bergcultuurgronden op Java

IR J. G. DE GEUS

2

BERGCULTUURGRONDEN OP JAVA

ISRIC LIBRARY
ID
0000.08
Wageningen, The Netherlands

Scanned from original by ISRIC – World Soil Information, as ICSU World Data Centre for Soils. The purpose is to make a safe depository for endangered documents and to make the accrued information available for consultation, following Fair Use Guidelines. Every effort is taken to respect Copyright of the materials within the archives where the identification of the Copyright holder is clear and, where feasible, to contact the originators. For questions please contact soil.isric@wur.nl indicating the item reference number concerned.

609 db

BERGCULTUURGRONDEN OP JAVA

TYPEN • ONDERHOUD BEOORDELING • VERBETERING

DOOR

IR J. G. DE GEUS

H. VEENMAN & ZONEN • WAGENINGEN

KNIPHORST'S BOEKHANDEL WAGENINGEN

VOORWOORD

In wezen vindt dit boek zijn oorsprong in een periode, dat de schrijver les gaf in Bodemkunde aan planters en planters-in-spé, toen zich zo vaak en in zo sterke mate de behoefte voelen deed aan een zodanige behandeling van het onderwerp, dat aan theorie en praktijk een evengrote plaats zou zijn ingeruimd. Meer dan ooit was toen nodig een zodanige interpretatie van de theorie (van de nieuwe theorieën en inzichten vooral), dat de planter er direct zijn voordeel mee zou kunnen doen.

Het bindend element tussen theorie en praktijk werd zo het zwaartepunt van de stof.

Ook in dit boek is getracht de onderwerpen zó te behandelen, dat het de planter de nodige theoretische ondergrond en de bodemkundig georiënteerden een goed inzicht in plantersvraagstukken geeft.

Dat het naast de voordelen van een dergelijk tweezijdig karakter ook de nadelen ervan toont, wordt gaarne erkend, doch is moeilijk te vermijden.

Hopelijk richt de belangstelling zich meer op de gunstige zij.

De Schrijver

INHOUDSOPGAVE

Hoofdstuk I

Blz.

Hoofdindeling van de bodemtypen van Java 9
A. Kenmerken van de laterietgrond 9
B. Kenmerken van de mergelgrond 11
C. Typerende verschillen tussen een lateriet- en een mergelgrond 13
D. Andere bodemtypen, van belang voor Java 14

Hoofdstuk II

Het bodemonderzoek volgens de methode Morgan-Venema . 15

Hoofdstuk III

Praktijk-indeling van de bergcultuurgronden van Java . . . 19
A. De jonge asgronden 19
a. Over de stikstofhuishouding van de jonge asgrond . . 19
b. De invloed van mulching op de stikstofhuishouding van een jonge asgrond 24
c. De waterhuishouding als minimumfactor bij jonge asgronden 25
d. Cultuurmaatregelen ten behoeve van jonge asgronden . 27
e. De bodemanalyse van een jonge asgrond. 28
B. De oudere asgronden 31
C. De juveniele jong-vulkanische grond 32
D. De degenererende jong-vulkanische grond 33
a. Eerste degeneratie-stadium: kalkverlies 33
b. Tweede degeneratie-stadium: fosfaattekort 34
1. Organische stof als fosfaatbuffer 36
c. Derde degeneratie-stadium: kaligebrek 40
1. Gebieden met kaligebreksverschijnselen in de theecultuur 41
E. Gronden op tertiair moedergesteente 43
a. Het roulerend kapitaal beheerst de cultuurwaarde van de tertiaire grond 45
b. Cultuurmaatregelen tot instandhouding en verbetering van tertiaire gronden 46

Blz.

F. Mergelgronden 48
a. Cultuurmaatregelen tot verbetering van een mergelgrond. 50
b. Het gehalte aan plantenvoedende bestanddelen van een mergelgrond 51
G. Resumé van bodemtypen van Java en hun cultuurwaarde 52

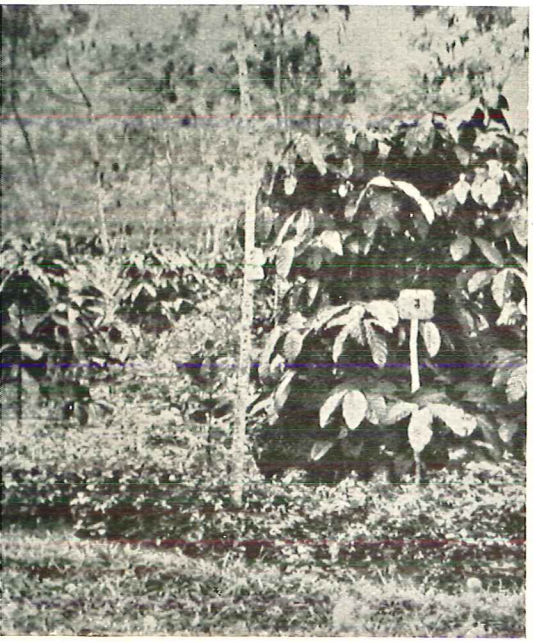
HOOFDSTUK IV

Bodembeoordeling in de tropen 54
A. Terreinbeoordeling 54
a. Eerste oriëntering aan de hand van beschikbare gegevens 54
b. Bevolkingsdichtheid en bodemvruchtbaarheid 55
c. Oorspronkelijke begroeiing 55
d. Gebreksverschijnselen en bodemvegetatie 55
e. Bodemvruchtbaarheid en terrein-topografie 57
B. Profielonderzoek 58
a. Het profielonderzoek kernpunt van de bodembeoordeling 58
C. Het laboratoriumonderzoek 61
a. Het slibdiagram 61
b. Het mineralogisch onderzoek. 64
1. Mineralogisch bodemonderzoek en de cultuurwaarde van de grond voor tabak 66
c. Het röntgenographisch onderzoek 68
d. De complexbezetting 68
e. Het organische stof-gehalte 69
f. Het stikstofgehalte 69
g. Het fosfaatgehalte 70
h. Het kaligehalte 70
i. De micro-chemische snelmethode Morgan-Venema . . 70
j. Het physisch bodemonderzoek 71
D. De potproef en de veldproef als sluitstuk van het bodemonderzoek 72

HOOFDSTUK V

Bodembeoordeling gedemonstreerd aan een 12-tal praktijkvoorbeelden 76

Literatuuropgaven 118



Foto's: DE BERGCULTURES

Afb. 1 en 2. Hulpgewassen-proef bij koffie

fb. 1.	clean	begroeid	Afb. 2.	begroeid	clean
	—	gemulched		gemulched	—
	onbemest	onbemest		bemest	bemest

Foto: DE BERGCULTURES

Links: Zuidhelft van een vak met steeds laaggehouden lamtoropaggers (mulch-leveranciers)

Rechts: Noordhelft met pas teruggesnoeide hoge lamtoropaggers (windbeschermers)

Afb. 3. Uiterlijk van de proef na de droge Oostmoesson van 1940

Afb. 4

Afb. 4. Theeheester met kaligebrek

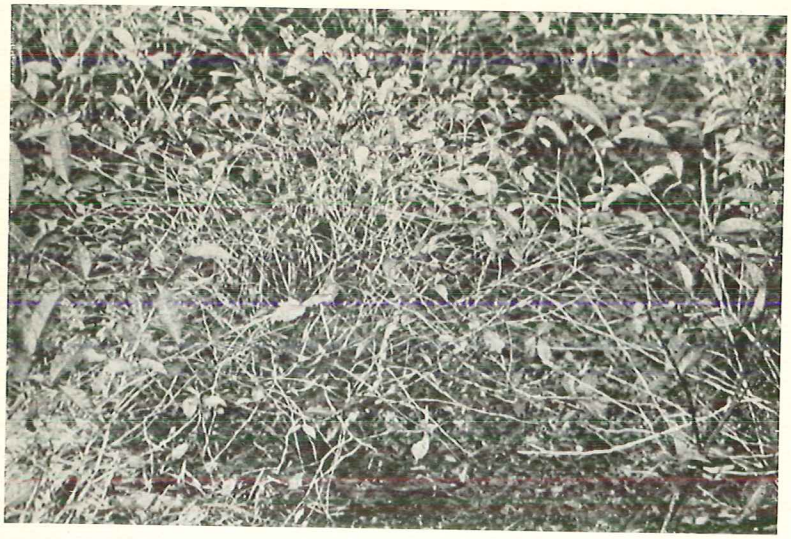
Afb. 5. Kunstmatig opgewekt kaligebrek in zandcultuur

Afb. 6. Contrôleplant met volledige voeding in zandcultuur

Foto's: De Bergcultures

Afb. 5

Afb. 6



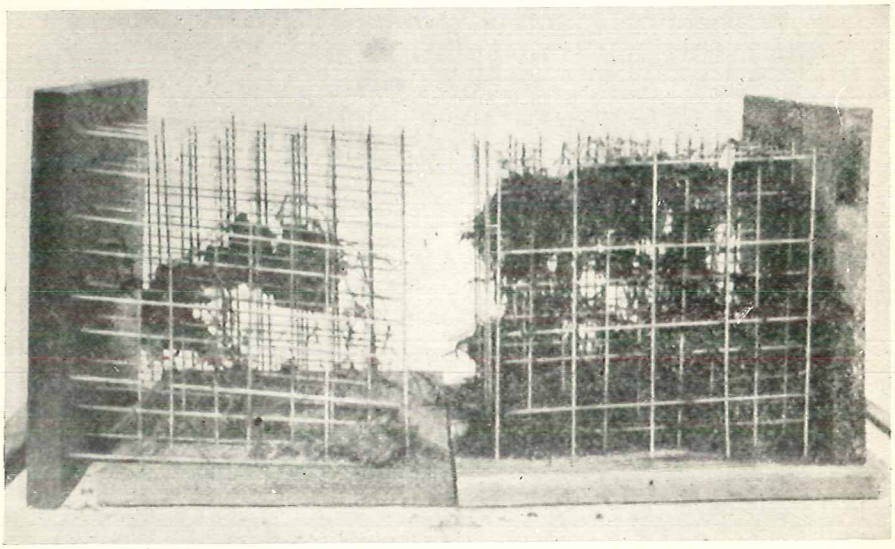
Afb. 7. Vergevorderd stadium van kalkgebrek

Foto: De Bergcultures

Afb. 8. Ond. Leuwimangoe. Profiel met verweerde rolstenenformatie

Afb. 9. Ond. Leuwimangoe. Verweerde rolstenenformatie

Afb. 10. Ond. Leuwimangoe. Detailopname van verweerde rolstenenformatie



Afb. 11. Naaldenplanken; links de beworteling in een slecht producerende, rechts in een goed producerende grond

HOOFDSTUK I

HOOFDINDELING VAN DE BODEMTYPEN VAN JAVA

Wanneer wij trachten enig inzicht te krijgen in de cultuurwaarde van de verschillende bodemtypen op Java, vormt de behandeling van twee hoofdtypen, nl. de laterietgrond tegenover het mergeltype, in zoverre een geschikt begin, dat daarmede reeds direct een punt wordt aangeroerd, dat theoretisch interessant en voor de praktijk van het grootste belang is.

Als uitgangspunt kiezen wij dan het materiaal, dat door de vulkanen uitgestoten wordt en waaruit door verschil in verweringswijze en in verweringsstadia de cultuurgrond gevormd wordt, zoals de planter en de tani die kent.

Dit uitgangsmateriaal, de uiterst recente asgronden dus, kunnen nu in tweeërlei richting verweren:

a. in lateritische richting, met als eindstadium de totaal uitgeloogde laterietgrond, die tenslotte uit weinig anders meer bestaat dan uit ijzeroxyd, aluminiumoxyd en het resistente kwarts met eventueel nog wat andere onverweerbare mineralen en

b. tot gronden van het mergeltype, waarbij wij weer verschillende vormen en stadia onderscheiden kunnen, zoals de tufgrauwaarde, de tufzwartaarde en de kalktufzwartaarde.

Deze indeling in twee groepen heeft niet alleen theoretische waarde, maar is ook uit praktijkoogpunt van het grootste belang door het verschil in eigenschappen. Allereerst dus iets over deze eigenschappen.

A. KENMERKEN VAN DE LATERIETGROND

De lateritische gronden zijn gekenmerkt door Kaoliniet ($Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$, dus een betrekkelijk kiezelzuur-arm colloïd) als typerend kleimineraal.

Zij kunnen worden beschouwd als producten van de zure of eluviale verwering, waarbij door de voortdurende uitloging een geleidelijke verarming optreedt aan basen (waardoor deze gronden altijd meer of minder zuur reageren) en aan kiezelzuur, dit laatste vooral in verhouding tot de aanwezige sesquioxyden (ijzer- en aluminiumverbindingen tezamen). Het gevolg is een betrekkelijk

ijzer- en aluminiumrijke grond, wat ook tot uiting komt in de formule van het typerende kleimineraal, het kaoliniet.

Deze ijzer- en aluminiumrijkdom brengt in eerste instantie al gevaren met zich voor de fosfaatbeweeglijkheid, want er bestaat een grote kans, dat een gedeelte van het beschikbare wateroplosbare fosfaat door dit ijzer en aluminium buiten bereik van de plant wordt vastgelegd.

Het kleimineraal kaoliniet is verder gekenmerkt door een slechts geringe adsorptiecapaciteit voor kationen. Hoe groot die is, is moeilijk in een getallenwaarde uit te drukken, omdat zij toeneemt naarmate de pH stijgt. Bij een pH 4,2 bedraagt zij ongeveer 10 milli-aequivalenten per 100 gram droge stof $<2\ \mu$, bij hogere pH neemt zij sterk toe. Zo vond Mattson voor een kaolinitische grond waarden van 4 m/aeq bij pH 3, oplopend tot 21 m/aeq bij pH 8.

De ontstaanswijze van kaolinitische gronden, die, zoals gezegd, in grote trekken neerkomt op een uitlogingsproces en op basenverlies, houdt al in, dat, vooral in een wat meer gevorderd stadium, de gronden uit chemisch oogpunt alles behalve rijk — en in vele gevallen zelfs uitgesproken arm zijn. Dat zij desondanks als cultuurgronden toch een zeer goed figuur slaan, danken zij dan ook in hoofdzaak aan hun goede physische gesteldheid, aan hun goede structuur. Door die goede structuur en de goede luchthuishouding is het wortelstelsel van de verschillende cultuurgewassen in staat een groot bodemvolume als voedingsmilieu te benutten, waardoor het, ondanks de geringe voedselconcentratie, toch de nodige voedingsstoffen te pakken krijgt.

Ook de waterhuishouding van lateritische gronden is gunstig te noemen. Zwelling en krimp zijn gering in verband met het betrekkelijk hydrophobe karakter van het kaoliniet. Van een dikke watermantel om dit kleimineraal is dus geen sprake en het gevolg is een groot spanningsvrij poriënvolume, m.a.w. een goede doorlatendheid, een goede waterbeweeglijkheid en een goede beschikbaarheid van het water dat na een regenbui hangen blijft, naast een goede luchthuishouding.

In scherpe droogteperioden zou de betrekkelijk kleine watercapaciteit wel eens kunnen leiden tot een watertekort, doch een ruime organische stof-voorziening en gunstige humificatievoorwaarden zijn de aangewezen middelen om dit bezwaar te ondervangen.

Resumerende komen wij dus voor gronden van het lateritische type tot de volgende praktijkbeoordeling:

Het gehalte aan plantenvoedende bestanddelen is voor gronden in een wat verder gevorderd verweringsstadium uiterst matig tot

laag, doch dit wordt goedgemaakt door de goede structuur, die een diepe beworteling mogelijk maakt. De luchthuishouding is goed, evenals de waterbeweeglijkheid en de doorlatendheid. Het enige is, dat in scherpe droogteperioden de watercapaciteit wel eens de beperkende factor zou kunnen zijn, maar daartegen is een ruime organische stofvoorziening, die de watercapaciteit vergroot, de beste remedie.

B. KENMERKEN VAN DE MERGELGROND

Heel anders is de praktijkbeoordeling van de andere groep, van de gronden van het *mergeltype*. Globaal genomen luidt die heel wat ongunstiger, wat vooral verband houdt met de slechte luchthuishouding van dit bodemtype.

Het gehalte aan plantenvoedende bestanddelen behoeft helemaal niet slecht te zijn, al zijn er nogal wat mergelgronden met een tekort aan fosfaat en al ligt de hoeveelheid uitwisselbaar kalium nogal eens beneden de drempelwaarde, waardoor kaligebreksverschijnselen optreden kunnen, zelfs bij een kalibemesting, doordat deze gronden sterk kali-fixerend kunnen zijn. De mogelijkheid van kaligebreksverschijnselen wordt trouwens nog in de hand gewerkt door de grote adsorptie-capaciteit van het voor dit bodemtype karakteristieke kleimineraal, het montmorilloniet, die tot ongeveer 100 m/aeq per 100 g droge stof bedragen kan en waarvan de valenties in de regel voor een zeer belangrijk deel door tweewaardige basen bezet zijn. Het gevolg is een wanverhouding tussen de kleine hoeveelheid kali en de overmaat tweewaardige basen, in hoofdzaak kalk, een wanverhouding die zich wreekt in het optreden van kaligebreksverschijnselen.

Maar er zijn heel wat mergelgronden, die naast andere voedende bestanddelen ruim voldoende fosforzuur èn kali bevatten en die toch, wat cultuurwaarde betreft, niet halen kunnen bij hun arme collega's, de lateritische gronden, als gevolg van hun slechte luchthuishouding.

Zoals gezegd, zijn de gronden van het mergeltype gekarakteriseerd door een eigen kleimineraal, het montmorilloniet ($Al_2O_3.4SiO_2.nH_2O$, dus een relatief kiezelzuurrijk colloïd), dat in wezen verantwoordelijk is voor de eigenschappen — grotendeels ongunstige eigenschappen helaas — van dit bodemtype. Montmorilloniet is nl. gekenmerkt door een grote hydratatiemantel, wat weer tengevolge heeft dat mergelgronden uitmunten door hun sterke zwelling en krimp.

Door de grote watermantels om de kleideeltjes, bezitten deze gronden een groot totaal poriënvolume met een ongunstige water/luchtverhouding. Een veel te groot gedeelte van dit poriënvolume wordt nl. ingenomen door het water, waardoor de luchthuishouding in de knel komt. Bovendien is slechts een klein gedeelte van dit water plantenphysiologisch opneembaar, dus voor de plantengroei van enig nut, in verband met de sterke electrodynamische binding van de watermoleculen aan het montmorilloniet-colloïd. Zodra deze electrodynamische potentiaal een waarde van 7 tot 10 atm overschrijdt, is dit gepolariseerde water voor de meeste planten physiologisch onopneembaar geworden, omdat het merendeel der gewassen geen hogere worteldrukken, of anders gezegd geen grotere zuigkracht, bezit.

Vooral de verder naar binnen gelegen waterlagen zijn zo stevig gebonden, dat zij niet los te maken zijn, zodat de plant zich vergenoegen moet met het vrije water en de minder sterk gebonden buitenste waterlagen. Hoe verder naar binnen, hoe sterker de binding van de watermoleculen wordt en ergens moet dus het punt zijn waar de zuigkracht van de wortels en de binding door colloïd met elkaar in evenwicht zijn en waar de wortels dus net niet meer in staat zijn de watermoleculen vrij te maken. Waar dit punt ergens liggen zal, hangt geheel af van de zuigkracht van de plantensoort, die sterk uiteenlopen kan. Terwijl de ene plant op een dergelijke grond al door watergebrek te gronde gaat, kan een andere er zich door zijn grotere zuigkracht nog redelijk goed redden.

Maar evenals voor Nederlandse kleigronden, brengt het type grond wel mee, dat de vegetatie al met watergebrek te kampen krijgt op het moment dat de grond nog vrij veel water — al is het dan gebonden water — bevat.

De waterbeweeglijkheid voor mergelgronden is dus gering, de doorlatendheid voor water minimaal en de maximale stijghoogte klein tot uiterst klein. Dit laatste zou volgens Venema (25) verklaard moeten worden door aan te nemen, dat bij de wateropstijging in adsorptief bodemmateriaal, de aanwezige vrije oppervlakte-energie voor het grootste gedeelte gebruikt wordt voor de opbouw van de hydratatie-watermantels, zodat voor de capillaire wateropstijging nog slechts zeer weinig vrije oppervlakte-energie overblijft. In verband hiermede merkt Venema (25) verder nog op:

„Vandaar dat in zware kleigronden de maximale stijghoogten, berekend uit gemeten stijgsnelheden, zéér klein zijn. De opvatting van Mohr (13), dat voor zulke zware kleigronden de capillaire stijghoogte tegen de 50 m loopt, maar dat de tijd daarvoor nodig, reeds

een paar jaren voor één meter bedraagt, is onjuist. De stijghoogten, ook na een tijd oneindig, bedragen niet meer dan enkele decimeters, soms zelfs enkele centimeters. Wanneer de vrije oppervlakte-energie eenmaal verbruikt is voor de opbouw van de vrije hydratatie-watermantels en de daarmede gepaard gaande zwelling van het bevochtigde materiaal, dan vindt geen verdere opstijging van vloeibaar water meer plaats, hoe lang men ook wacht."

Uit al deze feiten blijkt wel, dat het mergeltype, ook uit een oogpunt van waterhuishouding, een allesbehalve ideaal bodemtype is, maar het meest kritieke punt is toch zijn luchthuishouding. In natte perioden en dan denken wij in eerste instantie aan de regentijd, zuigen de gronden zich zóó vol met water, dat er een onvoldoende luchtvolume voor de worteladem haling overblijft en dat gewassen, die daarvoor gevoelig zijn, er al gauw van te lijden hebben.

C. TYPERENDE VERSCHILLEN TUSSEN EEN LATERIET- EN EEN MERGELGROND

Zetten wij nu de eigenschappen van een typerende mergelgrond eens tegenover die van een lateritische grond, dan geeft dit het volgende overzicht:

	lateritische grond	mergeltype
typerend kleimineraal	kaoliniet	montmorilloniet
Chem. samenstelling kleimineraal	$Al_2O_32SiO_2.2H_2O$	$Al_2O_34SiO_2.nH_2O$
adsorptiecap. kleimineraal	4–20 m/e per 100 g	80–100 m/e per 100 g
zwelling kleimineraal	gering	zeer sterk
krimp kleimineraal	gering	zeer sterk
geadsorbeerd water kleimineraal –150° C	3 %	16 %
chemisch gebonden water klei-mineraal +150° C	17 %	9 %
gehalte aan plantenvoedende bestanddelen	als regel uiterst matig tot laag	vaak bevredigend, met nog al eens een tekort aan fosfaat en soms aan kali
meest op de voorgrond tredende ion bij de complexbezetting	waterstof-ion	tweewaardige basen
spanningsvrij poriënvolume	groot	klein
waterbeweeglijkheid	zeer goed	gering
doorlatendheid	goed	slecht
maximale stijghoogte	groot	gering
luchthuishouding	als regel goed	vaak slecht
kleur van de grond	als regel rood tot diepbruin	gaat veelal meer in de richting van grijs
zuurgraad van de grond	sterk tot matig zuur	licht zuur tot basisch

Juist met het oog op het grote verschil in eigenschappen van beide grondtypen, eigenschappen die beheersend zijn voor de cultuurwaarde ervan, is het van het grootste belang er zich bij de beoordeling van een grond een oordeel over te vormen of we te maken hebben met een lateritische grond of met een grond van het mergeltype.

D. ANDERE BODEMTYPEN, VAN BELANG VOOR JAVA

Een derde mogelijkheid is ook, dat we te doen hebben met een grond, die beide eigenschappen in zich verenigt, doordat zowel kaoliniet als montmorilloniet er als kleimineralen in voorkomen; een voorbeeld daarvan zijn de zgn. *bleekaarden.*

Daarnaast kunnen dan nog de *kalkroodaarden* genoemd worden als een voor Java belangrijk grondtype. Ook deze kalkroodaarden worden gekenmerkt door een eigen typerend kleimineraal, het halloysiet, een kleimineraal dat door mineralogen als Van Baren (2) wordt beschouwd als een voorstadium van kaoliniet. Men zou dit halloysiet dus moeten beschouwen als een tussentrap bij de lateritische verwering van kalkgronden en gezien het typisch lateritische karakter van de bruinrode variëteit, bestaat hiertegen weinig bezwaar. De mogelijkheid bestaat, dat de grote overmaat kalk van het uitgangsmateriaal a.h.w. vertragend op de laterisatie werkt en zodoende aanleiding geeft tot het ontstaan van het halloysiet als tussentrap.

Ook de *hooggebergtegronden* worden trouwens gekenmerkt door ditzelfde halloysiet als hoofdcomponent van de kleifractie en ook hier zou men kunnen denken aan een soort vertraagde laterisatie, als gevolg van de meer gematigde temperaturen in het hooggebergte.

Nu wij na deze uiteenzettingen enig inzicht hebben gekregen in enkele van de belangrijkste problemen die samenhangen met de cultuurwaarde van tropische gronden, zullen wij de verschillende grondtypen als zodanig gaan bespreken en wel wat betreft hun goede en hun slechte eigenschappen. Wij zullen hun zwakke punten en tekortkomingen onder de loupe nemen, maar ook trachten de wegen aan te geven door welke cultuurmaatregelen eraan kan worden tegemoet gekomen.

HOOFDSTUK II

HET BODEMONDERZOEK VOLGENS DE METHODE MORGAN-VENEMA

Maar vóórdien is er nog één punt dat een bespreking vraagt en dat is de methode volgens welke de analyseresultaten verkregen werden, die wij als karakterisering van de verschillende grondtypen geven zullen. Wij bedoelen het grondonderzoek volgens de methode Morgan-Venema.

Het is de bedoeling een volgend hoofdstuk geheel te wijden aan het bodemonderzoek in de tropen en eigenlijk zou genoemd onderwerp pas daar ter sprake moeten komen, maar het is nu eenmaal niet mogelijk te werken met analyseresultaten zonder voldoende georiënteerd te zijn over de betekenis ervan.

De door de Amerikaan Morgan uitgewerkte methode van bodemonderzoek heeft tot doel zich op snelle en goedkope, doch desondanks voldoende nauwkeurige wijze te oriënteren omtrent de algemene bodemtoestand in chemische zin, dus omtrent het gehalte aan plantenvoedende bestanddelen e.d. Morgan's streven was dus gericht op een analysemethode, waarbij een zo laag mogelijke kostprijs, o.a. door het gebruik van een minimum aan reagentia, gepaard zou gaan met een voor bemestingsadviezen, kaarteringsdoeleinden e.d. voldoende nauwkeurigheid van de analyseresultaten. Zijn, door Venema voor Indische gronden op bepaalde punten enigermate gewijzigde methode, komt in het kort hierop neer:

10 gram van de te onderzoeken grond wordt behandeld met een op pH = 4,8 sterk gebufferd extractiemiddel, bestaande uit een 10 % oplossing van natriumacetaat, waaraan 3 % ijsazijn is toegevoegd. In het filtraat wordt het gehalte aan diverse, voor de cultuurwaarde van een grond belangrijke elementen, bepaald aan de hand van neerslag-, troebelings- of kleurreacties, vergeleken volgens de methode Morgan met troebelings- en kleurenkaarten (waarbij iedere staffeling met een bepaald gehalte overeenkomt) en volgens de methode Venema met standaardoplossingen, waarvan de neerslagen, troebelingen of kleuren corresponderen met bepaalde bekende gehalten.

Bij de volgens Venema gewijzigde methode dienen de kleuren

van — of de neerslagen in — de standaardvloeistoffen dus als vergelijkingsbasis voor de gehaltebepaling van de verschillende grootheden in de extractievloeistof. Het nadeel van de vervanging van de troebelings- en kleurenkaarten door standaardvloeistoffen is, dat het chemicaliënverbruik verdubbeld — en de analysesnelheid gehalveerd wordt, waardoor de analysekosten stijgen, doch daartegenover staat het grotere voordeel van een aanzienlijke winst aan nauwkeurigheid.

Een volledige analyse omvat zestien routinebepalingen, te weten:

1. Indicatorfactoren voor de kationentoestand: 1 kalium, 2 natrium, 3 ammonium, 4 calcium, 5 magnesium.
2. Indicatorfactoren voor de anionentoestand: 6 fosforzuur, 7 nitraat, 8 nitriet, 9 sulfaat, 10 chloor.
3. Indicatorfactoren voor de verweringstoestand: 11 pH-water 12 pH-KCl, 13 mobiel ijzer, al of niet gesplitst in mobiel ferro en mobiel ferri, 14 mobiel aluminium, 15 mobiel mangaan en 16 vrij carbonaat.

Naast deze 16 routinebepalingen konden dan nog de volgende elf incidentele microchemische bepalingen worden verricht, waarbij vooral de bedoeling voorzat een betere oriëntering omtrent het gehalte aan zgn. zeldzame elementen in Indische gronden te krijgen:

4. Aanvullende indicatorfactoren voor de kationentoestand: 17 cerium, 18 koper, 19 kwik, 20 titaan, 21 zink.
5. Aanvullende indicatorfactoren voor de anionentoestand: 22 arseen, 23 borium.
6. Indicatorfactoren voor de bodemgesteldheid: 24. nitrificerendvermogen, 25 aëroob denitrificerend vermogen, 26 anaeroob denitrificerend vermogen, 27 kali-fixerend vermogen.

Het behoeft geen betoog, dat een zo omvangrijke bodemanalyse, waarbij zoveel indicatorfactoren betrokken zijn en die pas mogelijk werd toen de analysekosten zozeer daalden, in belangrijke mate bijdraagt tot een meerdere kennis van — en een beter inzicht in onze Indische gronden. Juist van dit standpunt bekeken moet de methode Morgan-Venema dan ook worden beschouwd als een belangrijke aanwinst op het gebied van het chemisch bodemonderzoek.

Bij geen andere methode is een zo allround onderzoek op zo goedkope wijze mogelijk.

Zoals wij reeds mededeelden, heeft Venema de methode Morgan in die zin gewijzigd, dat hij in plaats van met troebelings- en kleurenkaarten als vergelijkingsbasis, werkte met troebelingen en kleu-

ren van standaardvloeistoffen met bekende concentraties, maar de enige wijziging was dit niet. Zo bleek ook de oorspronkelijke Morgan-methode voor de P_2O_5-bepaling, die uiteraard op Amerikaanse bodemtypen was gebaseerd, voor verschillende Indische gronden niet te voldoen en tot foutieve conclusies te leiden, zodat Venema de Morganmethode, wat betreft dit onderdeel, vervangen heeft door een andere, die meer betrouwbare resultaten gaf. Op dergelijke wijzigingen zal men trouwens altijd voorbereid moeten zijn, wanneer men een methode overneemt die werd uitgewerkt voor andere bodemtypen in een ander klimaat.

Onder de hiervoor genoemde indicatorfactoren zijn er enkele, die wellicht enige nadere verklaring behoeven, b.v. het gehalte aan mobiel ijzer, aluminium en mangaan.

De normale eluviale verwering van tropische gronden wordt volgens Venema (27) nl. in vele gevallen analytisch door 3 stadia gekenmerkt. De eerste verweringstrap gaat gepaard met een sterke mangaanmobilisatie, het tweede stadium is dat der aluminiummobilisatie, zeer vaak gepaard met sterke sulfaatconcentratie in de diepere lagen en het derde verweringsstadium dat der toenemende ijzermobilisatie. De lagen, waarin zich mangaan-ijzerconcreties vormen, bevatten analytisch slechts sporen mobiel ijzer en mobiel mangaan.

Komt men een grond van het lateriettype tegen, met een nog slechts geringe aluminiummobilisatie en weinig of geen ijzer, dan heeft men dus te maken met een grond in het eerste verweringsstadium, waarbij de verweringsinvloeden zich (in bodemkundige zin gesproken) nog niet zo héél lang hebben doen gelden en waarbij nog een betrekkelijk groot deel van de oorspronkelijke basen en andere waardegevende elementen aanwezig is. Een laterietische grond met weinig vrij Al en Fe betekent dus als regel een rijke grond.

Blijkt de grond bij onderzoek rijk aan vrij Al, dan wil dat zeggen tweede verweringsstadium, een langere verweringsduur en grotere uitspoelingsverliezen. Dergelijke gronden zijn als regel al heel wat minder goed voorzien van plantenvoedende bestanddelen en kunnen op bepaalde punten al tekorten gaan vertonen.

Direct schadelijk voor cultuurgewassen is een hoog Al-cijfer als zodanig niet. Pas wanneer dit gepaard gaat met een hoog sulfaatgehalte kunnen vergiftigingsverschijnselen optreden, vooral bij gewassen, die gevoelig zijn voor aluminiumsulfaat.

Het derde stadium, dat der ijzermobilisatie, wijst op een ver ge-

vorderd verweringsstadium, waarbij in de loop der tijden een zeer groot gedeelte van de oorspronkelijk aanwezige basen en andere waardegevende elementen is uitgespoeld. Een grond met veel vrij ijzer betekent dan ook als regel een uitgesproken arme grond.

Na deze a.h.w. voorbereidende uiteenzettingen, gaan wij thans de verschillende grondtypen eens wat nader bekijken en hun eigenschappen bespreken, speciaal voor zover die van invloed zijn op hun cultuurwaarde.

HOOFDSTUK III

PRACTIJK-INDELING VAN DE BERGCULTUURGRONDEN VAN JAVA

A. DE JONGE ASGRONDEN

Allereerst dan iets over de wel uiterst jonge asgronden, dus over het materiaal, dat in een recent verleden door vulkanische activiteit werd rondgestrooid en waarop, vooral wanneer dit materiaal fijn genoeg is, reeds na korte tijd een pioniervegetatie verschijnt.

Vertegenwoordigers van dit bodemtype zijn o.m. de zandige Raoeng-, Smeroe- en Kloetgronden.

Het is een bodemtype met een in 't algemeen geweldige reserve aan allerlei plantenvoedende bestanddelen, zoals fosforzuur, kali, kalk, magnesium e.a., die echter voor het overgrote deel pas geleidelijk door verweringsinvloeden ter beschikking komen. De mogelijkheid bestaat zelfs, dat in het allereerste begin, wateroplosbaar fosfaat de groei van jonge cultuurgewassen nog wat stimuleert, doch lang duurt dit niet, want zodra de verweringsinvloeden zich in betekenende mate doen gelden, komt er voldoende fosforzuur vrij.

Ook de luchthuishouding laat in dergelijke zandige gronden als regel weinig te wensen over, hoewel zij onder bepaalde omstandigheden minder goed kan zijn.

De bovenlaag van de Kloetgronden b.v. draagt een grofkorrelig zandig karakter, doch daaronder bevindt zich een geelgrijze, fijnkorrelige, losse, zgn. krikillaag, waarin de luchthuishouding door de dichtere structuur heel wat minder goed is.

In 't algemeen echter zal ook de luchthuishouding zeker niet de beperkende factor voor de cultuurwaarde van dergelijke asgronden zijn.

De factoren, die de cultuurwaarde wèl in meer of mindere mate beheersen, zijn de stikstof- en de waterhuishouding.

a. *Over de stikstofhuishouding van de jonge asgrond*

In tegenstelling tot de andere plantenvoedende bestanddelen, zoals P_2O_5, K_2O, CaO, MgO en zoveel andere meer, komt in de oorspronkelijke as geen N voor. De voor de vegetatie noodzakelijke

stikstof moet dus van buitenaf worden aangevoerd. Het eerste beetje N, voldoende voor een pioniervegetatie, die zich met weinig N redden kan, levert het regenwater. Is er eenmaal een dergelijke pioniervegetatie, dan wil dat niet alleen zeggen, dat de daarin geaccumuleerde N bij het afsterven weer aan de grond ten goede komt, maar ook, dat die organische stof de ontwikkeling mogelijk maakt van een bacterieflora, die t.z.t. actief aan de stikstofbinding gaat deelnemen. Nemen ook Leguminosen aan deze pioniervegetatie deel, dan kunnen knolletjesbacteriën hun deel tot de stikstofbinding gaan bijdragen.

Is een grond op deze wijze eenmaal tot leven gewekt, dan zal het kleine beetje stikstof, dat het uitgangspunt vormde, rente op rente gezet, op de duur een zeker natuurlijk stikstofniveau in de grond weten te scheppen.

Tot welke hoogte een dergelijk stikstofniveau zich ontwikkelen kan, wanneer de natuur maar ongestoord haar gang kan gaan, wordt b.v. op duidelijke wijze gedemonstreerd door het onderzoek van Ir SNOEP. Bij de bepaling van het stikstofgehalte in verschillende gronden vond hij de hoogste stikstofcijfers in bosgronden, waar òf het bos nog bestond òf pas was gekapt, dus waar dit stikstofniveau zich op natuurlijke wijze had gevormd zonder hulp of ingrijpen van de mens. Zo werd in de laag van 2–20 cm op terrein van een pas gekapt bos op Silosanen (Raoenggrond) een stikstofgehalte gevonden van 0,37 % en op een terrein van een pas gekapt bos op Wonokerto (Smeroe), alsmede in het bos naast Kaliwinning (vlakte van Djember) van 0,33 %.

Ook op onze uiterst jonge zandige asgronden moet ons streven nu allereerst gericht zijn op het zoveel mogelijk opvoeren van het stikstofniveau, waarvoor twee wegen openstaan, die wij beiden bewandelen moeten, te weten:

a. de stikstofbemesting en

b. het zoveel mogelijk opvoeren van het natuurlijk stikstofniveau door het doeltreffend gebruik van grote hoeveelheden organische stof, afkomstig van hulpgewassen in de aanplant zelf.

Over punt *a*, dat voor zichzelf spreekt, valt niet zo heel veel te zeggen. Alleen dit, dat wij er rekening mee houden, dat de stikstof op dergelijke zandige gronden sterk aan uitspoeling onderhevig is, zodat de jaarlijkse gift over meerdere perioden verdeeld dient te worden. KUNEMAN (11) deelt in dit verband mede, dat door hem tot op 5 à 6 m diepte nog vrij hoge nitraatcijfers gevonden werden voor Kloetgronden.

Dit verdelen van de jaarlijkse gift over meerdere keren, geldt niet alleen voor nitraat-, maar ook voor ammoniakstikstof, want van de beschuttende werking van een bodemcolloïd moeten wij ons voor deze uiterst zandige, recente asgronden, maar niet te veel voorstellen.

Over punt *b*, het zoveel mogelijk opvoeren van het natuurlijk stikstofniveau door het doeltreffend gebruik van grote hoeveelheden organische stof, afkomstig van hulpgewassen in de aanplant zelf, valt meer te zeggen.

In verband met de mogelijkheid van stikstofbinding door knolletjesbacteriën, kiezen wij als hulpgewassen in dit geval bij voorkeur Leguminosen.

Het zou echter ten enen male foutief zijn uit het vermogen van Leguminosen tot stikstofbinding te concluderen, dat men dus van een leguminosenhulpgewas weinig concurrentie behoeft te vrezen ten aanzien van de stikstof, die in de grond aanwezig is en die het cultuurgewas zo dubbel en dwars nodig heeft. Voor hun beginontwikkeling zullen nl. ook de Leguminosen in hoofdzaak zijn aangewezen op de van nature in de grond aanwezige stikstofreserve, waaruit eveneens de cultuurplant zijn behoefte dekken moet. Een jong leguminosengewas zal het hoofdgewas dan ook weinig minder beconcurreren ten aanzien van stikstof dan elke willekeurige niet-leguminoos.

Maar ook wanneer zich na enige tijd een belangengemeenschap leguminoos-knolletjesbacterie ontwikkelt, die zich van de luchtstikstof weet meester te maken, moet men zich niet voorstellen, dat de Leguminosen nu direct van elke andere stikstofbron zullen afzien. Zij zullen integendeel zeker doorgaan, naast de luchtstikstof, waarvan zij zich met behulp van hun knolletjesbacteriën meester maken, ook op normale wijze, via hun wortels stikstof uit de grond op te nemen. Al deze stikstof wordt voorlopig in de hulpgewassen opgeslagen, zonder dat de cultuurplant in staat is er op enigerlei wijze profijt van te trekken, terwijl hij in tegendeel steeds beconcurreerd wordt wat stikstof betreft.

Snoep (17) heeft in dit verband een serie nitraatbepalingen gedaan in drainwater, afkomstig van blikken, waarin bepaalde hulpgewassen, zowel leguminosen (Centrosema) als niet-leguminosen (Salvia) werden gecultiveerd en deze vergeleken met de nitraatcijfers van onbegroeide blikken, maar gevuld met dezelfde grond. Deze cijfers toonden op overtuigende wijze aan, dat, terwijl het drainwater van de onbegroeide blikken vrij veel nitraat bevatte,

niet alleen het drainwater van de Salvia-blikken, maar ook dat van de Centrosema-blikken zeer arm was aan nitraat. Ook de Centrosema bleek de aanwezige bodemstikstof dus intensief te benutten.

Voorlopig profiteert alleen maar het leguminosen-hulpgewas, dat alle stikstof oppot, van de absolute stikstofwinst, die een gevolg is van de atmosferische stikstofbinding, wat tevens een afdoende verklaring is voor de stikstofrijkdom die de Leguminosen kenmerkt. Van stikstofafscheiding via de wortels moet men zich, met uitzondering van lamtoro misschien (zie: stikstofvoorziening door middel van groenbemesters door Dr R. van der Veen in de Bergcultures van 4 Mei 1940), gezien de reactie van het cultuurgewas op de meeste hulpgewassen, maar niet al te veel voorstellen.

Ook de meeste leguminosenhulpgewassen moeten, zolang zij nog in het groeistadium verkeren, meer als stikstofconcurrenten van het hoofdgewas worden beschouwd dan als stikstofbrengers. Pas wanneer na verloop van tijd het hulpgewas volgroeid raakt en er afstervingsverschijnselen beginnen op te treden, zal een gedeelte van die opgepotte stikstof aan de bodem ten goede komen, maar ook dan nog zullen cultuurgewas en dezelfde- of een jongere leguminosen-generatie elkaar die stikstof betwisten. Door Snoep (17), die o.a. het stikstofpercentage en de nitraatcijfers bepaalde, kon dan ook op korte termijn, d.w.z. in 2 à 3 jaar, geen duidelijke verbetering van deze bodemfactoren onder het hulpgewas worden vastgesteld.

Van een aan zichzelf overgelaten leguminosenhulpgewas moet men dus de eerste jaren niet te veel stikstofhulp verwachten. De invloed van hulpgewas op hoofdgewas zal integendeel, ook wat stikstof betreft, over deze periode globaal genomen, eer negatief dan positief zijn. Het hulpgewas tracht a.h.w. een soort gesloten huishouding te scheppen, door zelf weer zoveel mogelijk van die stikstof te benutten, die tijdelijk vrij kwam bij het afsterven van een bepaald plantendeel en die een deel vertegenwoordigde van de absolute stikstofwinst door atmosferische stikstofbinding. Pas op de lange duur zal, wanneer men het hulpgewas aan zichzelf overlaat, de toestand zich langzamerhand zodanig wijzigen, dat de afgifte van stikstofverbindingen aan de grond in de vorm van afstervende plantendelen — en misschien ook door een rechtstreekse afscheiding via de wortels — de stikstofopname overtreft, waardoor de stikstofwinst als gevolg van de leguminoseninvloed, ook rechtstreeks in het stikstofniveau van de grond tot uiting komt.

Maar wanneer wij hulpgewassen benutten willen voor de verhoging van het stikstofniveau bij onze zandige asgronden, zullen

wij ze niet aan zichzelf overlaten, doch zodanig ingrijpen, dat de behaalde voordelen niet in de eerste plaats aan het hulpgewas zelf, maar rechtstreeks aan de grond en het cultuurgewas ten goede komen. Dit „ingrijpen" bestaat uit het snoeien of babatten van het hulpgewas op het moment, dat op een flinke hoeveelheid snoeisel gerekend kan worden, terwijl het nog niet door bloei aan groeikracht en regeneratievermogen heeft ingeboet. Het snoeisel wordt vervolgens als mulchmateriaal voor het cultuurgewas gebruikt, waarbij alle er in geaccumuleerde voedingsstoffen aan dit cultuurgewas ten goede komen.

Hoe geweldig groot de invloed van een dergelijke bodembehandeling zijn kan, wordt, beter dan op welke andere wijze ook, gedemonstreerd door bijgaande foto's 1 en 2 (de Bergcultures 12 October 1940, blz. 1298) afkomstig van een bodembehandelingsproef bij jonge koffie op de onderneming Ngoesrie, gelegen op Kloetgrond (16).

De koffiestruiken links op foto 1 tonen ons het onbemeste vak zonder hulpgewassen, die rechts het eveneens onbemeste vak, doch hier met hulpgewassen (Ageratum mexicanum, wedoesan goenoeng).

Foto 2 toont het verschil tussen bemest (NP) in combinatie met hulpgewassen en mulching enerzijds, tegenover bemest (NP) en clean anderzijds. Het verschil is hier heel wat minder groot, als gevolg van de stikstof in de NP-gift, maar er is nog een vrij duidelijk verschil ten gunste van het mulchobject.

De welhaast wonderbaarlijke resultaten van de mulchmethode moeten hier voor verreweg het grootste deel op rekening worden gesteld van een verbetering in de stikstofhuishouding van de grond. Daarnaast kan zij ook op andere wijze nog haar gunstige invloed doen gelden. Wij volstaan hier, met te wijzen op twee andere factoren, die voor dit bodemtype eveneens in meer of mindere mate van belang zijn, te weten:

a. de ontsluitende en activerende werking van de hulpgewassen ten aanzien van andere voedende bestanddelen.

b. de invloed op de lucht- en de waterhuishouding van de grond.

Wat *a* betreft kan b.v. verwezen worden naar het feit, dat verschillende leguminosen in staat blijken voor cultuurgewassen onbereikbare fosfaten te mobiliseren, die op deze wijze op korte termijn toegankelijk worden gemaakt. Voor het hier besproken recent vulkanisch materiaal met zijn geweldige reserve aan voedende bestanddelen, is dit uiteraard een punt van belang.

De invloed van het mulchen op de luchthuishouding is hier van minder betekenis, omdat bij dit soort gronden als regel de luchthuishouding van nature al in orde is.

b. *De invloed van mulching op de stikstofhuishouding van een jonge asgrond*

Thans volgen nog enkele cijfers, afkomstig van Ir SNOEP (16 en 17) die een indruk geven van de mulchwerking op de stikstofhuishouding en het stikstofniveau van een zandige Kloetgrond.

TABEL I

Behandelingen	Diepte waarop de grondmonsters werden genomen	Gehalte in			C/N quotient
		procenten		honderdduizendste procenten	
		totaal koolstof	totaal stikstof	nitraat	
geen mest / geen mulching	2–10 cm	1,43	0,14	14	10,2
	15–22 cm	1,43	0,14	8	10,2
	28–35 cm	1,36	0,13	8	10,5
geen mest / geregelde mulching	2–11 cm	2,19	0,23	374	9,5
	15–22 cm	1,60	0,16	193	10,0
	28–35 cm	1,40	0,13	47	10,8

TABEL II

	% koolstof		% stikstof		nitraatcijfers in millioenste procenten	
	2–10 cm	20–30 cm	2–10 cm	20–30 cm	2–10 cm	20–30 cm
clean	1,18	1,21	0,126	0,122	12	12
gemulched . . .	1,79	1,22	0,173	0,134	137	28

Uit deze cijfers blijkt niet alleen een hoe grote invloed mulchen heeft op het stikstofniveau van de grond, ook de gunstige invloed op het koolstofgehalte, wat op zijn beurt het bacterieleven weer geweldig stimuleert, komt er in tot uiting.

Het feit, dat de mulchwerking zich vooral doet gelden in de nitraatwaarden en dat deze er relatief nog veel sterker door beinvloed worden dan het totale stikstofgehalte, is trouwens al één bewijs van de verhoogde bacterie-activiteit. Maar ook bij het mobiliseren van de reserve aan alle mogelijke andere voedende bestanddelen, b.v. bij de fosfaatvoeding van de plant, zal dit krachtig microbiologisch leven zeker van grote invloed zijn, zodat voor dit type gronden, meer dan voor welke andere ook, het mulcheffect van een welhaast onbegrensde veelzijdigheid is.

Op bepaalde gronden kan, zoals wij later zullen zien, groot succes worden geboekt door het onderbrengen van organisch materiaal

in blinde goten. Deze methode verdient vooral aanbeveling waar het er om gaat het wortelmilieu te verdiepen en de luchthuishouding van de grond in de diepere lagen te verbeteren. In jonge asgronden laat echter ook op wat grotere diepte de luchthuishouding veelal niet te wensen over, zodat men deze bewerkelijke — en daardoor nogal dure methode — hier achterwege kan laten en met mulchen kan volstaan.

De volgende, eveneens van SNOEP afkomstige cijfers (Tabel III) leveren nogmaals het bewijs, dat voor dit type gronden mulching dè methode bij uitnemendheid is.

TABEL III

	% stikstof		nitraatcijfers in millioenste procenten	
	5–15 cm	30–40 cm	5–15 cm	30–40 cm
clean	0,124	0,109	17	14
clean, bemest	0,146	0,124	39	25
gemulched	0,155	0,133	112	53
gemulched, bemest	0,162	0,147	135	60
in goten begraven	0,139	0,124	65	40
in goten begraven, bemest	0,142	0,145	93	47

c. *De waterhuishouding als minimumfactor bij jonge asgronden*

Wat meer gecompliceerd is de situatie ten aanzien van de waterhuishouding.

Wij hebben hier te maken met gronden van een min of meer zandig karakter, waarvan het waterhoudend vermogen zeker niet een van de sterkste punten is; integendeel, de doorlatendheid is uitmuntend, maar slechts een klein percentage van het regenwater blijft ten behoeve van de gewassen in de bouwvoor hangen.

De inschakeling van hulpgewassen voor de levering van mulchmateriaal heeft nu enerzijds een buitengewoon gunstige invloed op het organische stofgehalte — en daardoor op het waterhoudend vermogen — van deze gronden, maar anderzijds zijn, vooral in droge perioden, deze hulpgewassen directe concurrenten van de cultuurgewassen ten aanzien van het beschikbare water. Dit laatste punt klemt des te meer door het feit, dat vrijwel alle asgronden gelegen zijn in Oost-Java, dus in een klimaat, dat juist door een geprononceerd droge Oost-moesson gekenmerkt is.

Het gevolg is dan ook, de meest uiteenlopende meningen over de waarde van hulpgewassen. Terwijl de één er bij zweert, heeft de

ander er geen goed woord voor over; en toch is de oplossing zo eenvoudig. Zorg er voor dat, wanneer de droge tijd invalt, de hulpgewassen zoveel mogelijk als waterconcurrenten zijn uitgeschakeld, dat ze zo diep mogelijk zijn ingesnoeid en dat het snoeisel als mulchmateriaal er juist in belangrijke mate toe bijdraagt, onnodige verliezen door directe verdamping te beperken.

Zolang het nog geregeld regent, is er water genoeg voor cultuur- en hulpgewas beiden, maar komt de droge tijd, dan moet men tijdig afstand doen van de hulpgewassen om de watervoorziening van het hoofdgewas veilig te stellen.

Gedurende de Oostmoesson zelf zal dan vaak nog wel enige keren gesnoeid moeten worden om de hulpgewassen zo laag en zo kaal mogelijk te houden.

Door Dr VAN DER VEEN (21) zijn o.a. enkele typerende gevallen van waterconcurrentie op zeer zandige grond in een uitgesproken droge Oostmoesson, gepubliceerd.

In een proef werden, tussen de jonge rubber in, lamtoropaggers gezaaid, die in de Z-helften steeds laag gehouden werden (=50 cm), waarbij het snoeisel als mulchmateriaal om de boompjes werd neergelegd, terwijl zij daarentegen in de N.-helften hoog gehouden werden (4 à 5 m), om daar in de droge tijd de jonge rubber tegen de uitdrogende winden te beschermen.

In de vochtige Oostmoesson van 1939 waren er geen verschillen tussen de N- en Z-helften der vakken zichtbaar. Na de zeer droge Oostmoesson van 1940 was dit echter wel degelijk het geval. De bomen uit de Z.-helften waren niet alleen beter ontwikkeld, doch hadden na de rui bijna allen normaal blad ontwikkeld, terwijl die in de N-helften overal het typische kleine droogteblad vertoonden met verdroogde, gekrulde bladranden. Hoewel de bomen in de N-helften dus door de hoge lamtoropaggers tegen de droge wind beschermd waren geweest, hadden ze toch veel meer van de droogte geleden (zie foto 3).

Bemonstering en watergehalte-bepaling van een aantal vakken per eind October, leverden het volgende resultaat:

diepte	Z-helften	N-helften
5–10 cm	12,4 %	14,6 %
50 cm	15,8 %	13,5 %
100 cm	20,2 %	18,5 %
150 cm	24,0 %	21,2 %

Alleen het bovenlaagje van de grond bleek onder de ongesnoeide

paggers wat meer vochthoudend, door de beschuttende werking tegen de uitdrogende winden. In de diepere lagen echter was het vochtgehalte, door de waterconsumptie van de ongesnoeide lamtoropaggers, in de N-helften over de hele linie lager dan in de Z-helften. Het gevolg was een ernstig watertekort voor de rubber tijdens het uitlopen van het nieuwe blad.

Een andere proef betrof een losse zandgrond, waar vaksgewijze de grond begroeid en schoon gehouden was. In de schone vakken was het zand op 20 cm diepte reeds „donker" door het vocht, terwijl onder het bodemdek, dat inmiddels door de droogte afgestorven was, het zand op 30 en 40 cm nog altijd los en geheel onsamenhangend was.

Het vochtgehalte van deze zandgrond was:

diepte	onder „begroeid"	onder „clean"
0–5 cm	2,17 %	3,22 %
15–20 cm	3,38 %	9,64 %
25–30 cm	4,26 %	8,57 %

De verschillen blijken dus wel aanzienlijk te zijn.

d. *Cultuurmaatregelen ten behoeve van jonge asgronden*

Resumerende hebben wij gezien, dat de zandige, uiterst jong vulkanische asgronden gekenmerkt worden door een overvloed aan allerlei voedende bestanddelen, zoals P_2O_5, K_2O, MgO, CaO enz. en een over het algemeen uitstekende luchthuishouding, met daarnaast een te laag stikstofniveau en een vaak onvoldoende waterhoudend vermogen als zwakke punten.

In verband met laatstgenoemde punten is een ruime organische stof-voorziening voor deze gronden van fundamenteel belang, waarbij dit organisch materiaal door hulpgewassen in de aanplant zelf geleverd zal moeten worden.

Hierbij loopt men de kans van enige wortelconcurrentie tussen hulpgewas en cultuurgewas, doch het uiteindelijke voordeel van de hulpgewassen is groot genoeg om dit nadeel op de koop toe te nemen. Wel moeten wij door het treffen van de nodige maatregelen het nadeel tot een minimum trachten te beperken, waarbij ons de volgende middelen ten dienste staan.

1. Het zoveel mogelijk opvangen van de aanvankelijke stikstofconcurrentie door een extra N- of in bepaalde gevallen NP-gift aan het cultuur gewas.

2. Het toepassen van mulching zodra de ontwikkeling van de hulpgewassen dit mogelijk maakt.
3. Het diep insnoeien of zo nodig tijdelijk geheel opruimen van de hulpgewassen tegen de droge tijd, om de waterconcurrentie gedurende die periode zoveel mogelijk uit te schakelen.
4. Het handhaven van flinke boomspiegels, waar geregeld nieuw mulchmateriaal wordt opgebracht, doch die zorgvuldig van groeiende planten worden vrijgehouden, om ook op die manier de wortelconcurrentie zoveel mogelijk te beperken.
5. Het kiezen van een hulpgewas, dat niet alleen een flinke hoeveelheid organische stof levert, doch onder de gegeven omstandigheden het cultuurgewas zo min mogelijk schade berokkent. De verschillen in dit opzicht kunnen vrij groot zijn en ook niet-leguminosen geven vaak resultaten, die weinig of niet voor die van vlinderbloemigen behoeven onder te doen. Als voorbeeld van een uitstekende leguminoos kan lamtoro (Leucaena glauca), van een niet-leguminoos wedoesan (Ageratum mexicanum) worden genoemd.

e. *De bodemanalyse van een jonge asgrond*

Hier volgt nu een oriënterende bodemanalyse van een dergelijke juveniele asgrond volgens de methode MORGAN-VENEMA:

pH – water – 6
pH – KCl – 4,5
kalitoestand – hoog
ammoniakgetal – laag tot matig
fosfaattoestand – hoog
kalktoestand – uiterst hoog
magnesiumtoestand – uiterst hoog
vrij ijzer – zeer laag
vrij aluminium – zeer laag
vrij mangaan – laag tot matig
nitraat – matig hoog
sulfaat – uiterst laag

Het meest karakteristiek voor dergelijke asgronden zijn de lage aluminiumcijfers en de hoge kalk- en magnesiumtoestand. De kali- en fosfaattoestand liggen in lang niet alle gevallen op het genoemde hoge niveau. Zo is de fosfaattoestand nogal eens laag in plaats van hoog, terwijl ook de kalitoestand het in verschillende gevallen niet verder brengen kan dan tot „matig hoog" of nog lager zelfs. Wij

moeten dan echter denken aan een situatie, waarbij nog onvoldoende kali en fosfaat uit de reserves vrijgekomen is. Doordat voortdurend nieuwe voedende bestanddelen door verweringsinvloeden uit de reserves vrijkomen, is een dergelijke, niet meer dan matige voorraad fosfaat en kali, echter weinig bezwaarlijk, vooral voor overjarige cultures, die deze voedingsstoffen toch meer geleidelijk benodigen.

VAN DEN HONERT neemt aan, dat een concentratie van 0,05 mg/l P_2O_5 reeds voldoende is om de fosfaatbehoefte te dekken. Een laag fosfaatcijfer is weinig bezwaarlijk, zolang er maar een voldoende reserve tegenover staat, waaruit de verliezen geregeld worden aangevuld.

Ook een kalibemesting is practisch altijd overbodig. Een fosfaatbemesting kan voor zeer jonge aanplanten in het begin nog wel eens enig effect sorteren, daar dergelijke jonge plantjes, met hun nog weinig uitgebreid wortelstelsel, over een ruime voorraad gemakkelijk opneembaar fosfaat de beschikking moeten hebben. Zodra de planten echter groter worden en hun wat meer eisend jeugdstadium achter de rug hebben, reageren zij als regel niet meer op de fosfaatbemesting. Het uit de reserve vrijkomende fosfaat is dan voldoende om in de behoefte te voorzien en mogelijk hebben oudere planten een wat meer fosfaat ontsluitend vermogen dan jonge. Wordt op dit grondtype een fosfaatbemesting toegediend, dan moet dit gebeuren in een wateroplosbare vorm.

Eénjarige cultures, die hun voedingsstoffen binnen een kort tijdsbestek nodig hebben, kunnen wel eens wat duidelijker op een fosfaatbemesting reageren. De fosfaatreserve is in dat geval ruim voldoende en zelfs veel meer dan dat, maar de hoeveelheid direct beschikbaar fosfaat is niet of nauwelijks voldoende voor de hoge fosfaateisen van een eenjarige cultuur. Ook hier dient dan het fosfaat te worden gegeven in een wateroplosbare, dus direct beschikbare vorm. Natuurfosfaat, dus fosfaat in de vorm van het niet-wateroplosbare tricalciumfosfaat heeft hier geen zin, omdat het alleen de toch al ruime reserve nog vergroot, maar weinig direct beschikbaar fosfaat levert, mede doordat het als regel weinig zure en kalkrijke milieu de omzetting van het tricalciumfosfaat in een voor de plant opneembare vorm nog vertraagt.

Zoals wij reeds mededeelden is het lage cijfer voor vrij aluminium karakteristiek voor dit soort gronden. Recente asgronden met hoge Al-cijfers komen niet voor, wat trouwens begrijpelijk is, omdat er hier nog geen sprake is van een complex-afbraak, die voor de Al-levering verantwoordelijk is; eerder is het tegendeel waar, complexvorming uit het verweringsmateriaal van de as.

Zolang we te maken hebben met droge gronden geldt hetzelfde — en in verband met het feit dat hoge Fe-cijfers karakteristiek zijn voor een nog verder voortgeschreden complex-afbraak, in zelfs nog sterkere mate — voor het ijzer. Droge asgronden zijn dan ook altijd gekenmerkt door lage tot uiterst lage ijzercijfers.

Iets anders is het, wanneer we te maken hebben met jonge asgronden onder sawahcultuur. Wij krijgen dan een reductief milieu, waarin zowel Fe als Mn gereduceerd worden tot oplosbare verbindingen. Het gevolg is, dat een analyse van recente asgronden onder sawahcultuur vaak hoge cijfers toont voor vrij ijzer en vrij mangaan. Dit hoge ijzergehalte komt op direct zichtbare wijze ook tot uiting in de grote hoeveelheden slijmachtige Fe $(OH)_3$, door de zgn. ijzerbacteriën in de sawahleidingen afgescheiden.

Nogmaals wordt er echter de nadruk op gelegd, dat deze hoge ijzercijfers enkel en alleen het gevolg zijn van het reductieve milieu en dat ze niets — maar dan ook niets — te maken hebben met de hoge Fe-cijfers, die we later zullen tegenkomen en die verband houden met een vergevorderde complex-afbraak.

VENEMA (27) geeft het volgende analyse-overzicht (tabel IV) van een aantal jonge Merapi-asgronden onder sawahcultuur (1 t/m 4) en onder tegallan (5 en 6).

TABEL IV

	Analysen van juveniele-Merapi-asgronden												Verweringstoestand				
	Kationentoestand						Anionentoestand										
	K_2O	NH_3	CaO	MgO	CuO	ZnO	P_2O_5	NO_3	NO_2	SO_4	Cl	B_2O_3	pH H_2O	pH KCl	Fe_2O_3	Al_2O_3	Mn_2O_3
1	33	0,5	3500	120	sp.	sp.	0,3	32	sp.	20	25	6,5	6,3	4,5	8	1,0	7
2	50	0,5	3250	120	2,8	sp.	0,3	100	sp.	30	25	5,5	6,4	4,4	9	2,5	8,5
3	30	0,5	3300	130	sp.	sp.	2,5	35	sp.	20	25	4,0	6,1	4,5	8	1,7	3,5
4	48	sp.	4000	140	1,0	sp.	2,5	35	sp.	15	15	7,0	6,9	4,5	8	1,5	3,5
5	30	sp.	1500	140	0,7	sp.	4,5	5	sp.	sp.	sp.	4,5	4,3	4,2	2,0	4,0	3,5
6	35	sp.	950	110	0,3	sp.	5,5	3	sp.	sp.	35	4,5	4,5	4,4	1,5	2,5	1,5

Bovenstaande cijfers demonstreren vrijwel alles wat wij in de voorgaande bladzijden behandeld hebben.

Over de gehele linie hoge Ca- en Mg-cijfers, doch lage Al-cijfers, en aanzienlijk hogere Fe-cijfers voor de 4 sawah-monsters dan voor de 2 tegallan-gronden.

Verder zien wij hier een opvallend verschil in fosfaatgehalte tussen de natte- en de droge gronden, doch VENEMA betwijfelt of dit verschil ook voor de praktijk betekenis heeft.

De droge gronden liggen nl. iets hoger op de vulkaanhelling en zijn door windsortatie grofkorreliger dan de lager gelegen sawah-

gronden. Dergelijke grofkorrelige gronden blijken nu analytisch veelal fosfaatrijker, doch plantenphysiologisch fosfaatarmer te zijn dan de fijnkorrelige afzettingen, zodat het zeer wel mogelijk is, dat de fosfaatvoorziening in de sawahgebieden, de veel lagere fosfaatcijfers ten spijt, toch niet onderdoet voor die van de droge gronden.

Wat verder opvalt zijn de hogere Ca- en NO_3-cijfers voor de sawahgronden in vergelijking met de beide droge grondmonsters. Het hogere kalkgehalte van de sawahgronden houdt verband met de geregelde kalkaanvoer in het bevloeiingswater, terwijl het hoge nitraatgehalte verband houdt met de sawah-stikstofbinding door middel van een symbiose tussen bepaalde algensoorten en bacteriën.

B. DE OUDERE ASGRONDEN

Het zal, met het voorgaande voor ogen, een ieder duidelijk zijn, dat bij de verwering van de asgronden de analysecijfers, vooral van kali en fosfaat, eer de neiging hebben hoger te worden dan lager, doordat voedende bestanddelen uit de reserve worden vrijgemaakt. Het is uiteindelijk slechts een kwestie wat het wint, de winst verkregen door verweringsinvloeden of het verlies veroorzaakt door de uitspoeling.

Inderdaad blijken oudere asgronden vaak nog rijker aan deze bestanddelen dan jongere en ook hier weer is het hoofdkenmerk hoge Ca- en Mg-cijfers en lage Al-cijfers.

VENEMA (27) geeft het volgende overzicht van een serie analyseresultaten afkomstig van iets oudere Merapi asgronden (tabel V). De no's 1, 2, 3 en 4 zijn weer afkomstig van bevloeide, de resterende no's van onbevloeide gronden.

TABEL V

No	Analysen van iets oudere Merapi-asgronden																
	Kationentoestand						Anionentoestand						Verweringstoestand				
	K_2O	NH_3	CaO	MgO	CuO	ZnO	P_2O_5	NO_3	NO_2	SO_4	Cl	B_2O_3	pH H_2O	pH KCl	Fe_2O_3	Al_2O_3	Mn_2O_3
1	28	5	1500	130	0,9	sp.	5	45	sp.	sp.	30	9	6,1	4,5	1,5	3	20
2	25	5	850	140	1,0	sp.	8	20	sp.	sp.	sp.	7	6,0	4,6	3,5	5	20
3	48	sp.	2500	140	0,3	sp.	9	18	sp.	sp.	sp.	5	5,8	4,6	1,5	6	4
4	20	4	1000	140	1,1	sp.	8	20	sp.	sp.	sp.	10	6,0	4,4	4,0	5	20
5	33	sp.	450	130	0,3	sp.	4	4	sp.	sp.	sp.	4	4,6	4,4	4	5	10
6	28	sp.	1500	140	0,6	sp.	7	3,5	sp.	sp.	25	9	4,5	4,4	sp	3	4
7	32	sp.	550	120	0,3	sp.	5	4	sp.	sp.	sp.	3	4,7	4,4	3	5	5
8	15	sp.	500	130	0,6	sp.	9	5	sp.	sp.	sp.	3	4,5	4,4	sp.	3	2

Wat de kalicijfers betreft, zien wij bij deze oudere Merapi-asgronden al een iets dalende tendenz t.o.v. het jongere materiaal van tabel IV. Met de Ca-cijfers is dit trouwens in nog veel sterker mate het geval. De P_2O_5-cijfers daarentegen liggen hier duidelijk hoger. De Mg-cijfers zijn op eenzelfde niveau gebleven en ook de Al-cijfers zijn practisch even laag gebleven.

Ook bij deze iets oudere Merapi-asgronden zien wij weer de hogere Ca- en NO_3-cijfers van de sawahgronden t.o.v. de droge gronden.

C. DE JUVENIELE JONG-VULKANISCHE GROND

De voortschrijdende verwering van het vulkanische materiaal blijft voorlopig echter meer merkbaar aan de geleidelijke verandering van het uiterlijk der gronden, dan aan de analyse-cijfers. Op deze wijze kan een bodemtype ontstaan dat ideaal genoemd kan worden, doordat het naast de rijkdom aan plantenvoedende bestanddelen en de goede luchthuishouding, ook nog gekenmerkt wordt door een veel beter waterhoudend vermogen en een hoger stikstofniveau dan de asgronden.

Deze gronden hebben dus hun zandig karakter, dat een te grote doorlatendheid en een te gering waterhoudend vermogen met zich bracht, verloren en zijn geworden tot mooie, losse, rulle, donkergekleurde cultuurgronden, rijkelijk voorzien van alle voedende bestanddelen, met een goede water- en luchthuishouding en een vaak bevredigend natuurlijk stikstofniveau. Dit is uit cultuuroogpunt het hoogtepunt van het verweringsproces van een grond. De verwering heeft een overvloed aan voedende bestanddelen uit de reserve vrijgemaakt, doch heeft zijn verarmende invloed nog niet doen gelden.

Dat wij dit ideale bodemtype juist in Oost-Java tegenkomen, heeft twee oorzaken. In de eerste plaats zijn de vulkanische gronden daar gemiddeld jonger dan in West-Java en in de tweede plaats doet, als gevolg van de uitgesproken droge tijd, de uitspoeling, dus de verarming, zich in eenzelfde tijdsverloop iets minder gelden. Ook in Oost-Java komen wij trouwens heel wat jong-vulkanische gronden tegen, waarbij de Ca- en Mg-cijfers, maar vooral de P_2O_5-cijfers heel wat lager liggen. De K_2O-cijfers liggen echter voor vrijwel alle vulkanische Oost-Java-gronden aan de hoge kant; zeker wanneer wij die vergelijken met vele West-Java-gronden van vulkanische afkomst.

D. DE DEGENERERENDE JONG-VULKANISCHE GROND

a. *Eerste degeneratie-stadium: kalkverlies*

Wanneer, als gevolg van de verder voortschrijdende lateritische verwering de degeneratie van de grond een aanvang neemt, is dat in eerste instantie te merken aan de daling van de Ca-cijfers. Zelfs werkelijk jong-vulkanische gronden zijn dan ook als regel gekarakteriseerd door lage- tot zeer lage Ca-cijfers. Vinden wij een kalkrijke laterietgrond, dan is het buiten twijfel, dat wij te maken hebben met een nog zeer jonge grond. WHITE (28) heeft dit zelfs als classificatiemiddel voor de indeling van de laterietgronden gebruikt.

Het doet op het eerste gezicht eigenaardig aan, dat, ondanks de uitgesproken kalkarmoede van lateritische gronden, een kalkbemesting in de tropen zo weinig wordt toegepast. Er zijn evenwel verschillende redenen voor aan te wijzen.

In de eerste plaats zou een zelfs uiterst matige kalkbemesting voor de vaak honderden hectaren grote ondernemingen zodanige finantiële consequenties met zich brengen, dat dit al een bezwaar mocht heten. Die hoge kosten zouden dan meer het gevolg zijn van de hoge opvoerkosten, die voor vele ondernemingen wel op f 1,— per 100 kg begroot kunnen worden, dan van de kostprijs van de kalk zelf.

Bovendien zijn lang niet alle cultuurgewassen kalkminnend. Thee b.v. prefereert een uitgesproken zure grond en hier zou een kalkbemesting een vaak averechtse werking hebben.

Wel uitgesproken kalkminnend is kina en een kalkbemesting voor kina begon dan ook de laatste jaren een meer en meer gebruikelijke cultuurmaatregel te worden.

Toch moet m.i. de hoofdoorzaak van de geringe belangstelling voor een kalkbemesting op zure laterietgronden nog elders worden gezocht en wel in de van nature uitstekende structuur van dit type gronden.

Kalkbemesting in het gematigd klimaat beoogt als regel in de eerste plaats structuurverbetering, want hier gaat ontkalking meestal samen met structuurverval.

Lateritische gronden daarentegen zijn voor hun structuur minder afhankelijk van de complexbezetting met Ca-ionen en blijven hun goede structuur houden, ook wanneer de kalk meer en meer uit de complexbezetting verdwijnt, om plaats te maken voor waterstofionen. De noodzaak van een kalkbemesting doet zich dan dus minder gelden. Om te voorzien in de behoeften van de cultuurgewassen is er allicht kalk genoeg.

Alleen wanneer wij te maken hebben met een kalkminnend gewas, zoals kina, komt ook hier een kalkbemesting in het geding.

b. *Tweede degeneratie-stadium: fosfaattekort*

Doet de verarmende invloed van de voortschrijdende verwering zich nog meer gelden, dan komt het fosforzuur in het gedrang. Eigenlijk is dit niet in overeenstemming met de verwachtingen, want juist fosfaten staan erom bekend, dat ze weinig aan uitspoeling onderhevig zijn. De oorzaak moet echter worden gezocht, zowel in de aard van het moedergesteente als in de soort ontstane verweringsproducten.

Als potentiële fosfaatleveranciers in een jongvulkanische grond fungeren twee componenten, te weten het apatiet als specifiek fosfaathoudend mineraal en het vulkanische glas, d.w.z. het restmagma, dat na uitkristallisering der mineralen als laatste stollingsproduct deelneemt aan de opbouw van een uitvloeiingsgesteente en dat dus die elementen bevat, die tijdens het kristallisatieproces niet in één of andere minerale vorm werden vastgelegd, w.o. ook fosforzuur. Dit vulkanisch glas moet zelfs worden beschouwd als de voornaamste fosfaatleverancier in een grond, doordat het snel verweert en het P_2O_5 eruit vrijgeeft. Apatiet daarentegen bevat wel veel meer fosforzuur, maar is zo verweringsresistent, dat het als P_2O_5-leverancier een ondergeschikte rol speelt. Duidelijk apatiethoudende, ver verweerde fosfaatarme gronden zijn zeer wel denkbaar. Het vulkanische glas moet dan ook worden beschouwd als de fosfaatleverancier, die voor de aanvulling van oogst- en andere verliezen zorg draagt en wanneer dit vulkanisch glas is opverweerd — en dit gebeurt betrekkelijk snel — dan betekent elke oogst en elke uitspoeling een absoluut verlies, omdat het apatiet tè resistent is om voor de gewenste fosfaat-aanvulling te kunnen zorgdragen.

De oorspronkelijk nog beschikbare hoeveelheid fosfaat neemt geleidelijk aan af door enige uitspoeling, maar vooral door oogst- en andere verliezen. Een niet onbelangrijk deel vindt b.v. via insecten en vleermuizen zijn weg naar de op Java bekende fosfaatgrotten, vanwaar het, om de kringloop te sluiten, tegenwoordig weer in gemalen toestand op de onderneming terugkomt.

Daarnaast spelen bij de verder voortschrijdende verwering ook bepaalde verweringsproducten en wel speciaal Fe en Al een belangrijke rol bij de fosfaathuishouding. Fe en Al zijn nl. in staat het fosforzuur op zodanige wijze vast te leggen, dat het aan de omloop onttrokken en buiten bereik van de plant vastgelegd wordt.

Juist dit vastleggen van beschikbaar fosfaat door Fe en Al buiten bereik van de plant, heeft er toe bijgedragen, dat voor lateritische gronden het vroeger gebruikelijke wateroplosbare fosfaat in de vorm van dubbelsuperfosfaat de laatste jaren meer en meer ver-

vangen werd door niet-wateroplosbaar fosfaat in de vorm van Cheribonfosfaat.

Bij een supergift kwam inderdaad een gedeelte van het aldus toegediende fosfaat direct aan de plant ten goede, maar de overmaat viel in handen van het in dergelijke gronden gebruikelijke Fe en Al en werd buiten bereik van de plant vastgelegd.

De enige nog onopgeloste vraag hierbij is, in hoeverre de planten toch nog over een gedeelte van dit ijzer- en aluminiumgebonden fosfaat beschikken kunnen en er zijn aanwijzingen, dat vooral in het begin de planten er nog wel iets van benutten kunnen. Geleidelijk aan echter krijgt de ijzer-fosfaat-binding een zo stabiel karakter, dat dit fosfaat als verloren moet worden beschouwd.

Wateroplosbaar fosfaat op lateritische gronden toont dus — in tegenstelling met wat men soms hoort beweren — wel degelijk fosfaatwerking, doch de rentabiliteit wordt gedrukt doordat niet alle fosfaat aan de plant ten goede komt.

Geeft men het fosfaat in de vorm van het niet wateroplosbare tricalciumfosfaat, dan wordt de zaak iets anders. Dit fosfaat wordt nl. geleidelijk aan via de di-vorm omgezet in het wateroplosbare en daardoor voor de plant opneembare monocalciumfosfaat, waardoor ook de plant meer geleidelijk de beschikking krijgt over dit fosfaat en waardoor voorkomen wordt, dat een overmaat door Fe en Al buiten bereik van de plant wordt vastgelegd.

De grote vraag was alleen of het fosfaat uit tricalciumfosfaat voldoende snel ter beschikking komen zou om voor de praktijk van belang te kunnen zijn.

Zoals bekend, is dit in het algemeen in het gematigde klimaat voor de éénjarige gewassen niet het geval. De omzetting in een voor de plant beschikbare fosfaatvorm, verloopt onder die omstandigheden zóó traag, dat aan de grote fosfaatbehoeften over een zo korte periode niet voldaan kan worden.

Voor de éénjarige cultures in Indië, zoals suikerriet, tabak, padi, aardappelen enz., is men om dezelfde reden het wateroplosbare fosfaat nog trouw gebleven, hoewel men ook hier in verschillende gevallen succes heeft geboekt met Cheribonfosfaat, maar voor de overjarige bergcultures is men meer en meer overgegaan op het goedkopere Natuurfosfaat.

Dat Natuurfosfaat hier wèl voldoet, hangt voornamelijk samen met de volgende factoren:

Ten eerste hebben wij, zoals gezegd, hier te maken met overjarige cultures, die het fosfaat meer geleidelijk behoeven dan de éénjarige cultures met hun korte vegetatieperiode.

Ten tweede zijn het sterk zure karakter van de meeste lateriet-gronden (de pH ligt meestal in de buurt van 4,5, tegenover een pH van 6–7 voor de meeste Hollandse gronden) en de hoge bodem-temperatuur factoren die een snelle omzetting in de hand werken.

Al bij al is Natuurfosfaat voor overjarige cultures op lateritische gronden dan ook een uitstekende fosfaatmeststof gebleken.

De enige moeilijkheid is eigenlijk nog deze, dat een voldoend snelle werking mede afhankelijk is van een fijne verdeling in de grond en dit is een kwestie, die ons bij overjarige cultures, waar het op directe wijze inbrengen in het wortelmilieu op vrijwel onoverkomelijke moeilijkheden stuit, nog wel voor enige problemen stelt.

In verband hiermede is voor overjarige cultures bij herontginning e.d. een plantgatbemesting met Natuurfosfaat van het grootste belang. Er wordt dan een zeker kwantum, voor jonge rubber b.v. 1 kg Natuurfosfaat, innig gemengd met de grond uit het plantgat en nadien weer teruggestort, waardoor een zo homogene verdeling in het wortelmilieu bereikt wordt als verder gedurende de gehele levensperiode van de plant niet meer mogelijk zal blijken.

1. Organische stof als fosfaatbuffer

Verder kan niet genoeg de nadruk worden gelegd op de geweldige betekenis van een ruime organische stofvoorziening voor de fosfaathuishouding van een grond. Organische stof betekent de beste fosfaatbuffer die mogelijk is en een geregelde organische stofvoorziening is dan ook een waarborg voor een goed uitgebalanceerde fosfaatvoeding van de plant.

Een buitengewoon goede combinatie is in dit verband een extra natuurfosfaat-gift aan de leguminosen, die dienst doen als hulpgewassen in de aanplant. Vele leguminosen zijn nl. in staat natuurfosfaat bijzonder goed te benutten, waarna het via de organische stof, dus in de meest gewenste vorm, aan de cultuurgewassen zelf

TABEL VI

Laag in cm	Invloed van een bemesting met natuurfosfaat												
	Kationentoestand				Anionentoestand				Verweringstoestand				
	K_2O	NH_3	CaO	MgO	P_2O_5	NO_3	SO_4	CO_2	pH H_2O	pH KCl	Fe_2O_3	Al_2O_3	Mn_2O_3
Bemeste percelen													
0–50	60	8	600	35	1,3	3	30	0	5,2	4,2	sp.	8	6
50–100	60	6	150	5	2,0	5	100	0	4,8	4,5	sp.	90	2
100–150	62	4	80	7	2,5	6	100	0	4,5	4,2	sp.	70	3
Onbemeste percelen													
0–50	65	6	60	16	0,5	4	30	0	4,8	4,5	3	45	4
50–100	67	3	50	4	0,4	3	35	0	4,3	4,0	2	45	1

ten goede komt. Het Natuurfosfaat wordt a.h.w. door de leguminosen ontsloten en daar deze bovendien nog luchtstikstof binden, worden op deze wijze de werkzaamheden van een superfosfaatfabriek en van een stikstofbindingsbedrijf door de leguminosen in de aanplant zelf, gecombineerd.

VENEMA (27) geeft het volgende overzicht van wel en niet met Natuurfosfaat bemeste tuinen (tabel VI).

Zoals te verwachten was, neemt zowel het P_2O_5- als het CaO-gehalte van de grond door een bemesting met Natuurfosfaat in beduidende mate toe. Ook de pH toont een duidelijke stijging, terwijl het Al-cijfer van de bovengrond als gevolg van die bemesting belangrijk daalt. Ook hier blijkt dus weer het antagonisme Ca-Al en het beste middel om de Al-mobilisatie te drukken, is een kalkbemesting in enigerlei vorm.

Het gehalte aan mobiel mangaan blijkt eveneens iets te zijn toegenomen, wat eigenlijk niet helemaal overeenkomstig de verwachting is, omdat men denken zou, dat een kalkgift en de daarmede gepaard gaande pH-stijging de mangaanmobilisatie drukken zou. Er is echter een andere factor die deze tendenz overheerst en dat is de aanzienlijk grotere hoeveelheid organische stof, die een gevolg is van de groeistimulerende invloed van het Natuurfosfaat op de Centrosema-ondergroei. Deze organische stof stimuleert de mangaanmobilisatie meer, dan de kalkbemesting haar remt.

Mits de gronden voldoende vochtig zijn, zal het door toevoer van organische stof zelfs mogelijk blijken op neutrale en op alcalisch reagerende gronden een meetbare mangaanmobilisatie tot stand te brengen.

De welige groei van de Centrosema als gevolg van de Natuurfosfaatbemesting en de daarvan afkomstige organische stof moeten ook verantwoordelijk worden geacht voor het feit, dat de stijging van de fosfaatcijfers in de diepere lagen duidelijker is dan in de bovenlaag. Met het oog op de moeilijkheden, verbonden aan het dieper doordringen van zelfs wateroplosbare fosfaten naar de ondergrond, om nog maar te zwijgen van het onoplosbare karakter van dit soort fosfaat, doet dit wel eigenaardig aan. De verklaring moet worden gezocht in het sterk oplossend vermogen van de groenbemesters voor Natuurfosfaat, waardoor een groot deel van de fosfaatgift in het gewas terecht komt, om daarna, als gevolg van de bladafval en de wortelafsterving, in de vorm van in water oplosbare humeuze verbindingen, naar diepere lagen te worden afgevoerd.

Wij wezen reeds enkele malen op de gevaren die het fosfaat bedreigen van de zijde van het in de grond aanwezige vrije Fe en Al. Ook hier is het beste wapen ertegen weer de zorg voor een flinke hoeveelheid organische stof.

Hier volgen tenslotte nog enkele door MIDDELBURG (12) gepubliceerde voorbeelden, waaruit de invloed van het organische stof-gehalte op de fosfaathuishouding overduidelijk blijkt.

Het eerste heeft betrekking op een oudere laterietgrond uit het Zuid-Lawoe-gebied, waar op 300 tot 400 m hoogte eertijds een bloeiende koffiecultuur was en waar zich een waardevolle humuslaag gevormd had, waarvan echter als gevolg van onvoldoende bodemonderhoud en afspoeling op verschillende plaatsen weinig is overgebleven.

Twee grondmonsters werden op enkele meters afstand van elkaar genomen, het ene op de plaats waar de donkergekleurde humusrijke bouwkruin nog wel aanwezig was en waar een zeer bevredigende maïsaanplant stond en het andere op een afgespoeld gedeelte, waar practisch niets groeien wilde.

De fosfaat- en humusbepalingen leverden het volgende resultaat.

	% humus	% P_2O_5 (HCl)	% P_2O_5 (citr.zuur)	$\frac{P_2O_5 \text{ (HCl)}}{P_2O_5 \text{ (citr.zuur)}}$
Goede aanplant	1,32	0,039	0,005	8
Slechte aanplant . . .	0,58	0,032	0,002	16

Wat P_2O_5 (HCl) betreft, zien wij cijfers, waaruit geen fosfaatgebrek af te leiden valt, terwijl ook het verschil van 0,007 % tussen goede en slechte aanplant zeker niet voldoende is om deze verschillen te verklaren. Iets anders is het echter met de P_2O_5-citroenzuurcijfers, waar de slechte aanplant een beduidend lager cijfer toont dan de goede, waardoor ook de verhouding P_2O_5 (HCl): P_2O_5(citr.zuur) voor de afgespoelde grond zeer hoog en ongunstig wordt.

De gunstige invloed van het hogere humusgehalte in de oorspronkelijke boomkruin op de beschikbaarheid van het fosforzuur, komt nog duidelijker naar voren, wanneer men zich realiseert, dat het hogere P-gehalte in HCl van 0,007 %, samengaat met een hoger P-gehalte in citroenzuur van 0,003 %, wat neerkomt op een P_2O_5 (HCl) : P_2O_5(citr.zuur)verhouding van ruim 2, dus een normale goede oplosbaarheid van deze, door de humus in omloop gehouden kleine hoeveelheid fosfaat.

Dit resultaat stemde overeen met de resultaten van het microchemisch onderzoek, waaruit bleek, dat de afgespoelde grond in het geheel geen fosfaatreactie gaf, terwijl dat bij de humusrijke bouwkruin wel het geval was.

Een ander, door MIDDELBURG aangehaald voorbeeld, heeft betrekking op gronden uit Oost-Afrika (Mozambique), waar op bepaalde granitische bruinaarden de herontginningen van de daar gedreven cultures niet meer wilden slagen.

Hierbij werd zelfs een dieptepunt van 0,002–0,003 % P_2O_5 oplosbaar in 23 % HCl geconstateerd.

Dat desondanks de eerste aanplantingen toch slaagden, hield verband met het feit, dat deze fosfaatvoorraad hier bijna geheel in gemakkelijk oplosbare vorm aanwezig was, wat op zijn beurt weer samenhing met het oorspronkelijk hoge organische stofgehalte van de grond.

De citroenzuur-extracties leverden nl. cijfers van 0,001–0,002 % P_2O_5, m.a.w. een buitengewoon gunstige verhouding P_2O_5 (HCl): P_2O_5 (citr.zuur), die evenals de microbepalingen uitkomsten leverden, gelijk aan die van fosfaathoudende Vorstenlandse gronden.

Doordat bij het in cultuur brengen van deze gronden onvoldoende aandacht werd besteed aan het in stand houden van het organische stof-gehalte, dat ten slotte het wel en wee van deze gronden beheerst, liep dit zozeer achteruit, dat de organische fosfaatomloop grotendeels werd uitgeschakeld en tezamen met de slechts zeer kleine minerale fosfaatvoorraad, niet voldoende meer bleek voor een tweede cultuur.

Deze voorbeelden bewijzen wel van hoe groot belang het organische stofgehalte van een grond kan zijn voor de fosfaathuishouding en de fosfaatmobilisatie en dat het opvoeren of de handhaving van het organische stofgehalte van een grond het middel is om het maximale effect te krijgen van een fosfaatbemesting.

Wat betreft een globaal overzicht van de fosfaatbehoefte van Java's vulkanische gronden, kan gezegd worden, dat: Oost-Java slechts zeer weinig fosfaatbehoeftige gronden van vulkanische oorsprong kent. Feitelijk vindt men die alleen in het tertiaire Zuidergebergte. Zelfs op de reeds tamelijk ver verweerde vulkaanhellingen met een meer jong-vulkanisch karakter reageren de overjarige cultures slechts zelden op een fosfaatbemesting. In Midden-Java komen al meer fosfaatbehoeftige gronden voor en in West-Java mag

verreweg het grootste deel van de vulkanische gronden voldoende fosfaatarm worden geacht om een fosfaatbemesting noodzakelijk te maken.

Dit laatste is van des te meer belang, daar een relatief fosfaattekort lang niet altijd even gemakkelijk te onderkennen valt. Fosfaatgebreksverschijnselen zijn heel wat minder duidelijk dan b.v. stikstof- en kaligebreksverschijnselen. De beste indicatie geeft vaak nog de algemene gezondheidstoestand van een aanplant. Laat de hout- en framevorming te wensen over, of is de aanplant in bijzondere mate gevoelig voor ziekten en plagen, zonder dat er andere aanwijsbare oorzaken zijn, dan is er een grote kans dat wij zoeken moeten in de richting van een fosfaattekort.

c. *Derde degeneratie-stadium: kaligebrek (zie foto's 4 t/m 7)*

Wij hebben gezien, dat het eerste stadium van de lateritische verwering gekenmerkt wordt door de sterk dalende kalkcijfers en dat in een later stadium ook de fosfaattoestand sterk achteruit gaat.

Verkeren de gronden in een nog verder gevorderd verweringsstadium, dan zien wij ook de kalitoestand dalen tot een bedenkelijk laag peil. De oude opvatting, dat jong-vulkanische gronden een van nature zo grote kali-voorraad hebben meegekregen, dat aanvulling ervan onnodig is, is wel op afdoende wijze gelogenstraft door de kaligebreksverschijnselen, die zich op jongvulkanische gronden in een ver verweringsstadium, zowel in de rubber- als in de theecultuur, hebben voorgedaan.

De eerste maal dat de kali-kwestie ter sprake kwam, was, als gevolg van de opvallende resultaten met een kalibemesting verkregen op de rode, vèrverweerde laterietgronden afkomstig van een oude andesiettuf op de Gouvernements Rubber Onderneming „Serpong" in het Tangerangse.

Door een N-bemesting alléén werd de diktegroei enigermate, en door een NP-bemesting duidelijk gestimuleerd, maar werd ook K in het bemestingsschema opgenomen, dan werd de diktegroei van de jonge rubber op frappante wijze beïnvloed.

Zo omstreeks de jaren 1938/1940 werden echter ook in de thee verschijnselen waargenomen, die verband bleken te houden met kaligebrek. De onderste bladeren vertoonden typische afstervingsverschijnselen, eerst aan de bladranden en wat later ook op het bladoppervlak, waarna ze afvielen. Geleidelijk aan werden ook de wat hoger geplaatste bladeren aangetast, met hetzelfde gevolg, waardoor de heesters binnen betrekkelijk korte tijd een kale en ijle indruk maakten.

Aanvankelijk trachten dergelijke struiken zich door nieuwe, jonge uitloop te herstellen, doch uiteindelijk heeft dit de totale uitputting en het afsterven van de heesters tengevolge.

Nadat dergelijke verschijnselen op enkele ondernemingen waren geconstateerd en als kaligebrek onderkend, werd er natuurlijk ook elders meer aandacht aan geschonken en werden ook op verschillende andere ondernemingen soortgelijke verschijnselen, zij het als regel in mindere mate, geconstateerd.

1. Gebieden met kaligebreksverschijnselen in de theecultuur

Het resultaat was, dat volgens Ir SCHOOREL (14) in 1940 de volgende gebieden met kaligebreksverschijnselen in de thee bekend waren:

1. Ten Westen van Tjibadak.
   De verschijnselen kwamen hier voor, soms over grote uitgestrektheden en soms slechts bij enkele heesters te midden van een uiterlijk gezonde aanplant.
   De kaligehalten van de gronden liepen van plaats tot plaats sterk uiteen, met de tendenz in Westelijke richting lager te worden.
2. Op het plateau van Soekanegara en Takokak.
   De verschijnselen waren hier in het algemeen minder onrustbarend. Op sommige plaatsen kwamen ernstige gebreksverschijnselen voor, terwijl anderzijds soms zeer hoge kaligehalten in de grond werden aangetroffen.
3. Op de Westelijke Boerangranghellingen.
   Hier kwam plaatselijk vrij ernstig kaligebrek voor, terwijl de kaligehalten van de grond over het geheel, ook in de beste stukken, laag waren.
4. Ook in het gebied van de djampangs, aan de voet van het plateau van Soekanegara/Takokak, op plaatsen waar vulkanisch materiaal, afkomstig van het plateau, is gelegen op oudere lagen, kwam hier en daar kaligebrek voor.
5. Op het oud vulkanische gebied ten Noorden van het Patoehagebergte, dus op de ondernemingen bij Goenoeng Haloe.
6. Ten Noorden van Buitenzorg.
7. Op het oude, ver verweerde gebied ten Noord-Oosten van Sindanglaja.
8. Op een onderneming in het gebied rondom de Sawal. Van dit gebied was reeds lang bekend, dat kalibemesting de groei van jonge rubber stimuleerde.

9. Ten slotte op een aantal ondernemingen ter Sumatra's Westkust, gedeeltelijk bij de Korintji gelegen.

De meesten van deze bodemtypen behoren tot de bruinrode tot roodbruine, soms wat meer geelbruine, vrij doorlatende, ver lateritisch verweerde andesiettuflaterietgronden (die toch voor het grootste deel, geologisch gesproken, nog jong-vulkanisch worden genoemd) of min of meer daarop gelijkende gronden.

Alleen de grond van Sumatra's Westkust valt hier geheel buiten. De kaligebreksverschijnselen worden daar nl. aangetroffen op jongvulkanische hooggebergte-pseudozandgronden, die blijkens de analysecijfers veel armer aan kali zijn dan de gelijksoortige gronden van Java.

Op typische mergelgronden en (behalve in één uitzonderingsgeval) op jongvulkanische hooggebergtegronden, werden tot dusver op Java geen kaligebreksverschijnselen waargenomen.

Ir SCHOOREL geeft ook enkele cijfers van kaligehalten in gronden, waarop kaligebreksverschijnselen al of niet voorkwamen.

Deze waren als volgt:

	grondsoorten					
	I		II		III	
	geen gebrek	gebrek	geen gebrek	gebrek	geen gebrek	gebrek
K_2O in 25% HCl	0,035	0,006	0,033	0,004	0,008	0,006
K_2O in 2% citrz.	0,018	0,004	–	–	0,006	0,002

Over de gehele linie zien wij, meest zelfs zeer aanzienlijke verschillen in K_2O-gehalte voor gronden zonder en met kaligebreksverschijnselen.

Daarnaast werd door Dr DE HAAN (9) ook een duidelijk verband geconstateerd tussen gebreksverschijnselen en bladanalyses.

Wanneer de genezende werking van een kalibemesting nog niet voldoende zou zijn, dan zou het verband tussen kaligehalte van de grond en van het blad enerzijds en van de gebreksverschijnselen anderzijds er een ieder wel van moeten overtuigen, dat die verschijnselen te wijten zijn aan een kalitekort.

Nu zou het in hoge mate onverstandig zijn pas dan kali in het bemestingsschema op te nemen, wanneer de hiervoor genoemde typerende gebreksverschijnselen in de aanplant optraden, niet alleen omdat men op die manier achter de feiten aanloopt doordat het kaligebrek zich dan zeker zowel in de productie als in de conditie van de aanplant al heeft doen gelden, maar ook, omdat dan zware

tot zeer zware kaligiften nodig zijn om er de aanplant bovenop te helpen.

Bij duidelijke kaligebreksverschijnselen hebben kleine kaligiften als regel weinig resultaat. Er moet dan ongeveer 500 kg zwavelzure kali per ha gegeven worden om enig succes te boeken, maar om de aanplant definitief te helpen is wel 1000–3000 kg zwavelzure kali per ha nodig, die dan over meerdere giften verdeeld moet worden toegediend. Om een aanplant op peil te houden is daarentegen heel wat minder nodig en kan met een hoeveelheid van ca 150 kg zwavelzure kali per ha per jaar worden volstaan, zodat het alle aanbeveling verdient reeds dan kali in het bemestingsschema op te nemen, wanneer de analyseresultaten lage kalicijfers geven en de aanplant nog geen gebreksverschijnselen vertoont.

E. GRONDEN OP TERTIAIR MOEDERGESTEENTE

Zoals wij hebben gezien is kaligebrek op lateritisch verweerde jongvulkanische gronden in een ver verweringsstadium, een nogal eens voorkomend verschijnsel en logischerwijze zou men verwachten dat op de lateritisch verweerde, op tertiair moedergesteente gevormde — dus nog oudere — gronden, kaligebrek wel regel zal zijn. Dit is echter geenszins het geval.

Wanneer wij b.v. de kalicijfers bekijken van ondernemingen uit het Tjibeber-se, de tertiaire formatie Zuidelijk van Soekaboemi, dan vinden wij daar betrekkelijk weinig kaligebreksverschijnselen, doch wel veel lage tot zeer lage kalicijfers, naast een minderheid matige kalicijfers.

De fosfaatcijfers zijn over de hele linie laag tot uiterst laag. Wij hebben hier te maken met andesietische en basaltische brecciën en conglomeraten — d.w.z. saamgeplakte aggregaten van vulkanisch materiaal — die zo lang aan de invloed van het humide klimaat zijn blootgesteld geweest, dat het terrein bijzonder geaccidenteerd geworden is.

Reeds enkele tientallen jaren geleden werd dit gebied op zodanige wijze door Prof. Mohr (13) gekarakteriseerd, dat deze karakterisering tot op de huidige dag haar waarde behouden heeft en als leiddraad dienen kan voor de instandhouding van de cultuurwaarde ervan.

In zijn bekende boek „De grond van Java en Sumatra" schrijft hij nl.:

„Deze terreinen waren tot voor korte tijd nog met bos bedekt; nu is er veel bos gekapt en men vindt er rubber- en thee-aanplantingen,

zelfs op steile en zeer steile hellingen. Wat zal daarvan de toekomst zijn? Dat hangt ervan af, met wiens oog men de zaak beziet. Terwijl nl. een planter rekent met jaren, een maatschappij met 5-tallen of 10-tallen van jaren, rekent een bodemkundige en agrogeoloog met 25- of 50-tallen van jaren, en een geoloog laat de eeuwen sneller dan de werkelijke seconden aan zijn oog voorbij trekken! En zo zal de geoloog zeggen: in minder dan geen tijd spoelt die hele bovengrond af, of wordt tenminste tot een totale onvruchtbaarheid uitgewassen. De planter daarentegen zegt: de aanplant groeit goed; de toekomst laat zich hoopvol aanzien. Dit zijn de beide uitersten. De bodemkundige moet echter, vrees ik, waarschuwend zeggen: Denk erom, dat deze gronden, in verloop van zéér lange tijd onder bos gevormd, geen reservekapitaal meer hebben! Wanneer men hem, onvoldoende bedekt door groenbemesters, in de zon laat blakeren, zal het humusgehalte angstwekkend achteruitgaan en daarmee de hoofddrager der plantenvoeding. Bovendien zal er hevige afspoeling komen in de nette tuinen, zelfs al maakt de planter vangkuilen, om de afspoelende bovengrond niet verloren te doen gaan. Is de humus en het plantenvoedsel weg, dan is het er practisch haast niet meer in te regenereren."

Deze waarschuwende woorden gelden ook thans nog in hun volle omvang. Dit soort gronden leeft bij zijn roulerend kapitaal, want een reserve, om verliezen aan te vullen, is er niet meer.

Een goede illustratie van de ouderdom en de vergevorderde verwering van deze gronden levert het volgende:

Bij een weguitgraving op de onderneming Leuwimanggoe werd aan schrijver, op een diepte van enkele meters beneden het oppervlak, een blootgekomen laag getoond, bestaande uit een soort rolstenenformatie, die reeds door en door verweerd was, maar haar oorspronkelijke structuur nog tot in de details behouden had. Elke steen was hier in zijn oude vorm bewaard gebleven, alleen waren zij tot in de kern volkomen verweerd.

Dat deze laag vroeger meer oppervlakkig gelegen zou hebben en deze verwering in hoofdzaak van toentertijd dateert, waarna zij weer door een nieuwe formatie zou zijn overdekt, is hoogst onwaarschijnlijk, daar op die manier bij de verwering de structuur verloren zou zijn gegaan.

Dat wij hier te maken zouden hebben met een oude rolstenenformatie uit een kali-bed, die op een gegeven moment door een latere formatie is overdekt, wordt te meer aannemelijk door het feit, dat men ook thans nog een stroompje in de onmiddellijke nabijheid aantreft.

Hoofdzaak is echter, dat die rolstenenformatie dan overdekt moet zijn op een moment, dat de verwering nog niet of nauwelijks begonnen was, gezien het volkomen behoud van haar structuur. De verwering tot het huidige stadium moet dus hebben plaats gevonden onder vrijwel dezelfde omstandigheden als wij nu voor ons zien en wanneer men dan niet alleen de diepte, waarop de laag voorkomt, in aanmerking neemt, maar ook het feit, dat elke steen op zichzelf tot in de kern tot een aardachtige massa verweerd is, dan moeten dit wel formaties zijn, die, al verloopt het hele verweringsproces in de tropen dan ook betrekkelijk snel, wel van zeer oude datum en wel zeer ver verweerd zijn. De foto's 8, 9 en 10 brengen een en ander in beeld.

Wanneer wij dit alles in aanmerking nemen, mag het eigenlijk de grootste verwondering baren, dat deze gronden nog niet veel meer verarmd zijn en nog steeds een redelijk goede cultuurwaarde bezitten. De redder in de nood is hier de oorspronkelijke oerbosvegetatie geweest.

a. *Het roulerend kapitaal beheerst de cultuurwaarde van de tertiaire grond*

De laatste decennia is nl. gebleken een hoe uiterst belangrijke functie aan de vegetatie is toebedeeld voor het in stand houden van de vruchtbaarheid van een grond. De vegetatie werkt als pomp in een circulatie-systeem, dat de voedingsstoffen uit de grond, via de plant, weer naar de bovengrond terugvoert en dat de uitspoelingsverliezen op die manier in belangrijke mate reduceert.

Het waren Arens en Von Lausberg, die er als eersten de aandacht op vestigden, dat bladeren bij regen of dauw minerale stoffen in opgeloste toestand kunnen afgeven.

Volgens hen zou het totale asgehalte daarbij binnen enkele uren gemakkelijk met 10–30 % kunnen afnemen en bepaalde bestanddelen, zoals kali, zelfs tot 50 % of meer. Bij de overjarige cultures en bij éénjarige cultures in volle groei, zullen deze verliezen via de bladeren, door nieuwe aanvoer via de wortels wel weer vlug genoeg worden aangevuld, zodat na enkele dagen droog weer het gehalte aan minerale bestanddelen weer toeneemt, om bij regen opnieuw te dalen. Alléén bij éénjarige planten, waar tegen het einde van de vegetatie-periode de werkzaamheid van de wortels afneemt, kan het gebeuren, dat het verzwakte wortelstelsel niet meer in staat is, grote verliezen van voedingsstoffen door de bladeren weer aan te vullen, waardoor het gehalte aan asbestanddelen, in absolute zin, daalt. Dit laatste was een tegen het einde van de vegetatieperiode reeds lang bekend verschijnsel, wat echter oorspronkelijk werd ver-

klaard door aan te nemen, dat op dat tijdstip een groot gedeelte van de plantenvoedende bestanddelen uit het blad, via de wortels, weer in de grond zou teruggaan.

De onderzoekingen van VAN SCHREVEN met suikerbieten bevestigden volkomen de waarnemingen van ARENS en VON LAUSBERG, dat door dauw en regen voedingsstoffen uit het blad worden uitgeloogd. De resultaten van het onderzoek van VAN SCHREVEN, waaruit o.a. bleek, dat kalium en natrium meer aan uitwassing onderhevig zijn dan calcium, kloppen zeer wel met de ervaring, dat tegen het einde van de vegetatieperiode, het kalkgehalte percentagegewijs toeneemt.

In Indië was het speciaal Dr SCHWEIZER die zich met deze zgn. cuticulaire excretie bij dadap, lamtoro, koffie en rubber heeft bezig-gehouden. Op grond van de verkregen cijfers, komt hij door omrekening tot de conclusie, dat op deze wijze door een koffie-aanplant van 1400 bomen, 1000 lamtoro-bomen en 150 dadapbomen per jaar en per ha een hoeveelheid kali de planten passeert en weer tot de bodem terugkeert, die gelijk gesteld moet worden met 30 g zwavelzure kali en een hoeveelheid stikstof die overeenkomt met 60 g zwavelzure ammoniak.

Hoewel deze cijfers als zodanig slechts betrekkelijke waarde hebben, demonstreren zij wel duidelijk de grote betekenis van de pompwerking der vegetatie, die het roulerende kapitaal aan voedende bestanddelen in de bovengrond vasthoudt en zo goed mogelijk tegen uitspoeling beschermt. Elk onkruidje, elke struik en elke boom in een aanplant draagt er op verschillende wijze het zijne toe bij, de bodemvruchtbaarheid in stand te houden.

In de eerste plaats is een, door een dichte vegetatie beschermd bodemoppervlak het meest doeltreffende middel om de afspoeling, die voor elke aanplant funest, maar op dit bodemtype absoluut moordend is, tegen te gaan. Daarnaast zijn zij de leveranciers van de organische stof, waaraan een zo belangrijke rol is toebedeeld voor het instandhouden van de vruchtbaarheid van een grond, terwijl zij tenslotte ook door hun pompwerking verlies van waardevolle bestanddelen door uitspoeling tegengaan.

b. *Cultuurmaatregelen tot instandhouding en verbetering van tertiaire gronden*

Vooral voor gronden, zoals de hier behandelde, dus zonder reservemateriaal, dat verliezen aanvullen kan en met niet anders dan aan uitspoeling onderhevig roulerend kapitaal, is de vegetatie zelf, dus zowel de cultuur- als de hulpgewassen, van een ontzaglijk

belang. Afspoeling en uitspoeling betekent voor dit type gronden een dodelijk gevaar, waarvoor geen moeite te groot geacht mag worden om het te keren en waarbij ons de volgende middelen ten dienste staan:

a. het slaan van blinde goten, niet alleen om op enigermate steil terrein de afspoeling in de hand te kunnen houden, maar ook op de vlakke gedeelten om het wortelmilieu te verdiepen.
Deze goten mogen dus, wanneer ze weer zijn opgevuld, niet worden leeggehaald, maar moeten zodanig worden omgelegd, dat het hele terrein op deze wijze stelselmatig wordt afgewerkt.

b. het zo goed mogelijk bedekt houden van de grond, omdat daardoor de kracht van de vallende regendruppels gebroken, de afstromingssnelheid belangrijk gereduceerd, het wegzakken in de grond vergemakkelijkt wordt en als resultante van dit alles de afspoeling tot ongevaarlijke proporties wordt teruggebracht.

c. door er voor te zorgen, dat voortdurend zoveel mogelijk voedende bestanddelen via de vegetatie circuleren, wat dus neerkomt op bijzondere zorg aan cultuurgewassen en in niet mindere mate aan hulpgewassen.

d. door het wortelmilieu te verdiepen zoveel in ons vermogen ligt en te werken op structuurverbetering. Immers, hoe dieper het wortelmilieu, hoe groter het bodemvolume dat bij de pompwerking der vegetatie betrokken is en hoe groter de kans dat voedende bestanddelen bij hun weg omlaag nog tijdig door een wortel gegrepen worden, vóór zij de kans krijgen uit te spoelen. Hoe beter de structuur van een grond, hoe intensiever de doorworteling en hoe groter het bodempercentage, dat ook ten volle aan de voeding en de pompwerking van de vegetatie deelneemt. De diepte van het wortelmilieu en de structuur ervan zijn uiterst belangrijke factoren voor het behoud van de bodemvruchtbaarheid.

Wat betreft het bemestingsschema op dergelijke oud-vulkanische gronden, kan globaal worden gezegd, dat P_2O_5 altijd nodig is, dat het kaliniveau weinig constant is, maar het merendeel van de kalicijfers toch zo laag ligt, dat de opname van kali in het bemestingsschema in hoge mate gewenst, om niet te zeggen noodzakelijk is en dat men op deze basis, met behulp van stikstof, de productie kan opvoeren tot het peil dat mogelijk en wenselijk is.

Als fosfaatmeststof hebben kalkrijke fosfaten, zoals Cheribonfosfaat, het voordeel de op dit bodemtype als regel sterke Al-mobilisatie terug te dringen.

F. MERGELGRONDEN

Tot dusverre hebben wij steeds lateritisch verweerde bodemtypen behandeld, waarbij onder invloed van de uitlogende werking van een zure of eluviale verwering alle mogelijke voedende bestanddelen en wel in de eerste plaats de kalk, uit de bouwvoor verdwijnen.

Gronden van het mergeltype daarentegen moeten worden beschouwd als te zijn ontstaan door een illuviale of alcalische verwering onder invloed van een overmaat basen, in hoofdzaak kalk. Wij moeten ons voorstellen, dat dit b.v. gebeuren kan in laaggelegen gebieden of aan de voet van een vulkaanhelling onder invloed van het bovengronds- of ondergronds aangevoerde zakwater, afkomstig van de hoger gelegen hellingen, waar de eluviale verwering deze basenovermaat levert.

Het resultaat van een dergelijke illuviale verwering is nu een bodemtype met montmorilloniet als karakteriserend kleimineraal en wat dat zeggen wil met het oog op de cultuurwaarde van een grond, hebben wij reeds eerder behandeld. Dank zij het buitengewoon sterke hydratatie-vermogen van het montmorilloniet-colloïd, krijgen wij op die manier gronden met een zó klein spanningsvrij poriënvolume, dat de waterhuishouding, maar vooral de luchthuishouding, de beperkende factor voor de cultuurwaarde wordt.

VENEMA (25) geeft hierover interessant cijfermateriaal, afkomstig van een kalktufzwartaarde, dus van het meest ongunstige mergeltype wat zich denken laat. Het andere uiterste, de zgn. tufgrauwaarde, vertoont de slechte physische eigenschappen, nl. in wat mindere mate. Hier volgen dan de cijfers die VENEMA geeft voor een kalktufzwartaarde.

Verdeling van vaste stof, water en lucht in een kalktufzwartaardeprofiel in het midden van de droge moesson. Uitgedrukt in volumeprocenten in natuurlijke ligging (tabel VII).

TABEL VII

Laag	Ligging cm	Vol. % vaste stof	Vol. % lucht	Vol. % water
I	0–20	37,3	16,2	46,5
II	20–40	37,5	7,0	55,5
III	40–60	37,2	5,8	57,0
IV	60–80	37,3	4,2	58,5
V	80–100	38,0	4,0	58,0

Uit het lage volumepercentage vaste stof valt wel af te leiden met een hoe dikke watermantel de bodemcolloïden omgeven moeten

zijn, terwijl in de water-luchtverhouding de slechte luchthuishouding tot uiting komt.

De volgende tabel geeft een overzicht van de verhouding totaalporiënvolume: spanningsvrij poriënvolume bij hetzelfde kalktufzwartaardeprofiel (tabel VIII).

TABEL VIII

Laag No	Vol. % totaal poriënvol.	Vol. % van het spanningsvrije poriënvolume	
		Volgens Vageler	Volgens Gradmann
I	62,7	22,9	18,3
II	62,5	17,9	14,7
III	62,8	15,4	12,4
IV	62,7	15,0	12,8

Het spanningsvrije poriënvolume omvat zowel het poriënvolume gevuld met lucht als het beweeglijke water en wanneer wij ons dan realiseren dat, afhankelijk van de plantensoort, de meeste cultures wel 10 vol.% bodemlucht nodig hebben voor een normale ontwikkeling, dan is het duidelijk, dat er weinig ruimte meer overschiet voor opneembaar water. Het komt dus neer op òf een tekort aan bodemlucht òf aan opneembaar water. Verreweg het grootste gedeelte van het water in een mergelgrond is zóó vast gebonden, dat de zuigkracht van de planten onvoldoende is om het te kunnen benutten. Bovendien wordt, zoals reeds eerder betoogd is, de aanwezige vrije oppervlakte-energie voor het grootste gedeelte gebruikt voor de opbouw van de hydratatiemantels, zodat voor de capillaire wateropstijging nog slechts zeer weinig vrije oppervlakte-energie overblijft. Het gevolg is, dat, in vergelijking met andere bodemtypen, de maximale stijghoogten bij de capillaire opstijging slechts zéér klein zijn.

VENEMA (25) vond de volgende maximale stijghoogten voor verschillende Java-grondtypen. Deze blijken voor alle mergeltypen belangrijk achter te blijven bij dievan de asgronden, maar zijn voor de vlaktemergelklei en de kalktufzwartaarde wel bijzonder klein.

Lichte rivierklei.	Rendeng Koedoes . .	79 cm
Jonge Merapi-as.	Vorstenlanden	69 ,,
Oudere Merapi-as.	Vorstenlanden	62 ,,
Rode fijne asgrond.	Rendeng. Koedoes . .	61 ,,
Gemengde tufgrauwaarde.	Vorstenlanden	41 ,,
Mergelklei menggrond.	Nieuw Tersana . . .	25 ,,
Mergelklei menggrond.	Leuweunggadjah . .	20 ,,

Vlakte mergelklei.	Rendeng Koedoes . .	7 cm
Vlakte mergelklei.	Soemberhardjo . . .	6 „
Kalktufzwartaarde.	Vorstenlanden	6 „

Uit deze cijfers blijkt wel, dat men bij een tekort aan beschikbaar water bij een kalktufzwartaarde zeker niet rekenen kan op aanvulling door capillaire opstijging.

Als vergelijking geeft VENEMA de volgende cijfers voor het spanningsvrij poriënvolume van jonge Merapi-asgronden in natuurlijke ligging (tabel IX).

TABEL IX

Vol. % totaal poriënvolume	Vol. % spanningsvrij poriënvolume	
	Volgens Vageler	Volgens Gradmann
52,6	33,6	33,8
59,7	43,6	41,0
52,5	35,9	34,5
52,5	34,3	35,2
52,0	34,0	33,3
53,5	32,0	29,6

Het spanningsvrije poriënvolume is hier zoveel groter dan bij de kalktufzwartaarde, dat voor dergelijke asgronden in dit opzicht niet de minste moeilijkheden te vrezen zijn.

a. *Cultuurmaatregelen tot verbetering van een mergelgrond*

De grote vraag is nu, wat men doen kan om de physische gesteldheid van dergelijke mergelgronden te verbeteren.

Het meest doeltreffende middel, dat gelukkig ook op grote schaal door Moeder Natuur zelf wordt toegepast, is „verdunning" en menging met jong-vulkanisch of lateritisch verweerd materiaal. Vele mergel-suikergronden danken hun bestaan als zodanig aan een voldoende hoeveelheid van dergelijke bijmengselen, want zou dat niet het geval zijn, dan zou de zuivere mergelgrond, vooral de in dat opzicht wat meer eisende suikerrietsoorten, door gebrek aan bodemlucht voor de worteladem haling geen bestaansmogelijkheid bieden. Sisal en tabak zijn nòg gevoeliger voor een voldoende hoeveelheid bodemlucht, zodat deze gewassen helemaal niet geschikt zijn voor zware mergelgronden.

De bevolking past, door de ondervinding geleerd, dezelfde methode van mergelgrondverbetering toe door bemesting met zand, afval, wegenvuil, as en ander soortgelijk materiaal.

Een ander middel tot verbetering van mergelgronden is het welhaast universele middel, dat ook voor de meeste andere bodemtypen geldt, het opvoeren van het organische stofgehalte in de grond.

Het derde middel tot verbetering van mergelgronden, voor Europese gronden welbekend, is een kalkbemesting.

Met dit laatste voor ogen is er één merkwaardigheid, waarvoor geen verklaring te vinden is en die wij tot dusverre als fait accompli hebben te aanvaarden, nl. het feit, dat de van nature meest kalkrijke mergelgrond, de kalktufzwartaarde, juist het zwaarst en het meest ondoorlatend is en een uitermate slechte physische gesteldheid toont.

Zodra wij echter een mergelgrond kunstmatig bekalken, heeft dit als regel wel een gunstige invloed op de physische gesteldheid en de doorlatendheid, zodat bekalking zeker thuishoort onder de cultuurmaatregelen tot verbetering ervan.

b. *Het gehalte aan plantenvoedende bestanddelen van een mergelgrond*

Wat het gehalte aan plantenvoedende bestanddelen betreft is geen algemene regel te geven. Er zijn mergelgronden met meer dan voldoende — en met een tekort aan fosfaat, en gronden met redelijk kali, naast andere met een uiterst laag kaligehalte, zoals ook wel blijkt uit het volgende overzicht van VENEMA (tabel X):

TABEL X

Bovengrondanalysen van tufgrauwaarden en tufzwartaarden

No	Kationentoestand				Anionentoestand					Verweringstoestand				
	K_2O	NH_3	CaO	MgO	P_2O_5	NO_3	SO_4	Cl	CO_2	pH H_2O	pH KCl	Fe_2O_3	Al_2O_3	Mn_2O_3
1	70	2,5	1200	120	0,6	4	sp.	20	0	6,8	6,3	1	2	4
2	30	sp.	1500	140	9	sp.	sp.	35	0	6,2	5,2	2	4	5
3	20	5	1000	140	8	20	sp.	sp.	0	6,0	4,6	sp.	5	2
4	20	sp.	2750	140	8	sp.	sp.	25	aanw.	7,5	5,2	sp.	3	7
5	14	1	1500	300	4	20	sp.	sp.	sp.	7,3	6,8	sp.	4	2
6	12	1	1500	300	1,2	4	sp.	sp.	aanw.	7,3	7,2	sp.	4	1
7	18	sp.	500	130	9	5	sp.	sp.	0	4,6	4,4	sp.	3	2
8	12	4	800	80	4	60	sp.	sp.	0	5,2	4,6	sp.	10	4

De nos 1, 2 en 3 zijn afkomstig van tufgrauwaarden, de nos 4, 5 en 6 van tufzwartaarden resp. kalktufzwartaarden en de nos 7 en 8 van naar rood transformerende zwartaarden. Deze laatsten zijn dus gevormd onder invloed van een illuviale of alcalische verwering, waardoor een grond met een typisch mergelkarakter ontstond, die

echter, doordat de omstandigheden zich wijzigden, thans verder verweert in lateritische richting, waarbij in eerste instantie het kalkgehalte sterk daalt en de kleur omslaat naar rood, maar waardoor het mergelkarakter, voorlopig althans, bewaard blijft.

Voor mergelgronden kan dan ook geen universeel bemestingsschema gegeven worden, daar de fosfaat- en kali-gehalten daarvoor te zeer uitéénlopen. Elk geval dient op zichzelf beoordeeld te worden.

G. RESUME VAN BODEMTYPEN VAN JAVA EN HUN CULTUURWAARDE

Resumerende komen wij tot het volgende overzicht wat betreft verschillende bodemtypen van Java en hun cultuurwaarde.

Recente asgronden, een bodemtype met een grote toekomst en een schat aan reservemateriaal, waarbij de waterhuishouding, in verband met het zandige karakter, echter één van de zwakke punten blijft, zolang de verwering nog niet verder heeft doorgewerkt. Daarnaast is op dit type gronden aan een ruime organische stofvoorziening een veelzijdige taak toebedeeld, niet het minst ten aanzien van de stikstofhuishouding.

Jong-vulkanisch materiaal is, zeker wanneer ook de physische gesteldheid niet te wensen overlaat, een van die ideale bodemtypen, waaraan Indië zijn reputatie van onuitputtelijke bodemrijkdom dankt; de verweringsinvloeden hebben hier wel ver genoeg doorgewerkt om de verschillende plantenvoedende bestanddelen in ruime mate voor de vegetatie ter beschikking te doen zijn, maar nog niet ver genoeg om de verarmende invloed van het uitspoelingsproces in beduidende mate te doen gelden.

Jong-vulkanisch materiaal in een meer gevorderd verweringsstadium, is een bodemtype, waarbij de verarmende invloed van het uitspoelingsproces zich al wel degelijk heeft doen gelden.

In eerste instantie verdwijnt de kalk. In het volgende stadium zien wij vele gronden met een fosfaattekort, zodat fosfaatbemesting als regel één van de meest belangrijke cultuurmaatregelen voor dit type gronden is. Is de verwering nog verder voortgeschreden dan openbaren zich ook kaligebreksverschijnselen. Vooral bij thee op vèrverweerde jongvulkanische gronden werden de laatste jaren herhaaldelijk kaligebreksverschijnselen waargenomen, terwijl dit van rubber reeds langer bekend was.

Een hoogst belangrijke factor is verder de zorg voor een uitgebreid en diep wortelmilieu, wat de garantie biedt, dat de aanwezige voedingsstoffen ook werkelijk voor de planten bereikbaar zijn.

Vulkanisch materiaal daterend uit het tertiair is een bodemtype, waarvan de cultuurwaarde geheel en al beheerst wordt door de vraag in hoeverre men er in slagen zal het roulerende bodemkapitaal intact te houden, dus de verliezen door uit- en vooral afspoeling tot een minimum te beperken. Op reservemateriaal, dat door verwering voor nieuwe aanvoer van plantenvoedende bestanddelen zou kunnen zorgdragen, mag hier niet meer gerekend worden. Een geregelde fosfaatbemesting is een hoogst belangrijke factor, terwijl de kalikwestie grote aandacht verdient. Ook hier is vergroting en vooral verdieping van het wortelmilieu van eminent belang.

Cultuurgronden van het mergeltype (en daarvan speciaal de uiterst zware kalktufzwartaarde) munten voor een groot deel uit door een zo slechte physische gesteldheid, dat deze factor alléén de cultuurwaarde al min of meer beheerst. Het volgens laboratoriummethoden bepaalde gehalte aan voedende bestanddelen kan onder bepaalde omstandigheden zelfs vrij bevredigend — en hoger zijn dan dat van vele sterk lateritisch verweerde en intensief roodgekleurde vulkanische gronden, doch de slechte luchthuishouding, die de wortelontwikkeling remt, is altijd de beperkende factor. „Verdunning" door bijmenging van lateritisch verweerd materiaal, organische stof en in verschillende gevallen ook kalk, moet hierin verbetering brengen.

HOOFDSTUK IV

BODEMBEOORDELING IN DE TROPEN

A. TERREINBEOORDELING

a. *Eerste orientering aan de hand van beschikbare gegevens*

Het eerste wat wij doen kunnen en doen moeten, wanneer wij een grond te beoordelen krijgen, is ons te oriënteren over het bewuste bodemtype aan de hand van alles wat wij vinden kunnen over geologie, petrologie, mineralogie en klimatologie van dat gebied. Het heeft zijn nut te weten of de cultuurgrond ontstaan is uit een zuur gesteente of uit een basisch, dat niet alleen relatief rijker is aan basen, maar ook veel sneller en gemakkelijker verweert en de plantenvoedende bestanddelen vrijgeeft. Wij moeten weten of wij te maken hebben met gronden, ontstaan uit oude stollingsgesteenten, uit metamorphe gesteenten, uit sedimentgesteenten of uit tertiair- of jong-vulkanisch materiaal. En is dit laatste het geval, dan is het goed er zich reeds van te voren een oordeel over te vormen hoe lang de verweringsinvloeden zich al hebben doen gelden en onder welke klimatologische omstandigheden.

Gronden, ontstaan uit oude stollingsgesteenten, zoals de granieten, en uit oude metamorphe gesteenten, zoals de verschillende schisten, zijn als regel niet te beschouwen als moedermateriaal voor prima gronden en dit is een factor, waarmee men bij alle goedbedoelde kolonisatieplannen voor Borneo en Nieuw-Guinea (eilanden die grotendeels zijn opgebouwd uit sediment-, oude stollings- en metamorfe gesteenten en hun verweringsgronden) wel degelijk rekening houden mag. Zeker, wanneer het gronden zijn, waarvan niet de structuur, maar de armoede aan plantenvoedende bestanddelen de minimumfactor is, is er dank zij de huidige bemestingstechniek nog wel iets, zelfs veel van te maken, maar van gronden die hun vruchtbaarheid en rijkdom spuien in een overvloed van cultuurgewassen en producten, zoals wij dat kennen van jongvulkanische gronden, is dan toch allerminst sprake.

b. *Bevolkingsdichtheid en bodemvruchtbaarheid*

Is het verder een nog weinig ontsloten gebied, dan kan ook de bevolkingsdichtheid wel enige aanwijzingen verschaffen, want al gaat het niet altijd op, zeer vaak zien wij toch een oorzakelijk verband tussen een geringe bevolkingsdichtheid en een weinig belovend bodemtype. Een vruchtbare grond trekt mensen en schept de noodzakelijke levensvoorwaarden. Het is geen toeval, dat juist het voor een zeer groot deel jongvulkanische Java zo dicht bevolkt is. Overigens is, globaal genomen, Sumatra minder dicht bevolkt dan met het karakter van een groot deel van zijn gronden overeenkomt.

c. *Oorspronkelijke begroeiing*

Verder hebben wij houvast aan de oorspronkelijke begroeiing. Voor vele gedeelten van de Archipel geldt, dat de klimatologische omstandigheden die uitbundige vegetatie in 't leven roepen waardoor het tropische oerwoud zich kenmerkt, mits de bodemcondities hun medewerking verlenen. Wij krijgen dan de strijd om elke kruimel grond en elk sprankje licht, wat tenslotte resulteert in de verschillende étages die dat oerwoud kenmerken en die zijn opgebouwd uit de woudreuzenétage met de meters dikke eeuwenoude bomen, de wat lagere boométage, de struikenétage, de kruidenétage en dat alles nog weer over- en doorwoekerd met epiphyten en lianen. Geen centimeter grond is vrij en elke voetstap betekent in letterlijke zin een stap in 't duister.

Is de bodemvegetatie minder dicht, de ondergroei ijler en zijn de woudbomen slanker en minder imposant, terwijl zij minder dicht staan, zonder dat gedacht kan worden aan een secundaire begroeiing, dan geeft dit te denken ten aanzien van de bodemvruchtbaarheid, tenminste wanneer de schuld niet kennelijk bij de klimatologische omstandigheden moet worden gezocht.

Komt men in de aanplant, dan dient men ook daar zoveel mogelijk gegevens te verzamelen aan de hand van de stand van de aanplant zelf, productiecijfers, soort en stand van de hulpgewassen en eventuële gebreksverschijnselen.

d. *Gebreksverschijnselen en bodemvegetatie*

Nu is fosfaatgebrek b.v. niet gemakkelijk te onderkennen, daar fosfaatgebreksverschijnselen weinig typerend zijn. Heeft men echter te maken met een aanplant, waarvan de hout- en framevorming te wensen overlaat, m.a.w., met wel veel — maar weinig dik en stevig hout, dan kan fosfaatgebrek zeer wel mede de oorzaak zijn. Het-

zelfde kan worden gezegd van een aanplant, die opvallend gevoelig is voor ziekten en plagen.

Een andere fosfaatindicatie valt vaak af te leiden uit de groei van de hulpgewassen, zoals de schaduwbomen in een theeaanplant. Een dergelijke leguminosen-schaduw, hetzij van Albizzia, Deguelia of dadap vraagt veel P_2O_5. Nu zullen oudere schaduwbomen van bovengenoemde soorten zich ook op fosfaatarme gronden nog wel kunnen redden, ook al omdat ze de ondergrond benutten kunnen. Plant men een jong schaduwbestand, dan werkt fosfaatgebrek echter in hoge mate groeiremmend. Een onvoldoende groei van het jonge schaduwbestand kan dus evenzeer een aanwijzing vormen voor een fosfaattekort in een grond en een extra-fosfaatgift aan een jong schaduwbestand, bij voorkeur in de vorm van een plantgatbemesting, is dan ook van het grootste belang.

Ook de ontwikkeling van een kruiper-leguminosenbestand, zoals van Centrosema in een jonge rubberaanplant, hangt trouwens ten nauwste samen met de fosfaatvoorziening.

Daarnaast dient aan de soort bodemvegetatie aandacht te worden geschonken. Wedoesan (Ageratum mexicanum) b.v. is een van de bodemonkruiden die zo hoge eisen stelt aan een grond, dat het op uitgebreide schaal voorkomen ervan beschouwd mag worden als een indicator voor een goede structuur van de bovengrond. Op gronden met slechte structuur krijgen dergelijke veeleisende bodemonkruiden onvoldoende levenskansen. Ze kunnen zich dan niet handhaven ten opzichte van andere minder eisende onkruiden, zoals verschillende grassen e.d. Een goed inzicht in de bodemeisen van de verschillende bodemonkruiden betekent dan ook een waardevol hulpmiddel bij de bodembeoordeling.

Op de kaligebreksverschijnselen in de thee zijn wij elders reeds uitvoerig ingegaan en wij hebben gezien, dat afstervingsverschijnselen van de onderste bladeren, gevolgd door bladafval de typische kenmerken hiervan zijn. Het gevolg is, dat een dergelijke tuin een ijle en kale indruk maakt.

Nu moet aan de andere kant niet elke bladafval aan kaligebrek worden toegeschreven. Droogte kan een soortgelijk gevolg hebben en in een dichte tuin zullen de onderste bladeren, die door lichtgebrek toch niet aan de assimilatie kunnen deelnemen en een voor de plant dus min of meer parasitair karakter dragen, worden afgestoten. Men dient zich dus wel degelijk van de aard van de bladafval te vergewissen en de eigenlijke kaligebreksverschijnselen duidelijk te onderkennen. Deze zijn, zoals eerder gezegd is, typerende afstervingsverschijnselen langs de bladranden van de onderste

bladeren, die zich weldra uitbreiden tot de rest van het bladoppervlak. Het gevolg is, dat de aangetaste bladeren geleidelijk aan worden afgestoten, waarbij de afstervingsverschijnselen zich langzamerhand ook naar de hogere bladeren verplaatsen. Men krijgt aanvankelijk de indruk, dat de struik dit bladverlies door een versnelde uitloop tracht te compenseren, doch lang duurt dit niet. Uiteindelijk gaat de struik aan totale uitputting ten gronde.

e. *Bodemvruchtbaarheid en terrein-topografie*

Verder is het uiterst belangrijk te letten op de topografie van het terrein. Maar al te vaak houdt het bodemonderzoek verband met de klacht, dat de stand van de aanplant in bepaalde gedeelten te wensen overlaat en wordt de wens geuit de reden van die achterstand na te gaan. In het merendeel der gevallen kan dan worden opgemerkt, dat de achterlijke tuinen samenvallen met steilere hellingen of koppen in het terrein en met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid kan dan worden voorspeld, dat een en ander het gevolg is van de afspoeling, die op die plaatsen de organische stofrijke bovengrond heeft weggevoerd en in de terreindalen weer heeft afgezet. Op die afgespoelde hellingen en koppen moet het gewas zich dus maar zien te redden in de zoveel vastere ondergrond, waarmede door het geringere percentage organische stof de mobilisatie van plantenvoedende bestanddelen veel minder goed is.

Hoe groot die mobilisatie-verschillen tussen de afgespoelde helling en de ingespoelde dalkom kunnen zijn, wordt wel gedemonstreerd door de volgende cijfers, zoals VENEMA die publiceerde (tabel XI).

TABEL XI

Laag No	cm	Analysen van afgespoelde en ingespoelde hooggebergtegrond												
		A. afgespoelde helling												
		Kationentoestand				Anionentoestand				Verweringstoestand				
		K_2O	NH_3	CaO	MgO	P_2O_5	NO_3	SO_4	CO_2	pH H_2O	pH KCl	Fe_2O_3	Al_2O_3	Mn_2O_3
I	0–35	12	3,5	130	10	0,5	60	150	0	4,8	4,2	sp.	45	20
II	0–30	6	4,0	125	10	0,3	50	150	0	4,8	4,3	sp.	50	20
III	35–85	6	2,5	125	4	0,6	35	300	0	4,5	4,0	1,5	45	10
IV	30–80	6	2,5	150	5	0,6	35	275	0	4,5	4,0	1,5	50	9
		B. ingespoelde dalkom												
I	0–40	30	2,5	350	25	3,5	35	80	0	5,9	4,4	sp.	28	20
II	0–40	32	2,5	360	30	3,5	35	80	0	6,0	4,5	sp.	35	25
II	40–80	12	4,0	300	35	8,0	20	100	0	5,6	4,6	sp.	10	18
II	40–90	14	4,0	280	40	9,0	20	110	0	5,5	4,5	sp.	15	20

Wij zien wel opmerkelijk grote verschillen in kali-, kalk-, magnesium- en fosfaatmobilisatie ten gunste van de ingespoelde dalkom, terwijl de aluminiummobilisatie hier juist duidelijk lager is en het is volkomen begrijpelijk dat deze verschillen zich ook uiten in de stand van de aanplant. Zien wij dus achterlijke tuinen op terreinhellingen of terreinkoppen, dan zullen wij direct op de mogelijkheid van afspoelings-effecten attent moeten zijn. De opbouw van een nieuw organische stof-rijk wortelmilieu is dan een eerste vereiste (zie Voorbeeld V).

Hoewel dergelijke afwijkende aanplantgedeelten natuurlijk in bizondere mate de aandacht trekken, mag niet uit het oog verloren worden, dat het onderzoek mede en vooral gebaseerd moet zijn op een representatief aanplantgemiddelde.

B. PROFIELONDERZOEK

a. *Het profielonderzoek kernpunt van de bodembeoordeling*

Het allervoornaamste onderdeel van een bodembeoordeling is het profielonderzoek, gebaseerd op een nauwkeurige bestudering van de loodrecht afgestoken wanden der profielkuilen. Daarbij moet o.a. worden gelet op:

de bodemstructuur,
de doorlatendheid,
het waterhoudend vermogen,
de doorluchting,
de bewortelingsintensiteit en vooral de bewortelingsdiepte,
het al of niet voorkomen van een harde laag in de ondergrond,
de kleur en de kleurveranderingen.

Het allergrootste gedeelte van bovengenoemde factoren is bedoeld om ons het nodige inzicht te verschaffen in de kwestie, welk gedeelte van het totale bodemvolume nu werkelijk voor de plant toegankelijk is en welk gedeelte werkelijk tot de voeding van de plant bijdraagt. Hoe beter de structuur van een grond, hoe groter het bodemvolume dat ook werkelijk aan de productie deelneemt, maar op gronden met een minder goede of slechte structuur kunnen de planten vaak slechts een bedroevend klein gedeelte van het totale bodemvolume werkelijk benutten. Juist door de mogelijkheid van een intensieve benutting kan het gehalte aan plantenvoedende bestanddelen van een grond met een goede structuur laag zijn, zonder dat zich gebreksverschijnselen voordoen. Neemt als gevolg van een slechte structuur slechts een gedeelte van het totale bodem-

volume aan de plantenproductie deel, dan neemt door een lage voedselconcentratie de kans op gebreksverschijnselen aanmerkelijk toe.

Reeds op het eerste gezicht is het mogelijk, zich bij de profielstudie een oordeel te vormen over de doorworteling van een grond, maar een nog betrouwbaarder beeld krijgt men door het gebruik van de zgn. naaldenplanken. Deze bestaan uit verticaal in een plank gestoken breinaalden, die zover in de grond worden geslagen, tot de plank tegen de wand aanzit. Vervolgens wordt rechthoekig op deze plank een andere verticale wand afgestoken, waarin op dezelfde wijze een naaldenplank geslagen wordt. De in de bodem gedrongen naalden houden op deze manier een kubus vast, die men lossteekt, meeneemt en onder een waterstraal uitspoelt, waardoor de wortels tussen de naalden blijven hangen en een beeld geven van de beworteling in dat bodemgedeelte.

Foto 11, afkomstig van Prof. Hudig (10), demonstreert zowel het gebruik van de naaldenplank, als het verschil in wortelontwikkeling in een slecht producerende en een goed producerende grond.

Laat de doorworteling te wensen over, dan moet de bodemverbetering door middel van blinde goten en zo groot mogelijke kwantiteiten, organische stof, afkomstig van groenbemesters, bodembedekkers, snoeisel van de aanplant zelf, e.d. met kracht ter hand worden genomen.

Naast beworteling en bewortelingsdiepte van het gewas, is ook een oordeel over doorlatendheid, doorluchting en waterhoudend vermogen van de grond van het grootste belang, want elk van deze factoren kan voor een onbevredigende productiviteit aansprakelijk zijn. Onvoldoende afwatering en wateroverlast, gepaard aan gebrekkige doorluchting van de grond, die een behoorlijke wortelademhaling belemmert, zullen de productie benadelen, ook al is het gehalte aan plantenvoedende bestanddelen ruim voldoende. Aan de andere kant kan op sterk doorlatende en weinig waterhoudende gronden een wat lange droogteperiode de aanplant schade berokkenen, vooral wanneer de capillaire opstijging uit de ondergrond niet voor voldoende compensatie zorgt.

Wat de kleurvariaties van grond en profiel betreft, verraadt een rode kleur direct de lateritische verwering met alle aankleve van dien.

Als regel zien wij bij een dergelijk lateritisch profiel de bovenste laag donkerbruin gekleurd als gevolg van het gehalte aan humus en organische stof. Naar beneden wordt de kleur dan lichter, om ge-

leidelijk over te gaan in de veelal roodbruin gekleurde vastere ondergrond. Veelal zien wij dan tevens een opmerkelijk positieve correlatie tussen de meer of minder donkere kleur en de meer of minder sterke doorworteling. De intensiteit van de donkere kleur en de mate van indringing geven ons enigermate een beeld van het hoogst belangrijke humusgehalte of beter het gehalte aan organische stof.

Het humusniveau, d.w.z. het percentage uiterst resistente organische bestanddelen, ligt voor de meeste tropische gronden nl. zeer laag, zodat van de organische stof die wij in dergelijke gronden aantreffen, slechts een klein gedeelte werkelijke humus is, de rest is organische stof in afbraak en dit is een proces wat in de tropen uiterst snel verloopt, zodat voortdurend voor nieuwe aanvoer moet worden zorggedragen om het organische stof-gehalte boven het peil van het lage humusgehalte te houden.

Overigens is de betekenis van die organische stof in afbraak niet minder groot dan die van de resistente humus. Eerstgenoemde toch levert stikstof en andere er in geaccumuleerde voedingsstoffen, terwijl zij tevens de grote stimulans en energiebron betekent voor de bodembacterie-flora, die op zo velerlei wijze de vruchtbaarheid van een grond beïnvloedt.

Wat betreft het instrumentarium in gebruik bij het profielonderzoek, dit bestaat uit weinig meer dan een patjol en een krabber, waarnaast dan nog van de zoëven genoemde naaldenplanken gebruik kan worden gemaakt.

Verreweg het handigste instrument bij het zgn. klinisch onderzoek van tropische gronden is m.i. de patjol gebleken, met daarnaast de in dit opzicht reeds zo bekende tuinkrabber, de laatste meer speciaal voor de bestudering van de details. Met behulp van een patjol, flink tegen het profiel gedrukt en zo langzaam en geleidelijk omhoog bewogen, kan men zich een nauwkeurig beeld vormen van de toestand, waarin de verschillende bodemlagen zich bevinden. Niet alleen dat het patjolblad dieper en gemakkelijker binnendringt in lagen met een goede structuur, doch ook de verschillen in de wijze van afbrokkeling, die zulke waardevolle gegevens leveren bij deze methode van bodemonderzoek, zijn zo bijzonder duidelijk waar te nemen.

Bovendien vangt men op deze wijze op het patjolblad een profielschilfer op, die voor elke laag afzonderlijk gebruikt kan worden bij een eventueel onderzoek naar de chemische samenstelling van zo'n laag.

Dit wat betreft het bodemonderzoek in de tuinen zelf en het is niet overdreven te beweren, dat het zwaartepunt van de bodembeoordeling in de tropen, zeker voor de overjarige cultures, méér in de aanplant dan in het laboratorium ligt.

In negen van de tien gevallen zal het onderzoek in de aanplant zelf in elk geval de richting moeten geven, waarin de oplossing van de moeilijkheden moet worden gezocht en wij zouden er bijna aan toevoegen dat, wanneer dit onderzoek in de aanplant geen enkele sleutel in handen geeft, de kans dat het laboratoriumonderzoek dit alsnog zal doen, niet groot is.

C. HET LABORATORIUMONDERZOEK

Na de bodembeoordeling in de aanplant zelf, komt als volgende faze van het grondonderzoek het laboratoriumonderzoek, waarbij o.a. de volgende punten van belang zijn:

zuurgraad,
granulairanalyse,
mineralenreserve,
type bodemcolloïd,
complexbezetting,
organische stofgehalte, en verder wat voor de praktijk van direct belang is,

stikstofgehalte { ammoniak / nitraat

fosfaatgehalte { citroenzuuroplosbaar / en / HCl-oplosbaar

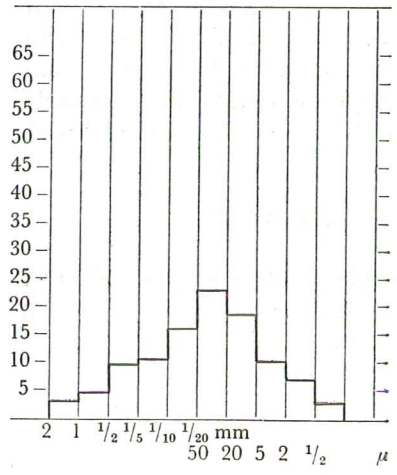
kaligehalte

Het meest belangrijke van de zuurgraad is wel, dat deze ons op een normale, goed geaereerde cultuurgrond zeer snel een indruk geeft van de basensituatie, dus van de mate van uitspoeling en verarming van een grond.

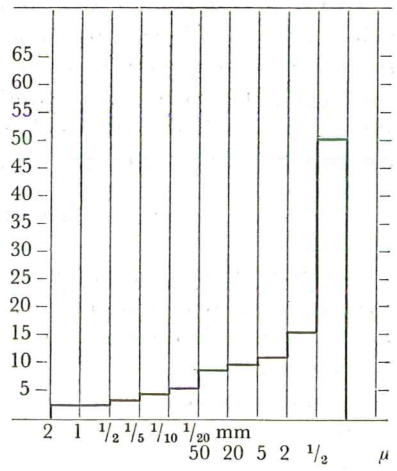
a. *Het slibdiagram*

De volgende slibdiagrammen geven ons een beeld van de fractieverdeling voor drie van de meest typerende Java-bodemtypen, nl. de juveniele asgrond, het sterk lateritisch verweerde bodemtype en het mergeltype. Wij zien hier typische verschillen wat betreft de fractie die overheerst. Voor de Merapi-asgrond is dat de zesde-, voor de laterietgrond de tiende- en voor de mergelgrond de achtste fractie.

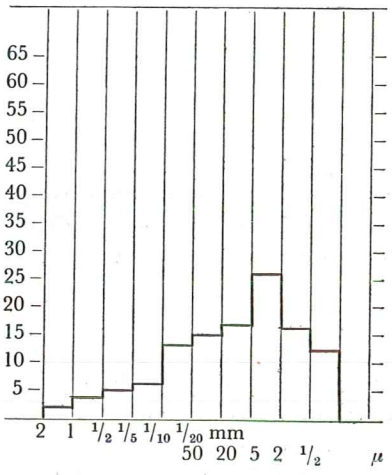
ASGROND



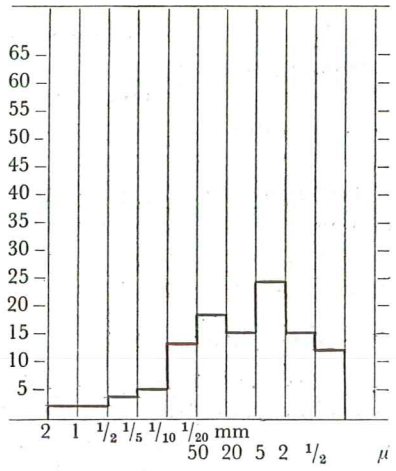
LATERITISCH VERW. GROND



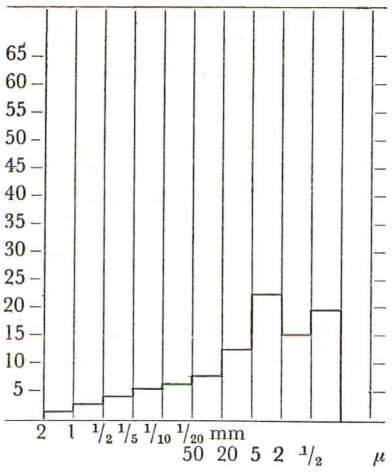
MERGELGROND



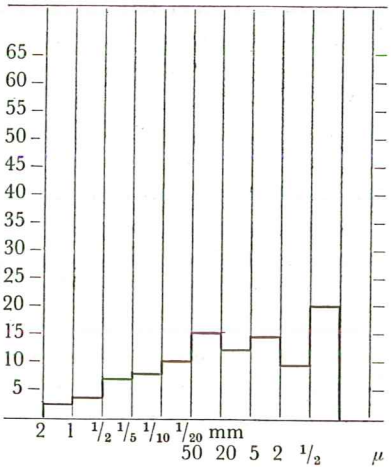
MERGELGROND MET AS-BIJMENGING



LATERITISCH VERWEERDE MERGELGROND



LATER. VERW. MENGSEL VAN MERGELGROND MET VULKANISCHE AS



Het betreft hier een fijnkorrelige Merapi-asgrond.

Zodra men te maken heeft met grovere asgronden, ziet men een verschuiving van de top naar links. Naarmate asgronden ouder worden en verder verweerd raken, zien wij, dat het percentage van de drie fijnste fracties toeneemt ten koste van de grovere. Daarnaast neemt bij voortschrijdende verwering ook de hygroscopiciteit toe, terwijl het spanningsvrije poriënvolume belangrijk afneemt, zoals wel blijkt uit de volgende van VENEMA afkomstige cijfers.

	Jonge asgrond zwaarte 3	Jonge asgrond zwaarte 4	Oudere asgrond zwaarte 5	Oudere asgrond zwaarte 6–7
Hygroscopiciteit	5,93	7,31	9,49	11,33
Totaal poriënvolume (A)	51,0	52,6	52,0	53,3
Spanningsvrije poriënvolume (B)	35,5	33,6	28,2	25,7
Verhouding: $100\frac{B}{A}$ . .	70 %	64 %	54 %	48 %

Wij zien, dat het totaal poriënvolume bij het ouder worden van een asgrond practisch gelijk blijft, doch dat het spanningsvrije poriënvolume (dus het poriënvolume beschikbaar voor lucht- en opneembaar water tezamen) aanzienlijk afneemt.

Het slibdiagram van de sterk lateritisch verweerde roodaarde

toont geleidelijk toenemende fracties van 1 tot en met 9, terwijl de 10e fractie een wel zeer sterk dominerende positie te zien geeft.

Zuivere mergelgronden tonen een slibdiagram met de top in de 7e fractie wanneer het kalkgehalte zeer hoog is, en met de top in de 8e fractie wanneer het kalkgehalte laag is. Is de mergelgrond in kwestie zeer ver ontkalkt, dan ligt de top zelfs in de 9e fractie.

Nu levert de practijk niet zelden meertoppige diagrammen. In dat geval hebben wij als regel te maken met combinaties van bovengenoemde drie typen. Zo duidt een tweetoppig slibdiagram, met één top in de 6e en één top in de 8e fractie op een mergelgrond, waar jongvulkanische as is bijgemengd, terwijl een top in de 8e en een in de 10e fractie, wijst op een transformatieproces, waarbij een oorspronkelijke mergelgrond bezig is lateritisch te verweren.

Hebben wij te maken met een oorspronkelijke mergelgrond, waar jongvulkanisch materiaal is bijgemengd en gaat dit geheel lateritisch verweren, dan krijgen wij zelfs een drietoppige curve met de toppen in de 6e, 8e en 10e fractie.

b. *Het mineralogisch onderzoek*

Uiterst belangrijk is verder het mineralogisch onderzoek, omdat men zich op die wijze een oordeel vormen kan over de hoeveelheid plantenvoedende bestanddelen die nog in de mineralenreserve aanwezig is. In het bijzonder is dit van belang voor K, Ca, Mg en P_2O_5.

Lang niet alle K-houdende mineralen zijn echter belangrijke kalileveranciers in verband met hun meer of minder grote resistentie tegen verweringsinvloeden.

Van de kalihoudende mineralen is biotiet b.v. veel belangrijker als kalileverancier dan muscoviet, ondanks het feit, dat het kaligehalte van muscoviet hoger is. Muscoviet is echter zo verweringsresistent, dat slechts uiterst weinig kali eruit in omloop komt. Hetzelfde geldt trouwens voor de kalihoudende veldspaten orthoklaas en sanidiën, die nog hogere kalicijfers tonen.

Het hoogste kaligehalte heeft het mineraal leuciet, dat bovendien zeer gemakkelijk verweert, doch dat desondanks als kalileverancier een slechts ondergeschikte rol speelt, doordat het op Java zo weinig voorkomt. Alleen de G. Moeria, de G. Loeroes en de G. Ringgit zijn hier uit leuciethoudende gesteenten opgebouwd.

Het nevenstaande overzicht geeft van een en ander een beeld.

Niet alleen als kalileverancier is biotiet van belang, ook als magnesiumleverancier speelt het een uiterst belangrijke rol.

SAMENSTELLING VAN DE BELANGRIJKSTE KALI-MINERALEN

Mineraal	Theoretische samenstelling	% K_2O gemiddeld	% MgO gemiddeld	Aantal analysen
Glimmers				
Biotiet	$K_2(Mg_5Fe)Al(Al_3Si_5)O_{20}(OH)_4$	6,96	18,9	20
Muscoviet. . .	$K\,Al_2(Al\,Si_3)O_{10}(OH)_2$	9,02	1,2	20
Veldspaten				
Orthoklaas . .	$K\,Al\,Si_3O_8$	14,80	–	20
Sanidien . . .	$K\,Al\,Si_3O_8$	11,60	–	2
Veldspatoïden				
Leuciet . . .	$K_2(Al_2Si_2)O_8$	19,38	–	20

Het volgende, door VAN BAREN (2) gepubliceerde overzicht van het verband tussen de verschillende kali-mineralen en het kali- en magnesiumgehalte in een grond, leert, dat vooral voor de liparietgronden van de Daïrilanden het magnesium- en kali-gehalte ten nauwste samenhangt met het biotietgehalte. Sanidien blijkt in dit opzicht van veel minder betekenis dan de kali-magnesiumglimmer. Vergelijken wij de schistgronden van Celebes met deze Daïri-gronden, dan blijkt wel, dat ook bij hoge gehalten aan muscoviet en de kaliveldspaat orthoklaas, de zoutzure extracten relatief weinig kalium bevatten (zie de tabel op pag. 66).

Wat fosfaat betreft, zijn er, naast het organisch gebonden fosfaat, twee minerale fosfaat-bronnen, nl. apatiet en vulkanisch glas. Van deze twee is het vulkanisch glas, ondanks het zeer lage fosfaatgehalte, voor de practijk toch zeker zo belangrijk als het apatiet, omdat dit laatste uiterst verweringsresistent is, dus weinig fosfaat in omloop brengt en bovendien omdat het als kwantitatief belangrijk mineraal betrekkelijk weinig voorkomt. Apatiet komt trouwens zelden in zo grote kristallen of fragmenten daarvan voor, dat microscopisch kwantitatief onderzoek mogelijk is. Het is een mineraal, dat in diepte- en uitvloeiingsgesteenten van verschillend magmatype als accessorisch bestanddeel voorkomt. Hebben echter bij de gesteentevorming pneumatolytische processen een grote rol gespeeld, d.w.z. heeft het magma een hoge concentratie aan vluchtige bestanddelen gehad, dan is hiervan mede de ophoping van apatiet het gevolg.

Dit laatste nu is het geval geweest bij de vorming van de gesteenten, waaruit de oude Midden-Java vulkaan de Moeria bestaat, zodat deze gesteenten dan ook als zeer apatietrijk bekend staan.

Vulkanisch glas bevat veel minder fosforzuur, doch verweert gemakkelijk en snel, zodat het als fosfaatleverancier zeker van belang is.

VERBAND TUSSEN HET PERCENTAGE KALI-MINERALEN EN HET KALI- EN MAGNESIUMGEHALTE IN DE GROND

Grondsoort	Zandgehalte in %	Org. stof in %	Ortho-klaas	Sanidien	Musco-viet	Biotiet	K_2O HCl Citr.		MgO HCl
			in % van het zand						
Daïri-landen (S.O.K.)									
Liparietgronden									
Bruine lipariettuf-hooggebergte-grond	82,5	5,10	–	2,63	–	9,31	0,155	0,033	0,314
Idem	65,5	4,63	–	3,35	–	5,48	0,163	0,025	0,279
Idem	54,1	12,12	–	0,80	–	9,24	0,111	0,021	0,301
Als boven, doch zwak gepodsoliseerd	74,2	3,99	–	0,98	–	0,98	0,031	–	0,043
Geelgrauwe, sterk gepodsoliseerde lipariettuf-leemgrond	19,8	25,44	–	0,90	–	–	0,027	0,018	0,008
Geelgrauwe lipariettuf-leemgrond	71,2	10,52	–	0,51	–	1,30	0,045	0,031	0,092
Geelgrauwe, sterk gepodsoliseerde lipariettuf-leemgrond	67,2	6,30	–	9,11	–	0,28	0,031	0,012	0,008
Bruine lipariettuf-hooggebergte-grond	79,9	8,66	–	6,22	–	0,55	0,045	0,020	0,135
Palopo-Malili (Celebes)									
Granietgronden									
Bruingele tot geelrose graniet-lateriet-grond	18,7	–	–	–	–	0,54	0,015	–	0,038
Idem	44,9	–	0,74	2,67	–	1,69	0,046	–	0,172
Idem	39,5	–	2,65	–	–	2,31	0,046	–	0,231
Idem	57,0	–	10,74	9,20	–	18,63	0,368	–	0,719
Idem	59,3	–	4,60	4,77	0,73	30,00	0,563	–	0,816
Schistgronden									
Bruingrijze, fijne zandgrond	42,5	–	–	–	8,45	–	0,015	–	0,596
Vuilgele tot geelgrauwe zandige tot kleiige leemgrond	2,77	–	–	–	12,05	–	0,036	–	0,747
Blauwgrijze moerasgrond	5,9	1,75	4,45	–	49,90	4,00	0,062	–	0,694

1. Mineralogisch bodemonderzoek en de cultuurwaarde van de grond voor tabak

Een merkwaardig voorbeeld van de betekenis van het mineralogisch bodemonderzoek leveren de tabaksgronden van Deli.

Reeds lang was het opgevallen, dat bepaalde grondtypen dekblad leverden van een zodanige kwaliteit dat de financiële uitkomsten over het geheel meer dan bevredigend waren, terwijl op andere de productiekosten slechts zelden werden goedgemaakt.

Nadat o.a. tevergeefs getracht was chemische verschillen hiervoor verantwoordelijk te stellen, was het het werk van OOSTINGH en DRUIF, dat de oplossing bracht, gebaseerd op de geologisch-morphologisch-petrographisch-mineralogische bodemkartering.

OOSTINGH deelde op geologische gronden de tabaksgronden in vijf categorieën in, te weten:

1 de oudere gronden, verweringsproduct van tertiaire afzettingen,
2 de liparitische gronden,
3 de dacitische gronden,
4 de andesitische gronden en
5 de jongere gronden in de kustvlakte.

De liparitische-, dacitische- en andesitische gronden vertegenwoordigen hierbij drie achtereenvolgende eruptieve stadia.

Door de eerste geweldige uitbarsting, waarbij o.m. het Tobameer gevormd werd, werd een groot gedeelte van de Oostkust overdekt door het zure liparitische materiaal. Later volgde een nieuwe eruptie, die het minder zure dacitische materiaal leverde en nog later volgde de derde eruptie met uitgesproken basisch andesitisch materiaal.

Door DRUIF (4) werd deze vijfvoudige indeling later in zoverre uitgebreid, dat de groep der daciettufgronden werd onderverdeeld in oude- en jonge daciettufgronden, terwijl voor bepaalde gronden op tuffen van de Similir een nieuwe groep, de zgn. dacito-liparitische moest worden ingevoerd. Bovendien bleek een zodanige onderverdeling der jongere gronden in de kustvlakte noodzakelijk, dat op deze wijze groepen ontstonden, die direct verband hielden met die groepen uit het achterland, waaruit ze door afspoeling waren gevormd.

De volgende tabel geeft nu een overzicht van het verband tussen bodemtype en langjarig gemiddelde van de tabaksprijs.

Bodemtype	Langjarige gemiddelde prijs in guldens per pond tabak
Res. tertiaire gronden	f 0,20
Fluv. tertiaire gronden (gem. met vulk. mat.)	- 0,50–0,75
Res. liparietgrond	- 0,90
Fluv. liparietgronden	- 1,10
Res. dacito-liparietgrond.	- 1,50
Res. oude dacietgronden	- 1,30
Res. jonge dacietgronden	- 2,—
Fluv. dacietgronden	- 1,80
Res. andesito-dacietgronden	- 1,70
Fluv. andesito-dacietgronden	- 1,90
„Overslag"gronden	±- 1,55
Laagterras menggronden	- 1,80

Bovenstaand overzicht leert wel, dat er twee bodemtypen zijn, die voor de tabaksteelt en dan in het bijzonder de teelt van dekblad

niet geschikt zijn, nl. de tertiaire gronden en de liparietgrond. Op deze bodemtypen moet de cultuur als verliesgevend worden beschouwd.

Het mineralogisch bodemonderzoek opent nu de mogelijkheid tot snelle karakterisering van een grond en tot een spontane beoordeling van de cultuurwaarde. Een eenvoudig mineralogisch onderzoek maakt het zelfs mogelijk de waarde van een dergelijk grondtype direct in geld uit te drukken.

Wat het mineralogisch onderzoek betreft, moet er ten slotte rekening mee worden gehouden, dat dit alleen mogelijk is voor de fracties $> 50\ \mu$, zodat dus de samenstelling van de stof- en kleifracties niet op deze wijze kan worden onderzocht.

c. *Het röntgenographisch onderzoek*

De kleifracties worden röntgenographisch onderzocht om op deze wijze te kunnen vaststellen, welke kleimineralen voorkomen in een bepaalde grond.

Reeds eerder hebben wij gewezen op het feit, dat de drie belangrijkste Javaanse grondtypen ieder voor zichzelf door een eigen kleimineraal worden gekarakteriseerd, nl. de mergelgronden door het kleimineraal montmorilloniet ($Al_2O_3.4SiO_2.H_2O.nH_2O$), de laterietgronden door kaoliniet ($Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$) en de kalkroodaarden door het aan kaoliniet verwante halloysiet. De zgn. bleekaarden bevatten zowel kaoliniet als montmorilloniet.

Ook de kwestie van hoe geweldig groot belang het type kleimineraal is met het oog op het verschil in karakter- en de eigenschappen van een grond, hebben wij reeds eerder uitvoerig behandeld.

d. *De complexbezetting*

De volgende factor, die bij het grondonderzoek de aandacht vraagt, is de complexbezetting, dus de onderlinge verhouding van de verschillende geadsorbeerde kationen. Ook in dat opzicht bestaan er typerende verschillen tussen de verschillende Java-bodemtypen, zoals wel door het volgend overzichtje wordt gedemonstreerd.

ADSORPTIE-CAPACITEIT PER 100 GR. DEELTJES <5mu
UITGEDRUKT IN MILLI-AEQUIVALENTEN

Grondsoort	H′	Ca″ Mg″	K′	Na′	NH_4'	S	T	pH H_2O
Asgrond	11	49	5	20	1	75	86	7,2
Roodaarde	9	23	3	17	1	34	53	5,8
Grauwaarde	4	62	1	1	1	65	69	7,7
Zwartaarde	1	89	0,2	0,7	–	90	91	8,5

Er blijkt o.a. uit dat:

1. de H-ionen-bezetting afneemt in de richting roodaarde-grauwaarde-zwartaarde.
2. de $Ca^{\cdot\cdot}$ + $Mg^{\cdot\cdot}$-bezetting daarentegen in genoemde richting toeneemt.
3. de complexbezetting bij zwartaarde zelfs bijna geheel uit $Ca^{\cdot\cdot}$ + + $Mg^{\cdot\cdot}$ bestaat, getuige het cijfer 89 tegenover een S-waarde (totaalwaarde aan geadsorbeerde kationen) van 90.
4. de hoeveelheid geadsorbeerde kali afneemt van roodaarde via grauwaarde in de richting van zwartaarde.
5. de hoeveelheid geadsorbeerde kali bij zwartaarde wel uiterst gering is, vooral in verhouding tot het cijfer aan tweewaardige basen, waardoor de bij dit bodemtype vaak optredende kaligebreksverschijnselen te verklaren zijn.
6. de totaalwaarde aan geadsorbeerde kationen, de zgn. S-waarde, van roodaarde, via grauwaarde naar zwartaarde toeneemt, niet alleen in absolute zin, maar ook ten opzichte van de bijbehorende T-waarden (de maximale adsorptie-capaciteit).
7. wat zwartaarde betreft de maximale adsorptie-capaciteit ook vrijwel wordt bereikt en dat de geadsorbeerde ionen uit weinig anders dan uit $Ca^{\cdot\cdot}$ + $Mg^{\cdot\cdot}$ bestaan.
8. de pH een nauwe correlatie toont met de hoeveelheid geadsorbeerde tweewaardige kationen.

e. *Het organische stof-gehalte*

De geweldige betekenis van het organische stofgehalte voor:
de structuur,
de luchthuishouding,
de waterhuishouding,
de stikstofhuishouding, en
de fosfaathuishouding van een grond hebben wij reeds uitvoerig behandeld en aan voorbeelden gedemonstreerd, zodat het geen zin heeft daarop ook hier nog dieper in te gaan.

f. *Het stikstofgehalte*

Wat betreft het stikstofgehalte interesseren ons zowel de nitraat- als de ammoniakvorm. In een goed geaëreerde cultuurgrond mag men, dank zij de uiterst snelle nitrificatie in tropische gronden, lage cijfers voor ammoniak verwachten. Hoge ammoniak-cijfers wijzen op een onvoldoende nitrificatie als gevolg van een slechte luchthuishouding en kunnen dus als indicatoren van een ongunstige bodemtoestand worden beschouwd.

Overigens geeft het nitraatgehalte van een grond niet zo heel veel houvast, daar het wel zeer sterk van de wisselende klimatologische omstandigheden afhankelijk is en een regenperiode direct een belangrijke daling veroorzaakt.

g. *Het fosfaatgehalte*

Wat fosfaat betreft, is zowel het citroenzuur-oplosbare, dat een maatstaf vormt voor de hoeveelheid beschikbaar fosfaat, als het zoutzuur-oplosbare, dat een idee geeft van de totaal-reserve aan fosfaat, van belang. Lage fosfaatcijfers zijn ongevaarlijk, zolang optredende verliezen op snelle wijze uit de bestaande reserves worden aangevuld.

Globaal genomen kan worden gezegd, dat fosfaatgebrek bij meerjarige cultures, op de vulkanische Oost-Java-gronden, vrijwel beperkt blijft tot bepaalde gebieden van het Zuidergebergte, daterend uit het tertiair, terwijl in West-Java, ook op jong-vulkanisch materiaal, fosfaatgebrek veelvuldig voorkomt. Op de niet-vulkanische mergelgronden van Oost-Java daarentegen komt fosfaatgebrek zeker niet minder voor dan in West-Java, het tegendeel is eerder waar.

h. *Het kaligehalte*

De typische correlatie tussen de kalicijfers van een grond en het al of niet optreden van kaligebreksverschijnselen, zoals Ir SCHOOREL die o.a. vond voor de theecultuur, demonstreren de praktijkwaarde van deze cijfers op wel overtuigende wijze.

Kaligebrek blijft vrijwel tot West-Java beperkt en is tot dusverre in Oost-Java onbekend, wat klopt met de algemene richtlijn dat het kaligehalte van de gronden, globaal genomen, in Oostelijke richting stijgt.

i. *De micro-chemische snelmethode Morgan-Venema*

De betekenis van de microchemische snelmethode MORGAN-VENEMA voor het bodemonderzoek is vooral gelegen in de snelle en goedkope wijze waarop dit onderzoek plaats vindt, waardoor een mogelijkheid tot uitgebreid en intensief bodemonderzoek geschapen wordt, zonder dat dit op te zware financiële consequenties stuit. Een grotere nauwkeurigheid geeft deze methode, vergeleken bij de gebruikelijke kwantitatieve methoden, zeker niet, maar voor een oriënterende bodemanalyse, waarmee in de meeste gevallen kan worden volstaan, is de betrouwbaarheid voldoende.

j. *Het physisch bodemonderzoek*

Over de physische eigenschappen van een grond daarentegen leert de MORGAN-VENEMA-analyse ons weinig en het was op Java in 't bijzonder Ir SNOEP (17 en 18) die zich, in aanvulling hierop, vooral de laatste jaren voor de oorlog, met het structuuronderzoek heeft beziggehouden.

De factor, waarvan de gegevens zijns inziens het meest kenmerkend zijn voor de structuur, bleek het poriënvolume bij verzadiging met water, het zgn. niet-capillaire poriënvolume.

Teneinde bij deze structuurkwesties met vergelijkbare gegevens te kunnen werken, werd door hem het begrip „gemiddeld poriënvolume van het profiel" ingevoerd, waaronder voor de niet-homogene profielen wordt verstaan de som van de producten : dikte van de laag × poriënvolume gedeeld door de diepte in cm tot zover het profiel werd onderzocht. Het is een globaal gegeven, dat een indruk geeft van de structuur van een geheel profiel, doch dat alleen gebruikt kan worden voor vergelijking van tot op gelijke diepte onderzochte profielen en slechts bij die profielen, die geen typisch scherp begrensde lagen hebben, waarvan één laag door een sterk afwijkende eigenschap — b.v. zeer slechte doorlaatbaarheid — de boniteit van het gehele profiel beheerst.

Dat, deze beperkingen ten spijt, de bepaling van het gemiddelde poriënvolume van het profiel wel degelijk grote praktijkwaarde bezit, kan worden gedemonstreerd aan de hand van de volgende voorbeelden.

1. Onderzoek in een tuin op Soember Asin, gelegen op vrij zware Zuidergebergte-grond op kalksteen, met als doel een vergelijking tussen enkele slecht- en enkele goed producerende bomen.

De waarden voor het gemiddelde poriënvolume van het profiel bedroegen:

zeer mooie boom	18,0
goede boom	11,8
matige boom	11,4
mooie boom	14,6
zeer slechte boom (ingestorven)	14,6
zeer slechte boom	6,4
zeer slechte boom	9,9
vrij slechte boom	10,2

Laten wij de door ziekte ingestorven boom buiten beschouwing, dan is er zeker enig verband merkbaar tussen de stand van de geobserveerde bomen en de waarde van het gemiddelde poriënvolume.

2. Onderzoek in aanplantingen op Bandoeroto, gelegen op vrij zware Zuidergebergtegrond op kalksteen.

Het doel was weer een vergelijking van dicht bij elkaar gelegen complexen met goede en slechte stand.

De waarden voor het gemiddelde poriënvolume van het profiel bedroegen:

zeer goede stand	11,1
zeer goede stand	12,1
goede stand	14,4
zeer goede stand	12,2
goede stand	11,0
slechte stand	8,8
slechte stand	6,4
matige stand	8,6

Ook hier weer een duidelijk verband tussen de stand der bomen en de waarde van het gemiddelde poriënvolume.

3. Een vergelijking van dicht bij elkaar gelegen complexen met goede en slechte stand in aanplantingen op Wonolopo, gelegen op zware Zuidergebergte-grond op kalksteen.

De waarden voor het gemiddelde poriënvolume van het profiel bedroegen hier:

vrij goede stand	11,5
vrij goede stand	6,2
zeer goede stand	12,4
zeer goede stand	11,4
vrij slechte stand	8,9
slechte stand	6,7
zeer slechte stand	3,2
zeer slechte stand	1,4
slechte stand	4,7

De eindconclusie mag ook hier weer luiden: een duidelijk verband tussen de stand der bomen en de waarde van het gemiddelde poriënvolume.

D. DE POTPROEF EN DE VELDPROEF ALS SLUITSTUK VAN HET BODEMONDERZOEK

Als hoogst belangrijke sluitstenen van de bodembeoordeling na het laboratoriumonderzoek volgen dan ten slotte nog de potproef en de veldproef.

Wat de potproef betreft, volstaan wij met er op te wijzen dat:

a. de eisen van — en dientengevolge de uitkomsten met bepaalde proefgewassen zoals mais lang niet altijd representatief zijn voor cultuurgewassen en

b. de resultaten van potproeven soms aanzienlijk afwijken van de praktijkresultaten met dezelfde grond. Zo heeft men verschillende malen de ondervinding opgedaan, dat gronden, die in de praktijk een of ander gebreksverschijnsel vertoonden, datzelfde verschijnsel niet of in sterk verminderde mate te zien gaven, wanneer dezelfde grond in potproeven werd gebruikt. De oorzaak was, dat door de veel betere structuur in de potten, ontstaan bij het vullen, voedingsstoffen beschikbaar waren gekomen, die in de oorspronkelijke grond niet toegankelijk waren.

Zo beschrijft Dr LEYENAAR in zijn proefschrift het geval van een fosforzuurarme grond, afkomstig van de Veenkoloniale Proefboerderij te Emmer-Compascuum, die in de practijk volslagen misoogsten gaf, maar in potcultures toch nog ruim 60 % van een normale oogst haalde.

Aan de andere kant geven potproeven met een bepaalde grond soms grotere verschillen dan overeenkomstige praktijkproeven in de volle grond, omdat de planten in het laatste geval veel meer grond tot hun beschikking hebben.

Een zeer goede indicatorplant is mais, daar dit gewas een grote gevoeligheid paart aan een snelle groei, zodat de resultaten ook spoedig tot uiting komen. Alleen moet men er wel degelijk rekening mee houden dat het doel van de maisproeven in de eerste plaats is om enig idee te krijgen van de voornaamste gebreken van een grond en dat de resultaten zeker niet zonder meer overgedragen zullen kunnen worden op het beoogde cultuurgewas.

Alleen kunnen wij wel zeggen, dat, wanneer mais niet op een fosfaatbemesting reageert, b.v. hevea's het op een dergelijke grond evenmin zullen doen. Reageert mais wel dan bestaat de mogelijkheid, dat ook rubber het doen zal, maar zeker is dat niet.

Interessante resultaten kreeg men indertijd bij potproeven met mais op de roodbruine Yang-bergkleigronden.

De eerste resultaten waren nl. als volgt:

Onbemest	zeer slechte ontwikkeling
ZA	zo mogelijk nog slechter
ZA + DS	uitstekend
ZA + DS + K	uitstekend
DS	even slecht als onbemest
K	even slecht als onbemest

Deze gegevens wijzen dus op een duidelijk gebrek aan stikstof en fosfaat.

Heel anders waren de resultaten echter, wanneer men na de bemesting twee maanden wachtte, alvorens de mais te planten. Deed men dat, dan kreeg men het volgende resultaat:

Onbemest	zeer slechte ontwikkeling
ZA	ontwikkeling zeer goed
ZA + DS	even goed als ZA; hoogstens iets beter
ZA + DS + K	even goed als ZA
DS	zeer slecht
K	zeer slecht

Het stikstofgebrek is gebleven, maar van fosfaatgebrek merkt men nu weinig of niets meer. Er schijnt dus als gevolg van de ZA-bemesting na enige tijd fosfaat voor de planten beschikbaar gekomen te zijn. De verklaring moet worden gezocht in het feit, dat er ook oorspronkelijk wel fosfaat in de grond aanwezig was, doch dat de opneembaarheid ervan voor de mais te gering was. Als gevolg van de ZA-bemesting is dit fosfaat echter wel beschikbaar gekomen, waarbij vooral gedacht moet worden aan de bodemverzurende- en pH-verlagende werking van de ZA-bemesting.

Hoe groot die pH-verschuiving was, blijkt uit de volgende cijfers:

	pH na 2 mnd	pH na 9 mnd
onbemest	6,0	6,2
12 g ZA	5,3	6,0
24 g ZA	4,8	5,6
12 g DS	6,0	6,1
24 g DS	6,2	6,2

De grond blijkt dus door een ZA-bemesting behoorlijk wat zuurder te worden, wat de oplosbaarheid van het aanwezige fosfaat duidelijk ten goede komt. De DS-bemesting blijkt de zuurgraad niet of niet noemenswaard te beïnvloeden.

Dat er hier sprake was van gebrek aan opneembaarheid van wel aanwezig fosfaat door de maïs, bleek trouwens wel uit de bemestings resultaten bij jonge koffie en rubber, waar een fosfaatbemesting de groei niet verbeterde. Met een stikstofbemesting daarentegen werden ook hier duidelijke successen geboekt, getuige de volgende cijfers, die een beeld geven van de lengteverhoudingen acht maanden na het planten:

	onbemest	6 g ZA	12 g ZA	18 g ZA	24 g ZA
koffie . .	47	77	79	65	64
rubber . .	81	128	148	119	116

	onbemest	6 g DS	12 g DS	18 g DS	24 g DS
koffie . .	47	46	43	50	54
rubber . .	81	89	89	108	103

	12 ZA	12 ZA + 6 DS	12 ZA + 12 DS	12 ZA + 18 DS	12 ZA % 24 DS
koffie . .	79	61	96	92	82
rubber . .	148	137	136	109	114

Bij de gecombineerde ZA/DS-bemesting blijken de oplopende DS-giften de ontwikkeling van de hevea's zelfs iets tegen te houden.

In elk geval blijkt uit bovenstaande cijfers wel, dat de eerste reactie van een DS-bemesting op koffie en rubber enerzijds, tegenover mais anderzijds, typerende verschillen toonde, zodat men voorzichtig moet zijn de resultaten met een indicatorgewas als mais, zonder meer op cultuurgewassen over te dragen. Naast een dergelijke snelle oriëntering vormen goed opgezette bemestingsproeven in de aanplant zelf, dan ook het onontbeerlijk sluitstuk.

HOOFDSTUK V

BODEMBEOORDEELING GEDEMONSTREERD AAN EEN 12-TAL PRAKTIJKVOORBEELDEN

Thans volgen nog een aantal uitgewerkte analyse-rapporten en bodembeoordelingen, afkomstig van een serie ondernemingen over heel Java verspreid, die een indruk geven van de wijze, waarop de verkregen resultaten moeten worden geïnterpreteerd en die tevens een illustratie vormen van de verschillende problemen die wij hiervoor behandeld hebben.

Deze voorbeelden zijn zó gekozen, dat alle mogelijke bodemkwesties er in ter sprake komen en het vraagstuk van de bodembeoordeling van alle zijden wordt belicht.

Voorbeeld I (Blokgrafieken I, II en III)

Voorbeeld I, dat de overheersende positie van de structuur als productiebepalende factor demonstreert, heeft betrekking op een Oost-Java koffie-onderneming, waar bepaalde gedeelten van de herontgonnen aanplant ernstige groeistagnatie vertoonden, zulks in tegenstelling tot het algemene beeld, dat een goedproducerende gezonde aanplant te zien gaf.

Zowel enkele normale, goede tuingedeelten, als een stagnerende herontginning, werden bemonsterd.

De monstername leverde in eerste instantie het volgende resultaat.

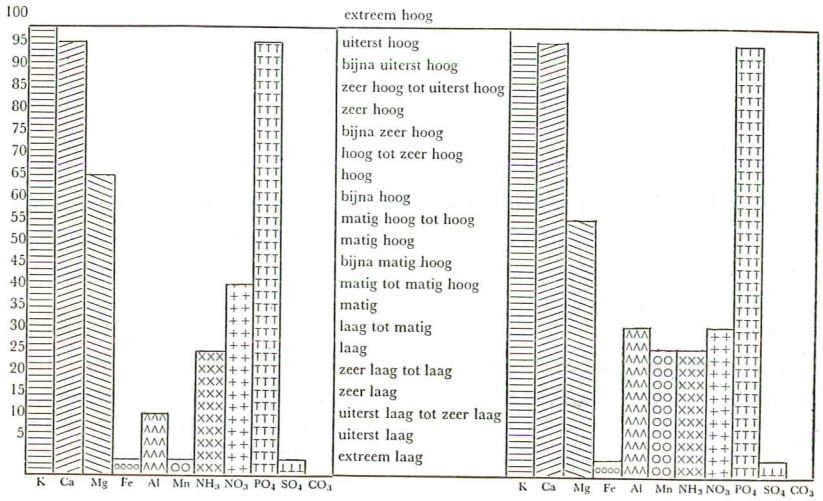
De goede tuingedeelten bestonden tot op een diepte van 70 cm, uit een mooie, losse, rulle, donkerbruine, leemachtige grond, goed en egaal doorworteld. Doorlatendheid, doorluchting en waterhoudend vermogen uitmuntend. Het bodemdek bestond uit buitengewoon goed ontwikkelde wedoesanplanten, die op de meeste plaatsen tot knie-hoogte reikten. De koffie stond onder lamtoroschaduw en produceerde ca 15 picol per bouw of meer.

Beneden de 70 cm bleek de grond zwaarder en vaster; wortels, voedingwortels althans, vond men daar weinig meer.

Globaal genomen had men hier te maken met een bodemtype, dat, wat physische gesteldheid betreft, ideaal genoemd mocht worden.

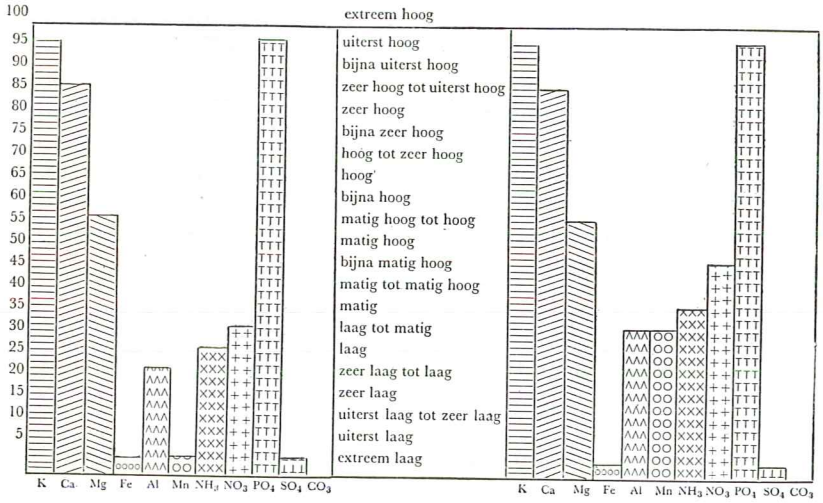
GRAFIEK I PH-WATER = 6,3
PH-KCl = 5,5
Δ PH = 0,8

GRAFIEK IIa PH-WATER = 6,3
PH-KCl = 5,1
Δ PH = 1,2



GRAFIEK IIb PH-WATER = 6,3
PH-KCl = 5,0
Δ PH = 1,3

GRAFIEK III PH-WATER = 6,3
PH-KCl = 5,1
Δ PH = 1,2



De stagnerende herontginning daarentegen leverde een heel ander beeld. Hier een donkerbruine, zware, kleffe klei. De afwatering liet te wensen over, de doorlatendheid was onvoldoende en de luchthuishouding slecht.

Zonder de resultaten van de bemonstering af te wachten, kon reeds worden voorspeld, dat hier in eerste instantie de physische gesteldheid van de gronden voor de slechte groei van de jonge koffie verantwoordelijk was en de analyse resultaten van de verschillende monsters bevestigden deze mening ten volle.

De monsters I en III waren afkomstig uit normale, goed-producerende tuingedeelten, II*a* en II*b* uit de achterlijke herontginningen, waarbij II*a* de bovengrond tot een diepte van 30 cm en III*b* de ondergrond van af 30 cm vertegenwoordigden.

Wij zien hier analysecijfers, die het ideale benaderen. Hoge cijfers voor kali, fosfaat, kalk en magnesium en een laag cijfer voor aluminium, terwijl er van een ijzermobilisatie helemaal geen sprake is en dit geldt niet alleen de goede tuingedeelten, maar ook de slechte.

De slechte groei van de herontginningen kon dus niet geweten worden aan een of ander tekort, maar was enkel en alleen het gevolg van een zo slechte structuur, dat de jonge plantjes de aanwezige voorraad toch niet benutten konden. De slechte luchthuishouding beheerste de groei volkomen en dit wordt meer begrijpelijk, wanneer men weet dat koffie zeer gevoelig is voor een goede luchthuishouding.

De nitraatcijfers liggen voor de goede tuinen wel wat hoger dan voor de slechte, maar hierin moet de oorzaak van de groeiverschillen toch zeker niet worden gezocht. Wij mogen zelfs aannemen, dat deze lagere N-cijfers meer een direct gevolg zijn van de ongunstige toestand, waarin de gronden verkeren, dan dat zij gedeeltelijk verantwoordelijk zouden zijn voor de slechte conditie van de aanplant. Zo zal de ongunstige bodemconditie ongetwijfeld in hoge mate remmend werken op de activiteit van de stikstofbindende bodemorganismen en verbetering van de bodemstructuur zal dan ook zeker automatisch een verhoging van het stikstofniveau met zich brengen.

Verbetering van de bodemstructuur, dat is de cultuurmaatregel die hier de oplossing brengen moet. Alleen daardoor zal het mogelijk zijn de aanwezige voedselvoorraden voor de planten toegankelijk te maken.

Er was getracht de onvoldoende groei en slechte stand van de jonge koffie te corrigeren door een NPK-gift, doch begrijpelijker-

wijs zonder het minste resultaat. De fout zat niet bij een tekort aan voedende bestanddelen en de meststoffengiften hadden alleen tot gevolg, dat de onbereikbare voorraad nog vergroot werd. De enige oplossing was die voorraad te mobiliseren door structuurverbetering en wel door te zorgen voor een goede afwatering en door een ruime organische stofvoorziening, die geleverd moest worden door de aanplant zelf in de vorm van een goed ontwikkeld bodemdek, leguminosenpaggers en een goed schaduwbomenbestand.

Er blijft thans nog slechts één vraag te beantwoorden over en dat is: „Waaraan moesten de opvallende structuurverschillen tussen de beide objecten worden toegeschreven."

Het antwoord hierop was niet moeilijk te geven, wanneer men lette op de ligging van goede en slechte tuinen, ten opzichte van elkaar.

De jonge koffie in de slechte tuinen trof men nl. vooral op de steilere terreinhellingen aan. Deze hellingen waren gedurende de „clean-weeding"-periode zo sterk aan afspoeling onderhevig geweest, dat de oorspronkelijke bovengrond verdwenen was. Telkens wanneer bij het wieden de bovengrond was losgekrabd, spoelde op dit hellend terrein bij zware buien een belangrijk gedeelte van dat bovenlaagje weg en zo was binnen een betrekkelijk kort tijdsbestek verreweg het grootste gedeelte van de kostbare bovenlaag, van het eigenlijke wortelmilieu dus, afgespoeld en verdwenen. Zoals begrijpelijk, werden de omstandigheden voor de koffie daardoor geleidelijk zoveel ongunstiger, dat zowel de toestand van de aanplant, als ook de productie een gestadige achteruitgang vertoonden en dat men hier veel eerder dan elders tot herontginnen overging. Verbetering in de toestand bracht dit echter niet en de jonge koffie weerspiegelde dan ook evenzeer de slechte conditie van het wortelmilieu.

De slechte luchthuishouding belemmerde de wortelontwikkeling zelfs zodanig, dat het in vele gevallen mogelijk bleek de jonge koffieplantjes tussen duim en vinger uit de grond te trekken. De wortels konden zich niet ontwikkelen en rotten weg, met als gevolg algehele groeistagnatie en vaak zelfs het afsterven van de hele plant.

De slechte luchthuishouding was hier de enige factor die voor deze groeistagnatie verantwoordelijk gesteld moest worden en verbetering ervan, door middel van structuurverbetering, de enige oplossing.

Een goede afwatering, de opbouw van een nieuwe bovenlaag en een nieuw wortelmilieu met goede physische eigenschappen, zijn

voor dergelijke tuinen eerste vereisten. Op deze wijze worden alle aanwezige voedingsstoffen toegankelijk gemaakt en zal ook het natuurlijk stikstofniveau stijgen. Mocht dit wenselijk blijken, dan kunnen altijd nog aanvullende stikstofgiften worden toegediend, die onder die omstandigheden zeker wel effect sorteren zullen.

Voorbeeld II-A (Blokgrafieken IV en V)

Voorbeeld II heeft betrekking op enkele thee-ondernemingen op de Pengalengan-hoogvlakte, welhaast Java's mooiste bergcultuurgebied, zeker wat thee betreft.

De monsters, vertegenwoordigd door de blokgrafieken IV en V, zijn zelfs afkomstig van het theeland met de hoogste standaardproducties ter wereld.

Oorzaak van de bemonstering was hier het feit, dat bepaalde tuinen, zoals die vertegenwoordigd door grafiek IV, productieachteruitgang vertoonden, terwijl er zich bovendien verschijnselen voordeden, die de Administrateur aanleiding gaven te denken aan kaligebreksverschijnselen. De bladeren waren nl. opvallend licht gekleurd en soms bruin gevlekt.

Oriënterend onderzoek leerde aanstonds, dat deze verschijnselen zeker niet identiek waren met die, veroorzaakt door kaligebrek. Kaligebrek was trouwens daarom al niet waarschijnlijk, omdat deze gronden bekend stonden om hun hoge kali-gehalten, een mening die bevestiging vond in de bodemanalyses, zoals die zijn weergegeven in grafiek IV-a voor de bovengrond en in grafiek IV-b voor de ondergrond. De grafieken V-a en V-b vertegenwoordigen resp. boven- en ondergrond van een normale tuin, waar bovengenoemde verschijnselen zich niet voordeden.

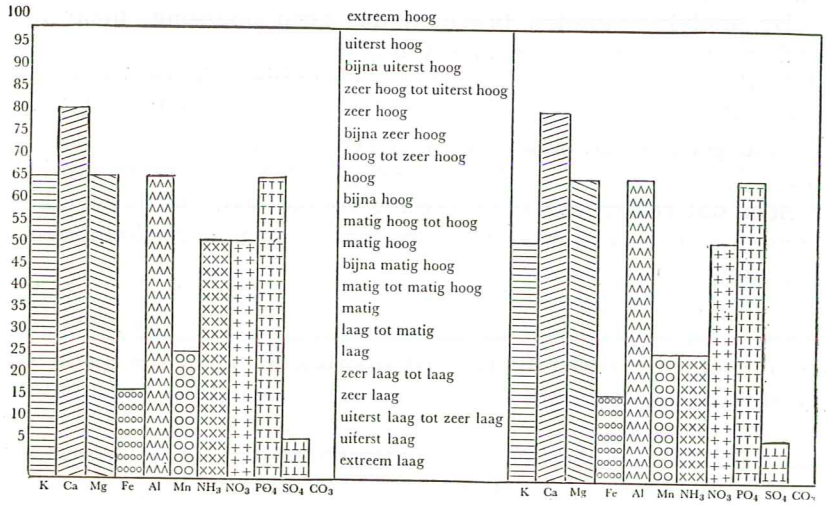
De analyse-resultaten leren wel, dat de oorzaak van de moeilijkheden zeker niet gezocht moet worden in het gehalte aan plantenvoedende bestanddelen, want dat is voor beide tuinen, de goede en de minder goede, practisch gelijk, en wat nog belangrijker is, over de hele linie uitmuntend.

Wij zien uitstekende gehalten, niet alleen aan kali, maar ook aan kalk en magnesium. Wat fosfaat betreft, wint de minder goede tuin het zelfs verre van de goede. Het nitraatcijfer is inderdaad niet onbelangrijk hoger in de goede tuin, maar ook in de minder goede ligt het in elk geval nog op een zo bevredigend niveau, dat daaraan bedoelde verschijnselen niet te wijten kunnen zijn.

De aluminiumcijfers, die wijzen op het tweede verweringsstadium, liggen al vrij hoog, maar schadelijk kan dit in geen geval

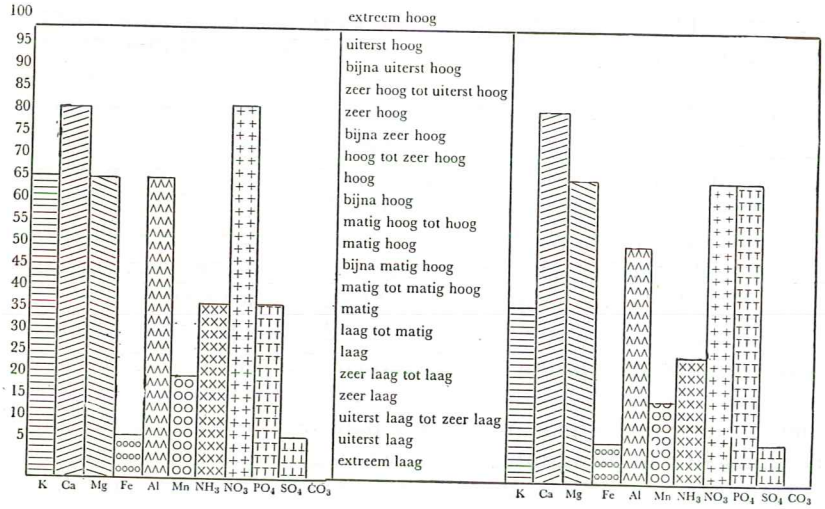
GRAFIEK IVa PH-WATER = 4,8
PH-KCl = 4,6
Δ PH = 0,2

GRAFIEK IVb PH-WATER = 4,8
PH-KCl = 4,7
Δ PH = 0,1



GRAFIEK Va PH-WATER = 4,6
PH-KCl = 4,5
Δ PH = 0,1

GRAFIEK Vb PH-WATER = 4,6
PH-KCl = 4,4
Δ PH = 0,2



zijn, temeer daar de sulfaat-cijfers uiterst laag zijn, zodat er zeker geen aluminiumsulfaat gevormd kan worden, dat onder bepaalde omstandigheden wel schadelijk voor het wortelstelsel worden kan.

De analyse-resultaten brachten dus geen oplossing, maar het onderzoek in de tuinen zelf, deed dit wel.

In de goede tuinen bestond het wortelmilieu uit een ca 60 cm dikke, donkergekleurde, rulle en humeuze bovengrond, goed doorlatend, goed waterhoudend en met een uitstekende luchthuishouding. Daar beneden werd de grond geleidelijk vaster en harder, zonder dat echter van bankvorming sprake was. De theestruiken konden hier dus een groot bodemvolume voor hun voedselopname benutten.

In de minder goede tuinen daarentegen was de situatie minder fraai. Ook hier troffen wij als bovengrond het donkergekleurde rulle, humeuze bodemtype, goed doorlatend, goed doorlucht en goed waterhoudend. Op vele plaatsen echter was deze weinig meer dan 30 cm dik. Daaronder stuitten wij op een lichter bruin gekleurde laag, die op vele plaatsen een duidelijke neiging tot bankvorming vertoonde. Onder deze tweede laag trof men in bepaalde tuingedeelten nog een derde, weer donkergekleurde en nog meer verharde laag aan.

De hier gebruikte uitdrukking „stuiten op", mag gelden voor de onderzoeker, in nog meer letterlijke zin geldt het voor de wortels van theestruiken, want deze zijn voor dergelijke meer of minder geprononceerde verharde lagen zeer gevoelig. Geen voedingswortel dringt er in door, vermoedelijk hoofdzakelijk in verband met de slechte luchthuishouding, want voor gewone mechanische belemmeringen gaat een wortel niet zo gauw uit de weg. Stuiten de wortels op een harde laag, dan zien wij de terugslag ervan direct in de stand van de aanplant, die plotseling een groeistagnatie vertoont en in productie achteruitgaat. De vorming van een dergelijke padaslaag reduceert het beschikbare bodemvolume trouwens in zo belangrijke mate, dat deze verschijnselen alleszins begrijpelijk zijn en dit was nu ook het geval in de minder goede tuinen van de hier bedoelde onderneming. Het wortelmilieu was door de padasvorming zo verkleind, dat de aanplant er zichtbaar onder leed.

Zeer interessant was echter, dat ook de directe oorzaak van de bankvorming in de minder goede tuinen nog te achterhalen was en wel in de vorm van het ontbreken van schaduwbomen. Het betrof hier nl. juist die tuinen, waar de schaduwbomen in verband met het uitzicht van de administrateurswoning, waren opgeruimd.

Het hier behandelde Pengalengan-bodemtype vertoont nl. de

neiging tot bankvorming wanneer de grond aan zich-zelf overgelaten wordt. Niet alleen in de schaduwloze tuinen kwam dit tot uiting, ook de andere tuinen vertoonden er duidelijk de sporen van, alleen... hier kwam het nooit tot een daadwerkelijke uitvoering van de boze voornemens, want telkens en telkens weer kwamen de wortels van de schaduwbomen met hun groter en dieper doordringingsvermogen de bank-in-wording doorboren en vergruizen, waarbij zij dus a.h.w. voor de zoveel gevoeliger theewortels de weg baanden en de ondergrond ontsloten. De schaduwbomen waren de wegbereiders voor de thee.

In de schaduwloze tuinen daarentegen waren deze wegbereiders niet, daar konden deze gronden hun neiging tot bankvorming lustig botvieren zonder dat een schaduwboom er zich mee bemoeien kon en het resultaat was een geleidelijk aan zodanige reductie van het wortelmilieu, dat de aanplant er zichtbaar onder leed.

Maar niet alleen door bovengenoemde ontsluitende werking oefent het schaduwboombestand zijn gunstige invloed op de aanplant uit. Ook het verschil in nitraatgehalten tussen de beide tuinen, zoals dat in de grafieken IV en V tot uiting komt, is een gevolg van het al of niet aanwezig zijn van schaduw. In de tuinen met een leguminosenbestand als schaduwbomen blijkt het nitraatgehalte nl. ruim tweemaal zo hoog als in de tuinen zonder schaduw. Wij mogen aannemen, dat dit wel voor het overgrote deel het werk zal zijn van bladafval en snoeisel, want, zoals wij reeds vaker betoogden, op een stikstofafscheiding door de wortels van de hulpgewassen ten gunste van het cultuurgewas, moeten wij zeker niet te veel rekenen.

De derde oorzaak van de gunstige werking van een schaduwbomenbestand houdt verband met het volgende.

Deze gronden blijken een opvallend kleine delta pH (waaronder men verstaat het verschil tussen pH-water en pH-KCl) te bezitten, wat zeggen wil, dat het bodemvocht electrolytarm is. Bij regen wordt de electrolytconcentratie zó klein, dat de grond zeer sterk dispergeert. Daar de bovengrond zeer doorlatend is, spoelen de uiterst fijne bodemdeeltjes naar beneden, blijven ergens in de ondergrond hangen, worden daar kernen waar ijzer- en aluminiumsolen worden omgeladen, slaan neer en geven zo aanleiding tot padasvorming. Milde humus werkt dit proces tegen en het zijn de schaduwbomen, die tezamen met de assimileerbare kalk, deze milde humus leveren moeten.

Tenslotte wordt er nog op gewezen, dat het veel lichtere blad van de thee in de schaduwloze tuinen mogelijk enigszins samenhangt

met het lagere nitraatcijfer, maar dat het ontbreken van schaduw op zich, reeds voldoende is, om de bladkleur opvallend licht te doen zijn. Beschaduwde tuinen tonen altijd een veel donkerder blad.

Wij hebben hier, evenals in voorbeeld I, dus weer een geval behandeld, waarbij het onderzoek in de tuinen zelf, meer dan dat in het laboratorium, ons de oorzaak van de moeilijkheden kennen deed en ons de oplossing ervoor aan de hand deed.

Voorbeeld II-B (Blokgrafieken VI, VII, VIII en IX)

In nog sterker mate is dit echter het geval bij het volgende voorbeeld, dat eveneens betrekking heeft op een thee-onderneming op dezelfde Pengalengan-vlakte, doch met een ander grondtype. Ook hier werden weer drie verschillende tuinen bemonsterd en de monsters volgens de methode MORGAN-VENEMA op hun gehalte aan plantenvoedende bestanddelen onderzocht.

Wanneer men nu de analyse-resultaten van de monsters VI, VII en VIII bekijkt, verder weet dat twee van deze monsters afkomstig zijn uit goede tuinen, terwijl het derde een tuin vertegenwoordigt waarin zich moeilijkheden voordeden en de productie ver beneden het gemiddelde bleef, en wanneer men dan, met deze gegevens in handen, er de slechte tuin uithalen moest, zou een ieder op grond van de analyse-cijfers geneigd zijn als zodanig VI aan te wijzen en toch is het niet zo, want hier is VII, die qua analysecijfers zo'n uitmuntend figuur slaat, de gezochte.

Ook hier brengt het tuinonderzoek, dus de profielstudie, echter de oplossing.

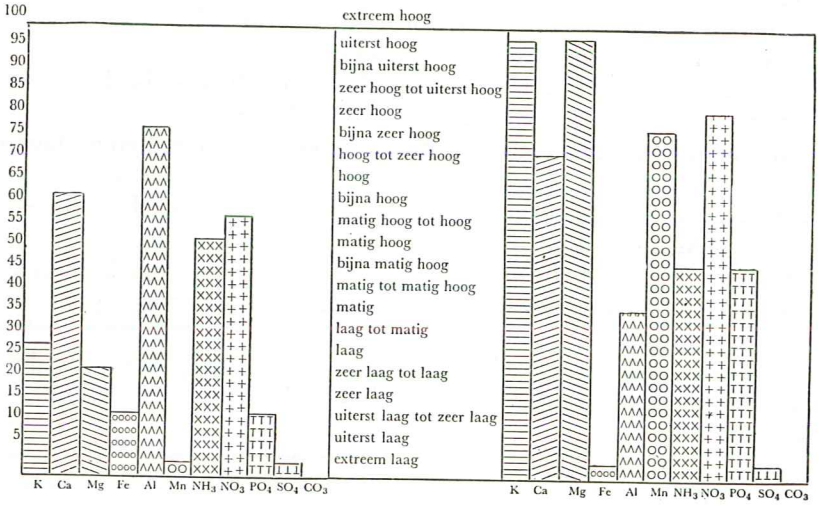
Het wortelmilieu van, laten we het overeenkomstig het monsternummer, tuin VI noemen, bestond uit een buitengewoon losse, rulle, bijna stoffige grond, die desondanks goed vochthoudend bleek. De doorlatendheid was goed en de luchthuishouding uitstekend. Dit wortelmilieu bleek tot ca 60 cm diep te gaan, daaronder kwam een vastere en lichter gekleurde laag.

De heesters vertoonden in de genoemde bovengrond een buitengewone, bijna abnormaal te noemen haarwortelontwikkeling. De meer vaste laag beneden de 60 cm was veel minder sterk doorworteld. De productie van deze tuin bedroeg ca 2700 pond per ha.

De eveneens goede tuin VIII vertoonde in grove trekken hetzelfde beeld. Ook hier de losse, rulle, bijna stoffige bovengrond, met een goede doorlatendheid en doorluchting en een goed water-

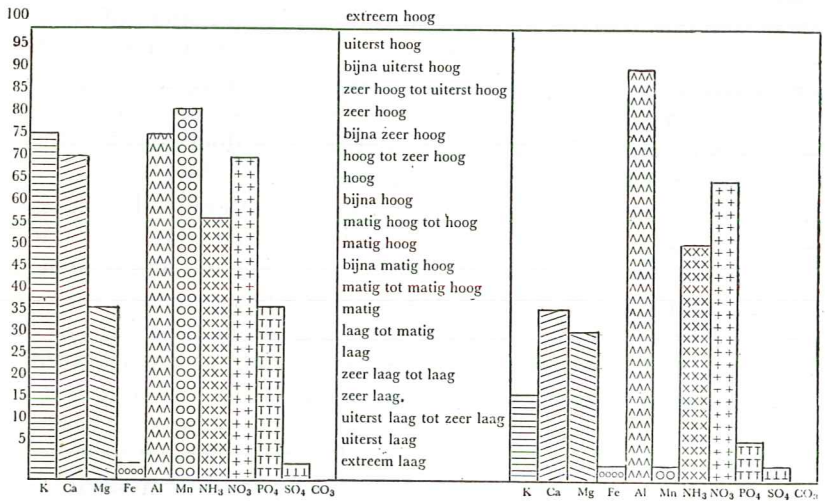
GRAFIEK VI PH-WATER = 5,2
PH-KCl = 4,9
Δ PH = 0,3

GRAFIEK VII PH-WATER = 5,3
PH-KCl = 4,5
Δ PH = 0,8



GRAFIEK VIII PH-WATER = 6,0
PH-KCl = 4,9
Δ PH = 1,1

GRAFIEK IX PH-WATER = 5,1
PH-KCl = 4,8
Δ PH = 0,3



houdend vermogen. Alleen was deze laag hier iets minder dik, wat wel de oorzaak zal zijn van de iets lagere productie, die hier lag op een niveau van 2000–2200 pond per ha. Ook hier de vastere en lichter gekleurde, weinig doorwortelde ondergrond.

In tuin VII leverde de profielstudie daarentegen een heel wat minder gunstig beeld. Het wortelmilieu bleef hier vrijwel beperkt tot de bovenste 30 cm. Daaronder volgde een vaste, soms zelfs tjadasachtige laag, die elke wortel-ontwikkeling naar diepere lagen afsloot. De heesters waren dan ook gedwongen geweest een uitgebreid, plat, pannekoekachtig wortelstelsel te ontwikkelen. Bovendien lieten niet alleen doorlatendheid en doorluchting, maar ook het waterhoudend vermogen van het eigenlijke wortelmilieu te wensen over, zodat deze tuin tegen het eind van de droge tijd en dat was het tijdstip van bemonstering, zwaar van de droogte te lijden had, zoals ook het uiterlijk trouwens wel uitwees. Geen wonder, dat de productie van deze tuin niet boven de 700 à 800 pond per ha kwam.

Wij hebben hier te maken met een bodemtype, waarvan, zowel in verband met de aard van de grond als in verband met de hier voor West-Java vaak uitzonderlijk strenge Oost-moesson, het vochthoudend karakter één van de fundamentele punten is.

Om dit nog duidelijker in het licht te stellen zullen wij thans ook nog een andere tuin, vertegenwoordigd door monster IX, in deze beschouwingen betrekken.

In deze tuin kwamen aanplantgedeelten voor, waar de conditie van de heesters heel wat minder bevredigend was en die men met de snoei dan ook tijdelijk had gespaard, om af te wachten, of ze zich na het invallen van de regens misschien in beduidende mate zouden herstellen. Het grondtype in deze zwakke aanplantgedeelten, bleek nu volkomen gelijk aan dat in de beste tuinen. De losse, rulle bovenlaag was er even dik en in even sterke mate doorworteld, doch, terwijl de bovenlaag in tuin VI nog behoorlijk vochtig was, was die hier uitgesproken stoffiger en droger. Het vochthoudend vermogen was hier dus blijkbaar minder en gezien het feit, dat alle andere uiterlijke factoren gelijk waren, ligt het voor de hand aan te nemen, dat de minder goede conditie van deze aanplantgedeelten verband hield met de mindere vochthoudendheid. In dit licht bezien was het te verwachten, dat deze aanplantgedeelten zich na het doorkomen van de regens behoorlijk herstellen zouden. Het feit, dat ook de heesters in minder goede conditie veel jong lot toonden, wees er wel op, dat de heesters in wezen gezond waren, doch dat vermoedelijk een tekort aan vocht de uitloop en het herstel belemmerde.

Dit verschijnsel, dat nu nog slechts zeer plaatselijk optrad, zou echter wel eens het voorteken kunnen zijn van de gevaren voor de aanplant, wanneer dit soort gronden te veel van zijn organische stof, dus van zijn bindend- en zijn waterhoudend vermogen, verliezen zou. Het zorgvuldig benutten van het snoeiselmateriaal en de aanplant van een schaduwbestand, speciaal met het oog op een geregelde organische stof-voorziening van de gronden, was voor deze gronden dan ook van wezenlijk en groot belang.

Op dit laatste moet met des te meer klem gewezen worden, omdat het hier een van de weinige theelanden van Java betrof zonder schaduw. Het is, speciaal op grotere hoogte en dat is hier op meer dan 1000 m boven de zeespiegel zeker het geval, voor de thee zeker mogelijk het schaduwbestand achterwege te laten, het is alleen de vraag of ook de grònd het hebben kan. De betekenis van het schaduwbestand als organische stof-leverancier en als regulateur van de bodemvruchtbaarheid is zo geweldig groot, dat deze kwestie niet alleen grote, maar àlle aandacht verdient.

Er is trouwens nog een andere reden waarom een doeltreffend schaduwbestand hier van grote betekenis moet worden geacht en dat is voor een betere ontsluiting van de ondergrond.

Onder de losse en rulle, bijna stoffige bovenlaag, vond men nl. overal de veel vastere en lichter gekleurde laag, die veel minder sterk en op bepaalde plaatsen zelfs uitgesproken weinig doorworteld was. Alleen de dikte van de losse bovenlaag wisselde in de verschillende aanplantgedeelten nogal.

Ook voor de ontsluiting van deze ondergrond moest het schaduwbestand nu van grote betekenis worden geacht. Deze ondergrond was nl. niet zó vast, dat het voor de schaduwbomen een hinderpaal van betekenis zou kunnen zijn, terwijl dit voor de zoveel gevoeliger theewortels in meer of mindere mate wel het geval was.

Ook hier zouden de schaduwbomen dus dienst moeten doen als wegbereiders voor de theewortels, waardoor het beschikbare wortelmilieu voor de theeheesters in belangrijke mate toenemen kan. Vooral voor tuinen met een ondiep wortelmilieu, zoals VIII, maar vooral VII, zou dit van grote betekenis zijn.

Wat betreft de al of niet wenselijkheid van het slaan van blinde goten, zou men voornamelijk moeten afgaan op de dikte van de bovenlaag. Is die voldoende, b.v. meer dan 60 cm, dan hebben goten weinig zin, daar ze nòch uit een oogpunt van afwatering, nòch voor verbetering van de luchthuishouding noodzakelijk zijn, omdat beide factoren in deze losse, rulle gronden al optimaal zijn. In dergelijke tuinen kan met een schaduwbestand worden volstaan.

Is de bovenlaag echter minder dik en ligt de vastere ondergrond dus meer aan de oppervlakte, dan zijn blinde goten, opgevuld met organisch materiaal uit de aanplant zelf, het aangewezen middel om het wortelmilieu te verdiepen. Dergelijke blinde goten worden dus niet meer uitgediept of leeggehaald.

Vooral wanneer wij blokgrafiek IX bekijken, zien wij wel, dat het niet voor alle Pengalengan-gronden „botertje tot de boom" is, wat betreft het gehalte aan plantenvoedende bestanddelen. Kaligehalte zeer laag, fosforzuur-gehalte uiterst laag, fraai is het zeker niet.

Voorbeeld II-C (Blokgrafieken X en XI)

Ook de blokgrafieken X en XI, afkomstig van nog een andere Pengalengan-theeonderneming leveren qua gehaltecijfers geen fraai beeld.

Grafiek X vertegenwoordigt hier een monster van een tuin waar de stand van de thee-aanplant, vrij geregelde bemestingen ten spijt, zeer te wensen overliet, terwijl XI tot een van de beste tuinen van de onderneming kon worden gerekend.

Karakteristieke verschillen in de analyse-resultaten, die voor het verschil verantwoordelijk zouden kunnen zijn, zien wij niet. Het nitraatgehalte is bij XI inderdaad wat hoger dan bij X, maar het verschil is o.i. niet groot genoeg om het conditieverschil tussen de beide tuinen te verklaren.

Ook hier — en het verhaal wordt bijna eentonig — is het echter weer het profielonderzoek in de tuinen zelf, wat de oplossing brengt, want wat toch is het geval.

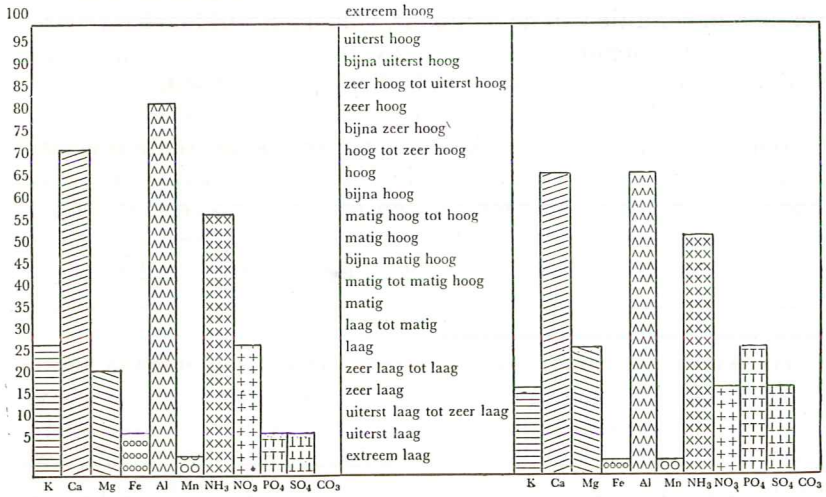
Monster X-a, een zandige-lemige, jongvulkanische, grijsbruine tot kastanjebruine laag, goed doorlatend, goed doorlucht, humeus, vertegenwoordigt de laag van 0–15 cm en X-b, geelbruin tot lichtbruin, humeus, goed doorlatend, goed doorlucht, goed doorworteld, van 15–35 cm, maar daaronder, dus van af 35 cm, tot dieper, ligt een donkerbruin tot zwart gekleurde, bijna niet doorwortelde laag. Bij monster XI dezelfde volgorde, XIa, de eerste laag van 0–10 cm, humeus, grijsbruin tot kastanjebruin, rol, goed doorworteld, goed doorlatend, goed doorlucht en XI-b van 10–75 cm, humeus, geel tot lichtbruin, goed doorworteld, goed doorlatend, goed doorlucht.

Daaronder, maar let wel, pas op 75 cm diepte, volgt dan ook hier de bewuste zwarte, hier naar beneden wat meer bruin gekleurde, practisch niet doorwortelde, derde laag.

Terwijl dus in tuin X het wortelmilieu beperkt bleef tot de bo-

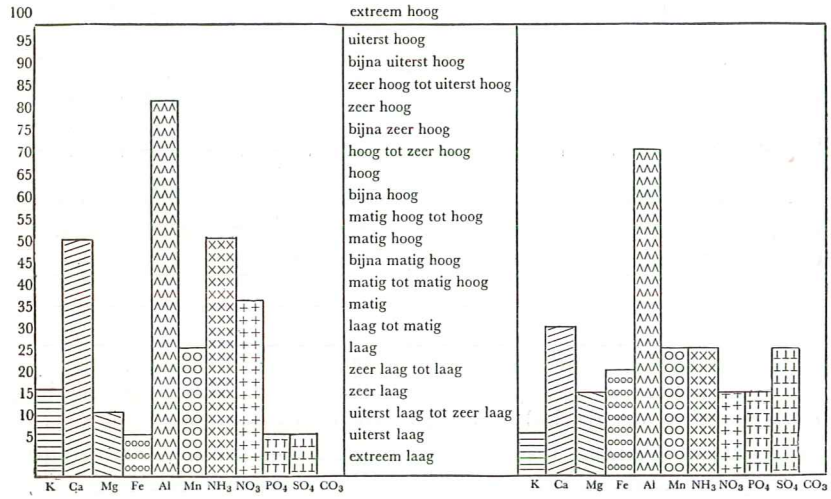
GRAFIEK Xa PH-WATER = 5,8
PH-KCl = 5,4
Δ PH = 0,4

GRAFIEK Xb PH-WATER = 5,8
PH-KCl = 5,6
Δ PH = 0,2



GRAFIEK XIa PH-WATER = 5,5
PH-KCl = 5,2
Δ PH = 0,3

GRAFIEK XIb PH-WATER = 5,8
PH-KCl = 5,6
Δ PH = 0,2



venste 35 cm konden de theeheesters in tuin XI het bodemvolume tot een diepte van 75 cm benutten, waarmee, de gevoeligheid van de thee voor ondiepe harde lagen in aanmerking genomen, de verschillen in conditie van de aanplant, volkomen verklaarbaar waren.

De hier genoemde derde, zgn. zwarte laag, komen wij op deze onderneming, zij het op wisselende diepte, overal tegen.

Ook op andere ondernemingen treffen wij ze trouwens aan.

Wij hebben hier nl. te maken met een verkoolde, oude vegetatielaag, ontstaan door een overdekking met hete vulkanische as. Wij hadden hier dus in vroeger eeuwen een rijke bosvegetatie op de verweringsgrond van het vulkanische materiaal, toen op een gegeven moment, door nieuwe erupties, de vegetatie werd bedolven, verkoold en ineengedrukt tot de zwarte laag, nu zo kenmerkend voor vele Pengalengan-gronden.

Hoewel de planters spreken van een „arme" laag, is dit in zoverre onjuist, dat deze laag in chemische zin allerminst arm is, zoals wel blijkt uit de hier volgende tabel door VENEMA (27) gepubliceerd en zoals trouwens ook wel uit de ontstaanswijze af te leiden valt, want de vele, in de vegetatie geaccumuleerde voedende bestanddelen, zijn er a.h.w. in gecomprimeerd. De moeilijkheden met deze zwarte laag, schuilen dan ook niet in de armoede aan voedende bestanddelen, maar in de slechte structuur, die het in- en doordringen van de theewortels belemmert.

	Analyse van de zwarte laag van Pengalengan											
	Kationentoestand					Anionen-toestand		Verweringstoestand				
	K_2O	NH_3	CaO	MgO	P_2O_5	NO_3	SO_4	pH H_2O	pH KCl	Fe_2O_3	Al_2O_3	Mn_2O_3
Bovengrond . . .	10	5	400	3	0,3	20	10	5,5	5,2	2	100	2
Zwarte laag . . .	45	2	600	12	1,7	10	75	5,8	5,6	sp.	55	sp.
Ondergrond . . .	6	1,5	270	8	2,5	sp.	300	5,2	5,1	sp.	60	sp.

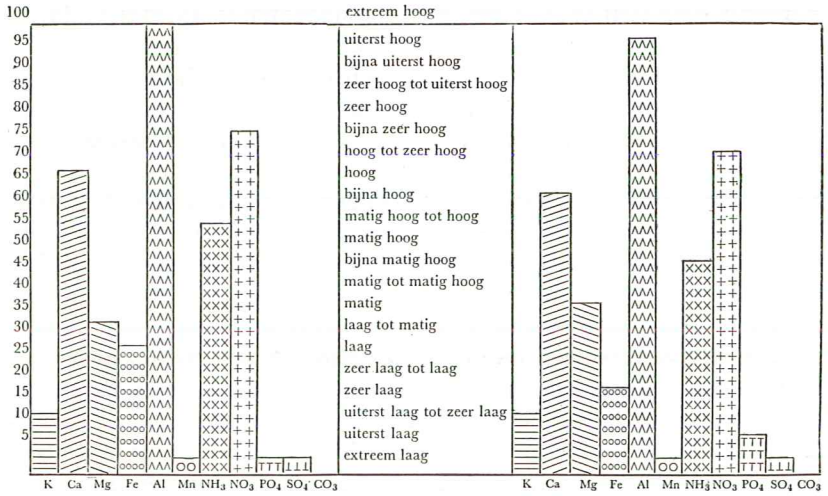
Zowel aan K_2O en P_2O_5, als aan CaO en MgO, blijkt de zwarte laag dus aanmerkelijk rijker dan het eigenlijke wortelmilieu. Bij de ondergrond valt vooral het lage kali-cijfer op.

Voorbeeld III (Blokgrafieken XII, XIII en XIV)

De grafieken XII, XIII en XIV hebben betrekking op een theeonderneming op de hellingen van de Galoenggoeng, één van de betrekkelijk weinige West-Java-vulkanen, waarvan in een volgens geologische ouderdomsnormen nog uiterst recent verleden, vulka-

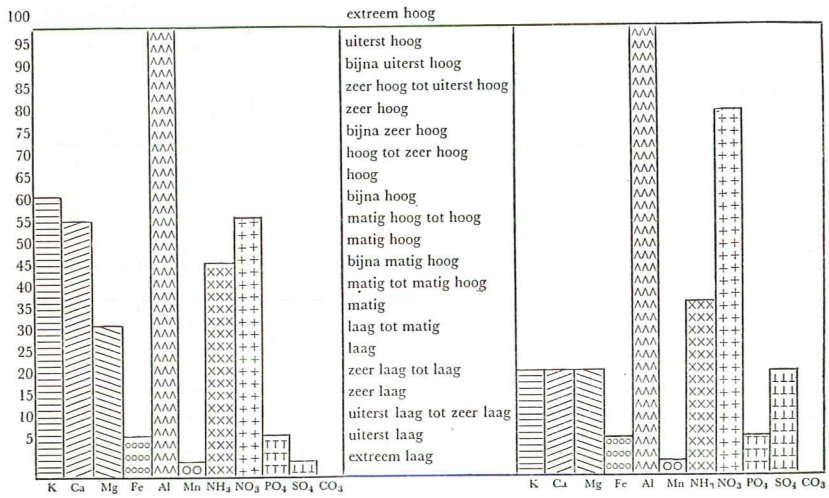
GRAFIEK XII PH-WATER = 6,6
PH-KCl = 5,2
Δ PH = 1,4

GRAFIEK XIII PH-WATER = 6,2
PH-KCl = 5,1
Δ PH = 1,1



GRAFIEK XIV PH-WATER = 5,7
PH-KCl = 5,3
Δ PH = 0,4

GRAFIEK XVa PH-WATER = 5,4
PH-KCl = 5,2
Δ PH = 0,2



nische werkzaamheid bekend is. In 1822 b.v. vond een uitbarsting van de Galoenggoeng plaats, waarbij duizenden inheemsen aan een gloedwolk ten offer vielen en ook van latere jaren valt nog vulkanische activiteit te melden. Het eigenaardige is nu, dat ondanks het uitgesproken jongvulkanische karakter van deze gronden, de in bovengenoemde grafieken geprojecteerde analyse-cijfers een zo uitgesproken armoede vertonen aan plantenvoedende bestanddelen als K_2O, PO_4 en soms MgO, waarbij echter wel opgemerkt dient te worden, dat deze onderneming zich niet bevindt op het meest recente materiaal. In elk geval bewijzen deze analyse-cijfers eens te meer, hoe snel de verwering onder tropische invloeden pleegt te verlopen. Een duidelijke aanwijzing voor het reeds vrij ver gevorderde verweringsstadium vormen wel de hoge aluminiumgehalten.

Het bodemprofiel van deze gronden leverde het volgende beeld:

1. Het eigenlijke wortelmilieu bestond uit een bruin-zwart gekleurde bovenlaag, een duidelijke verweringsgrond van het jongvulkanische Galoenggoeng-materiaal. Doorlatendheid en doorluchting van dit wortelmilieu lieten in 't algemeen weinig te wensen over, terwijl het waterhoudend vermogen goed was. De dikte van deze bovenlaag, waarvan de grafieken ons de analyse-resultaten geven, wisselde echter in sterke mate en bedroeg b.v. voor XII 50 cm, voor XIII 90 cm en voor XIV niet meer dan 40 cm.

2. Als tweede laag volgde hierop een ongeveer 20 cm dikke tjadaslaag, die wij ons ontstaan kunnen denken door de samenkittende werking van het bij de lateritische verwering uitspoelende kiezelzuur.

3. Als derde laag kwam dan het oorspronkelijke jong-vulkanische materiaal, op vele plaatsen oppervlakkig gezien nog weinig verweerd en met grote zwarte kristallen.

Onder dergelijke omstandigheden zijn blinde goten om tweeërlei reden van belang; het verdiept op dit bodemtype niet alleen het wortelmilieu, maar mengt de ver verweerde en daardoor verarmde bovenlaag tevens met vers materiaal, dat aan de verwering blootgesteld een belangrijke bron voor nieuwe aanvoer van voedingsstoffen zijn kan. Om dat te bereiken moet dus de ondergrond uit de roraks tussen de heesters worden verspreid, waardoor ook de grond uit deze diepere lagen geleidelijk meer en meer in het wortelmilieu wordt betrokken.

Verdieping van het wortelmilieu met behulp van blinde goten is natuurlijk speciaal van belang voor die tuinen waar de tjadaslaag betrekkelijk ondiep ligt. Door blinde goten wordt dan niet alleen de ondergrond ontsloten als gevolg van het doorbreken van de

tjadaslaag, maar geleidelijk aan worden deze goten weer opgevuld met de oorspronkelijke ondergrond, die, tussen de heesters uitgespreid, bij zware stortbuien, langzamerhand weer in de goot terugspoelt, doch dan omgezet in een actieve grond en innig vermengd met een flink percentage organische stof.

Dergelijke opgevulde roraks zijn dan weldra op de meest intensieve wijze doorworteld en vormen vaak het hoofdbewortelingsgebied van de thee, waaruit tevens volgt, dat ze verder onaangeroerd moeten blijven en zeker niet opnieuw mogen worden uitgediept, omdat dit geweldige wortelbeschadiging met zich brengen zou.

Zijn de oorspronkelijke roraks vol, dan moeten dus nieuwe worden geslagen tussen andere heesterrijen en dit kan zolang worden herhaald tot het gehele beschikbare bodemvolume op deze wijze behandeld is. Het is een zeer bewerkelijke — en daardoor allerminst goedkope methode, maar doeltreffend is ze zeker.

Van hoe grote blijvende waarde een dergelijke maatregel is, wordt wel geïllustreerd door het volgende.

Uit de tuinarchieven van deze onderneming bleek, dat in een bepaalde tuin, 20 jaar geleden, ca 40 cm brede goten waren geslagen tot op een diepte van ca 1 m. Loodrecht hierop werd nu een lange profielkuil geslagen, waarbij bleek, dat de oorspronkelijke goten nog tot op de centimeter nauwkeurig waren na te speuren aan de hand van de wortelontwikkeling der heesters. Alle oorspronkelijke roraks vormden nog steeds de typische wortelnesten.

Voorbeeld IV (Blokgrafieken XV en XVI)

De blokgrafieken XV en XVI demonstreren het grote belang van de hoeveelheid organische stof in een grond met het oog op de fosfaathuishouding.

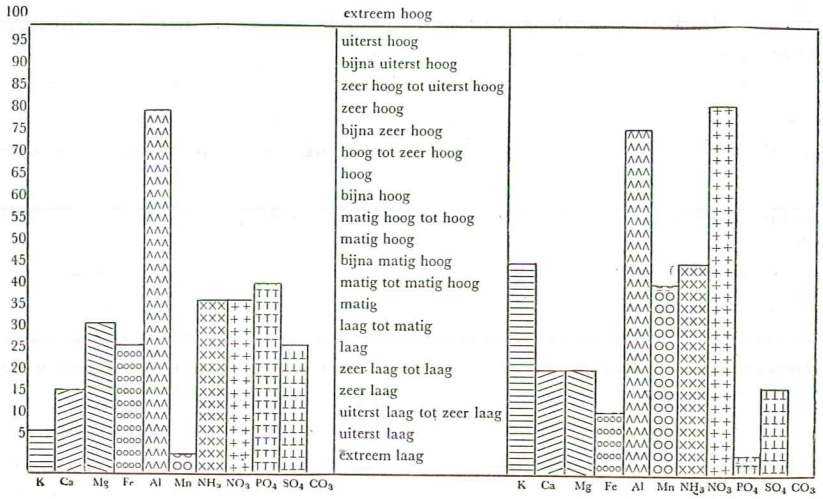
Wij zien hier nl. uiterst tot extreem lage fosfaatcijfers, zonder, dat zich fosfaatgebreksverschijnselen voordoen en dat dank zij het sterk humeuze karakter van deze gronden. Een korte karakteristiek van het type gronden, waarvan deze monsters afkomstig zijn, levert het volgende overzicht.

XV is afkomstig van een hooggelegen onderneming op de Diënghellingen.

Het wortelmilieu bestond hier uit een donkerbruin tot zwart gekleurde bovengrond, over het algemeen niet veel meer dan 40 cm dik, die op verschillende plaatsen plotseling naar beneden schoot, kennelijk de aftekening van vroegere roraks, die in de loop der tijden weer zijn opgevuld.

GRAFIEK XVb PH-WATER = 5,7
PH-KCl = 5,5
Δ PH = 0,2

GRAFIEK XVI PH-WATER = 4,6
PH-KCl = 4,3
Δ PH = 0,3



In tijden van droogte was de bovenlaag aan de oppervlakte stoffijn, terwijl ook in vochtige toestand het wortelmilieu los en rul bleef. Doorlatendheid en doorluchting waren goed, doch het waterhoudend vermogen zou in deze bovenlaag bij langdurige droogte wel eens wat te wensen kunnen overlaten. Langdurige droogte komt hier echter weinig voor.

Wat verder opviel, was het buitengewoon humeuze karakter van deze gronden.

De beworteling van de thee bleef in hoofdzaak beperkt tot deze donkergekleurde humeuze bovenlaag en de vroegere roraks, een wortelmilieu, dat op de meeste plaatsen niet dieper ging dan 40 cm, maar dat desondanks in staat bleek de thee niet alleen in goede conditie te houden, maar ook hoge producties te leveren.

De diepere lagen bestonden uit een lichtbruin gekleurde, veel vastere ondergrond, waarin weinig theewortels doordrongen.

XVI is afkomstig van een thee-onderneming laag op de hellingen van de Salak.

De bovenlaag bestond uit een humeuze, donkergekleurde grond, uitstekend van structuur, redelijk goed doorlatend, met goede doorluchting en een goed waterhoudend vermogen, kortom een welhaast ideaal milieu voor de thee. Ook hier echter weer een betrekke-

lijk dunne bovenlaag die alles redden moest, want de diepere lagen, beneden 50 cm ongeveer, bleken zo rijk aan stenen, dat het de grootste moeite kostte, daarin door te dringen. Dieper dan 50 cm trof men dan ook vrijwel geen theewortels meer aan. Dat desondanks de thee een zo goede stand toonde en producties leverde als hier het geval was, pleit wel sterk voor de hoedanigheid van die bovenlaag en ook hier is het weer het humeuze karakter dat de zaak redden moet, want fraai zijn de gehalten aan plantenvoedende bestanddelen allerminst.

In tegenstelling tot XV, waar ook de kalicijfers laag zijn, geeft XVI een redelijk kaligetal te zien.

De hoge aluminiumcijfers wijzen op een vrij ver gevorderd verweringsstadium.

Zowel XV als XVI geven hoge nitraatcijfers te zien, wat natuurlijk direct verband houdt met het humeuze karakter van deze gronden. Wel dient hierbij de aantekening te worden gemaakt, dat de bemonstering plaats vond in een droge periode, waardoor een nogal geflatteerd beeld verkregen werd, want nitraatcijfers plegen sterk onder invloed te staan van de klimatologische omstandigheden, in verband met het feit, dat ze zo zeer aan uitspoeling onderhevig zijn.

Van minstens even grote invloed was het organische stofgehalte ook voor de fosfaathuishouding, want dat ondanks de uiterst lage fosfaatcijfers, er nog geen symptomen waren die wezen op een fosfaattekort, moet wel voor een zeer groot deel worden toegeschreven aan het humeuze karakter van deze gronden, dat dus met alle ten dienste staande middelen zoals schaduwbomen en hulpgewassen, in stand gehouden dient te worden.

Een hoog organisch stof-gehalte is een fosfaat-buffer van geweldige betekenis.

Reeds eerder hebben wij er op gewezen van hoe groot belang een actieve microflora is voor de voedselsituatie in een grond en dit geldt naast de stikstofhuishouding in bizondere mate voor de fosfaattoestand.

Daar een actieve microflora slechts mogelijk is bij aanwezigheid van voldoende organische stof, is het in stand houden van de humusvoorraad beslissend voor een juist beheer van de fosfaathuishouding en dit geldt speciaal voor de oudere fosfaatarme gronden, waar geen verwering van vers vulkanisch materiaal meer voor een geregelde fosfaataanvulling zorgen kan.

Voorbeeld V (Blokgrafieken XVII en XVIII)

Blokgrafieken XVII en XVIII demonstreren nogmaals van hoe grote invloed de physische gesteldheid van een grond is op de mobilisatie van plantenvoedende bestanddelen.

De monsters waren afkomstig van een redelijk goede theeonderneming in het Soekaboemische.

XVII vertegenwoordigt één van de lager en komvormig gelegen tuinen, die als goede producenten bekend staan.

De bovengrond bestond hier uit een 40 tot 60 cm dikke, donkergekleurde, egaal- en goed doorwortelde, behoorlijk losse en humeuze grond, hoewel vrij zwaar.

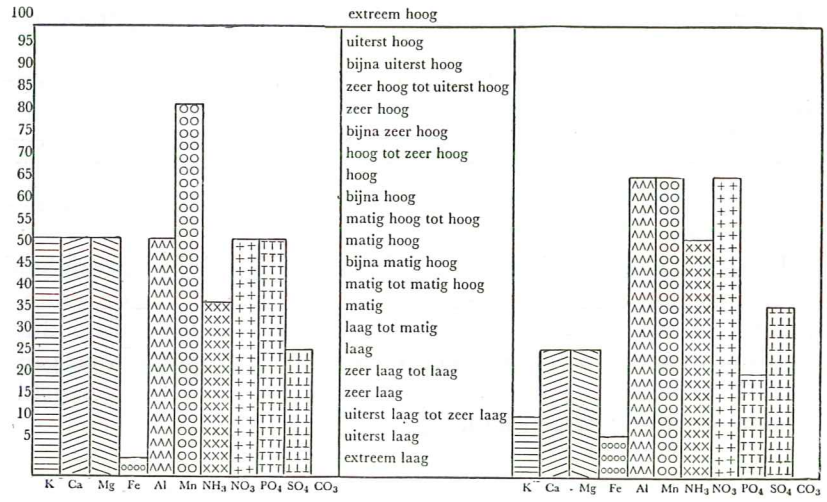
De chemische bodemanalyse van deze bovengrond levert een meer dan bevredigend beeld; een redelijk hoge kalitoestand, een goede fosfaattoestand en matig hoge kalk-, magnesium- en nitraatcijfers. Daaronder bevond zich een meer bruingekleurde, iets vastere grond, die overigens eveneens behoorlijk doorworteld was.

Op de overgang van het komvormige naar het hogere gedeelte zag men de donkergekleurde bovenlaag dunner worden, terwijl de grond daar beneden roder werd.

Ook in de donkere bovenlaag kwam men hier op verschillende plaatsen een enkele centimeters dik, rood-bruin gekleurd bandje tegen.

GRAFIEK XVII PH-WATER = 5,9
PH-KCl = 4,4
Δ PH = 1,5

GRAFIEK XVIII PH-WATER = 4,8
PH-KCl = 4,2
Δ PH = 0,6



XVIII vertegenwoordigt een van de sterk afgespoelde kammen, waar alleen de roodbruin gekleurde ondergrond was achtergebleven.

Afspoeling en achteruitgang van de gronden was hier zeer in de hand gewerkt door het eertijds gebruikelijke cleanweeding-system en door het voortdurend vorken van de gronden. Ook de chemische analyse vertoont in overeenstemming daarmee een heel wat ongunstiger beeld dan in het vorige geval:

daar kalitoestand matig hoog – hier zeer laag tot uiterst laag
daar fosfaattoestand goed – hier zeer laag tot laag
daar kalktoestand matig hoog – hier laag
daar magnesiumtoestand matig hoog – hier laag

Overduidelijk blijkt hier de funeste invloed van de afspoeling op de beschikbaarheid van de voedende bestanddelen in een grond en het nauwe verband tussen de physische gesteldheid en de hoeveelheid beschikbare voedingsstoffen.

Het is dan ook alleszins begrijpelijk, dat conditie en producties van de aanplant op de afgespoelde stukken zeer veel te wensen overliet, terwijl aan de inboetelingen over het algemeen geen lang leven beschoren was.

Naast een volledige bemesting, dus met N, P en K zal in een dergelijk geval gestreefd moeten worden naar een zo snel mogelijke opbouw van een nieuw organische stof-rijk wortelmilieu met een goede structuur, door het intensief benutten van hulpgewassen.

Door het systematisch benutten van allerlei organisch materiaal, goedkoop uit eigen aanplant verkregen, waren daarmee ook hier op korte termijn reeds verrassende resultaten bereikt.

De grond was tot een diepte van ca 35 cm reeds aanzienlijk donkerder van kleur en beter van structuur, terwijl ook de intensieve doorworteling met fijne onkruidwortels en haarwortels van de thee, ten aanzien van de regeneratie van deze gronden, het beste deed verwachten.

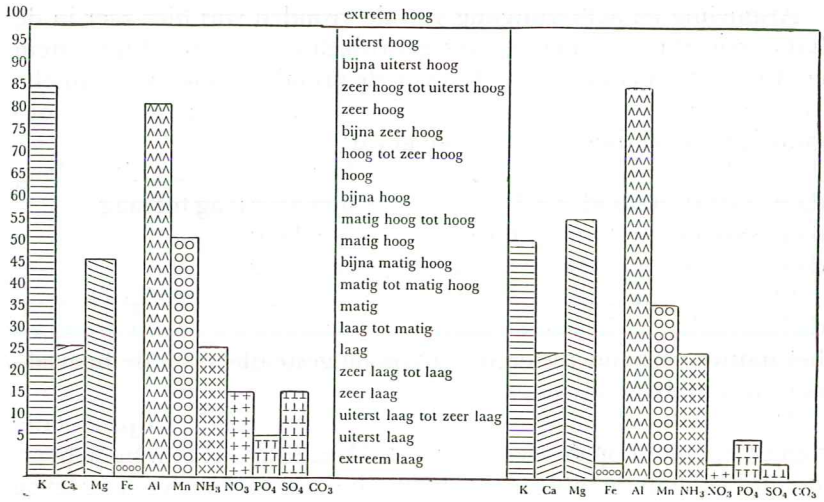
Voorbeeld VI) (Blokgrafieken XIX, XX, XXI, XXII en XXIII)

Blokgrafieken XIX, XX, XXI, XXII en XXIII hebben betrekking op monsters afkomstig van de lager gelegen hellingen van de Goenoeng Moeria.

De Moeria is vooral interessant met het oog op de moedergesteenten, waaruit de gronden door verwering zijn ontstaan. Deze zijn nl. leuciethoudend, het kali-aluminium-silicaat met de formule $K_2 (Al_2Si_2)O_8$ en een kali-gehalte van ca 20 %. Nu verweert leuciet uitermate snel, zodat bij de verweringsprocessen het mineraal zelf

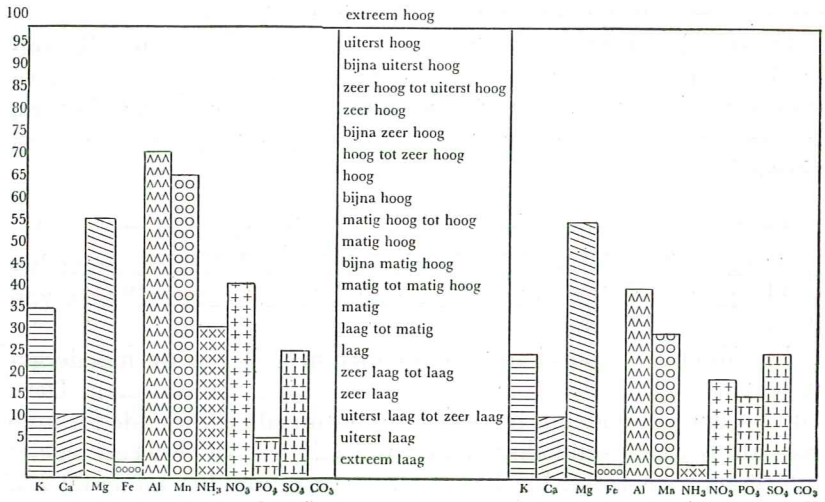
GRAFIEK XIX PH-WATER = 5,0
PH-KCl = 4,2
Δ PH = 0,8

GRAFIEK XX PH-WATER = 5,3
PH-KCl = 4,7
Δ PH = 0,6



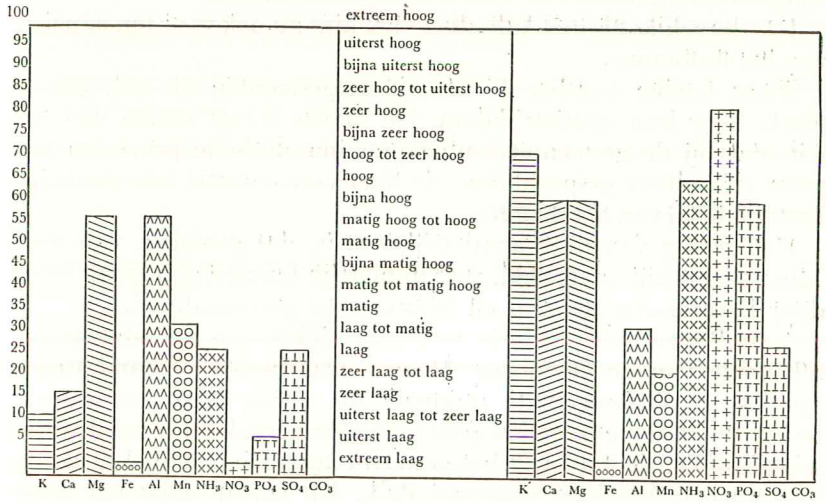
GRAFIEK XXI PH-WATER = 4,6
PH-KCl = 4,2
Δ PH = 0,4

GRAFIEK XXII PH-WATER = 5,4
PH-KCl = 5,3
Δ PH = 0,1



GRAFIEK XXIII PH-WATER = 4,7
PH-KCl = 4,4
Δ PH = 0,3

GRAFIEK XXIV PH-WATER = 6,5
pH-KCl = –
Δ PH = –



reeds in een zeer vroeg stadium verdwijnt. Ook wanneer de kalimineralen zelf reeds zijn opverweerd, zal de afkomst van de gronden zich echter nog zeer lang doen gelden in hun kaligehalte en zo vermeldt VAN BAREN (2), dat ook bij afwezigheid van aantoonbare kali-mineralen, kali-zoutzuurcijfers van 0,15 % en citroenzuurwaarden van 0,03 % geen uitzonderingen zijn.

Merkwaardig is het daarom, dat de in de blokgrafieken weergegeven analyse-resultaten allesbehalve hoge kali-cijfers te zien geven. Integendeel, van de 5 behandelde monsters die van vrij ver uit elkaar gelegen gebieden afkomstig zijn, zijn er slechts een tweetal die een respectievelijk uitstekend en vrij goed kaligehalte te zien geven, één is er uiterst matig tot onvoldoende en de twee anderen zijn laag tot uiterst laag. De meest voor de hand liggende verklaring is, dat wij hier te maken hebben met reeds zover doorverweerde gronden, dat deze inmiddels weer een groot deel van hun oorspronkelijke kalirijkdom verloren hebben. De van bruin tot bruinrood gekleurde gronden maakten trouwens een zeer sterk verweerde indruk.

Het was wel opvallend, dat juist de beide gronden met hogere analysecijfers voor kali, gekarakteriseerd werden door typische sterkverweerde gesteenteresten, die gemakkelijk uitéénvielen en die mogelijk beschouwd moesten worden als de laatste verweringsresten van leucietgesteenten.

Verder moet men rekening houden met de mogelijkheid, dat de gronden met lage kalicijfers geen verweringsproduct zijn van leucietgesteenten, hoewel dit uiterst onwaarschijnlijk is.

Iets dergelijks als met kali, doet zich hier nu ook voor ten aanzien van het fosforzuur.

Naast leuciet worden de Moeria-oergesteenten nl. ook gekenmerkt door hun apatietrijkdom. Dit laatste hangt samen met het feit, dat bij de gesteentevorming pneumatolytische processen een grote rol hebben gespeeld door de hoge concentratie aan vluchtige bestanddelen van het magma.

Het gevolg van deze apatietrijkdom is, dat gronden, van deze Moeria-gesteenten afgeleid, zeer fosfaatrijk kunnen zijn, zoals reeds door BEUMÉE-NIEUWLAND en MARR werd geconstateerd.

VAN BAREN (2) geeft de volgende cijfers van grondmonsters, afkomstig van de Goenoeng Moeria, waarin het verband tussen apatiet- en fosfaatgehalte duidelijk tot uiting komt en waaruit tevens blijkt, dat ook indien geen fosfaat-mineraal in het zand wordt aangetroffen, de aard van het gesteente toch zijn stempel drukt op de zuur-extraheerbare voorraad P_2O_5. Dit laatste blijkt het meest duidelijk door deze cijfers te vergelijken met die van enkele granietgronden van Celebes, waarin eveneens sporen apatiet aangetroffen worden, zonder dat van magmatische concentratie van fosfaat op andere wijze sprake is.

Grondmonster B I no	Grondsoort	Zandgehalte in %	Organ. stof in %	Apatiet in % van het zand	P_2O_5 HCL	P_2O_5 Citr.
	G. Moeria Tephriettuf- en trachy-andesietgronden:					
68842	Oude, grauwig bruine tephriettuf-laterietgrond	49,7	1,92	0,71	0,366	0,128
71046	Oude, knalrode tot bruinigrode tephriettuf-laterietgrond	32,6	6,49	0,74	0,379	0,148
68844	Oude, grauwigbruine tephriettuf-laterietgrond	36,6	0,78	2,16	0,391	0,138
61767	Oude, bruine tephriettuf-laterietgrond	11,7	9,19	–	0,157	0,011
61766	Idem	20,9	18,21	–	0,167	0,006
71367	Idem	14,7	4,99	–	0,236	0,014
71362	Idem	23,7	3,52	–	0,283	0,026
	Polopo Malili Granietgronden					
75077	Grijsgele tot grauwgele zandgrond	85,0	nb	–	nb	
75097	Grauwe, lemige, fijne zandgrond	73,1	2,14	–	nb	
75095	Blauwgrijze tot grauwgele lemige zandgrond	18,5	nb	–	nb	
75069	Vuilgele zand- tot leemgrond	84,4	2,42	sp.	nb	

Met het vorenstaande voor ogen, doet het wel zeer eigenaardig aan, dat wij hier blijkens de analyseresultaten in grafieken XIX tot XXIII vermeld, over de gehele linie zeer tot uiterst lage cijfers vinden voor de hoeveelheid beschikbaar fosfaat volgens de methode MORGAN-VENEMA.

Dit kan verschillende oorzaken hebben.

In de eerste plaats bestaat de mogelijkheid, dat geen van de vertegenwoordigende gronden een verweringsproduct van apatietrijke gesteenten is, hoewel dit uiterst onwaarschijnlijk moet worden geacht.

Verder bestaat de kans, dat de uiterst lage fosfaatcijfers verband houden met het uiterst lage gehalte aan organische stof van deze gronden. Wij hebben hier nl. niet te maken met ondernemingsgronden, zoals in alle vorige voorbeelden wel het geval was, maar met bevolkingsgronden met grotendeels opvallend weinig vegetatie in de droge tijd, waardoor de streek een kale indruk maakte op het moment van de bemonstering.

De vegetatie bestond toen in hoofdzaak uit een armzalige grasbegroeiing, wat spaarzame struikjes en op verschillende plaatsen een uitgebreide bevolkingsaanplant van kapok.

Deze spaarzame vegetatie was in hoofdzaak het gevolg van een tekort aan water. Op plaatsen waar men over wat meer water beschikte, zag men direct een weliger vegetatie en o.a. pisang als erfbeplanting.

Wij hebben nu reeds enkele malen gewezen op de nauwe samenwerking tussen het organische stofgehalte in een grond en de hoeveelheid beschikbaar fosfaat, zodat het alleszins plausibel zou zijn, dat zo spaarzaam begroeide- en daardoor organische stof-arme gronden ook arm zijn aan beschikbaar fosfaat.

Het lage organische stofgehalte komt trouwens ook zeer duidelijk tot uiting in de over het algemeen extreem lage nitraatcijfers en dat nog wel in de droge tijd.

Dat XXI een vrij goed nitraatcijfer toont, houdt verband met het feit, dat hier de oorspronkelijke grasbegroeiing pas was ondergepatjoeld.

Ten slotte kunnen de lage fosfaatgehalten veroorzaakt worden door de grote verweringsresistentie van het apatiet. Deze verweringsresistentie is oorzaak, dat de fosfaatvoorziening van de vegetatie bij de verwering toch bijna geheel verzorgd wordt door het vulkanische glas, dat veel minder fosfaatrijk is dan apatiet, maar dat veel beter en sneller verweert en daardoor relatief veel meer fosfaat levert.

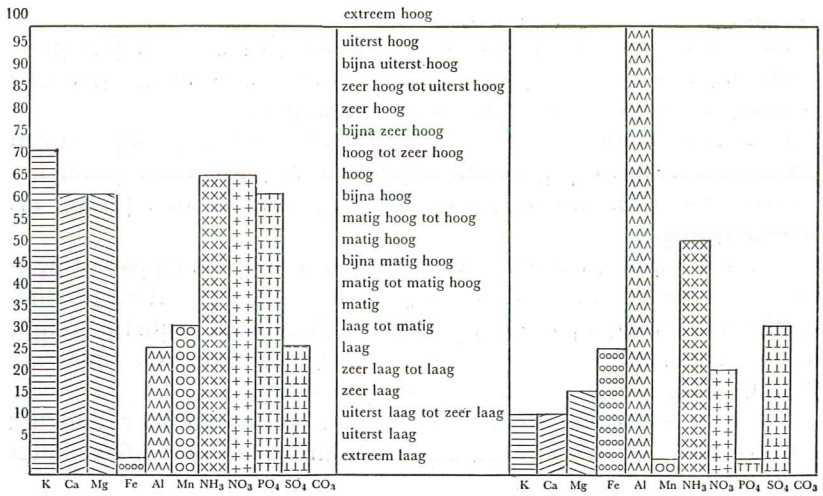
Wij kunnen ons nu voorstellen, dat deze gronden zijn gekomen op een punt dat het vulkanische glas is opverweerd, dat er onvoldoende organische stof is om een redelijke hoeveelheid fosfaat in omloop te houden en dat het apatiet, door zijn onaantastbaarheid, practisch niet aan de fosfaataanvulling deelneemt.

Voorbeeld VII (Blokgrafieken XXIV en XXV)

De blokgrafieken XXIV en XXV geven analysecijfers van een onderneming aan Java's Noordkust, die zo goed zijn, dat het nauwelijks in overeenstemming te brengen is met de ouderdom van deze gronden, zoals die uit de herkomst af te leiden valt.

GRAFIEK XXV PH-WATER = 6,4
PH-KCl = –
Δ PH = –

GRAFIEK XXVI PH-WATER = 4,6
PH-KCl = 4,4
Δ PH = 0,2



Wij vermoeden dan ook, dat, mede gezien de ligging, deze gronden in een betrekkelijk recent verleden door zgn. marien contact zijn verrijkt, m.a.w., dat ze, hetzij door een tijdelijke daling van het land, hetzij door een rijzing van de zeespiegel, met de zee in aanraking zijn geweest, waardoor ze door adsorptie van allerlei waardevolle bestanddelen aanmerkelijk zijn verrijkt.

Zo wordt onder invloed van het zeewater de aluminium-mobilisatie teruggedrongen, de pH stijgt aanmerkelijk en de kali-, kalk-, magnesium- en fosfaatcijfers worden veel en veel hoger.

Marien contact betekent dus een aanmerkelijke verjonging voor een grond.

VENEMA (27) geeft het volgende analyse-overzicht van een aantal door marien contact verjongde gronden uit het Zuidergebergte van Oost-Java.

Bovengrond-analysen van door marien contact verrijkte roodaarden

No	Kationentoestand				Anionentoestand		Verweringstoestand			
	K_2O	NH_3	CaO	MgO	P_2O_5	NO_3	pH H_2O	Fe_2O_3	Al_2O_3	Mn_2O_3
38059	> 70	6	550	> 70	> 7	> 90	6,5	sp.	5	1,0
38060	> 70	6	550	> 70	> 7	45	6,4	sp.	3	1,0
38062	> 70	5	> 600	> 70	> 7	> 90	6,6	sp.	2	0,7
38063	> 70	5	> 600	> 70	> 7	>>90	7,0	sp.	2	sp.
38064	> 70	6	> 600	> 70	> 7	75	6,6	sp.	4	0,4
38067	> 70	1	400	> 70	> 7	>>90	6,2	sp.	5	1,0

Voorbeeld VIII (Blokgrafieken XXVI, XXVII, XXVIII, XXIX en XXX)

Blokgrafieken XXVI, XXVII, XXVIII en XXIX geven een beeld van analysecijfers van gronden, afkomstig van het tertiaire gebied ten Zuiden van Tjibeber, bestaande uit andesietische- en basaltische brecciën en conglomeraten, d.w.z. saamgeplakte aggregaten van vulkanisch materiaal.

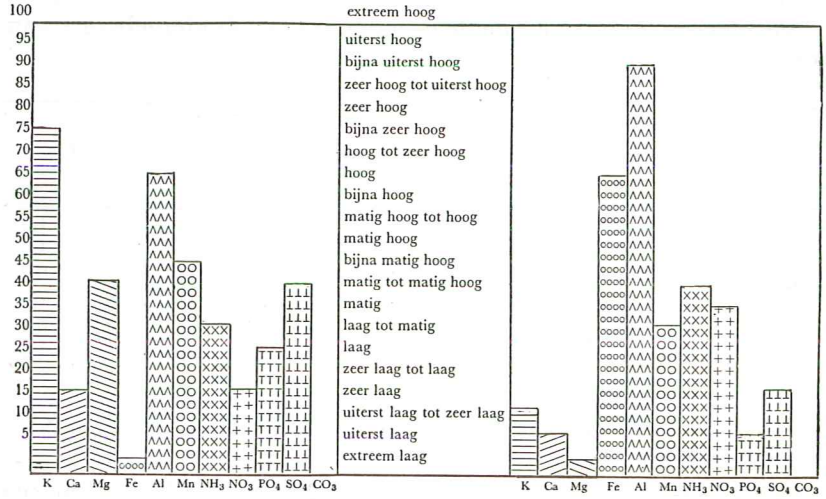
Wij hebben hier te maken met tertiaire- dus zeer oude gronden, die reeds heel, heel lang aan een intensieve verwering zijn blootgesteld geweest, zodat de mineralenreserve inmiddels is opgesoupeerd en deze gronden het geheel moeten hebben van hun vlottend kapitaal.

Dit vlottend kapitaal nu is, blijkens bovengenoemde grafieken, nogal aan schommelingen onderhevig. Zo vertegenwoordigen XXVI en XXVII respectievelijk het slechtste en het beste van een serie monsters, afkomstig van een bepaalde onderneming, terwijl XXVIII en XXIX hetzelfde doen van een andere.

Vergelijkt men grafiek XXVI en XXVII, dan geeft de laatste nog een heel wat opgewekter beeld; veel meer kali, meer magnesium, wat meer fosforzuur en minder ijzer en aluminium. Ook grafiek XXIX geeft een nog heel wat gunstiger beeld dan XXVIII door meer kali, veel meer kalk en magnesium, wat meer fosforzuur en veel minder aluminium en ijzer. Grafiek XXVIII, die trouwens een buitengewone armoede toont aan voor de vegetatie waardevolle bestanddelen (K, Ca, Mg en PO_4) laat zelfs reeds een gevaarlijk hoge ijzermobilisatie zien.

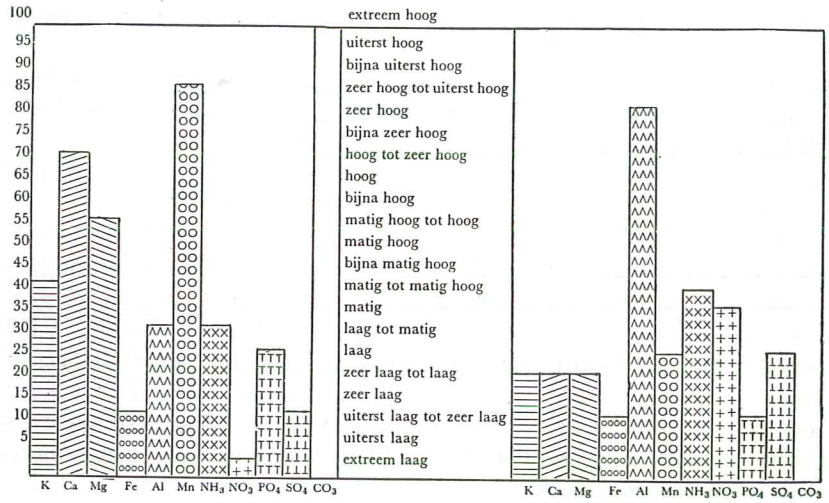
GRAFIEK XXVII PH-WATER = 4,5
PH-KCl = 4,4
Δ PH = 0,1

GRAFIEK XXVIII PH-WATER = 4,2
PH-KCl = 3,9
Δ PH = 0,3



GRAFIEK XXIX PH-WATER = 5,9
PH-KCl = 4,7
Δ PH = 1,2

GRAFIEK XXX PH-WATER = –
PH-KCl = –
Δ PH = –



Hoewel de analyse-cijfers dus nogal uitéén kunnen lopen, is het gemiddelde analysebeeld, opgesteld aan de hand van alle bekende analyse-resultaten en weergegeven door grafiek XXX toch weinig bevredigend. Lage cijfers voor kali, calcium en magnesium, fosfaat zeer laag en nitraat matig, geeft een beeld, dat zeker voor verbetering vatbaar is. Een geregelde en flinke fosfaatbemesting zal op dit type gronden dan ook nooit achterwege mogen blijven.

Over het algemeen zijn de gronden voldoende zuur (de pH-water ligt als regel nog iets beneden 4,5) om een redelijk snelle werking van Cheribonfosfaat te garanderen, terwijl de kalk eruit er nog toe bijdraagt de aluminiummobilisatie terug te dringen.

Hoewel, blijkens de analyse-resultaten, bevredigende kalicijfers kunnen voorkomen, zijn de meesten toch laag tot zeer laag, zodat, omdat de praktijk toch alleen maar de grote lijnen volgen kan, het aanbeveling verdient ook kali in het bemestingsschema op te nemen.

Typische kaligebreksverschijnselen werden, in tegenstelling met ondernemingen in de directe omgeving, op geen van de twee hier bedoelde ondernemingen, waargenomen. Wel waren er plaatsen waar de thee veel van haar onderste blad vallen liet, doch typische kaligebreksverschijnselen vertoonden de overblijvende bladeren, ook de onderste, niet. Vermoedelijk hield deze bladafval dan ook meer verband met de droogteperiode, die de aanplant toen achter de rug had en misschien was het ook meer op te vatten als een algemeen verzwakkingsverschijnsel, gezien het feit, dat het hier zeer goed producerende tuinen betrof, waar de voedingsstoffensituatie, zoals uit de analyse-resultaten blijkt, toch slechts zeer matig was.

Voor meerdere gegevens kan worden verwezen naar het hiervoor behandelde algemene gedeelte, waar uitvoerig op dit bodemtype werd ingegaan en waarin ook andere cultuurmaatregelen behandeld worden.

Voorbeeld IX (Blokgrafieken XXXI en XXXII)

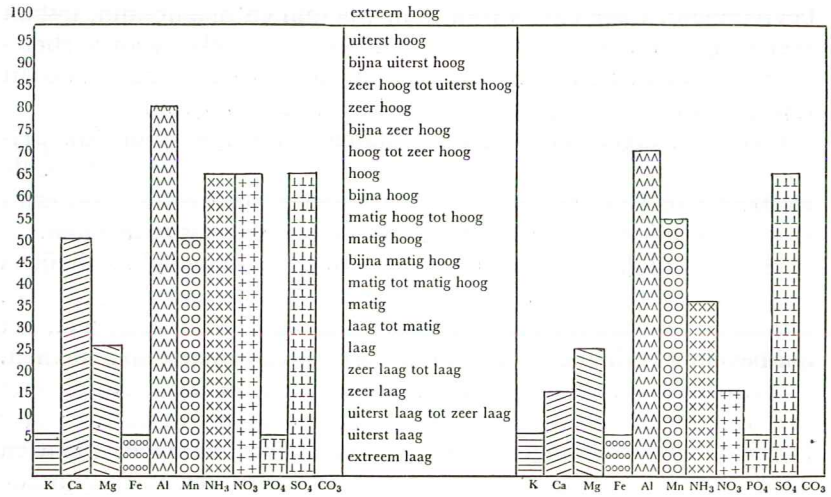
Blokgrafieken XXXI en XXXII geven ons het beeld van een grond, waar in hevige mate kaligebreksverschijnselen optraden.

Het betreft hier een thee-onderneming op de hellingen van de Salak, dus op gronden die jong-vulkanisch worden geheten. Van dit zgn. „jonge" karakter is echter bitter weinig merkbaar, wanneer men het verweringsstadium en het gehalte aan plantenvoedende bestanddelen als criterium neemt. Vooral het kaligehalte is wel extreem laag en het is dan ook alleszins begrijpelijk, dat de aanplant hier onder zware kaligebreksverschijnselen leed.

Deze kaligebreksverschijnselen vertonen zich het eerst bij de

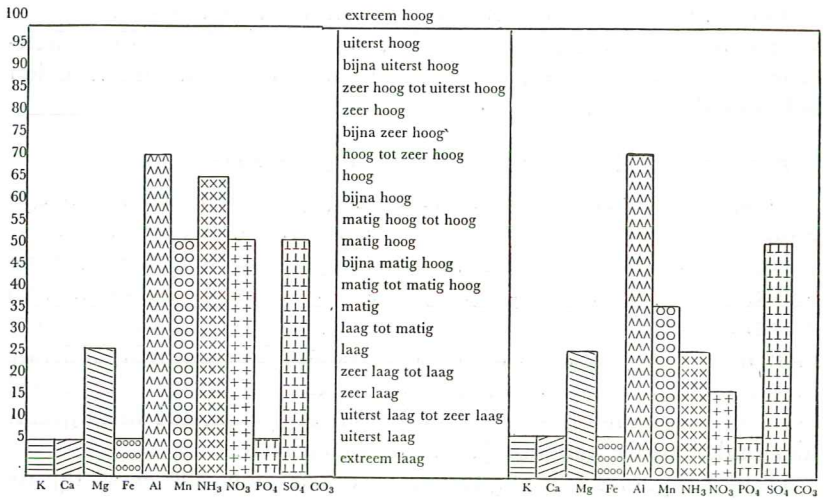
GRAFIEK XXXIa PH-WATER = 4,8
PH-KCl = 4,4
Δ PH = 0,4

GRAFIEK XXXIb PH-WATER = 4,4
PH-KCl = 4,2
Δ PH = 0,2



GRAFIEK XXXIIa PH-WATER = 4,4
PH-KCl = 3,9
Δ PH = 0,5

GRAFIEK XXXIIb PH-WATER = 3,9
PH-KCl = 3,7
Δ PH = 0,2



onderste bladeren. De bladranden worden bruin en sterven af, terwijl ook op het bladoppervlak bruine vlekken ontstaan, die tot weefselafsterving leiden. Het eindresultaat is, dat deze bladeren afvallen, terwijl tegelijkertijd de wat hoger geplaatsten de verschijnselen vertonen; ook deze bladeren worden later afgeworpen.

Naarmate hoger geplaatste bladeren worden aangetast, wordt de heester kaler en ijler.

Aanvankelijk trachten dergelijke struiken zich door nieuwe, jonge uitloop te herstellen, doch dit voert tot een totale uitputting en afsterven van de heester.

Bij genoemde verschijnselen schijnt ook een parasitaire bladschimmel, Pestalozzia theae, nog een rol te spelen, maar het optreden hiervan moet toch als een secundair verschijnsel worden beschouwd en als een uitvloeisel van de verzwakking van de heester door de primaire oorzaak: kaligebrek.

Treden de verschijnselen op in een mate als hier beschreven, dan is minstens 500 kg zwavelzure kali of het dubbele kwantum patentkali nodig om iets van de kaliwerking te zien, maar om er de aanplant boven op te helpen, zijn nog heel wat hogere giften nodig. Voor dat doel moet, afhankelijk van de stand van de aanplant, wel 1000 tot 3000 kg zwavelzure kali per ha gegeven worden.

Veel verstandiger en economischer is het daarom reeds vóórdien, dus wanneer men gewaarschuwd wordt voor de mogelijkheid van kaligebrek, hetzij door lage kalicijfers bij de analyse-resultaten, hetzij door de eerste verschijnselen van beginnend kaligebrek, kali in het bemestingsschema op te nemen. Op dat moment is met 200 kg zwavelzure kali als onderdeel van het mestschema, al veel te bereiken en veel narigheid te voorkomen. Die eerste verschijnselen zijn b.v. de vorming van groot, waterig, sterk glimmend, blauwgroen blad en de vorming van lange tot zeer lange internodiën, veroorzaakt door vertraagde dikte en versnelde lengtegroei, dus eigenlijk de typische verschijnselen van stikstofovermaat, ook wanneer er van een dergelijke overmaat in absolute zin geen sprake kan zijn. Het is slechts een kwestie van relatieve stikstofovermaat ten opzichte van het tekort aan kali.

Daarnaast zien wij bij kaligebrek nog lange, dunne uitlopers, slechte framevorming en langzaam wondherstel door gestoorde callusvorming, maar in feite zijn dit geen typische kaligebreksverschijnselen, want ook gebrek aan fosfaat doet zich op soortgelijke wijze gelden.

Tenslotte wordt er hier nog op gewezen, dat de hier behandelde Salakgronden oppervlakkig gezien uitmuntten door een uitstekende

structuur. De grond was buitengewoon rul, los en poreus, maar een nadere beschouwing leerde wel, dat er toch een element aan ontbrak om die structuur ideaal te doen zijn en dat was het bindende element. De gronden waren te los, te korrelig en misten teveel het kruimelig karakter.

Voorbeeld X (Blokgrafieken XXXIII, XXXIV en XXXV)

Voorbeeld X heeft betrekking op een kinaland, dus een hooggelegen onderneming op jong-vulkanische gronden in het Tjiwidejse.

De monsters werden genomen naar aanleiding van het feit, dat bij een bemestingsproef op kina, zowel stikstof als kalk en fosforzuur de kinineproductie bleken te stimuleren, doch dat kali de opbrengst aan zwavelzure kinine op overtuigende wijze drukte.

Het is logisch, dat in eerste instantie werd gedacht aan een van nature reeds zo hoog kaligehalte, dat een verdere verhoging van het kaliniveau door bemesting, een wanverhouding tussen de voedende bestanddelen schiep, en dat deze zich op haar beurt weer in een productiedaling gelden deed. Te dien einde werden zowel op een nulvak van het proefveld (XXXIII), als aan beide zijden buiten het proefveld (XXXIV en XXXV) monsters gestoken en volgens de methode MORGAN-VENEMA chemisch-analytisch onderzocht.

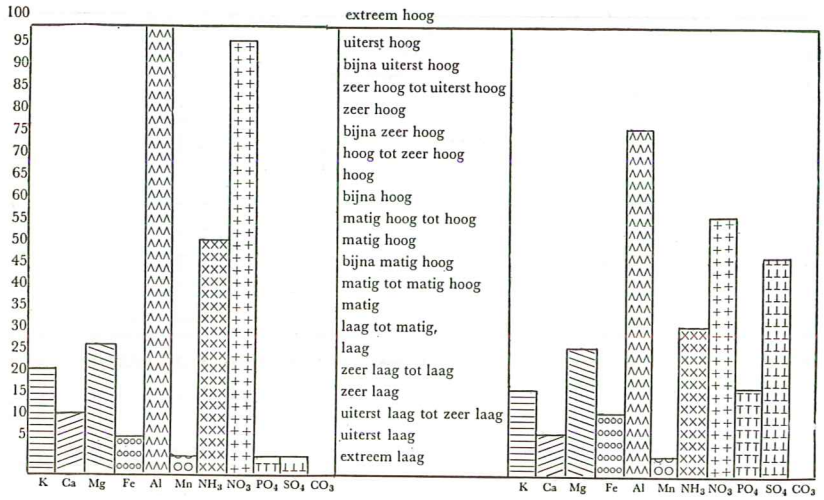
De resultaten hiervan waren echter allerminst in overeenstemming met de verwachtingen, zoals uit de grafieken blijkt. Wij zien nl. kalicijfers, waarvan het beste de kwalificatie „matig" nauwelijks dragen kan, terwijl de andere laag tot uiterst laag zijn.

De meest voor de hand liggende verklaring is o.i. dan ook deze. Kina behoort tot de kalkminnende gewassen. De gronden in kwestie echter vertonen zeer lage kalkcijfers, zodat de kalkcijfers relatief nòg lager zijn dan de toch ook slechts zeer matige kalicijfers. Door een kalibemesting wordt de toch al ongunstige kali-kalk-verhouding dus nog ongunstiger, wat tot uiting zou kunnen komen in de kinineproductie. De stikstoftoestand van deze gronden blijkt uitstekend, wat, behalve met de stikstofbemesting (alleen voor XXXIV en XXXV) zeker ten nauwste verband houdt met het zeer gunstige humeuze karakter van de bovengrond. Deze bestaat nl. uit een donkergekleurde, losse, zeer mooi doorwortelde laag, met als ondergrond een wat vastere, geelbruin gekleurde en veel minder sterk doorwortelde laag. Doorlatendheid, doorluchting en waterhoudend vermogen van het eigenlijke wortelmilieu zijn goed.

De zeer lage cijfers voor mineraal-fosforzuur, vooral in de bovengrond, geven voor dergelijke humeuze gronden een wel wat tè

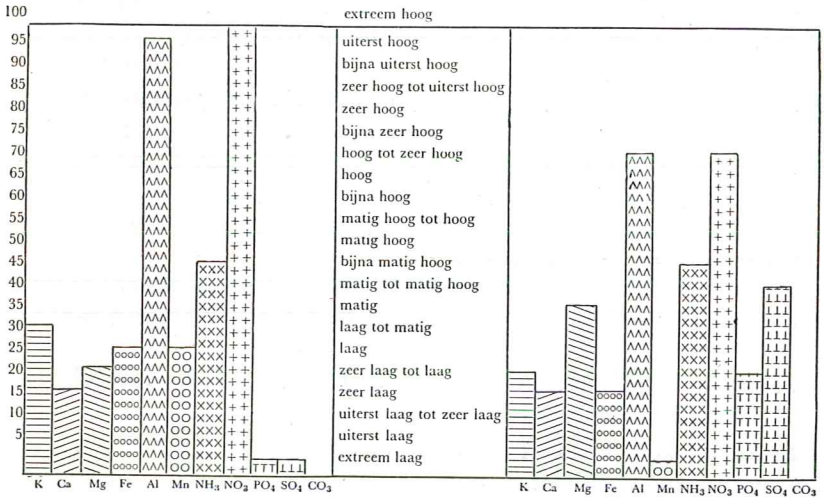
GRAFIEK XXXIIIa PH-WATER = 4,8
PH-KCl = 5,1
Δ PH = –

GRAFIEK XXXIIIb PH-WATER = 4,7
PH-KCl = 5,0
Δ PH = –



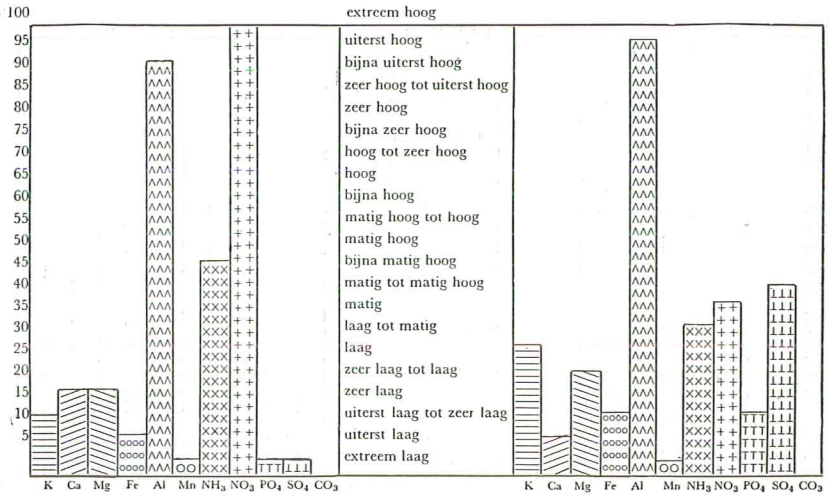
GRAFIEK XXXIVa PH-WATER = 5,5
PH-KCl = 5,2
Δ PH = 0,3

GRAFIEK XXXIVb PH-WATER = 5,6
PH-KCl = 6,2
Δ PH = –



GRAFIEK XXXVa PH-WATER = 4,9
PH-KCl = 4,6
Δ PH = 0,3

GRAFIEK XXXVb PH-WATER = 5,1
PH-KCl = 5,5
Δ PH = –



ongunstig beeld van de fosforzuurtoestand, daar er, behalve het fosforzuur in minerale vorm, dat bij de methode MORGAN-VENEMA bepaald wordt, nog een niet onbelangrijke fosfaatreserve aanwezig is in organische vorm, dus in de vorm van allerlei organisch materiaal wat in de bodem aanwezig is, een fosfaatreserve, waaruit geleidelijk eveneens fosfaat voor de plant ter beschikking komt.

Het feit, dat men trouwens over de gehele linie in de ondergrond, die veel en veel minder organische stof bevat, méér fosforzuur in mineraalvorm aantreft dan in de bovengrond wijst er wel op, dat in de humeuze bovengrond een belangrijk gedeelte van het beschikbare fosfaat tijdelijk in organische vorm is vastgelegd. De zeer lage cijfers voor beschikbaar mineraal-fosfaat in de bovengrond maken een fosfaatbemesting noodzakelijk, ook wanneer wij aannemen, dat de gronden nog aardig wat fosfaat in organische vorm geaccumuleerd houden.

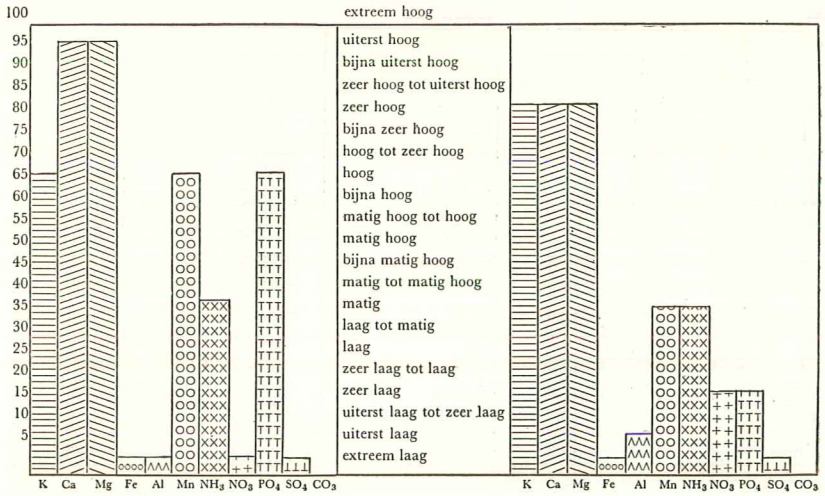
Resumerende komen wij dus tot een kalk-, een fosfaat- en een aanvullende stikstofgift als bemestingsschema voor kina op dit type gronden.

Voorbeeld XI (Blokgrafieken XXXVI, XXXVII, XXXVIII, XXXIX, XL en XLI)

Blokgrafieken XXXVI, XXXVII, XXXVIII, XXXIX, XL en XLI vertegenwoordigen de analyse-resultaten van een serie grond-

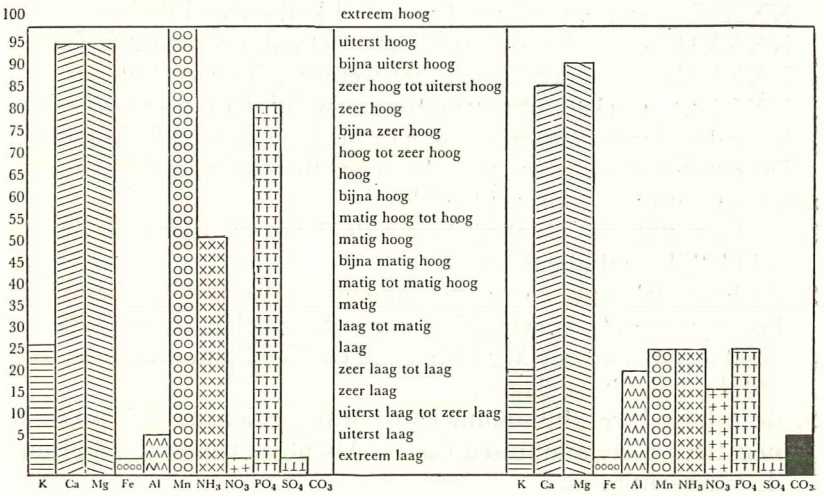
GRAFIEK XXXVI PH-WATER = 7,4
PH-KCl = 6,6
Δ PH = 0,8

GRAFIEK XXXVII PH-WATER = 6,8
PH-KCl = 6,3
Δ PH = 0,5



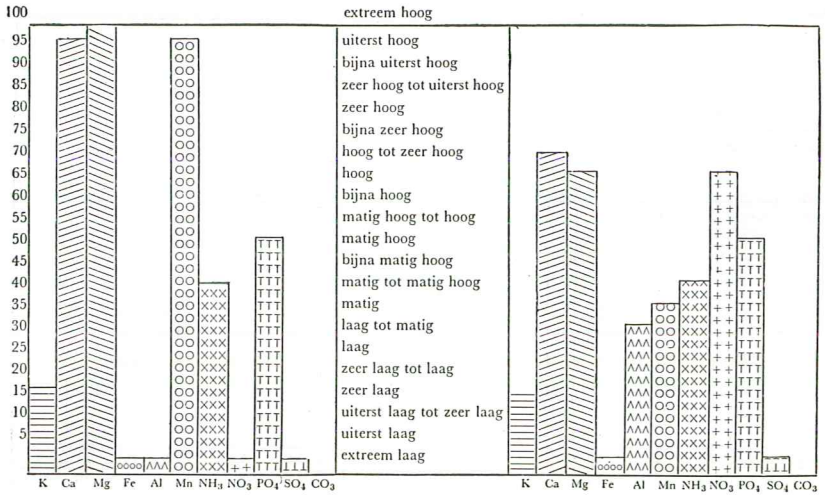
GRAFIEK XXXVIII PH-WATER = 7,4
PH-KCl = 6,0
Δ PH = 1,4

GRAFIEK XXXIX PH-WATER = 7,3
PH-KCl = 7,2
Δ PH = 0,1



GRAFIEK XL PH-WATER = 6,6
PH-KCl = 5,4
Δ PH = 1,2

GRAFIEK XLI PH-WATER = 5,2
PH-KCl = 4,6
Δ PH = 0,6



monsters, afkomstig van verschillende mergeltypen. Zoals uit deze cijfers blijkt, zijn, wat voor de praktijk van belang is, vooral de kali- en fosfaatcijfers aan grote schommelingen onderhevig.

Er zijn mergelgronden met veel en met weinig fosfaat en met veel en weinig kali, in alle combinaties.

Zo vertegenwoordigt:

XXXVI een mergelgrond met veel kali en veel fosfaat;
XXXVII een tufgrauwaarde met veel kali en weinig fosfaat;
XXXVIII een mergelgrond met weinig kali en veel fosfaat;
XXXIX een kalktufzwartaarde met weinig kali en weinig fosfaat.

Vooral kalktufzwartaarden tonen vaak lage kali- en fosfaatcijfers.

De constante aspecten van de verschillende mergeltypen zijn, zoals ook uit deze voorbeelden blijkt:

1. de hoge pH, die als regel boven de 7 ligt en anders in de onmiddellijke nabijheid ervan.
2. de hoge calcium- en magnesiumcijfers, die wat Ca betreft in bovengenoemde voorbeelden nog schommelen tussen 1200 en 5000 d.p.m. en voor Mg tussen 120 en 700 d.p.m. maar die toch altijd relatief hoog liggen.
3. de uiterst lage aluminiumcijfers, wat, gezien de gebruikelijke negatieve correlatie tussen Ca- en Al-cijfers, trouwens klopt met de verwachtingen.

Blokgrafiek XL toont een minder hoge pH en er is enige reden aan te nemen, dat wij hier te maken hebben met de eerste stap naar een lateriserende mergelgrond of een naar rood transformerende zwartaarde.

Blokgrafiek XLI geeft trouwens een beeld van dit proces in een heel wat verder gevorderd stadium. Wij zien hier een beduidend lagere pH, veel lagere Ca- en Mg-cijfers en het begin van een aluminiummobilisatie, alle verschijnselen die wijzen op een laterisatie-proces.

Doch hoewel de rode kleur van deze grond er op wees, dat dit proces reeds een aardig eindje gevorderd was, was de structuur toch volkomen die van een zwartaarde gebleven.

Voorbeeld XII (Blokgrafieken XLII en XLIII)

Dit voorbeeld heeft betrekking op een theeaanplant op de hellingen van de Gedeh in het Soekaboemische.

Het betreft hier een grondtype, waar men met buitengewone moeilijkheden te kampen krijgt, zodra men overgaat tot het herontginnen van oude theetuinen, ondanks het feit, dat de physische gesteldheid van de gronden, beoordeeld naar doorlatendheid, luchthuishouding en waterhoudend vermogen goed is, terwijl het karakter van de gronden evenmin wijst in de richting van een armoede aan plantenvoedende bestanddelen.

XLII vertegenwoordigt een dergelijke herontginning. De plantjes waren op het moment van de monstername ca 2 jaar oud en vertoonden vrijwel geen groei, ondanks het feit, dat ze reeds driemaal met stalmest waren bemest, terwijl daarnaast nog pogingen waren aangewend ze met kunstmeststoffen, waaronder fosfaat, aan de gang te krijgen, zonder resultaat evenwel.

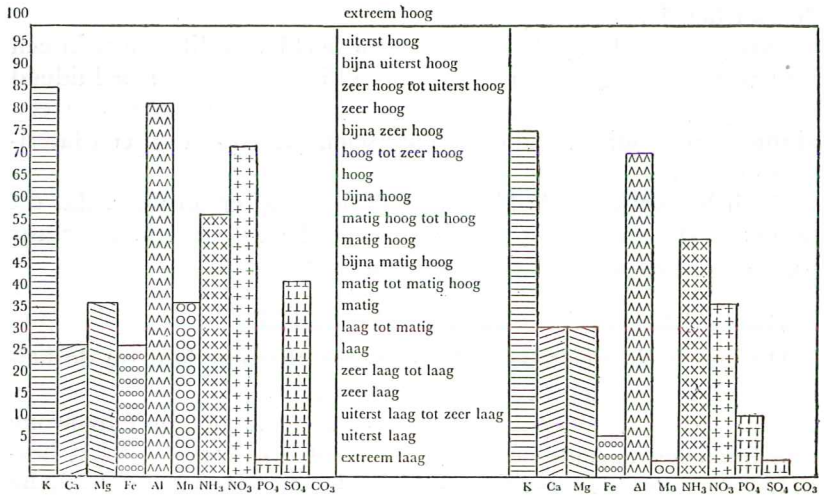
Wij wijzen hier met opzet op fosfaat, omdat dit, blijkens de analyse-resultaten, de meest en trouwens de enige zwakke plek in het overigens uitstekende geheel is, zodat men geneigd zou zijn direct het fosfaat als de schuldige aan te wijzen. Het voorlopig negatieve resultaat met een fosfaatbemesting is echter allerminst in overeenstemming daarmee.

Dat bovendien een herhaalde stalmestgift, het ouderwetse middel, dat nog zo vaak zijn doeltreffendheid bewijst, hier faalt, is trouwens een eveneens opmerkelijk verschijnsel.

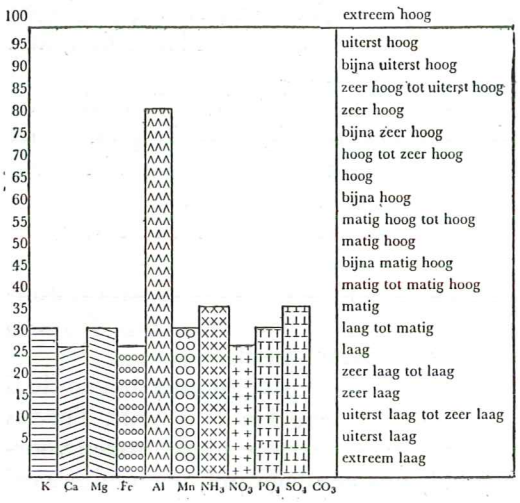
Het enige, wat enig houvast geeft, is de pH, die hier boven de 6 ligt, terwijl de optimum pH voor thee beneden de 5 blijft. Thee is een van de betrekkelijk weinig cultures met een uitgesproken voorliefde voor een hoge zuurgraad, dus een lage pH, waar uiteraard

GRAFIEK XLII PH-WATER = 6,4
PH,KCl = 6,1
Δ PH = 0,3

GRAFIEK XLIIIa PH-WATER = 6,4
PH-KCl = 6,3
Δ PH = 0,1



GRAFIEK XLIIIb PH-WATER = 6,4
PH-KCl = 6,4
Δ PH =



direct aan dient te worden toegevoegd, dat die lage pH dan echter allerminst identiek dient te zijn met een armoede aan plantenvoedende bestanddelen, iets wat in de praktijk maar al te vaak wel het geval is. Als regel vindt de lage pH haar oorsprong in een basenarmoede, veroorzaakt door uitspoelingsverliezen, die ook de voorraad andere plantenvoedende bestanddelen tot een bedenkelijk laag niveau hebben teruggebracht.

Het ideale milieu voor de thee is dan ook een lage pH, gepaard aan een ruime voorraad plantenvoedende bestanddelen.

In overeenstemming hiermede werden opvallende resultaten bereikt met een zwavelbemesting op betrekkelijk jong-vulkanische gronden bij thee.

Door het Proefstation West-Java werden daarom een viertal zwavel- en kalkbemestingsproeven in producerende aanplant aangezet op de volgende bodemtypen: [1])

1. In de proeftuin Kedoeng Halang te Buitenzorg (hoogte 250 m) op een bruine, matig verweerde, vrij zware andesiettuflaterietgrond, ontstaan uit effusiva van Gedeh en Salak.
2. In de proeftuin Pasir Saronggé bij Sindanglaja (hoogte 1200 m) op een grijze, humeuze, in de ondergrond geelbruine, zandige gebergtegrond, verweerd uit andesietisch materiaal van de Gedeh.
3. Op de onderneming Tjiomas op de Noordhelling van de Salak (hoogte 700 m), op een bruine, vrij sterk verweerde, zware andesiettuflaterietgrond.

Nadat deze proeven een aantal jaren (van 6 tot 10) gelopen hadden, konden de resultaten als volgt worden samengevat.

Zwavelbemesting bleek, in tegenstelling met bekalking, de groei van de thee te hebben gestimuleerd, terwijl ook de productie door een zwavelbemesting in belangrijke mate werd opgevoerd, zij het ook, dat dit niet bij alle proeven in even sterke mate het geval was.

In de proef in de proeftuin Kedoeng Halang was de meerproductie per kg verstrekte zwavel het grootst geweest, terwijl de invloed van zwavel in de proef op de onderneming Tjiomas niet alleen veel geringer, maar ook veeleer uitgewerkt was. Enkele jaren na de zwaveltoediening was de invloed op de productie het grootst, waarna deze geleidelijk minder werd. In de laatste proefperiode,

---

[1]) Gegevens over enkele zwavel- en kalibemestingsproeven in de producerende theeaanplant door A. F. Schoorel en J. C. van Schoonevelt. Archief voor de theecultuur in Ned. Indië, 13e Jrg., no 2 '39. Het gebruik van zwavel als meststof bij het planten van thee. Korte mededeling van het Proefstation West-Java no 34.

circa 9 à 10 jaren na de bemesting, bedroeg de meer-productie tengevolge van circa 500 g zwavel per m^2 in de proef in de proeftuin Kedoeng Halang en in de beide proeven in de Proeftuin Pasir Saronggé nog resp. 34, 13 en 4 procent van onbemest.

Kalkbemesting daarentegen had de productie in de proef te Kedoeng Halang ongunstig beinvloed.

De gunstige invloed van de zwavelbemesting was zonder twijfel tot tweeërlei oorzaak terug te voeren.

In de eerste plaats werd de zuurgraad daardoor in een voor thee gunstige richting beïnvloed en verder werd een belangrijke hoeveelheid plantenvoedende bestanddelen uit de mineralenreserve vrijgemaakt onder invloed van het zwavelzuur, door geleidelijke oxydatie uit de toegediende zwavel ontstaan. Beide oorzaken impliceren dat op reeds van nature sterk zure, zwaar verarmde gronden in een ver verweringsstadium, de zwavel heel wat minder invloed zal hebben, omdat daar, door de armoede aan een mineralenreserve, niet zo heel veel voedende bestanddelen meer kunnen worden vrijgemaakt. Dit klopt dus met de ervaring, dat juist op de oudere Salak gronden de zwavel de minste invloed had. Op dergelijke oudere, ververweerde gronden moet een zwavelbemesting trouwens worden afgeraden, omdat daardoor de nog aanwezige mineralenreserve in te snel tempo wordt opgesoupeerd en de uitspoelingsverliezen relatief groter worden.

Op de zandige, jongvulkanische hooggebergtegronden van Java, zoals het Gedehcomplex, de Pengalenganhoogvlakte, het Patoehacomplex en de Tangkoeban Prahoe is een zwavelbemesting echter minder bezwaarlijk en moet, wanneer de zuurgraad daartoe aanleiding geeft, zelfs als een wenselijke cultuurmaatregel worden beschouwd.

Ook in het onderhavige geval, een jongvulkanische, betrekkelijk rijke Gedehgrond met een pH = 6,4, moet van een zwavelbemesting een gunstige invloed worden verwacht op groei en ontwikkeling van de thee in het algemeen en op het slagen van de theeherontginningen in het bijzonder.

Wat betreft de moeilijkheden met het doen slagen van een theeherontginning op dit type gronden, zou het overigens welhaast logisch zijn in verband daarmede ook het begrip bodemmoeheid te berde te brengen, doch in de eerste plaats brengt ons dit niet dichter bij de oplossing en verder is het onwaarschijnlijk, dat factoren, waartoe het begrip bodemmoeheid in bepaalde gevallen kan worden teruggebracht, hier hun invloed doen gelden.

Dat de vorige jarenlange thee-aanplant de voedselvoorraden een-

zijdig zou hebben uitgeput en de jonge aanplant, die dezelfde eisen stelt, daaronder lijden zou, is onwaarschijnlijk, gezien de analysecijfers en de reactie op proefbemestingen.

Structuurverval van deze reeds lang in cultuur zijnde gronden is, gezien de nog steeds uitstekende structuur, evenmin waarschijnlijk.

Giftige verbindingen als wortelafscheidingen van de vorige aanplant in de grond achtergebleven, geven evenmin een bevredigende verklaring, omdat de goede physische gesteldheid van deze gronden en het toch zeker voldoende oxydatieve milieu een snelle oxydatie van die gifstoffen tot ongevaarlijke verbindingen welhaast zeker maakt.

Al bij al brengt het begrip bodemmoeheid ons hier dus weinig dichter bij de oplossing en geeft een eenvoudig advies als dat van een zwavelbemesting ons voor de praktijk heel wat meer houvast.

Wat betreft de practische toepassing van een dergelijke zwavelbemesting voor herontginningen het volgende:

Hebben wij te maken met een pitaanplant, dan wordt 2 à 3 weken voor het uitleggen der pitten over een oppervlakte van ongeveer 25 × 25 cm, 50 gr fijne of gezeefde zwavelmodder uitgestrooid en tot op ± 25 cm diepte met de bovengrond vermengd.

Bij het planten van stumps wordt de fijngemaakte en gezeefde zwavelmodder innig vermengd met de grond uit het plantgat. Een hoeveelheid van 150 gr zwavelmodder per plantgat van b.v. 40 bij 40 cm en 60 cm diep, is voldoende, zodat er bij een plantdichtheid van 8000 heesters per ha dan 1200 kg zwavel per ha nodig zou zijn.

Bij voorkeur wordt de zwavel in het begin van de Westmoesson toegediend, daar de grond dan vochtig genoeg is om de oxydatie van de zwavel snel te doen verlopen en er tevens weinig kans bestaat op een te sterke en ongewenste verhoging van de bodemvochtconcentratie.

Dat er in het hier besproken geval zeker niet alleen van bodemmoeheid sprake was, bleek trouwens wel uit het feit, dat ook de beworteling van slechtproducerende heesters in een oude theetuin, vertegenwoordigd door het monster XLIII, in zoverre abnormaal bleek, dat deze beworteling tot de directe omtrek van de stam beperkt bleef, ondanks het feit, dat het ook hier een grond betrof met een in alle opzichten goede structuur.

Wellicht verdient ook hier een zwavelbemesting op basis van niet meer dan 500 g per m^2 aanbeveling.

Resumerende zijn een zwavelbemesting, gecombineerd met fosfaat en zo mogelijk aangevuld met periodieke stalmestgiften, de cultuurmaatregelen waarvan in dit geval heil te verwachten is.

VOORNAAMSTE LITERATUUR

1. F. A. VAN BAREN. Doel en methode van het röntgenografisch klei-onderzoek. Landbouw 1938, blz. 659.
2. Dr F. A. VAN BAREN. De mineralogische achtergrond van de bodemvruchtbaarheid in Ned. Indië. Verslag van de 28ste vergadering van de Vereeniging van Proefstations-Personeel 1941.
3. Dr R. W. VAN BEMMELEN. Korte schets van de Geologie van Java. De Bergcultures, 9 Oct. 1937, blz. 1454.
4. J. H. DRUIF. De bodemkaarteeringen in Deli (S.O.K.), hun wijze van uitvoering en hun resultaten. Landbouw 1939, blz. 457.
5. Ir J. G. DE GEUS. Bodemonderzoek. De Bergcultures, 18 Nov. 1939, blz. 1600.
6. Ir J. G. DE GEUS. De drie-eenheid die de plantengroei en -productie beheerst. De Bergcultures, 14e jaarg. 1940, No. 40, blz. 1256.
7. Ir J. G. DE GEUS. De resultaten van bemesting en bodembehandeling bij de Oost-Java-bergcultures in verband met de verschillende grondtypen. Plant en Bodem, 3e jaargang no 2.
8. Ir J. G. DE GEUS. Iets over verweeringswijze en verweeringsstadia van onze bergcultuurgronden, speciaal in het Soekanegarasche en de consequenties daarvan ten aanzien van het bodemonderhoud. De Bergcultures, 15e jaarg. 1941, no 23, blz. 736.
9. Dr I. DE HAAN. Kaligebrek in de theecultuur. De Bergcultures, 12 October 1940.
10. Prof. J. HUDIG. Klinisch grondonderzoek in de tropen. Landbouwkundig tijdschrift, Juni 1939.
11. J. H. KUNEMAN SR., Lamtoro. De Bergcultures, 19 April 1941.
12. H. A. MIDDELBURG. De fosfaattoestand als vruchtbaarheidskenmerk van den grond. Verslag van de 28ste vergadering van de Vereeniging van Proefstations-Personeel 1941.
13. Prof. E. C. JUL. MOHR. De bodem der tropen in het algemeen en die van Ned.-Indië in het bijzonder.
14. Ir A. F. SCHOOREL. Kaligebrek in de theecultuur II. De Bergcultures 19 October 1940.
15. Dr J. SCHWEIZER. Wat halen een koffie- en een rubberaanplant uit de grond en wat geven zij aan de grond terug? Verslag van de 28ste vergadering van de Vereeniging van Proefstations-Personeel 1941.
16. Ir W. SNOEP. Bijzonder resultaat van twee bodembehandelingsproeven bij jonge koffie. De Bergcultures, 12 October 1940.
17. Ir W. SNOEP. Boniteitsfactoren bij koffiegronden en de invloed daarop van bodembehandeling. De Bergcultures, 17 Mei 1941, blz. 640.
18. Ir W. SNOEP. Aanteekeningen over de methodiek voor physisch grondonderzoek. De Bergcultures, 31 Mei 1941, blz. 713.
19. Dr R. VAN DER VEEN. Bepaling van de mestbehoefte van den grond. De Bergcultures, 13 Maart 1937, blz. 340.
20. Dr R. VAN DER VEEN. Iets over den invloed van bemesting op de roodbruine Yangbergkleigronden. De Bergcultures, 19 Februari 1938, blz. 217.
21. Dr R. VAN DER VEEN. Enkele waarnemingen over wortelconcurrentie in een zeer drogen Oostmoesson. Korte Mededeeling van het Besoekisch Proefstation. De Bergcultures, 30 November 1940.

22. K. C. W. VENEMA. Eenige gevens, verkregen door middel van de microchemische snelmethode volgens Morgan-Venema, inzake het voorkomen van enige, zeldzame elementen in grondmonsters van Java en Sumatra. Landbouwkundig Tijdschrift, Juni 1944.
23. Ir K. C. W. VENEMA. Oriënteerende bodemanalysen volgens de microchemische snelmethoden.
24. K. C. W. VENEMA. Eenige gegevens over den invloed van Kalk en Zwavel op roodaard, aschgrond en grauwaarde van Java. Landbouwkundig Tijdschrift, December 1941.
25. K. C. W. VENEMA. Resultaten van het mechanische, chemische en röntgenografische onderzoek van eenige grondmonsters van Java. Landbouwkundig Tijdschrift, Juni 1942.
26. K. C. W. VENEMA. Eenige principieele wijzigingen in de microchemische snelmethode van Morgan voor het chemisch onderzoek van grondmonsters. Landbouwkundig Tijdschrift, Mei 1943.
27. K. C. W. VENEMA. De toepassing van de gewijzigde micro-chemische methode van Morgan voor het onderzoek van grondmonsters op eenige gronden van Java en Sumatra. Landbouwkundig Tijdschrift, Juni 1943.
28. J. TH. WHITE. Kalk en phosphorzuurgehalte als classificatie-middel. Verslag van de 28ste vergadering van de Vereeniging van Proefstations-Personeel 1941.