

OVERDRUK

UIT HET LANDBOUWKUNDIG TIJDSCHRIFT, MAANDBLAD VAN HET
NED. GENOOTSCHAP VOOR LANDBOUWWETENSCHAP.

51ste JAARGANG No. 625

(EXTRA NUMMER)

BIBLIOTHEEK

Landbouwproefstation
Bakering Instituut T. N. O.

Klinisch Grondonderzoek in de tropen.

door

Prof. Ir. J. HUDIG.

SEPARAAT

No. 6292

6349/2
5811/49.2
581.43
6311/48

In 1934 mocht ik voor de „Indische Week” spreken over modern grondonderzoek en er op wijzen, dat allerhande begrippen, die jarenlang het landbouwscheikundig onderzoek hadden geleid, niet meer worden gehuldigd en plaats hebben gemaakt voor inzichten, die de moderne wetenschap aan den dag heeft gebracht. Zoo werd de nadruk gelegd op het feit, dat men een grond niet meer als een statisch vruchtbaarheidsmagazijn opvat, doch als een dynamisch systeem, waarin nooit rust heerscht en waarin evenwichtsreacties de vruchtbaarheid bepalen. In 1936 mocht ik voor dezelfde samenkomst over tropisch grondonderzoek spreken. Toen wees ik er op, dat men met behulp van de nieuwere inzichten vooral bij tropische gronden beter georiënteerd raakt in deze materie en tot het besef komt, dat er tusschen tropische gronden en die, welke in de gematigde humide luchtstreken zijn gevormd bij lange niet zoo groot verschil aanwezig is, als wel eens gemeend werd. In wezen bestaat er geen tropische bodemkunde naast die van onze gematigde luchtstreken. De processen, die de verweering uitmaken, zijn overal op de aarde van denzelfden aard, maar de intensiteit van het verloop is anders en het is dus noodzakelijk bij de beoordeeling van den grond, in de eerste plaats het wezen dier processen te leeren kennen, om daarna de intensiteitsverschijnselen te bestudeeren.

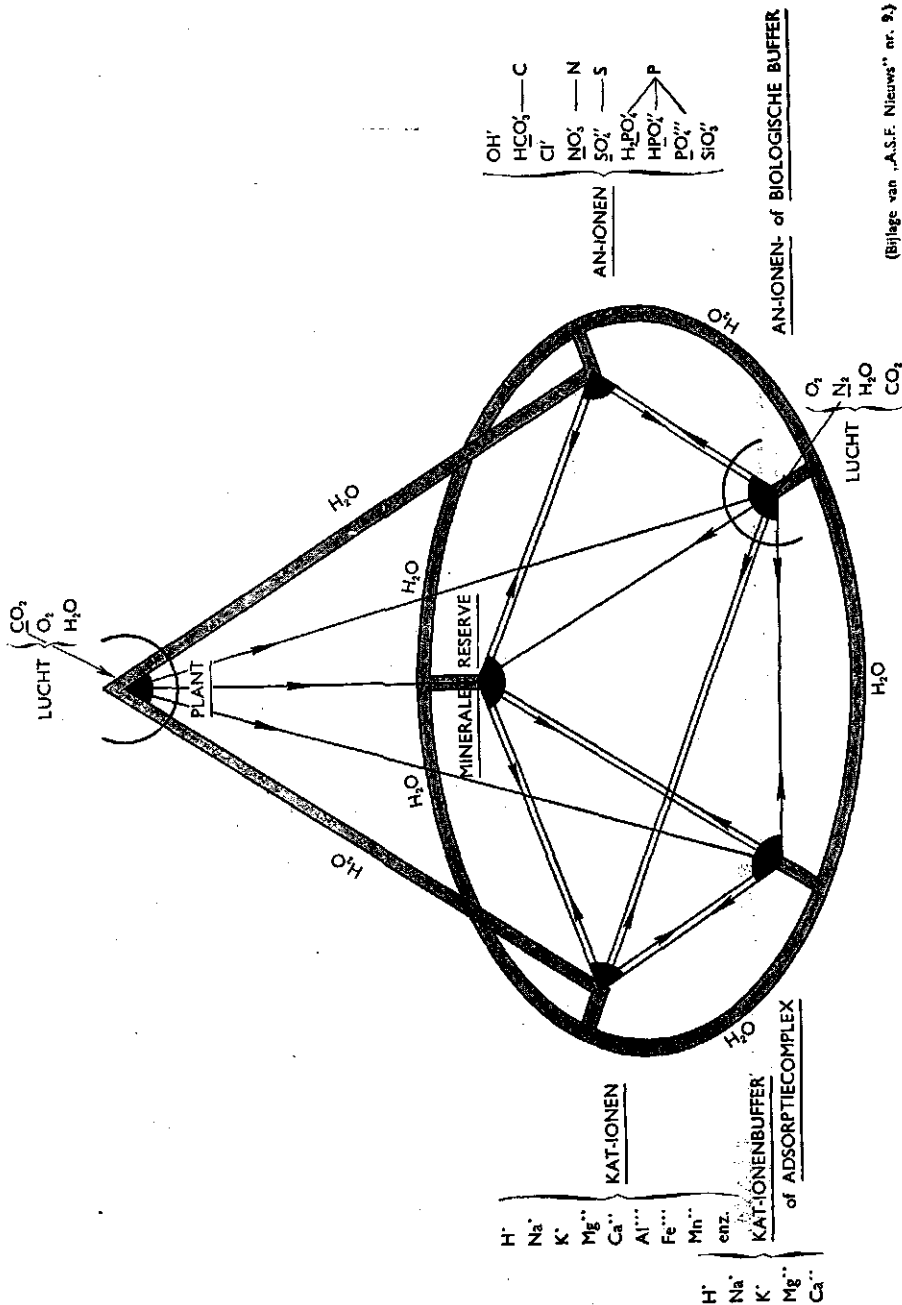
De samenhang, die er bestaat tusschen den plantengroei en den gewenschten bodemtoestand, demonstreerde ik in een figuur, die het systeem grond: plant voorstelt. Deze wil ik hier ter verduidelijking nogmaals en nu in verbeterden vorm weergeven, omdat de figuur ook uitgangspunt is van het nu te behandelen onderwerp. (Fig. 1). Daarbij hebben wij steeds voor oogen te houden, dat wij den grond in zijne actieve en in-actieve deelen hebben te splitsen en dat wij de actieve elkaar doorlopend zien beïnvloeden. Ruimtelijk doordringen de actieve fasen elkaar geheel, zoodat de inwerkingen intensief kunnen verlopen, indien de omstandigheden dit mogelijk maken, wat in de tropen het geval is.

Dit overzicht was noodig om het geheele verweeringsproces duidelijk te maken in een overzicht, dat min of meer een genetische klassificatie der grondsoorten weergeeft. Die klassificatie is voor de tropische gronden m.i. gewichtig, wat o.a. bij het klinische onderzoek is gebleken. Daarom wil ik ook deze klassificatie hier in aanmerking brengen.

Wij onderscheiden:

1e. de embryonale gronden, die nog in ontwikkeling zijn en feitelijk slechts gedesintegreerde gesteenten bevatten met nog weinig gehydrolyseerd materiaal. Zij zijn steeds grof. De aschgronden zijn een vertegenwoordiger.

2e. De ontwikkelde en geconserveerde gronden, die een goed werkend adsorptie-complex hebben, dat dus de bekende uitwisselings-verschijnselen vertoont, dus die een goed functioneerende kationenbuffer bezitten.



Ruimtelijk voor te stellen. In den top de plant, die ingang verleent aan het element C in het systeem. Deze is door breede waterbanen verbonden met de kationen- en anionenhoekpunten der bas'vrijhoek, aangevende, dat de plantenstof zich met behulp der voedseloplossing vormt en daardoor vermeerderd. Water is het transportmedium. De plant werkt door de CO₂-ontwikkeling (H.HCO₂) in op het hoekpunt der minerale reserve, waardoor kationen en anionen uit het gesteente zullen ontstaan. De verweering geeft verder de kationenbuffer of adsorptiecomplex en laat weer terugwaarts hermineralisaties toe (kleimineralen, sesquioxiden, enz.). De hoekpunten zijn door heen en weer gaande pijlbewegingslijnen verbonden.

De anionen-elementen C, N, S en P worden door de biologische of anionenbuffer gebufferd. Hier zijn zij opgeslagen in den afval, die de plant levert en in de organismen (micro- en macro- l), die van den afval-leven. Hier rouleeren zij, hier worden ze gemineraliseerd en zenden de kationen van de doode en levende stof dan naar de oplossing of naar de kationenbuffer, de anionen gaan naar de oplossing en worden plantsenvoedsel of zij worden weder door micro-organismen vastgelegd. Hier treedt de stikstof, die niet in de mineralen verantwoord wordt, in het systeem in. Verbindingslijnen geven de betrekkingen weer tusschen alle werksame punten. Dat er slechts één lijn is getrokken tusschen den anionenbuffer en den kationenbuffer vindt zijn oorzaak in het feit, dat plantenstof kan humificeeren en adsorptieve eigenschappen verwerven, maar ook, omdat dit materiaal weer biologisch afgebroken kan worden. Het systeem is gesloten, doch heeft 2 biologische openingen, die het element C en het element N binnenvoeren.

Deze klasse is te verdeelen in:

- a) met basenrijke complexen.
- b) met basenarme of H-rijke complexen.

3e. Van 2b naar deze groep bestaat een overgangsgebied, dat nu tot ontwikkeling komt en waarbij blijkt, dat het hydrolyse-materiaal ontleed is, zoodat kiezelzuur of in sol-vorm is verdwenen, of als verkittend materiaal behouden, terwijl ijzer en aluminium in beweging zijn geraakt en weer uitgescheiden zijn als hydraten.

De gronden uit deze groep bevatten *alle* nog een sterk in- en uitwisselend deel, dat blijkt stabiel te zijn, zoolang men het basenrijk houdt. Het behoud van de gronden op dit peil is dus een strijd tegen de H-ionen.

4e. Wanneer die strijd niet gestreden wordt, gaan de gronden van groep 3 over in gronden, die totaal verarmen aan basen, en uiteindelijk naar het lateritische type afzakken. Zij zijn dus gekenmerkt door een toenemend gebrek aan de kationenbuffer. Zij eindigen in het *zuivere* lateriet-type, dat geen cultuur meer kan dragen.

5e. *Restgronden* bevatten niets meer dat de plantengroei kan onderhouden. Het zijn of allochtoon geschifte gronden, zooals de zuivere zanden, of de totaal afgebroken gronden, die slechts mineraalresten achterlieten met de afbraakproducten, zooals de hydraten van ijzer of aluminium of van beide.

6e. *De geregenereerde gronden* zijn ontstaan langs natuurlijke weg, door afdekking van de slechte gronden der klasse 4 en 5, door versch materiaal, dat een adsorptie-complex bevat en basenrijk is. Dit kan zowel anorganisch als organisch zijn (humus uit oerbosch). En langs kunstmatigen weg, door ontginning door den mensch, die er actief-adsorptief materiaal inbrengt.

Dit overzicht, waarbij ik in 1936 eenige beschouwingen over de vruchtbaarheid gaf, en dus over de mogelijkheid en moeilijkheid der bemesting, liet ik volgen door een tirade over de bemonstering. onder klinisch vooronderzoek, aldus werd betoogd, kan de analyse tot onjuiste conclusie voeren, ook al zijn de gevolgde methoden van chemisch onderzoek op zichzelf betrouwbaar. Het is over dit klinisch vooronderzoek, dat ik nu wensch te spreken.

Stellen wij ons nog even de vroeger algemeen gebruikte wijze van bemonstering voor oogen. Men graaft op diverse plaatsen in het perceel zoogenaamde profielkuilen en bemonstert laag voor laag, al naar eigen inzicht, b.v. van 0—20 cm, 20—40 cm, 40—60 cm, enz., in elk geval in afstanden, die vooraf zijn vastgesteld. Alle monsters van de eerste, alle van de tweede en alle van de derde laag worden bijéengevoegd en naar het laboratorium opgezonden. Daar ondergaan ze diverse bewerkingen om de gevraagde gegevens omtrent K, Ca of N en P-gehalte vast te stellen. Die bewerkingen zijn altijd een chemische behandeling, waaraan *alle* bodemdeelen deelnemen. De vraag of in de natuurlijke ligging van den grond slechts enkele deelen functioneeren en dan op bepaalde wijze, die moeilijk na te bootsen is, wordt niet overwogen. En toch is het noodig die vraag te overwegen. Een voorbeeld moge dit toelichten.

De werking van den grond wordt tot stand gebracht in het aanrakingsvlak van plant en wortel, dus in den rhizosfeer. Wanneer daarbij reacties optreden met belangrijke stofverschuivingen nemen daaraan die gronddeelen deel, die in die sfeer gelegen zijn. Deelen daarbuiten kunnen slechts door de langzaam verloopende diffusie-

reacties er aan deelnemen. Het is de vraag hoever die reacties doordringen en zoo komt het voor, dat duidelijk waarneembare veranderingen van de pH in de rhizosfeer, daarbuiten *niet* of nauwelijks worden waargenomen.

De pH wordt in den geheelen grond gemeten; het monster toch is gestoken door alle bodemdeelen heen, dus ook door die, welke niet veranderd zijn. Wordt nu van den geheelen grond een suspensie gemaakt, dan dwingt men dezen tot nivelleerende *reacties*, die juist datgene onzichtbaar maken, wat men meten wil. De intensiteit van die nivelleerende reacties hangt af van:

a) de verhouding van de werkzame en onwerkzame bodemvolumina.

b) den aard van het bufferend materiaal.

Zoo maten wij bij een proef in den geheelen grond tijdens den groeiduur van een bepaalde plantensoort waarden, die in zeer geringe mate om 6 schommelden. Prepareerden wij voorzichtig de wortels uit den grond en onderzochten wij de pH in de massa bodemdeeltjes, die om de haarwortels bleven hangen, dan vonden wij zeer groote afwijkingen van die waarde. In tabel 1 is dat aangegeven.

	bij Na-nitraat-gift	bij Amm.nitraat-gift
vóór de aanwending	.... 5.95	6.—
4 u. na	.... 7.2	5.85
6 „ „	.... 8.8	5.6
8 „ „	.... 10.2	5.2
10 „ „	.... 11.—	4.95
24 „ „	.... 8.3	5.4
48 „ „	.... 7.—	5.6
72 „ „	.... 6.8	5.6

Wij meten dus hier de diffusie-schommelingen en krijgen een juist indruk daarvan.

De pH-meting in den geheelen grond leert ons niets, want mengen wij de tusschen de wortels gehechte aarde door uitwassching in een 3-voudige hoeveelheid grond, waar geen wortels groeiden, dan bleef de pH-waarde 6. De grond, waarmede geëxperimenteerd werd, was een zavelgrond van het type 2a, overgaande naar 2b, dus zonder aanwezigheid van CaCO_3 .

Zoo is het zeer bezwaarlijk af te gaan op de pH-metingen in de gronden, die b.v. pas bekalkt zijn of met andere onoplosbare stoffen behandeld zijn, welke slechts langzaam reacties met de bodembestanddeelen aangaan. Immers bij het maken van suspensies dwingt men het stelsel grond/bijmengsel tot een reactie, die in werkelijkheid niet heeft plaats gehad. Bij dishomogene gronden, die in de tropen in klasse 3 juist zoo frequent aangetroffen worden, leidt een bepaling, zonder met de concreties rekening te houden, vaak tot zeer verkeerde conclusies.

Wanneer men dit voorbeeld in zijn consequenties doorvoert, zal men begrijpen, dat de chemische analyse, die op behandeling met zuren of sterk ingrijpende reagentiën berust, in zeer vele gevallen cijfers zal opleveren, waaraan men niet de waarde hechten mag, die men zoo gaarne wenscht te verkrijgen.

Het is het klinisch grondonderzoek, dat deze bezwaren sterk naar voren brengt en tevens — gelukkig — ook de oplossing geeft.

Den grond heeft men in vroeger jaren te weinig beschouwd als een object van waarneming, wanneer hij nog in de natuurlijke ligging verkeert. Er zijn in den loop der jaren profielen genoeg gegraven; maar ze zijn onvoldoende nauwkeurig bekeken. Daarin is de Russische school voorgegaan, welke in West-Europa door *Stremme* bekend is geworden en aangevuld. In de latere jaren heeft ten onzent *Oosting* het veldonderzoek verrijkt, terwijl in Duitschland *Görbing* en in ons land later *Cleveringa* doelbewust het veldonderzoek ten behoeve van de praktijk hebben toegepast en met succes.

Wanneer men een profielwand loodrecht afgraaft, en voorzichtig uit dezen de wortels uitprepareert en daardoor vaststelt, welke volumina van den grond aan de productie direct deelnemen, ontdekt men allerhande uiterst belangrijke feiten, die vroeger geheel aan de waarneming zijn ontsnapt.

Als eerste belangrijke punt komt het feit naar voren, dat een wortel zich nooit ontwikkelt in die deelen van het bodemvolume, waar de verhouding van vocht tot lucht te ruim is geworden. Dat gebeurt dus in alle deelen, waar de vaste deelen te sterk zijn ineengedrukt en te nauwe capillairen zijn ontstaan, waarin wel eens waar nog water kan bewegen, doch de lucht buitengesloten blijft.

Dit criterium is niet gemakkelijk in het totaal poriënvolume uit te drukken, maar wel in de capillairen-doorsnede weer te geven, waardoor men de zuigspanning meet, bijv. door het vochtverlies van uitgeprepareerde kluiten bij bepaalde zuigspanningen (methodes van *Fischer* en *Donath* en van *Sekara*).

Alle overgangen zijn er en die vindt men ook in de beworteling weer. Ruige systemen van wortels en *haarwortels*, dus systemen met groot actief oppervlak vindt men steeds daar, waar het poriënvolume 60 % bedraagt of er weinig beneden. Bij ongunstiger verhouding vindt men dikkere, minder vertakte haarwortels. Het wortelsysteem krijgt een geheel ander karakter en heeft „zoekers”, die hier en daar bij ontmoeting met gunstige omstandigheden incidenteele vertakkingen en haarwortelvorming vertoonen. Waar de macro-structuur met de systemen van ruimere cellen overgaat in een geheel van aaneengesloten kluiten, en poriën van micro-structuur, komt geen wortel meer voor.

Deze volumina zullen dus niet of zeer ten deele aan de productie medewerken. Nu kan men aan die deelen geheel andere verschijnselen waarnemen, dan daar, waar de grond ruime cellen bevat en opgebouwd is door kleinere elementen met een gunstige micro-structuur, waarbij de diffusie over zeer kleine afstanden verloopt. Behoeft het betoog, dat dáár de biologische of anionenbuffer geheel anders functioneert dan in de slechter geaggregeerde deelen? Allerhande waarnemingen wijzen erop en tenslotte nauwkeurig onderzoek leert dat onomstootelijk.

Men vindt ten eerste in de lossere deelen meer wortels, meer insecten, meer wormen, dus meer „leven”. Chemisch toont men een ruimeren omloop aan van NO_3 -ionen en PO_4 -ionen. Het organisch gebonden PO_4 overweegt sterk in de losse deelen. Reductieverschijnselen zijn nooit aanwezig.

Uit de talrijke onderzoekingen van een bepaald gebied, die wij verrichtten, neem ik onderstaande gemiddelden:

	deelen met korrel- structuur en nauwe poriën	deelen met kruimel- structuur met wijde poriën
N. Kjelhdahl	0.078 % (101 monsters)	0.172 % (67 monsters)
PO ₄ organisch	0.021 % („ „)	0.067 % („ „)
Fe	aanwezig bij 58 monsters	steeds afwezig

Zonder nog op de methodiek van onderzoek enz. vooruit te loopen, kan reeds nu uitdrukkelijk vastgesteld worden, dat het klinisch bodemonderzoek duidelijk heeft geleerd, dat het begrip dishomogeniteit niet mag beperkt blijven tot de laag- of concretiëvorming, maar uitgebreid moet worden tot bijna *alle* gevallen, waar de mensch eenzijdige culturen heeft gebracht en den grond kunstmatig bewerkt of behandelt.

Dit nu is een resultaat van vergaande strekking, want het veroordeelt in wezen de grondmonsternamen, die *geen* rekening houdt met deze verschillen. De willekeurig gestoken monsters, welke gaan over alle verschillen heen, geven bij het onderzoek een gemiddeld beeld, dat misleidend kan uitvallen. Het is daarom noodzakelijk het grondonderzoek vooraf te laten gaan, door een profielbeschouwing op het terrein, dat men het praktisch veldonderzoek kan noemen en van zuiver klinischen aard is. Degenen, die zich daarop hebben toegelegd en ervaring verkregen, achten het onmisbaar.

Zou het in de humide tropen, waar èn begroeiing èn groeiomstandigheden zoo anders zijn dan bij ons, eveneens van toepassing kunnen wezen? Aldus was mijn vraag, toen ik mijn onderzoek in de tropen begon. Het verheugt mij hier uit eigen ervaring te mogen spreken en U te laten zien, wat mijne onderzoekingen op Sumatra en Java hebben te voorschijn gebracht.

Het is mij door medewerking van tallooze belangstellende helpers gelukt om meer dan 150 profielen te onderzoeken in verband met bestaande vraagstukken op landbouwkundig gebied.

Dit onderzoek bepaalde zich niet enkel tot de veldwaarneming, maar gaf aanleiding tot belangrijk chemisch onderzoek in het laboratorium, zoodat veldwerk en laboratoriumwerk in elkaar grijpen en elkaar steunen, precies zooals dit bij klinisch werk behoort.

In de eerste plaats is men als kenner van gronden uit de gematigde luchtstreken sterk geïnteresseerd in de vraag, of men ook werkelijk de gronden kan onderscheiden en herkennen, zooals de bovengenoemde klassificatie, welke op het scheikundig laboratoriumonderzoek berust, aangeeft. Ik kan volmondig erkennen, dat er door mij geen enkel geval is waargenomen, dat niet in overeenstemming is met die indeeling. Men vindt in de alluviale gronden wel degelijk de gronden uit de klasse 2, zoowel het a-(basenrijke) als het b-(basenarme) en H-rijke type. Dat zijn dus de geconserveerde gronden, waarin nog weinig ijzer en aluminium in beweging zijn. In deze vindt men voor de kationenwaarde per eenheid fijn materiaal (< mikron) het getal van 0.52 m.aeq., dus het *Way*-getal, zooals dit voor de Nederlandsche gronden ook is aangetoond.

De gronden uit klasse 3, dus diegene, welke in afbraak zijn en reeds veel ijzer- en aluminiumhydroxyde geven, zijn sterk vertegenwoordigd. Zij geven groote moeilijkheid bij het slibben, dus bij de dispersie en vertoonen het verschijnsel van de alcalische adsorptie, zooals *v. d. Marel* dit heeft aangetoond, ook leggen zij uit een op-

lossing van Ca-monofosfaat de fosfaationen vast ¹⁾). Gronden, die rijk zijn aan de hydroxyden van Fe en Al, hetzij gemengd of één van beide overwegend, zijn eveneens in groote uitgestrektheden aanwezig en het zijn deze gronden, die bij de zoogenaamde afspoelingen (erosie) een heel eigenaardige rol spelen. Zij „glijden” n.l. zelfs op zwakke hellingen — niet *alle*, maar sommigen. De gegeven indeeling bestrijdt allerminst de bestaande opvattingen, die door het Bodemkundig Instituut te Buitenzorg zijn ontwikkeld. Integendeel, *alle grondsoorten* van de witte, de grijze en grauwe gronden, via de bruine en roode, tot het lateriettype, vinden hierin hun plaats. Misschien, dat de typische mergelgronden moeilijkheden bieden om elkaar te begrijpen, doch ik geloof, dat dit slechts schijn is. Daarom kunnen wij gerust zijn door de typen van Buitenzorg te aanvaarden, maar de klassificatie, zooals ik die genetisch meen te mogen onderscheiden, geeft landbouwkundige voordeelen en onderstreept wat *Hardon* in een voordracht ²⁾ te berde bracht, dat er geen tropische bodemkunde apart staat *naast* die der gematigde luchtstreken. Er is slechts één bodemkunde. Alleen verloopende processen, die de gesteenten noodzaken tot grondvorming, in de tropen sneller en intensiever.

Bovenstaande overwegingen waren noodig om het profielonderzoek te verstaan. De methodiek heeft zich langzaam ontwikkeld en steunt op de onderzoekingen voornamelijk van *Oosting*, *Görbing* en *Clevringa* en zijn aangevuld door den spreker in den loop der jaren.

De profielen worden daar gestoken, waar de practicus klachten heeft over den groei, bemestingsrendementen, bewerkingsbezwaren, optreden van ziekten, enz.. Uitgangspunt is dus de klacht van den patiënt. Practisch is het den kuil zoo groot te nemen, dat men er zich in bewegen kan en op een veldstoeltje er plaatselijk bepaalde deelen aan nauwkeurige observatie en praeparatie kan onderwerpen. De diepte hangt af van plaatselijke omstandigheden als grondwaterstand, gewasopstand. Zelden komt men dieper dan 80 cm, menigmaal slechts tot 50 cm. De lengte van den kuil hangt af van het gewas, bij hooge overjarige opstanden is de lengte groot, tot vele meters (Fig. 2). De breedte is 70 à 80 cm. De toegang van de kuilen wordt gemaakt door uitgegraven trappen, zoodat men bij het in- en uitgaan de wanden niet beschadigt. De wanden worden met steil talud afgestoken en tenslotte met een rechte, platte schop dusdanig bewerkt, dat de wand loodrecht is. De afvallende aarde laat men vallen en draagt zorg er niet op te trappen, omdat de wijze van afvallen menigmaal zeer belangrijke aanwijzingen geeft. Goed geaggregeerde grond valt kruimelig, slecht geaggregeerde grond brokkelig kluitig en vertoont breukvlakken van bepaalde structuur. Soms bemonstert men juist den afgevallen grond, naar de wijze, waarop ze afgebrokkeld is.

Het is nu noodig om den vlakken wand te onderzoeken, waaraan niet zelden niet veel te zien is, maar des te meer waargenomen wordt door betasting of meting van weerstanden. Dit laatste met behulp van een druk-spiraalveermeter eischt tijd en geoefendheid. Daarom is het beter om den wand met behulp van een instrument te betasten

¹⁾ Zie voor beide phenomena *v. d. Marel*, Kationen- en anionen-adsorptie van tropische en Nederlandsche gronden. Dissertatie Wageningen 1935.

²⁾ Voordracht voor een klein gezelschap bodemkundigen aan het Laboratorium voor Bodemkunde en Bemestingsleer der Landbouwhoogeschool te Wageningen (niet gepubliceerd).

en te bekioppen, te ausculteeren als het ware. Na alle mogelijke instrumenten als hamers, puntige houten messen, enz. geprobeerd te hebben, is de gewone tuinkrabber, zooals *Görbing* aangegeven heeft, het handigste instrument gebleken. Het stelt n.l. in staat om tegelijk de losse kruimelige plekken, waarin zich de meeste wortels bevinden, uit te praepareeren en het aangetroffen wortelsysteem bloot te leggen en den wand te profileeren en relief te geven, waardoor men het geheel gemakkelijker leest.



Fig. 2.

Vorm van een profielkuil voor de bestudeering der weerstandsverschillen en voor het uitprepareeren der aizeronderlijke deelen.

Door de bewerkingen van betasting en uitpraepareeren heeft men reeds veel ervaren, wat voor de keuze der monsters van groote beteekenis is. Zooals reeds gezegd is, vindt men er de dishomogeniteit en ziet men voor oogen, hoe bepaalde bodemvolumina voor de productie uitgeschakeld zijn. Is het noodig er den nadruk op te leggen, dat men daardoor in staat is te berekenen, welk deel produceert en welk niet? Men heeft slechts op verschillende plaatsen van het profiel een kubus zuiver uit te steken en die in een daarvoor ontworpen blikken bus voorzichtig over te brengen en deze kubussen in het laboratorium uit te praepareeren in bewortelde en wortellooze deelen.

Een andere methode, die in bizondere gevallen voordeelen biedt, is die van de naaldenplank (Fig. 3). Men heeft n.l. op een plank van b.v. 25×25 cm verticaal breinaalden gestoken, zoodat ze stevig vast zitten. Deze naalden slaat men nu voorzichtig zoover in den grond tot de plank tegen den wand aanzit. Daarna wordt rechthoekig op de plank een andere verticale wand afgesloten, waarin men op dezelfde wijze een geheel eendere naaldenplank in den grond dringt en wel zoo, dat de dwarse naalden juist tusschen de eerste komen te liggen. Men kan de afstand der naalden bij zwaardere gronden grooter nemen dan bij lichtere. De aldus in den grond

ingedrongen naalden houden een kubus vast, die men lossteekt en medeneemt. Deze kubus wordt nu onder een waterstraal uitgespoeld, waardoor de wortels tusschen de naalden blijven hangen. De kubus zelf is door de naalden in een coördinatensysteem veranderd. Het beeld, dat men nu ruimtelijk voor zich ziet, staat onmiddellijke becijferingen over het productieve c.q. niet productieve bodemdeel toe.

Bij bepaalde vochtigheidsgraden is die scheiding op de eerste wijze zoo eenvoudig en snel te bewerkstelligen, dat men die bepaling evengoed in het vrije veld kan verrichten, met behulp van een veldbalans en eenvoudige vaten om den grond in te wegen. De cijfers, die ik daarbij in sommige gevallen vond, zijn ontstellend. Bij zeer slechte opstanden vonden wij bedragen van enkele procenten. Bij de goede hebben die cijfers zelden meer dan 60 % bedragen. Di-

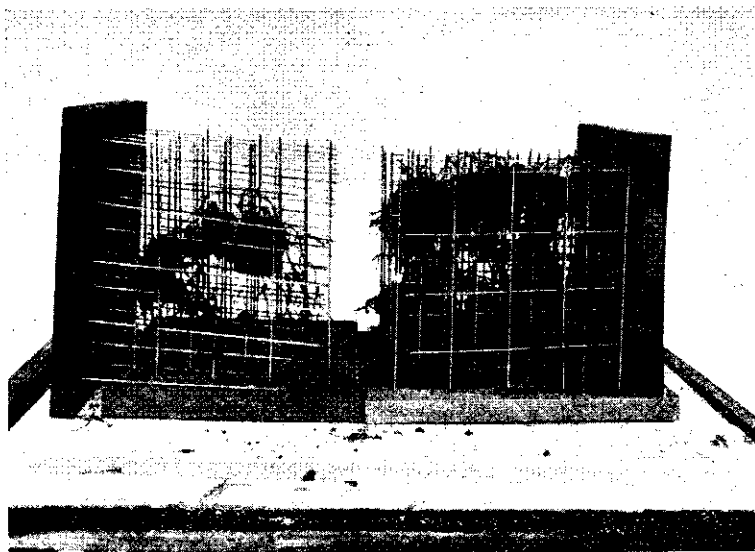


Fig. 3.

Naaldenplanken, links slecht produceerende grond, met slechts één enkel actief deel, rechts een goed produceerende grond met zeer weinig inactieve deelen.

verse foto's zullen dat aantonen. Men gevoelt direct, dat deze bevindingen een groote rol spelen bij de monsternamen, die nu gesplitst wordt in plekken van den goeden grond en den slechten niet produceerenden.

Ik zei reeds, dat men in de goed gekruimelde lagen altijd een actieven anionenbuffer vindt, waar de nitrificatie van stikstofhoudend organisch materiaal vlot verloopt, waar het fosfaation gemakkelijk in beweging komt en dat in de kluitiger dichterere grondlagen dit niet het geval is. Allerlei gegevens over de oorzaken der verschillen komen na eenige ervaring voor den dag. Meestal is de aanwezigheid van organisch materiaal voor de kruimelstructuur beslissend. Soms ziet men, hoe in gronden met een hoog gehalte aan fosfaatvastleggend ijzer- of aluminiumhydroxyde, ophooping van fosfaat plaatselijk de hydroxyden heeft verzadigd en daardoor

de plant in staat stelt een sterkere haarbeworteling te vormen. Aan die fosfaatharden, die men bovendien analytisch vaststelt, onderkent men er tevens de oorzaak van, dat op sommige gronden het tertiaire fosfaat zoo uitnemend werkt en het oplosbare monofosfaat het laat zitten. De eerste meststof geeft fosfaatharden en de tweede een gelijkmatige vastlegging. Bij de ophoeringsbemesting, die in de tropen gebruikelijk is, heeft men de waarde en in tegenstelling daarmee ook vaak de onwaarde kunnen vaststellen. Zoo worden tevens de meststofrendementen duidelijk. Wat geeft het al of men den grond bemest, wanneer niet tevens gezorgd wordt, dat de meststof op die plaatsen komt, waar beworteling mogelijk is.

Het bepalen van voorraden in den grond wordt nu gemakkelijk en de wijze om die te activeeren is een kwestie geworden, waarvan de overweging niet meer op speculaties en verwachtingen berust, maar op feiten en mogelijkheden. De bemestingsmogelijkheden worden doorzichtiger.

Sta mij toe een geval uit mijn praktijk in het kort te beschrijven.

Een overjarige opstand van productieve boomen liet het op een gegeven moment zitten, d.w.z.: de producties, die aanvankelijk behoorlijk waren geweest, gingen jaar na jaar achteruit. De tijd brak aan om aan bemesting te gaan denken en proefvakken werden aangelegd. Een fosfaatbehandeling, die elders had gewerkt en waarvan men hier dus ook verwachtingen had, gaf slechts geringe verbetering. Een daarop volgende bemesting met Z.A. gaf werkelijk weer meer product, doch het resultaat was in vergelijking met de aan te wenden kosten onbevredigend. Een verhooging der mestgiften gaf weer eenige verbetering, doch ook thans op geheel onbevredigende wijze. Inmiddels was een chemische analyse aangevraagd op basis van bemonstering op de oude wijze en deze leverde op de diverse proefvakken vrij hooge fosfaatgehalten, ook daar waar geen fosfaat was aangewend. In elk geval was het fosfaatgehalte in toto zoo hoog, dat dit op zichzelf gunstig was te noemen, maar nader onderzoek leerde, dat wat in organischen vorm in omloop was zeer gering te noemen was. Bijna alle fosfaat was in den vorm van ijzer of aluminiumfosfaat vastgelegd. Het profielonderzoek gaf de oplossing. De kuilen toonden aan, dat de beworteling zeer onvoldoende was; 90 % van den grond werd niet gebruikt. Er waren eenige plekken waar behoorlijke beworteling werd aangetroffen, n.l. daar, waar wortelresten van een vroeger bestand waren vergaan. Er werden meer van zulke plekken aangetroffen en nu gaf de analyse ten aanzien van de diverse monsters het volgende beeld. Alles uitgedrukt in de verhouding van (organisch PO_4 : totaal PO_4) $\times 100$.

gem. monster aller proefvakken	18 %
„ „ fosfaatloos vak	17 %
„ „ vak met fosfaat	21 %
„ „ „ „ „ + Z.A.	23 %
monster bij kruimeligen grond met goedvertakte wortels	65 %
„ bij matig verkruimelde gronden, matig vertakte wortels	45 %
„ van wortelloozen grond naast kruimeligen grond	16 %
„ van kluiten	18 %

De fosfaatoomloop hokte dus geheel, ondanks het feit, dat voldoende aanwezig was. De bemesting moest hier mislukken, daar er te weinig wortels zijn, die de meststof kunnen opvangen. Maar ook dat opvangen was hachelijk, zoo er wortels geweest waren, want in den bovengrond was alle bemestingsfosfaat blijven hangen en *niet* dieper dan 5 cm doorgedrongen. Geheel zooals bij ons in West-Europa.

Men ziet dus, dat de klinische waarneming vastgesteld heeft, dat wat de scheikundige in het laboratorium, noch de landbouwkundige planter hebben vermocht. De weg tot verbetering is nu aangewezen, men heeft den grond van organische stoffen te voorzien en na te gaan, hoe de anionenbuffer, waar het hier aan mankeerde, beter zal functioneeren. Zoo plotseling een geheelen opstand veranderen, door een behandeling met organisch materiaal is natuurlijk onmogelijk; dat kan slechts geleidelijk.

Beschouwden wij eerst dit geval in het licht der tentfiguur en der genetische bodemclassificatie, dan vonden wij, dat de grond behoorde in de klasse III. Er was nog adsorptief materiaal genoeg aanwezig, hoewel in geringe hoeveelheid, doch er was veel vrij aluminiumhydroxyde en wat ijzerhydroxyde en eenig kolloidaal kiezelzuur. Het is zeer moeilijk het karakter der vrije kolloïden vast te stellen. Volgens *Maisons* opvatting zou men zeggen, dat het een mengsel was van de hydraten van Al en SiO₂ met overmaat Al-hydraat, dus met lage uitwisselingsadsorptie-capaciteit en met hooge alkalische adsorptie cijfers. Welke rol dit bij de PO₄-fixatie speelt en of deze afhankelijk is van de pH van het milieu, is niet duidelijk. *Deze* aangelegenheid is er een van pro-eminent belang voor de tropen, want ik moet er den nadruk op leggen, dat al wat hierover bepaald werd op foutieve bepalingen berust. Immers de [H⁺]^{*} in deze grondsoorten kan *niet* met de chinhydron noch met de waterstofelectrode bepaald worden ¹⁾. Daartoe is alleen de glaselectrode in staat juiste cijfers te geven en die is nog te weinig voor deze gronden in toepassing geweest.

Zeker is, dat men met alcalische adsorptie, die waarschijnlijk bij een pH van 6 reeds begint, bij deze gronden rekening moet houden. Men kan, om het met een practischen term uit te drukken, een grond uit de klasse III zonder bezwaar overkalken en dan het fixatievermogen voor het fosfaat zien afnemen! Maar dit alles is nog te weinig onderzocht. Alleen heeft het veldonderzoek van bekalingsproeven mij geleerd, dat bij ophooping, indien ze niet te groot is, zeer goede wortelontwikkeling bij bepaalde gewassen mogelijk is. Het zijn dus de monsters van *deze* plaatsen, die opheldering kunnen geven over het vraagstuk.

Aan de hand van de tentfiguur kunnen wij nu direct het gebrek, dat in het gekozen voorbeeld aanwezig was, aanwijzen: in de vrije sesquioxyd-hydraten gemengd met eenig kiezelzuur en in het gebrek aan een werkzamen organischen buffer.

Bij het profielonderzoek in gevallen als het hier behandelde, kon men alleen een goede wortelgroei vinden, waar organische stoffen vermengd met aarde in vertering verkeerden.

Het zijn deze plekken, die uitsluitsel geven over wat er in den

¹⁾ Vanwege het ontstaan van reductie-reacties (reductie-potentialen). Binnenkort zullen eenige ervaringen in ons laboratorium door Drs. Blomberg behandeld worden.

grond gebeuren moet voor een goede wortelontwikkeling en de aldaar gevonden processen zijn het uitgangspunt voor de grondverbetering. Daarvan werd in één der aanplantingen een typisch voorbeeld gevonden. In een profiel met volkomen oppervlakkige beworteling werd in de diepere lagen, die vast in één zaten één dikke „zoeker” aangetroffen. Op een plek, waar deze een later gevormde spleet passeerde, had die zoeker een vertakking en wel aan de bovenzijde. Bij het nader uitprepareren van die vertakking bleek de wortel naar boven te groeien, de geo-tropische krachten waren hier overwonnen, want door de spleet werd de wortel vanwege de neerdruijpende oplossing groeiend gevoerd naar de oppervlaktelaag, die allerhand organisch materiaal bevatte en dus den gebrekkigen anionenbuffer tot nieuw leven stimuleerde; eerst in die omgeving ging de wortel tot sterke haarwortelontwikkeling over.

De waarnemingen bij vele gevallen, welke het gebrekkig functioneeren van den biologischen buffer betreffen, gaven inzicht in het „humusvraagstuk”. Mijn ervaring in de tropen heeft daarover dan ook belangrijke bijdragen geleverd. Deze zijn *geheel* gelijk aan die van ons klimaat, alleen de mate waarin organische stof wordt gevormd en weer verdwijnt, is een andere. *Mohr* heeft in zijn boek „De bodem van Java” daar reeds over gesproken, maar toch zijn de resultaten van komen en gaan van het organisch materiaal boven en in den grond anders, dan men het zich heeft voorgesteld en zooals men het in de boeken b.v. ook nog in *Vageler* „Tropische Böden” uiteengezet ziet. Ook *Hardon* heeft daarop gewezen; hij toch vindt in alle tropische gronden een organische rest van $\pm 2\%$ van het bodemgewicht, die niet meer verbrandt. Dit zou men dus stabiele humus kunnen noemen, geheel zooals wij dit in West-Europa vinden. Wanneer ik hier in korte punten weer zal geven, wat wij wél vonden, zou dat als volgt kunnen gedaan worden.

1e. Alle organische resten van doode planten, die verspreid op of in den grond liggen, verdwijnen snel, bepaaldelijk door bacterieelen invloed. In open gekapt oerbosch vonden wij per maand snelle afname van het gehalte aan organische stof. Wat in onze gevallen per maand verdween door biologische verbranding, gaat in het West-Europeesch gematigd klimaat in één enkel jaar pas verloren bij openliggenden grond.

2e. Ophooping van organische stof worden bij aeroben toestand of semi-aeroben toestand vooral door insecten afgebroken. In West-Europa hebben insecten hierop een *veel* geringeren invloed.

3e. Ophooping van organisch materiaal geeft bij anaeroben invloed, in de tropen zoowel als bij ons, aanleiding tot „veen”-vorming.

4e. In alle door ons onderzochte tropische cultuurgronden, die een bewerking ondergaan, werd organisch materiaal aangetroffen, dat niet meer vergaat. Wij vonden $\pm 2\%$, als gemiddelde waarde, evenals *Hardon* heeft gevonden.

5e. Stabiele humus in grooter hoeveelheid werd meermaals aangetroffen, zelfs tot 12%. Deze was steeds afkomstig van een vroeger „veen”-stadium.

Wij vonden voorts in de tropen bij onze profielen *zelden* insecten of wormen, tenzij waar men rijkelijk en herhaaldelijk met organischen afval mest, zooals bij kampongs en dessa's soms gebeurt.

In een vlinderbloemigen-bestand, ook in het beste, hebben wij in

de tropen nimmer insecten van beteekenis waargenomen, geheel in tegenstelling met hetgeen wij in ons klimaat aantreffen. Het micro- en macroleven in den grond is dan ook in beide klimaten *geheel* verschillend. Het doorwoelen van grond door insecten, zooals wij dat bij gematigde temperaturen kennen, heb ik in de tropen slechts in zeer bepaalde gevallen gevonden. Deze zijn gelimiteerd tot de plekken, waar, zooals gezegd, zware organische bemestingen worden toegepast en goed door den grond gewerkt. De wormen verschijnen in dit geval veelvuldiger, naarmate de grond hooger ligt. Ik heb mij afgevraagd, of de fenomenale kruimelstructuur van de gronden om de Malabar bij Pengalengan niet moet toegeschreven worden aan omwerking door insecten en eventueel wormen in het vroegere bosch-stadium. In dezen grond is toch het organische-stofgehalte betrekkelijk hoog en het gaat zeer diep! En dit laatste heb ik in mijn profielen beneden de 600 meter nooit gevonden. De ondergrond onder de 30 cm is daar arm aan organische stof, zelfs waar de bovenbeplanting zwaar is.

De gedachte om den grond met organische stof te verrijken door een leguminosenbeplanting aan te brengen, is even onjuist in de tropen als bij ons. De maatregel heeft slechts incidenteele voordeelen en geen blijvende. De incidenteele werking duurt in de tropen korter dan bij ons. Bovendien is in de tropen de zware leguminosenbedekking eerder een gevaar dan bij ons. Wanneer het dek sterk functioneert en veel stikstof verzamelt, produceert het na omwerking per jaar door de nitrificatie *minstens* 1000 kg vrij salpeterzuur.

Het gevaar van dezen zwaren H-ionen-aanval is te grooter naarmate de gronden armer zijn aan adsorbeerend complex of fijne mineralen. En toch is het in stand houden van een zeer werkzaam biologischen buffer voor de cultuur een noodzakelijkheid van den eersten rang. *Deze* eisch loopt als een roode draad door mijn geheele klinische ervaring in de tropen.

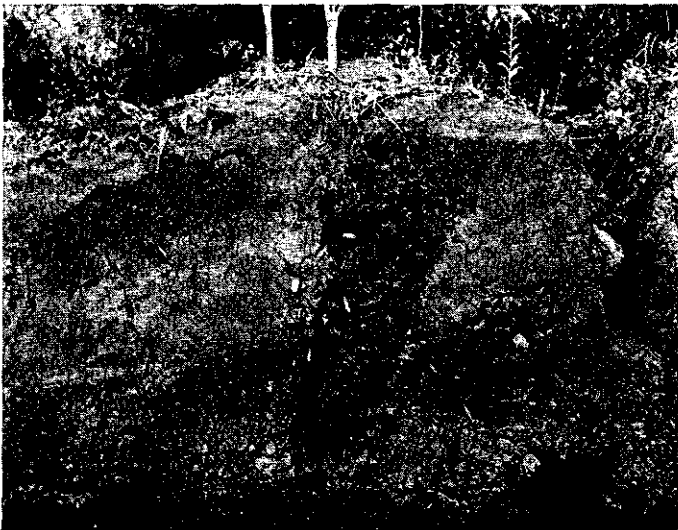


Fig. 4.
Rorak, vol wortels; de omgevende grond is wortelloos.

Belangrijke consequenties hebben de profielen geleerd voor het bemestingsvraagstuk ten aanzien van de trefkans tusschen meststof en wortel. Heeft het gewas een sterken wortelgroei, die vlak is, dan is die trefkans niet zoo bezwaarlijk door gelijkmatige verdeling van de meststof over den grond te realiseeren. Is die beworteling grillig en onberekenbaar, dan moet men trachten de wortels op slechte gronden eerst een betere ontwikkelingsmogelijkheid te verzekeren. Dit kan door een gleuven- of roraks-systeem, zooals in de thee gebruikelijk is (fig. 4). Mijn klinische waarnemingen hebben geleerd, dat met dit systeem, mits juist en met zorg toegepast, voor bijna alle culturen meer te bereiken zou zijn. Het komt er opaan, in de gleuven grondmengsels te leggen, die voor de betreffende gewassen geschikt zijn. In de terminologie der tentfiguur gesproken, moet men daarbij zorgen, dat de ionenverhouding goed is en de biologische buffer goed functioneert. Door toeval vindt men zulke wortelophoopingingen niet zelden en die leeren dan duidelijk, dat men *daar* den grond met geschikte bemestingsmaatregelen kan behandelen. Door mij is dit reeds vroeger in boomgaarden aanbevolen en met succes.

Bovenstaande beschrijvingen — ontstaan door en om een bepaald interessant geval, dat door de oude opvatting over chemisch onderzoek niet op te lossen was, — hebben reeds menige overeenkomst aangetoond met die uit Nederlandsche ervaringen. Maar er zijn meer treffende overeenkomsten, die ik beter aan de hand van lantaarnplaatjes kan bespreken, dan zonder deze. Het eerste is een zoogenaamd overdekkingsprofiel, waarin lagen voorkomen en kruimelige lagen overdekt worden door hardere (fig. 5). Een tweede

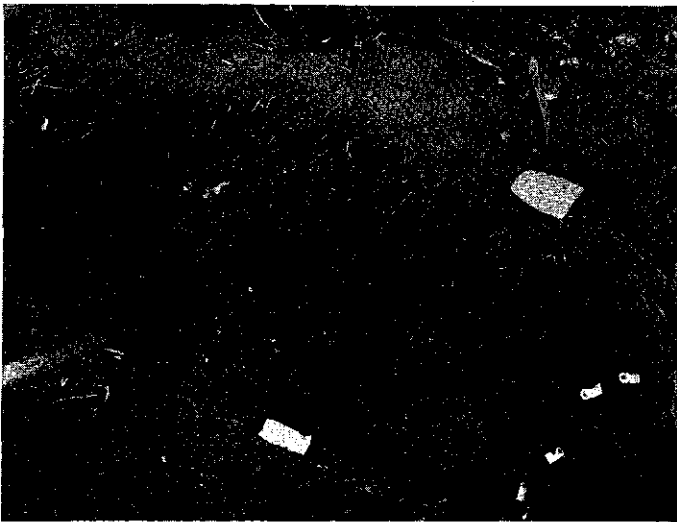


Fig. 5.
Indisch overdekkingsprofiel.

geeft een overdekkingsprofiel uit Nederland (fig. 6). Het eerste is op dezelfde wijze ontstaan als bij ons. Hoe ruime toediening van organische stof een totaal verhardend grond in kruimeltoestand kan brengen, vonden wij herhaaldelijk bij oude wortelgaten van oerwoudboomen, bij het begraven van houtafval.

Hoe of „vlakwortelaars” „diepwortelaars” kunnen worden, ontdekten wij bij manilla, die op een grond gezet was, die diep was omgezet en nu bij heftigen regenval zeer snel het water doorliet. De wortels volgden de waterbanen, waar de voedingsoplossing langs liep, die zuurstof-rijk was. Het blijkt dan ook evenals bij ons, dat vele tropische gewassen bij voorkeur geaereerde gebieden bewortelen. Dat zij spleten volgen, kan men zelfs aan den wortelvorm ontdekken, die „plat” kan zijn en precies in hetzelfde vlak groeien als de spleet gaat. Typische bewerkingsprofielen, zooals wij die kennen,

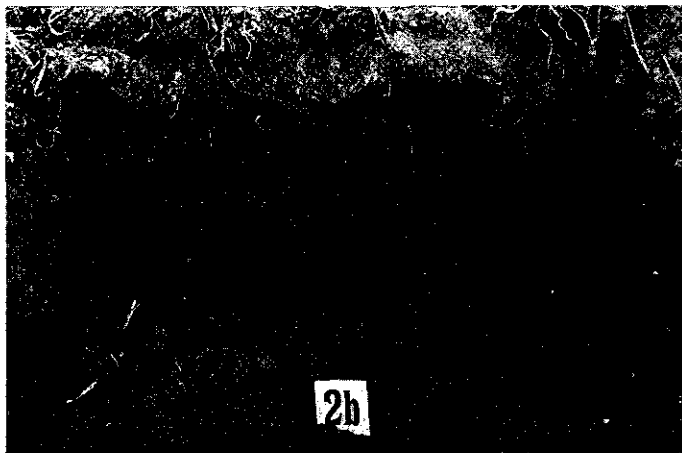


Fig. 6.
Nederlandsch overdekkingsprofiel.

(Welwillend afgestaan uit het dossier van Ir. O. J. Cleveringa).

komen in de tropen ook voor, waarbij men de inwerking van de ploeg vindt, die een mengsel van harde onbewortelde kluiten maakt en kruimelgrond. Vergraven gronden, waarin de tjangkol- of patjolslag te zien is, zijn onmiddellijk te herkennen. Dit is een zogenaamd zeer heterogeen kluitenprofiel, waarin de grond bestaat in zône's van geaereerde en anaerobe grond. Wij hebben zulke profielen herhaaldelijk gebruikt om te becijferen, welk deel aan de productie deelneemt en welk deel niet. Cijfers van 5 tot 40 % zijn daaruit voortgekomen.

Zeer interessant was het om na te gaan, hoe na den drogen moesson bij het doorkomen van de regens het water sneller naar den ondergrond doordrong na de eerste regenbuien in den slecht geaggregeerden en harden grond, dan in den kruimeligen grond. In een geval in een crotalaria-occupatie was het verschil buitengewoon. In den slechten opstand was bij de eerste buien van 125 mm de regen al ruim 40 cm doorgedrongen, in het geval van goede occupatie pas 8 cm. Het poriënvolume was in den eersten grond ± 28 %, bij het tweede geval 66 %. Daarom was na den West-Moesson ook het laatste stuk veel langer vochtig gebleven, dan het eerste stuk. Dat dit ook in het gewas was waar te nemen, behoeft amper betoog. En toch was de grond bij beide geheel gelijk in chemisch opzicht. Eenzelfde geval vonden wij bij cassave. Hier leverde natuurlijk het

verder onderzoek zeer belangrijke verschillen in den omloop van het PO_4 -ion en van de stikstof.

Het indringen van regenwater in den grond kan in de profielen zeer goed waargenomen worden en derhalve allerhande belangrijke aanwijzingen geven voor het onderzoek in het laboratorium. Zoo vonden wij door de veldwaarneming, dat in natten toestand gronden uit de klasse 3 en 4 een zeer goede kruimelstructuur kunnen geven, die bij het indrogen verdwijnt en overgaat in een harde korrelstructuur. De gelen der sesquioxyden met een weinig kiezelzuurgel gemengd, kunnen bij een ontwatering beneden zeker punt verdrogen tot een harde massa, die zeer moeilijk reversibel is. Ook organische stoffen, gevormd bij bronnen en als veenachtige massa opgehoopt, kunnen bij matige ontwatering zeldzaam onvruchtbare gronden leveren, die, beneden een zeker punt ingedroogd (b.v. door het verplaatsen van de brond), overgaan in irreversibel materiaal en dan aanleiding geven tot vorming van woestenijen.

Hoe snel gedehydrateerde kolloïden water doorlaten, bewijzen de lateritische bodemtypen, maar soms ook de typen uit de klasse 3. Metingen in het veld gaven daarbij vaak verbluffende resultaten en het zou de moeite loonen de microstructuur ervan te onderzoeken. Dat in de tropen gronden voorkomen van zeer laag volumegewicht, ondanks het gehalte aan grove kwarts en zandresten, zooals in het liparietgebied op Sumatra's Ootskust, was voor ons nieuw. Wij troffen getallen aan beneden de waarde 1, d.w.z. dat gronden rijk aan vrije gelen zich in gesloten verband kunnen aggregereen als lichte humusgronden. Voor de berekening van de hoeveelheid aanwezig anorganische plantenvoeding is de kennis van het volumegewicht onmisbaar en die kan alleen in het veld bestudeerd worden, wanneer men het profiel leert verstaan en de klinische waarnemingen tot een geheel weet te verbinden.

Er zijn tal van wetenswaardigheden meer uit het klinisch onderzoek te vermelden. De tijd laat niet toe dit te doen. Ik meen dan aangetoond te hebben, door met U de in fotografie afgebeelde profielen te bespreken, hoe ook in de tropen het klinisch vóóronderzoek bij de chemische beoordeeling van den grond niet mag ontbreken.

Bij *dit* waarnemingsmateriaal komt tevens duidelijk uit, hoe dezelfde wetten gelden bij de bodemvormende, zoowel als bij de afbraakprocessen en dat zij geheel tot dezelfde consequenties voeren. Ook in de tropen is de grond allerminst een homogeen dynamisch systeem en in sommige opzichten nog veel minder dan bij ons. Het is niet alleen de differentiatie, die ontstaat bij de concretievorming, onder invloed van wisselend stijgende en dalende strooming der bodemoplossing, maar ook de differentiatie, die ontstaat uit „structuurverval” door slagregens, gebrek aan of in den biologischen buffer en uitdroging. En mogelijk treedt deze nog sterker op dan bij ons. Wanneer nog onder de vele zaken, die ik waarnam, er één belangrijke nog te vermelden zou zijn, is het die der afspoeling. Maar dit is een onderwerp op zichzelf. Op vele plaatsen evenwel, waar men meende met zoogenaamden „bovengrond” te maken te hebben, in een bepaalden aanplant, leerde het vooronderzoek, dat men met echten „ondergrond” te maken had en niet meer wist, dat een actievere bovengrond afgespoeld was.

De profielen, die ik waarnam, hebben tallooze malen aangetoond, hoe funest het afbranden van het bosch bij de ontginning kan zijn,

of van de achtergebleven dadoek op suikerrietgronden, om van de echte ladangs (met hun eigenaardige ijzerverplaatsingen in den ondergrond) niet eens te spreken.

Maar genoeg, het klinisch vooronderzoek is voor ons een onmisbare schakel geworden in de chemische beoordeeling van den grond; het is hoogst noodzakelijk, dat daaraan meer aandacht besteed wordt en dat men de methoden van oude gemiddelde monsternamen in terreinlagen zonder dat vooronderzoek verlaat. Al de arbeid aan de onderzoekingen volgens vooraf aangenomen methode, kan bespaard worden, indien men meer critisch veldwerk vooraf beoefent, dat ook een zoo onmisbare samenwerking van planter en laboratoriumwerker helpt verstevigen.

Het zou goed zijn een handleiding te schrijven voor het klinisch onderzoek en zijne methoden. Wij zouden dan geheel op dezelfde wijze ziektegeschiedenissen moeten schrijven, zooals de medische klinici doen, om tenslotte uit die veelheid de richtlijnen te vinden voor een algemeene klinische methode. Evenwel ons vak is in deze richting in ontwikkeling en omdat naar ik hoop binnen niet al te langen tijd een uitvoerig klinisch werk van een der herhaaldelijk genoemde onderzoekers, op wiens arbeid veel van onze gezichtspunten werden gebaseerd, verwacht mag worden, zal ik hierop niet nader ingaan.

Eén punt moet ik naar voren brengen. Er is wel eens gezegd, dat het klinisch onderzoek te subjectief zou zijn en moeilijk over te dragen. De opvatting is niet juist. Zeker is er een persoonlijke begaving noodig voor dit „waarnemings- en combinatiewerk”, dat op ervaring berust. Men heeft vooral die laatste noodig. Maar... juist het klinisch werk heeft — zooals wij dat zien — in de laboratoriumcontrôle aanhoudend steun en geeft een zeer objectief fundament aan de werkwijze. Ook dit gaat weer parallel aan de medisch-klinische wetenschap, die niet alleen erkend is, maar bloeit en zonder dewelke de medische wetenschap zich nimmer zoo ver en snel had kunnen ontwikkelen.

DISCUSSIE.

Ir. N. H. Siewertsz van Reesema: Eenige jaren geleden zijn door mij te Delft bacteriologische proefnemingen gedaan met de stabiele humus uit de veenkoloniën. De biologische verbranding werd gedurende $\pm 1\frac{1}{2}$ jaar bij 25° C. gemeten aan koolzuurontwikkeling, en werd vergeleken met andere humusachtige lichamen en met eiwit. Terwijl nu de humus uit de veenkoloniën praktisch geen biologische verbranding vertoonde, was dit in sterke mate het geval met de stoffen, die onder dezelfde proefomstandigheden tot vergelijking moesten dienen.

Wanneer men met prof. Dr. E. C. Jul. Mohr de veronderstelling maakt, dat in den akkergrond een zeker stabiel humus-niveau bereikt wordt, waarbij een jaarlijksche toevoer van humus uit oogstresten gecompenseerd wordt door de jaarlijksche biologische verbranding, dan lijkt deze verklaring voor de stabiele humus uit de veenkoloniën niet waarschijnlijk.

Onderzoekt men de veenkoloniale humus, dan ligt het humuszuur-niveau hier zeer hoog. Men vindt hier bijv. 20 tot 30 % organische stof, die een hoog gehalte aan humuszuren blijkt te bevatten.

Zouden deze humuszuren nu biologisch snel verbranden, dan

zou de verbrandingssnelheid ongeveer evenredig moeten zijn aan de humuszuur-concentratie en dus bij een hoog humuszuur-niveau groot moeten zijn.

Aangezien de jaarlijksche toevoer van humus in de veenkoloniën wel niet veel verschillen zal met dien in den akkergrond elders, waar het humus-niveau betrekkelijk laag ligt, zou de verbranding in de veenkoloniën aanmerkelijk groter moeten zijn dan de toevoer. Er zou dus gedurende den langen tijdsduur, waarin de veenkoloniale humus reeds bestaat, een evenwichts-niveau moeten bereikt zijn, niet ver afliggend van dat van den gewonen akkergrond elders. Dit is niet het geval. De stabiele humus, waar prof. Hudig reeds geruimen tijd de aandacht op gevestigd heeft, schijnt dus inderdaad te bestaan.

Spreker: Met deze beschouwingen ga ik geheel accoord.

