladsnijdermieren op raten die gebouwd zijn uit stukjes die uit levende bladeren uitgesneden zijn.

Weer andere mieren gebruiken als voedingsbodem voor de door hen gekweekte zwam de excrementen van de in afgestorven stammen voorkomende insectenlarven.

In het laatste geval wordt nu bijv. eerst een deel van de organische stof (het afgestorven hout,) door deze insectenlarven bij hunne adembaling tot koolzuur en water verbrand. De zwam die op deze excrementen vegeteert, verademt ook weer een deel der organische stof tot koolzuur en water en de mieren die zich met deze zwam voeden dito dito.

De organische stof in de uitwerpselen van deze mieren is dus gevormd uit het oorspronkelijke hout, maar er is bij deze herhaalde omzettingen een zeer aanzienlijk gedeelte reeds als koolzuur vervluchtigd.

Op totaal overeenkomstige wijze werken bijv. de regenwormen, het is herhaaldelijk aangetoond ¹⁾ dat in een bouwgrond waarin zich talrijke regenwormen bevinden, de ontleding der organische stof sneller plaats grijpt dan in een overeenkomstigen bouwgrond zonder regenwormen.

Tallooze insectenlarven en eigenlijk alle dieren die in den grond voorkomen, voor zooverre zij zich niet parasitisch met de wortels van levende planten voeden, doen geheel hetzelfde als de termieten en de regenwormen.

Zeer merkwaardig bij deze herhaalde stofwisseling, waaraan de organische stof in den bouwgrond onderworpen wordt, is de rol van de stikstof.

Bij de dierlijke stofwisseling wordt in het algemeen eiwit opgenomen en dit eiwit ten deele tot eenvoudige stikstofhoudende verbindingen (ureum, hippuurzuur, enz.) ontleed. Vrije stikstof wordt bij de dierlijke stofwisseling niet gevormd. Deze eenvoudige stikstofhoudende verbindingen kunnen zeer gemakkelijk onder de inwerking van zeer verschillende bacteriën

1) HENSEN. *Über die Fruchtbarkeit des Erdloosens in ihrer Abhängigkeit von den Leistungen der in der Erdrinde lebenden Würmer*. Landw. Jahrbücher 11 1882.

Hier wordt ook de oudere literatuur besproken o.a. de onderzoekingen van DARWIN en vinden wij ook vermeld hoe reeds THIEL aantoonde dat de wortels der cultuurgewassen dlkwijs de wormgangen volgen.

WOLLNY. *Untersuchungen über die Beeinflussung der Fruchtbarkeit der Ackerkrüme durch die Thätigkeit der Regenwürmer*. WOLLNY Forschungen XIII, 1890.

weer omgezet worden in een vorm waarin zij voor de plant opneembaar zijn, ammoniak- en salpeterzuurverbindingen. Van exceptioneele gevallen afgezien wordt hierbij ook geen vrije stikstof gevormd. Een zeer aanzienlijk deel van deze ammoniak- en salpeterzuurverbindingen wordt weer door schimmels opgenomen en deze vormen weer eiwit uit de opgenomen stikstofvrije organische stof + de opgenomen ammoniakzouten en nitraten.

Op deze wijze wisselt bij de voortdurende omzetting van de organische stof in den grond de gebonden stikstof wel voortdurend van vorm — eiwit-, ureum of hippuurzuur-, ammoniak, (salpeterzuur-, — eiwit de totale hoeveelheid gaat echter (wanneer er geen oogst van het land gehaald wordt en geen nitraten uitspoelen) niet noemenswaard achteruit.

Hierop berust het verschijnsel dat bij de omzettingen van de organische stof in de grond het stikstofgehalte toeneemt in verhouding tot het koolstof-, zuurstof en waterstofgehalte.

Zoo geeft MAYER ¹⁾ het voorbeeld van moerassig weiland waar de wortelresten van de graszoden 1,3% stikstof bevatten, berekend op organische stof, terwijl in de humus die uit dergelijke resten ontstaan was 4,7% stikstof gevonden werd. Er is in dit geval dus bijna $\frac{3}{4}$ van den oorspronkelijke stikstofvrije organische stof verloren gegaan, aangenomen dat er geen verlies aan gebonden stikstof ²⁾ heeft plaats gevonden.

Voor een aanzienlijk gedeelte wordt de organische stof ontleed bij afwezigheid van vrije zuurstof, ook dan ontstaat er, ten minste ten deele, koolzuur als eindproduct van de ontleding en dan kunnen er producten optreden die weder op nieuw verder ontleed kunnen worden.

Bij dergelijke processen die bij afwezigheid van vrije zuurstof plaats vinden, neemt men gewoonlijk gasvorming waar, men spreekt in dat geval van gisting ³⁾

1) ADOLF MAIER. *Agrikultur Chemie* II 3e Auflage. S. 69.

2) Bij ontleding van stikstofhoudende organische stof kan wel stikstofverlies als vrije stikstof plaats hebben, (bij de zoogenaamde denitrificatie) in den regel echter ontwijkt, als er sprake is van stikstofverlies bij de ontleding van stikstofhoudende organische stof, de stikstof als ammoniak.

HOPPE SEYLER. (*Zeitschrift für physiologische Chemie* VII. Referaat in WOLLNY *Forschungen* VII.) toonde aan dat bij de ontleding van eiwit onder rijkelijke luchttoetreding als eindproducten van de ontleding uitsluitend ammonia, koolzuur en water ontstonden.

De bouwgrond heeft in den regel zodanig absorbeërend vermogen voor ammoniak dat er van ontwijken van ammonia die vrijkomt bij ontledingen die binnen in den grond plaats vinden, geen kwestie is.

3) BEIJERINCK. *Ueber die Anaërobiose, das Reductionsvermögen und das Gährungsvermögen*. *Archives néerlandaises* 1895 XXIX. Referaat WOLLNY *Forschungen* 19.

Volgens BEIJERINCK heeft de gasontwikkeling bij de gisting de betekenis dat daardoor de gistingsverwekker voortbewogen wordt met de opstijgende gasbellen.

Als voorbeeld van een gisting waarbij ontledingsproducten ontstaan die opnieuw verder ontleed kunnen worden tot koolzuur en water moge de alkoholgisting dienen.

Bij rotting van bibits kunnen alcoholgisten soms een belangrijke rol spelen. Door RACIBORSKY werd aangetoond dat *Saccharomyces apiculatus* soms als parasiet optreden en het ontkiemen van bibits verhinderen kan.

Bij de alkoholgisting ontstaat gewoonlijk uit glucose alcohol en koolzuur, ongeveer volgens de vergelijking:

Dit proces kan verlopen bij afwezigheid of bij minimale toevoer van zuurstof.

De gevormde alcohol kan bij rijkelijke zuurstoftoetreding tot azijnzuur en water geoxydeerd worden onder de inwerking van azijnbacteriën.

Dit azijnzuur kan ten slotte hetzij als acetaat tot voeding van schimmels dienen of onder de inwerking van andere bacteriën bij toetreding van vrije zuurstof totaal worden geoxydeerd.

Er ontstaat dus op deze wijze bij ontleding van de glucose in den bouwgrond ten slotte niet anders dan koolzuur en water.

Bij de boterzuurgisting ontstaat niet alleen koolzuur en water maar ook waterstof.

Het geschikste materiaal voor de boterzuurgisting is zetmeel, maar ook suikers en lactaten kunnen op overeenkomstige wijze worden ontleed.

De boterzuurgisting verloopt gewoonlijk ongeveer volgens de vergelijking

Er worden hierbij dus ongeveer gelijke hoeveelheden waterstof en koolzuur gevormd.

Het gevormde boterzuur kan ook weer onder de inwerking van andere organismen verdere ontledingen ondergaan.

Wanneer wij de alomtegenwoordigheid van de boterzuurbacteriën in aanmerking nemen ¹⁾ (men kan hunne aanwezigheid in bijna iedere grondsoort aantoonen) is het plausibel aan te nemen dat zij in den bouwgrond zeer dikwijls in de gelegenheid komen om zich verder te ontwikkelen.

1) Vergelijk: Het een en ander over Bacteriosis.

Vermoedelijk zal het meeste zetmeel dat in den grond terecht komt, (voor zoover het niet als dierlijk voedsel dient) onder de inwerking van boterzuurbacteriën ontleed worden. Wanneer hout door schimmels of hoogere zwammen aangegrepen wordt, blijkt het zetmeel tamelijk resistent te zijn. Gewoonlijk wordt eerst door fermentwerking een splitsing teweeg gebracht ¹⁾ tusschen de cellulose en de verhoutende stoffen van den celwand en daarna wordt de cellulose opgelost. Het zetmeel blijft hierbij zeer dikwijls onopgelost achter, kan dus in den grond terecht komen en daar onder de inwerking van boterzuurbacteriën worden ontleed.

Een van de merkwaardigste gistingen die in den grond plaats grijpen is de zoogenaamde cellulosegisting. ²⁾

Hierbij ontstaan uit de cellulose koolzuur, waterstof, azijn- en boterzuur, sporen valeriaanzuur en hoogere alcoholen.

Bij een proef van OMELIANSKI werd in dertien maanden tijds van een hoeveelheid van 3,4743 Gr. zuivere cellulose 3,3471 Gr. vergist onder vorming van 2,2402 Gr. vetzuren, 0,9722 Gr. koolzuur en 0,0138 Gr. waterstof. Er ontstonden dus ruim 3 volumedeelen koolzuur tegen 1 volumedeel waterstof.

De organismen die deze cellulose gisting veroorzaken, komen zeer verbreid in den grond voor.

Wanneer wij bijv. in een Erlemeijer kolf van 2 à 300 c.c. inhoud 10 Gr. filtreerpapier brengen en 150 à 200 c.c. van een vloeistof die per L. gedistilleerd water 1 Gr. kaliumphosphaat, 1 Gr. magnesiumsulfaat, 1 Gr. ammoniumsulfaat en 20 Gr. calciumcarbonaat bevat, dan hebben wij hier een uitstekende voedingsbodem voor deze cellulosebacteriën.

Wij kunnen een dergelijke kolf enten met eene kleine hoeveelheid grond, hetzij dan tuingrond of den een of anderen rietgrond, een korten tijd waterstof doorleiden ³⁾ ten einde de zuurstof te verdrijven en nemen dan na een dag of tien de cellulosebacteriën in

1) Vergelijk: o.a. CZAPEK, Zur Biologie der holzbewohnenden Pilzen. Ber. Deutsche. Bot. Ges. XVII 1899.

2) OMELIANSKI *Ueber die Cellulosegährung* Chemisches Centralblatt. 1895. II. Comptes rendus. T. 125. Referaten in Biederman's Centralblatt XXV. 1896 XXVII 1898 en XXVIII, 1899.

3) Mocht soms de een of ander deze proef nemen willen, dan moet iker voor waarschuwen de kolf niet zoo af te sluiten dat de zich ontwikkelende gassen niet zoude kunnen ontwijken, is dit namelijk het geval, dan loopt men grooten kans dat de kolf uit elkaar springt. De eenvoudigste wijze van afsluiting is met een dubbel omgebogen glazen buisje dat onder water of nog beter onder kwikzilver uitkomt. Op het kwikzilver kan men wat glycerine gieten om de ontwikkeling van kwikzilverdampen te voorkomen.

volle werkzaamheid waar. Men ziet hier en daar in de stukjes filtreerpapier, midden in en aan de randen doorschijnende vlekjes ontstaan. Deze doorschijnende vlekjes veranderen ten slotte in gaatjes en onderzoekt men nu een dergelijk stukje filtreerpapier onder het microscoop, dan vindt men daar de koloniën der cellulosebacteriën.

De bacterie is zeer karakteristiek, zij heeft de (ook bij de tetanusbacterien en enkele eiwitrottingsbacteriën voorkomende) trommelstokvorm, bij spoorvorming worden namelijk de sporen aan het eene uiteinde gevormd.

Distilleert men de gistende vloeistof af onder toevoeging van een overmaat van zwavelzuur, dan blijken er vluchtige zuren over te gaan, zooals men in het distellaat onmiddellijk met lakmoespapier aantoonen kan. De reuk van boterzuur is duidelijk waarneembaar.

Wanneer men snippers filtreerpapier in natten grond brengt gelukt het ook om na twee à drie weken aan de oppervlakte van dergelijke papiersnippers de cellulosebacteriën aan te toonen.

Wanneer men groote hoeveelheden filtreerpapier met den grond vermengt en calciumcarbonaat toevoegt om het zich vormende zuur te neutraliseeren, kan men na drie weken uit den grond ook weer vluchtige zuren afdistilleeren.

Blijkbaar vindt dus de celluloseontleding in den grond wel zeer dikwijls onder de inwerking van deze bacterie of van verwante bacteriën plaats.

Bij ander gistingen treedt geen waterstof maar methaan als gistingsgas op. Deze methaangisting is dikwijls met de zoo even besproken cellulosegisting verwisseld, het is ook niet onmogelijk dat onder sommige omstandigheden cellulose als grondstof voor eene methaangisting dienen kan, in den regel echter schijnt dit niet het geval te zijn.

De bacterie of de bacteriën die de methaangisting veroorzaken zijn nog niet bekend. Blijkbaar echter heeft men hier met zeer verbreide grondbacteriën te doen, want naast koolzuur ontwikkelt zich, zooals wij in het volgende hoofdstuk zullen zien, methaan uit iederen bouwgrond.

Het is trouwens ook algemeen bekend en de naam moerassgas wijst er op, dat methaan een hoofdbestanddeel uitmaakt van de gassen die in moerassen opstijgen.

Het is ook door de onderzoeken van DEHERAIN *) aangetoond dat de methaangisting een zeer belangrijken rol speelt bij de omzettingen die de organische stof in den mesthoop ondergaat.

Wanneer de gisting in den mesthoop goed verloopt, moet, volgens DEHERAIN, het ingesloten gas uit ongeveer gelijke volume hoeveelheden methaan en koolzuur, zonder bijmenging van stikstof, koolzuur of waterstof bestaan.

Nadat wij zoo de alcohol-, boterzuur-, cellulose- en methaangisting vermeld hebben, waarvan vooral de laatste twee bij de ontleding van de organische stof in den grond eene zeer belangrijke rol spelen, zouden wij nog even de denitrificatiegistingen kunnen bespreken, niet zoozeer omdat deze een belangrijken rol spelen in de natuur als wel omdat hunne beteekenis op zoo zonderlinge wijze overschat is geworden.

Wanneer men een voedingsoplossing die 0,3 % salpeter, 0,3 % glucose en de noodige voedingszouten bevat, met grond ent en anaerob aanzet, neemt men reeds binnen de 2×24 uur een zeer levendige gisting waar. Het bij deze gisting ontstane gas bestaat voor een zeer aanzienlijk deel uit stikstof die door reductie uit de salpeter vrij geworden is.

Onder de inwerking van dergelijke bacteriën kan ook in den bouwgrond en op den mesthoop af en toe eene geringe hoeveelheid salpeter tot vrije stikstof worden gereduceerd, van beteekenis voor den landbouw zijn deze stikstofverliezen echter niet. Wat de totale hoeveelheid organische stof betreft, die op deze wijze door denitrificerende bacteriën ontleed wordt, deze hoeveelheid is zoo klein, dat zij voor onze beschouwingen totaal niet in aanmerking komt.

Hoofdzakelijk kunnen dus bij de physiologische ontleding van de organische stof in den grond ontstaan, koolzuur, water, methaan en waterstof. De overige producten die wij zagen optreden, vetzuren bijv. kunnen meerendeels als tusschenproducten opgevat worden, die nog voor verdere ontleding vatbaar zijn. Hier en daar kan er echter ook wel

*) DEHERAIN. *Ueber die Bildungsweise des Stalldüngers*. Comptes rendus 98, 1883. Referaat in Biedermann's Centralblatt 13.

DEHERAIN et DUPANT *Über die Zusammensetzung der in Dünger haufen eingeschlossenen Gase*. Annales agronomiques 1930. Referaat Biedermann's Centralblatt 1900.

In deze verhandeling wordt ook de waarneming gepubliceerd dat de ontwikkeling van ammoniak uit de mesthoop berust op de dissociatie van ammoniumcarbonaat en bij een gehalte van de lucht van 12% koolzuur niet meer plaats vindt. Uit de goed aangestampte en vochtige mesthoop, (waarin de ingesloten gassen zeker steeds meer dan 12 % koolzuur bevatten) kan dan ook geen ontwijken van ammonia in noemenswaardige hoeveelheid plaats vinden.

Het blijkt dus achteraf dat het goed aanstampen en vochtig houden van de mest hetzelfde resultaat heeft als de zoo warm aanbevolen conserveeringsmiddelen.

eens bij de tallooze omzettingen die bij de physiologische ontleding plaats grijpen het een of andere product gevormd worden dat niet gasvormig of vluchtig maar toch niet voor verdere physiologische ontleding vatbaar is. Dergelijke producten moeten zich dus langzamerhand in den grond ophoopen, wanneer zij ten minste niet uitgespoeld worden of door directe chemische oxydatie verdwijnen.

Ook in de oorspronkelijke grondstof die aan de physiologische ontleding onderworpen wordt, in de overblijfselen van plantaardigen en dierlijken oorsprong, mest, wortelresten, stoppels, enz., kunnen enkele verbindingen voorkomen die voor physiologische ontleding niet vatbaar zijn en dus hierdoor niet worden aangegrepen.

Ook dergelijke verbindingen moeten zich in den grond ophoopen of door directe chemische oxydatie verdwijnen:

Van dergelijke stoffen die niet voor physiologische ontleding vatbaar zijn, maar wel voor directe chemische oxydatie, komen speciaal de humusstoffen in aanmerking.

Wij hebben gezien dat men onder *humusstoffen* verstaat de bruin of zwart gekleurde, in alcaliën oplosbare, in verdunde zuren onoplosbare, niet of zeer weinig diffundeerbare, amorphe, chemisch nog niet nauwkeurig bekende verbindingen die in de meeste bouwgronden voorkomen, en daar, (zooals wij in Hoofdstuk I zagen) dikwijls als bindmiddel tusschen de afzonderlijke korrels een zeer belangrijke rol spelen.

Deze stoffen die men uit boschgronden of veengronden gemakkelijk met verdunde alkaliën in groote hoeveelheid extraheeren en uit het filtraat met verdunde zuren neerslaan kan, zijn niet voor physiologische ontleding vatbaar. Deze stoffen kunnen niet door organismen, hetzij van plantaardige of dierlijken aard als voedsel (of als zuurstofleverend materiaal) gebruikt worden.

Het bewijs hiervoor is betrekkelijk gemakkelijk te leveren. Wanneer men humusstoffen uit boschgrond bereid door extraheeren met ammoniak en neerslaan met azijnzuur, het neerslag nogmaals in ammoniak oplost en weder met azijnzuur neerslaat, deze bewerking nog enkele keeren herhaalt en ten slotte zeer zorgvuldig uitwascht met gedistilleerd water, verkrijgt men een praeparaat dat men beschouwen kan als een mengsel van verschillende humusstoffen, waarin betrekkelijk weinig verontreinigingen meer voorkomen.

Men kan nu verschillende voedingsbodems tezamen stellen waarin men als eenige organische stof deze humusstoffen geeft en men kan trachten hierop verschillende schimmels en bacteriën te kweeken.

Men kan natuurlijk bij dergelijke cultuurproeven uitgaan van reïnculturen van bepaalde schimmels of bacteriën, het is echter veel rationeeler om, zooals bij mijne proeven geschiedde, dergelijke voedingsvloeistoffen en voedingsbodems eenvoudig te enten met humusrijken tuingrond. Wanneer er namelijk organismen bestaan die de humusstoffen als voedsel gebruiken kunnen, kan men *a priori* verwachten dat deze organismen in humusrijke gronden aanwezig zullen zijn.

Wanneer men nu dergelijke voedingsvloeistoffen maakt die zwak alcalisch zijn, sporen van de noodige voedingszouten bevatten en een gehalte aan humusstoffen varieerend tusschen 0,5 en 5%, krijgt men bij enting met tuingrond geen noemenswaardige ontwikkeling van lagere organismen. Dergelijke proeven zijn door mij zoowel *aërob* als *anaërob* aangezet.

Een enkele maal nam ik in de voedingsvloeistof zwakke bacteriëngroei waar, die echter blijkbaar teruggevoerd moest worden *of* op organische stof die in den grond aanwezig was geweest *of* op sporen ammoniumacetaat, die nog in het humuspraeparaat aanwezig waren.

Bij overenting van dergelijke culturen op kiezelzuurhumusplaten ¹⁾ gelukte het niet om behoorlijken groei van eventueele humiphage ²⁾ bacteriën te verkrijgen. Van schimmelgroei was in geen van de culturen kwestie, evenmin van aanwezigheid van infusoriën.

Het is dan ook *m. i.* volkomen gerechtvaardigd de conclusie te trekken dat er van eene physiologische ontleding der humusstoffen in den grond geen kwestie is.

Wanneer dus de humusstoffen uit den grond verdwijnen (en de structuur dientengevolge achteruitgaat) hebben wij uitsluitend te doen met eene directe chemische oxydatie van deze verbindingen.

Eer wij op deze chemische oxydatie ingaan, moeten wij ons een opvatting trachten te vormen over de herkomst van de humusstoffen.

Stoffen die met de natuurlijke humusstoffen eene zeer groote overeenkomst vertoonen, ontstaan bij de verkoling van koolhydraten, bijv. uit zetmeel, suiker of cellulose. De bruine kleur van de caramel berust op een gehalte aan dergelijke kunstmatige humusstoffen, Ook de bruine kleur die geconcentreerd zwavelzuur aanneemt wan-

1) Kiezelzuurplaten op de bekende wijze gemaakt, zorgvuldig uitgewasschen en daarna met een zeer zwak alkalische humusoplossing geïmpregneerd.

2) Een lichter worden van de kleur der voedingsvloeistoffen of het optreden van lichter gekleurde kringen om de enkele kleine bacteriën koloniën die zich op de platen ontwikkelden, kon in geen enkel geval geconstateerd worden.

neer er houtstukjes of papiersnippers invallen, berust op de vorming van kunstmatige humusstoffen uit cellulose.

Men kan echter nog op eene ander wijze kunstmatig verbindingen bereiden die met de natuurlijke humusstoffen eene zekere overeenstemming vertoonen en wel, door de inwerking van looizuren op eiwit.

Wanneer men eene alcalische oplossing van pyrogalluszuur maakt en hierbij voegt een spoor van eene oplossing van fibrine¹⁾ in geconcentreerd azijnzuur en verder met azijnzuur aanzuurt, verkrijgt men een donker bruin neerslag dat van natuurlijke humusstoffen niet te onderscheiden is. Het is de vraag of wij voor de natuurlijke humusstoffen eene wijze van ontstaan moeten aannemen die met de wijze van de kunstmatige caramelhumusstoffen overeenstemt of eene wijze van ontstaan die met die der kunstmatige pyrogalluszuurhumus eenige overeenkomst vertoont. Moeten wij de natuurlijke humusstoffen opvatten als door wateronttrekking en verkoling uit cellulose en andere koolhydraten ontstaan, of moeten wij aannemen dat zij uit looistoffen ontstaan onder inwerking van eiwit?

Blijkbaar is het laatste het geval. Wij kunnen de natuurlijke humusstoffen ten minste ten deele opvatten als (chemische of physische) verbindingen van looizuurderivaten of daarmede chemisch overeenkomende stoffen met eiwitachtige stoffen.

Hiervoor pleit al direct het feit dat looistoffen zeer verbreid voorkomen in het plantenrijk en dat looistoffen over het algemeen niet als voedingsstof voor lagere organismen kunnen dienen.

Voor al verbindingen van looistoffen met eiwitachtige stoffen zijn buitengewoon resistent en voor physiologische ontleding niet vatbaar. Leer is niets anders dan eene verbinding van eiwitachtige stoffen met looistoffen. Uit leer kan men met alcaliën ook weer donker gekleurde verbindingen extraheeren die met de natuurlijke humusstoffen volkomen overeenstemmen.

1) Niet onwaarschijnlijk vervult hier het eiwit gedeeltelijk de physische rol om bij het neerslaan met verdunde zuren de humusstoffen mede neer te slaan, zoodat dus de op deze wijze gevormde humusstoffen feitelijk beschouwd zouden kunnen worden als oxydatieproducten van het pyrogalluszuur, die hun oplosbaarheid in verdunde alcaliën en hunne onoplosbaarheid in zuren te danken hadden aan het eiwit, waarmede zij gemengd zijn. Men zoude dus van een physische verbinding tusschen looizuurderivaat en eiwit kunnen spreken.

Men kan namelijk de gelijke uit pyrogalluszuur bereide humusstoffen (en ook natuurlijke humusstoffen) ook neerslaan met alcaliën en oplossen in zuren wanneer er zich slechts aluin bevindt in de humusoplossing. Zij worden hier met het aluminiumhydroxyde neerslagen bij ammoniak toevoeging en opgelost door verdund azijnzuur.

Verder vervolgd heb ik deze onderzoekingen echter niet, wegens tijdgebrek.

MAYER vermeld dat hij bij talrijke onderzoeken alleen uit looizuur ¹⁾ humusstoffen zag ontstaan.

In de natuur ontstaan dergelijke looizureiwitverbindingen gewoonlijk bij het afsterven van looizuur bevattende weefsels.

Zoo werd door BEHRENS ²⁾ er op gewezen dat de bruinkleuring van vele vruchten bij het afsterven berust op het ontstaan van looizuur eiwitverbindingen. Het looizuur verdwijnt als het ware plotseling bij het afsterven en dit verdwijnen is niet zooals men vroeger aannam. daaraan toe te schrijven, dat het looizuur door de rottingsschimmels als voedsel verbruikt wordt, maar daaraan dat het met het eiwit uit het protoplasma onoplosbare verbindingen vormt, die dus aan de analyse ontsnappen.

Wij moeten aannemen dat dergelijke looizureiwitverbindingen uit het afgestorven plantenweefsel vrij komen, naarmate door de physiologische ontleding de celwanden, het zetmeel enz. langzamerhand verdwijnen. Het looizureiwit dat bij het afsterven van het weefsel ontstond, vinden wij den later als humusstof in den bouwgrond terug.

De verkerning van het hout berust op eene impregnatie van het kernhout met overeenkomstige verbindingen.

Het kernhout biedt wel veel meer weerstand aan de physiologische ontleding als het splinthout, ³⁾ maar valt deze ten slotte toch ook ten offer en dan komt ook hieruit weer eene aanzienlijke hoeveelheid humusstoffen vrij.

Dat men uit kernhout, (bijv. van de djohar) met alcaliën donker gekleurde verbindingen extraheeren kan, die met zuren neergeslagen worden, is zeer gemakkelijk aan te toonen.

Wij hebben dus bij de verkerningsstoffen van het hout en bij het looizureiwit dat bij het afsterven van vele plantenweefsels ont-

1) ADOLF MAYER. Agrikultur chemie II. Fünfte Auflage. S 72.

"Die eigentliche Frage, aus welchen chemischen Körpern die schwarzen Humuskörper sich bilden, scheint niemals gut in Angriff genommen zu sein. Aber die Schwierigkeiten, namentlich in der grossen Zeitdauer der Versuche begründet, sind auch ungewöhnliche. Ich selbst habe alle möglichen organischen Stoffe, auch die verschiedensten Kohlenhydrate und Proteinstoffe in geschlossenen Flaschen mit reinem Sand und Wasser vermischt jahrelang der Zersetzung überlassen und nur aus der Gerbsäure unzweifelhafte Humuskörper erhalten, während doch die Erfahrung der Torfbildung zu lehren scheint, dass zum mindesten auch die Cellulose sich daran beteiligt "

2) BEHRENS. Beiträge zur Kenntniss der Obstfaule. Centralblatt für Bakteriologie, etc. II. Bd. IV. 1893.

Een zeer interessante verhandeling die niet, zooals met de meeste onderzoeken over dit onderwerp het geval is, op een eenzijdig mycologisch standpunt staat, maar langs physiologischen weg een nader inzicht tracht te verkrijgen in de natuur van het parasitisme der verschillende parasieten en hunne inwerking op het levende weefsel.

3) Vermoedelijk moet ook de biologische beteekenis van de verkerning daarin gezocht worden, dat het kernhout daardoor resistenter gemaakt wordt tegen rottingsprocessen, aanvallen van parasitaire schimmels, enz.

staat te doen met humusstoffen die reeds bestaan voordat de physiologische ontleding van de organische stof in den grond een aanvang neemt. Zij worden slechts gedurende de physiologische ontleding vrij gemaakt.

Een zeer aanzienlijk deel van de humusstoffen die wij in den bodem vinden, ontstaat echter gedurende de physiologische ontleding en wordt gevormd door de zwammen en schimmels die bij deze physiologische ontleding een zoo belangrijke rol spelen.

Bruine tot zwarte kleurstoffen komen bij zeer vele schimmels en zwammen in de celwanden voor, dikwijls bijv. bij rustsporen, maar ook bijv. in het mycelium van vele houtaantastende groote hoedzwammen. Door hout dat begint te vermolmen ziet men dikwijls zwarte banden loopen (dergelijk hout wordt door de inlanders wel gebruikt om er handvatsels voor krissen van te maken). Bij onderzoek blijken dergelijke zwarte strepen hun ontstaan te danken te hebben aan het zwart- of donkerbruingekleurde mycelium van Polyporeën. Ook in het weefsel van den hoed van de gewone vuurzwam en zijne verwanten komen dergelijke donkere kleurstoffen voor. Deze kleurstoffen toonen (met enkele uitzonderingen, zooals bijv. de violette kleurstof van het moederkoren ¹⁾) ook weer een groote overeenkomst met humusstoffen. Zij lossen op in alcaliën en slaan neer met verdunde zuren en worden overigens door de gewone oplossingsmiddelen niet opgelost (in tegenstelling met de meeste gele en roode bij zwammen voorkomende kleurstoffen).

Naar alle waarschijnlijkheid hebben wij hier dan ook weer een bron van ontstaan der natuurlijke humusstoffen voor ons. Waarschijnlijk vervullen deze donkere kleurstoffen in het weefsel van dergelijke zwammen een overeenkomstige rol als de verkerningsstoffen in het kernhout en het looizuur in den bast van vele boomen, en wordt namelijk het weerstandsvermogen tegen rotting van de bewuste organen van de zwam er door vergroot.

Dat deze donkere kleurstoffen die men met ammonia uit het weefsel van vele zwammen extraheeren kan, niet voor verdere physiologische ontleding vatbaar zijn, kan gemakkelijk aangetoond worden.

Gewoonlijk ontstaan deze donker gekleurde kleurstoffen uit lichter gekleurde en dan zijn zij af en toe in het lichter gekleurde stadium nog wel oplosbaar in water, alcohol, aether enz., in het donker gekleurde stadium niet meer.

1) Vergelijk ZOPF. Die Pilze.

Men noemt dit verschijnsel waarbij de celwanden van zwammen met donker gekleurde, zeer resistente kleurstoffen worden geïmpregneerd, Melanose. Dat hierbij oxydatie van de oorspronkelijk licht gekleurde stof en ook misschien het neerslaan met eiwitachtige stoffen een rol speelt, is niet onwaarschijnlijk.

Dergelijke donker gekleurde verbindingen die ook weer dezelfde verhouding tegenover alcaliën en zuren vertoonen, ziet men dikwijls niet in de celwanden van den schimmel maar in de omgeving van de cellen optreden.

Volgens BEYERINCK ¹⁾ berust dit verschijnsel in sommige gevallen op oxydatie van organische stoffen van onbekende natuur door verbindingen die (zooals chinon) gemakkelijk zuurstof kunnen afstaan.

Volgens KOSTYTSCHEFF kan, waar dit verschijnsel zich in den grond voordoet, er kwestie zijn van een verbruiken van eventueel aanwezige organische zuren door den schimmel, tengevolge waarvan in het geneutraliseerde substraat gemakkelijker oxydatie (gepaard met zwartkleuring) plaats vindt.

Hoë dit ook zij, zooveel is zeker dat de donkere kleurstoffen die zich bij sommige schimmelculturen in de voedingsbodem vormen, zich dikwijls tegenover alcaliën en zuren geheel als humusstoffen verhouden.

Het komt mij plausibel voor aan te nemen dat de natuurlijke humusstoffen die in den grond voorkomen voor het grootste gedeelte (zoo niet geheel) herkomstig zijn uit de vier hier aangegeven bronnen.

1. Looizuureiwitneerslagen ontstaan bij het afsterven van looizuurhoudende weefsels.

2. Verkerningsstoffen van het hout.

3. Donkere kleurstoffen gevormd in de celwanden van vele zwammen en schimmels.

4. Donkere kleurstoffen gevormd in het substraat in de omgeving van schimmeldraden.

Nadat wij op deze wijze ons een voorstelling omtrent de

¹⁾ BEYERINCK. *Ueber Chinonbildung durch Streptothrix chromogena und Lebensweise dieses Mikroben*. Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. Zweite Abtheilung VI Band, 1900.

herkomst der humusstoffen hebben gevormd ¹⁾ kunnen wij de chemische oxydatie, die zij in de natuur ondergaan, nader beschouwen.

Dat kunstmatige humusstoffen uit suiker of zetmeel bereid in vochtige toestand aan het licht geëxposeerd onder de inwerking van de zuurstof der lucht geoxydeerd werden, schijnt het eerste door BERTHELOT ²⁾ en ANDRÉ aangetoond te zijn.

Deze onderzoekers toonden tevens aan dat ook de natuurlijke uit bouwgrond geïsoleerde humusstoffen zich op dezelfde wijze verhielden.

Door DETMER ³⁾ was er reeds twintig jaar vroeger op gewezen dat sommige humusstoffen reeds bij een temperatuur van 145° een typische verbrandingslucht ontwikkelen, zoodat deze blijkbaar aan de lucht zoo gemakkelijk geoxydeerd worden, dat men bij de bereiding niet bij te hooge temperatuur drogen mag.

Door DÉHÉRAIN ⁴⁾ en DÉMOUSSY werd voor een speciaal geval aangetoond dat zich bij 22° C. uit 100 Gr. niet gesteriliseerde aarde per dag 8,00 c.c. koolzuur ontwikkelde en dat er zich in dezelfde hoeveelheid grond, nadat deze gesteriliseerd was, per dag nog 0,72 c.c. koolzuur vormde.

Deze 0,72 c.c. koolzuur ontstonden blijkbaar door directe chemische oxydatie in hoofdzaak der humusstoffen.

Door deze onderzoekers werd ook aangetoond dat deze hoeveelheid koolzuur die door directe chemische oxydatie gevormd wordt bij verhitting van grond boven de 80° C. zeer aanzienlijk toeneemt,

1) De vorming van natuurlijke humusstoffen kan men zeer gemakkelijk vervolgen wanneer men half onder water gedompelde rietstokken bij rijkelijke luchttoetreding in een met waterdamp verzadigde atmosfeer rollen laat. Er ontwikkelt zich in dit geval op en in de rietstokken een rijkelijke vegetatie van allerlei schimmels, te beginnen met de roodrotschimmel, *Hyphocrea sacchari*, *Aspergillus* soorten, een enkele maal *Thielaviopsis chaeiticus*, *Coremium* vormen van diverse *Penicillium*soorten enz. enz. Weldra worden deze verdrongen door *Myxomyceten*, verschillende bacteriën en myceliumvormen van diverse niet nader te determineeren schimmels, die wij later als wortelschimmel No. 5 en als semiparasitaire wortelschimmels nog nader zullen bespreken.

Verschillende dieren, in de vloeistof amoeben en infusoriën, in het rottende weefsel nematoden en larven van kleine vliegen en kevertjes, aan de oppervlakte mijnen nemen aan de ontleding van de organische stof deel.

De geheele rottende massa kleurt zich langzamerhand zwart, hoofdzakelijk tengevolge van donker bruine en zwarte myceliën, die de geheele massa doorwoeren. De vloeistof neemt na verloop van een week of vijf, zes en duidelijk bruine kleur aan, die langzamerhand donkerder wordt, en vertoont een duidelijk alkalische reactie. Deze bruine kleur berust op de aanwezigheid van humusstoffen.

Wanneer men deze donkerbruine oplossing afgiet en nieuw water opgiet, kleurt zich dit ook betrekkelijk spoedig bruin door nieuw gevormde of op nieuw opgeloste humusstoffen. Men kan op deze wijze in den tijd van een maand of vijf, zes, betrekkelijk aanzienlijke hoeveelheden humusstoffen, die zich in de rottende massa gevormd hebben, verzamelen.

Bij rijkelijke luchttoetreding schijnt als gasvormig ontledingsproduct uitsluitend koolzuur op te treden.

2) BERTHELOT en ANDRÉ. *Ueber die freiwillige Oxydation der Humussäure und der Pflanzenerde*. Comptes rendus 1892. Referaat Biedermann's Centralblatt 21.

3) DETMER. *Die natürlichen Humuskörper des Bodens und ihre landwirthschaftliche Bedeutung*. Landwirtschaftliche Versuchstationen XIV 1871.

4) DÉHÉRAIN et DÉMOUSSY. *Ueber die Oxydation der organischen Substanzen des Bodens*. Annales agronomiques XXII Referaat Wollny Forschungen 19.

zoodat dus blijkbaar bij deze hoogere temperaturen de directe oxydatie der humusstoffen veel energiekeer plaats vindt.

Wanneer men een oordeel wil verkrijgen over de intensiteit van de ontleding de organische stof in den grond, is het zeer lastig een scheiding te maken tusschen physiologische en directe chemische oxydatie. Men heeft wel eenige aanwijzingen dat in sommige gevallen het eene, in andere gevallen het andere proces de overhand heeft en men kan door proeven met sterilisatie zooals door DÉHÉRAIN en anderen verricht, in enkele speciale gevallen wel nagaan, hoe ongeveer de verhouding tusschen physiologische oxydatie en directe chemische oxydatie is, in den regel moet men zich echter vergeeuen beide te samen te vatten en de intensiteit van de ontleding der organische stof te meten aan de totale hoeveelheid koolzuur die in den grond ontwikkeld wordt.

Onderzoekingen over de hoeveelheid koolzuur die in den grond ontwikkeld wordt, zijn er zeer talrijke verricht geworden door EBERMAIER, MÖLLER, PETERSEN, SCHLOESING, WOLLNY en anderen. In verreweg de meeste gevallen was het er bij deze onderzoekingen niet om te doen om een inzicht te krijgen in de intensiteit van de ontleding der organische stof, maar stelde men zich ten doel om het gehalte aan koolzuur van de bodemlucht te bepalen.

Aan dit gehalte van de bodemlucht aan koolzuur heeft men zeer groote waarde gehecht (meer dan m.i. noodig was) onder de invloed van de LIEBIG'sche mineraalvoedingsleer. Er was namelijk reeds in 1859 door STÖCKHARDT ¹⁾ aangetoond dat door toevoer

1) STÖCKHARDT. *Ueber den Einfluss welche eine Zufuhr von Luft, Kohlensäure und Ammoniak zu dem Boden auf das Pflanzenwachthum und die Aufschliessung der Bodenbestandtheile ausübt.* Landwirthschaftliche Versuchsstationen I. 1859.

STÖCKHARDT nam proeven waarbij door den grond waarin planten gekweekt werden, lucht, lucht met koolzuur of met koolzuur en ammoniak heengeleid werd, en bepaalde de hoeveelheden door de plant opgenomen en in den grond oplosbaar gemaakte aschbestanddeelen aan het einde der groeiperioden.

Zoo toonde hij een zeer belangrijke invloed van het koolzuur op de verwerking aan.

Hij vond:

	Zonder lucht.	Lucht.	Lucht + Koolzuur	Lucht, Koolzuur en Zuurstof.	Lucht, Koolzuur en Ammoniak.
Geoogste asch	0,52	0,95	1,12	1,01	1,18
In 6 kilo grond aanwezige oplosbare aschbestanddeelen na de oogst.	1,52	2,76	3,87	2,90	3,62
Totaal	2,04	3,71	4,99	3,91	4,80

Overeenkomstige proeven omtrent den invloed die door een hoogere temperatuur op de verwerking uitgeoefend wordt, werden door PETERS genomen. Landwirthschaftliche Versuchsstationen IV, 1862.

van koolzuur tot den grond de verweering van de minerale bestanddeelen van de bouwgrond in sterke mate bevorderd worden kan.

Het resultaat van al deze proeven ¹⁾ kan men in het kort samenvatten als volgt. Het koolzuurgehalte van de grondlucht varieëert zeer sterk, bij de proeven van EBERMAIER tusschen 4,5 en 27% (volume percenten) en is afhankelijk van de temperatuur, de vochtigheidstoestand, de structuur, de losheid, het klei, zand, kalk en humusgehalte van den grond, in het kort van allerlei physische en chemische factoren.

In hoofdzaak kunnen natuurlijk, zooals à priori te verwachten was, deze factoren gebracht worden tot twee groote groepen, en kunnen wij zeggen dat het koolzuurgehalte van de grondlucht afhankelijk is van de hoeveelheid koolzuur die er in den grond gevormd wordt en van de snelheid waarmede het gevormde koolzuur uit den grond verdwijnt.

Van de onderzoeken die voor ons doel van belang zijn komen eigenlijk alleen die van PETERSEN en van KELLER in aanmerking.

PETERSEN ²⁾ toonde aan dat de ontleding van de organische stof in den grond door toevoeging van koolzure kalk sterk bevorderd kan worden.

Zoo vormde een hoeveelheid grond die 1,333 K.G. droge stof en 1,98% humus bevatte in den tijd van zestien dagen 915 m.Gr. koolzuur. Een zelfde hoeveelheid grond ontwikkelde na toevoeging van $1\frac{1}{2}\%$ koolzure kalk in dezelfde tijd bijna de driedubbele hoeveelheid d. w. z. 2616 m.Gr koolzuur. Dat wij in dergelijke gevallen werkelijk met een vermeerderde ontleding van de organische stof te doen hebben en niet met de ontwikkeling van koolzuur uit het

1) EBERMAIER. *Mittheilungen über den Kohlensäuregehalt eines bewaldeten und nicht bewaldeten Bodens*. Landwirthsch. Versuchsstationen XXIII, 1879.
Untersuchungen über die Bedeutung des Humus als Bodenbestandtheil und über den Einfluss des Waldes, verschiedener Bodenarten und Bodendecken auf die Zusammensetzung der Bodenluft. Wollny Forschungen XIII, 1890.

MÖLLER. *Ueber freie Kohlensäure im Boden*. Referaat Biedermann's Centralblatt VII, 1879. S. 631.

SCHLOESING. *Ueber die Zusammensetzung der Bodenluft*. Comptes rendus 1889. Referaat Biedermann's Centralblatt. 19.

WOLLNY. *Die Wirkung der Erache*. Allgemeine Hopfenzeitung 1879. Referaat Biedermann's Centralblatt. 9.

" *Untersuchungen über den Einfluss der Pflanzendecke und der Beschattung auf den Kohlensäuregehalt der Bodenluft*. WOLLNY Forschungen III 1880.

" *Untersuchungen über den Einfluss der physikalischen Eigenschaften der Bodens auf dessen Gehalt an freier Kohlensäure*. WOLLNY Forschungen IV, 1881.

" *Untersuchungen über den Einfluss der Farbe der Bodens auf dessen Feuchtigkeitsverhältnisse und Kohlensäuregehalt*. WOLLNY Forschungen XII, 1889.
 etc. etc. usque ad infinitum.

2) PETERSEN. *Ueber der Einfluss des Mergels auf die Bildung von Kohlensäure und Salpetersäure in Ackerboden*. Landwirthschaftliche Versuchstationen XIII, 1870.

Deze onderzoeken werden onder leiding van FRANZ SCHULZE (vergelijk de noot in het begin van dit hoofdstuk) verricht.

carbonaat blijkt uit de proeven van KELLER ¹⁾ waarbij direct de hoeveelheid organische stof in den grond bepaald werd.

Herbij werd grond met 5% sojaboonenmeel vermengd en bleek er na 6 weken uit den grond zonder kalktoevoeging 3,24 % resp. 2,21 %, uit den grond met kalktoevoeging 13,58 % resp 5,85 % der organische stof verloren gegaan te zijn.

Wat nu de kwestie van de intensiteit der ontleding van de organische stof in den grond betreft, zoo komt men nog herhaaldelijk de verkeerde voorstelling tegen, dat deze ontleding in de tropen zeer veel intensiever verlopen zoude dan in de gematigde luchtstreek. Om dit aan te nemen bestaat geen een redelijke grond. Wanneer wij hier over het algemeen zeer weinig humus vinden in de gronden die lang in cultuur zijn, dan is dit uitsluitend daaraan toe te schrijven dat er hier in de tropen in den regel niet genoeg voor humus-toevoer tot den bouwgrond zorg gedragen wordt.

Reeds MAYER ²⁾ maakt er opmerkzaam op dat de voorstelling van BOUSSINGAULT alsof in de tropische laaglanden de ontleding van de organische stof zoo snel verlopen zoude dat er bijv. van turfvorming geen kwestie zoude kunnen zijn, niet juist is, want dat bijv. de boschgronden in de tropen dikwijls bijna uitsluitend uit humusstoffen bestaan. Ook door VAN BIJLERT wordt melding gemaakt van veenachtige gronden in Deli.

In onze Indische natuurwetenschappelijke literatuur vindt ik typische turfvorming herhaaldelijk ³⁾ vermeld. Zoo onderzocht BERNELOT MOENS een turfsoort die bij een watergehalte van 17,61 %

1) KELLER, SAKAKO, FATO en EHINJO. *Über die Wirkung der Dungung mit Kalk, besonders auf sumpfigen (Reis)Feldern* Imp. Univ. Tokio. Coll. of Agric. Bull. XI, 1891. Referaat Biedermann's Centralblatt 20.

2) ADOLF MAYER. *Agrikulturchemie* II 5e Aufl. S. 71.

Boussingault hat wertvolle Beobachtungen mitgeteilt über des Einfluss der Temperatur auf die Verwesung, über den verschiedenen Verlauf dieses Processes in verschieden warmen Klimaten. Die Zersetzung organischer Ueberresten soll nach diesen Forscher unter den Tropen ganz anders verlaufen und z. B. Torf in den heißen Zonen eine ganz unbekannte Bildung sein. Dasselbe soll der Zerfall organischer Stoffen unter Wasser vor sich gehen unter Bildung von Kohlensäure und Sumpfgas. Erhebt man sich aber in derselben Zone einige tausend Füsse über den Meeresspiegel, z. B. auf das Plateau der Anden, wo eine mittlere Temperatur herrscht von 8–10° C., da beginnt nach diesem Autor auch wieder die Torfbildung."

3) BERNELOT MOENS. *Onderzoek eener turfsoort voorkomende nabij de dessa Djoegelang, in de residentie Besoeki*. *Natuurk. Tijdschr. v. N. I.* XXVIII, 1865. *Over veenlagen in den kuststreken van tropische gewesten*. *Natuurk. Tijdsch. v. Ned. Ind.* XXVII. 1864.

LEDELING. *Fotanische wandeling in de omtrek van Lidara-tjina*. *Natuurkundig Tijdschr. v. Ned. Ind.* XXXI. 1870.

VLAANDEREN. *Onderzoek van turf voorkomendeten Zuiden van Djenoe. (Rembang)*. *Natuurk. Tijdsch. v. Ned. Ind.* XXVIII. 1865.

Over de typische veenvorming, met daarin ingesloten boomstammen, in de vlakte van Ambarawa vergelijk: JUNGHUN Jara III. *Deutsche Ausgabe*. Leipzig 1857.

VAN MUSCHENBLOEK. *Verslag omtrent de afdeling Ambarawa, na de aardbevingen te Ambarawa*. *Willem I en Ranjoe I roec*. *Natuurk. Tijdsch. v. Nederl. Indië* XXIX. 1867.

STOOP. *Verslag van een onderzoek naar het ontstaan van een eilandje dat zich in de nacht van 4 op 5 Februari 1855 in de Rivaah Pei-ang heeft gevormd*. *Natuurk. Tijdsch. v. Ned. Ind.* XLV. 1886.

en een aschgehalte van 27,07 % voor meer dan de helft, 55,32 % uit organische stof bestond.

VLAANDEREN beschijft een tamelijk uitgestrekte (omstreeks 34 bouw) veenlaag van $\frac{1}{2}$ à $1\frac{1}{2}$ voet dikte, die in de residentie Rembang $\frac{1}{2}$ à 2 voet onder de oppervlakte van den grond voorkomt. Dit veen bevatte 25,90 % organische stof tegen 51,88 % asch.

De hoofdoorzaak dat men in de kuststreken van tropische gewesten zoo zelden veenvorming aantreft, zal vermoedelijk niet zoo zeer in de temperatuur als wel in de regenverdeeling gezocht moeten worden.

In het volgende hoofdstuk zullen wij onze eigen onderzoekingen over de ontleding van de organische stof in den grond behandelen.

Het is daarbij ons doel om te komen tot een vergelijking van de hoeveelheid organische stof die hier aan onze rietgronden toegevoerd wordt met de hoeveelheid die door ontleding uit deze gronden verdwijnt.

Een dergelijke natuurlijk slechts in zeer grove trekken opge- maakte humusbalans ¹⁾ moet ons het antwoord leveren op de vraag of het mogelijk zoude zijn door toevoer van organische stof, zoo noodig de structuur van onze rietgronden in stand te houden of te verbeteren.

1) DETMER l.c.

„De alten Statiker und besonders THAER stützten ihre ganze praktische Ausführung des Ersatzes auf die Anschauung dass man dem Boden soviel organische Stoffe wiedergeben müsse, als man ihm entnommen habe. Wenngleich diese Ansichten unserer jetzigen wissenschaftlichen Erkenntniss nicht mehr widerstehen können, so liegt doch ein gewisses berechtigtes Moment in ihnen. Durch eine derartige Handhabung des statischen Princips wurde dem Acker doch in vielen Fällen stets eine genügende Quantität Humus erhalten, der ja einer der wichtigsten Factoren der Fruchtbarkeit ist.

Der Landwirth muss ähnliche Grundsätze unter den meisten Umständen auch noch heute berücksichtigen.....”

HOOFDSTUK V.

Onderzoekingen over de ontleding van organische stoffen in den grond.

(Met 4 tekstfiguren.)

De door mij over dit onderwerp verrichtte onderzoekingen hebben zich in drie richtingen uitgestrekt en wel.

A. Bepalingen van de hoeveelheden koolzuur die onder verschillende omstandigheden door verschillende grondsoorten ontwikkeld worden.

B. Bepalingen van de verhouding waarin onder verschillende omstandigheden en door verschillende grondsoorten naast koolzuur verbrandbare gassen (methaan en waterstof) ontwikkeld worden.

C. Directe bepalingen van de achteruitgang van het totale gehalte aan organische stof in verschillende bouwgronden, die gedurende twee maanden intensief bewerkt geworden waren.

Wij zullen eerst het een en ander over de methodiek der onderzoekingen mededeelen.

A. Om te bepalen hoeveel koolzuur onder verschillende omstandigheden door verschillende grondsoorten ontwikkeld wordt hebben wij niet de grondlucht geanalyseerd, (zooals reeds gezegd is het koolzuurgehalte van de grondlucht niet alleen een functie van de intensiteit der koolzuurontwikkeling in den grond, maar ook van de snelheid waarmede het gevormde koolzuur uit den grond ontwijkt) maar wij hebben direct de hoeveelheid koolzuur gemeten die uit een bepaalde hoeveelheid grond ontleek.

Van de te onderzoeken grond werd een bepaalde hoeveelheid, varieerende tusschen $\frac{1}{2}$ en 5 kilo in een flesch of onder een getubuleerde klok gebracht. Wanneer men dan door koolzuurvrije lucht de lucht uit de flesch of onder de klok verdrijft en in de uitgedreven lucht het totale gewicht aan koolzuur bepaalt, en dergelijke bepalingen gedurende eenige dagen herhaalt, kan men bepalen hoeveel koolzuur telkens in de periode die tusschen twee bepalingen verloopt uit den grond ontleken is.

De lucht wordt dus niet zooals in de proeven van SCHULZE,

KOSTYSCHIEFF, TROMP DE HAAS ¹⁾ en anderen het geval was door de te onderzoeken grond heengeleid. Wanneer men dit doet, teneinde op deze wijze een oordeel te verkrijgen over de intensiteit van de humusontleding in den grond, wordt namelijk door de voortdurende luchtversching de ontleding van de humus en daarmee dus de koolzuurontwikkeling buitengewoon sterk bevorderd, en men krijgt dus resultaten waarvan men à priori zeggen kan dat zij zeer sterk afwijken zullen van de gezochte waarden.

De lucht die zich boven de te onderzoeken grond bevindt wordt bij mijne proeven gedurende de bepaling langzamerhand ververscht en door koolzuurvrije lucht vervangen. In dit opzicht hebben wij dus een toestand die geheel overeenstemt met de natuurlijke toestand, waarbij ook voortdurend aan de oppervlakte van den grond luchtversching plaats vindt. Bij een dergelijke methode van onderzoek wordt weldra, zooals ook in de natuur het geval is, in den grond een evenwichtstoestand bereikt, waarbij evenveel koolzuur naar buiten diffundeert als er nieuw gevormd wordt. Is eenmaal deze evenwichtstoestand bereikt en dit is reeds zeer spoedig het geval, dan bepalen wij dus feitelijk bij onze methode van onderzoek de hoeveelheid koolzuur die onder de in de natuur heerschende omstandigheden in een dergelijke hoeveelheid grond in een bepaalde tijd ontwikkeld wordt.

Het uitdrijven van de lucht geschiedde niet, zooals gewoonlijk bij dergelijke proeven het geval is, met een aspirator maar met een perspirator. Er wordt dus geen lucht door de proefinstallatie heen gezogen, maar er wordt lucht door heen geperst. De perspirator waarvan gebruik gemaakt werd is van zink, model gas-

1) TROMP DE HAAS *Proeven omtrent nitrificatie en dehumificatie in den bodem.* Teijsmannia X, 1900.

Door grond met en zonder toevoeging van calciumcarbonaat werd gedurende zes maanden lucht geleid en het humusgehalte bij het begin en bij het einde der proef bepaald.

	Oorspronkelijk humusgehalte.	Gehalte aan humus bij het einde der proef.
100 Gram grond + 50 Gram water	8,7 %	8,2 %
100 Gram grond + 50 Gram water + 200 m.Gr. Zwav. Amm.	8,7 %	8,15 %
100 Gram grond + 50 Gram water + 200 m.Gr. Zw. Amm. + 1 Gr. Ca CO ₂	8,7 %	7,9 %
100 Gram grond + 50 Gr. water + 200 m.Gr. Zw. Amm. + 5 Gr. Ca CO ₂	8,7 %	7,4 %

ketel, met een inhoud van omstreeks 100 L. De noodige druk wordt verkregen door de ketel met steenen en gewichten te bezwaren.

Het gevormde koolzuur werd bepaald door opvangen in een natronkalkbuis en weging.

De lucht die uit de perspirator komt, passeert dus eerst een natronkalkbuis om haar koolzuurvrij te maken en wordt daarna over de oppervlakte van den grond geleid. Daarna passeert deze lucht een chloorcalciumbuis of een zwavelzuurflesch, ten einde gedroogd te worden en wordt daarna door de natronkalkbuis geleid. Voor nauwkeurige bepalingen moet achter de natronkalkbuis nog een zekerheids chloorcalciumbuisje worden geplaatst dat gezamenlijk met de natronkalkbuis gewogen wordt.

Aan absoluut droge lucht geeft natronkalk namelijk een geringe hoeveelheid water af, en zoo kan het wel voorkomen dat men zonder zekerheidschloorcalciumbuis een geringe achteruitgang in gewicht van den natronkalkbuis constateert, in plaats van de verwachte gewichtstoename.

Zelfs bij onze bepalingen waarbij het zich (zooals wij zullen zien) om tientallen en honderdtallen milligrammen handelt en waarbij dus de nauwkeurigheid van een elementairanalyse volstrekt overbodig is, kan toch in dit waterverlies van de natronkalk een bron van grove fouten gelegen zijn, zoodat hiermede wel degelijk altijd rekening gehouden dient te worden.

Hoe groot dit gewichtverlies voor een natronkalkbuis, waar droge lucht doorgeleid wordt, zijn kan, blijkt uit de volgende contrôle proef.

30 Juli werd een natronkalkbuis inhoudende omstreek 40 gram natronkalk door een leiding met de perspirator verbonden, tusschen de natronkalkbuis en de perspirator een ander natronkalkbuis en een chloorcalciumbuis ingeschakeld en achter de natronkalkbuis een zwavelzuur waschflesch geplaatst. Een dergelijke waschflesch aan het eind van het apparaat dient ter contrôle van de snelheid waarmede de lucht door het apparaat heenstroomt. De opvolging was dus perspirator, 1^o natronkalkbuis om het koolzuur op te vangen, chloorcalciumbuis, tweede natronkalkbuis (die gewogen werd), zwavelzuurwaschflesch.

Datum.		Gewicht natronkalk in gram- men.	Gewichts- verlies.
30 Juli.	gedurende <i>omstreeks twee uur</i> droge lucht doorgeleid.		
31 Juli.	gedurende <i>omstreeks twee uur</i> droge lucht doorgeleid, daarna gewogen.	65,396	
1 Aug.	gedurende <i>omstreeks twee uur</i> droge lucht doorgeleid, daarna gewogen.	65,383	0,013
2 Aug.	gedurende <i>omstreeks twee uur</i> droge lucht doorgeleid, daarna gewogen.	65,376	0,007
3 »	gedurende <i>omstreeks twee uur</i> droge lucht doorgeleid, daarna gewogen.	65,365	0,011
4 »	gedurende <i>omstreeks acht uur</i> droge lucht doorgeleid, daarna gewogen.	65,335	0,030
5 »	gedurende <i>omstreeks vier uur</i> droge lucht doorgeleid, daarna gewogen.	65,319	0,016
6 »	gedurende <i>omstreeks zes uur</i> droge lucht doorgeleid daarna gewogen.	65,296	0,023
7 »	gedurende <i>vier en twintig uur</i> droge lucht doorgeleid, daarna gewogen.	65,200	0,096
8 »	gedurende <i>vier en twintig uur</i> droge lucht doorgeleid, daarna gewogen.	65,155	0,045
9 »	gedurende <i>vier en twintig uur</i> droge lucht doorgeleid, daarna gewogen.	65,120	0,035
	totaal <i>omstreeks 100 uur</i> droge lucht doorgeleid.		0,276

Wij zien dus dat natronkalk aan droge lucht die er over heen geleid wordt, betrekkelijk aanzienlijke hoeveelheden waterdamp afgeven kan. Nadat er gedurende omtreeks 100 uur droge lucht over heen geleid is, heeft de natronkalk meer dan $\frac{1}{2}\%$ aan gewicht verloren.

Het is dus zaak om, wanneer de proeven ten minste niet een zeer voorloopig en uitsluitend oriënteerend karakter hebben, de natronkalkbuis altijd met een chloorcaliumveiligheidsbuisje te verbinden.

Voor de gewone bepaling omtrent de ontwikkelde hoeveelheid koolzuur krijgt men dus een opstelling zooals in tekstfiguur 1 aangegeven.

Fig. 1.

Wij moeten bij deze bepalingen natuurlijk iedere dag zoolang droge lucht doorleiden tot de lucht, die zich in de flesch boven den grond bevindt, zoo goed als koolzuurvrij is. Het is voor ons doel

in den regel voldoende door te spoelen met een hoeveelheid lucht die omtreeks zes tot acht maal zoo groot is als het luchtvolume in de flesch.

Wil men de ontwikkeling van koolzuur bij afwezigheid van zuurstof nagaan, dan is het natuurlijk zeer eenvoudig om in plaats van de luchtperspirator een waterstofstoestel met het apparaat te verbinden.

Het is in dit geval rationeel om de ontwikkelde waterstof die, vooral wanneer men ijzer gebruikt, (kleine draadnagels zijn een zeer geschikt materiaal wanneer men groote hoeveelheden waterstof maken moet) sterk verontreinigd is met allerlei onaangenaam riekende verbindingen, eerst een sublumaat waschflesch te laten passeeren. Men gebruikt hiervoor een oplossing van sublumaat in water, om het sublumaat gemakkelijker te doen oplossen voegt men er wat keukenzout aan toe.

De waterstof moet natuurlijk ook koolzuurvrij gemaakt worden en dus een natronkalkbuis passeeren.

Bij het wegen van de natronkalkbuis (met de bijbehorende veiligheidsbuis) waarin het koolzuur opgevangen wordt, moet men in dit geval bedacht zijn op de gewichtsvermindering die een gevolg is van het verdringen van de lucht uit deze buizen door waterstof.

1 c.c. lucht weegt omstreeks 1,4 m.Gr., 1 c.c. waterstof nog niet 0,1 m.Gr., voor iedere c.c. lucht die verdrongen wordt, neemt dus het gewicht van de natronkalkbuis met ruim 1,3 m.Gr. af. Bij de volumina die hier in aanmerking komen (voor een natronkalkbuis met bijbehorende chloorcalciumbuis in gevulde toestand allicht om en bij de 80 c.c. lucht) is hier dus kwestie van gewichtsverminderingen die 100 m.Gr. en meer kunnen bedragen.

Bij zeer nauwkeurige bepalingen is het dan ook noodig, met het oog op het snelle diffundeeren van de waterstof, de buisjes voor de weging te sluiten, komt het niet op zeer groote nauwkeurigheid aan en loopt het wegen spoedig af, dan behoeft men van deze voorzorgsmaatregel geen gebruik te maken.

B. Wanneer men behalve het koolzuur ook de verbrandbare gassen die zich in den grond ontwikkelen bepalen wil, is de eenvoudigste wijze deze gassen te verbranden en als koolzuur en water te wegen.

Men leidt dus het gedroogde gasmengsel eerst door een na-

tronkalk- met bijbehorende veiligheidsbuis om het koolzuur te bepalen dat zich oorspronkelijk in het mengsel bevindt. Daarna wordt het koolzuurvrije gasmengsel geleid door de een of andere inrichting waarin eventueele brandbare gassen totaal verbrand worden. Achter deze verbrandingsinrichting plaats men dan eerst een chloorcalcium buis en daarna weer een natronkalk- met bijbehorende veiligheidsbuis.

In de chloorcalciumbuis wordt het bij de verbranding ontstane water, in de natronkalkbuis het bij de verbranding ontstane koolzuur gewogen.

Een gewichtstoename van de chloorcalciumbuis alleen zoude onmiddellijk aantoonen dat er uitsluitend waterstof als brandbaar gas in het onderzochte gasmengsel voorkwam. Een gewichtstoename uitsluitend van de natronkalkbuis zouden alleen te verklaren zijn uit de aanwezigheid van koolmonoxyd en de afwezigheid van waterstof en methaan.

Is er uitsluitend methaan in het mengsel dan moet het gewicht van de natronkalkbuis en dat van den chloorcalciumbuis in een bepaalde verhouding toenemen en wel in de verhouding van 11 : 9.

$\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$. Het moleculair-gewicht van CO_2 is 44 ($2 + 16 + 12$) dat van water 18.

Om deze verbranding te doen plaats vinden, kan men gebruik maken van een buis met fijn gekorrelt koperoxyd, zooals dit bij de elementair analyse gebruikelijk is.

Deze methode is bijv. toegepast door URBAIN ¹⁾ bij zijne onderzoekingen omtrent het verdwijnen van het methaan uit de atmosfeer, waarin deze onderzoeker tot de zeer merkwaardige conclusie komt dat methaan in betrekkelijke aanzienlijke hoeveelheden door de groene plant opgenomen en verbruikt zouden worden.

In het eerst hebben wij ook bij onze proeven van koperoxyd als oxydatiemiddel gebruik gemaakt, het bleek echter weldra dat men met evenveel succes in plaats van over dofroodgloeiend koperoxyd het gasmengsel kan leiden door een gloeiende buis. Er is namelijk altijd zuurstof genoeg in het mengsel aanwezig (en zoo niet dan kan men deze gemakkelijk toevoeren) om in aanraking met een lichtroodgloeiende oppervlakte de eventueel aanwezige waterstof en methaan volledig te verbranden. Zoo maakten wij dan ook gebruik van de bekende bij Roze kroesjes behoorenden porceleinen buisjes die in het midden met een flinke gasvlam (of Bunsen

1) URBAIN. *Ueber das Verschwinden des Methans in der Atmosphäre*. Comptes rendus 1901
Referaat Biedermann's Centralblatt 1901.

spiritusbrander) tot lichtroodgloeihitte verhit werden. Wanneer de lucht die sporen methaan of waterstof bevat niet al te snel door een dergelijk buisje geleid wordt, kan men er zeker van zijn dat methaan en waterstof volledig verbrand worden.

Bij deze onderzoeken over de ontwikkeling van waterstof en methaan uit den grond moet men er rekening mede houden, dat de laboratoriumslucht lang niet altijd vrij is van de aanwezigheid van sporen methaan, waterstof of koolmonoxyde.

Voor al wanneer men tegelijkertijd met dergelijke onderzoeken ook proeven in gang heeft over anaerobe culturen in een waterstof-atmosfeer is hier een gewichtige bron van fouten. Verder schijnt ook in een zinken perspirator zooals door mij gebruikt werd, bij de aanraking van zink en water een spoor waterstof ontwikkeld te worden.

Het is dan ook noodzakelijk om de lucht die uit de perspirator komt eerst een dergelijk verbrandingsbuisje te laten passeeren ten einde haar van methaan en waterstofsporen te zuiveren.

De opstelling van een dergelijke proef, waarbij men dus wil onderzoeken of er ook behalve koolzuur, methaan en waterstof in den grond ontwikkeld worden, kunnen wij door het in tekstfiguur 2 afgebeelde schema voorstellen.

In sommige gevallen wenschte ik te onderzoeken of de gasen die ontstaan wanneer de ontleding van de humus zonder toetreding van zuurstof plaats vindt, ook waterstof en methaan bevatten. In dit geval kunnen wij natuurlijk geen gebruik maken van een waterstofatmosfeer, omdat wij later juist naar het optreden van waterstof een onderzoek willen instellen.

Eerst trachte ik gewone lucht te laten strijken door een tweetal waschflesschen met alkalische pyrogalluszuuroplossing ¹⁾ het bleek dat hierbij de zuurstofabsorptie niet in voldoende mate geschiedde. Men zoude vermoedelijk wel door een geheele reeks achter elkander geschakelde pyrogalluszuurwaschflesschen de doorstrijkende lucht zuurstofvrij kunnen maken, een dergelijke installatie wordt echter zeer gecompliceerd.

Veel energiever dan bij alkalische pyrogalluszuuroplossing is de zuurstofabsorptie in een phosphorwaschflesch, een gewone Erlemeyerkolf met dubbel doorboorde stop waarin wij wat zand en een paar stukjes witte phosphorus brengen.

Ook deze methode heeft echter allerlei bezwaren, het verbruik

1) Alkalische pyrogalluszuuroplossing is als zuurstofabsorbeerend middel bij rookgasanalyse en ook af en toe bij de bacteriologie in gebruik.

van phosphorus is zeer aanzienlijk en volkomen zuurstofvrij verkrijgt men de stikstof op deze wijze toch ook niet zoodat ik er ten slotte toe overging om voor dergelijke proeven stikstof te maken.

Fig. 2.

De eenvoudigste methode hiervoor is wel die uit kaliumnitriet en ammoniumchloride.

Op de wijze zooals door REMSEN ¹⁾ aangegeven lost men gelijken gewichtshoeveelheden kaliumnitriet, ammoniumchloride en dubbelchroomzure kali gezamenlijk in weinig water op en verhit zeer voorzichtig ²⁾ op een waterbad.

Men kan een dergelijk stikstofoestelletje dan onmiddellijk met het apparaat verbinden, het gas wordt dus eerst nog door een natronkalkbuis en dan onmiddellijk in de flesch met grond geleid.

Om nu echter in het gasmengsel dat uit de flesch met grond verdreven wordt de aanwezigheid van verbrandbare gassen na te gaan, kan men niet zonder meer de boven aangegeven methode volgen. Leidt men toch een dergelijk mengsel van stikstof met methaan en waterstof door een verbrandingsbuisje, dan kan er wegens de afwezigheid van zuurstof geen verbranding plaats vinden. Men kan nu in plaats van het verbrandingsbuisje weer een buis van moeilijk smeltbaar glas met gekorrelt koperoxyd nemen, het is echter eenvoudiger het te analyseeren gas met gewone van koolzuur, waterstof en methaan bevrijde lucht te vermengen en daarna het porceleinen verbrandingsbuisje te laten passeeren. Een dergelijke toevoerleiding voor lucht kan zonder moeite aangebracht worden. Men krijgt dan het in nevenstaand tekstfiguur 3 voorgestelde schema.

Het is hierbij natuurlijk zaak de stikstofontwikkeling en de luchttoevoer zoodanig te reguleeren, dat de snelheid van doorstroming door het tweede verbrandingsbuisje niet te groot wordt en er toch voldoende lucht wordt toegevoerd om volledige verbranding te doen plaats grijpen.

C. Hiervoor werden dezelfde gedurende twee maanden intensief bewerkte grondmonsters gebruikt, die reeds in het hoofdstuk over de doorlatendheid van den bouwgrond vermeld werden.

Het gehalte aan organische stof werd bepaald door verbranding en bepaling van de hoeveelheid ontwikkeld koolzuur.

De methode van oxydatie der organische stof met chroomzuur of met kaliumbichromaat en zwavelzuur, geeft te lage resultaten en de fout is bij deze methode niet constant en afhankelijk van de natuur van de organische stof die in den grond voorkomt. Volgens onderzoekingen van LOGES ³⁾ wordt bij deze methode bijv.

1) REMSEN. Einleitung in das Studium der Kohlenstoffverbindungen.

2) De gasontwikkeling kan namelijk plotseling beginnen en zeer onstuimig verlopen.

3) LOGES. Landwirthschaftliche Versuchsstationen XXVIII, 1883.

Ook bij de analyse van zuivere humusstoffen constateerde hij een aanzienlijke fout en kon slechts 91 % van de koolstof als koolzuur terugvinden.

Het was daarom wenschelijk bij de bepaling der organische stof van verbranding gebruik te maken, echter indien mogelijk de methode der elementairanalyse zoodanig te vereenvoudigen dat de duur van het onderzoek verminderde, dat er geen voortdurende contrôle bij noodig was, dat men het onderzoek verrichten kon zonder een gasoven voor elementairanalyse en zonder bezwaar in een goed ingericht fabriekslaboratorium zoude kunnen toepassen.

Het principe van de door mij toegepaste wijziging berust eenvoudig op de toevoeging van het een of andere sterke oxydatiemiddel aan de te onderzoeken grond. Als gevolg hiervan verkrijgt men reeds een volledige verbranding bij veel lager temperatuur dan bij de gewone elementairanalyse.

Eerst werd getracht door toevoeging van kalisalpeter aan den te onderzoeken grond, bij betrekkelijk lage temperatuur, een volledige verbranding van de organische stof in den grond te verkrijgen. Men verkrijgt op deze wijze inderdaad ook wel een volledige ontleding der organische stof maar een deel van de koolstof ontwijkt in dit geval niet als koolzuur maar zet zich om tot kaliumcarbonaat. Deze storenden reactie kan men vermijden wanneer men in plaats van kaliumnitraat gebruik maakt van kaliumchloraat. Hierbij kan men een volledige verbranding krijgen bij betrekkelijk lage temperatuur en al de koolstof uit den organische stof ontwijkt hierbij als koolzuur.

In tekstfiguur IV is de installatie, die voor deze onderzoekingen door mij gebruikt werd, schematisch weergegeven.

Om de verbrandingsbuis die niet langer behoeft te zijn dan omstreeks 20 c.M. wordt een mantel van kopergaas en asbest aangebracht. In de verbrandingsbuis wordt een platinaschuitje geschoven waarin 5 Gr. van de te onderzoeken grond. Boven op deze grond wordt $1\frac{1}{2}$ à 1 Gr. fijn gestooten kaliumchloraat gestrooid. Het platinaschuitje bevindt zich tusschen twee asbestproppen.

Bij het begin van het onderzoek moet men tamelijk voorzichtig de verbrandingsbuis verhitten en steeds de waschflesschen in het oog houden, omdat de gasontwikkeling uit het kaliumchloraat bij te sterke verhitting zeer hevig is. Met het oog op deze hevige gasontwikkeling zijn ook de twee waschflesschen aangebracht.

1 Gr. kaliumchloraat ontwikkelt bij totale ontleding 300 m.Gr. zuurstof dus onstreeks 300 c.c. Wanneer men zorg draagt dat iedere waschflesch onstreeks een dergelijk luchtvolume heeft, wordt het gevaar dat bij zeer hevige gasontwikkeling een deel van het

koolzuur ongeabsorbeerd de natronkalkbuis passeeren zoude, sterk gereduceerd.

Eerst nadat de hevige gasontwikkeling afgeloopen is, begint men koolzuurvrije lucht door te leiden. Nadat men gedurende een uur of drie hiermede voortgegaan is, kan men aannemen dat al het koolzuur uit het apparaat verdreven en in de natronkalkbuis opgevangen is. In een tijdsverloop van vier uur, waarvan men alleen gedurende het eerste uur naar het toestel behoeft om te kijken, is een dergelijke bepaling afgeloopen.

Ter contrôle van de methode werden eenige proeven genomen met uitgegloeide grond + een bekende hoeveelheid filtreerpapier.

Het filtreerpapier bevatten luchtdroog $71\frac{1}{2}\%$ water en $\frac{1}{3}\%$ asch.

Hoeveelheid filtreerpapier.	Berekende hoeveelheid $C_6 H_{10} O_5$	Gevonden $C_6 H_{10} O_5$
250 m.Gr.	230 m.Gr.	216 m.Gr.
250 »	230 »	223 »
250 »	230 »	218 »
150 »	138 »	129 »
50 »	46 »	45,5 »

Het verschil tusschen de berekenden en de gevonden hoeveelheid bedraagt dus in deze verschillende contrôleproeven 6%, 3%, 5%, $6\frac{1}{2}\%$ en 1% van de totale hoeveelheid organische stof.

Deze fouten zijn in ieder geval aanzienlijk kleiner dan de fouten die volgens LOGES aan den chroomzuurmethode hechten.

Om nog een oordeel te verkrijgen hoe groot de afwijkingen zijn wanneer men ze berekent op 5 Gr. grond kan men de resultaten van deze contrôleproeven opgeven als volgt:

GEHALTE VAN DE GROND AAN CELLULOSE.

Berekend.	Gevonden.
4,6 %	4,32 %
4,6 »	4,46 »
4,6 »	4,36 »
2,76 »	2,58 »
0,92 »	0,91 »

Bij een drietal proeven waarbij in plaats van cellulose saccharose genomen werd, verkreeg ik de volgende uitkomsten:

Hoeveelheid saccharose.	Gevonden.	Gehalte v/d. grond.	Gehalte v/d. grond bepaald.
200 m.Gr.	197,5	4 %	3,95 %
250 »	235,0	5 »	4,7 »
100 »	97,0	2 »	1,94 »

In procenten van de aanwezige hoeveelheid organische stof draagt de fout hierbij dus 1,25%, 6% en 3%.

Wij zien dat altijd iets te weinig organische stof gevonden wordt, gemiddeld 4%, dit verschil berust zeer waarschijnlijk op onvolledige verbranding, de vorming van een geringe hoeveelheid caramelachtige vluchtige producten die aan de volledige verbranding ontsnappen en in het zwavelzuur van de eerste waschflesch worden opgenomen. Wanneer het zwavelzuur in deze waschflesch zich dan ook in sterke mate kleurt is er alle reden om het resultaat van de proef te wantrouwen.

Bij grondonderzoekingen heb ik een dergelijke bruinkleuring nooit in belangrijke mate zien optreden, zoodat ik dan ook in verband met de goede overeenstemming van verschillende bepalingen in het zelfde monster, aanneem, dat de resultaten van deze bepalingen niet ver van de werkelijkheid afwijken en in ieder geval voor de uitsluitend vergelijkende proeven waarvoor zij gebruikt worden, volkomen bruikbaar zijn.

Na deze beschouwingen over de methodiek der onderzoekingen kunnen wij overgaan tot de genomen proeven.

PROEF No. I.

Begin Juli 1902 werd een hoeveelheid grond uit de proeftuin die sinds ruim een maand open lag, gebaald en hiervan 3,1 K.G. luchtdroge grond tot kleine kluiten stukgeslagen, vermengd met 0,75 L. water en in een glazen schaal onder een getubuleerde klok gebracht.

Door deze klok werd een stroom koolzuur vrije lucht geleid, de lucht die uit de klok kwam werd door middel van een chloorcalciumbuis gedroogd en daarna het koolzuur in deze lucht met een natronkalkbuis bepaald.

Het gewicht van de natronkalkbuis bedroeg:

¹⁰ /VII	4 uur	98,714 Gr.		
¹¹ /VII	11 uur	98,758 »	toename	0,014 Gr.
	3 uur	93,769 »	»	0,011 »
	4 uur	98,772 »	»	0,003 »
¹² /VII	12 uur	98,809 »	»	0,037 »
	5 uur	98,818 »	»	0,009 »

Totaal werd dus in twee dagen een hoeveelheid van 74 m.Gr. koolzuur ontwikkeld uit een hoeveelheid vochtige grond van omstreeks 4 K.G.

Bij deze proef was nog geen rekening gehouden met het waterverlies van de natronkalk, de natronkalkbuis werd zonder veiligheidsbuisjes gewogen, zoodat de opgevangen hoeveelheid koolzuur inderdaad belangrijk grooter geweest moet zijn.

Rekent men voor 3 K.G. luchtdroog grond een koolzuurontwikkeling van 75 m.G. in de twee dagen dan vertegenwoordigt dit toch nog 40 m.G. organische stof die in die twee dagen ontleed is geworden: dus een achteruitgang van het gehalte aan organische stof der bewuste grond met 0,0013 % in de twee dagen onder de bewuste proefcondities. Hierbij is ook geen rekening gehouden met koolstof die als meëaan ontwijkt

PROEF No. II.

Een hoeveelheid van onstreeks 4 K.G. vochtige grond uit een enkele maanden te voren zwaar bemeste groentetuin, werd onder een getubuleerde klok in een glazen schaal gebracht en koolzuurvrije lucht doorgeleid.

Het gewicht van de natronkalkbuis bedroeg:

13 Juli	12 uur	54,525 Gr.		
15 »	12 »	54,774 »	toename	0,249 Gr.
16 »	12 »	55,026 »	»	0,252 »
17 »	12 »	55,257 »	»	0,231 »

Wij vinden dus een koolzuurontwikkeling van meer dan 200 m.G. per dag, wat met een hoeveelheid ontleedde organische stof van 110 m.G. per dag overeenstemt. Dit zoude dus wijzen op een achteruitgang van het gehalte aan organische stof van 0,003 % per dag, op de vochtige grond berekend. Nemen wij aan, dat de grond 25 % water bevatte dan vinden wij op de droge grond berekend een achteruitgang van 0,004 %.

Het was hier belang om na te gaan of deze buitengewoon intensieve ontleding op physiologische of op chemische oxydatieprocessen berustte.

Nadat dus de natronkalkbuis de 17^e gewogen geworden was, werd den grond met 1 L. 10% carboloplossing vermengd, goed doorgeroerd en de overvloedige vloeistof afgegoten. Daarna werd de grond weer onder de klok gebracht en opnieuw koolzuurvrije lucht doorgeleid.

Het gewicht van de natronkalkbuis bedroeg:

18 Juli 12 uur 55,270 Gr. toename 0,013 Gr.

19 » 12 » 55,298 » » 0,028 »

De koolzuurontwikkeling is dus hier door de toevoeging van de desinfecteerende stof zeer aanzienlijk verminderd. Blijkbaar berust dus de ontleding van de organische stof hier voor verreweg het grootste gedeelte op physiologische en slechts voor een gering gedeelte op directe chemische oxydatie.

PROEF No. III.

Grond uit de proeftuin, omstreeks 4 K.G. vochtige grond (30% watergehalte ongeveer) werd tot kleine kluiten gebroken in een flesch gebracht en waterstof doorgeleid. Nadat de lucht uit de flesch en het apparaat door waterstof was verdrongen werd de natronkalkbuis gewogen.

Het gewicht van de natronkalkbuis bedroeg:

13/VII 4 uur 58,272 Gr.

14/VII 12 » 58,287 » toename 0,015 Gr.

15/VII 12 » 58,308 » » 0,021 »

16/V.I 12 » 58,325 » » 0,017 »

Deze proef had een voorloopig karakter, aan de natronkalkbuis was geen veiligheidsbuisje verbonden en de natronkalkbuis werd steeds open gewogen.

In ieder geval blijkt er echter uit, dat de in proef I geconstateerde ontwikkeling van koolzuur slechts voor een gedeelte op de aanwezigheid van vrije zuurstof berust.

Ook bij afwezigheid van vrije zuurstof vindt een aanmerkelijke koolzuurontwikkeling plaats.

PROEF No. IV.

750 Gr. wortelrotgrond van Olean Legoendang en 750 Gr. goede grond van Olean Daoean, werden ieder met 350 c.c. gedistilleerd water vermengd, in kolven gebracht

en waterstof doorgeleid. De proef heeft een voorloopig karakter, er werd geen veiligheidsbuis aan de natronkalkbuis aangebracht.

Bij de wortelrotgrond werd in verloop van 5 dagen een gewichtstoename der natronkalkbuis van 0,044, bij den goeden grond in verloop van dezelfde tijd een gewichtsafname van 0,021 Gr. geconstateerd.

Deze proef berechtigt tot de conclusie dat de ontleding van organische stof onder anaerobe condities in de wortelrotgrond tamelijk intensief plaats vindt en vermoedelijk in de overeenkomstige gezonden grond veel minder intensief.

Uit de wortelrotgrond verdween in 5 dagen minstens 24 milligram organische stof, alleen in de vorm van koolzuur, hetgeen overeenkomt met een achteruitgang van 0,00066% per dag op luchtdroge grond berekend. In werkelijkheid, de methaanontwikkeling en de proeffout ten gevolge van het gewichtsverlies der natronkalk door uitdroging in aanmerking genomen, moet de intensiteit van de ontleding veel aanzienlijker geweest zijn.

PROEF No. V.

Had evenals de vorige proef een voorloopig karakter.

Er werd geen rekening gehouden met het gewichtsverlies van de natronkalkbuis door uitdroging.

Er werd vergeleken de koolzuurontwikkeling van 1000 Gr. wortelrotgrond van Olean Patek en 1000 Gr. gezonde grond van Olean West Mering, ieder met 500 c. c. water vermengd, en in een waterstofatmosfeer.

Bij de wortelrotgrond werd in twee dagen een gewichtstoename van 0,017, bij de gezonde grond in dezelfde tijd een gewichtsafname van 0,003 Gr. geconstateerd.

De resultaten van deze proef bevestigen dus de resultaten van proef IV, een betrekkelijk sterke ontleding van organische stof in de wortelrotgrond en vermoedelijk in den gezonden grond een veel minder intensieve ontleding onder anaerobe condities.

PROEF No. VI.

4 K.G. luchtdroge grond van de onderneming Kemantran, tuin Pengaren, werd met water bevochtigd (ruim 1 L. gedistilleerd water) onder een getubuleerde klok gebracht en lucht doorgeleid.

De gewichtstoename van de natronkalkbuis bedroeg:

22 — 23 Juli	0,080	Gr.
23 — 24 »	0,226	»
24 — 25 »	0,185	»
25 — 26 »	0,339	»
26 — 27 »	0,174	»

De buitengewoon groote hoeveelheid koolzuur die van 25 tot 26 Juli opgevangen werd, vond haar oorzaak daarin, dat er toen veel langer dan op de andere dagen lucht doorgeleid werd.

Wij vinden in de loop van 5 dagen een koolzuurontwikkeling van 1,004 Gr., dus 0,200 Gr., per dag, wat overeenstemt met een hoeveelheid van 0,11 Gr., organische stof die per dag in de vorm van koolzuur uit den grond ontweek.

Dit stemt overeen met een ontleding van 0,0028 % organische stof berekend op de luchtdroge grond) per etmaal. De ontleding van de organische stof in deze grond verliep dus ongeveer even intensief als in de tuingrond van proef II.

De grond was afkomstig uit een riettuin waar het riet verschijnselen van afsterven vertoonde, wij kunnen aannemen dat de grond geïnfiltreerd was met opgeloste organische stof die uit het riet uitgelooft was.

PROEF No. VII.

4 K. G. luchtdroge wortelrotgrond (een mengsel van verschillende monsters) werd met 2 L. gedistilleerd water bevochtigd in een flesch gebracht en waterstof doorgeleid.

Het gewicht van de natronkalkbuis bedroeg bij het begin der proef op $^{27}/_{VIII}$ 66,021 Gr.

$^{29}/_{VIII}$ 66,077 » toename 0,56 Gr.

Ook hier hebben wij met een minimum waarde te doen, omdat de voorzorg verzuimd was om een veiligheidsbuisje met de natronkalkbuis te verbinden. Wel werd beide keeren om het uitdiffundeeren van de waterstof te voorkomen, deze buis gesloten gewogen.

Wij hebben hier dus per K. G. luchtdroge wortelrotgrond een ontwikkeling van 0,007 Gr. koolzuur per dag, hetgeen overeenstemt met een hoeveelheid van omstreeks 0,004 organische stof.

Dit vertegenwoordigt een vermindering van het gehalte der grond aan organische stof van 0,0004 % per dag.

PROFF No. VIII.

¹⁰/VIII werd aangezet in vier flesschen.

A. 5 kilo proeftuingrond + 200 Gr. ampas + 3 L. leidingswater

B. 5 » » » + 200 » » + 1 L. »

C. 5 » » » + 3 L. leidingswater.

D. 5 » » » + 1 L. »

Gedurende drie dagen werd koolzuurvrije lucht doorgeleid, ten einde al het koolzuur dat nog in de lucht in de flesschen aanwezig mocht zijn te verwijderen, eerst daarna begonnen de wegingen.

De gewichtstoename van de natronkalkbuizen met huune respectievelijke veiligheidsbuizen bedroegen:

	¹³ /VIII — ¹⁴ /VIII	¹⁴ /VIII — ¹⁵ /VIII	¹⁵ /VIII — ¹⁶ /VIII	¹⁶ /VIII — ¹⁷ /VIII	¹⁷ /VIII — ¹⁹ /VIII	¹⁹ /VIII — ²⁴ /VIII
A	1,519	1,679	1,572	1,599	1,477	3,719
B	1,212	1,776	1,266	1,301	1,791	2,777
C	0,011	0,017	0,026	0,035	0,040	0,143
D	0,291	0,251	0,229	0,177	0,319	0,617

	²⁴ /VIII — ²⁶ /VIII	²⁶ /VIII — ²⁸ /VIII	²⁸ /VIII — ³⁰ /VIII	Totaal van ¹³ /VIII— ³⁰ /V.II
A	1,663	2,195	2,355	17,778 Gr.
B	0,928	1,578	1,607	14,236 »
C	0,066	0,083	0,062	0,483 »
D	0,235	0,242	0,216	2,577 »

Het koolstofgehalte van de organische stof die oorspronkelijk in de grond aanwezig was op 50% aangenomen is er dus in de flesch C 0,265 Gr. organische stof in 17 dagen uit de grond verdwenen en in de flesch D 1,4 Gr.

Nemen wij aan dat de ontleding van de organische stof die zich reeds vooraf in den grond bevond in de flesschen A en B met dezelfde intensiteit verliep als in de flesch D dan is er in de flesch

A omstreek 8,5 en in de flesch B omstreeks 6,5 Gr. droge stof van de ampas tot koolzuur ontleed.

De ampas in kwestie had reeds ruim een maand aan de lucht gelegen, zoodat de gemakkelijk ontleedbare verbindingen saccharose en glucose er ten minste gedeeltelijk reeds uit verdwenen waren.

Het groote verschil tusschen de intensiteit der ontleding der organische stof in de flesschen C en D berust hierop dat den grond in den flesch C oververzadigd met water was, onder water stond, wat in de flesch D niet het geval was.

Door de bedekking met water wordt dus blijkbaar (wat trouwens à priori te verwachten was) de ontleding der organische stof in den grond in sterke mate tegengegaan.

Uit de flesch C verdween per dag 0,017 Gr. organische stof, uit de flesch D omstreeks de vijfvoudige hoeveelheid 0,082 Gr.

Voor de flesch C vertegenwoordigt dit een vermindering van de organische stof in den grond met 0,00034% per dag voor de flesch D met 0,00164% per dag.

PROEF No. IX.

Van den voor proef No. VI. gebruikte 4 K.G. grond van de onderneming Kemartran, tuin Pengaren, werd bepaald in welke verhouding naast koolzuur misschien methaan en waterstof ontwikkeld worden. Dit onderzoek geschiedde ²/IX 1901.

Er werd koolzuur en methaan en waterstofvrije lucht onder de klok geleid en in een zekere hoeveelheid van het uit de klok gedreven gasmengsel de verhouding tusschen methaan, waterstof en koolzuur bepaald.

Bij het begin van de proef woog

het eerste koolzuurapparaat	78,778	Gr.
de chloor calciumbuis	54,130	»
het tweede koolzuurapparaat	118,007	»

Bij het einde van de proef, nadat gedurende twee uur lucht doorgeleid was, woog het eerste koolzuurapparaat

de chloorcalciumbuis	54,142	»
het tweede koorzuurapparaat	118,021	»

Er was dus opgevangen 0,093 Gr. koolzuur en bij de verbranding van de ontstane verbrandbare gassen was gevormd 0,012 Gr. water en 0,014 Gr. koolzuur.

Bij de verbranding van methaan moet de hoeveelheid koolzuur

die ontstaat zich tot de hoeveelheid water die ontstaat verhouden als 11 : 9. De getallen die voor de hoeveelheid gevormd water en koolzuur gevonden werden, voldoen ongeveer aan deze verhouding zoodat er dus blijkbaar naast methaan geen of slechts sporen van andere verbrandbare gassen gevormd zijn.

De hoeveelheid koolstof die als methaan ontwijkt, verhoudt zich tot die welke als koolzuur ontwijkt in deze proef ongeveer als 1 : 7.

PROEF No. X.

De in proef No. V vermeldde flesch met grond van Olean, West Mering, was gedurende een week open aan de lucht blijven staan ten einde al de ingeleide waterstof te doen ontwijken, daarna werd zij weder gesloten en de volgende dag in het ontwikkelde gas de verhouding van koolzuur tot verbrandbare gassen bepaald.

Begin der proef. Einde der proef.

Gewicht eerste koolzuurapparaat	79,135	79,180
» chloorcalciumbuis	54,148	54,156
» tweede koolzuurapparaat	118,015	118,025

Er was dus opgevangen 0,045 Gr. koolzuur en bij de verbranding der verbrandbare gassen waren ontstaan 0,008 Gr. water en 0,010 Gr. koolzuur.

Ook in dit geval ontwikkelde zich dus naast koolzuur geen ander verbrandbaar gas dan methaan uit den grond.

Uit deze grond ontwikkelden zich omstreeks 2 deelen methaan tegen 9 deelen koolzuur.

PROEF No. XI.

De in proef No. V vermeldde flesch met grond van Olean, Pattek werd gedurende een week open aan de lucht geëxposeerd ten einde al de ingeleide waterstof te doen verdwijnen en bleef toen gedurende drie dagen gesloten staan.

Daarna werd in het in de kolf aanwezige gas de verhouding van koolzuur tot verbrandbare gassen bepaald.

	Begin v/d. Proef.	Einde v/d. Proef.	Toename.
Eerste koolzuurapparaat	121,810	122,048	0,238 Gr.
Chloorcalciumbuis	57,514	57,539	0,025 »
Tweede koolzuurapparaat	80,675	80,698	0,023 »

In dit geval schijnt dus wel waterstof naast het methaan ontwikkeld te zijn. Brengen wij voor de 0,023 Gr. koolzuur die in het tweede koolzuurapparaat opgevangen werden 0,019 Gr. water in rekening dan blijft er 0,006 Gr. water die vermoedelijk door de verbranding van waterstof is ontstaan.

Wij zouden bij berekening komen tot een volumeverhouding van omstreeks 33 deelen koolzuur tegen 3 deelen methaan en 2 deelen waterstof in het in de kolf aanwezige gas.

Dit is het eenigste geval waar ik met eenige waarschijnlijkheid de ontwikkeling van waterstof uit den grond heb aangetoond.

In den regel schijnt de waterstofontwikkeling uit den bouwgrond een zeer onbeduidende rol te vervullen in vergelijking tot de methaanontwikkeling en wij maken geen erge fout wanneer wij al de waterstof die uit den grond onder normale omstandigheden (afgezien van kunstmatig opgewekte boterzuur- of cellulosegistingen) zich ontwikkelt als methaan mede in rekening brengen. Proef XII stemt in dit opzicht volkomen met proef No. IX en proef No. X overeen.

PROEF No. XII.

In een flesch die 1 K.G. luchtdroge wortelrotgrond van Gending, Soember Kerang + 400 c.c. water bevatte, werd de verhouding tusschen de ontwikkelde hoeveelheden koolzuur, methaan en waterstof bepaald.

	Begin van de proef.	Einde van de proef.	Toename.
Eerste koolzuurapparaat	79,685	79,730	0,045 Gr.
Chloorcalciumbuis	54,176	54,183	0,007 »
Tweede koolzuurapparaat	119,857	119,866	0,009 »

Er is hier dus omstreeks 1 deel methaan tegen 5 deelen koolzuur gevormd en geen waterstof in aantoonbare hoeveelheid.

PROEF No. XIII.

In een flesch die 1 K.G. luchtdroge gezonde grond van Gending, Liprak Noord. (een overeenkomstige grond als de wortelrotgrond van proef No. XII) + 400 c.c. water bevatten, werd de hoeveelheid ontwikkeld koolzuur vergeleken met de hoeveelheid methaan.

Bij drie verschillende onderzoeken werden hoeveelheden koolzuur van 30, 103 en 49 m.Gr. geabsorbeerd en hoeveelheden water (uit den verbranding van het methaan ontstaan) van 5, 16 en 5 m.Gr.

Totaal werd dus 0,182 Gr. koolzuur en 0,025 Gr. water opgevangen.

Hieruit kan men een verhouding van 1 deel methaan tegen bijna 6 deelen koolzuur berekenen.

PROEF No. XIV.

Flesch A van proef No. VIII had een tiental dagen opengestaan, werd daarna weer ingeschakeld en in het ontwikkelde gas de verhouding van koolzuur tot methaan bepaald.

In den loop van vijf dagen $\frac{9}{IX}$ — $\frac{14}{IX}$ werd ontwikkeld 1,035 Gr. koolzuur terwijl bij de verbranding van het gevormde methaan 0,039 Gr. water ontstond.

Er ontwijkt dus uit den grond omstreeks 1 deel methaan tegen 22 deelen koolzuur.

Wij zien verder dat de ontleding van den organische stof niet meer zoo intensief verloopt als in het begin van de proef, de ontleding is nog wel duidelijk intersiever als bij het begin van de proef (vergelijk proef No. VIII) in flesch D, maar er wordt nu slechts per dag omstreeks $\frac{1}{5}$ van de hoeveelheid organische stof ontleed die in de eerste dagen ontleed werd.

Dit ligt blijkbaar daaraan, dat de hoeveelheid gemakkelijk ontleedbare stoffen uit de ampas sterk verminderd is, zoodat nu langzamerhand de moeilijke ontleedbare stoffen aan den beurt komen.

Ook in flesch B van proef No. VIII bleek de intensiteit van de ontleding der organische stof sterk verminderd te zijn.

PROEF No. XV.

Flesch C van proef No. VIII had gedurende 14 dagen open gestaan, werd daarna weer ingeschakeld en de ontwikkelde hoeveelheden koolzuur en methaan bepaald.

In zes dagen $\frac{13}{IX}$ — $\frac{19}{IX}$ werd ontwikkeld 0,230 Gr. koolzuur, terwijl bij de verbranding van het gevormde methaan 0,069 Gr. water ontstond.

Er zijn dus gevormd 230 volumeeenheden koolzuur tegen 84 volume eenheden methaan, dus ruim 1 deel methaan op 3 deelen koolzuur.

Wij zien dat de ontleding van de organische stof in deze met water bedekten grond nu iets intensiever verloopt dan een maand geleden (vergelijk proef No. VIII) er is nu in zes dagen 0,230 Gr. koolzuur ontwikkeld en vroeger in 17 dagen niet veel meer dan de dubbele hoeveelheid, 0,483 Gr.

Dus nu per dag 0,038 Gr. koolzuur tegen vroeger 0,028 Gr. Ook in flesch D bleek bij een voorloopig onderzoek de intensiteit van de ontleding in den loop van een maand niet merkbaar achteruitgegaan te zijn.

PROEF No. XVII.

Om te onderzoeken hoe zich in de meervermeldde proeftuingrond de physiologische ontleding tegenover de directe chemische oxydatie verhield, werd 2 K.G. proeftuingrond met 1 L. gedistilleerd water vermengd en de hoeveelheid ontwikkeld koolzuur bepaald.

Er werd ontwikkeld in 8 dagen tijds $\frac{22}{1x}$ tot $\frac{30}{1x}$ 0,580 Gr. koolzuur, dus 0,060 Gr. koolzuur per dag. Daarna werd aan deze zelfde grond $\frac{1}{4}$ L. toegevoegd van een oplossing die 24 Gr. sublimaat en 24 Gr. keukenzout per L. bevatte, goed omgeroerd en daarna weer de koolzuurontwikkeling bepaald.

Deze bedroeg nu in 5 dagen tijds ($\frac{30}{1x}$ tot $\frac{5}{x}$) 0.153 Gr., dus per dag gemiddeld 0,031 Gr.

De koolzuurontwikkeling is dus door de desinfectie tot op de helft gereduceerd.

Schijnbaar berust dus in de proeftuingrond de koolzuurontwikkeling voor omstreeks de helft op physiologische en voor de helft op directe chemische oxydatie.

PROEF No. XVII.

Ten einde te onderzoeken hoe sterk de directe chemische oxydatie van de organische stof in den grond bij hogere temperatuur wel zou kunnen zijn, werd 1 K.G. luchtdroge proeftuingrond in een kolf op een glycerinbad tot op omstreeks 110° C. verhit onder doorleiding van koolzuurvrije lucht.

Gedurende omstreeks 30 uur werd op deze wijze ontwikkeld 1,565 Gr. koolzuur, wat met de ontleiding van 0,854 Gr. organische stof overeenstemt.

Het gehalte van den grond aan organische stof schijnt dus door

30 uur verhitten boven de 100° met 0,085 % achteruitgegaan te zijn wanneer ten minste niet, zooals zeer plausibel maar moeilijk aan te toonen is, deze koolzuurontwikkeling voor een gedeelte berust op het uitdrijven van koolzuur dat reeds gevormd, zoogenaamd geabsorbeerd, in den grond aanwezig was.

PROEF No. XVIII.

Ten einde een voorstelling te krijgen van de hoeveelheid koolzuur die door poreuze lichamen geabsorbeerd worden kan, werd 50 Gr. versch uitgegloeide puimsteen geïmpregneerd met koolzuur, daarna gedurende een etmaal aan de lucht gedroogd en toen in een glycerinbad op omstreeks 110° verhit onder doorleiding van koolzuurvrije lucht. Er werd op de deze wijze in 8 uur 0,022 Gr. koolzuur uitgedreven.

Bij een andere overeenkomstige proef bleek 70 Gr. puimsteen 0,016 Gr. koolzuur in geabsorbeerden toestand te kunnen vasthouden.

De grootere oppervlakte van de puimsteen in vergelijking met den grond in aanmerking genomen, is het dus niet waarschijnlijk dat de koolzuurontwikkeling die men gewoonlijk aan directe chemische oxydatie toeschrijft, geheel en al op het uitdrijven van geabsorbeerd koolzuur berusten zoude.

Vermoedelijk berust deze koolzuurontwikkeling wel ten deele hierop.

PROEF No. XIX.

Ten einde na te gaan of inderdaad de luchtdroge grond aanzienlijke hoeveelheden koolzuur in geabsorbeerden toestand bevat, werd 1 K.G. grond met 2 L. water gekookt en de hoeveelheid koolzuur bepaald die met de waterdamp ontweek.

Nadat de grond gedurende ruim zes uren gekookt was, bleek er uit den grond (dus na aftrek van het uit het water ontwikkelde koolzuur hetgeen door een contrôleproef bepaald werd), ontwikkeld te zijn 0,258 Gr. koolzuur.

Het is dus niet onwaarschijnlijk dat de in proef No. XVII geconstateerde ontwikkeling van 1,565 Gr. koolzuur voor omstreeks $\frac{1}{6}$ gedeelte berust op het uitdrijven van geabsorbeerd koolzuur en voor $\frac{5}{6}$ op directe chemische oxydatie.

Over de juiste verhouding van de directe chemische oxydatie tot het ontwijken van in den grond geabsorbeerd koolzuur zoude echter eerst een nieuwe uitvoerige proefreeks betrouwbare gegevens kunnen leveren.

De door mij genomen proeven hebben dan ook alleen het doel om op deze koolzuurabsorptie in den grond te wijzen en er op te attendeeren dat men tengevolge van dit ontwijken van geabsorbeerd koolzuur uit den grond dikwijls geneigd is de directe chemische oxydatie in den grond te overschatten.

PROEF No. XX.

Hiervoor werd het gehalte aan organische stof bepaald in de reeds herhaaldelijk vermelde koffiegrond in de oorspronkelijke toestand en nadat deze gedurende twee maanden bewerkt geworden was.

In twee afzonderlijke monsters uit het oorspronkelijke groote monster getrokken, werd gevonden een gehalte aan organische stof van 5,20% en van 5,48%.

Bij vijf monsters getrokken uit de gedurende twee maanden zeer intensief bewerkte en aan de atmosfeer geëxponeerde grond werd gevonden een gehalte aan organische stof van 4,19% 4,27% 4,67% 4,10% en 4,25%.

Er konden geen gemiddelde monsters van de geheele massa genomen worden met het oog op de voortzetting van de proef.

Bovendien kwam het mij ook wenschelijk voor om juist door het nemen van afzonderlijke monstertjes uit het oorspronkelijke monster een voorstelling te krijgen van het verschil in het gehalte aan organische stof in verschillende gedeelten van het oorspronkelijke monster.

Een zeer aanzienlijke achteruitgang van het gehalte aan organische stof blijkt uit de verrichtte bepalingen onmiskenbaar.

Vermoedelijk is omstreeks 20% van het oorspronkelijke gehalte aan organische stof, tengevolge van de gedurende twee maanden voortgezette intensieve bewerking, verloren gegaan.

Deze achteruitgang berust ongetwijfeld voor verreweg het grootste gedeelte op directe chemische oxydatie van de humusstoffen. De condities toch voor de ontwikkeling van grondorganismen zijn in een grond die om de twee of drie dagen totaal uitdroogt en dan weer met gedistilleerd water tot dunne slib wordt opgeroerd, bepaald ongunstig.

Dat deze koffiegrond in physische eigenschappen achteruit is gegaan tengevolge van deze intensieve bewerking, hebben wij reeds bij de onderzoeken over de doorlatendheid van den grond aangetoond.

PROEF No. XXI.

Hiervoor werd het gehalte aan organische stof bepaald in de reeds herhaaldelijk vermeldde rietgrond van de Zuidtuinen van Soember-Kareng in de oorspronkelijke toestand en nadat deze grond gedurende twee maanden intensief bewerkt geworden was.

Bij vijf monstertjes getrokken uit het oorspronkelijke monster der grond in de oorspronkelijke toestand bedroeg het gehalte aan organische stof

2,82 %, 2,57 %, 2,79 %, 2,67 % en 2,55 %, gemiddeld dus 2,68 %.

Bij vier monstertjes getrokken uit de gedurende twee maanden intensief beverkte grond bedroeg het gehalte aan organische stof

2,62 %, 2,62 %, 2,51 % en 2,74 %, gemiddeld dus 2,62 %.

Er schijnt hier dus een zeer geringe achteruitgang in het gehalte aan organische stof te hebben plaats gevonden, in ieder geval is echter de ontleding van de organische stof minimaal geweest.

Dit ligt blijkbaar daaraan dat de condities voor de physiologische ontleding der organische stof zeer ongunstig waren en dat er in de bewuste grond zeer weinig verbindingen voorkwamen die vatbaar waren voor directe chemische oxydatie.

De uitkomsten van deze proef bevestigen de resultaten van het onderzoek omtrent de structuur. Wij constateerden indertijd dat de structuur van deze grond in hoofdzaak ferristructuur was en dat er slechts in geringe mate humuskruimelvorming voorkwam.

Wij hebben ook gezien dat de doorlatendheid van deze grond tengevolge van de bewerking niet noemenswaard achteruitging, wat ook zeer plausibel is, wanneer men bedenkt dat de ferristructuur niet verdwijnt tengevolge van inwerking van de atmosfeer, maar vermoedelijk in hoofdzaak door reductie gepaard met uitspoeling.

PROEF No. XXII.

Hiervoor werd het gehalte aan organische stof bepaald in de reeds herhaaldelijk vermeldde rietgrond van Sebaong Gending, zoo wel in de oorspronkelijke toestand als nadat deze grond gedurende twee maanden intensief bewerkt geworden was.

De structuur van deze grond is ook in hoofdzaak een ferristructuur en de resultaten van deze proef zijn dan ook een volkomen bevestiging van de resultaten der voorafgaande proef.

Bij twee monstertjes uit het oorspronkelijke monster getrokken werd gevonden een gehalte aan organische stof van

2,07 % en 1,92 %
gemiddeld dus 1,99 %

Bij vijf monstertjes uit het gedurende twee maanden bewerkte monster getrokken werd gevonden

1,95 %, 1,91 %, 1,96 %, 1,95 % en 1,83 %
gemiddeld dus 1,87 %.

Ook hier schijnt dus wel achteruitgang in het gehalte aan organische stof te hebben plaats gegrepen, de achteruitgang is echter zoo gering, dat zij bijna nog valt binnen de grens van de aan de methode hechtende onnauwkeurigheden.

Hoewel deze reeks van proeven ons nog volstrekt niet in staat stelt om over alle mogelijke vragen de kwestie der ontleding van de organische stof in den grond betreffende, een definitief oordeel uit te spreken, zoo zijn wij toch door deze onderzoekingen voorloopig hieromtrent eenigermate georiënteerd.

Wij kunnen uit onze proeven de volgende conclusies trekken:

I. Er ontwijkt uit de bouwgrond voortdurend een aanzienlijke hoeveelheid koolzuur waarvan wij de oorsprong moeten zoeken in de in den grond plaats vindende ontleding der humus.

De intensiteit waarmede de humus (organische stof) in den grond ontleed wordt, kan zeer verschillend zijn.

Zoo vinden wij berekend op de luchtdroge grond minstens een achteruitgang van het gehalte aan organische stof per dag voor vochtige grond uit een

groentetuin. . . . (vergelijk proef II) 0,004 %

voor vochtige wortelrotgrond in
 een waterstofatmosfeer (vergelijk proef IV) 0,00066%
 voor vochtige grond uit een riet-
 tuin waar het riet begon af
 te sterven (vergelijk proef VI) 0,0028 »
 voor grond uit de proeftuin 1901—1902
 die onder water stond . . (vergelijk proef VIII C) 0,00034 »
 voor vochtige grond uit deze proef-
 tuin (vergelijk proef VIII D) 0,00164 »

II. Naast koolzuur ontwijkt er uit den bouwgrond een aan-
 merkelijke hoeveelheid koolstof in de vorm van methaan.

De verhouding tusschen koolzuur en methaan varieert sterk bij
 verschillende gronden en bij dezelfde grond onder verschillende
 condities. Wij vonden een verhouding van de volumehoeveelheid
 methaan tot koolzuur:

Voor een rietgrond waar het riet
 begon af te sterven . . . (vergelijk proef IX) 1 : 7
 Voor een gezonde rietgrond van
 Olean (vergelijk proef X) 1 : 4½
 Voor een wortelrotgrond van
 Olean (vergelijk proef XI) 1 : 11 hierbij
 misschien ook waterstof.
 Voor een losse roode wortelrotgrond (vergelijk proef XII) 1 : 5
 Voor een losse roode gezonde grond (vergelijk proef XIII) 1 : 6
 voor vochtige proeftuingrond (Vergelijk proef XIV) 1 : 22.
 voor onder water staande
 proeftuingrond (Vergelijk proef XV) 1 : 3.

III. De koolzuurontwikkeling die men waarneemt na behande-
 ling van den grond met desinfecteerende stoffen (proef No. II en
 No. XVI) berust slechts ten deele op directe chemische oxydatie,
 maar voor een deel op het ontwijken van door den grond geabsor-
 beerd koolzuur (proef No. XVII, XVIII en XIX.)

IV. De ontleding van de organische stoffen in den grond kan
 ook zonder zuurstoftoetreding tamelijk energiek verlopen.

(Vergelijk proef III, IV, V en VII)

Er werd hierbij in een geval (IV) een achteruitgang van het
 gehalte aan organische stof van den grond met 0,00066% in een
 ander geval met 0,0004 per dag geconstateerd

V. Het gehalte aan humus van gronden die rijk zijn aan hu-
 musstoffen, kan tengevolge van directe chemische oxydatie, in be-
 trekkelijk korte tijd zeer aanzienlijk achteruitgaan.

VI. Bij gronden die slechts weinig humusstoffen bevatten, vindt tegevolge van directe chemische oxydatie slechts in betrekkelijk geringe mate ontleding van organische stof in den grond plaats.

VII. Doorgaande verschillen tusschen wortelrot- en gezonde gronden, wat de aard der ontleding der organische stoffen in de grond betreft, hebben zich bij onze onderzoekingen niet vertoond.

Het is nu de vraag of wij met onze gegevens een voorloopige winst- en verliesrekening zouden kunnen opmaken van de humus in den grond

Deze berekening kan natuurlijk slechts in zeer groote trekken opgemaakt worden, voor nauwkeurige berekeningen zouden talrijkere proeven en vooral proeven in de aanplant zelve ¹⁾ noodig zijn.

Voor onze taxatie kunnen wij vooropstellen dat de ontleding van de organische stof niet in de geheele bouwlaag (die wij op 1 voet dikte kunnen aannemen) even intensief verloopt. Wij kunnen aannemen dat in een bovenlaag van nog geen d. M. dikte en waarvan wij het gewicht per bouw op 1000,000 kilo ²⁾ luchtdroog aannemen, de ontleding omstreeks even intensief verloopt als bij onze bepalingen, terwijl in den grond daaronder, tengevolge van de zeer geringe luchtventilatie, de ontleding vrijwel verwaarloosd worden kan.

Wij kunnen verder aannemen dat in de eerste maanden na het open maken van de gronden de ontleding intensiever verloopt als later wanneer den grond zich min of meer gezet en gesloten heeft. Wij taxeeren dus voor de eerste zes maanden, gerekend vanaf het open maken der gronden, een ontleding die even intensief verloopt als in proef VIII D, voor de daarop volgende maanden een intensiteit die slechts $\frac{2}{3}$ hiervan bedraagt.

Voor de tijd dat den grond onder water staat als sawah, nemen wij de waarden van proef VIII C, voor de tijd dat de grond met tweede gewassen beplant is, dezelfde waarden als gedurende de laatste maanden dat den grond voor de rietcultuur in gebruik is.

Nemen wij verder aan dat er van af het openmaken van de riettuinen tot aan de oogst vijftien maanden verlopen, dat de

¹⁾ Het zou vermoedelijk zeer wel mogelijk zijn met groote getubuleerde klokken (afgesneden zuurballons) die 1 à 2 d. M. diep in den grond ingegraven werden, in de aanplant zelve onderzoekingen over de uit den grond ontwijkende hoeveelheid koolzuur te verrichten. Voordergelijke bepalingen heeft mij tot nu toe de tijd en de gelegenheid nog ontbroken.

²⁾ Kobus neemt voor het gewicht van de bouwkruin tot op een diepte van een voet 5,000,000 kilo aan.

vruchtwisseling is riet, padi, tweede gewassen, padi, riet, enz., en dat de grond terwille van de padicultuur tweemaal zeven maanden onder water staat, dan kunnen wij het verlies aan organische stof uit de grond gedurende een driejaarlijksche vruchtwisselingsperiode specificieeren als volgt:

Riet. 6 maanden gerekend van af

het openmaken $10000 \times 180 \times 0,00164 \text{ K.G.} = 2952 \text{ K.G.}$

9 maanden daarop-

volgende $10000 \times 270 \times \frac{2}{3} \times 0,00164 \text{ K.G.} = 2952 \text{ K.G.}$

Padi. 7 maanden

$10000 \times 210 \times 0,00034 \text{ K.G.} = 714 \text{ K.G.}$

Tweede gewassen. 7 maanden

$10000 \times 210 \times \frac{2}{3} \times 0,00164 \text{ K.G.} = 2296 \text{ K.G.}$

Padi 7 maanden

$10000 \times 210 \times 0,00034 \text{ K.G.} = 714 \text{ K.G.}$

Totaal in 36 maanden 9628 K.G.

Hiertegenover staat een toevoer aan organische stof tot den grond gedurende dezelfde periode:

Riet. Wortels, enkele niet verwijderde of verbrandde bladresten 2500 K.G.

Padi. Wortels, bladeren, onkruid; padistroo wordt verbrand 1000 »

Tweede gewassen. Blad en stengelresten worden gewoonlijk weggehaald, dus alleen wortels 350 »

Padi. Wortels, bladeren en onkruid; het stroo wordt verbrand 1000 »

Slib. Gedurende de 14 maanden dat de grond voor padi wordt gebruikt 250 . »

Totaal in 36 maanden 5100 K.G.

Er blijft dus gedurende iedere vruchtwisselingsperiode volgens onze taxatie (die zeker niet al te ver van de waarheid afwijkt) een deficit van 4500 K.G. organische stof, die in den vorm van koolzuur uit den grond verloren gaat en niet weer aangevuld wordt.

Dit is dus omstreeks 70 pikol organische stof.

Tengevolge van de diepe bewerking bij de rietcultuur wordt dit verlies als het ware omgeslagen over de geheele grondmassa tot op een diepte van 1 voet en zoude wij dus krijgen een achteruitgang in het gehalte aan organische stof van 0,09 % in de drie jaar.

Wanneer het verlies alleen gedragen werd door de bovenlaag, waarvan wij het gewicht op 1000,000 K.G. taxeerden, dan zou het een verlies van 0,45 % in de drie jaar vertegenwoordigen

Deze getallen zijn, zooals wij hier niet speciaal meer behoeven aan te toonen, (vergelijk het vorige Hoofdstuk) van dezelfde orde als die welke langs anderen weg bij onderzoekingen in Europa en Amerika voor de ontleding van de organische stof in den bouwgrond werden gevonden.

Terwijl wij hier in de hoogere temperatuur gedurende het geheele jaar een moment hebben waardoor de ontleding van de organische stof in de bouwgrond in de hand wordt gewerkt, zijn er ook twee redenen waarom hier de ontleding minder intensief verlopen moet, over lange perioden berekend. Deze redenen zijn 1^o de sawahcultuur; terwijl de grond onder water staat, verloopt de ontleding van de organische stof in den grond betrekkelijk langzaam; 2^o de ondiepe bewerking gedurende de periode dat de inlander over den grond beschikt.

Het komt mij dan ook voor, dat wij niet ver van de waarheid af zullen zijn, wanneer wij deze berekening als basis voor onze beschouwingen gebruiken.

Het is nu aan geen twijfel onderhevig dat in sommige gevallen de achteruitgang van het gehalte aan organische stof veel sneller plaats vinden zal dan in het door ons gekozen voorbeeld. Bij pas in cultuur genomen sawahgronden of bij de humusrijke gronden van sommige bibittuinen, zal het deficit aan organische stof per drie jaar misschien wel af en toe de 20,000 K.G. te boven gaan. In andere gevallen waar de grond nog slechts een minimum hoeveelheid organische stof bevat, zal het deficit aanmerkelijk minder bedragen dan 70 pikol organische stof per drie jaar.

Het komt mij echter voor dat voorloopig de conclusie wel gerechtvaardigd is, dat wij zoo noodig (dus waar achteruitgang van grondstructuur plaats gevonden heeft of plaats dreigt te vinden) het gehalte aan organische stof van onze humusarme rietgronden door geregelde toevoer van organische stof wel zouden kunnen opvoeren of in stand houden.

Op gronden met slechte structuur en een minimum gehalte aan humus moet door geregelde driejaarlijksche toevoer van 2 à 300 pikol organische stof (luchtdroog) het humusgehalte wel aanmerkelijk verhoogd en daarmee de structuur verbeterd kunnen worden. Op gronden met betrekkelijk goede structuur, die echter

dreigt achteruit te gaan, moet door een toevoer van 2 à 300 pikol organische stof eens in de zes à twaalf jaar, deze structuurachteruitgang m. i. voorkomen kunnen worden.

Waar al die organische stof van daan komen moet zullen wij in het volgende hoofdstuk zien.

HOOFDSTUK VI.

De rol van de humus in het rationeele landbouwbedrijf.

(Met drie platen met graphische voorstellingen.)

Terwijl, zooals SNYDER ¹⁾ het uitdrukt, de opvatting der landbouw-theoretici omtrent de invloed van de humus op de vruchtbaarheid als een slinger heen en weer schommelde, waren de practici het er steeds over eens dat de humus in den regel zeer grooten invloed op de vruchtbaarheid van den grond uitoefende.

Terwijl in de periode van 1860 — 1890 vrij algemeen onder de theoretische landbouwkundigen de opvatting heerschte, dat kunstmeststoffen, mits rationeel toegepast, zeer wel in staat waren de natuurlijke meststoffen, stalmest, compost en groene bemesting, te vervangen, heeft de landbouwersstand in Europa zich hiervan toch nooit laten overtuigen. Over het algemeen genomen heeft de Europeesche landbouwer steeds het standpunt ingenomen dat in den regel voor het onderhoud van de vruchtbaarheid van den grond humustoevoer een noodzakelijk vereischte is.

Zeër duidelijk weerspiegelt zich deze opvatting in de pachtcontracten. Men kan het als een uitzondering beschouwen dat er in Nederland een bouwboerderij (veeboerderij en met uitsluitend weide-land maken op deze regel een uitzondering, omdat hier de zorg voor de instandhouding van het humusgehalte onnoodig wordt), verhuurd wordt zonder dat er in het pachtcontract een bepaling voorkomt omtrent de verplichting tot het houden van een zekere veestapel en tot het bewaren en ten gerieve van het bouwland toepassen van de van deze veestapel afkomstige stalmest.

Waar een dergelijke bepaling ontbreekt, vindt men toch gewoonlijk voorschriften omtrent de teelt van bepaalde gewassen, waarvan het bekend is dat zij een gunstige invloed op de struc-

1) SNYDER. *Yearbook U. S. Department of Agriculture 1895*. Opinion as to the fertilizing value of humus has swung, pendulum like from one extreme to another. The alchemists taught that the spirits left the decaying animal and vegetable matters and entered plants. By many of the earlier chemists, humus was considered as supplying the larger part of the materials necessary for the development of the crop, but when the combined labors of DE SAUSSURE, BOUSSINGAULT, DUMAS and LIEBIG demonstrated that the air supplied plants most of their food, particularly that part which was supposed to come from humus, scientists as a rule, assigned a low value to humus.

From the very earliest times, however, farmers have assigned a very high value to humus as a factor of soilfertility".

tuur van den grond uitoefenen, of men vindt verbodsbepalingen omtrent het weghalen van strooisel uit de bosschen of van plaggen van de heide. Hierdoor toch gaat de bosch- of heidegrond sterk in vruchtbaarheid achteruit.

Er liggen hier eenige huurvoorwaarden van boerderijen aan de gemeenten Groningen en Kampen toebehoorende en een drietal pachtcontracten van boerderijen onder Vorden en Hengeloo *) voor mijnen wil ik hier enkele van de bewuste artikelen uit aanhalen.

In het pachtcontract betreffende de boerderij Momberg vind ik onder artikel 3 het volgende: „Zij (de pachters) zullen gedurende de pachtijd steeds een, aan de grootte van de bouwplaats geëvenredigd aantal rundvee daarop moeten houden en in den loop der pachtjaren evenmin als bij vertrek eenige mest op het gepachte gewonnen mogen vervoeren, maar die, bij vertrek, zonder eenige vergoeding moeten achterlaten, evenals het stroo. Zij zullen de bouwlanden jaarlijks ten bekwamen tijde moeten bemesten, bezaaien en bepooten en steeds van alle onkruid zuiver houden en over het geheel de gronden hanteeren en gebruiken, zooals een goed bouwman met eigen gronden gewoon is te doen.”

In de Lijst van Gronden toebehoorende aan de gemeente Groningen onder ter Apel en ter Haar vindt ik onder de verhuuringsvoorwaarden het volgende zeer strenge artikel (art. 15): „De bouwlanden mogen in het laatste huurjaar voor niet meer dan de helft met winterkoren worden toegezaaid. Desgelijks zal de afgaande huurder verplicht zijn, met uitzondering altijd van de mest, welke hij tot het bemesten van het land, met winterkoren bezaaid, noodig zal hebben gehad, ten behoeve van de verhuurster op den te ont-ruimen plaats te laten verblijven al de door hem in de loop van het laatste huurjaar vergaderde en verkregen meststoffen, onver-schillig van waar die dan ook mogen gekomen zijn, zullende de

*) Voorwaarden van Verhuring van 20 Stadserven, toebehoorende aan de gemeente Kampen, Huurtijd 1901—1906.

Voorwaarden van Verhuring van drie Stadsbouchoeven toebehoorende aan de gemeente Groningen voor zes jaren 1901—1907.

Lijst van gronden toebehoorende aan de gemeente Groningen onder ter Apel en Te Haar in 1896 te verhuren voor zes jaar.

Voorwaarden van Verhuring van de aan de gemeente Groningen toebehoorende boeren-plaats No. 5 voor de tijd van acht jaar.

Pachtcontract loopende van Februari 1896 tot Februari 1902, betreffende de boerderij de Berkenkamp onder Hengeloo.

Pachtcontract loopende van Februari 1896 tot Februari 1902, betreffende de boerderij het Stapelbroek onder Hengeloo.

Pachtcontract loopende van Februari 1896 tot Februari 1902, betreffende de boerderij Momberg onder Vorden.

De bewuste stukken heb ik te danken aan de vriendelijke tusschenkomst van Mr. J. N. v. D. LEY te Amsterdam en de Heer J. C. VAN KEMPEN te Zutphen, die ik bij dezen voor hunne welwillendheid nog wel mijn dank betuig.

afgaande huurders nimmer eenig aandeel aan de meststoffen kunnen beweren, hetzij wegens toegehuurd of toegebruikt land, hetzij uit eenigen anderen hoofde, zelfs niet al waren die mestspeciën aangekocht."

Wij vinden verder in art. 6 van deze zelfde voorwaarden nauwkeurig het aantal koebeesten voorgeschreven dat op de verschillende boerderijen gehouden moet worden, op het eerste perceel bestaande uit 12,5 H. A. bouwland, 9,5 H. A. hooiland en 10,5 H. A. weiland 20 koebeesten enz. enz. totaal op acht perceelen met 105 H. A. bouwland, 93 H. A. hooiland en 153 H. A. weiland 167 koeien.

In artikel 10 van deze zelfde voorwaarden wordt ook de verkoop van gras, hooi en stroo verboden en voorgeschreven dat deze in het gehuurde bedrijf zelve moeten worden gebruikt.

In de voorwaarden voor de verhuring van drie stadsbouwhoeven toebehoorende aan de gemeente Groningen vind ik onder artikel 4b: „De huurder echter zal het door hem gehuurde land in de loop der zes huurjaren ten minste éénmaal en voor de helft der oppervlakte tenminste tweemaal moeten bezaaien en beteelen met boonen, roode klaver of erwten.

En onder art. 7d: „De huurders zijn verplicht het land in geen te natten toestand te bewerken en niet dieper te ploegen dan acht decimeter beneden de oppervlakte van het maaiveld."

Het is uit de aangehaalde voorbeelden die nog met talrijke vermeerderd zouden kunnen worden duidelijk genoeg, dat de noodzakelijkheid van geregelde bemesting met stalmest voor het behoud van de vruchtbaarheid van den grond door de Hollandsche grondeigenaren duidelijk ingezien wordt, en dat er geen kwestie van is, dat de zoogenaamde kunstmest in Holland de stalmest verdrongen zoude hebben of in de toekomst verdringen zal.

In het Hollandsche landbouwbedrijf komt over het algemeen kunstmest eerst tot haar recht, nadat door humustoevoer voor de structuur van den grond zorggedragen is. *)

De opvatting dat de humus een voor de plantengroei onnoodig en onbeteekend bestanddeel van den bouwgrond was, is vooral door LIEBIG verdedigd en het is onder de in dit opzicht bepaald noodlottige invloed van LIEBIG geweest dat de landbouwtheoretici in de periode van 1860—1890 de beteekenis van de humus voor de grondstructuur over het algemeen uit het oog verloren.

*) Ook in streken waar de grond zeer humusrijk is, de veenkoloniën bijv. kan tijdelijk met kunstmest zonder stalmest of groene bemesting zeer veel bereikt worden.

Volgens de oorspronkelijke LIEBIG'sche mineraaltheorie zoude de plant uit den grond alleen de aschbestanddeelen opnemen en in de stikstofbehoefte in den vorm van ammoniak uit de dampkring voorzien.

De grond was volgens LIEBIG uitsluitend het magazijn waaruit de plant haar noodige voedingszouten haalde en het kwam er alleen maar op aan of deze noodige voedingszouten in voldoende hoeveelheid in den grond aanwezig waren. Zoo was, ook nadat de onhoudbaarheid van de mineraaltheorie aangetoond was en nadat men moest erkennen dat de plant wel degelijk stikstofverbindingen uit den grond opnam, de geheele voedingsleer van de plant in een eenzijdig chemischanalytische richting geraakt, waaruit zij eerst langzamerhand tot de meer algemeene physiologische beschouwingswijze is teruggekeerd.

In de vorige jaargang van het landbouwkundig tijdschrift verscheen van de hand van Prof. VAN BEMMELEN een zeer merkwaardige studie „Bijdrage tot de wetenschappelijke biographie van G. J. MULDER, Historisch kritische beschouwing van zijn werk: Scheikunde der bouwbare aarde.”

G. J. MULDER, geboren in 1802, gestorven in 1880, was van 1841 tot 1867 hoogleeraar in de scheikunde te Utrecht. In deze tijd valt ook de hoofdperiode van de werkzaamheid van LIEBIG op landbouwscheikundig gebied. LIEBIG werd geboren in 1803, stierf in 1873, was van 1824 tot 1852 hoogleeraar in Giessen, daarna in München. LIEBIG en MULDER waren in menig opzicht tegenstellingen. LIEBIG was uitsluitend scheikundige en ook, waar hij zich op landbouwkundig of physiologisch gebied bewoog, bekeek hij alles speciaal van een analytisch-chemisch standpunt. MULDER heeft op analytisch-chemisch gebied zeker niet zooveel gepresteerd als LIEBIG, hij was echter veelzijdiger en waar hij dan ook over landbouwkundige en physiologische kwesties een oordeel uitspreekt, is een dergelijk oordeel beter overwogen en meer van alle kanten doordacht dan dit bij LIEBIG gewoonlijk het geval was.

De eenzijdigheid van LIEBIG bracht hem er toe de eeuwenoude ervaringen der praktijk gering te schatten. LIEBIG is doctrinair en waar men hem niet onmiddellijk gelijk geeft, krijgt de tegenstander al spoedig het verwijt te hooren, dat hij conservatief is, opzettelijk den vooruitgang der wetenschap tegenhoudt of dat hij maar tot de dilettanten behoort. MULDER kende over het algemeen aan de ervaringen der praktijk een zeer groote waarde toe.

Begaafd met een buitengewoon helderen en practischen blik, doorzag MULDER de verschillende theoriën van LIEBIG beter dan een van zijn tijdgenooten en merkte zeer goed op hoe eenzijdig en onpractisch deze veelal waren. Zoo is het dan ook niet te verwonderen dat MULDER in zijn hoofdwerk: „de scheikunde der bouw-bare aarde” bijna doorlopend tegen LIEBIG polemiseert. MULDER heeft in dit opzicht echter betrekkelijk slechts zeer weinig succes gehad en eerst nu in de laatste vijftien jaar komt men langzamerhand weer terug tot het standpunt dat MULDER innam en dat men ontijdig ter wille van de theoriën van LIEBIG verlaten had.

De omvang van ons werk is een beletsel om de geheele zeer lezenwaardige studie van prof VAN BENNELEN te bespreken, wij nemen alleen uit het slot van de verhandeling het een en ander over: „LIEBIG gaf zijn stelsel in afgeronde leerstukken (dogmata), die volgens zijne overtuiging de landbouwwetenschap hadden herschapen en haar geheel verder moesten leiden.

Voor de verschijnselen gaf hij chemische verklaringen, die den schijn wekten, alsof zij nu afdoende verklaard waren, en die dus het verder onderzoek afsloten of althans aan zijne (LIEBIG's) kluisters vastlegden.

MULDER beijvert zich daarentegen de samengesteldheid der vraagstukken in het licht te stellen en hun geen dogmatischen band aan te leggen. Telkens doet hij de armoede der wetenschap uitkomen. Hij tracht voorzeker veel te verklaren, inzonderheid uit de leer der gelatineuse silicaten—ja, soms te veel—maar toch altijd op eene wijze, die de vraagstukken niet afsluit maar openstelt.

Op bijna elke bladzijde van zijn boek dringen zijne uiteenzettingen tot nader onderzoek.

Wijst LIEBIG steeds de oude landbouwpraktijk terug, MULDER maakt ze zich ten nutte.

Niet MULDER maar LIEBIG heeft in Duitschland en elders de richting van het onderzoek beheerscht, en eerst langzaam heeft men zich daaraan ontworsteld. Men blijft het echter een groote verdiende van LIEBIG's bemoeiingen achten, dat hij zulk een krachten stoot aan de Agrikultuurchemie gegeven en juist door zijne orakelspreuken belangstelling en leven gewekt heeft — een leven dat het aanzijn gegeven heeft aan die talrijke proefstations, die thans Duitschland en de andere Germaansche staten overdekken en ook in Engeland, België en Frankrijk nagevolgd zijn. ADOLF MAYER zegt: Die moralische Bedeutung von LIEBIG's Auftreten wird

nicht geleugnet werden können, wenn es auch der scharfprüfenden Kritik immer mehr und mehr gelingen sollte, *das eigentlich Greifbare seiner Leistungen* auf den Gebiete der Agrikulturchemie, dass in einem in sich abgeschlossenen Satz fertig dargestellt werden könnte, *in ein Nichts auf zu lösen*.

Het komt mij echter voor, dat het veel gelukkiger voor de ontwikkeling der Agrikulturchemie zouden geweest zijn, als niet LIEBIG maar MULDER's denkbeelden school gemaakt hadden.

De dwalingen van LIEBIG zijn alle moeten wederlegd worden en nog heden ten dage worden zij wederlegd. Zij hebben dus in het eerst geen gelukkige richting aan het onderzoek gegeven, al heeft, zooals van zelf spreekt, het onderzoek steeds meer licht gebracht en *de goede weg terug doen vinden*.

De studie der vruchtbaarheid en onvruchtbaarheid des bodems beweegt zich op den door MULDER aangewezen weg. Aan de ervaringen van de landbouwpractijk wordt recht gedaan. Het onderzoek is weder *physiologisch* geworden, zooals MULDER het altijd verlangd heeft. De beteekenis van het leven der parasitische dieren en planten, de rol der micro-organismen voor den groei der bouwgewassen worden nagespoord."

De leeringen van LIEBIG en van zijn school (waaronder vooral KNOR heftig de beteekenis van de humus voor de vruchtbaarheid bestreden heeft) omtrent de beteekenis van de humus vinden dan ook tegenwoordig zelfs in Duitschland slechts weinige aanhangers. Ook door de landbouwtheoretici werd in de laatste vijftien jaar herhaaldelijk op de groote beteekenis van de humus gewezen.

VOGEL ¹⁾ noemt de stalmest de belangrijkste meststof.

V. D. GOLTZ laat zich op de volgende wijze uit: „Dass die Stalldüngung, richtig angewendet, rentabel ist, geht aus der Jahrhundert- und Jahrtausenden alten, noch in der Gegenwart oft gemachten Erfahrung hervor, dass die mit besonderem Erfolge wirthschaftenden Landwirte stets ein besonderes Gewicht auf eine reichliche Stallmisdüngung gelegt haben.

Die bei weitem grössere Mehrzahl der Ackergrundstücke bedarf zur Erhaltung ihrer Ertragsfähigkeit einer regelmässigen und starken Zufuhr von Humus, die sowohl durch Stalldünger wie durch Gründüngung oder auch durch beides gewährt werden kann."

1) VOGEL. *Der Stallmist und seine Beziehungen zur Fütterung* Neue Erfahrungen auf dem Gebiete des Düngerwesens 1896.

V. D. GOLTZ. *Die wirthschaftlichen Grundsätze der Düngung*. Neue Erfahrung auf dem Gebiete des Düngerwesens 1896.

Volgens WOHLTMANN ¹⁾ is het niet rationeel om op grond met physisch mooie structuur, waar door de geproduceerde mest het verlies aan organische stof opgewogen worden moet, minder dan 1 stuk grootvee op de 25 H.A. te houden.

Er wordt wel in de Europeesche landbouwliteratuur ook door practici veel geschreven over landbouw zonder stalmest en dikwijls worden voorbeelden uit het praktische landbouwbedrijf aangehaald van boerderijen waar zonder stalmest gedurende lange jaren met

1) WOHLTMANN. *Die Bedeutung der organischen Düngung und der Strohverkauf*. Der Landwirt 1895. Referaat Biedermann's Centralblatt 24.

Vergelijk ook nog:

MAERCKER. *Stallmist oder Kunstdünger*. Berlin 1890. Referaat Biedermann's Centralblatt 20.

„Verfasser beobachteten an einem Grundstück, welches ursprünglich aus milden Lösslehm bestand und seit 30 Jahr nur mit Kunstdünger gedüngt wurde, bei einer Fruchtfolge welche möglichst wenig Ernterückstände dem Boden hinterliess, wie die mechanischen Beschaffenheit so ungünstig wurde dass die Bearbeitung die grössten Schwierigkeiten verursachte. Kalkdüngung stellte unmittelbar die milde Bodenbeschaffenheit wieder her.“

„Es ist die Aufgabe des Landwirts der ohne Stalldünger wirtschaften will, einerseits die Pflanzennährstoffe in ausreichender Menge und der zur Aufnahme geeigneten Form zu geben und andererseits dafür zu sorgen dass die mechanische Bodenbeschaffenheit durch die Beschaffung von organischer Substanz oder auf eine andere Weise gut erhalten wird.“

ORTH. *Boden und Dünger, Kalk und Mergel*.

Neue Erfahrungen auf den Gebiete des Düngerwesens 1896.

„Die alten guten Bestellungs-methoden, welche sich zum Theil auch auf die Verwendung des Stallmists beziehen, behalten daher in der angegebenen Richtung stets ihre grosse Bedeutung und dürfen nicht vernachlässigt werden.“

KÜHN. *Wirtschaftliche Bedeutung der Gründüngung*.

Zeitschrift d. landw. Centralvereins d. Prov. Sachsen 1893. Referaat Biedermann's Centralblatt 23.

Volgens KÜHN kan de organische stof die bij de groene bemesting toegevoerd wordt zonder bezwaar bij de berekening van de mestwaarden verwaarloosd worden. De groene bemesting zoude dus alleen beteekenis hebben wegens de opname van stikstof uit de lucht en niet wegens de humustoevoer. Bij proeven van KÜHN bleek op een grond met 3,41% gloeiverlies, (niet nader gespecificeerd in chemisch gebonden water en organische stof) waar sedert 14 jaar onafgebroken winterrogge na winterrogge geplant werd, zich geen verschil te openbaren tusschen twee proefvakken waarvan het eene ieder jaar 12000 kilo stalmest, het andere uitsluitend kunstmest kreeg.

Er werd dus in dit geval geen verhooging van opbrengst door de rijkelijke humustoevoer verkregen.

Deze proef is echter lang niet afdoende om daaruit de algemeene conclusie te trekken dat de toevoer van humus door groene bemesting van geen beteekenis zoude zijn. Een dergelijk resultaat geldt natuurlijk uitsluitend voor dezelfde condities als waaronder de proef genomen werd, dus voor voortdurende roggebouw op overeenkomstige grond als waarop KÜHN zijne proeven nam.

Wij mogen niet uit het oog verliezen dat bij voortdurende roggebouw de ontleding van de humus zeker niet zoo intensief verloopt als bijv. bij voortdurende hakvruchtkultuur en dat bij roggebouw betrekkelijk veel wortel- en stoppelresten in de grond achterblijven.

WEISKE. (Landwirtschaftliche Versuchsstationen XIV 1871) geeft voor de hoeveelheid organische stof die als wortel- en stoppelresten op het veld achterblijft de volgende hoeveelheden aan in ponden per morgen.

rogge	2074
gerst	924
haver	1339
tarwe	1369
roode klaver	1015
lucerne	4856
esparcetten	2814
wondklaver	2311
serradella	1482
boekweit	992
erwten	1463
lupinen	1711
raapzaad	2200

Het blijkt uit deze opgave wel dat voor een proef waarmede gedemonstreerd moet worden dat landbouw ook zonder humustoevoer tot de bouwgrond mogelijk is, de keuze van rogge (een gewas dat betrekkelijk veel organische stof in de stoppels en wortels achterlaat) als cultuurgewas niet gelukkig genoemd kan worden.

succes landbouw uitgeoefend is, men heeft hier echter bijna zonder uitzondering te doen met gevallen waar groene bemesting of de cultuur van diep wortelende en veel stoppels achterlatende gewassen in de plaats van de stalmest is ingevoerd.

Zoo bijv. in een geval waar kwestie is van akkerbouw zonder stalmest met kunstmeststoffen ¹⁾ en waar afwisselend koren en klaver verbouwd en de klaver telkens ondergeploegd wordt. Er wordt dus bijv. in Maart 1881 tarwe en in Juni 1881 onder deze tarwe klaver uitgezaaid. In de herfst 1881 wordt de tarwe geoogst, de klaver blijft op het veld staan, groeit door tot de zomer 1882 en wordt dan in de bloeitijd neergeslagen en ondergeploegd. Daarna blijft het veld braak liggen tot Maart 1881 en wordt dan opnieuw met tarwe bezaaid enz. enz. Dat er bij een dergelijke vruchtwisseling zonder stalmest met uitsluitend gebruik van kunstmeststoffen geen vrees behoeft te bestaan voor achteruitgang van het humusgehalte van de grond, is duidelijk genoeg.

In een ander geval waar gedurende vijftig jaar zonder stalmest landbouw uitgeoefend werd ²⁾ had men de volgende vruchtwisseling.

Winterrogge, bemest met Peru guano en beendermeel.

Timothygras, voor zaadwinning.

Winterrogge, bemesting als in het eerste jaar.

Haver.

Aardappels, bemesting als in het eerste jaar.

Gerst en Haver gemengd, kalkbemesting.

Klaver voor zaadwinning

In dit geval had de grond sedert vijftig jaar uitsluitend in de stoppels humustoevoer gekregen, maar er komen dan ook in de vruchtwisseling een gewas voor (klaver) dat buitengewoon veel organische stof in de stoppel achterlaat, drie gewassen (Timothygras en twee maal rogge) die veel organische stof achterlaten en slechts een hakvrucht (aardappels) waarbij dus door intensieve grondbewerking de ontleding van de organische stof sterk bevorderd wordt.

In Europa is de groene bemesting zonder stalmest voor lichte

1) D'AVÈNE. *Ackerbau ohne Stalldünger mit künstlichen Düngemitteln*. Journal d'agriculture pratique 47, 1883. Referaat in Biedermann's Centralblatt. 12.

2) UHLICH. *Fünfzigjährige Gutswirtschaft ohne Stalldünger und Viehhaltung*.

Sächsische landwirthsch. Zeitschrift 1891. Referaat in Biederman's Centralblatt. 21.

gronden tot een systeem ontwikkeld door SCHULTZ ¹⁾ die op het betrekkelijk ongunstig gelegen goed *Lupitz* met buitengewoon veel succes volgens zijne methode heeft gewerkt.

Voor zware gronden schijnt stalmestbemesting nog de voorkeur te verdienen boven groene bemesting, de opvattingen hieromtrent zijn echter nog verdeeld.

In het algemeen echter wordt het in Europa tegenwoordig vrijwel algemeen als onmogelijk erkend, op den langen duur landbouw uit te oefenen zonder zorg voor de instandhouding van het humusgehalte van den grond te dragen.

Zeer uitvoerige vergelijkende proeven tusschen stalmest en kunstmest werden in Engeland genomen door LAWES and GILBERT. ²⁾ Bij deze proeven zullen wij wat langer blijven stilstaan, omdat hier juist overtuigend bleek hoe op de duur ten gevolge van het uitsluitend gebruik van kunstmest de vruchtbaarheidstoestand van den grond achteruitgaat. Dit zijn de beroemde gedurende meer dan veertig jaar op dezelfde grondstukken voortgezette bemestingsproeven te Rothamsted

Van de zeer talrijke, meest alle over lange termijnen voortgezette, aldaar genomen bemestingsproeven, nemen wij alleen eenige vergelijkende bemestingsproeven met gerst en tarwe. Voor de bemestingsproeven met gerst willen wij de producties vergelijken die gedurende 43 achtereenvolgende jaren 1852–1894 op dezelfde perceelen gemaakt werden bij verschillende behandeling. Wij kiezen de perceelen

a steeds onbemest;

1) SCHULTZ LUPITZ. *Ueber Gründüngung und Zwischenfruchtbau*. Neue Erfahrungen auf dem Gebiete des Düngerwesens 1896.

E. BOCK. *Das Gut Lupitz, seine Bewirtschaftung und seine Erträge* Landwirthschaftliche Jahrbücher 1902.

Vergelijk verder nog over landbouw zonder of met weinig stalmest in Europa o. a.:

DEHLINGER. *Viehlose Gründüngungswirtschaft auf schwerem Boden*. Deutsche Landwirthsch. Presse 1892. Referaat Biedermann's Centralblatt 12.

FISCHER. *Eine schlesische Wirthschaft ohne Nutzviehhaltung*. Der Landwirt 19, 1883. Referaat Biedermann's Centralblatt 12.

SCHINDLER-DOHNSEN. *Über Bewirtschaftung des Ackers ohne Viehhaltung*. Braunschweigische Landw. Zeit. 1881. Referaat Biedermann's Centralblatt 11.

2) STECHER. *Acht-unddreissigjährige Bewirtschaftung eines Gutes ohne Stalldünger*. Sächs. Landw. Zeitsch 1879. Referaat Biederman's Centralblatt 9.

VIBRANS. *Gründüngung und Zwischenfruchtbau auf schweren Boden*. Jahrb. d. Deutsche Landw. Gesellsch. XI 1806. Referaat Biedermann's Centralblatt 26.

KNIEREM. *Eine zeitgemässe Aenderung unserer Rotation*. Baltische Wochenschrift 1892. Referaat Biedermann's Centralblatt 1901.

GILBERT. *Agricultural Investigations at Rothamsted England, during a period of fifty years* U. S. Department of Agriculture 1891.

BEHREND. *Die Resultate der hauptsächlichsten in England von Lawes und Gilbert ausgeführten Felddüngungsversuche und ihre Bedeutung für die deutsche Landwirtschaft*. Landw. Jahrbücher X, 1881.

2) LAWES AND GILBERT. *Der Wert nicht ausgenutzten Düngers im Boden*. Journal royal agric. Soc. 21. Referaat Biedermann's Centralblatt 17.

- b* geregelde jaarlijksche stalmestbemesting;
c van 1852 — 1871 ieder jaar stalmestbemesting daarna niet meer bemest;
d geregeld ieder jaar bemest met een compleet kunstmestmengsel bestaande uit superphosphaat, kalium-natrium en magnesiumsulfaat en 1000 pond raapkoek (boengkil) per acre;
e geregeld ieder jaar bemest met een compleet kunstmestmengsel bestaande uit superphosphaat, kalium-natrium en magnesiumsulfaat en zwavelzure ammonia.

Voor de jaarlijksche opbrengsten van deze perceelen berekend in bushels per acre wordt opgegeven.

	<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>c.</i>	<i>d.</i>	<i>e.</i>
1852	27 ¹ / ₄	33	33	38	40 ³ / ₄
1853	25 ³ / ₄	36 ¹ / ₈	36 ¹ / ₈	40 ¹ / ₈	38 ¹ / ₄
1854	35	56 ³ / ₈	56 ³ / ₈	60 ¹ / ₄	60 ⁵ / ₈
1855	31	50 ¹ / ₈	50 ¹ / ₈	51 ³ / ₄	48 ³ / ₈
1856	137 ₈	32 ¹ / ₈	32 ¹ / ₈	35 ³ / ₈	31 ³ / ₄
1857	26 ¹ / ₈	51 ¹ / ₄	51 ¹ / ₄	62 ¹ / ₄	57 ³ / ₈
1858	21 ¹ / ₄	55	55	57 ¹ / ₈	51 ¹ / ₂
1859	13 ¹ / ₂	40	40	35	34 ⁵ / ₈
1860	13 ¹ / ₄	44 ⁵ / ₈	44 ⁵ / ₈	40 ³ / ₄	43 ¹ / ₂
1861	16 ¹ / ₄	54 ³ / ₈	54 ³ / ₈	53 ⁵ / ₈	54 ⁵ / ₈
1862	16 ¹ / ₂	49 ³ / ₄	49 ³ / ₄	45 ¹ / ₂	47 ⁵ / ₈
1863	22 ⁷ / ₈	59 ¹ / ₂	59 ¹ / ₂	54 ¹ / ₂	55 ³ / ₈
1864	24	62	62	53	55 ⁵ / ₈
1865	18	52 ³ / ₄	52 ³ / ₄	48 ¹ / ₈	46 ¹ / ₂
1866	15 ⁷ / ₈	53 ¹ / ₈	53 ¹ / ₈	48 ⁵ / ₈	47
1867	17 ¹ / ₈	45 ⁵ / ₈	45 ⁵ / ₈	42 ⁵ / ₈	43 ⁷ / ₈
1868	15 ⁵ / ₈	43 ⁵ / ₈	43 ⁵ / ₈	36 ¹ / ₄	34 ⁵ / ₈
1869	15 ¹ / ₈	46 ⁷ / ₈	46 ⁷ / ₈	52 ¹ / ₈	49 ¹ / ₄
1870	13 ¹ / ₂	47 ¹ / ₂	47 ¹ / ₂	43 ³ / ₄	38
1871	16 ³ / ₄	54 ¹ / ₂	54 ¹ / ₂	47 ¹ / ₂	46 ¹ / ₂
1872	10 ¹ / ₄	38 ⁷ / ₈	38 ¹ / ₄	33 ¹ / ₈	36 ⁶ / ₈
1873	14	54 ¹ / ₄	47 ¹ / ₂	45 ¹ / ₂	46 ⁷ / ₈

	a.	b.	c.	d.	e.
1874	$17\frac{5}{8}$	$64\frac{1}{2}$	$46\frac{1}{2}$	$49\frac{1}{4}$	$45\frac{3}{4}$
1875	$12\frac{1}{2}$	$45\frac{1}{4}$	$32\frac{1}{2}$	$44\frac{1}{4}$	$35\frac{7}{8}$
1876	$12\frac{3}{4}$	45	31	35	$35\frac{5}{8}$
1877	$17\frac{1}{8}$	52	36	$47\frac{1}{8}$	$50\frac{1}{2}$
1878	10	$46\frac{1}{4}$	$21\frac{7}{8}$	$32\frac{1}{2}$	$33\frac{3}{8}$
1879	$6\frac{1}{4}$	$36\frac{5}{8}$	$16\frac{5}{8}$	$32\frac{1}{8}$	$27\frac{3}{8}$
1880	$18\frac{7}{8}$	$65\frac{1}{4}$	$41\frac{5}{8}$	$54\frac{7}{8}$	$54\frac{5}{8}$
1881	$17\frac{7}{8}$	$53\frac{3}{4}$	$29\frac{3}{4}$	45	$42\frac{3}{8}$
1882	$18\frac{3}{8}$	$60\frac{3}{4}$	35	$46\frac{5}{8}$	$50\frac{3}{8}$
1883	$16\frac{1}{4}$	$58\frac{1}{2}$	$35\frac{1}{2}$	$48\frac{3}{4}$	52
1884	$13\frac{3}{4}$	$57\frac{1}{8}$	29	$40\frac{3}{4}$	$42\frac{1}{4}$
1885	$9\frac{1}{4}$	$49\frac{1}{4}$	22	$32\frac{3}{8}$	32
1886	11	$41\frac{1}{4}$	$30\frac{1}{2}$	$28\frac{3}{8}$	$35\frac{7}{8}$
1887	$7\frac{1}{2}$	26	10	21	$22\frac{5}{8}$
1888	$12\frac{1}{4}$	45	$24\frac{3}{8}$	38	$43\frac{1}{2}$
1889	$11\frac{1}{4}$	42	$22\frac{1}{4}$	$30\frac{1}{4}$	$35\frac{3}{4}$
1890	13	53	$22\frac{3}{8}$	$33\frac{1}{2}$	$46\frac{3}{8}$
1891	$15\frac{1}{4}$	$43\frac{3}{4}$	$33\frac{5}{8}$	$40\frac{3}{4}$	$46\frac{1}{2}$
1892	14	$59\frac{3}{4}$	$30\frac{3}{4}$	$40\frac{1}{4}$	$50\frac{3}{8}$
1893	$8\frac{1}{4}$	$43\frac{1}{2}$	$20\frac{1}{4}$	$31\frac{5}{8}$	$30\frac{3}{4}$
1894	10	$44\frac{5}{8}$	$23\frac{3}{4}$	$37\frac{3}{8}$	$41\frac{3}{8}$

Het valt onmiddellijk op hoe op ieder perceel op zichzelf beschouwd de producties van jaar tot jaar zeer sterk varieeren, blijkbaar tengevolge van de wisselende weersgesteldheid in de verschillende jaren.

Tengevolge van deze groote verschillen tusschen de op elkander volgende jaren is de vergelijking tusschen de verschillende vakken nog al lastig, al blijkt het dan ook onmiddellijk dat de twee vakken met compleete kunstmestmengsels gedurende de eerste zes jaren hogere producties opleyeren dan de stalmestvakken, maar daarna bij deze vakken achter blijven.

Een duidelijk overzicht over de onderlinge verhouding der producties op de verschillende vakken verkrijgt men eerst door toepassing van onze in Hoofdstuk III besprokene correctiemethode.

Door toepassing van deze correctiemethode vinden wij voor de gecorrigeerde producties in bushels per acre:

	a.	b.	c.	d.	e.
1852					
1853	$28\frac{1}{2}$	$40\frac{3}{8}$	$40\frac{3}{8}$	$44\frac{5}{8}$	$44\frac{1}{2}$
1854	$31\frac{3}{4}$	$49\frac{3}{4}$	$49\frac{3}{4}$	$53\frac{1}{8}$	52
1855	$25\frac{3}{4}$	$47\frac{1}{4}$	$47\frac{1}{4}$	$49\frac{3}{4}$	$47\frac{1}{4}$
1856	$21\frac{1}{4}$	$41\frac{1}{2}$	$41\frac{1}{2}$	$46\frac{1}{8}$	$42\frac{1}{4}$
1857	$21\frac{7}{8}$	$47\frac{1}{2}$	$47\frac{1}{2}$	$54\frac{1}{4}$	$49\frac{1}{2}$
1858	$20\frac{3}{8}$	$50\frac{1}{4}$	$50\frac{1}{4}$	$52\frac{7}{8}$	$48\frac{3}{4}$
1859	$15\frac{1}{4}$	$44\frac{1}{8}$	$44\frac{1}{8}$	42	41
1860	14	$44\frac{1}{4}$	$44\frac{1}{4}$	$42\frac{1}{2}$	44
1861	15	50	50	$48\frac{3}{8}$	50
1862	18	$53\frac{1}{4}$	$53\frac{1}{4}$	$49\frac{3}{4}$	$51\frac{1}{4}$
1863	$21\frac{5}{8}$	$57\frac{3}{4}$	$57\frac{3}{4}$	$51\frac{7}{8}$	$53\frac{1}{2}$
1864	$22\frac{1}{4}$	59	59	$52\frac{1}{8}$	$53\frac{1}{4}$
1865	19	$55\frac{1}{4}$	$55\frac{1}{4}$	$49\frac{1}{2}$	$48\frac{7}{8}$
1866	$16\frac{3}{4}$	$51\frac{1}{4}$	$51\frac{1}{4}$	$46\frac{7}{8}$	$46\frac{1}{2}$
1867	$16\frac{1}{2}$	47	47	$42\frac{1}{2}$	$42\frac{3}{8}$
1868	$15\frac{7}{8}$	45	45	$41\frac{7}{8}$	$40\frac{5}{8}$
1869	$14\frac{3}{4}$	$46\frac{1}{4}$	$46\frac{1}{4}$	$46\frac{1}{8}$	$42\frac{3}{4}$
1870	$14\frac{3}{4}$	49	49	$46\frac{3}{4}$	43
1871	$14\frac{1}{4}$	$48\frac{3}{4}$	$48\frac{1}{2}$	43	42
1872	$12\frac{3}{4}$	$46\frac{1}{2}$	$44\frac{1}{2}$	40	$41\frac{3}{4}$
1873	$13\frac{7}{8}$	53	45	$43\frac{3}{4}$	44
1874	$15\frac{7}{8}$	$57\frac{1}{8}$	$43\frac{1}{4}$	$47\frac{1}{4}$	$43\frac{1}{2}$
1875	$13\frac{7}{8}$	50	$35\frac{5}{8}$	$43\frac{1}{4}$	$38\frac{1}{4}$
1876	$13\frac{6}{8}$	$46\frac{3}{4}$	$32\frac{5}{8}$	$40\frac{1}{4}$	$39\frac{3}{8}$
1877	$14\frac{1}{8}$	$48\frac{3}{4}$	$31\frac{1}{4}$	$40\frac{3}{8}$	$42\frac{1}{2}$
1878	$10\frac{3}{4}$	$45\frac{3}{4}$	$24\frac{1}{8}$	$35\frac{3}{4}$	$36\frac{1}{4}$

Plaat 1.

TOELICHTING. De zwarte lijnen geven een graphische voorstelling van de producties aan gerst in bushels per acre gedurende 53 achtereenvolgende jaren op hetzelfde gronddeel verkregen bij bemestings-proeven te Rothamsted. De bovenste zwarte lijn geeft deze producties weer voor een proefveld, dat tot 1871 gevoeld met stalmest bemest en daarna niet meer bemest werd, de onderste zwarte lijn geeft de producties weer voor een proefveld dat nooit bemest werd. De roode lijnen zijn verkregen door toepassing van de in den tekst nader beschreven correctie-methode. Het is zonder meer duidelijk, dat door toepassing van deze correctie het behoop der lijnen eenvoudiger, de graphische voorstelling dus duidelijker wordt.

	<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>c.</i>	<i>d.</i>	<i>e.</i>
1879	$40\frac{1}{4}$	$46\frac{3}{4}$	$24\frac{1}{8}$	$37\frac{3}{8}$	$35\frac{3}{4}$
1880	$15\frac{1}{2}$	$55\frac{1}{4}$	$32\frac{1}{2}$	$46\frac{1}{2}$	$44\frac{3}{4}$
1881	$18\frac{1}{4}$	$58\frac{3}{8}$	34	$47\frac{7}{8}$	$47\frac{1}{2}$
1882	$17\frac{3}{4}$	$58\frac{1}{2}$	$33\frac{3}{4}$	$46\frac{3}{4}$	$48\frac{7}{8}$
1883	$16\frac{1}{8}$	$58\frac{3}{4}$	$33\frac{3}{4}$	$46\frac{1}{4}$	$49\frac{1}{4}$
1884	$13\frac{1}{4}$	$55\frac{1}{2}$	$28\frac{7}{8}$	$40\frac{5}{8}$	$42\frac{7}{8}$
1885	$10\frac{3}{4}$	49	$25\frac{7}{8}$	$33\frac{1}{2}$	$35\frac{1}{2}$
1886	$9\frac{1}{4}$	$39\frac{1}{2}$	$23\frac{1}{4}$	$27\frac{1}{2}$	$31\frac{5}{8}$
1887	$9\frac{1}{2}$	$34\frac{1}{2}$	$18\frac{5}{4}$	$27\frac{1}{8}$	$31\frac{7}{8}$
1888	$10\frac{3}{4}$	39	$20\frac{1}{4}$	$31\frac{3}{4}$	$36\frac{1}{4}$
1889	12	$45\frac{1}{2}$	$22\frac{3}{4}$	33	$40\frac{1}{4}$
1890	$13\frac{1}{8}$	48	$25\frac{1}{8}$	$34\frac{1}{2}$	$43\frac{3}{4}$
1891	$14\frac{3}{8}$	50	$30\frac{1}{8}$	$38\frac{3}{4}$	$47\frac{1}{2}$
1892	$12\frac{7}{8}$	$51\frac{3}{4}$	$28\frac{7}{8}$	$38\frac{1}{4}$	$44\frac{1}{2}$
1893	$10\frac{1}{8}$	$47\frac{3}{4}$	$23\frac{1}{4}$	$35\frac{1}{4}$	$38\frac{1}{4}$
1894					

Op de eerste der bij dit Hoofdstuk behoorende platen hebben wij onze correctiemethode gedemonstreerd, wij hebben namelijk voor de vakken van *a* en *c* de werkelijke en de gecorrigeerde productie in graphische voorstelling gebracht. Het verloop der werkelijk productie is door zwarte lijnen, dat der gecorrigeerde producties door roode lijnen aangegeven.

Het is met een oogopslag duidelijk dat door de toepassing van onze correctiemethode een zeer groot gedeelte van het storende detail wegvalt, de lijn krijgt een eenvoudiger en daardoor overzichtelijker verloop.

De periodes van eenige op elkander volgende goede of slechte jaren worden nog wel in de lijn die de gecorrigeerde producties weergeeft, uitgedrukt, maar de groote afwisseling tusschen de afzonderlijke op elkander volgende jaren is weggefallen.

Op de tweede der bij dit Hoofdstuk behoorende platen hebben wij de gecorrigeerde producties voor de vakken *a*, *b*, *c*, *d* en *e* in graphische voorstelling gebracht. Het is onmiddellijk duidelijk hoe de productie van de twee met kunstmest bemeste vakken in de

eerste jaren de productie van het stalmestvak overtreft, daarna echter vermindert en er ten slotte ver beneden blijft.

Verder is het zeer merkwaardig hoe de productie van het vak *c* dat tot 1872 toe geregeld met stalmest en daarna niet meer gemest werd, nog in 1894 de productie van het vak *a* dat sinds 1852 niet bemest geworden is, verre overtreft. De geregelde gedurende twintig jaar voortgezette zware stalmestbemesting werkt dus drie en twintig jaar later nog duidelijk na.

Wat nu de vergelijking tusschen de producties van het stalmestvak *b* en de kunstmestvakken *d* en *e* betreft, zoo moeten wij hierbij wel in het oog houden dat de producties van het stalmestvak nog niet weergeven de maximale producties die bij rationeel stalmest- en kunstmestgebruik bereikt kunnen worden.

Er zijn op het stalmestvak abnormaal groote hoeveelheden stalmest gebruikt, (14 ton per acre per jaar) er is geen twijfel aan dat bij gebruik van de helft van deze hoeveelheid gesuppleerd met kunstmest nog aanzienlijk hoogere producties bereikt geworden waren.

Intusschen, dit nog daargelaten, is het aan geen twijfel onderhevig dat de vruchtbaarheidstoestand van de kunstmestvakken op den duur achteruitgegaan is.

De in 1857 op het raapkoekvak en in 1863 op het zwavelzure ammoniavak bereikte (gecorrigeerde) producties zijn sinds die tijd nooit meer gemaakt geworden.

Aan het eind van de proef verhouden zich de producties op het raapkoekvak, zwavelzure ammoniavak en stalmestvak ongeveer als 6 : 7 : 8.

Dergelijke verschillen in productie *) kunnen zeer dikwijls beslissen over de rentabiliteit van een cultuur.

Wat de bemestingsproeven met tarwe betreft, zoo willen wij vergelijken een vak *a* dat geregeld ieder jaar een zware stalmeststalbemesting kreeg, een vak *b* dat nooit bemest werd, een vak *c* dat ieder jaar bemest werd met een compleet kunstmestmengsel bestaande uit superphosphaat, kaliumnatrium- en magnesiumsulfaat + 86 pond stikstof in de vorm van zwavelzure ammonia per acre, en een vak *d* dat ieder jaar ook met een compleet kunstmestmengsel bemest werd + 129 pond stikstof in de vorm van zwavelzure ammonia.

De producties van deze vier vakken in bushels per acre laten wij hier volgen:

*) Men denke zich bijv. drie fabrieken met producties van 120, 140 en 160 pikol suiker per bouw.

VERD). Plaat II.

TOELICHTING De lijnen stellen voor het verloop van de (met behulp van de in de tekst beschreven en op plaat I toegelichte correctie-methode) gecorrigeerde jaarlij. de productie gedurende het tijdvak van 1852—1894, in bushels per acre.

De bovenste zwarte lijn geeft deze producties weer voor het proefvak, dat geregeld ieder jaar met stalmest bemest werd.

De onderste zwarte lijn geeft deze producties weer voor een vak dat tot 1871 geregeld ieder jaar met stalmest, daarna niet meer bemest werd.

De gestippelde rode lijn geeft deze producties weer voor een vak, dat geregeld ieder jaar met superphosfaat, kalium, natrium, magnesiumsulfaat en zwavelzure ammonia werd bemest.

De bovenste doorgetrokken rode lijn geeft de producties aan voor een vak, dat geregeld ieder jaar met superphosfaat, kalium, natrium, magnesiumsulfaat en raapkoek (hoefgikil) bemest werd.

De onderste rode lijn stelt de productie voor van een vak dat nooit bemest werd.

VE). **Plaat III.**

TOELICHTING. De bovenste zwarte lijn geeft de gecorrigeerde producties weer in bushels per acre voor het vak, dat ieder jaar met stalmest bemest werd. De onderste zwarte lijn geeft deze producties aan voor het vak, dat nooit bemest werd.

De bovenste roode lijn toont de producties aan voor een vak, dat ieder jaar met superphosphaat, kalium, natrium, magnesiumsulfaat en 129 pond stikstof als zwavelzure ammonia werd bemest, de onderste roode lijn voor een vak, dat ieder jaar met superphosphaat, kalium, natrium, magnesiumsulfaat en 84 pond stikstof als zwavelzure ammonia werd bemest.

	<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>c.</i>	<i>d.</i>
1844	$20\frac{1}{2}$	15	—	—
1845	32	$23\frac{1}{4}$	—	—
1846	$27\frac{1}{4}$	18	—	—
1847	$29\frac{7}{8}$	$16\frac{7}{8}$	—	—
1848	$25\frac{5}{8}$	$14\frac{3}{4}$	—	—
1849	31	$19\frac{1}{4}$	—	—
1850	$28\frac{1}{2}$	$15\frac{7}{8}$	—	—
1851	$29\frac{5}{8}$	$15\frac{7}{8}$	—	—
1852	$27\frac{5}{8}$	$13\frac{7}{8}$	$26\frac{3}{4}$	$27\frac{1}{2}$
1853	$19\frac{1}{8}$	$5\frac{7}{8}$	$23\frac{5}{8}$	$23\frac{1}{2}$
1854	$41\frac{1}{8}$	$21\frac{1}{8}$	$45\frac{1}{2}$	$48\frac{5}{8}$
1855	$34\frac{5}{8}$	17	33	$31\frac{1}{2}$
1856	$36\frac{1}{4}$	$14\frac{1}{2}$	$36\frac{7}{8}$	$39\frac{1}{8}$
1857	$41\frac{1}{4}$	20	$44\frac{7}{8}$	$48\frac{3}{8}$
1858	$38\frac{3}{4}$	18	$39\frac{1}{8}$	$41\frac{7}{8}$
1859	$36\frac{1}{4}$	$18\frac{3}{8}$	$34\frac{5}{8}$	$34\frac{1}{2}$
1860	$32\frac{1}{4}$	$12\frac{7}{8}$	$27\frac{3}{4}$	$31\frac{1}{4}$
1861	$34\frac{7}{8}$	$11\frac{3}{8}$	35	$35\frac{1}{8}$
1862	$38\frac{3}{8}$	16	$35\frac{7}{8}$	$39\frac{1}{2}$
1863	44	$17\frac{1}{4}$	$53\frac{5}{8}$	$55\frac{3}{4}$
1864	40	$16\frac{1}{2}$	$45\frac{3}{4}$	$49\frac{7}{8}$
1865	$37\frac{1}{8}$	$13\frac{3}{8}$	$30\frac{1}{4}$	$43\frac{5}{8}$
1866	$32\frac{5}{8}$	$12\frac{1}{8}$	$29\frac{7}{8}$	$32\frac{1}{8}$
1867	$27\frac{1}{2}$	$8\frac{7}{8}$	$22\frac{1}{8}$	$30\frac{1}{2}$
1868	$41\frac{3}{4}$	$16\frac{5}{8}$	$39\frac{7}{8}$	$46\frac{1}{2}$
1869	$38\frac{1}{4}$	$14\frac{1}{4}$	$28\frac{3}{8}$	$34\frac{3}{4}$
1870	$36\frac{1}{2}$	15	$40\frac{1}{2}$	$45\frac{1}{4}$
1871	39	$9\frac{3}{8}$	$22\frac{1}{4}$	$27\frac{3}{4}$
1872	$32\frac{3}{8}$	$10\frac{3}{4}$	$29\frac{3}{4}$	$35\frac{5}{8}$
1873	$26\frac{3}{4}$	$11\frac{3}{4}$	22	$27\frac{1}{2}$
1874	$39\frac{1}{4}$	$11\frac{1}{2}$	$39\frac{1}{2}$	$40\frac{1}{2}$

	<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>c.</i>	<i>d.</i>
1875	28 ⁷ / ₈	8 ⁵ / ₈	25 ⁷ / ₈	30
1876	23 ⁷ / ₈	8 ¹ / ₈	23 ¹ / ₂	29 ⁵ / ₈
1877	24 ¹ / ₈	8 ⁷ / ₈	19 ⁷ / ₈	24 ³ / ₄
1878	28 ¹ / ₄	12 ³ / ₈	31 ¹ / ₄	38 ¹ / ₈
1879	16	4 ³ / ₄	16 ¹ / ₄	20 ⁵ / ₈
1880	38 ³ / ₈	11 ¹ / ₂	34 ¹ / ₂	35 ³ / ₈
1881	30 ¹ / ₄	13 ³ / ₄	26 ⁵ / ₈	30 ³ / ₄
1882	32 ³ / ₄	11	35 ³ / ₄	37
1883	35 ¹ / ₄	13 ⁷ / ₈	36 ¹ / ₈	41 ⁷ / ₈
1884	32 ¹ / ₂	13	38 ³ / ₈	43 ¹ / ₂
1885	40 ¹ / ₈	15 ¹ / ₄	31 ¹ / ₂	36 ³ / ₄
1886	36 ¹ / ₂	9	35 ¹ / ₄	42 ³ / ₈
1887	34 ³ / ₄	14 ⁷ / ₈	29 ¹ / ₂	34 ¹ / ₂
1888	38	10	35 ⁷ / ₈	35 ¹ / ₄
1889	40 ¹ / ₂	12 ¹ / ₄	30 ³ / ₄	35 ¹ / ₂
1890	43	14	36	37 ⁵ / ₈
1891	48 ¹ / ₂	13 ³ / ₄	40 ⁵ / ₈	40
1892	33 ³ / ₈	9 ³ / ₈	32	38 ¹ / ₈
1893	34 ¹ / ₄	9 ³ / ₄	20 ¹ / ₄	21 ³ / ₄

Ook hier is het weer tengevolge van de afwisseling tusschen gunstige en minder gunstige jaren lastig de productie op de verschillende vakken te vergelijken en is het daarom raadzaam onze correctiemethode toe te passen.

De gecorrigeerde producties laten wij hier volgen.

	<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>c.</i>	<i>d.</i>
1844	—	—	—	—
1845	28	19 ⁷ / ₈	—	—
1846	29	19	—	—
1847	28 ¹ / ₈	16 ⁵ / ₈	—	—

	<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>c.</i>	<i>d.</i>
1848	28	$16\frac{3}{8}$	—	—
1849	29	$17\frac{1}{4}$	—	—
1850	$29\frac{3}{8}$	$16\frac{3}{4}$	—	—
1851	$28\frac{3}{4}$	$15\frac{3}{8}$	—	—
1852	26	$12\frac{3}{8}$	—	—
1853	$26\frac{3}{4}$	$11\frac{3}{4}$	$29\frac{7}{8}$	$30\frac{3}{4}$
1854	34	$16\frac{1}{4}$	$36\frac{7}{8}$	38
1855	$36\frac{3}{4}$	$17\frac{3}{8}$	$37\frac{1}{8}$	$37\frac{5}{8}$
1856	$37\frac{1}{8}$	$16\frac{1}{2}$	38	$39\frac{1}{2}$
1857	$39\frac{3}{8}$	$18\frac{1}{8}$	$41\frac{1}{2}$	$44\frac{1}{2}$
1858	$38\frac{3}{4}$	$18\frac{5}{8}$	$39\frac{1}{2}$	$41\frac{3}{4}$
1859	$35\frac{7}{8}$	17	34	$35\frac{1}{2}$
1860	$33\frac{7}{8}$	$13\frac{7}{8}$	$31\frac{1}{4}$	33
1861	35	13	$33\frac{1}{2}$	$35\frac{1}{4}$
1862	39	$15\frac{1}{4}$	$40\frac{1}{8}$	$42\frac{1}{2}$
1863	$41\frac{5}{8}$	$16\frac{3}{4}$	$47\frac{1}{4}$	$50\frac{1}{4}$
1864	$40\frac{1}{4}$	16	$46\frac{3}{8}$	$49\frac{3}{4}$
1865	36	$13\frac{7}{8}$	39	$42\frac{1}{4}$
1866	$32\frac{1}{2}$	$11\frac{5}{8}$	$30\frac{1}{2}$	$34\frac{1}{2}$
1867	$32\frac{1}{4}$	$11\frac{5}{8}$	$28\frac{1}{2}$	$34\frac{7}{8}$
1868	$37\frac{1}{4}$	$14\frac{1}{8}$	$32\frac{1}{2}$	$39\frac{1}{2}$
1869	$38\frac{3}{4}$	15	$34\frac{1}{4}$	$40\frac{1}{4}$
1870	$37\frac{1}{2}$	$13\frac{1}{2}$	33	$38\frac{1}{4}$
1871	$36\frac{3}{4}$	$10\frac{1}{8}$	$28\frac{3}{4}$	$34\frac{1}{8}$
1872	$32\frac{5}{8}$	$10\frac{5}{8}$	26	$31\frac{5}{8}$
1873	$31\frac{1}{4}$	$11\frac{1}{2}$	$28\frac{3}{8}$	$32\frac{3}{4}$
1874	$33\frac{1}{2}$	$10\frac{3}{4}$	$31\frac{3}{4}$	$34\frac{5}{8}$
1875	$30\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{4}$	$28\frac{3}{4}$	$32\frac{1}{2}$
1876	$25\frac{1}{4}$	$8\frac{1}{2}$	$23\frac{1}{4}$	$28\frac{1}{2}$
1877	$25\frac{1}{8}$	$9\frac{1}{2}$	$23\frac{5}{8}$	$29\frac{3}{8}$
1878	$24\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{2}$	$24\frac{5}{8}$	$30\frac{1}{2}$

	<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>c.</i>	<i>d.</i>
1879	$24\frac{3}{4}$	$8\frac{1}{4}$	$24\frac{1}{2}$	$29\frac{3}{4}$
1880	$30\frac{3}{4}$	$10\frac{3}{8}$	28	$30\frac{1}{2}$
1881	$32\frac{7}{8}$	$12\frac{1}{2}$	$30\frac{7}{8}$	$33\frac{1}{2}$
1882	$32\frac{3}{4}$	$12\frac{1}{2}$	$33\frac{5}{8}$	$36\frac{3}{4}$
1883	34	13	$36\frac{5}{8}$	$41\frac{1}{8}$
1884	35	$13\frac{3}{4}$	$36\frac{1}{8}$	$41\frac{1}{2}$
1885	$37\frac{1}{4}$	$13\frac{1}{8}$	$34\frac{1}{4}$	$39\frac{3}{4}$
1886	37	12	$32\frac{7}{8}$	39
1887	36	$12\frac{1}{4}$	$32\frac{1}{2}$	$36\frac{3}{4}$
1888	$37\frac{3}{4}$	$11\frac{3}{4}$	33	$35\frac{1}{8}$
1889	$40\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{8}$	$33\frac{1}{4}$	36
1890	$43\frac{3}{4}$	$13\frac{1}{2}$	$35\frac{3}{4}$	$37\frac{5}{8}$
1891	$43\frac{3}{8}$	$12\frac{3}{4}$	$37\frac{1}{4}$	$38\frac{7}{8}$
1892	$37\frac{3}{8}$	$10\frac{1}{2}$	$31\frac{1}{4}$	$34\frac{1}{2}$
1893	—	—	—	—

Deze gecorrigeerde producties hebben wij op de derde bij dit Hoofdstuk behorende plaat in graphische voorstelling gebracht.

Wij nemen evenals bij de bemestingsproeven met gerst waar, dat de productie op de met complete kunstmengsels bemestte vakken oorspronkelijk de productie op het stalmestvak overtreft, ten slotte echter er bij achterblijft.

Voor het vak dat 86 pond stikstof per acre ontving, is dit tijdstip reeds in 86 ingetreden, voor het vak dat de zeer zware zwavelzure ammoniabemesting van 129 pond stikstof per acre kreeg, treed dit tijdstip eerst in 1888 in.

Ook hier zijn echter de producties van het stalmestvak niet de hoogste producties die bij een rationeel gebruik van stalmest + kunstmest verkregen kunnen worden. Met de halve hoeveelheid stalmest met een betrekkelijk geringe hoeveelheid kunstmest op geschikte tijdstippen gesuppleerd, waren ongetwijfeld hoogere producties bereikt.

GILBERT maakt zelve ook nog opmerkzaam op een reden waarom de producties op het stalmestvak betrekkelijk laag zijn, en wel de welige groei van onkruid op het stalmestvak.

Hierdoor worden, hoewel het aan geen twijfel onderhevig is dat de vruchtbaarheid van het stalmestvak voortdurend vooruitgegaan is, *) vooral in ongunstige jaren de producties sterk gedrukt.

Het is aan geen twijfel onderhevig dat de vruchtbaarheid van de kunstmestvakken, zoowel bij de proeven met gerst als bij die met tarwe, op den duur achteruitgegaan is.

Deze achteruitgang in vruchtbaarheid kan niet veroorzaakt zijn door vermindering van het gehalte aan noodzakelijke voedingszouten, want deze zijn ieder jaar in meer dan voldoende hoeveelheid in den vorm van kunstmest toegevoegd, deze achteruitgang in vruchtbaarheid moet een gevolg zijn van achteruitgang van de physische gesteldheid van den grond.

Wanneer wij ons nu afvragen waaraan het toegeschreven worden kan, dat deze achteruitgang in vruchtbaarheid zich bij de bemestingsproeven met gerst veel eerder bemerkbaar maakt, dan bij de bemestingsproeven met tarwe, dan is hiervoor een tweeledige oorzaak aan te wijzen.

Ten eerste is tarwe voor de grondgesteldheid veel minder gevoelig dan gerst, wat ook met het uitgebreider wortelstelsel in verband staat. Er is hier namelijk kwestie van wintertarwe (die in het najaar gezaaid wordt, dus reeds de geheele winter tijd heeft om haar wortelstelsel te ontwikkelen) in tegenstelling met zomergerst (die in het voorjaar gezaaid en in de herfst van hetzelfde jaar geoogst wordt).

Ten tweede blijft er bij de verbouw van tarwe meer organische stof in de vorm van stoppels en wortelresten op en in het veld achter, dan bij de verbouw van gerst, volgens WEISKE verhouden zich de hoeveelheden waarvan hier kwestie is ongeveer als 3 : 2.

Het blijkt dus uit de proeven te *Rothamsted* overtuigend, dat bij uitsluitend gebruik van kunstmest, zonder speciale zorg voor de structuur van den grond, de vruchtbaarheidstoestand van den grond na korteren of langeren tijd achteruitgaat.

In verreweg de meeste gevallen moet deze achteruitgang van de structuur voorkomen worden door humustoevoer.

De eenigste mij bekende uitzondering waar op den duur de

*) „In fact, notwithstanding this great accumulation with'in het soil, the wheac'ops on the dunged (farmyard manure) plat seldom, if ever, show overluxuriance, and in unfavorable seasons the produce has been comparatively small, largely owing to the encouragement of weeds, and especially of grass, which in wet seasons it has been impossible effectually to eradicate, and what has been done has not been accomplished without injury to the crop".

structuur in stand gehouden kan worden, zonder humustoevoer, zijn de gronden met zware slibtoevoer, zooals wij die ook hier op Java in sommige gunstig gesitueerde streken hebben.

Dat inderdaad de slib een zeer groote bemestingswaarde heeft, blijkt o.a. ook uit het ruime gebruik dat de Inlandsche landbouwer in Engelsch-Indië er van maakt. In Engelsch-Indië wordt in vele streken voor bevloeiing gebruik gemaakt van reservoirs die in de regentijd gevuld worden en waaruit het water dan in de droge tijd geleidelijk afgetapt wordt. Het slib dat zich op de bodem van deze reservoirs afzet is een zeer gezocht middel tot grondverbetering.

In de Bulletins van het Department of Land Records and Agriculture, Madras, wordt herhaaldelijk melding gemaakt van dit gebruik van slib.

„A liberal application 1) of tank or channel silt, ashes and other manure is a conspicuous feature in groundnut cultivation. Tank silt is of different qualities in different places. In some tanks the silt is very stiff; in others it is friable and much more fertilizing; whilst in others again, being saltish it is worthless. The ryots cart silt from very great distances; for instance, many villagers cart silt 8 or 10 miles. Silt is also sometimes obtained from wet land too thickly overlaid therewith. The ryots divide their land into three or four blocks each about three acres in area and apply about 100 cart loads to each block at intervals of three or four years. The average quantity of silt applied per acre annually may be taken at about ten cart loads. Unless a fair amount of rain falls after its application, the silt will not be duly beneficial, as it hardens on the surface and checks the growth of the crop”.

De slib wordt in dit geval 2) blijkbaar niet gebruikt wegens haar kalium-phosphorzuur en stikstofgehalte, maar in hoofdzaak als middel ter verbetering van de grondstructuur.

Dat men echter over voldoende slib beschikt om de grondstructuur blijvend in stand te houden, is feitelijk slechts een uitzonderingstoestand, en waar dit niet het geval is dient men, of

1) SUBBA RAO. *The Grounds Earth- or Peanut. (Arachis hypogaea.)* Dep. of Land Rec. and Agriculture Madras 1894, Vol I Bull. 28.

2) Ook over groene bemesting met bladeren, het houden van schapen en geiten ter wille van de mest, het gebruik van de stalmest enz. enz. vinden wij in de bewuste Bulletins van het Department of Land Records and Agriculture te Madras verscheidene interessante mededeelingen van BENSON, CAINE en anderen.

Blijkbaar staat de Inlandsche landbouw in Madras veel hooger dan de Inlandsche landbouw hier op Java.

door keuze der vruchtopvolging of door geregelde toevoer van organische stof tot den grond te zorgen dat er geen deficit aan humus in den grond ontstaat.

Wat nu speciaal de rietcultuur betreft, zoo is ook hierbij de gunstige invloed van stalmest zeer wel bekend. In West.-Indië is 25 jaar geleden en vroeger zeer veel gebruik gemaakt van stalmest; de overgang tot het gebruik van zwavelzure ammonia schijnt hier vooral plaats gevonden te hebben in de jaren van 1875 — 1885. In de jaargangen van *Sugar Cane* 1879 — 1883 wordt voortdurend gepolemiseerd over de relative waarde van stalmest en zwavelzure ammonia. De motieven die er daar toe geleid hebben dat de zwavelzure ammonia geleidelijk de stalmest verdrongen heeft zijn vooral geweest de moeilijkheid om voldoende hoeveelheden stalmest te verkrijgen en de iets hoogere producties die men bij vergelijkende bemestingproeven tusschen stalmest en zwavelzure ammonia in de eerste jaren waarneemt.

Rationeel ingerichte bemestingsproeven, waarbij zwavelzure ammonia vergeleken werd met stalmest + een suppletie van zwavelzure ammonia en waarbij deze proeven gedurende eenige jaren achtereen op hetzelfde grondstuk werden voortgezet, schijnen echter hier nooit genomen te zijn. Men heeft steeds vergeleken de in het eerste jaar na de bemesting verkregen opbrengsten van vakken uitsluitend met stalmest en vakken uitsluitend met zwavelzure ammonia bemest.

Bij een dergelijke inrichting van bemestingsproeven waarbij
1°. men niet afwacht dat de stalmest fijn genoeg door den grond verdeeld en ver genoeg ontleed is om inderdaad een zoo gunstig mogelijke invloed op de structuur van den grond uit te oefenen;

2°. men met de nawerking van de stalmest geen rekening houdt;

3°. men niet door suppletie van gemakkelijk opneembare stikstofverbindingen op het tijdstip van de sterkste groei van het gewas in de behoefte aan een groote voorraad van gemakkelijk opneembare stikstof voorziet,

zou men voor bijna ieder landbouwgewas de superioriteit van zwavelzure ammonia boven stalmest kunnen aantoonen

Er is in West.-Indië ook herhaaldelijk gewaarschuwd voor- en gewezen op den achteruitgang in de physische gesteldheid van den grond die van het uitsluitend gebruik van zwavelzure ammonia een noodzakelijk gevolg is, het schijnt echter dat deze waarschuwingen vrijwel zonder resultaat gebleven zijn.

De voorstanders van de bemesting, uitsluitend met zwavelzure ammonia hebben steeds van de stalmest alleen de zich in het eerste jaar openbarende waarde als stikstofmest in rekening gebracht *) op de wijze zooals dit twintig jaar geleden nog in de kringen der landbouwtheoretici gebruikelijk was.

Op Mauritius en Réunion heeft men al sinds langen tijd ingezien dat zorg voor de instandhouding van het humusgehalte van den grond bij de rietcultuur even noodzakelijk is als bij iedere andere cultuur.

Er wordt hier veel werk gemaakt van groene bemesting en veel zorg besteed aan stalmestverzameling. Gewoonlijk worden er van het riet zooveel snitten aangehouden als nog een loonende opbrengst geven, daarna wordt het riet gerooid en de grond met de een of andere groene bemestingsplant bezaaid. De grond blijft dan dikwijls twee of drie jaar met een dergelijk gewas beplant en is daarna weer in staat een loonende rietproductie te leveren.

*) Men vergelijke over de strijd tusschen stalmest en kunstmest in West-Indië bijv.

The Future of the British West-Indies. Sugar Cane XIV 1882.

„Indeed we know some planters in the West-Indies who have given up the use of the steamplough because, they say, it pays better to keep mules and oxen for ploughing for the sake of their manure! No greater folly than this.

If the cattle are not overfed their manure is worth very little. Artificial manures, it has been proved, made specially for the kind of crop and soil to be treated, are very much more efficient than what some chemists and agriculturists are pleased to call natural manures—farm yard or what in the West-Indies is called pen manure. The highest authority on scientific agriculture M. VILLE.....”

PHIPSON. *How to Use Sulphate of Ammonia economically and efficiently on cane soils. Sugar cane XI 1879.* „It was not long before cane growers discovered the importance of ammonia in accelerating the development of their crops;

Very soon in fact, the manuring consisted solely in supplying ammonia by itself, and allowing the plant to obtain all its other requisites wherever it could find them. The Demarara and West-Indian soils in general, considered in a virgin state, are naturally so rich that this answered very well for some time and still answers in many districts. But the supplying of sulphate of ammonia alone is done, after all, at the expense of the soil; so that, in the course of a comparatively short time, (depending, of course, on the nature of the original soil) land that was worth a thousand pound sterling is found to be barely worth one hundred.

It is therefore pure folly to cry down sulphate of ammonia because it has caused the rapid exhaustion of certain West-Indian soils. This is not the fault of the ammonia, which is, without doubt, one of the most important adjuncts to cane culture, but is simply due to the fallacious manner of using it.”

PHIPSON. *A few words on Cane Manures. Sugar Cane XIII, 1881.*

„In those days, many planters were manuring with sulphate of ammonia alone, and we would they did not contract for gas-water at once. At any rate it was contracted for here, on their behalf, and enabled them to burn their candle at both ends in a most remarkable manner; for they not only stimulated the cane and got a delusive result for about two seasons, after which no amount of sulphate of ammonia would increase the yield beyond he afore said $1\frac{1}{4}$ h. l. d, but the soil was, at the same time, deprived of lime, which it would cost thousands of pounds to replace — it, indeed; it could be replaced.”

Manure and its Application. Sugar Cane XV, 1883.

Hier wordt de raad gegeven de stalmest niet te verwaarloozen, integendeel zooveel mogelijk stalmest te gebruiken en met kunstmest te supplereen.

In deze jaargang van Sugar Cane nog verscheidene kleine opmerkingen en correspondenties over kunstmest en stalmest.

HARRISON AND BOVELL. *Report upon the Experiments at Dodd's (Barbados) for 1887—88. Sugar Cane XXI 1889.*

Vergelijkende bemestingsproeven tusschen stalmest en kunstmest.

Gewoonlijk wordt de groene bemesting of de stalmest met kunstmest ¹⁾ gesuppleerd.

Het is voor mij dan ook aan geen twijfel onderhevig dat bij de suikerindustrie op Java ook reeds overeenkomstige toestanden wat het gebruik van stalmest en groene bemesting betreft,

1) *De Cultuur van het Suikerriet op Mauritius*. Tijdschrift v. Nijverheid en Landbouw in Nederlandsch-Indië XXIV 1879.

Op gronden die men niet afwisselt, die uitgeput zijn door een langdurige cultivatie en ontbloeit zijn van humus, is het onmisbaar om met de guano of minerale mest organische stoffen te mengen, ten einde zeker te zijn van hunne werking.

Het is noodig op zulke gronden de rietstoelen na de derde snit uit te roeien en te wisselen.

De zoogenaamde *äckery* of bittere erwten zijn daarvoor het doelmatigst, omdat zij niet uitdrogen en na het tweede of derde jaar geheel groen ingespit kunnen worden.

In de tegenwoordige toestand der suikerondernemingen op Mauritius en Réunion eischt de cultuur van het riet, om goede resultaten te verkrijgen, zware bemesting van organische en minerale stoffen.

Ieder eigenaar, die zich van een goede opbrengst verzekeren wil, zal er toe over moeten gaan, genoegzame meststoffen op te zamelen om zijne onderneming gemiddeld met 10 K.G. per kuil te bemesten, daarbij niet medegerekend guano of andere scheikundige meststoffen.

STUHLMANN. *Notizen über die Landwirtschaft auf La Réunion*. Beihefte zum Tropenpflanzer, Februari 1901. Gerefereerd in Archief 1901.

„Man reinigt das Feld vollkommen von Unkraut und hebt dann Reihen, die stets den Horizontalkurven des Geländes folgen, kleine Graben aus, die je 50 c.M. lang, 25 bis 30 c.M. tief und 10 bis 15 c.M. breit und 30 c.M. van einander entfernt sind, so dass auf je 80 c.M. in der Reihe ein Graben kommt. Die Reihen sind von einander 1 bis 1½ M. entfernt In jedes Loch kommen 2 bis 3 Stecklingen.

Man schüttet etwa zwei Finger breit Erde darauf und füllt die Grube mit Blättern von Zuckerrohr, Kompost etc. Die Felder sind vorher sorgfältig mit Stallmist und Kunstdünger versehen. De Stallmist wird in riesigen überdachten, ausgemauerten Gruben, die in der Mitte eine Jauchegrube haben, aufgehoben und fortwährend mit Jauche begossen.

Nach 14 Monaten ist, das Rohr zum Schneiden reif. Die unteren Blätter werden sorgsam gesammelt und als Streu oder Futter für die Tiere oder als Brennmaterial verwandt. Ebenso verfüttert man die Schöpfe. Das anfahren zur Fabrik geschieht ausschliesslich mit Karren, die mit je zwei Ochsen oder drei Maultieren bespannt sind. Wenn auch eine Feldbahn ökonomischer wäre, so kann man sie nicht verwenden, weil man den Dünger der Tiere braucht.

Man schneidet dasselbe Feld meistens vier Jahre hintereinander und pflanzt dreimal hintereinander neues Rohr, so dass das Feld also erst nach etwa 15 Jahren zur Brache kommt. Bisweilen soll ein Feld noch länger tragen. Manche Leute bauen dann noch einmal Mais oder Maniok auf dem abgeruteten Feld, meistens aber lässt man es sofort zwei Jahre brach liegen en beplant en is mit „*Pois mascate*“ (*Mucuna utilis*) deren Schoten als Schaf-futter dienen und deren Blätter etc. man als Gründünger unterwerkt. Stellenweise wird auch Indigo als Gründünger verwandt.

Een fabriek met een plantareaal van 213 H. A. waarvan steeds omstreeks 171 H. A. met riet beplant en 42 H.A. onder groene bemesting, had een veestapel van 42 muil dieren, 28 ossen en 470 schapen.

Aan een particulier schrijven aan den Heer PRINSEN GEERLIGS gericht omtrent de suikercultuur op Mauritius ontleen ik nog het volgende.

„Hier op Mauritius ziet men geen verbranden van het rietstroo op het veld. Indien de fabriek geen tekort aan brandstof heeft wordt al het rietstroo op het veld gelaten en ondergewerkt. Behalve de rietbladeren wordt al het gras in de tuinen ondergewerkt en buitendien worden er groote hoeveelheden stalmest, schuimaarde, melasse, asch van de ovens, guano, zwavelzure ammonia, basische stakken, kalisalpeter, chilisalpeter, guano, phosphaté, boengkil en ik weet wel niet wat al in den grond gebracht.

Er wordt van 10 tot 20 ton stalmest per acre gebruikt.

Iedere onderneming heeft zijne speciale werklui voor het bereiden van de stalmest.

De ingrediënten worden gevonden in de faecaliën van de stallen, de vidanges van de woonhuizen en het kamp van de Malabars. Speciale karren zijn er voor om al het gewiede gras en onkruid van de wegen en erven te verzamelen en op den mesthoop te rijden.

De mestvaalten zijn goed aangelegd, in den regel gedekt en hebben drainage naar beerputten.

Behalve de kunstmatige bemesting wordt er telken jare eene uitgestrekte area terrein onder groene bemesting gebracht.

Een goed geleide onderneeming (er zijn geene ondernemingen die meer dan 1500 acres in cultuur hebben) heeft altijd een honderd acres onder groene bemesting.

Het gewas blijft één à twee jaar aan en wordt dan het terrein opnieuw beplant en is na zulk eene periode van rust en verrijking weer geheel geschikt om gedurende vijf à zes jaar riet te dragen. Voor deze groene bemesting geeft men hier de voorkeur aan de *Pois d'Achery*.“

zouden heerschen, ten minste overal waar geen sterke slibtoevoer plaats vindt, wanneer niet door de gebruikelijke vruchtwisseling met padi de achteruitgang van de physische gesteldheid van de rietgronden gemaskeerd werd.

Wanneer men zes jaar achter elkander op hetzelfde veld riet plant is het gemakkelijk de achteruitgang van den grond waar te nemen, wanneer men echter deze zes rietoogeten over een tijdruimte van achttien jaar verdeelt valt de achteruitgang in de grondgesteldheid ter nauwernood op.

Hierbij komt nog dat de padi altijd eenigszins, zij het dan ook slechts in geringe mate een grondverbeterend gewas schijnt te zijn ook in gevallen waar ternauwernood slibtoevoer tot de sawah's plaats vindt.

De algemeene ondervinding wijst er op dat in streken waar geen suikerriet verbouwd wordt, het vooral de tweede gewassen zijn die de vruchtbaarheid van den grond doen verminderen vermoedelijk voor een aanzienlijk deel ten gevolge van achteruitgang van de structuur.

Waar geen of weinig tweede gewassen verbouwd worden vindt geen waarneembare achteruitgang van de vruchtbaarheid der sawah's plaats, terwijl deze bij de cultuur van tweede gewassen soms zeer merkbaar is. ¹⁾

1) Over de kwestie van bemesting van sawah's, afgecheiden van de rietcultuur, kan men bijv. vergelijken.

HOLLE. *Mededeelingen omtrent de rijstbouw op Java*. Tijdsch. v. Nijverheid in Nederl-Indië VIII. 1862.

„De redenen die tot mislukking van het gewas kunnen leiden: Uitputting van de grond.

Hierin kan worden voorzien door braaklegging, door bemesting en door na den oogst de sawah's tot tijdelijke vischvijvers te maken. Bij bemesting zij men evenwel voorzichtig, vermits door overbemesting de padi te welig in het blad schiet en daardoor weinig vrucht geeft.

Ook bij het aanleggen van vijvers ga men met oordeel te werk en nemen eerst behoorlijke proeven, vermits voor sommige gronden (b. v. drassige) het gedurig onder water staan nadeelig kan zijn.

Het voordeel van vischvijvers is, dat ten eerste het water voedende bestanddeelen uit het gebergte aanvoert, die op de velden bezinken, dat het wijders voedende bestanddeelen in de bodem helpt oplossen en ze zoedcende opneembaar voor de padi maakt, alsmede dat het den groei bevordert van eene menigte waterplanten, die later goed onder de grond gewerkt als mest kunnen dienen.

HOLLE. *Rijdragen tot de kennis der rijstkultuur en mededeeling omtrent de rijstbouw op Java*. Tijdsch. v. Nijv. IX. 1863.

Tweede gewassen putten de grond uit vooral als al het loof van het land gehaald wordt.

Nog talrijke andere verhandelingen van HOLLE in het Tijdschrift voor Nijverheid en Landbouw.

TEJSMANN. *Feantoording der vragen van het Nederlandsch Landhuishoudkundig Congres te Dordrecht 1861*.

Tijdschrift voor Nijverheid in Nederl. Indië VIII 1862.

„Dezelfde regels van bemesting gelden hier voor drooge gronden evengoed als in Europa, doch worden minder in acht genomen, omdat de sawah's of natte rijstvelden meestal daaraan geen behoefte hebben, wijl de bemesting daarvan geschiedt, zoowel door het steeds aangevoerde water als door de ontbinding van de rijstplant, die in den regel, behalve de halm en geheel op het veld gelaten wordt en omdat men alsnog Tagal of drooge gronden genoeg bezit, om bij uitputting van deze ze door gene te kunnen verwisselen. Dit neemt echter niet weg dat het hoogst wenschelijk ware, dat men zich meer op het bemesten der gronden toelagde wat wel hier en daar plaats vindt, doch waarvan het belang nog niet genoegzaam door den inlander begrepen wordt.”

Dat inderdaad bij aanhoudende cultuur van riet, zonder zorg voor de structuur, de grond betrekkelijk spoedig onvruchtbaar wordt, ook bij rijkelijke toevoer van stikstofmest, valt niet te betwijfelen met het oog op de ervaringen die hier op Java opgedaan zijn, voordat het tegenwoordige systeem van geregelde wisselbouw werd ingevoerd.

Trouwens ook op Malakka ¹⁾ waar de suikerondernemingen niet op van den inlander gehuurde gronden aangewezen zijn, maar zelve over groote uitgestrektheden woeste gronden beschikken, kan men niet steeds, niettegenstaande bemesting met stikstofrijke geconcentreerde organische meststoffen (visch-boengkil) op dezelfde gronden doorgaan met riet te planten.

VAN HALL *Rapport over proefnemingen ter verbetering van de padicultuur en Rapport over Vischcultuur*. Tijdschrift v. Nijverheid en Landbouw XVIII. 1873.

Er moet worden gekozen (in de afdeeling Poerbolinggo): „of de bevolking zal zich moeten gewennen aan bemesting, hetgeen ik voor de invoering van individueel grondbezit eene wanhopige zaak acht, of de velden zullen telken jare vóór het aanleggen der kweekbeddingen minstens gedurende twee maanden moeten worden bevoeid.”

KRAJENBRINK. *Beantwoording der vragen van het Nederl. Landhuishoudk. Congres te Dordrecht 1861*. Tijdschrift v. Nijverheid in Nederl. Indië VIII. 1862.

„De ondervinding heeft mij geleerd, dat ook hier, evenals in Europa, goed bereide stalmest van buffels, runderen, paarden en schapen het beste effect doet op alle soorten van gronden en voor de meest verschillende planten en bij genoegzame teevoer die gronden duurzaam verbetert.

De inlander bemest nooit, enkel een gevolg van onverschilligheid en luiheid.

Alleen in de ommelanden van Batavia vooral in het Westerkwartier waar veel tipars (drooge rijstvelden) worden bewerkt, en eene dicht opeen gedrongen bevolking zich den grond betwist, waarop erfpachtsrecht voor onbejaalden tijd bestaat, komt het bemesten met vergane buffelmest in zwang, doch slechts bij uitzondering.

De ondervinding leert, dat de bemesting van gewone, ruim van stroomend water voorzien sawahvelden, niet volstrekt vereischt wordt, en dat de stoffen die door het water worden aangevoerd meer dan voldoende zijn om den grond in goeden staat te houden, ja zelfs die van jaar tot jaar te verbeteren, daar de oudste sawahvelden steeds de beste zijn, en de eerste opbrengst van nieuw ontgonnen velden verre beneden die der oude velden staan, tenzij het boschgronden zijn geweest”.

En om nog een paar andere autoriteiten aan te halen:

WIGMAN. *Bemesting Teysmannia V.* 1899 „Indien wij het medegedeelde resumeeren, komen wij tot de conclusie dat de stalmest in den landbouw, niettegenstaande alle nieuwe ontdekkingen, de voornaamste factor is en blijft.

Daar waar de stalmest om verschillende redenen moeilijk te krijgen is, wordt gebruik gemaakt van groene bemesting.”

Door *suppletie* van kunstmest kan de oogst vermeerderd worden en kan de hoeveelheid stalmest worden vermindert.

SCHAEFFER. *Een woord over Ville-mest*. Tijdschrift v. Nijverheid en Landbouw XX. 1876.

„Mijne voornaamste bezwaren tegen zijne theorie zijn de volgende:

Vooreerst kent hij blijkbaar een zeer ondergeschikte rol toe aan de physische toestand van den grond en daardoor aan de humus.

En het is toch zeker dat humus de physische toestand van den grond grootelijks verandert en voor bijna elk gewas aanmerkelijk verbetert.

En het groote voordeel van humusvorming blijft stalmest altijd boven elke kunstmest behouden.

¹⁾ PRINSEN GEEUIGS. *De rietsuikerindustrie op het eiland Malakka*, Archief 1896 II.

De gewone gang van zaken is de volgende: nieuwe grond wordt aan Chinoczen nitgegeven die er drie achtereenvolgende jaren riet op planten zonder te mesten, daarna plant de fabriek er zelf jaar op jaar zonder braak te laten liggen en zonder wisselbouw, doch met behulp van mest. Dit duurt zoelang tot dat de grond niets meer oplever of geheel overgroeid is met alang-alang. Meestal wordt die uitgeputte grond geheel verlaten.

Als meststoffen zijn in gebruik visch, compost, raap- en andere perskoeken.

Ook in Egypte erkent men ¹⁾ dat de vruchtbaarheid van de grond tengevolge van de suikercultuur achteruitgaat, niettegenstaande er van stikstofrijke en betrekkelijk humusarme meststoffen gebruik gemaakt wordt.

Dat een dergelijke achteruitgang der vruchtbaarheid die niet met kunstmest bezworen worden kan, berust op achteruitgang van de structuur valt niet te betwijfelen, en waar wij niet door vermeerderde slibtoevoer de structuur in stand zullen kunnen houden valt er ook hier op Java niets anders te doen dan te gaan werken op instandhouding en vermeerdering van het humusgehalte ²⁾.

Wat valt er nu in deze richting te doen?

Het gebruik van boengkil in plaats van zwavelzure ammonia legt, zooals reeds door KOBUS ³⁾ betoogd werd, zeer weinig gewicht in de schaal en het is aan geen twijfel onderhevig dat (wanneer

1) TIEMANN. *Suikercultuur in Egypte*. Referaat Archief 1899. 1.

Als mest wordt de keukenafval uit de oude dorpen gebruikt, deze bevat 5 à 8% salpeter. Ook kalk en duivenguano zijn in gebruik.

De gewone vruchtopvolging is:

1e jaar riet.
2e jaar riet (tweede snit).
3e jaar klaver, maïs, boonen enz.
4e jaar bevloeiing met Nijlwater en braak.
5e jaar riet, enz.

Is deze opvolging eenigen tijd achter elkander doorgevoerd, dan is de bodem in zoorre uitgeput, dat alleen nog eerste snit met voordeel aangelegd kan worden; er moet dan overgegaan worden tot het afwisselend planten van katoen en andere cultuurplanten.

2) Wanneer het ten minste niet gelukken zal om door geschikt toegepaste kalkbemesting de structuur te verbeteren.

Vergelijk MAXWELL. Reports of the Hawaiian Experiment Station and Laboratories 1896.

„More over, our observations, in the report on soils, upon the physical properties of the low lands show that their capacity to absorb and retain moisture is very low, which was shown to be mainly due to the small content of organic matter.

Clearly then, fallowing would not benefit the makai lands.

The mineral constituents of the soil are largely made up of the finest earth from the upper lands, and are in a better chemical and mechanical state; and exposure of the soil to the higher temperatures of the low localities would rapidly eat up the organic matter. When not in crop the makai lands (de gronden in de vlakke) should lie and grass over, or be plowed light and planted with some legume if there is moisture enough to grow such a crop.

With the mauha lands. (gronden in het gebergte) it is otherwise. The soils are much thinner. The under soil is raw, less decomposed and frequently distinctly sour. Our observations have shown that these lands are full of organic matter; and further that a great excess of organic matter, in localities of large rainfall and lower temperature, can injure the soil for cane bearing. Such lands, we are persuaded, will be more enriched by partial fallowing than any other treatment.”

„The practical opinions agree, with one exception, that „constant cropping and movement of the soil injures the mechanical state and lessens the power of the soil to hold moisture.” (vermoedelijk meer speciaal het vermogen om water door te laten). We have already shown that soils which receive a small rainfall have less power to hold water, specially on account of their less content of organic matter. We are persuaded however that much of the „loss of mechanical state”, the tendency to pack which follows constant cropping is due to the need of lime in some form, the form of application depending on conditions. We have seen close, heavy, packed lands on Kauai utterly changed by use of coral sand, and the crop increased by one third. Some soils complained of to us as being in bad working condition, we have found to contain more than 0,5% nitrogen, which means an excess of organic matter, but they were nearly destitute of lime. One physical action of lime in the soil is to gather the minute soil particles into clusters or „aggregates,” and thus prevent them packing together. Virgin soil, even poor in lime, is friable and works easily. The grass roots, like trash, prevent packing while they last, but with cropping the larger particles of vegetable matter disappear.”

3) Congresverhandeling 1899. De tegenwoordige stand van het bemestingsvraagstuk bij suikerriet op Java.

men bij gelijke uitwerking van boengkil en zwavelzure ammonia, de boengkil ter wille van het gehalte aan organische stof zoude willen prefereren) de organische stof in de boengkil te duur betaald zoude worden.

Wat stalmest betreft, zoo kan deze gewoonlijk wel in kleine hoeveelheid betrekkelijk goedkoop maar nooit in voldoende hoeveelheid opgekocht worden. Een onderneming die jaar in jaar uit genoeg stalmest zoude kunnen bekomen om omstreeks $\frac{1}{10}$ van de te beplanten oppervlakte een behoorlijke stalmestbemesting te geven, zou reeds onder zeer gunstige condities wat de stalmest betrof verkeeren. Een dergelijke hoeveelheid is nog niet eens voldoende om het deficit dat voortdurend door ontleding van de organische stof ontstaat, aan te vullen; van langzame geleidelijke grondverbetering voor de gronden van de geheele onderneming is dus bij een dergelijke hoeveelheid nog in het geheel geen kwestie. Wij mogen nu echter niet uit het oog verliezen, dat het er niet op aan komt om meststof op het land te brengen die zoo rijk mogelijk is aan stikstof, maar dat het er op aankomt zooveel mogelijk organische stof aan het land terug te geven.

Men kan de stalmest vermengen met organische stof van verschillende herkomst, dessavuil, padistroot, droog rietblad, overgeschooten ampas, enz.

Alleen aan rietblad wordt per bouw riet 150 à 200 pikol droge stof per jaar geproduceerd ¹⁾ wij kunnen gerust aannemen dat hiervan 100 pikols in den vorm van droog blad gedeeltelijk bij het trassen verwijderd is en voor de rest na de oogst op het veld achter blijft.

Wanneer het er alleen om te doen is om de gesteldheid van den grond in stand te houden en wij dus slechts om de zes of negen jaar een bemesting van 150 à 200 picol droge stof per bouw willen toepassen, dan is de hoeveelheid droog rietblad die per bouw geproduceerd wordt hiervoor reeds bijna voldoende.

Het zou m. i. aanbeveling verdienen dit droge blad, zoowel wat bij het trassen verwijderd wordt, als wat bij het oogsten achterblijft vermengd met onkruid, dessavuil en zoo veel stalmest als er te krijgen is te composteeren voordat het aangewend wordt.

Ook voor het padistroot zal het de voorkeur verdienen dit te

1) KOBUS. *Referaat over Maxcell Work of the Hawaiian Experiment Station 1899.*

Bij ons op Java vonden wij een productie aan droge stof per plant van gemiddeld 1304 Gr. aan riet en 952 Gr. aan blad. Per bouw berekend over 10000 à 12000 planten wordt dit 150 à 200 pikol droge organische stof aan rietblad.

snijden en mede te composteeren inplaats van het direct onder te ploegen.

Verbranden van droog rietblad, padistroot en dessayuil is m. i. in ieder geval, uit een landbouwkundig oogpunt beschouwd, af te keuren. ¹⁾

Het direct onderbrengen van het droge blad en het padistroot heeft het bezwaar dat de bewerkingen er door bemoeilijkt worden, dat het betrekkelijk lang duurt eer de ontleding begint en dat deze dan misschien nog in een ongewenschte richting verloopt.

Om een zoo gunstig mogelijke blijvende invloed op de structuur uit te oefenen, moeten uit de in den grond gebrachte organische stof zooveel mogelijk humusstoffen gevormd worden en schijnt het in het algemeen wenschelijk te zijn dat de ontleding zooveel mogelijk onder inwerking van schimmels en niet onder de inwerking van anaerobe bacteriën verloopt.

De bekende recepten om stalmest op zware gronden met groote hoeveelheden tegelijk aan te wenden, niet te diep onder te brengen en door herhaalde bewerkingen zoo goed mogelijk door de bovengrond te verdeelen, berusten vermoedelijk allen op het principe dat het, om een gunstige invloed van de stalmest op de grondstructuur te verkrijgen, noodig is dat de stalmest ontleed wordt bij zuurstoftoetreding.

De in den grond gebrachte organische stof werkt niet direct op de structuur, maar eerst tengevolge van de ontledingen die er in plaats grijpen ²⁾ en door middel van enkele der ontstane ontledingsproducten, speciaal de humusstoffen.

1) Vergelijk ook BARBER. *The Diseases of the Sugar-Cane*. Sugar Cane XXX 1898.

„Owing to the nature of the growth of the Sugar Cane, its parasites are peculiarly inaccessible to ordinary methods of treatment. The burning of fields is frequently the only means of reaching them, and this is a step with very grave consequences in the Tropics, because of the destruction thereby of the carefully fostered moistureyielding humus. Consequently this method is not recommended or adopted excepting in extreme cases.”

2) De direct waarneembare veranderingen in de gesteldheid van den grond die wij zien optreden bij bevochtiging van kluiten wortelrotgrond met boengkil extract (Vergelijk Voorbericht Wortelrot Congresverslag 1901. bl. 31—32) heb ik nog niet nader kunnen bestudeeren. Wij hebben hier te doen met de in de Duitsche landbouwliteratuur bekende „Selbstlockerung des Bodens.”

Door vele practici is altijd volgehouden geworden dat de grond onder de invloed van een er boven op uitgespreide laag stalmest van zelve losser en poreuser werd.

WOLLNY heeft het bestaan van dit verschijnsel bestreden (verg. WOLLNY *Über den Einfluss des Obenaufbreitens und Liegenlassens des Stalldüngers auf die Fruchtbarkeit des Ackerlandes*. Oesterr. landwirthsch. Wochenblatt 1882. Referaat Biedermann's Centralblatt. 11).

Volgens de waarnemingen van DR. SPRINGER en mij te Probolinggo valt er echter niet aan te twijfelen dat inderdaad onder bepaalde omstandigheden deze „Selbstlockerung des Bodens” plaatsvinden kan.

„Selbstlockerung des Bodens” tengevolge van het bedekken van de grond met een laag stalmest kan men bij de cultuur van sierplanten in bloempotten dikwijls zeer duidelijk waarnemen. Over het algemeen speelt de physische gesteldheid van de grond bij de cultuur van sierplanten een zeer groote rol.

De hoofdbetekenis van de toevoer van organische stof tot de bouwgrond moet echter zeker niet hierin, maar in de vorming van humusstoffen en het optreden van humuskrumelstructuur gezocht worden.

Voor al voor zware gronden schijnt het daarom raadzaam dat de ontleding van de organische stof die men er in brengen wil, reeds goed in gang is, dat men dus goed verrotte mest en organische stof voor de bemesting gebruikt.

Bij vermenging met stalmest, luchttoetreding en voortdurende bevochtiging zal de ontleding van padistroo en droog rietblad veel sneller verlopen dan in den zwaren grond ondergewerkt en grootendeels van de lucht afgesloten.

Het is niet onwaarschijnlijk dat men ook zonder toevoeging van stalmest, door toevoeging van enkele voedingszouten (waardoor de groei van schimmels bevorderd wordt) de verrotting van padistroo en rietblad bevorderen kan; deze kwestie moet echter nog nader onderzocht worden.

Op gronden waarin nog betrekkelijk gemakkelijk water opstijgt kan men met succés gebruik maken van groene bemesting. Hierbij kan men op twee wijzen te werk gaan: men kan het voor de groene bemesting bestemde gewas onmiddellijk planten wanneer de grond beschikbaar wordt en de gronden dus eerst openmaken nadat het groene bemestingsgewas gesneden is, of men kan het groene bemestingsgewas onmiddellijk na het openmaken op de goelotans planten.

Men kan bij rationeele groene bemesting ¹⁾ in 3 à 4 maanden tijds rekenen op een productie van 40 à 50 pikol droge organische stof per bouw, dus een hoeveelheid die ongeveer voldoende is om het deficit aan organische stof dat gedurende de driejaarlijksche vruchtwisselingsperiode ontstaat, aan te vullen.

Voor kleigronden met slechte physische structuur heeft men echter bij de groene bemesting gewoonlijk te kampen met het bezwaar dat het groenebemestingsgewas niet groeien wil tengevolge van watergebrek.

Voor zandgronden en losse roode gronden komt het mij voor dat de kwestie van groene bemesting zoo al niet geheel dan toch grootendeels opgelost is, voor de zware kleigronden zijn wij echter

1) Vergelijk over groene bemesting bij het riet o.a.:

WAKKER *Proeven met groene bemesting* 93—94. Archief 1895 I. bl. 481.

V. LOOKEREN CAMPAGNE. *Over groene bemesting*. Archief 1895. II. bl. 617 en 924.

BOURICIUS *Productiecijfers van plantenmassa en stikstof van gewassen die voor groene bemesting worden aangekweekt*. Archief 1897 II.

PRINSEN GIERLIGS. *Groene bemesting met orok-orok*. Archief 1898. II.

VAN BYLERT. *Mededeelingen 's Lands Plantentuin* XLIII. 1900, beveelt in Deli als gewas voor groene bemesting *Passiflora* aan.

nog niet zoover en zullen eerst uitgebreide veldproeven genomen dienen te worden eer wij hieromtrent de juiste methode en de juiste gewassen gevonden hebben.

Dat de gewone katjang voor groene bemesting op zware kleigronden niet geschikt is, werd reeds veertig jaar geleden door KRAJENBRINK betoogd.

De op Mauritius en Réunion voor groene bemesting gebruikte Pois Mascate en Pois d'Achéry zullen op Java voor groene bemesting vermoedelijk niet voldoen. Op de zware kleigronden zullen zij vermoedelijk niet goed slagen, vooral niet wanneer zij in de Oostmoesson worden uitgeplant, en op lichtere gronden schijnt het dat het hier en daar in de Vorstenlanden toegepaste systeem om katjang op de goeloetans te planten, reeds bevredigende resultaten geeft.

Voor groene bemesting op de zware kleigronden met slechte structuur, zoude misschien toerie (*Agati grandiflora*) of een ander vlinderbloemig gewas met overeenkomstige groeiwijze aanbeveling verdienen.

De grond zou dan echter minstens een maand of acht ander groene bemesting moeten blijven liggen. De toerie zoude bijv. uitgeplant kunnen worden uiterlijk Augustus of September, en drie maal (op een leeftijd van een maand of vier, van een maand of zes en een week of drie voor het rooien van den aanplant) zwaar gesnoeid worden, waarbij het snoeisel moet blijven liggen.

In April of Mei zou men dan met openmaken kunnen beginnen en in Juli of Augustus riet planten. Bij geschikte keuze van de plantwijdte en rationeele behandeling vermoed ik dat de toerie in acht maanden zeker wel een 200 pikol droge organische stof per bouw produceert.

HOOFDSTUK VII.

Het een en ander over wortelparasieten van het suikerriet.

(Met 4 platen.)

Hoewel het reeds bij het begin van het wortelrotonderzoek vaststond dat de acute vorm waaronder het wortelrot op de zware kleigronden pleegt op te treden, niet aan de inwerking van parasitaire organismen toegeschreven worden moest, was desniettegenstaande toch een nader onderzoek omtrent de aan de rietwortels voorkomende parasitaire organismen gewenscht.

De voor een macroscopisch onderzoek toegankelijke, aan de wortels levende schildluizen en insectenlarven, vallen niet in de kring van onze beschouwingen, wij hebben hier speciaal het oog op de aan de wortels voorkomende schimmels en zullen terloops nog het een en ander over de aan de rietwortels voorkomende wortelaaltjes mededeelen.

In het algemeen kunnen wij de conclusies waartoe ons onderzoek omtrent de aan de rietwortels voorkomende schimmels (en aaltjes) ons geleid heeft formuleeren als volgt:

I. Het aantal parasieten dat ziekelijke of zich onder abnormale groeicondities bevindende rietwortels aantasten kan, is tamelijk aanzienlijk.

II. Het aantal parasieten dat werkelijk gezonde rietwortels onder normale groeicondities aantasten kan, is zeer beperkt.

III. Parasieten die een gezond wortelstelsel van een rietplant onder normale groeicondities in zijn geheel tot afsterven kunnen brengen, heb ik nog niet waargenomen.

De gezondheidstoestand is dus blijkbaar van zeer veel belang waar het er op aan komt de vraag te beantwoorden of de een of andere schimmel in staat is de rietwortels aan te tasten of niet, en zelfs die schimmels die onder normale groeicondities een volkomen

gezonde wortel kunnen aantasten, zijn toch in den regel nog niet in staat deze gezonde wortel te doden. Wanneer het ook eens een enkele keer voorkomt dat een werkelijk gezonde wortel door een parasiet gedood wordt, dan verbreidt zich een dergelijke parasiet toch niet zoo snel dat zij het geheele wortelstelsel en daarmee de geheele plant kan doen afsterven.

Evenals bij blad- en stengelparasieten, ja zelfs in nog sterkere mate, speelt bij de wortelparasiet en van het riet de praedispositie van de aangetaste plant en van het aangetaste orgaan de hoofdrol, waar het er op aan komt de uitwerking van de parasiet te beoordeelen.

Zooals reeds indertijd bij de studie over de Bacteriosis van het riet door mij betoogd werd, is een plantenziekte meestal in de eerste een physiologisch, pas in de tweede plaats een mycologisch probleem.

Op het internationale landbouwkundige Congres in 1900 te Parijs gehouden, heeft ook SORAUER ¹⁾ zich op dit standpunt geplaatst.

Volgens de opvatting van SORAUER is de vrees voor parasitaire ziekte overdreven en de tegenwoordig door de wetenschap voorgeschreven behandeling eenzijdig en daarom slechts zelden met succès bekroond.

De parasiet en zijn voedsterplant staan tot elkander in een zekere verhouding die van allerlei uitwendige factoren afhangt.

Wanneer bijv. de gunstigste temperatuur voor de groei van den parasiet 30°, die voor de groei van de voedsterplant 20° is, dan zal, wanneer de temperatuur gedurende langen tijd omstreeks 30° bedraagt, de groei van den parasiet bevorderd, die van de voedsterplant vertraagd worden. Is de temperatuur gedurende langen tijd omstreeks 20°, dan doet zich het omgekeerde geval voor. In het eerste geval zal de parasiet waarschijnlijk zeer schadelijk worden, in het tweede geval zal de plant waarschijnlijk met succes den aanval doorstaan. Hetzelfde geldt van alle andere klimatologische omstandigheden, vochtigheids- en beweging-toestand van de lucht, licht, enz.

Verder oefent dikwijls bij het optreden van een ziekte nog een andere factor invloed uit: de ontwikkelingstoestand van de aan te tasten plant. Menige parasiet grijpt slechts jonge groe-

1) Zeitschrift für Pflanzen krankheiten X, Atl. 6.

iende deelen aan en heeft geen vat op de reeds uitgegroeide weefsels.

Dan is het feit van zeer veel belang, dat vele soms zeer schadelijke parasieten alleen dan schadelijk worden, wanneer de plant reeds ziekelijk of op de een of andere wijze in haar stofwisseling gestoord is.

Zoo zien wij dat, ook wanneer de aanwezigheid van een parasiet in een bepaalde streek aangetoond is, daarom nog niet altijd vrees behoeft te bestaan voor het optreden van een epidemie, en dat het bij vele ziekten niet het doel moet zijn de parasiet direct te bestrijden, maar dat wij moeten nagaan, wat er aanleiding toe gaf, dat de ziekte in zoo hevige mate optrad. Het zal dan dikwijls blijken, dat de oorzaken in de voedsterplant zelve gevonden worden.

Aan talrijke voorbeelden, die echter alle op in Europa voorkomende plantenziekten betrekking hadden, werden deze stellingen door SORAUER nader toegelicht.

„Wanneer wij nagaan, dat de ervaring ons leert, dat het in het groot niet mogelijk is infectie van buiten af geheel en al te weren, dan zullen wij moeten erkennen, dat onze tegenwoordige pogingen om parasitische haarden plaatselijk te bestrijden en invoer van parasieten van buiten af te voorkomen, dus bijv. de behandeling met koperpraeparaten, de verwijdering en vernietiging van aangetaste deelen, desinfectie en verbodsmaatregelen van invoer slechts weinig kans bieden op goede resultaten. Vooruitgang zal er eerst dan zijn, wanneer wij behalve deze maatregelen ook nog tot een algemeene behandeling overgaan en de oorzaken van de bijzondere vatbaarheid trachten weg te nemen.

Eene rationeele gezondheidsleer van de plant zal, meer dan tot dusverre geschiedde, er op moeten letten, dat de verschillende soorten en variëteiten van onze cultuurplanten onder zeer speciale plaatselijke omstandigheden ontstaan zijn en slechts dan tot volkomen ontwikkeling komen, wanneer deze of slechts zeer weinig afwijkende omstandigheden vervuld zijn. Behalve de plaatselijke bestrijding en het afweren van parasieten moet er steeds op gelet worden, dat een normale of abnormale vatbaarheid van de plant een rol zoude kunnen spelen, en wij moeten een dergelijke vatbaarheid door geschikte maatregelen, verandering van den planttijd, beschutting tegen ongunstige klimatologische invloeden, verbetering in de afwatering, kalkbemesting, humusvermeerdering van den bouw-

grond, keuze van variëteiten, enz. trachten te vermijden. Niet op de bestrijding, maar op het voorkomen en de algemeene behandeling van de plant moet in de toekomst het gewicht gelegd worden”.

Deze beschouwingen van SORAUER vonden zoodanige instemming, dat de volgende motie door het landbouwkundig congres werd aangenomen:

„Les méthodes usitées jusqu'à ce jour, pour combattre les maladies parasitaires dans le lieu où elles se développent, doivent être complétées par un traitement préventif spécial pour chacune des espèces des plantes cultivées.

Il serait utile d'encourager les recherches sur le mécanisme de la défense des plantes contre ces maladies. Dans cette voie, les influences propres au sol, aux amendements et aux engrais, méritent tout spécialement d'attirer l'attention des observateurs.

Cette *hygiène des plantes* est indispensable, car des expériences de plus et plus nombreuses prouvent, que la propagation des maladies parasitaires ne dépend pas seulement de l'abondance plus ou moins grande d'un parasite, mais *surtout* de la constitution, de l'état de santé et de la *prédisposition* de la plante à la maladie. En conséquence, nous devons nous efforcer avant tout de modifier cette constitution ou cet état de santé, qui rend la plante moins résistante à la maladie.”

Een werkelijk volkomen gezonde plant wordt slechts bij groote uitzondering door parasitische schimmels in hevige mate aangetast en ook de dierlijke vijanden geven steeds de voorkeur aan en vermeerderen zich het sterkst op de ziekelijke en zwakke individuen van een aanplant. Vooral val dit op, wanneer men let op de planten, die niet door den mensch in cultuur genomen zijn; ook deze zijn onderhevig aan talrijke ziekten en beschadigingen door plantaardige en dierlijke vijanden, het zijn echter de zwakste individuen, die hieronder het meeste te lijden hebben.

Het is trouwens ook een zeer bekend feit dat, om in het laboratorium bij inentingsproeven met parasitaire schimmels zeker te zijn van succès, men steeds de condities voor de schimmel zoo gunstig mogelijk maken moet, waarmede dan gewoonlijk samengaat, dat de condities voor de voedsterplant ongunstig zijn. Infectieproeven met parasitaire schimmels der bladeren gelukken slechts bij uitzondering, wanneer niet het geïnfecteerde blad in een zeer vochtige

omgeving gebracht is, zoodat de bladeren zich reeds dientengevolge in een eenigermate kwijnende toestand bevinden. ¹⁾

Wanneer een plant eens geïnfecteerd is geworden door de een of andere schimmelziekte of door schild- of bladluizen, hangt zeer dikwijls het al of niet schadelijk worden van de parasiet in kwestie af van de groeisnelheid van de aangetaste plant.

Bij planten die flink doorgroeien wordt de ziekte in den regel niet schadelijk, omdat de plant door de ziekte heengroeit d.w.z. de plant vormt zoo snel nieuw blad (of nieuwe wortels) dat de uitbreiding van de plaag hiermede geen gelijken tred houden kan.

Zoo zullen er bij riet dat flink groeit omstreeks 7 à 8 weken verloopen van af het tijdstip dat een blad zich ontplooit totdat het afvalt, terwijl bij riet waarvan de groei stagneert, hier misschien 12 à 15 weken overheen gaan. In het eene geval kunnen bijv. op het oorspronkelijk geïnfecteerde blad niet meer dan hoogstens twee generaties van de een of andere schildluis hun volledige ontwikkelingsgang doormaken, in het andere geval vier à vijf generaties.

Wij zullen nu, na deze inleiding achtereenvolgens de verschillende schimmels en aaltjes bespreken die door mij aan wortels van

1) Wij kunnen trouwens ook aan onze sierplanten zeer dikwijls waarnemen, hoe ziekten en plagen tengevolge van ongunstige groeicondities optreden en hoe deze weer verdwijnen, wanneer de groeicondities gunstiger worden. De bekende, door de dames zeer gevreesde witte luizen-plaag op de chevelures en de op de crotons soms voorkomende schildluisplaag vertoonen zich vrijwel uitsluitend op exemplaren, die gedurende geruimen tijd binnenhuis stonden, onvoldoende licht hadden en waarvan de bladeren bij het gieten niet bevochtigd werden. Gewoonlijk heeft men bij dergelijke, door deze plagen aangetaste planten heel wat meer succes, wanneer men de plant naar buiten brengt, waar zij zich onder gunstiger groeicondities bevindt, en behoorlijk mest, dan wanneer men met bouillie bordelaise, petroleumemulsie en dergelijke de plaag direct tracht te bestrijden.

Tot omstreeks veertig jaar geleden heeft men bij de studie en de bestrijding van planten-ziekten steeds het hoofdgewicht gelegd op het zoeken naar de oorzaak, die een vermindering van het natuurlijk weerstandsvermogen tengevolge had; deze oorzaken konden van meteorologische aard zijn of zij konden in de cultuurmethode zijn gelegen. Het zwaartepunt van het onderzoek lag in de waarnemingen in den aanplant.

Onder den invloed van de kolossale vlucht, die de microscopie in de laatste helft der vorige eeuw nam, en vooral ook onder de invloed vande steeds verder gedreven specialiseering van de wetenschap, is men langzamerhand het zwaartepunt van de studie der plantenziekten gaan verleggen naar het laboratorium, waarbij in sommige gevallen de waarnemingen in den aanplant geheel verwaarloosd werden. Dat de stichter der moderne mycologie, ANTON DE BARY, niet in deze fout verviel, en dat hij werkelijk wel veel gewicht hechte aan waarnemingen uit de praktijk, kan men bijv. daaruit concludeeren, dat het uitgangspunt van de beroemde ontdekking van de generatiewisseling van de op de berberis voorkomende schimmel (*Aecidium Berberidis*) met de op de granen voorkomende roestschimmel (*Uredo graminis*) gezocht moet worden in de landbouwpraktijk. Reeds sinds eeuwen hadden de practici beweerd, dat er een samenhang tusschen het roest van het koren en de berberis moest bestaan.

Het wordt meer en meer duidelijk, dat de plantenpathologie zich tegenwoordig soms op een dwaalspoor bevindt, dat men nu eenmaal een plantenziekte niet uitsluitend bestudeeren kan aan spiritusmateriaal en aan cultures in het laboratorium, dat het laboratoriumonderzoek slechts een onderdeel van de studie der ziekte uitmaken mag, en dat het zwaartepunt van de studie der ziekten onzer cultuurgewassen moet liggen in de waarnemingen in den aanplant.

Een laboratoriumonderzoek van plantenziekten is nuttig en noodig, wanneer het echter niet plaats vindt in vereeniging met nauwgezette en uitvoerige observaties in den aanplant, en zoo mogelijk met een studie van de verbreidingsgeschiedenis, dan kan er aan een speciaal laboratoriumonderzoek slechts zelden een voor de praktijk bruikbaar advies ontleend worden. Men zal in de toekomst vooral ook langs experimenteelen weg bij epidemisch optredende plantenziekten moeten trachten te vinden, door welke invloeden het weerstandsvermogen zoo verminderde, dat de ziekte epidemisch worden kon.

het riet zijn waargenomen en beginnen eerst met een tweetal schimmels die alleen in bijzondere gevallen, als het ware verdwaald, op de rietwortels kunnen voorkomen.

DE ROODROTSCHIMMEL.

Dat de roodrotschimmel ook de wortels van het riet aantasten kan ¹⁾ is zeer gemakkelijk aan te toonen.

Wanneer men bibits in groote toegedekte glazen schalen op een laag uitgewasschen zand te kiemen legt, en na een dag of vijf, wanneer de wortels zich beginnen te ontwikkelen met roodrot ent, kan men een dag of vier later aan verscheidene van de in de lucht ontwikkelde wortels de aantasting door roodrot vervolgen. De jonge wortel vertoont op de plek waar hij door de schimmel aangegrepen wordt de voor roodrot karakteristieke verkleuring en het jongste gedeelte van de aangetaste wortel sterft tot aan de plek waar het mycelium zich bevindt of onder verdrogingsverschijnselen.

De wortels die onmiddellijk uit de bibit in den grond indringen worden niet aangetast, het zijn alleen de wortels die zich in de lucht ontwikkelen welke aangegrepen worden.

Aan bibits die lang onderweg geweest zijn, zoodat de wortels zijn begonnen uit te loopen, kan men ook dikwijls waarnemen, hoe deze jonge wortels door de roodrotschimmel aangetast worden.

Het nadeel dat de roodrotschimmel op deze wijze aanricht is echter zeer miniem, en komt niet in vergelijking met het nadeel dat deze schimmel aanrichten kan door het aanvreten van de stengeloppervlakte en het dooden van de oogen en jonge uitloopers, gedurende het bibittransport, op kweekbeddingen en onmiddellijk na het uitplanten.

Het suikerriet is eigenlijk niet de normale voedsterplant van deze zeer algemeen verbreide schimmel, van nature schijnt de roodrotschimmel te huis te behooren op grootere kruidachtige planten van zeer verschillende familiën.

Volgens WAKKER kan deze schimmel de bladeren dooden van *Calante veratrifolio* (orchidee) en *Crinum asiaticum*, (Amaryllideae), door mij werd zij waargenomen op verschillende Aroideën, op *Caladium Dieffenbachia* en *Alocasia* en bleek bij infectie o a ook aan te tasten de bladeren en bladsteelen van *Eichhornia* en de schubben van de bloeiwijze van *Musa*.

1) WENT nam (*De serehziekte*. Archief 1893, bl. 437) draden van het mycelium van roodrot af en toe in de wortels van serehzieke planten waar, terwijl volgens WAKKER. (WAKKER en WENT. *De ziekten van het suikerriet* 1898, bl. 123) de roodrotschimmel nog nooit in de wortels gevonden is. KRÜGER nam de roodrotschimmel ook reeds op de wortels van het riet waar.

De natuurlijke levensloop ¹⁾ van de roodrotschimmel schijnt te zijn dat zij half parasitisch op afstervende bladeren van *Caladium*, *Alocasia* en overeenkomstige planten leeft. De bladscheeden van de oudste bladeren van deze en dergelijke planten worden dan op het niveau van de oppervlakte van den grond door de roodrotschimmel aangevreten, deze bladeren vallen dientengevolge om en worden dan zeer spoedig geheel oversponnen met het mycelium, dat dan binnen enkele dagen tot de vorming van sclerotiën overgaat.

De roodrotschimmel leeft van nature bij voorkeur aan de oppervlakte van den grond, dringt ter nauwernood in den grond in, maar komt ook, tenzij de lucht buitengewoon vochtig is, niet hoog boven de oppervlakte van den grond voor.

Dat de wortels van het riet in de regel niet door de roodrotschimmel worden aangetast, ligt uitsluitend daaraan dat de schimmel, vermoedelijk omdat zij veel zuurstof nodig heeft, bijna niet in de grond dringt.

Bij bibits die in vochtig zand half ingegraven te kiemen gelegd en daarna met roodrot geïnfecteerd zijn, blijven de wortels die zich aan de onderste helft van de wortelring ontwikkelen, en dus onmiddellijk in de grond indringen gewoonlijk gezond. ²⁾

In de ruimten tusschen de bladscheeden onderling en tusschen de bladscheeden en stengel kan de roodrotschimmel bij het riet van 2 à 4 maanden oud af en toe naar beneden toe, dus onder het niveau van de grondoppervlakte doordringen en het kan wel voorkomen dat zij hier de wortels, die zich over een korte afstand dus feitelijk in de lucht bevinden, aantast. Dit geval schijnt zich echter slechts bij uitzondering voor te doen.

In het algemeen is dus de schade die de roodrotschimmel als wortelparasiet aanricht, zeer gering en worden alleen de wortels die zich onder abnormale groeicondities, d.w.z. in de lucht bevinden, aangetast.

Wanneer men de roodrotschimmel op de wortels vindt is de identiteit gemakkelijk aan te toonen, zoowel aan het onder het microscoop tamelijk karakteristieke mycelium als bij overenting, hetzij op een levend substraat of op klapperagarplaten.

1) Binnenkort hoop ik te anderer plaatste op de levensgeschiedenis van de roodrotschimmel en het somtijds zeer schadelijke optreden van deze schimmel bij enkele sierplanten nader terug te komen.

2) Ook bij *Caladiums* worden de wortels die zich aan de oppervlakte van den grond vertoonen dikwijls door de roodrotschimmel aangetast, de aantasting beperkt zich ook hier uitsluitend tot het gedeelte van de wortel onmiddellijk aan de oppervlakte.

Vorming van sclerotiën op de wortels komt slechts bij uitzondering voor.

VERTICILLIUM (HYPOCREA.) SACCHARI.

Deze schimmel die door WENT ¹⁾ als oorzaak van de sereh-ziekte beschouwd wordt en die bij voorkeur de bladscheeden van het riet aantast, kan soms tamelijk veel schade aan het wortelstelsel van het riet aanrichten.

Evenals de roodrotschimmel ontwikkelt deze parasiet zich speciaal op die gedeelten van de wortels die zich in de lucht bevinden en bij bibit die lang onder weg geweest is kan men haar dan ook wel op de jonge wortels waarnemen.

Bij voorkeur nestelt deze schimmel zich echter bij riet dat bij het aanaarden niet of niet voldoende getrast geworden is, in de ruimte tusschen de bladscheeden onderling en tusschen de bladscheeden en de stengel. Hier vindt men de schimmel af en toe rijkelijk sporenvormend.

Voor al op zware humusarme gronden waar deze bladscheeden, die bij het aanaarden niet verwijderd werden, moeilijk wegrotten en soms zelfs nog bij het oogsten van het riet teruggevonden kunnen worden, kan deze schimmel schadelijk optreden.

Door WINTER ²⁾ werd er indertijd reeds opmerkzaam op gemaakt dat vooral op zware gronden zorgvuldig trassen bij het aanaarden noodzakelijk is.

„Wat toch is het doel van het aanaarden? In hoofdzaak het brengen van vruchtbaren bovengrond tegen hoogere geledingen, daardoor de wortelooten te doen uitloopen en zoo het riet door meerdere wortelvorming in gunstigere conditiën voor zijne verdere ontwikkeling te brengen. Wordt dit doel echter bereikt wanneer men, zooals vrij algemeen gebruikelijk is, de droge bladscheeden om den stengel laat zitten?

Zeër zeker niet, of toch hoogstens alleen op zeer lichte gronden, die tevens niet te droog zijn — want hier rot de bladscheede spoedig van zelf weg.

In de meeste gevallen, vooral op zwaren grond, blijft echter de bladscheede zitten zonder te rotten en vormt eene perkamentachtige omhulling, die het doel van het aanaarden, het uitloopen der wortels, volkomen belet.

1) WENT. *De Serehziekte*. Archief. 1893.

Zie aldaar de beschrijving en afbeeldingen van den schimmel in kwestie.

2) DR. WINTER. Verhandeligen Congres Soerabaia 1896, bl. 101 enz.

Wel ziet men een begin van uitloopen, maar de wortels kunnen den grond niet bereiken en blijven tusschen bladscheede en stengel recht naar beneden groeien, totdat zij aan de basis van de bladscheede worden opgehouden.

Er zijn omstandigheden, dat het riet met de onderste wortels best kan volstaan, maar dikwijls zijn ook de bovenste wortelkransen van groote beteekenis voor de plant, vooral in geval van de dongkellanziekte en o. a. als door stilstaand water en gebrekkige ventilatie van den grond de onderste wortels afsterven. Mij is een geval bekend, waar de dongkellanziekte zich in een tuin vertoonde, zoodat de groei van het riet stilstond en waar door het wegnemen der drooge bladscheeden, aanaarden en goed aandrukken der losse aarde het riet heelemaal ging opfleuren en een redelijk product opleverde".

Aan deze mededeelingen van Dr. WINTER zoude ik nog willen toevoegen dat onder dergelijke conditiën, op zware gronden waar niet getrast is bij het aanaarden, zich dikwijls de *Verticillium Sacchari* tusschen de bladscheeden en de stengel nestelt en de wortels doodt.

Men vindt dan bij het oogsten van het riet in plaats van wortels talrijke kleine gaatjes in de stok op de plaatsen waar de wortels van de bovenste wortelringen te voorschijn hadden moeten komen.

In den regel moet deze zeer karakteristieke en vermoedelijk velen lezers wel bekende beschadiging aan *Verticillium Sacchari* toegeschreven worden.

Dit verschijnsel kan soms tot verwisseling met wortelrot aanleiding geven. Het komt niet bij alle rietsoorten in dezelfde mate voor, zeer typisch werd het door mij een paar keer waargenomen bij Loethersriet.

AALTJES.

15 Jaar geleden kwamen hier op Java aaltjes zeer dikwijls parasitair in de rietwortels voor, tegenwoordig is het een groote uitzondering wanneer men deze organismen als wortelparasieten bij het riet aantreft.

Door TREUB ¹⁾ werden in de wortels van serehzieke planten aaltjes behorende tot het geslacht *Heterodera* aangetroffen. SOLTWEDEL ²⁾ sprak in 1887 van de parasitische nematoden als zonder

1) TREUB. Onderzoekingen over serehziek suikerriet 1885.

2) SOLTWEDEL. Mededeelingen van het Proefstation voor Midden-Java te Semarang 1887 Juli. Overdrukken en Referaten etc. bl. 7.

twijfel behoorende tot de gevaarlijkste vijanden van het suikerriet. Hij trof in de wortels van het suikerriet aan *Dorylaimus*, *Heterodera* en verscheidene soorten *Tylenchus*.

Volgens SOLTWEDEL werd de sereh veroorzaakt door *Tylenchus sacchari*, in enkele gevallen door *Heterodera sacchari*.

KRÜGER gaf het veelvuldig voorkomen en de schadelijke werking van de parasitaire nematoden toe, bestreed echter de door SOLTWEDEL opgestelde theorie dat zij de oorzaak van de sereh zouden zijn.

KRÜGER zegt hieromtrent het volgende ¹⁾ „Wij zeggen nogmaals dat wij de schadelijke invloed der anguillulen in 't minst niet willen ontkennen en dat die invloed zich misschien met de primaire oorzaak der ziekte vereenigt; wij ontkennen evenmin dat planten, sterk door anguillulen aangevallen, verschijnselen kunnen vertoonen, die, zonder een bepaald karakter te hebben, eenigermate gelijken op die, welke men met den naam van sereh bestempelt; dat zijn verschijnselen, veroorzaakt door storing in den groei. Wij kunnen ons echter tot nog toe niet vereenigen met de meening, dat de hoofdzak der stoornis, zooals die nu verbreid als sereh epidemisch optreedt, in de eerste plaats aan anguillulen moet worden toegeschreven, maar, zooals boven reeds gezegd werd, wij zoeken de oorzaak in de verwoesting van het weefsel door microörganismen, bacteriën. Wel zal *Heterodera Javanica* TREUB den groei vertragen, doch deze anguillulen soort schijnt zeer beperkt voor te komen, want zij is lang niet overal waargenomen waar zich sereh vertoonde; wel zullen *Heterodera radicola* MÜLLER en *Tylenchus* soorten, en onder deze vooral *Tylenchus sacchari* SOLTWEDEL, het wortelnet aanvallen en verwoesten, terwijl andere soorten, zooals wij opmerkten, ook de oogen der stekken aantasten d.i. zich gedragen als echte parasieten van het suikerriet. Daarom kan er niet genoeg op aangedrongen worden, geen tweeden snit aan te houden, ten einde de verspreiding zooveel mogelijk tegen te gaan.”

WENT ²⁾ vond later in vele gevallen *Nematoden*, vooral *Tylenchus*, aan de wortels van serehziek suikerriet, in andere gevallen daarentegen geen spoor van dergelijke dieren.

ZEHNTER deelt enkele jaren later omtrent beschadiging van het riet door aaltjes het volgende ³⁾ mede:

1) Mededeelingen v/h. Proefstation West-Java I. bl. 169.

2) WENT. *De serehziekte*. Archief 1893. blz. 437.

3) ZEHNTER. *Overzicht van de ziekten van het suikerriet op Java*. Vijanden uit het dierenrijk. Archief. 1897. I. bl. 575.

„Het schijnt dat de genoemde aaltjes-soorten in Oost-Java in den laatsten tijd slechts bij uitzondering op het riet voorkomen. terwijl zij in 1888—89 door KOBUS dikwijls gevonden werden. *Heterodera* heb ik nooit gevonden en *Tylenchus* zeer zelden, ofschoon ik de wortels van vele rietplanten, die uit verschillende streken afkomstig waren, onderzocht heb.

Van een beschadiging van het riet door aaltjes kan dus in Oost-Java nauwelijks meer sprake zijn.”

WAKKER liet zich over parasitische Nematoden bij het riet nog veel scherper uit ¹⁾ m. i. niet volkomen gerechtvaardigd. „De soort van *Heterodera* door TREUB gevonden, is door mij nooit in suikerrietwortels aangetroffen en behoort hoogstens tot de zeldzame parasieten dier plant en een parasitische *Tylenchus*soort heeft nog geen mensch gezien”.

Een jaar later werd door RACIBORSKY ²⁾ een aanval van *Tylenchus* als oorzaak van afsterven van het riet aangevoerd. hieromtrent wordt echter niets nieuws medegedeeld en er wordt alleen naar SOLT-WEDEL verwezen, zoodat het mij niet onwaarschijnlijk voorkomt dat RACIBORSKY zelve ook geen aanval van *Tylenchus* waargenomen heeft.

Persoonlijk heb ik aaltjes in rietwortels slechts driemaal waargevonden, waarvan slechts éénmaal in een aanplant.

De eerste keer een spontaan opgetreden *Heterodera Radicicola*-aanval bij een rietplantje van een week of zes oud, dat in een kleine bloempot met zand gekweekt was geworden, de tweede keer aaltjes (vermoedelijk *Tylenchus*) als secondaire parasieten in mechanisch misvormde rietwortels op physisch slechte grond, en een derde keer *Heterodera radiculicola* in rietwortels die kunstmatig geïnfecteerd geworden waren met wortels van andijvie die door dit aaltje was aangetast.

In aanmerking genomen dat ik in de laatste twee jaar zeer veel rietwortels microscopisch en macroscopisch heb onderzocht, komt mij dan ook de uitspraak van ZEHNTNER volkomen gerechtvaardigd voor, niet alleen voor de aanplantingen in Oost-Java maar ook voor die in West- en Midden-Java. In hoeverre misschien aaltjes af en toe in bibittuinen schadelijk kunnen worden, kan ik niet beoordeelen, in de gevallen dat ik rietwortels uit bibittuinen afkomstig onderzocht, heb ik ze niet aangetroffen. ³⁾

1) WAKKER. *De Sereh-ziekte*. Archief. 1897. I, bl. 119.

2) RACIBORSKY. *Voorloopige mededeelingen omtrent eenige rietziekten*. Archief 1898 I, bl. 391.

3) In de loop van het jaar dat er verlopen is sedert ik dit Hoofdstuk scheef heb ik nog twee keer aaltjes in rietwortels waargenomen.

Een keer *Tylenchus* of een na verwant geslacht bij riet gegroeid op physisch minderwaardige grond te Koeningan en een keer bij rietwortels die kunstmatig geïnfecteerd waren met wortels van *Begonia spec.* die door *Heterodera radiculicola* waren aangetast. Beide keeren dat ik als gevolg van kunstmatige infectie *Heterodera* gallen aan rietwortels zag optreden, was het zeer duidelijk hoe deze aaltjes bij physisch gunstige grondgesteldheid geen noemenswaardige schade aanrichten.

Wij hebben dus hier een relatief goed bestudeerd voorbeeld van parasieten die vijftien jaar geleden zeer algemeen verbreid en zeer schadelijk waren en die nu nog slechts zeer sporadisch voorkomen, zonder dat er opzettelijke bestrijdingsmaatregelen tegen genomen zijn.

De oorzaak dat men tegenwoordig bij het riet nog slechts bij hooge uitzondering parasitaire aaltjes in de wortels aantreft, moet m. i. zonder twijfel gezocht worden in de wisselbouw die tegenwoordig algemeen doorgevoerd wordt.

Terwijl men vijftien jaar geleden en vroeger zeer algemeen tweede en verdere snit aanhield, vindt dit tegenwoordig (afgezien van sommige bibitplanters) niet meer plaats. Vooral de afwisseling van de riet- met de rijstcultuur heeft waarschijnlijk in dezen gunstig gewerkt. Het is toch bijna à priori aan te nemen dat de aaltjes die in de grond van een rietaanplanting gunstige levensvoorwaarden vinden, zich in de modder van een sawah niet zoo op hun gemak zullen bevinden. ¹⁾

Wat nu *Heterodera radiculicola* betreft, een infectie van de rietwortels met dit aaltje is zeer gemakkelijk te herkennen aan de galvorming die er een gevolg van is. In den regel blijven deze gallen tamelijk klein, bij uitzondering kunnen zij een zeer aanzienlijke grootte bereiken. Een geval van buitengewoon groote gallen is in fig. 1 afgebeeld.

Heterodera radiculicola komt op zeer verschillende planten voor, door BREDÁ DE HAAN ²⁾ werd aangetoond dat het zeer verbreid voorkomt als parasiet bij de tabakscultuur in Deli, ZIMMERMAN vindt hetzelfde aaltje op wortels van zieke sirihplanten, in Europa komt het op zeer verschillende kultuurplanten voor ²⁾.

Zooals gezegd werd door mij een infectie van rietwortels met *Heterodera* verkregen uitgaande van wortels van andijvie waaraan zich *Heterodera* gallen bevonden.

Een dergelijke infectie is zeer gemakkelijk te bewerkstelligen, men brengt slechts het infectiemateriaal in den grond waar men de bibit in plant. Bij mijne proeven vertoonden de geïnfecteerde rietplanten op een leeftijd van zes weken talrijke *Heterodera* gallen aan de wortels.

In het algemeen kan men wel aannemen dat de gevolgen van

1) Vergelijk BREDÁ DE HAAN *Een aaltjesziekte der rijst Omo mentek of omo bambang*. Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin LIII, 1902.

Volgens deze onderzoeker komt het aaltje (*Tylenchus oryzae*) dat de beruchte omo mentek veroorzaakt alleen voor bij de op sawah's geplante rijstsoorten. Bij padi gogo schijnt de omo mentek niet voor te komen.

Hier hebben wij dus een aaltje dat z'ch in de modder der sawah's wel thuis voelt, maar daarentegen in drogere grond geen gunstige levensvoorwaarden vindt.

2) Er zijn vermoedelijk slechts betrekkelijk weinig kruidachtige, in de grond levende planten die door *Heterodera radiculicola* niet aangetast kunnen worden.

een aanval van *Heterodera* in hooge mate afhankelijk zijn van de toestand waarin het wortelstelsel zich bevindt. Zijn de voorwaarden voor de ontwikkeling van nieuwe wortels gunstig, gezonde, flink groeiende planten in een grond met goede structuur die goed bewerkt is geworden, dan doet zich de schadelijke werking van de aanval van *Heterodera* slechts weinig gevoelen.

Onder dergelijke omstandigheden kunnen zich zeer spoedig nieuwe wortels vormen in plaats van de oude die aangetast en daardoor min of meer buiten werking gesteld werden. Zijn echter de groeicondities voor de plant ongunstig in het een of andere opzicht, dan kan een aanval van *Heterodera* buitengewoon schadelijk worden en het afsterven van het gewas tengevolge hebben.

Door BREDA DE HAAN wordt in zijn studie over het tabaksaaltje zeer nadrukkelijk op deze indirecte bestrijding gewezen. „Beter dan alle directe bestrijding op het veld zal de goede zorg voor de aanplant kunnen zijn; weet men van te voren dat een zeker veld besmet is, dan kan men door extra bewerking en desnoods meerdere bemesting zich voor eventueel verlies zoo goed als geheel vrijwaren.”

Dat het in vele gevallen ongunstige grondinvloeden zijn die de ontwikkeling van parasitaire wortelaaltjes in de hand werken, blijkt ook wel daaruit dat wij bij aaltjesplagen dikwijls met gemengde infecties („Mischinfectionen”) te doen hebben. Door de een of andere invloed worden de voorwaarden voor ontwikkeling van parasitaire aaltjes aan het wortelstelsel van de cultuurplant gunstiger en dan treden er niet een maar meerdere soorten parasitaire aaltjes gelijktijdig op. *)

*) Ook bij bladziekten komen gemengde infecties veelvuldig voor en wijzen dan m.i. op een buitengewone praedispositie van de aangetaste bladeren om ziek te worden. Vergelijk hierover ADERHOLD *Ueber die Sprüh und Dürffleckenkrankheiten der Steinobstes*. Landwirthschaftliche Jahrbücher 1901.

„Für Deutschland hat ohne Zweifel gegenwärtig die grösste Bedeutung *Clasterosporium carpophilum* (Lev.) Aderh., der auch in Südeuropa allgemein verbreitet scheint. Indess muss an dieser Stelle betont werden, dass bei uns in Deutschland (für andere Länder kenne ich die Verhältnisse nicht genügend) eine Epidemie wahrscheinlich häufig (vielleicht sogar meistens) nicht von einer einzigen Art verursacht wird. Es scheint, dass da und dort, wo eine Art Gelgenheit findet verheerend auf zu treten, auch andere Formen sich reichlicher entwickeln können. *Clasterosporium carpophilum* (Lev.) Aderh. ist, wie aus den Exsiccaten hervorging, zumeist begleitet oder unterstützt von *Phyllosticta Beyerincki*, deren Parasitismus freilich noch fraglich bleibt. Aber unleugbar parasitisch ist *Cercospora cerasella* Sacc. und auch diese Art giebt hierorts zu Mischinfectionen mit *Clasterosporium carpophilum* Veranlassung. Dass auch nicht parasitäre Ursachen hier oder da zu parasitischen Schäden sich gesellen können und dass erst durch solche Kombination eine praktische bedeutungsvolle Epidemie zustande kommen kann, bedarf ebenso wenig eines Beweises, wie die Behauptung, dass wir zur wahren Erkenntniss der Epidemien erst dann gelangen, wenn man solchen Krankheitskombinationen künftig mehr Beachtung schenkt als bisher. Am einzelnen Blatte oder Zweige lassen sich wohl Pilze studieren, aber nicht die Ursachen von Krankheiten ökonomischer Bedeutung.”

Menginfecties van verschillende bladziekten komen bij het riet in bibituinen niet zelden voor, menginfecties van rood-rot (n *Hypocrea sacchari* (eventueel ook nog Ananasziekte) zijn bij bibit die lang onder weg geweest is geen uitzondering, menginfecties van boterzuurbacteriën (*Bacteriosis*) en *Saccharomyces apiculatus* zijn bijna regel waar de gezonde bibit uitgeplant op slecht uitgezuurde grond (vooral bij te diep planten) slecht opkomt.

Zoo beschrijft ZIMMERMANN twee verschillende soorten aaltjes (*Tylenchus Coffeae* en *Tylenchus acutocaudatus*) die als wortelparasiet het afsterven van koffieboomen kunnen veroorzaken.

BREDA DE HAAN maakt in zijn studie over het rijstaaltje *Tylenchus Oryzae* nog melding van een andere aaltjessoort, een *Cephalobus* die zeer dikwijls tegelijk met het rijstaaltje bij zieke rijstplanten waargenomen werd, en hoogstwaarschijnlijk door haar optreden in staat is de nadeelige gevolgen van het voorkomen der *Tylenchus* te vergrooten, door het afsterven van de wortels en der bladscheeden te verhaasten.

Het verdient in dit opzicht ook wel de aandacht dat de eenigste keer dat door mij een aanval van parasitaire aaltjes in een riet-aanplant waargenomen werd, deze aaltjes voorkwamen in wortels die misvormd waren tengevolge van den groei op physisch slechte grond.

Dit was namelijk het geval met enkele van de (reeds in Hoofdstuk II besprokene) wortels van het jonge riet van de onderneming Tirtó, waarvan de groei in October tengevolge van de slechte physische gesteldheid van de grond stagneerde.

De aaltjes konden hier niet in alle misvormde wortels aangetroffen worden, wat afdoende bewijs is dat de misvorming niet op rekening van de aaltjes geschreven worden kan. Zij kwamen ook in den regel niet in de onmiddellijke nabijheid van de groei-stagnaties, maar iets hooger op voor. Of wij hier met *Tylenchus sacchari* te doen hadden, kon ik niet uitmaken omdat ik voor het onderzoek alleen over alcoholmateriaal van de wortels beschikte. (Bij het onderzoek van het versche materiaal had ik geen aaltjes te zien gekregen, ik vond deze pas later bij een nieuw onderzoek van het bewaarde alcohol materiaal). De aaltjes in kwestie kwamen voor in het schorsparenchym van de wortels waar zij de cellen in hunnen onmiddellijke omgeving tot afsterven gebacht hadden, zooals aan de praeparaten nog duidelijk te zien was. De nog levende cellen in de omgeving van de aaltjes (d.w.z. de cellen die blijkbaar nog leefden toen het materiaal gefixeerd werd) vertoonden een buitengewoon dichten inhoud, vermoedelijk als gevolg van een door de aaltjes uitgeoefende pikkel.

In fig. 2 is bij zwakke vergroting een gedeelte van het schorsparenchym met de daarin voorkomende aaltjes afgebeeld.

In tegenstelling met de roodrotschimmel en *Hypocrea sacchari* die eigenlijk op de bladscheeden te huis behooren en slechts als

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 5.

Fig. 3.

Fig. 4. b

Fig. 4. a

het ware verdwaald op de wortels voorkomen, zijn de nu volgende schimmels echte wortelschimmels, d.w.z. dat zij uitsluitend of bij voorkeur aan de wortels voorkomen, ook wanneer de wortels zich onder de grond bevinden.

In verband met de levenswijze van deze schimmels staat het feit dat de vorming van sporen in den levensloop van deze schimmels veel minder op de voorgrond treedt als bij de bladschimmels.

Terwijl bij de bladschimmels in verreweg de meeste gevallen de infectie van het eene blad door het andere plaats vindt door sporen die door de wind (of door dieren) overgebracht worden, vindt bij de wortelschimmels de infectie van de eene wortel door de andere in hoofdzaak plaats door draden van het mycelium die door de grond heen van de eene wortel naar de andere groeien.

Zooals bekend, berust de classificatie van de schimmels in hoofdzaak op de spoorvormingen waar wij deze bij wortelschimmels slechts betrekkeijk zelden waarnemen, is het geen wonder dat de studie van de wortelschimmels buitengewone moeilijkheden met zich mede brengt.

Daarbij komen nog de moeilijkheden die het nemen van infectieproeven aan levende wortels medebrengt. Zoowel om zich te overtuigen dat de te infecteeren wortel gezond is als voor het uitvoeren van de infectie, is het noodig een deel van het wortelstelsel bloot te leggen en dit brengt het gevaar met zich mede dat de wortels beschadigd worden.

Zoowel technisch als wat de wetenschappelijke zijde van het vraagstuk betreft is dus de studie van wortelschimmels veel moeilijker dan van de schimmels die aan de plantendeelen, welke zich boven de grond bevinden, voorkomen.

Aan deze moeilijkheden is het dan ook wel in hoofdzaak toe te schrijven dat er nog zoo weinig over wortelschimmels van het riet (en over wortelschimmels in het algemeen) bekend is.

Hoewel mijne onderzoekingen wel in enkele opzichten over de wortelschimmels van het riet opheldering gebracht hebben, speciaal wat de beteekenis betreft die deze schimmels voor de geheele rietplant hebben, kunnen deze onderzoekingen dan ook nog lang niet als afgelopen beschouwd worden.

Wij zullen achtereenvolgens de verschillende aan het riet voorkomende wortelschimmels, waarvan verscheidene slechts zeer onvolledig bekend zijn, nader bespreken.

WORTELSCHIMMEL 1a.

Deze schimmel is reeds herhaaldelijk onderzocht, het laatst door WAKKER, die haar met minstens twee andere tot zijn wortelschimmel No. 1 vereenigde.

Ten einde de nomenclatuur van de wortelschimmels niet in de war te sturen onderscheid ik deze drie schimmels als wortelschimmel 1a, 1b en 1c.

TREUB ¹⁾ beschrijft deze schimmel op de volgende wijze:

„Die schimmelsoort, hoogstwaarschijnlijk behoorende tot het geslacht *Pythium*, uit de familie der Peronosporae, bewoont de schors der wortels. Door de opperhuid en de hardere buitenste schorslaag- of lagen heen, dringt zij in den wortel binnen, met vrij duidelijk zichtbare celdraden. Voor het binnendringen is het niet noodig, dat de wortels openingen ofscheuren hebben; de ongedeerde opperhuid kan worden doorboord. Zelfs schijnt deze *Pythium* soort op plaatsen waar de wortel geschonden is bij voorkeur *niet* binnen te dringen; vele gevallen door mij waargenomen geven mij grond voor dit vermoeden.

Zijn de *Pythium*-draden, door de dikwandige laag heen, tot de gewone schorselementen doorgedrongen, zoo breiden zij zich, van cel tot cel de tusschenwanden doorborende, in een groot aantal cellen uit.

In dikke wortels treft men de schimmeldraden in quaestie slechts bij uitzondering aan. Daarentegen waren zij in de dunne wortels mijner serehzieke planten zeer talrijk; geheele bundels dier wortels heb ik aangetroffen, overal, in meerdere of mindere mate, doch gewoonlijk hevig, geïnfecteerd.

Op de vraag hoe *Pythium* van den eene in den anderen wortel komt, moet het volgende antwoord gegeven worden. Deels, misschien, doordat zijn draden bij gunstige gelegenheden naar buiten groeiende, naar een anderen dichtbijzijnden wortel oversteken en daarin binnendringen. In hoofdzaak evenwel, doordat eencellige met trilharen voorziene vermeerderings-organen aan het geslacht *Pythium* eigen, zich in het water tusschen de bodemdeeltjes voortbewegen, wortels bereiken, zich tegen deze vastleggen, kiemen, en met hunne kiembuizen door den opperhuid heenborend, aldus infectie bewerken.

Kleine stukjes van wortels welke veel *Pythium* bevatten,

1) TREUB. *Onderzoekingen over Serehziek suikerriet*. Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin 11, 1885.

plaatste ik in zoogenoemde „vochtige kamers,” kleine toestellen wier ruimte met waterdamp verzadigd is, zoodat de druppel water waarin het te observeeren voorwerp ligt, niet verdampen kan. Herhaaldelijk heb ik dan na eenige tijd, boonvormige „zwerm-sporen” soms in grooten getale, te voorschijn zien treden en zich met hunne trilharen in den druppel bewegen.

Men meene niet dat de door mij geobserveerde *Pythium* alleen in wortels binnendringt, welke ziekelijk en abnormaal zijn geworden. Hiervan is geen sprake. Het schorsweefsel waarin de fungus binnendringt is zonder twijfel goed levend. Wat meer zegt, schorscellen grenzende aan andere welke sterk door *Pythium* zijn geïnfecteerd kunnen er gezond en normaal uitzien.

Uit dit laatste voorbeeld volgt tevens, dat het binnendringen van *Pythium* draden in de schors geene onmiddellijk waarneembare nadeelige veranderingen aan of in de wortel te voorschijn roept.”

Het geslacht *Pythium* behoorende tot de Phycomyceten, is o.a. daardoor gekarakteriseerd, dat er geen dwarswanden in het mycelium voorkomen. Door deze eigenschap is deze wortelschimmel 1a of *Pythium*soort gemakkelijk van het gros der wortelschimmels te onderscheiden. Zeer karakteristiek is ook de wijze waarop de schimmel na door de buitenste schorscellen heengedrongen te zijn, zich in de diepere lagen van de schors over een groot aantal cellen uitbreid.

Ook zonder de kennis der voortplantingsorganen is deze schimmel hierdoor aan het mycelium alleen onmiddellijk te herkennen.

Dezelfde schimmel werd door KRÜGER ¹⁾ en SOLTWEDEL ¹⁾ waargenomen, zoowel bij serehzieke als bij gezonde planten.

Door TSCHIRCH ²⁾ werd deze schimmel opnieuw onderzocht, en kwam deze onderzoeker tot de conclusie dat de bewuste schimmel geen parasiet was maar tot de zoogenaamde endotrophe mycorrhiza's zoude behooren.

Wij zullen ons nu eerst moeten afvragen wat men onder endotrophe mycorrhiza's verstaat. Onder mycorrhiza. (letterlijk vertaald „zwamwortel”) verstaat men een eigenaardige combinatie van wortels van hogere planten met myceliumdraden van zwammen, die bij de voeding van de hogere planten (waar deze mycorrhiza's voorkomen) een rol schijnt te spelen. De hogere plant heeft er blijkbaar voordeel van dat hare wortels met de schimmel in gemeenschap treden. Ook de schimmels moeten blijkbaar voordeel van de gemeen-

1) Vergelijk KRÜGER, Das Zuckerrohr und seine Kultur. bl. 327.

2) De publicatie van TSCHIRCH (Schweizerische Wochenschrift für Pharmacie 1891) is tot mijn spijt niet tot mijn beschikking.

schap hebben, anders is het totaal onbegrijpelijk waarom zij met de wortels in gemeenschap treden. In ieder geval, in de zin waarin het woord mycorrhiza gewoonlijk gebruikt wordt, is er het physiologische begrip der wederzijdsche dienstpresteering van de wortel en de schimmel in opgesloten. Onder endotrophe mycorrhiza's (in tegenstelling van ectotrophe) verstaat men dan mycorrhiza's waarbij de schimmeldraden zich in hoofdzaak binnen in de cellen van de wortel bevinden.

Om dus de naam mycorrhiza toe te passen op het voorkomen van de een of andere schimmel in de een of andere wortel, dient aangetoond of ten minste waarschijnlijk gemaakt te worden dat er wederzijdsche dienstpresteering (symbiose in engeren zin) bestaat. Wanneer een schimmel in de wortels parasiteert, zoodat de voedsterplant er geen voordeel uit trekt, integendeel, er nadeel van ondervindt, kunnen wij de naam mycorrhiza hierop niet toepassen.¹⁾

Bewijzen voor zijne opvatting dat wortelschimmel 1a geen parasiet van de wortels zoude zijn, maar een endotrophe mycorrhiza heeft TSCHIRCH niet geleverd.

Het laatste is de bewuste schimmel onderzocht door WAKKER die de volgende beschrijving van de schimmel geeft: „Onderzoekt men de dunne wortels van het suikerriet, dan vindt men bijna altijd stevige, veelal gekronkelde, dikwandige schimmeldraden binnen in de cellen. In sommige praeparaten zag ik, hoe zij in verbinding stonden met dergelijke schimmeldraden welke tusschen de deeltjes van den bodem te vinden waren.

Deze laatste zijn dikwijls bruin gekleurd, die welke binnen in de wortel loopen zijn gewoonlijk kleurloos. Beide kunnen zich hier en daar vertakken. Men ziet soms plekken, waar een draad uit den bodem dwars door den wand eener cel heen, deze is binnengedrongen en kan dien dikwijls naar binnen vervolgen of ook waarnemen, hoe hij in overlangsche richting door de achtereenvolgende oppervlakkigen cellen van den wortel heen loopt, telkens de wanden doorborend, welke deze cellen scheiden.

In andere gevallen echter ziet men hoe de schimmeldraad zich naar het meer binnenwaarts gelegen deel van den wortel richt en dan ook in zijn verderen loop alleen te volgen is, wanneer men praeparaten van het binnenste maakt. Men ziet daar hoe de draden in de meer binnenwaarts gelegen schorscellen dikwijst dichte kluwens vormen

1) Wij zouden met evenveel recht de nieuwe namen „mycophylla” en „mycocaula” kunnen invoeren en daaronder te samenvatten schimmels die op de bladeren en schimmels die op de stengels voorkomen.

Fig. 7.

Fig. 6.

Fig. 8.

Fig. 9.

Vrij dikwijls vindt men ook in de oppervlakkige cellen kluwens; deze zijn echter minder dicht en sterk gewonden en ook het protoplasma der cel vertoont dan niets buitengewoons. Omtrent den inhoud der draden valt weinig te zeggen. Die, welke zeer stevig en dikwandig zijn, vertoonen geen protoplasma, terwijl dit in de dunnere, dunwandige der kluwens dikwijls duidelijk is. Dwaarswanden komen hier en daar, maar altijd als uitzondering voor.

Aan de uiteinden der draden vindt men zoowel in de aarde als in de oppervlakkige cellen dikwijls kogelronde, soms ook door den vorm der cellen min of meer cilindrisch-samendrukte lichamen, waarin men op het eerste gezicht de voortplantingswerktuigen meent te herkennen. In de aarde hebben zij gewoonlijk een waterachtigen inhoud maar in de cellen is deze laatste zeer dicht en met talrijke groote oliedruppels vermengd. Soms verkrijgen deze kogels dikke wanden, waarin men duidelijke lagen herkennen kan, soms ook niet."

Het mooiste materiaal van wortelschimmel 1a dat ik onder de oogen gehad heb was in kransjanculturen met wortelrotgrond van Kaliwoengoe, die in de loop van den Westmoesson 1901—1902 door mij onderzocht werden.

Aangezien het er mij meer om te doen was om iets naders omtrent de levenswijze van deze schimmels te weten te komen, dan wel om de fijnere anatomie van de wortel en de schimmel te bestudeeren, heb ik bijna altijd mijn onderzoekingen verricht aan de levende wortels. Direct nadat onder de kraan van de waterleiding de aanhangende aarde van de wortels afgespoeld was, werden stukjes van de wortel onder het microskoop gebracht.

Men vindt dan overal groote stukken van het mycelium van wortelschimmel 1a buiten aan de wortels vastgehecht.

Fig. 3 geeft een dergelijk fragment van deze schimmel aan de oppervlakte van een rietwortel te zien. In fig. 4 en 5 is afgebeeld hoe dit mycelium in de opperhuidscellen van de dunne wortels binnendringt. In fig. 6 is een fragment van het oude mycelium van deze schimmel afgebeeld.

Zeer dikwijls was het in mijn praeparaten te zien hoe van af de oude myceliumvlokken, die zich vooral aan de oudere wortels bevinden, dunne takken naar jonge wortels overstaken of langs de oppervlakte van de wortel verder groeiden in de richting van de top.

Bij dit door mij onderzochte materiaal was de aarde zoodanig door-

woekerd met het mycelium van de bewuste schimmel, dat er geen twijfel overbleef of de infectie van jonge nog niet geïnfecteerde wortels geschiedde hier in hoofdzaak door het mycelium zelve.

Wat de verhouding van het mycelium in het inwendige van de wortel betreft, hieromtrent kan ik slechts bevestigen wat TREUB daaromtrent mededeelt.

Van eventueele voortplantingsorganen heb ik alleen de door WAKKER beschrevene en in fig. 4 en fig. 7 van de bij zijne studie behorende plaat. (Ziekten van het suikerriet Plaat XXII) afgebeelde bolvormige lichamen waargenomen en wel uitsluitend in de grond, dus niet in de cellen van de wortel. De door WAKKER in fig 5, 6 en 8 van zijne plaat afgebeelde, in de cellen van de wortel voorkomende lichamen, behoren, zooals wij straks zullen zien, niet in de levensloop van wortelschimmel 1a thuis.

Wanneer wij ons nu afvragen wat wij uit onze waarnemingen kunnen concludeeren, dan zou het dit zijn: Wortelschimmel 1a is een schimmel die in de grond tusschen de rietwortels leeft, en waarvan het in de grond voorkomende mycelium de karakteristieke eigenaardigheden van een Phycomyceten-mycelium vertoont. (verg. fig. 3 en fig 6), die hier en daar in de gezonde rietwortel binnendringt en daarin een mycelium vormt dat morphologische eenige overeenkomst met de endotrophe mycorrhizen van sommige saprophyte Orchideën maar ook met de haustoriën (zuigorganen) van diverse op bladeren voorkomende parasitaire schimmels vertoont.

Men vindt aan het in de grond voorkomende mycelium organen die veel overeenkomst met sporangiën hebben.

Dit alles overwegende komt het mij zeer waarschijnlijk voor dat de oorspronkelijke opvatting van TREUB juist is en dat wij hier inderdaad te doen hebben met een parasitaire schimmel die tot de Phycomyceten en misschien wel tot het geslacht *Pythium* behoort.

De schadelijke werking van deze parasiet is blijkbaar gering, mij is geen geval voor oogen gekomen waar ik de indruk kreeg dat door de aanwezigheid van de parasiet een noemenswaardige schadelijke invloed uitgeoefend werd.

Ook het authentieke indertijd door Dr. ZEINTNER zelve in Djoeja verzamelde materiaal van wortelziekte van het Loethersriet werd op-nieuw door mij aan een onderzoek onderworpen. Wortelschimmel 1a kwam hier voor maar niet buitengewoon veel, daarentegen wel vrij veel de straks te beschrijven wortelschimmel 1c en wortelschimmel No. 6.

Aan het bewuste materiaal was echter duidelijk te zien hoe de groeistagnaties van de wortels op mechanische invloeden van de bouwgrond (zooals in Hoofdstuk II beschreven) teruggevoerd moesten worden.

Wat de verbreiding van wortelschimmel 1a betreft, zoo heb ik haar aan de rietwortels steeds aangetroffen wanneer ik er naar gezocht heb. Alleen bij culturen in het laboratorium in uitgewaschen zand trof ik haar niet aan.

In gevallen waar het wortelstelsel een gedrongen bouw vertoont en sterk vertakt is, zooals dit bij het wortelrot het geval is, schijnt deze schimmel zich vooral goed te kunnen ontwikkelen, wat waarschijnlijk in hoofdzaak daaraan ligt, dat de infectie van de eene wortel door de andere dan gemakkelijker plaats grijpt.

Verder komt het mij voor, wat trouwens zeer plausibel is, dat deze wortelschimmel zich vooral in de Westmoesson, wanneer de grond met water zoo goed als verzadigd is, in sterke mate ontwikkelt.

Wat voorkomen op andere planten betreft hieromtrent kan ik niets definitiefs mededeelen; volgens WAKKER komt wortelschimmel 1 ook bij *Saccharum ciliare* voor, het is echter niet duidelijk of hier wortelschimmel 1a 1b of 1c bedoeld is.

Tesamen met wortelschimmel 1a vindt men gewoonlijk aan de oppervlakte van de dunne wortels van het riet nog andere schimmeldraden, die reeds op het eerste gezicht onmiddellijk van het mycelium van wortelschimmel 1a te onderscheiden zijn. Deze draden zijn donkerder bruin dan het mycelium van wortelschimmel 1a, over de geheele lengte gelijkmatig van dikte en vertoonen op tamelijk regelmatige afstanden dwarswanden.

Wanneer men met zwakke vergrooing grootere fragmenten van het wortelstelsel onderzoekt is het zeer opvallend hoe dit mycelium als het ware met de wortels medegroeit. In de omgeving van het groeipunt van de jonge wortels vindt men dikwijls jonge groeiende toppen van het mycelium van de bewuste schimmel (of schimmels) zooals dit in fig. 8 weergegeven is. Het schijnt wel dat in dit geval het mycelium van deze schimmels zich ten deele voedt met het slijm dat bij het groeien van de worteltop door verslijming van de buitenste cellen van het wortelmutsje ontstaat.

In fig. 9 is een stuk van de opperhuid van een wortel afgebeeld waar naast elkander fragmenten van het mycelium van wortelschimmel 1a en van deze nog niet nader gedefinieerde wortelschimmels voorkomen.

Hier en daar (vergelijk fig. 10, 11 en 12) dringt dit mycelium ook in de opperhuidscellen van de jonge levende wortel binnen. Zoolang de wortel nog leeft dringt het echter niet ver naar binnen, hoogstens in twee of drie der oppervlakkige cellen. De wand van de epidermiscellen wordt hierbij doorboord en er ontstaan dikwijls als reactie op de prikkel door de indringende hyphe uitgeoefend, eigenaardige locale verdikkingen van de celmembraan, die ook nog teruggevonden kunnen worden wanneer het mycelium van de schimmel reeds verdwenen is.

De dunne wortels van het riet leven niet lang, naar het mij voorkomt kan de levensduur van de dunne wortels op niet veel meer dan één à twee maanden getaxeerd worden. Er vormen zich namelijk telkens nieuwe dunne wortels die dan in de plaats treden van de oudere die beginnen af te sterven.

Aan een normaal wortelstelsel van de volkomen gezonde rietplant vindt men, (bij voorzichtig uitwasschen) steeds talrijke doode naast de talrijke levende dunne wortels.

In deze doode dunne wortels schijnt zich dan het mycelium van dezen wortelschimmel (of schimmels) sterk uit te breiden.

Het komt mij dus voor dat wij hier te doen hebben met een schimmel (of schimmels) die zich in hoofdzaak voeden met de reeds afgestorven gedeelten van het wortelstelsel en die eigenlijk alleen daarom met de groeiende worteltop medegroeien en hier en daar korte haustoriën in de levende wortel drijven, om onmiddellijk wanneer deze wortel begint te kwijnen terplaatse te zijn en er zich dan meester van te maken. ¹⁾

In tegenstelling met de zuiver parasitaire levenswijze van wortelschimmel 1a die zich ongetwijfeld voedt ten koste van de levende wortel, zoude ik de schimmels met een overeenkomstige levenswijze als half parasitaire, men zoude misschien ook kunnen zeggen pseudoparasitaire wortelschimmels willen tesamen vatten.

Als typische vertegenwoordiger van deze groep van half parasitaire wortelschimmels moge hier wat uitvoeriger beschreven worden

1) Vergelijk FRANK. *Ueber die physiologische Bedeutung der Mycorrhiza*. Berichte Deutsche Botanische Gesellsch. 1888.

„Vielleicht könnte es auch darauf abgesehen sein, dass die Mycorrhiza, wenn sie wie alle Saugwurzeln der Bäume nach Beendigung ihrer Function abstirbt, dem Pilze, der ihr vorher Ernährungsdienste geleistet, als endlicher sicherer Preis gänzlich anheim fällt, wie ja als anderen, später zu Humus werdende Pflanzentrümmer ebenfalls diesen Humuspilzen zur Beute werden.“

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 15.

Fig. 11.

Fig. 14.

Fig. 16.

Fig. 10.

WORTELSCHIMMEL No. 5¹⁾.

De eerste keer dat deze schimmel door mij waargenomen werd was ruim een jaar geleden in Probolinggo. Bij het onderzoek van kwijnend riet uit een bibittuin bleken de dikke wortels hier en daar bruingekleurd en afgestorven en door een schimmel aangetast te zijn. Teneinde na te gaan of wij hier met een parasitaire wortelschimmel te doen hadden werden (op de wijze zooals ik dit gewoonlijk doe) eenige bibits op uitgewasschen zand in een toegedekte glazen schaal te kiemen gelegd en nadat de wortels zich ontwikkeld hadden hier en daar stukjes van de afgestorven wortels, die misschien een parasitaire schimmel bevatten, met de in de lucht zich ontwikkelende gezonde wortels van kiemende bibit in aanraking gebracht. Op deze wijze heeft men bijna normale infectiecondities, heeft men werkelijk met een parasitaire schimmel te doen dan zal deze spoedig van de aangetastte op de gezonde wortels overgaan.

Veertien dagen nadat ik de stukjes afgestorven wortel met de gezonde wortels in aanraking gebracht had, was er nog geen spoor van afsterven of aantasting aan de gezonde wortels waar te nemen, zoodat dus blijkbaar de schimmel die in de afgestorven wortels voorkwam niet onder de virulente parasieten gerangschikt worden kon. Op den duur beginnen ook zonder dat er infectie plaats vond de wortels onder deze conditiën te kwijnen, na een week of zes zijn zij gewoonlijk geheel afgestorven.

Voor dat zij bepaald afgestorven waren, maar op een tijdstip dat zij toch reeds tengevolge van de abnormale conditiën waaronder zij zich bevonden begonnen te kwijnen, begon de aantasting. Dit was op een tijdstip dat de cultuur omstreeks vier weken oud was, drie weken na de inenting. Overal waar kwijnende wortels van de uitgeplante bibit met de stukjes afgestorven wortels in aanraking waren, begonnen de levende wortels af te sterven en zich bruin te kleuren. Deze bruinkleuring zette zich dan voort in de richting naar de worteltop toe.

In fig. 15 is der top van een dergelijke kwijnende rietwortel aangetast door wortelschimmel No. 5 afgebeeld.

Eenige proeven om deze schimmel op kunstmatige voedings-

1) Dat hier wortelschimmel No. 5 besproken wordt voordat wortelschimmel 1b, 1c, No. 2, 3 en 4 ter sprake komen, ligt daaraan dat ik alleen wortelschimmel 1a en wortelschimmel No. 5 als betrekkelijk volledig bekend, wat levenswijze en ontwikkelingsgeschiedenis betreft, beschouw.

De wortelschimmels 1b, 1c, No. 2, 3, 4 en de nieuwe No. 6, 7 en 8 zijn m. i. nog als onvolledig bekend te beschouwen.

bodems te kweken, mislukten, vermoedelijk heeft dit echter aan de keuze van de voedingsbodems gelegen.

Op kwijnende rietwortels liet zich de schimmel echter zonder bezwaar overenten en verder cultiveeren. Bij voortgezette proeven hieromtrent werd het zand waarin de bibit te kiemen gelegd werd van te voren gesteriliseerd en de bibit oppervlakkig eveneens gesteriliseerd door een herhaalde afwisselende behandeling met verdund zoutzuur en een slappe (ongeveer 3 %) sodaoplossing telkens afgewisseld door indampeling, gedurende enkele seconden, in kokend water. Het gelukt op deze wijze bibits oppervlakkig volkomen te steriliseeren ¹⁾ zonder de kiemkracht te schaden.

Op deze wijze heb ik de schimmel in kwestie indertijd in Probolinggo gedurende vier achtereenvolgende generaties in cultuur gehad.

Op dergelijke zich aan de lucht bevindende wortels gaat de schimmel betrekkelijk spoedig (ruim een week nadat de infectie slaagde) tot spoorvorming over en worden er verschillende soorten sporen gevormd. Er komen voor inwendig in de cellen en zelfs in de vaten van de wortel gemmen (fig. 16 en fig. 17) en aan de oppervlakte van de wortels conidiëndragers met twee verschillende soorten conidiën (fig. 19, 20, 21 en 22) waarbij zich het merkwaardige verschijnsel voordoet, dat somtijds beide soorten conidiën op dezelfde conidiëndrager worden gevormd.

Dit verschijnsel is ook een afdoend bewijs, dat wij hier niet, zooals ik oorspronkelijk veronderstelde met twee verschillende schimmels te doen hebben. De stekelconidiën ontstaan slechts zelden.

Dezelfde wortelschimmel No. 5 werd later nog twee keer door mij in cultuur genomen, ook weer door infectie van kwijnende rietwortels met afgestorven wortels van ter onderzoeking ingezonden riet.

Het gelukte mij ook de schimmel te kweken aan de wortels die zich onder de oppervlakte van de grond bevinden. Hiertoe kweekt men ook weer bibits in uitgewassen zand in glazen schalen die echter niet toegedekt worden.

Om de wortels te infecteeren spoelt men voorzichtig een gedeelte van het zand weg en na de blootgelegde wortels met het infectiemateriaal in aanraking gebracht te hebben, vult men het

1) Dat men op deze wijze eenafdoende sterilisatie bereiken kan, bewijzen proeven waarbij stukjes van de oppervlakte van de bibit onder aseptische voorzorgen afgesneden en in voedingsoplossingen gebracht werden. Dezelfde methode werd vijf jaar geleden door mij toegepast bij eenige voorloopige (niet gepubliceerde) proeven met mais en erwten over cultuur in het donker in steriele voedingsoplossingen, om na te gaan in welke mate er dan opname van organische stof uit de voedingsoplossing plaats vinden kan.

Fig. 17.

Fig. 18.

Fig. 19.

Fig. 21.

Fig. 22.

Fig. 20.

Fig. 25.

Fig. 26.

Fig. 23.

zand weer aan. Bij voorzichtig werken worden op deze wijze de wortels niet beschadigd.

Ook bij deze proeven bleek het overtuigend dat deze schimmel niet parasitair genoemd kan worden, in dien zin dat hij in staat zoude zijn gezonde wortels tot afsterven te brengen of zich zelfs maar op gezonde wortels goed te ontwikkelen.

Wel nam ik waar dat van de afgestorven wortelstukken, die voor infectiemateriaal gebruikt waren, uit, enkele hyphen langs de gezonde wortels verder groeiden en dat de kwijnende wortels ook weer aangetast werden.

Bij deze proeven bleek het dat de schimmel zich ook van de afstervende wortels uit op de oppervlakte van de bibit kon verbreiden en hier nog een andere vorm van vermenigvuldiging vertoonen kon, vorming van meercellige conidiën (verg. fig. 24).

Het blijkt dus wel dat wortelschimmel No. 5 een zeer veelvormige soort is en naar alle waarschijnlijkheid is met de beschreven en afgebeelde sporenvormen nog niet de geheele vormenrijkdom van deze soort uitgeput.

Naar alles waarschijnlijk zal er bij deze verschillende conidiënvormen ook nog wel de een of andere hoogere vruchtvorm behooren.

De conidiënfructificatie treedt, zooals gezegd, alleen op aan de wortels die aan de lucht zijn blootgesteld, in de wortels die zich onder de oppervlakte van de grond bevinden vormen zich hoogstens gemmen (fig. 16).

Dat ik deze schimmel niet als schadelijk beschouw zal wel niet meer uitvoerig betoogd behoeven te worden.

Wat de verbreiding behoeft zoo vermoed ik dat wij hier de gewoonste en meest verbreide van de half parasitaire wortelschimmels voor ons hebben, een definitief oordeel kan ik hierover echter niet uitspreken omdat het mycelium en de gemmen te weinig karakteristiek zijn en de andere fructificatievormen, die in de natuur slechts zelden voorkomen zullen en nog niet zijn waargenomen slechts met betrekkelijk veel moeite te voorschijn roepen kunnen worden.

Het is echter *à priori* aan te nemen dat in zeer vele gevallen waar men een overeenkomstig mycelium aan de oppervlakte van de wortels vindt, men te doen heeft met physiologisch overeenkomstige maar systematisch misschien zeer ver van de beschrevene afwijkende soorten.

Wij zouden nog even kunnen opmerken dat men over het algemeen deze halfparasitaire wortelschimmels het rijkelijkst ontwikkeld vindt in gronden met physisch goede structuur, zooals bijv. in de reeds herhaaldelijk besproken grond uit de proeftuin Kagok 1901 — 1902, de grond van Soember-Kareng (Zuidtuinen) enz.

Deze waarneming is in overeenstemming met het feit dat in dergelijke gronden de ontleding van de organische stof voor een zeer aanzienlijk deel op de werking van aëroben, in hoofdzaak schimmels, en slecht voor een gering gedeelte op de werking van anaëroben berust, in tegenstelling met de gronden met physisch slechte structuur, waar bij de ontleding van de organische stof anaëroben een groote rol schijnen te spelen ¹⁾.

WORTELSCHIMMEL 1b.

WAKKER wijst bij zijne bespreking van Wortelschimmel No 1 er op, dat de aan de uiteinde der draden voorkomende kogelronde lichamen gewoonlijk een verschillende inhoud hebben naarmate zij in de aarde of in de cellen ontstaan. In het geval dat zij in de aarde ontstaan is de inhoud meest waterachtig, maar in het geval dat zij in de cellen ontstaan is de inhoud zeer dicht en met talrijke groote oliedruppels vermengd.

Deze tegenstelling berust daarop dat de in de cellen ontstaande, kogelronde soms ook door de vorm der cellen min of meer cylindrisch samengedrukte lichamen (Vergelijk de afbeeldingen bij WAKKER (pl. XXII fig. 5 en 6) tot een andere schimmel behooren als de kogelronde lichamen (vermoedelijk sporangiën) die aan het zich in de grond bevindende mycelium van wortelschimmel 1a ontstaan.

Dit wordt reeds waarschijnlijk omdat het zoo goed als nooit voorkomt dat men beide in elkanders onmiddellijke nabijheid waarneemt en dat het nooit gelukt een samenhang van beide aan te toonen.

Ook het feit dat de verspreiding van beide niet dezelfde is wijst er op, dat wij hier met twee verschillende schimmels te doen hebben. Zoo vond ik in mijne kransjangculturen met wortelrotgrond wortelschimmel 1a zeer veel, en wortelschimmel 1b bijna niet, daarentegen in

1) Indertijd zijn in Probolinggo door mij proeven in deze richting genomen met plaatculturen op grondagars van verschillende grondsoorten.

Naar verhouding komen er bij dergelijke aerobe en anaerobe plaatculturen van goede gronden veel meer schimmels dan bacteriën op, terwijl bij de plaatculturen van slechte gronden de anaërobe bacteriën meer de overhand hebben.

De onderzoekingen in deze richting zijn echter niet voortgezet wegen gebrek aan tijd.

krandjangculturen van wortelrotgrond met zand gemengd wortelschimmels 1b relatief veel en wortelschimmel 1a minder verbreid.

Absoluut zeker blijkt het dat wij twee geheel verschillende schimmel voor ons hebben daaruit, dat het mycelium van wortelschimmel 1b dwarswanden heeft en over het algemeen een geheel ander voorkomen heeft dan het mycelium van wortelschimmel 1a. Dergelijke stadiën als in fig. 26 afgebeeld kreeg ik echter slechts zeer zelden te zien, in den regel vindt men alleen de oude blijkbaar reeds uitgegroeide sporen in het afgestorven schorsparenchym van de dunne wortels. Deze zijn dan tamelijk groot en met een dichte blijkbaar zeer vetrijke inhoud. Een groep van dergelijke sporen is in fig. 25 afgebeeld.

Buiten de wortel heb ik het mycelium van dezen schimmel nog niet waargenomen, aangezien ik de jonge toestanden uitsluitend in levende wortels en de oude uitgegroeide sporen uitsluitend in afgestorven wortels waarnam, komt het mij waarschijnlijk voor dat wij hier met een echte parasiet te doen hebben die in staat is de aangetaste wortels te doden.

Nader onderzoekingen hieromtrent zijn echter gewenscht.

WORTELSCHIMMEL 1c.

In het wortelstelsel van mijne kransjanculturen en in andere wortelstelsels die ik onderzocht kwamen hier en daar enkele sporen voor die blijkbaar identisch waren met de door WAKKER in fig. 8 (Plaat XXII) afgebeelde indercellulaire sporen van wortelschimmel I.

Aangezien ook hier het mycelium waaraan deze sporen ontstaan niet overeenstemt met het mycelium van wortelschimmel 1a, en aangezien ook hier overeenkomstige waarschijnlijkheidsgronden als bij wortelschimmel 1b genoemd tegen de samenhang van deze schimmels onderling of met wortelschimmel 1a spreken, neem ik voorloopig aan dat wij ook hier met een afzonderlijke schimmel te doen hebben.

De eenigste keer dat ik deze schimmel in tamelijk sterke mate ontwikkeld vond was in het indertijd door DR. ZEHNTNER in Djocja verzamelde materiaal van wortelziek Loethersriet.

Het is mij echter niet gelukt jonge ontwikkelingstoestanden van de sporen te vinden of het mycelium van deze schimmel tot buiten de wortels te vervolgen, zoodat ook deze schimmel voorloopig als nog onvoldoende bekend gekarakteriseerd worden moet.

Met het oog daarop dat men de sporen gewoonlijk vindt in het afgestorven schorsparenchym van jonge wortels vermoed ik dat ook deze schimmel tot de betrekkelijk onschuldige parasieten behoort.

In fig. 27 zijn de oude sporen en een myceliumfragment afgebeeld.

WORTELSCHIMMEL No. 2.

Cladosporium (Dematium) javanicum WAKKER.

Hieromtrent kan ik alleen verwijzen naar de mededeelingen en afbeeldingen van WAKKER die ons omtrent de systematische stelling van deze schimmel en de ontwikkelingsgeschiedenis in cultuurvloei-stoffen volledig inlichten.

Wat de levensgeschiedenis in de natuur betreft, hieromtrent deelt WAKKER zoo goed als niets mede, het komt mij waarschijnlijk voor dat hij behoort tot de halfparasitaire wortelschimmels. Evenals de door mij beschreven wortelschimmel No. 5 kan, volgens de onderzoekingen van WAKKER *Cladosporium javanicum* ook voorkomen boven de grond (in de zwarte massa's welke zich op rietbladeren vormen die door bladluizen zijn aangetast).

Aangezien WAKKER in hoofdzaak gewerkt heeft met culturen op kunstmatige voedingsbodems, terwijl ik bij mijne onderzoekingen in hoofdzaak directe infectieproeven op levende wortels heb verricht en slechts bij uitzondering van culturen op kunstmatige voedingsbodems gebruik gemaakt heb, is het niet te verwonderen dat ik in dezen de onderzoekingen van WAKKER niet heb kunnen aanvullen.

Dat m.i. mijne methode van onderzoek uit een plantenpathologisch (niet uit een mycologisch) oogpunt de voorkeur verdient behoeft ik hier wel niet nader uiteen te zetten.

WORTELSCHIMMEL No. 3.

Allontospora radicolan WAKKER.

Ook hieromtrent kan ik alleen naar de mededeelingen en afbeeldingen van WAKKER (WENT en WAKKER. De ziekten van het suikerriet) verwijzen.

Fig. 27.

Fig. 24.

Fig. 29.

Fig. 28.

Fig. 30.

Fig. 31.

Fig. 32.

Fig. 33.

WORTELSCHIMMEL No. 4.

Door WAKKER wordt deze beschouwd als de oorzaak van de wortelziekte van het staande riet. Het is niet onwaarschijnlijk dat deze wortelziekte van het staande riet dezelfde ziekte was die wij tegenwoordig wortelrot noemen.

Cultuurproeven in voedingsvloeistoffen heb ik met de in wortels van aan wortelrot lijdende planten voorkomende schimmels nooit genomen, daarentegen zeer herhaaldelijk inentingsproeven op levende rietwortels, hetzij boven of onder de grond, op de wijze zooals dit bij wortelschimmel No. 5 beschreven is.

Bij dergelijke proeven is er nooit kwestie geweest dat de gezonde rietwortels door de een of andere virulente parasiet aangetast werden. Eenmaal werd op deze wijze uit verdroogde wortels van riet dat tengevolge van wortelrot afgestorven was, wortelschimmel No. 5 verkregen, een andere keer een andere niet verder bestudeerde half parasitaire wortelschimmel.

M.i. is er daar, waar wij in de wortels van aan wortelrot lijdend riet schimmels vinden die min of meer overeenkomen met de beschrijving en afbeeldingen van wortelschimmel No. 4 bij WAKKER, alleen kwestie van half parasitaire schimmels die zich in de tengevolge van andere oorzaken kwijnende of afgestorven wortels nestelden.

Overigens is m.i. der wortelschimmel No. 4 van WAKKER niet voldoende gekarakteriseerd om het oordeel te rechtvaardigen dat hier steeds dezelfde schimmel in het spel was.

WORTELSCHIMMEL No. 6.

Zeer onvolledig bekend, de sporen alleen werden door mij waargenomen en ook slechts een enkele keer in betrekkelijk gering aantal.

De sporen zijn zeer karakteristiek en de schimmel is hierdoor zeker onmiddellijk te identificeeren, wanneer hij later weer eens teruggevonden worden mocht.

Hij werd door mij gevonden in het door Dr. ZEINTNER indertijd verzamelde materiaal van wortelziek Loethersriet.

De sporen kwamen hier echter in zoo gering aantal in voor dat het niet aan te nemen is dat wij hier met een parasiet te doen zouden hebben die deze wortelziekte op zijn geweten had.

Men kan de sporen misschien het beste vergelijken met een sirikaya (vrucht van *Anona squamosa*) in miniatuur en zou de soort naam *Sirikayoïdes* er dus wel toepasselijk op zijn.

WORTELSCHIMMEL No. 7.

Zeer onvolledig bekend, de in fig. 29 afgebeelde gemmen die duidelijk te onderscheiden zijn van de bij de wortelschimmels 2, 3, 4 en 5 voorkomende gemmen werden door mij een enkele maal in de schors van een afgestorven dunne wortel uit een kransjang-cultuur in proeftuingrond gevonden.

Vermoedelijk een van de vele halfparasitaire wortelschimmels.

WORTELSCHIMMEL No. 8?

Of wij hier inderdaad, zooals mij plausibel voorkomt, met een parasitaire wortelschimmel te doen hebben is niet uitgemaakt.

Er komen soms, door mij een keer waargenomen, (twee jaar geleden aan rijp maaltiet op de onderneming Tangarang) aan de wortels van het riet eigenaardige gallen voor, ontstaan uit een zeer dicht in elkander gegroeide en met elkander vergroeide massa van dunne wortels.

In fig. 30 en 31 zijn twee dergelijke wortelgallen op natuurlijke grootte afgebeeld.

De dunne wortels waaruit zij bestaan zijn voor een deel zeer zuiver spiraal (of kurketrekker)-vormig opgewonden, zooals aan de in fig. 32 en 33 afgebeelde fragmenten nog te zien is.

Met de bezemvorming bij wortelrotwortels kunnen bij nauwkeurige beschouwing deze wortelgallen niet verwisseld worden, ook niet met de *Heterodera*-gallen.

Later zijn dergelijke gallen nooit meer door mij waargenomen, en de eenigste keer dat ik ze vond heb ik ook bij zorgvuldig zoeken niet meer dan vier exemplaren van reeds geheel ontwikkelde gallen en geen jonge stadiën kunnen vinden. Op reis zijnde heb ik toen het verse materiaal niet kunnen onderzoeken, zoodat de onderzoekingen later aan alcoholmateriaal zijn verricht.

In de gallen vindt men het mycelium van een schimmel, zonder fructificatie-organen, het komt mij waarschijnlijk voor dat deze de galvorming veroorzaakt.

SLOTBESCHOUWINGEN.

Wij hebben dus gezien hoe het wortelrot beschouwd moet worden als een direct gevolg van een ongunstige physische gesteldheid van den grond die in hoofdzaak daarop neerkomt, dat de grond telkens nadat zij tengevolge van de bewerking eene gunstige mulle geaardheid gekregen heeft, spoedig weer dicht wordt, zich zet en zich sluit.

Dientengevolge vermindert de doorlatendheid voor water en de weerstand die de wortels bij het indringen in de grond onder vinden neemt sterk toe. Deze weerstand wordt zoo aanzienlijk dat er aan de wortels talrijke eigenaardige misvormingen optreden die voor het wortelrot karakteristiek zijn.

Bij microscopisch onderzoek zijn de wortelrotgronden gekarakteriseerd door typische korrelstructuur, terwijl andere gronden waar geen wortelrot voorkomt, min of meer kruimelstructuur vertoonen.

Kruimelstructuur kan tot stand komen op verschillende wijze, voor onze rietgronden komen in hoofdzaak humus-kruimelstructuur en ferri-kruimelstructuur in aanmerking.

Een scherpe grens tusschen wortelrotgronden en gezonde gronden bestaat niet, in zeer vele gevallen is de mate waarin het wortelrot optreden zal, afhankelijk van de behandeling van de aanplant en voorafgegane groundbewerking.

Terwijl op gronden met zeer mooie structuur ook een aanplant waaraan betrekkelijk weinig zorg besteed is, soms nog zeer bevredigende resultaten geven kan, is op gronden met middelmatige (niet extreem slechte) structuur een zoo rationeel mogelijke werkwijze, met het oog op het wortelrot, een eerste vereischte. Men kan hier, wanneer de locale toestanden (wat hoeveelheid bevoelingswater, gelegenheid voor afwatering, tijdstip waarop de gronden disponibel komen, regenval in het begin van de Oostmoesson, April, Mei, Juni enz. enz. betreft) gunstig zijn, door middel van eene zoo rationeel mogelijke werkwijze nog zeer mooie oogstresultaten verkrijgen, terwijl bij ongunstige locale toestanden en minder rationeële werkwijze de aanplant in hevige mate van wortelrot te lijden hebben kan.

Voor zware gronden in streken waar men over een voldoende

hoeveelheid irrigatiewater beschikt, kunnen wij onder een zoo rationeel mogelijke werkwijze ¹⁾ het volgende verstaan:

„a. te planten in diep omgewerkte, goed verweerde grond;

b. deze grond zoo los mogelijk te houden, te einde de lucht-toevoer te ondersteunen;

c. deze grond zoo goed mogelijk te draineeren, ten einde de grond luchtig te houden en weggroten der benedenwortels door staand water te voorkomen;

d. door diep onder 't maaiveld te planten, geene wortels te beschadigen door patjolbewerking na het planten, langzaam aan te aarden, om over vele geledingen wortels te ontwikkelen van verschillende le tijd;

e. door de laatst uitgekomen bovenste wortellagen door onder water zetten bij invallende droogte in 't leven te houden, daar het blijkt dat het afsterven van het riet een samentreffen is van twee omstandigheden: het afgestorven, weggerot zijn der benedenwortels en het door uitdrogen niet of niet voldoende meer functioneeren der bovenwortels.”

Voor lichte zandgronden die zich zeer snel zetten, zooals sommige humusarme Djocjagronden, schijnt het wel dat af en toe de voordeelen van een patjol- of vorkbewerking na het planten (het weer opnieuw voor korten tijd mul maken van den grond in de omgeving van de plant) grooter zijn dan de nadelen, (beschadiging van wortels). Voor zware gronden, die men door een patjol- of vorkbewerking der vochtige grond toch niet weer behoorlijk mul maken kan is een patjol- of vorkbewerking na het planten zeker af te keuren.

Voor gronden waar men in het begin van de Oostmoesson over te weinig water beschikt om het oude riet, zoo noodig, nog te irrigeren, schijnt het systeem om de goten in het laatst van de Westmoesson dicht te gooien, wel aanbeveling te verdienen. Het is duidelijk dat men op die wijze een grootere waterreserve in den grond behoudt.

In het algemeen echter, wanneer de grond eens tengevolge van de bewerking eene goede mulle geaardheid verkregen heeft, moet men zoo zorgvuldig mogelijk elke aanleiding vermijden waardoor deze geaardheid verloren gaan kan.

Men moet alles vermijden waardoor het zetten en sluiten van den grond in de hand kan worden gewerkt.

1) Antwoord van den Heer van MUSSCHENBROEK op de laatste Wortelrot-enquête.

Voor al een overmaat van water schijnt in dit opzicht schadelijk te zijn en daarom is zoo zorgvuldig mogelijke drainage gedurende de Westmoesson op wortelrotgronden van zeer veel belang.

Een zware druk op de natte grond uitgeoefend, of het kneeden van de natte grond kunnen het zetten en sluiten van de natte grond in de hand werken

Naar alle waarschijnlijkheid moet hierin de oorzaak gezocht worden van de in Europa welbekende schadelijke uitwerking van het ploegen van den kleigrond in te natte toestand en van de hier aan de meeste practici welbekende betrekkelijk slechte stand van het gewas op de plekken waar vroeger wegen of paden geloopt hebben.

In sommige gevallen kan men op zulke plekken typisch afsterven tengevolge van wortelrot waarnemen ¹⁾ terwijl in de onmiddellijke nabijheid van een dergelijke plek het riet nog frisch staat.

Op dergelijke plekken is vermoedelijk de ondergrond, die met het openmaken niet losgewerkt wordt, als het ware in elkander gekneet en vertoont dus de eigenaardigheden van een grond met korrelstructuur die zich in sterke mate gezet en gesloten heeft. Vermoedelijk zal op dergelijke plaatsen, een zoo diep mogelijk loswerken van de ondergrond echter zonder deze ondergrond boven te brengen, dus niet met een patjol of ploeg, maar met een breekijzer of een vork de beste remedie zijn.

De gunstige invloed van zware slibtoevoer op het optreden van het wortelrot moet in hoofdzaak, zoo niet uitsluitend, toegeschreven worden aan de structuurverbetering die daarvan een gevolg is.

Wat het verband tusschen bandjirs en slibtoevoer betreft, moeten wij er nog even op attendeeren dat de gronden in een streek die last heeft van bandjirs nog niet altijd daarom zware slibtoevoer krijgen. Wanneer het bandjirwater in hoofdzaak regenwater is, vermengd met afgewerkt water van de bovenstreek, m. a. w.

1) Op de herop betrekking hebbende vraag in de laatste wortelrotenquête:

„Hebt u overeenkomstige verschijnselen als bij het typische wortelrot ook af en toe waargenomen op plekken, waar de grond zoogenaamd „doodgewerkt” is, plekken waar vroeger wegen of paden (galangans bijv.) geloopt hebben.” kwamen verscheidene, zoowel bevestigende als ontkennende antwoorden in.

Een van de administrateurs (een fabriek in Kendal die tamelijk zwaar van wortelrot te lijden heeft) antwoordt: „Ja, zeer sprekend.” Een administrateur van een fabriek in Probolinggo die in zeer hevige mate door wortelrot bezocht wordt antwoordt: „Ja, op die plekken sterft 't riet direct af als de droogte invalt” de administrateur van een andere onderneming in Probolinggo antwoordt: „Nee. Wel blijft het riet op dergelijke plekken veel korter en wil vroeger gesneden worden, doch de typische verschijnselen van wortelrot vertoonden zich niet. Ter plaatse van galangans is het riet in den regel minder, doch schrijf ik dit toe aan minder rullen ondergrond ter plaatse van de vroegere galangans.”

De administrateur van een der Pasoeroean'sche fabrieken antwoordt:

„De ondervinding heeft me wel geleerd, dat op plekken waar de grond doodgewerkt is, bv. waar een karreweg door een nieuwen tuin loopt, het riet op zulke plekken minder goed slaagt” enz. enz.

wanneer de bandjir niet zoozeer een gevolg is van buitengewone watertoevoer van boven als wel van gebrekkige waterafvoer beneden, brengt de bandjir ook niet veel slib aan.

Bepalingen van slibtoevoer tot de sawah's, het opmaken van een slibbalans voor verschillende gronden is een zeer gewenscht iets.

Dat er werkelijk tusschen aanslibbing en wortelrot wel verband bestaat, zooals ik reeds anderhalf jaar geleden uit mijn waarnemingen omtrent de verbreiding van het wortelrot concludeerde, wordt van verschillende zijde bevestigd.

Aangezien er behalve de slibtoevoer nog zeer vele andere factoren zijn die er mede over beslissen of het riet op een bepaald grondstuk ontijdig zal afsterven tengevolge van wortelrot of niet, zoo is het natuurlijk niet te verwachten dat ieder grondstuk waar geen slibtoevoer plaatsvindt, wortelrotgrond zal hebben en omgekeerd kan het ook wel voorkomen dat ondanks betrekkelijk zware slibtoevoer toch nog wortelrot optreedt.

In het antwoord van een der fabrieken in het Kendal'sche wordt er op gewezen dat „gronden die door bandjirs overstroomd werden, waarop daardoor een zware sliblaag achterbleef, geen last hebben van wortelrot en dat het wortelrot meer aan de hooge, moeilijk bewaterbare kant der tuinen, waar dus minder slibtoevoer plaats vindt en waar de rietaanplant ook moeilijker geïrrigeerd worden kan, voorkomt.

Op een andere van de fabrieken in deze wortelrotstreek is de ondervinding opgedaan dat de tuinen die boven aan liggen, tot nog toe geen last van wortelrot hebben, terwijl het vooral voorkomt in de tuinen om de Noord die geregeld blank staan in de Westmoeson en wel vooral op de hoogstgelegen gedeelten van deze tuinen. Het blank staan van de streek in kwestie is hoofdzakelijk een gevolg van de onvoldoende afwatering en niet een gevolg van buitengewone watertoevoer uit het gebergte.

De administrateur van een der Probolinggo'sche fabrieken schrijft in het antwoord op de laatste enquête het volgende: „In diepe, rationeele grondbewerking en matige watervoorziening van den aanplant als deze nog jong is, in flinke bevloeiing na den Westmoesson zie ik de beste bestrijdingsmaatregelen. Bevordering der slibtoevoer werkt uitstekend doch is niet overal voldoende mogelijk”.

Wat het werken op organische stof en de invloed door organische stof toevoer op het optreden van het wortelrot uitgeoefend

betreft, hieromtrent zijn de opvattingen der practici zeer verdeeld.

De administrateur van Kaliwoengoe (Kendal) deelde mede, dat hij van stalmest goede resultaten gehad had, dat een groot bezwaar tegen de toepassing echter daarin gelegen was dat er niet voldoende stalmest te krijgen was.

De administrateur van de fabriek Tjepiring schrijft: „Er zullen voor zooverre de voorraad dessamest en de hoeveelheid titen van de naastbij gelegen indigoonderneming betreft, geen bezwaren verbonden zijn aan de toepassing van zulk eene voorbereiding. Wanneer de proeven in deze richting voldoende effect sorteeren, zal het overweging verdienen op verschillende centrale punten goed ingerichte mestputten aan te leggen, teneinde over voldoende compost te beschikken. Het transport naar de tuinen van af deze centrale putten en het brengen in de plantgeulen zullen wellicht hoogen sommen eischen, maar in verband met de door de ziekte aangerichte schade kunnen deze uitgaven zeer belangrijk zijn en toch nog voordeel geven.”

Omtrent de mogelijkheid van het onderploegen van het padi-stroo ¹⁾ deelt mij de administrateur van de fabriek Sempalwadak het volgende mede: „dat ik sedert 5 jaren, niet alleen de stoppels, maar het geheele prodistroo onderploeg en daarmede beoog: *a* het binden van te losse gronden waardoor die meer waterhoudend worden; *b* het poreuser maken van de zware gronden. Een groot gedeelte van mijn zware kleigronden worit bewerkt met de Sackploeg (*met* waterreservoir) met vijf span goede sappies ervoor. Ik laat bij het snijden der padi niet toe dat het padistroo geogst wordt, en dus voor het meerendeel staat dit nog overeind al zijn op enkelen plaatsen halmen gelegd of vertreden. Zonder het dan verder te snijden wordt dit stroo geheel ondergeploegd. Is de ploeg goed gesteld dan keert zij den groundbalk volkomen om, zoodat het stroo geheel ondergewerkt is. Bij het aanhoogen der plantheuvels komt het dan wel weer gedeeltelijk bloot, maar verweert toch vrij spoedig, behalve misschien dat stroo dat eenigszins diep bedolven ligt.

Ik acht deze werkwijze van groote beteekenis; op zware gronden voorkomt men daarmede het z. g. dichtslibben van den grond, op lichte gronden het te spoedig draineeren, doordien het stroo eenig verband brengt tusschen de te losse gronddeeltjes.

¹⁾ Zooals gezegd zal het zeker de voorkeur verdienen het padistroo eerst te composteeren. Kan men dit echter om de een of andere reden niet doen, dan verdient onderploegen in ieder geval verre de voorkeur boven verbranden.

Ik bedoel er dus geen grondverbetering mede door voedseltoevoeging maar door structuurverbetering."

Wat nu de stalmestproeven van het proefstation Pasoeroean betreft ¹⁾ (circulaire Pasoeroean 9/6 1901) hieromtrent zij mij een enkele opmerking veroorloofd.

Er werden hierbij o. a. vergeleken 4 pikol zwavelzure ammonia + 300 pikol stalmest met 4 pikol zwavelzure ammonia.

Tot in April bleef het vak dat stalmest en zwavelzure ammonia gekregen had het beste.

In Maart bedroeg de uitstoeling op de vakken die 4 pikol zwavelzure ammonia + 300 pikol stalmest gekregen had 49268 stengels, op de vakken die 4 pikol zwavelzure ammonia gekregen had 46257 stengels per bouw.

In Mei begonnen zich enkele verschijnselen van afsterven te vertoonen, die langzamerhand toenamen en wel het sterkst op de vakken die met stalmest + zwavelzure ammonia waren bemest. Dit was zoo opvallend, dat men deze vakken bijna alleen onmiddellijk kon herkennen aan het vele afstervende riet.

Toen het afsterven ook op de andere vakken begon toe te nemen, werd het riet gesneden. Voor het snijden werd het aantal stengels geteld met geheel verdroogde topbladen. Dit bedroeg bij de vakken bemest met

4 pikol Z. A. + 300 pikol stalmest	4304 of 34,6 %
4 » Z. A.	2389 of 20,4 »

Bij den oogst werden de volgende cijfers geconstateerd:

	Pik. riet. S — 0,4 n S.	Pik. W.S. bouw.
4 pic. Z. A. + 300 pik. stalmest	1111	13,68 %
4 » Z. A.	1087	14,60 »
		129,2
		134,9

Wij zien dus dat de vakken die met 4 pikol Z. A. bemest zijn meer produceeren (bijna 6 pikol) dan de vakken die nog een extra voorbemesting met stalmest gekregen heeft.

De vakken die de extra stalmestbemesting gekregen hebben, zijn echter veel te laat gesneden en waar de ondervinding geleerd heeft dat op dergelijke gronden als waarvan hier kwestie is, het gehalte en gewicht van het riet, beide, zeer snel achteruitgaan, wanneer het riet eens begint af te sterven, is het m.i. meer dan waarschijnlijk dat het resultaat van de proef juist omgekeerd geweest zoude zijn, wanneer de vakken die zwavelzure ammonia + stalmest gekregen hebben omstreeks veertien dagen eerder gesneden geworden waren.

1) Vergelijk ook Archief 1901, blz. 769.

Mijns inziens zoude men alleen dan gerechtigd geweest zijn een definitieve conclusie uit deze proef te trekken, wanneer een van beide geschied was:

- a. de vakken met stalmest en zwavelzure ammonia door extra water geven langer in het leven gehouden waren:
- b. de vakken met stalmest en zwavelzure ammonia, evenals de andere, gesneden waren op het tijdstip dat zij vermoedelijk de hoogste productie leverden, in dit geval dus waarschijnlijk omstreeks veertien dagen voor de andere vakken.

Ik voor mij (en vermoedelijk zullen de meeste lezers die ondervinding hebben van de snelle achteruitgang in gewicht en gehalte van afstervend riet, het wel met mij eens zijn) houdt het voor meer dan waarschijnlijk dat in dit geval inplaats van een klein verschil ten nadeele van de vakken met stalmestvoorbemesting een vrij groot verschil ten voordeele van deze zelfde vakken geconstateerd zoude zijn geworden.

Dat de opbrengst van een tuin die aan het afsterven is, met 1 à 3 pikols winbare suiker per bouw en per dag achteruitgaat, is toch geen uitzondering.

Het komt mij voor dat bij een zuiver vergelijkende proef gebleken zoude zijn een hogere opbrengst van de stalmestvakken (die vermoedelijk de extra kosten van de stalmestbemesting wel ongeveer vergoed had) maar een omstreeks veertien dagen eerder intreden van het rijpheidstadium.

Dit laatste is zeer waarschijnlijk (zooals reeds gezegd) toe te schrijven aan het feit dat een weliger groeiend gewas meer verdamt dan een minder welig, dat dus de waterreserve in den grond eerder uitgeput is.

Ook bij eenige bemestingsproeven op Gending ¹⁾ werden met stalmest geen, met groene bemesting daarentegen wel gunstige resultaten verkregen.

Onder gunstige resultaten versta ik hier niet dat door een dergelijke bemesting met natuurlijke meststoffen het wortelrot plotseeling verdwenen zoude zijn, het kan m.i. slechts de vraag zijn of een dergelijke rationeele bemestingswijze, finantieel (over het jaar waarin de bemesting toegepast werd) niet in het nadeel is tegenover de irrationeele bemestingswijze met anorganische en stikstofrijke organische meststoffen.

1) SIERMONDT. Resultaten van eenige mestproeven op de suikeronderneming Gending genomen, in verband met het wortelrot. Archief 1901, blz. 779.

Dat men zich geen illusieën moest maken alsof door een stalmest-bemesting op eens het wortelrot verdwenen zoude zijn, is door mij een jaar geleden in de voordracht over het wortelrot reeds betoogd.

Na bespreking van hetgeen ons met het oog op grondverbetering te doen valt, zeide ik toen: „Al deze methoden zullen zeker niet in een jaar tot verbetering leiden; zij zullen echter een verdere achteruitgang voorkomen en waarschijnlijk zal op deze wijze ook een langzame verbetering tot stand komen.”

Wanneer de bemesting met natuurlijke meststoffen finantieel niet direct in het nadeel van de onderneming is, dan is het m.i. met het oog op de toekomst dringend geboden haar toe te passen.

Wat nu de bewuste op Gending genomen proeven betreft, hieraan zoude ik een enkele opmerking willen toevoegen:

PROEF I.

	Braak gelegen.	Voorbemesting stalmest.	Nabemesting.	Mestwaarde p. b.	Pik. riet p. b.	Sap-samenstelling.			Winbare S. p. b bij 80% persing.
						Br.	S.	S 0.5 n.S.	
A ₁	niet	—	21 pik. djarak-boengkilen 1 pik. zw. amm.	f 55,—	892	16,46	13,79	12,72	90,71
A	wel	3000 blikken onder de goeloe-tans.	id.	» 85,—	926	15,87	12,61	11,31	83,80
A ₃	wel	3000 blikken in de plantrijen.	id	» 85 —	896	15,41	12,33	11,10	79,56

„De stukken A₂ en A₃ werden op hetzelfde tijdstip en in dezelfde maten door wortelrot aangetast als het stuk A₁. Verder viel duidelijk op te merken, dat de stukken A₂ en A₃ door het braakliggen veel meer last van onkruid hadden dan het stuk A₁.

Uit deze proef blijkt, dat door het braakliggen der gronden met een flinke voorbemesting van stalmest het wortelrot niet bestreden kon worden.

Het stuk A₁, dat in het geheel niet voorbemest is geworden, gaf zelfs betere resultaten.”

Het is opmerkelijk dat de mindere suikerproductie uitsluitend toegeschreven moet worden aan het mindere gehalte van het sap, dat op de stalmestvakken $1\frac{1}{2}\%$ winbare suiker minder bevatte (bij ongeveer dezelfde rietproductie) dan op het contròlevak.

Zouden wij bij stalmestbemesting altijd een dergelijke noodlottige invloed op het sappehalte waarnemen, dan zou stalmestbemesting werkelijk een bedenkelijk iets worden.

Deze invloed vertoont zich echter lang niet altijd en wanneer zij zich vertoont dan is het toch gewoonlijk niet in een dergelijke mate.

Zoo zullen wij straks zien hoe in proef III het sappehalte van het stalmestvak mooier is dan van de andere vakken en in de hier boven besproken stalmestproeven van het proefstation Pasoeroean was het geringere sappehalte van de vakken met zwavelzure ammonia + stalmest voor een zeer aanzienlijk deel toe te schrijven aan het te laat snijden van het riet op deze vakken. ¹⁾

Het buitengewoon slechte sappehalte van de stalmestvakken zal dan ook vermoedelijk wel toegeschreven moeten worden aan de abnormaal zware stikstofbemesting.

Vermoedelijk zouden het rationeeler geweest zijn op de stalmestvakken als nabemesting niet 20 pikol djawah boengkil + 1 pikol zwavelzure ammonia maar uitsluitend 2 of 3 pikol zwavelzure ammonia te geven.

1) Dit blijkt onmiddellijk wanneer men voor de afzonderlijke vakken (Archief 1901, blz. 772 en 773) tesamenstelt het percentage afgestorven stengels met gehalte van het sap en de rietproductie per bouw.

Men vindt dan:

STALMEST + Z. A.

ZWAVELZURE AMMONIA.

	Pik. riet per bouw.	% Verdroogde stengels.	S=0,4 n. S.
b_c	1113	7,3	15,6
a_{11}	927	52,1	12,9
a_{12}	1098	17,8	14,1
b_c	1204	37,1	14,1
b_{10}	1149	39,5	14,1
b_{10}	1183	26,7	12,7
c_2	1208	36,0	13,6
c_9	1122	38,1	13,5
c_{14}	992	56,7	12,3

	Pik. riet per bouw.	% Verdroogde stengels.	S=0,4 n. S.
a_1	1111	10,5	16,3
a_1	956	17,9	15,6
a_{13}	1006	40,9	13,7
b_c	1118	12,4	15,3
b_8	1158	19,8	14,2
b_{18}	1059	20,8	13,2
c_4	1258	30,4	15,2
c_7	1094	16,1	14,8
c_{10}	1021	15,5	12,9

Vergelijkt men hiervan van weerszijden de vakken met minder dan 20% stengels met verdroogde topbladeren dan vindt men:

De mestwaarde per bouw zou dan ook de f 55,— die er op het contrôlevak voor besteed werd niet zoo ver te boven zijn gegaan.

PROEF II.

	Braak gele- gen.	Groene voor be- mesting.	Nabe- mesting.	Pik. riet p. b.	Sapsamenstelling.			Pik. winb. suiker p. b. bij 80 % persing.
					Brix	S.	S-0,4 n.S.	
B ₁	wel	niet	7 pik. djarak- boengkil en 3 pik. zw. amm	984	17,59	15,05	14,03	110,44
B ₂	wel	wel	id.	963	18,61	16,35	15,45	118,95
B ₃	wel	wel	id.	1030	17,34	14,88	13,90	114,53
B ₄	wel	niet	id.	990	16,94	14,43	13,43	106,34

Hierbij blijkt dus een meerproductie van gemiddeld acht pikol suiker per bouw voor de vakken met groene bemesting.

Een dergelijken meerproductie is natuurlijk meer dan voldoende om de extra kosten van de groene bemesting te dekken.

De kosten van iedere bemesting bedroegen in proef III omstreeks f 40,— per bouw, de stalmest werd gegeven als nabemesting in drie keer, den eerst keer 2000 blikken, daarna nog twee keer 1000 blikken.

In de maand April trad het wortelrot op, het met stalmest

	Pik. riet per bouw.	% Verdroogde stengels.	S-0,4 n S
a ₆	1113	7,3	15,6
a ₁₀	1098	17,8	14,1
Gemid- deld.	1105	12,5	14,85

	Pik. riet per bouw.	% Verdroogde stengels.	S-0,4 n. S.
a ₁	1111	10,5	16,3
a ₁₀	933	17,9	15,6
b ₆	1118	12,4	15,3
b ₈	1158	19,8	14,2
c ₇	1094	16,1	14,8
c ₁₆	1021	15,5	12,9
Gemid- deld.	1076	15,4	14,85

Dus voor de vakken met stalmest plus zwavelzure ammonia 29 pikol riet meer bij een zelfde sapsgehalte.

PROEF III.

	Bemesting.	Pik. riet p. bouw.	Sapsamenstelling.			Pik. winbare suiker p.b. bij 80% persing.
			Brix	S.	S-0,4n S.	
C ₁	4 pik. Z. A.	1187	15,90	13,48	12,512	118,82
C ₂	20 » djarakboengkil	1300	15,19	12,25	11,074	115,18
C ₃	1000 bl. stalmest	1096	16,95	13,94	12,736	111,67
C ₄	10 pik. katjangboengkil	1218	15,85	12,95	11,79	114,86

bemeste vak had hiervan het meest te lijden. Geplant was 19—21 Augustus. Door onder water zetten werd het afsterven van het riet zooveel mogelijk tegengegaan, totdat begin Juni gesneden werd.

Ook hier zoude het vermoedelijk rationeel geweest zijn om in plaats van de laatste twee nabemestingen van 1000 blikken stalmest, 2×1 pikol zwavelzure ammonia te geven.

Dat voor in October, November en December te geven bemestingen de gemakkelijk oplosbare zwavelzure ammonia de voorkeur verdienen zal boven de moeilijk oplosbare stalmeststikstof, is vrijwel à priori aan te nemen.

Deze zelfde opmerking is ook toepasselijk op proef IV.

PROEF IV.

	Voorbe- mesting.	Nabemes- ting.	Mest- waar- de.	Pik. riet p. b.	Sapsamenstelling.			Pik. winbare S. p.b. bij 80% persing.
					Brix	S—0,4 n.S.	Sui- ker.	
D ¹	—	6 × 1 pik. zw. amm.	61,50	1062,2	16,94	14,13	13,206	112,20
D ²	3000 bl. stalmest.	2 × 1200 bl. stalmest.	55 —	965	16,76	13,55	12,266	94,69
D ³	3000 bl.	2 × 5 pik. dj. boengkil en 1 pik. Z. A.	58,35	903	16,78	14,03	12,930	93,41
D ⁴	—	12 pik. dj. boengkil en 3 × 1 pik. Z. A.	55,95	939,5	17,08	14,70	13,748	103,33

Wat de stikstofbehoefte van de rietplant betreft, zoo is het toch aan geen twijfel onderhevig dat bij de zeer welige groei in de loop van de Westmoesson het riet behoefte heeft aan groote hoeveelheden gemakkelijk opneembare stikstof en deze worden door nabemestingen met stalmest of boengkil niet voldoende verstrekt.

Bij rationeel ingerichte stalmest- en groene bemestingsproeven zal men hiermede steeds rekening moeten houden en zal daarom altijd voor de nabemestingen met zwavelzure ammonia gesuppleerd dienen te worden.

M. i. berechtigen de bemestingsproeven op Gending dan ook niet tot het uitspreken van een afkeurend oordeel over het gebruik van stalmest.

Dat er ook geen rekening is gehouden met een eventueele nawerking van de stalmest is een reden te meer om niet op grond van deze proeven een definitief oordeel uit te spreken.

Het zoude zeker zeer wenschelijk zijn om dezelfde grondstukken in 1903 weder opnieuw voor bemestingsproeven te gebruiken, ten einde zoo over deze *nawerking* een oordeel te verkrijgen.

Het streven zal dus moeten zijn om door een rationeele aanwending van compost (bestaande uit een mengsel van stalmest, droog rietblad, dessavuul, filterpersvuil, asch, padistoppels, etc. etc.) en groene bemesting, gesuppleerd met zwavelzure ammonia, resultaten te verkrijgen die finantieel niet onderdoen voor de resultaten die tegenwoordig met zwavelzure ammonia en boengkil, zonder stalmest, compost of groene bemesting bereikt worden.

In aanmerking genomen dat wij hier nog over zeer weinig ondervinding omtrent het gebruik van stalmest, compost etc. beschikken, is het voor mij niet twijfelachtig of op den duur zullen wij met een dergelijke rationeelere bemestingswijze voor ieder jaar afzonderlijk finantieel overeenkomstige resultaten kunnen bereiken als met de tegenwoordige irrationeele methoden van bemesting.

Wanneer dit eens het geval is, dan zal met het oog op de grondstructuur de rationeelere bemestingswijze op den duur verreweg de voordeeligste zijn.

Dat ook in zeer vele gevallen door veranderingen in de irrigatietoestanden een langzame grondverbetering bereikt zal kunnen worden is m. i. wel aan te nemen.

In het algemeen is natuurlijk het eenjarig huurverband dat hier nu eenmaal voor de meeste voor de rietcultuur gebruikte gronden bestaat, een groot bezwaar tegen de toepassing van dergelijke grond-

verbeteringen als door mij bedoeld, onoverkomelijk komt mij echter dit bezwaar niet voor.

Het wortelrot is op het oogenblik reeds verreweg de ergste vijand waarmee de suikerindustrie op Java te kampen heeft en ik geloof niet pessimistisch te zijn wanneer ik aanneem dat de toestand van de Java-suikerindustrie over twintig jaar in hoofdzaak ervan af zal hangen of het gelukt een verdere uitbreiding van het wortelrot te voorkomen of niet.

Dat ingrijpende veranderingen in de tegenwoordig heerschende verhouding tusschen den rietplanter en de door hem gebruikte grond met het oog op een afdoende bestrijding van het wortelrot zeer wenschelijk zonden zijn 1) is m. i. aan geen twijfel onderhevig, maar aan beschouwingen hieromtrent zoude met recht verweten kunnen worden dat zij de perken van een phytopathologische studie te buiten gingen.

1) Het komt mij voor dat, evengoed als het indertijd mogelijk bleek te zijn om de Gouvernementsrietcultuur door particuliere cultuur op gehuurde gronden te vervangen, het nu doorvoerbaar zoude moeten zijn om de cultuur op gehuurde gronden te veranderen in een cultuur op eigen grond.

New York Botanical Garden Library
QL 34 .S2n K3
Kamerling, Z./Verslag van het wortelrot
3 5185 00068 4058