

DE MINERALOGISCHE ACHTERGROND VAN DE BODEM- VRUCHTBAARHEID IN NEDERLANDSCH INDIE

door

Dr Ir F. A. VAN BAREN,

Bodemkundige bij het Bodemkundig Instituut van het Algemeen Proefstation
voor den Landbouw te Buitenzorg.

Inleiding.

Bij een beschouwing over den mineralogischen achtergrond van de bodemvruchtbaarheid komt in Nederlandsch Indië onwillekeurig de gedachte op, dat men over een zaak spreekt, die feitelijk geen toelichting behoeft. De bodemmineraloog werkt hier te lande namelijk in een omgeving, waar sedert 1905, ingesteld door MOHR (1915), bij het bodemkundig onderzoek aan de mineralogische samenstelling van den grond steeds in het bijzonder aandacht wordt geschonken. Ook de oudere Indische literatuur geeft voldoende aanwijzingen, dat diegene, die op grond van zijn werkzaamheden met den bodem in aanraking kwam, zich rekenschap gaf van de herkomst van het substraat voor land- en boschbouw. Zoo wijst MARR reeds in 1912 op den G. Moeria in verband met den apatietrijkdom der alkaligesteenten, die den vulkaan opbouwen, terwijl hij elders zegt: „Aangezien het Ringgit-gebergte (met den kleinen vulkaan Loeroes op de grens van Besoeki en Probolinggo) behalve den Goenoeng Moeria in Japara het eenige gebergte op Java is, dat uit leuciethoudende gesteenten is opgebouwd, is een verband tusschen deze veel kali bevattende gesteenten en den kalirijkdom der Besoekische gronden volstrekt niet onwaarschijnlijk”.

Door WHITE (1919) wordt in een dienstrapport over gronden van de Patiro-vlakte (onderafdeeling Bone, Celebes) en door BEUMÉE-NIEUWLAND (1922) in haar „Onderzoekingen van djatiboschgronden op Java” eveneens gewezen op het verband alkaligesteenten — fosfaatgehalten van bevoeiingswater, respectievelijk boschgronden. Over de beteekenis van vulkanisch glas werd verder door WHITE (1920) mededeeling gedaan tijdens de eerste vergadering van de Vereeniging van Proefstation-Personeel. Ook MOHR (1922, 1933-'38) wijst herhaaldelijk op het verband tusschen gesteente en kwaliteit van den grond.

Deze enkele verwijzingen zouden de bijdrage over het verband mineralen-inhoud — bodemvruchtbaarheid min of meer overbodig

maken, indien zij niet het inluiden van een verderen stap wilden aangeven. Tot dusver werden de mineralogische analyses van gronden in het groot slechts schattenderwijs kwantitatief verricht. Sedert een paar jaar worden ter zake kwantitatieve bepalingen, ook in massa, nauwkeurig uitgevoerd. Ter demonstratie van het nut daarvan zijn uit de practijk van het kwantitatieve mineralogische massa-onderzoek, zooals dit momenteel wordt uitgevoerd, onderstaand een aantal willekeurig gekozen voorbeelden weergegeven, voorbeelden waarvan er desgewenscht veel meer zouden kunnen worden aangehaald, doch waardoor aan de strekking van het betoog niets zou worden afgedaan.

Voorts moge met de bijdrage duidelijk worden gemaakt, hoe niet alleen kennis van het optreden van bepaalde mineralen van belang is voor een oplossing der te stellen vruchtbaarheidsproblemen. Immers de aanwezigheid van voor den plantengroei onontbeerlijke elementen is onvoldoende, indien niet tevens de physische gesteldheid van het substraat een ongehinderde opneming der noodzakelijke stoffen mogelijk maakt. De structuur van den bodem is dus evenzeer belangrijk en dient dáárom binnen den gezichtskring van den bodemmineraloog te worden getrokken; omgekeerd is de structuur, of ruimer gezegd, de physische gesteldheid van den grond, in hooge mate afhankelijk van de samenstelling der kleinste bestanddeelen en dus van den aard der klei-elementen, waaronder de zoogenaamde kleimineralen.

Hoewel betreffende het voorkomen van deze mineralen in Nederlandsch Indië de studie nog in een beginstadium verkeert, wordt ook hiervoor in deze bijdrage een en ander medegedeeld ter staving van de beteekenis van deze richting van onderzoek.

Ten slotte is er nóg een probleem, waarnaar tegenwoordig de belangstelling uitgaat. Dat is het probleem der remineralisatie, hetwelk in landbouwkundig opzicht speciaal betreft het vastleggen in verder voor de plant ontoegankelijken vorm van aan den grond toegedienden kunstmest.

Samenvattend kan bij een beschouwing over den mineralogischen achtergrond van de bodemvruchtbaarheid de stof in drie hoofdstukken worden ingedeeld:

- I. De beteekenis der mineralen — kwalitatief en kwantitatief — als bron van voor den plantengroei noodzakelijke elementen.
- II. De beteekenis der kleimineralen, mede voor de physische gesteldheid van den bodem.

III. Het probleem der remineralisatie in verband met de wisselwerking meststof — grond.

I. DE BETEKENIS DER MINERALEN — KWALITATIEF EN KWANTITATIEF — ALS BRON VAN VOOR DEN PLANTENGROEI NOODZAKELIJKE ELEMENTEN.

Bij een bespreking van deze zijde van het bodemvruchtbaarheidsvraagstuk dient men zich in de eerste plaats af te vragen, welke chemische elementen deelnemen aan den opbouw van de organische wereld. Het blijkt dan al direct gewenscht een splitsing te maken in beslist onontbeerlijke elementen en elementen waarvan de noodzakelijkheid niet direct aantoonbaar is, of, om een andere scheidingslijn te maken, in algemeen voorkomende en zeldzaam voorkomende elementen. Hoewel over de juiste groepeerings- en de begrippen „zeldzaam” en „niet-zeldzaam” meningsverschil kan bestaan, gewoonlijk gebaseerd op het feit, dat men de zaak van een verschillenden gezichtshoek bekijkt, is het voor deze beschouwingen, met het oog uitsluitend op de landbouwpraktijk, voldoende om de elementen Ca, Mg, K en P tot de onontbeerlijke niet-zeldzame stoffen te rekenen; Si, Al, Fe en Na tot de ontbeerlijke niet-zeldzame en de overige tot de al of niet ontbeerlijke zeldzame elementen. Daar nu de praktijk leert dat, behoudens N, dat hier buiten beschouwing blijft, K en P tot die elementen behooren, die het spoedigst in het minimum zijn en waarvan voorziening door toediening van meststoffen het eerst noodzakelijk is, willen wij ons in het verdere betoog, wat betreft de onontbeerlijke elementen, beperken tot deze twee, te meer daar bij een chemische beoordeeling van den grond gewoonlijk aan de gehalten aan K en P de grootste beteekenis wordt gehecht, waardoor aan de praktijk voorbeelden zijn te ontleenen, waarin inderdaad een zekere rijkdom aan kali- en fosfaat-mineralen parallel loopt met de door middel van extractievloeistoffen bepaalde gehalten aan K_2O , respectievelijk P_2O_5 .

Het zal verder blijken, dat in bepaalde gevallen ook het magnesiumgehalte van den grond typeerend kan zijn voor de mineralogische samenstelling.

Van de normale minerale componenten van den grond zijn er maar enkele, die instructieve voorbeelden zijn van hun beteekenis voor de natuurlijke bodemvruchtbaarheid, nl. de kali-mineralen, de fosfaat-mineralen en het vulkanische glas.

De kali-mineralen.

Afgezien van enkele uitzonderlijke soorten, die wegens haar zeldzaamheid in verband met het onderwerp geen beteekenis hebben, zijn de kalihoudende mineralen beperkt tot de volgende specimen.

TABEL 1. SAMENSTELLING VAN DE BELANGRIJKSTE KALI-MINERALEN.

Mineraal	Theoretische samenstelling	% K ₂ O gemid- deld	% MgO gemid- deld	Aantal analysen
GLIMMERS				
Biotiet	$K_2(Mg_5Fe)Al(Al_3Si_5)O_{20}(OH)_4$	6,96	18,9	20
Muscoviet . . .	$KAl_2(AlSi_3)O_{10}(OH)_2$	9,02	1,2	20
VELDSPATEN				
Orthoklaas . . .	$KAlSi_3O_8$	14,80	—	20
Sanidien . . .	$KAlSi_3O_8$	11,60	—	2
VELDSPATOÏDEN				
Leuciet	$K_2(Al_2Si_2)O_8$	19,38	—	20

Zouden we aan de hand van de gemiddelde kaligehalten van deze mineralen een rangorde van belangrijkheid als kali-mineraal opstellen dan zou deze er als volgt uitzien:

1. leuciet, 2. orthoklaas, 3. sanidien, 4. muscoviet, 5. biotiet. De werkelijkheid is echter anders. Tot de kalileveranciers van eenige beteekenis behooren slechts leuciet en biotiet, terwijl alleen dit laatste mineraal tevens magnesiumproducent is.

Van de beteekenis van leuciet en van het verband tusschen het optreden van dit mineraal en het kaligehalte van den grond kan geen kwantitatief cijfermateriaal worden geproduceerd, hoewel Nederlandsch Indië verscheidene vulkanen van het mediterrane alkalytype rijk is, waarvan op Java o.a. de G. Moeria, de G. Loeroes en de G. Ringgit en verder enkele op de Kleine Soenda Eilanden, Celebes en Borneo (fig. 1). Leuciet verweert namelijk dermate snel, dat bij de grondvormende processen het mineraal reeds in een zeer vroeg stadium verdwijnt. In den grond als zoodanig wordt het dus niet meer aangetroffen. Wel echter brengt de rijkdom aan leuciet van de desbetreffende moedergesteenten mede, dat eveneens de grond, mits uiteraard niet tot een seniel product afgebroken, een hoog kaligehalte heeft, ook al kan de bron niet of niet meer microscopisch worden aangetoond. De leucietrijkdom van enkele Moerigesteenten wordt duidelijk gedemonstreerd in de weergegeven afbeeldingen, waarbij foto 1 een microfoto is van een slijpplaatje van een leuciet-phonoliet en foto 2 de afbeelding van een leuciet-tephriet,

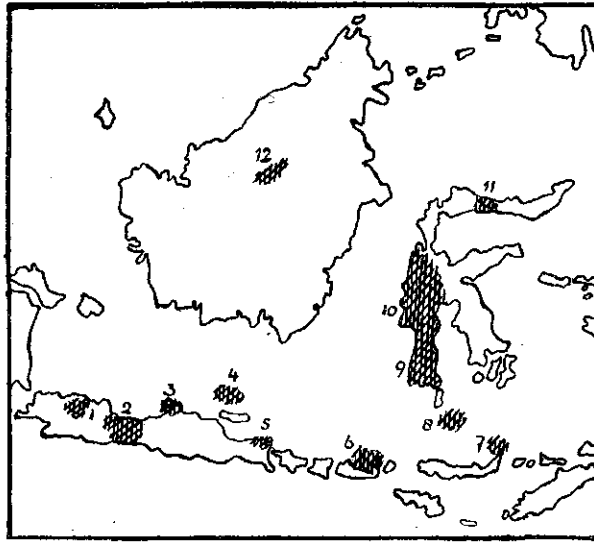


Fig. 1. Verspreiding van de alkaligesteenten in den Indischen Archipel (naar R. W. VAN BEMMELEN, 1937).

1 = Poerwakarta-streek; 2 = Karangobar-streek; 3 = G. Moeria; 4 = Bawean; 5 = G. Loeroes en G. Ringgit; 6 = G. Tambora; 7 = Batoe Tara; 8 = Eilanden in de Flores Zee; 9 = Zuid Celebes met Piek van Maros; 10 = Mandar kust (Centraal Celebes); 11 = Mt Oleido (Noord Celebes); 12 = Nieuwenhuisgebergte (Centraal Borneo).

zooals die kort geleden tijdens de grondkaarteering van den G. Moeria werden verzameld.

Kali-zoutzuurcijfers van 0,15 % en citroenzuurwaarden van 0,03 % zijn ook bij afwezigheid van aantoonbare kali-mineralen geen uitzonderingen ¹⁾.

Veel duidelijker spreekt echter de correlatie tusschen de gehalten aan K_2O en MgO en de procentueele hoeveelheden biotiet in het onderzochte materiaal. In tabel 2 is van een aantal grondmonsters van het liparietgebied van de Daïri-landen (S.O.K.) en van het granietgebied van Malili (Golf van Bone, Celebes) het gehalte aan biotiet, en tevens ter vergelijking aan sanidien, weergegeven, terwijl bovendien de muscoviëttrijke schistgronden van Palopo, welke aan de zoeven genoemde granietgronden aansluiten, in het overzicht zijn opgenomen.

¹⁾ Onder de zoutzuur- en citroenzuurcijfers worden verder verstaan de gehalten bepaald in 25 % koud HCl en 2 % citroenzuur.



Foto 1. Leuciet-fenokristen in leuciet-
phonoliet (G. Moeria) $\times 50$.

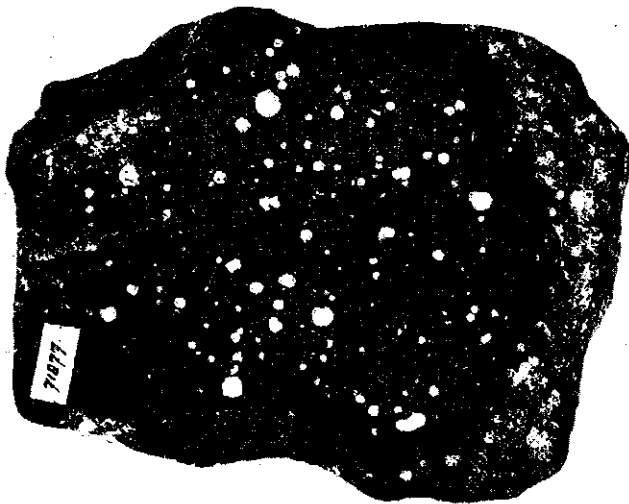


Foto 2. Leuciet-fenokristen in leuciet-
tephriet (G. Moeria); ware grootie.

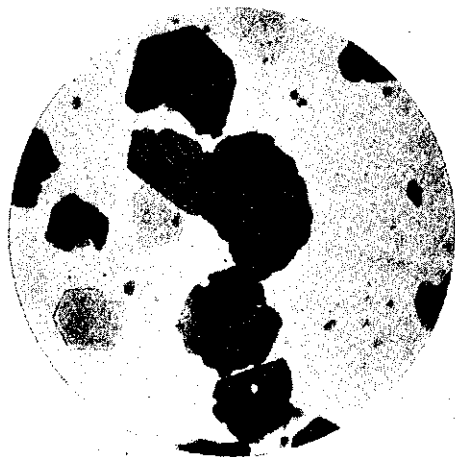


Foto 3. Aantasting van biotiet in den
grond ($\times 50$).

TABEL 2. VERBAND TUSSEN HET PERCENTAGE KALI-MINERALEN EN HET KALI- EN MAGNESIAGEHALTE IN DEN GROND.

Grondmonster B. I. no *	Grondsoort	Zand- gehalte in %	Org. stof in %	Sanidien			Musco- vlet	Biotiet	K ₂ O		MgO	
				Ortho- klaas	in % van het zand	in % van het zand			HCl	Citr.	HCl	HCl
LIPARIETGRONDEN												
Dairi-landen (S. O. K.)												
78523	Bruine lipariet- tuf-hooggebergtegrond	82,5	5,10	—	2,63	—	—	9,31	0,155	0,033	0,314	
78657	Idem	65,5	4,63	—	3,35	—	—	5,46	0,163	0,025	0,279	
78655	Idem	54,1	12,12	—	0,80	—	—	9,24	0,111	0,021	0,301	
78398	Als boven, doch zwak gepodzoliseerd	74,2	3,99	—	0,98	—	—	0,98	0,031	nb	0,043	
78888	Geelgrauwe, sterk gepodzoliseerde li- pariet-tuf-leemgrond	19,8	25,44	—	0,90	—	—	—	0,027	0,018	0,008	
78545	Geelgrauwe lipariet- tuf-leemgrond . . .	71,2	10,52	—	0,51	—	—	1,30	0,045	0,031	0,092	
78580	Als 78888	67,2	6,30	—	9,11	—	—	0,28	0,031	0,012	0,008	
78736	Als 78523	79,9	8,66	—	6,22	—	—	0,55	0,045	0,020	0,135	
Palopo-Mailii (Celebes)												
74948	Bruingele tot geelrose graniet-lateriet- grond	18,7	nb	—	—	—	—	0,54	0,015	nb	0,038	
75031	Idem	44,9	nb	—	—	—	—	1,69	0,046	nb	0,172	
75066	Idem	39,5	nb	—	2,65	—	—	2,31	0,046	nb	0,231	
75045	Idem	57,0	nb	—	10,74	—	—	18,63	0,368	nb	0,719	
75040	Idem	59,3	nb	—	4,60	—	0,73	30,00	0,563	nb	0,816	
SCHISTGRONDEN												
75018	Bruingrijze, fijne zandgrond	42,5	nb	—	—	—	—	—	—	0,015	nb	0,596
75173	Vuilgele tot geelgrauwe, zandige tot kleilige leemgrond	2,77	nb	—	—	—	12,05	—	—	0,036	nb	0,747
75193	Blauwgrijze moerasgrond	5,9	1,75	—	4,45	—	49,90	4,00	0,062	nb	0,694	

*) B. I. = Bodemkundig Instituut.
nb = niet bepaald.

De bestudeering van het cijfermateriaal leert, dat er inderdaad een, men mag haast zeggen frappante, overeenstemming bestaat tusschen mineralen-inhoud en rijkdom aan de plantenvoedingsstoffen kalium en magnesium. *Men moet rekening houden met het feit dat bij het massa-onderzoek slechts de fracties > 50 μ mineralogisch worden onderzocht en dat dus de samenstelling van de stoffen lutumfracties niet bekend is.* Speciaal de liparietgronden van de Daïri-landen geven een fraaie correlatie biotiet-magnesiumgehalte, terwijl ook de kaliumvoorziening sprekend afhankelijk is van dit mineraal. Bovendien komt duidelijk tot uiting, dat sanidien aanzienlijk minder betekenis heeft dan de kali-magnesiumglimmer, waarvan de wijze van aantasting door foto 3 wordt gedemonstreerd. Vergelijken we nog de schistgronden van Celebes met deze Daïri-gronden dan blijkt, dat ook bij hoge gehalten aan muscoviet en de kaliveldspaat orthoklaas de zoutzure extracten relatief weinig kalium bevatten.

Eenige toelichting behoeven nog de magnesiumcijfers van de schistgronden. Deze gronden zijn afgeleid van metamorfe gesteenten, waaronder in de eerste plaats glimmerschisten, maar waarbij ook amfibolieten en aanverwante dynamometamorf veranderde diabasen een rol spelen. Dit laatste gesteentetype nu heeft een totaal-magnesiumgehalte, dat het vier- tot vijfvoudige bedraagt van dat van de andere in het geding zijnde gesteenten. Een bijmenging van verweeringsmateriaal, dat van dit magnesiumrijke gesteentetype is afgeleid, zal dus het percentage MgO van den grond sterk beïnvloeden. In de van het schistgebied afgeleide grondsoorten: bruingrijze, fijne zandgrond en blauwgrijze moerasgrond wordt deze bijmenging inderdaad bewezen door het optreden van de daarvoor karakteristieke mineralen picotiet en enstatiet. Een tweede mogelijkheid is de al of niet primaire marine beïnvloeding van deze gronden. Monster no 75173 van het type van de schistgronden bevat bv. 10,08 % CO₂, hetgeen wijst op een bijmenging met kalksteendetritus. De mineralogische analyse toonde dan ook een gehalte aan deze producten aan van 40 % van het zand.

De fosfaat-mineralen.

Is dus wat betreft de natuurlijke voorziening van het kalium en magnesium de samenhang met voorraad en soort van de mineralen duidelijk, voor het fosfaatvraagstuk is de kwestie ingewikkelder, omdat naast het mineraal-fosfaat het organisch gebonden fosfaat van

beteekenis kan zijn. Hierbij komt nog, dat het eenige kwantitatief belangrijke fosfaat-mineraal apatiet zelden in voldoende groote kristallen of fragmenten daarvan voorkomt, zoodat ook bij dit mineraal een zeker percentage zich aan de massa-waarneming zal onttrekken. Ondanks deze beperkende factoren levert de practijk van het mineralogisch bodemonderzoek echter voldoende aanwijzingen, die in verband met de natuurlijke vruchtbaarheid, voor zoover het de fosfaathuishouding betreft, van belang zijn. Het apatiet is een mineraal, dat in diepte- en uitvloeiingsgesteenten van verschillend magmatype als accessorisch bestanddeel voorkomt. Hebben echter bij de gesteentevorming pneumatolytische processen een groote rol gespeeld, d.w.z. heeft het magma een hooge concentratie aan vluchtige bestanddeelen gehad, dan is hiervan mede de ophooping van apatiet het gevolg.

In het bijzonder geldt dit laatste nu voor de reeds in verband met het kali-mineraal leuciet genoemde gesteenten van den Goenoeng Moeria. Foto 4 en 5 beelden beide dunne doorsneden van Moeria-gesteenten af, nl. een trachy-andesiet en een leuciet-tephriet, waarin apatiet niet meer accessorisch doch als duidelijk bestanddeel optreedt. Soms komt het veelvuldig in uiterst kleine kristalletjes in de grondmassa voor (foto 6).

Het was dus te verwachten, dat, zooals dat reeds door de oudere onderzoekers (waaronder BEUMÉE-NIEUWLAND en MARR) is geconstateerd, gronden van genoemde Moeria-gesteenten afgeleid zeer fosfaatrijk zijn en dat in de gronden apatiet wordt aangetroffen.

In tabel 3 zijn van een aantal grondmonsters, welke van den Goenoeng Moeria afkomstig zijn, het apatiet- en fosfaatgehalte vermeld, terwijl ter vergelijking dezelfde soortgehalten van enkele granietgronden van Celebes zijn opgenomen, waarin eveneens apatiet, doch slechts in sporen, werd aangetroffen en waarbij van magmatische concentratie van fosfaat op andere wijze geen sprake is.

Deze gegevens laten den invloed van microscopisch bepaalbare hoeveelheden apatiet, zelfs bij kleine percentages (speciaal bij de citroenzuurcijfers), duidelijk zien. Dat ook indien geen fosfaat-mineraal in het zand wordt aangetroffen, de aard van het gesteente zijn stempel drukt op den zuur-extraheerbaren voorraad P_2O_5 , demonstreeren de cijfers van de Moeria-gronden zeer duidelijk, vooral indien men daarbij let op de overeenkomstige waarden voor de granietgronden.

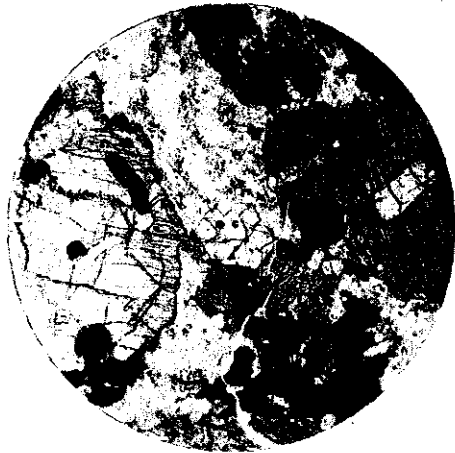


Foto 4. Apatiet in trachy-andesiet
(G. Moeria) $\times 50$.



Foto 5. Apatiet in leuciet-tephriet
(G. Moeria) $\times 50$.



Foto 6. Apatietnaaldjes in de grond-
massa van leuciet-tephriet (G. Moeria)
 $\times 500$.

TABEL 3. VERBAND TUSSEN HET PERCENTAGE APATIEET EN HET FOSFAATGEHALTE IN DEN GROND.

Grondmonster B. I. no	Grondsoort	Zand- gehalte in %	Org. stof in %	Apatiet in % v/h zand	P ₂ O ₅	
					HCl	Citr.
G. Moeria						
68842	TEPHRIETTUF- EN TRACHY-ANDESJETGRONDEN. Oude, grauwigbruine tephrietuf-laterietgrond.	49,7	1,92	0,71	0,366	0,128
71046	Oude, knalroode tot bruinigroode tephrietuf-laterietgrond	32,6	6,49	0,74	0,379	0,148
68844	Oude, grauwigbruine tephrietuf-laterietgrond	36,6	0,78	2,16	0,391	0,188
61767	Oude, bruine tephrietuf-laterietgrond	11,7	9,19	—	0,157	0,011
61766	Idem	20,9	18,21	—	0,167	0,006
71867	Idem	14,7	4,99	—	0,236	0,014
71862	Idem	23,7	3,52	—	0,283	0,026
Palopo-Malili						
GRANIETGRONDEN.						
75077	Grijsgele tot grauwegele zandgrond.	85,0	nb	—	0,039	nb
75097	Grauwe, leemige, fijne zandgrond	78,1	2,14	—	0,061	nb
75095	Blaauwgrize tot grauwegele, leemige zandgrond	18,5	nb	—	0,072	nb
75069	Vuilgele zand- tot leemgrond.	84,4	2,42	sp	0,079	nb

Het vulkanisch glas.

De beteekenis van vulkanisch glas, waarop voor het eerst door WHITE (1920) de aandacht is gevestigd, kan minder exact worden weergegeven. Dit glas immers is het rest-magma, dat na uitkristallisering der mineralen als laatste stollingsproduct deelneemt aan den opbouw van een uitvloeiingsgesteente. Het zal dus die elementen bevatten, die tijdens het kristallisatieproces niet in een of anderen mineralen vorm werden vastgelegd. Hieruit volgt dat, landbouwkundig gezien, een groote verscheidenheid in de kwaliteit van het glas moet worden verwacht en dat het categorisch indeelen van glas bij de belangrijke bronnen voor plantenvoedingsstof even onjuist is als het glas categorisch daarbij te veronachtzamen. Bovendien is er een duidelijk verschil in verweerbaarheid der glazen, afhankelijk o.a. van het kiezelzuurgehalte. Zure glazen zullen resistenter zijn dan basische en derhalve, zoo zij al voldoende landbouwkundig belangrijke elementen bevatten, deze in een veel langzamer tempo ter beschikking van de plant stellen. In tabel 4 zijn een aantal gronden opgenomen, waarvan de zandfractie voor een groot percentage uit glas bestaat, terwijl de zuur-extraheerbare elementen in procenten zijn weergegeven.

Uit deze tabel blijkt duidelijk het groote verschil in gehalten aan plantenvoedingsstof. Zoo zijn de zure glazen van de dacietische gronden van de Way Tenong-Teboe-vlakte en die van de liparietische gronden van Padang van belangrijk mindere beteekenis dan de basalt-andesietische glazen van Bali en West Soembawa. Het glas uit het monster van Poerworedjo is vrij rijk aan fosfaat, doch hier bereikt het cijfer, ondanks een zeer hoog percentage glas, niet de hoogte van die van de apatietrijke gronden van den Goenoeng Moeria. Bij de beoordeeling van de beteekenis van deze in de vulkanische deelen van den Archipel algemeen voorkomende component moet dus rekening worden gehouden met haar samenstelling, afhankelijk van magma-soort en eruptietype.

II. DE BETEKENIS DER KLEIMINERALEN, MEDE VOOR DE PHYSISCHE GESTELDHEID VAN DEN BODEM.

Bij het in het voorgaande hoofdstuk besproken verband tusschen mineralen-inhoud en bodemvruchtbaarheid werd reeds vermeld, dat het mineralogische massa-onderzoek zich in dit opzicht moet beperken tot het materiaal $> 50 \mu$, de onderste grens waarbij nog massa-onderzoek mogelijk is. Hierbij worden dus de voor de physische eigenschappen mede zoo belangrijke fijnere fracties niet in het on-

TABEL 4. VERBAND TUSSEN HET PERCENTAGE VULCANISCH GLAS EN HET KALK-
FOSFAAT-, KALK- EN MAGNESIAGEHALTE IN DEN GROND.

Grondmonster B. I. no	Grondsoort	Zand- gehalte in %	Vulk glas				Apatiet	K ₂ O HCl Citr.	P ₂ O ₅ HCl Citr.	CaO HCl	MgO HCl
			in %	Plagioklaas	Biotiet	in % van het zand					
Bandar Chalipah (S. O. K.) 61990	Stoffige, daciet-liparieti- sche moerasleemgrond	5,9	64,00	5,00	9,00	—	nb	0,038	0,012	nb	nb
Padangsche Boven- landen (S. W. K.) 61003	Geelbruine, oude liparie- tische laterietgrond . . .	10,1	82,00	—	—	—	0,013	0,012	0,003	0,518	0,041
61004	Idem	8,3	39,00	—	—	—	0,008	0,007	0,004	0,070	0,044
Way Tenong-Te- hoe-vlakte (Ben- koeten) 27708	Grijswitte, oude andesiet- tuf-bleekaaarde	10,1	37,00	12,00	—	—	0,028	nb	0,024	0,069	nb
27786	Glimmerdaciettuf	82,3	62,00	12,00	11,00	—	0,288	nb	0,004	0,033	nb
27747	Geelbruine, oude daciet- tuf-laterietgrond	20,5	78,00	9,00	—	—	0,012	nb	0,012	0,027	nb
Res. Priangan (Java) 61850	Grijze, stoffige andesiet- grond	24,7	73,00	18,00	—	—	0,024	0,014	0,090	0,455	0,302
Res. Kedoe (Java) 87333	Bruine, jonge andesiet- laterietgrond	22,9	93,53	0,97	—	—	0,053	0,033	0,041	0,026	0,244
Bali en Lombok 74255	Andesietische aschleem- grond	27,7	39,00	8,00	—	—	0,156	nb	0,158	0,030	nb
74247	Idem	30,9	55,00	20,00	—	—	0,152	nb	0,179	0,042	nb
West Soembawa 61885	Grijze, basalt-andesiet- sche stofgrond	36,0	29,86	14,44	2,83	—	nb	nb	0,106	nb	nb

nb = niet bepaald.

derzoek betrokken. Een bij de zwaardere gronden overwegend gedeelte van den grond blijft dus buiten beschouwing. Wij kunnen dit gedeelte splitsen in een overgangsgroep tot de grens 2μ en in de resterende fractie $< 2 \mu$, welke grens gekozen is, omdat hier de zogenoemde colloïdale- of kleifractie aanvangt, de fractie die bij uitzondering zetel is van de fysisch-chemische eigenschappen van het substraat. Dank zij de ontwikkeling van de röntgenografische onderzoekingsmethode is het nu mogelijk om den mineralen inhoud van deze kleifractie eveneens onderwerp van studie te maken. Zoodanig onderzoek is voor Indische kleien het eerst door HARDON (in samenwerking met FAVEJEE) in 1938 in het Geologisch Instituut der Landbouwhoogeschool te Wageningen aangevat. Het onderzoek strekte zich uit over de belangrijkste Javaansche grondtypen. Hierbij bleek, dat de drie hoofdgrondtypen van Java namelijk het lateriettype, het mergeltype en het kalkroodaardetype, welke onderling groote verschillen in herkomst en habitus, zoowel als in fysische en chemische eigenschappen vertoonen, ieder door een eigen kleimineraal worden gekarakteriseerd, namelijk respectievelijk *kaoliniet*, *montmorilloniet* en *halloysiet*. Daar naar mijn meening laatstgenoemd mineraal als voorstadium van kaoliniet kan worden opgevat, wordt voor de beschouwingen aangaande de beteekenis van de kleimineralen voor de bodemvruchtbaarheid volstaan met een vergelijking tusschen kaoliniet en montmorilloniet, waarbij deze namen hier meer als groeps- dan als soortaanduiding moeten worden gelezen.

TABEL 5. VERGELIJKING TUSSEN SAMENSTELLING EN EIGENSCHAPPEN VAN KAOLINIET EN MONTMORILLONIET.

Eigenschappen	Kaoliniet	Montmorilloniet
Chemische samenstelling	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
Adsorptiecapaciteit	4 m. e. per 100 gram	80 m. e. per 100 gram
Zwelling	gering	zeer sterk
Krimp	gering	zeer sterk
Geadsorbeerd water	3 %	16 %
— 150°C		
Chemisch gebonden water	17 %	9 %
$\pm 150^\circ \text{C}$		

Deze verschillen in eigenschappen der kleimineralen zijn vanzelfsprekend ook oorzaak van de verschillen in fysisch en uiter aard ook chemisch gedrag van die gronden, waarvan de kleifractie voor

een belangrijk deel uit kaolinit respectievelijk montmorilloniet is opgebouwd, dus van de laterietgronden aan den eenen en de mergelgronden aan den anderen kant. Dit verschil in gedrag komt het beste tot uiting in de fysische constanten volgens ATTERBERG, zooals die reeds aan tienduizenden monsters werden bepaald. Van beide grondtypen zijn waarden van een vertegenwoordigend monster in tabel 6 weergegeven, naast die van twee recent onderzochte keramische kleien, waarvan de fijne fractie respectievelijk uit kaolinit en montmorilloniet bestaat.

TABEL 6. PHYSISCHE EIGENSCHAPPEN EN GRANULAIRE SAMENSTELLING VAN KAOLINIET-, RESP. MONTMORILLONIETHOUDENDE KLEIEN.

Consistentiecijfers	Lateriet-	Mergelgrond	Kaolinitklei	Montmorillo-
	grond B. I. no 12441	B. I. no 12853	B. I. no 94951	nietklei B. I. no 94940
Vloei grens	54	64	35	102
Uitrolgrens	40	29	25	83
Plasticiteit	14	35	10	19
Kleefgrens	47	33	28	93
Surplus	- 7	- 31	- 7	- 9
Bewerkbaarheid	7	4	3	10
Omslagpunt	13	15	9	20
Adsorptiecapaciteit in m.e. per 100 gram.	12,1	85,7	6,5	69,5
Krimp	-	-	3,6	16,7
Lutum	72,8	73,9	49,5	39,8
Stof	18,1	18,9	30,1	24,7
Zand	9,1	7,2	20,4	35,5

We zien hieruit inderdaad hoe bij ongeveer gelijke hoeveelheid fijn materiaal de fysische constanten volgens ATTERBERG variëren naar gelang van het kleimineraal, dat hoofdcomponent der fijnste fractie is. Voor het vruchtbaarheidsprobleem zijn o.a. de plasticiteits- en de bewerkbaarheidscijfers, welke respectievelijk worden berekend uit het verschil tusschen vloei grens en uitrolgrens en tusschen kleefgrens en uitrolgrens van beteekenis. Hierbij zijn niet alleen de absolute waarden van belang, doch ook, ja vooral het niveau waarop de grenzen waarvan bij de berekening wordt uitgegaan, liggen.

Dat het verband niet altijd even duidelijk naar voren komt als in de gegeven voorbeelden, behoeft nauwelijks betoog. Doch hoewel juist het gedetailleerd onderzoek van de kleien, waarvan de laatste twee der tabel voorbeelden zijn, de gecompliceerdheid van het vraag-

stuk deed zien kan in zijn algemeenheid de in de voorgaande re-
gelen geconstateerde samenhang geldend geacht worden.

Er doet zich echter in de practijk nog een ander geval voor, dat
hierbij niet onvermeld mag blijven. Tijdens het onderzoek aan gron-
den van Sumatra's Westkust en later aan gronden van Oost Java
viel een aantal monsters op door de extreem hoge vloeigrenzen, wel-
ke na simpele droging gedurende enkele dagen in de buitenlucht op
een belangrijk lager niveau kwamen te liggen. Een nader onderzoek
wees uit dat noch een hoog lutum, noch een hoog organische stofge-
halte hiervoor aansprakelijk kon worden gesteld, zooals de cijfers
van enkele dezer gronden als opgenomen in tabel 7 duidelijk maken.

TABEL 7. DE INVLOED VAN HET DROGEN OP DE PHYSISCHE EIGENSCHAPPEN VAN ENKELE
GRONDEN IN VERBAND MET HET KIEZELZUURGEHALTE.

Grond- monster B.I. no	Grondsoort	vloei- grens vóór drogen	vloei- grens na drogen	lutum- gehalte	org. stof gehalte	SiO ₂ -ge- halte in loog-opl.
71524	Zandige andesiottuf- hooggebergtegrond.	166	67	8,7	10,52	2,69
71525	Idem	172	64	8,5	4,65	3,50
71495	Tephriottuf-hoogge- bergtegrond.	56	53	38,1	8,15	0,24
71496	Idem	48	46	35,3	2,63	0,14

Bij het zoeken naar een oplossing voor dit verschijnsel werd ge-
dacht aan de aanwezigheid van een sterk wateropzuigend gel, dat
bovendien niet elastisch is, daar het verschijnsel irreversibel bleek
te zijn. Het meest voor de hand liggende was te denken aan *kieselgel*
en, zooals de cijfers in de laatste kolom van tabel 7 laten zien, bleken
de betreffende gronden inderdaad een hoog gehalte aan in 5 % KOH
oplosbaar SiO₂ te hebben. Ter vergelijking zijn in de tabel de waer-
den van een tweetal normale monsters mede opgenomen, terwijl fi-
guur 2 het voor het onderzochte geval geconstateerde verband tus-
schen SiO₂-gel en Atterbergsche consistentiecijfers weergeeft.

De praktische beteekenis van deze merkwaardige constellatie
bleek uit het onvermogen der cultuurplanten, een behoorlijk wortel-
stelsel te vormen. Nu echter de oorzaak daarvan waarschijnlijk is
gevonden, zooals nader onderzoek aan soortgelijke gronden op Java
heeft duidelijk gemaakt, moet het mogelijk worden geacht door prac-

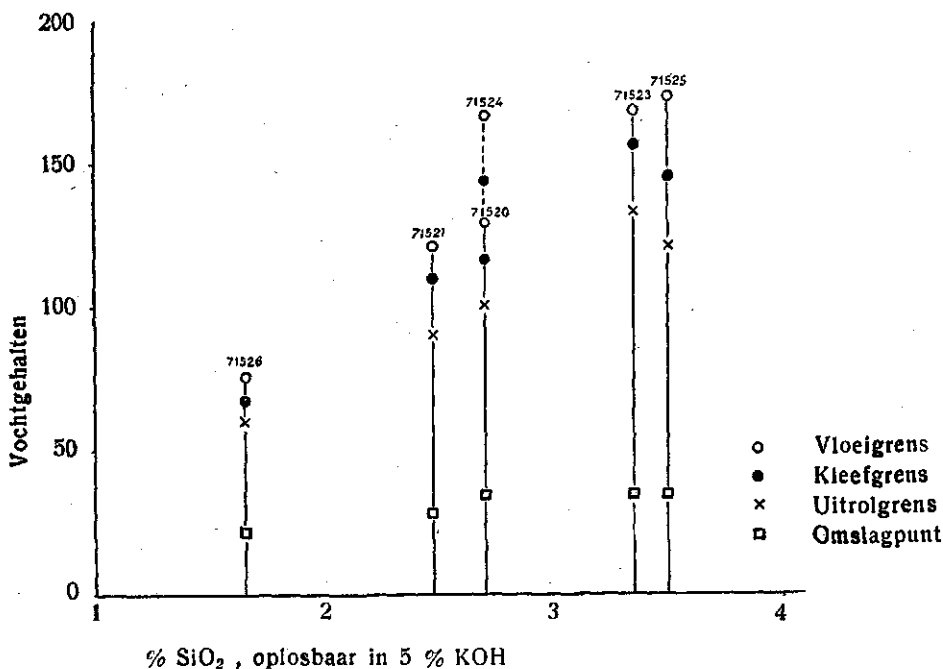


Fig. 2. Diagrammatische voorstelling van het verband tusschen Atterbergsche consistentiecijfers en gehalten aan in 5 % KOH oplosbaar kiezelzuur.

tische maatregelen aan het euvel tegemoet te komen. Uit de bijdrage van MENRATH zal blijken dat zulks inderdaad het geval is.

Indien het waar is dat inderdaad vrij SiO₂-gel in zoo groote hoeveelheden in den grond voorkomt, moet worden verwacht, dat de vorming van normale kleimineralen niet of nauwelijks heeft plaats gehad. De röntgenanalyse van de fractie < 1/2 μ wees inderdaad uit, dat in tegenstelling met wat tot nu toe van de Indische kleien bekend is, in de gronden van Sumatra's Westkust van „behoorlijke” kleimineralen geen sprake is. Slechts enkele zwakke interferenties wezen op in „statu nascendi” verkeerende, vermoedelijk tot de kaolinietgroep behorende verbindingen.

III. HET PROBLEEM DER REMINERALISATIE IN VERBAND MET DE WISSELWERKING MESTSTOF — GROND.

Het is met eenigen schroom dat voor het derde vraagstuk, dat binnen den belangensfeer van den mineraloog valt, de gegeven naam is gekozen en dit wel om twee redenen. In de eerste plaats gaat het om de bestudeering van het verschijnsel, dat in gemakkelijk oplosbaren vorm toegediende verbindingen in den grond worden gefixeerd,

zoodat het begrip wellicht beter als „mineralisatie” zou zijn omschreven en in de tweede plaats, omdat inderdaad niet vast staat, dat een nieuw mineraal wordt gevormd. Wat de eerste beperking betreft, zoo kan echter worden aangenomen dat onder daartoe geëigende omstandigheden ook langs natuurlijke weg vrijgekomen plantenvoedingsstof weder kan worden vastgelegd en wat het ten tweede opgemerkte aangaat, hebben de laatste onderzoeken toch in hooge mate waarschijnlijk gemaakt, dat, zij het met gebruikmaking van bestaande mineralen, inderdaad de vastlegging in mineralen vorm geschiedt. Een en ander verdient eenige toelichting.

Het was den geïnteresseerden onderzoeker reeds langeren tijd bekend, dat als KCl toegevoegde kalimeststof voor een grooter of kleiner gedeelte op zoodanige wijze in den grond werd vastgelegd, dat het in zg. „niet-uitwisselbaren vorm” niet, althans niet meer direct voor de plant beschikbaar was. In 1934 werd deze kwestie voor het eerst systematisch in Amerika bestudeerd, waarbij röntgenografisch werd vastgesteld, dat de kaliglimmer muscoviet was gevormd in gedurende 25 jaren regelmatig met KCl bemeste proefveldpercellen (VOLK, 1934). In het laboratorium kon dit vastleggingsverschijnsel sterk worden opgeroepen door een grond, waaraan KCl was toegediend, afwisselend te bevochtigen en te drogen bij 70° C. Sedert hebben verschillende onderzoekers (BRAY en DETURK, 1938, e.a.), eveneens vooral in Amerika, zich met het vraagstuk bezig gehouden; en hoewel het verschijnsel, dat van een bepaalde hoeveelheid in uitwisselbaren vorm aanwezige kalium na intermitterende bevochtiging en uitdroging soms tot 60 % in niet-uitwisselbaren vorm werd gefixeerd, algemeen werd bevestigd, heeft men zich eigenlijk nog geen goede voorstelling kunnen maken van den vorm waarin de vastlegging geschiedt. Een aantal feiten is echter naar voren gekomen, nl. dat slechts *kalium* wordt vastgelegd, dat de fixatie als muscoviet niet kan worden bevestigd, en speciaal dat de vastlegging afhankelijk is van de aanwezigheid van een bepaald kleimineraal nl. montmorilloniet, waarin de K-ionen een plaats krijgen in of aan de oppervlakte van het mineraalrooster. De indroging tot 70° C veroorzaakt een elkaar dichter naderen der atoompakketten, waardoor het relatief groote K-ion niet meer naar buiten zou kunnen treden. Ten slotte bleek in overeenstemming met het voorgaande het fixatievermogen parallel te gaan met de adsorptiecapaciteit van den grond, welke bovendien evenveel milli-aequivalenten afnam als milli-aequivalenten kalium werden vastgelegd.

De mogelijke juistheid of waarschijnlijkheid van de nu bestaande inzichten omtrent het mechanisme der fixatie zal hier buiten beschouwing blijven en het probleem zou zelfs niet aan de orde zijn gesteld, indien niet ook op Java gronden voorkwamen, die het verschijnsel in duidelijke mate vertoonen. En daar het kan gaan om het aan de circulatie onttrekken van zeer groote hoeveelheden toegeediende kali, valt het vraagstuk binnen dat van de bodemvruchtbaarheid in haar geheel.

Gegevens omtrent de kali-vastlegging van Indische gronden zijn volgens van MENRATH ontvangen mededeelingen gedurende langeren tijd verzameld door VENEMA, die als toenmalig leider van de Landbouwkundige Afdeeling van de Aziatische Handelmaatschappij voor Meststoffen een reeks onderzoekingen schijnt te hebben ingesteld, waarvan helaas de resultaten ter nadere uitwerking en publiceering door hem naar Nederland zijn meegenomen, zoodat momenteel slechts weinig concrete gegevens beschikbaar zijn. Deze gegevens hebben betrekking op tabaksgronden in het arbeidsgebied van het Proefstation voor Vorstenlandsche Tabak. Dank zij de medewerking van MIDDELBURG kregen schrijver en MENRATH, die het onderwerp op het Bodemkundig Instituut langs een anderen weg benadert, de beschikking over een vijftal grondmonsters, die alle in meerdere of mindere mate het verschijnsel vertoonden. Met dit materiaal werd een voorloopig onderzoek aangevangen, bestaande uit het bepalen der granulair samenstelling en van de adsorptie- respectievelijk fixatiecapaciteit, uit een microscopisch mineralogische analyse der zandfracties en het röntgenografisch onderzoek der kleifracties voor en na de fixatieproeven. Over het resultaat van deze proeven zal eerst in een later stadium mededeeling kunnen worden gedaan.

Samenvatting.

Uit de vorenbesproken, willekeurig gekozen praktijkgevallen worde het duidelijk, dat kwantitatieve naast kwalitatieve kennis van de mineralogische samenstelling van gronden — zoo ten aanzien van de gesteente-, maar ook van de verweerings- of kleimineralen — noodzakelijk is om, naast de petrografische herkomst der gronden, 1e vast te stellen in welken vorm de voor den plantengroei noodzakelijke elementen aanwezig zijn (hoofdzakelijk minerale reserve), 2e een beter inzicht te krijgen in oorzaak en gevolg bij de — o.a. — fysische — eigenschappen van den grond,

3e het in bepaalde gevallen optredende verschijnsel der kalifixatie op te helderen.

Bij een juiste beoordeeling der bodemvruchtbaarheidsproblemen zal derhalve steeds een volle plaats voor het mineralogisch bodemonderzoek moeten worden ingeruimd.

Bij het bovenstaande is de onmisbaarheid van het mineralogisch grondonderzoek voor de grondkaarteering buiten beschouwing gebleven, waartoe echter naar de bijdrage van TE RIELE moge worden verwezen.

LITERATUUR.

- BEMMELRN, R. W. VAN, Igneous geology of the Karangobar region (Central Java) and its significance for the origin of the Malayan potash provinces. *De Ingenieur in Nederlandsch Indië* IV, 7 (1937): 129.
- BEUMÉE-NIEUWLAND, N., Onderzoekingen van djatibeschgronden op Java. *Mededeelingen van het Proefstation voor het Boschwezen* no 8 (1922).
- HARDON, H. J., Onderzoek naar de samenstelling van de kleifractie van de voornaamste grondtypen van Nederlandsch Indië. *Mededeelingen van het Algemeen Proefstation voor den Landbouw* no 37 (1939), tevens in *Landbouw* XV (1939): 513-538.
- en FAVEJEE, J. CH. L., Mineralogische onderzoekingen aan kleien en kleimineralen. III. Qualitative X-ray analysis of the clay fraction on the principle soil types of Java. *Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool* 43 (1939): 55-58.
- MARR, Th., Resultaten van het chemisch onderzoek der rietgronden op Java. *Mededeelingen van het Proefstation voor de Java Suiker Industrie* no 28 (1912).
- MOHR, E. J. C., Korte handleiding ter determinatie van de voornaamste mineralen uit den grond van Nederlandsch Indië. *Mededeelingen van het Laboratorium voor Agrogeologie en Grondonderzoek* no 2 (1915).
- , De grond van Java en Sumatra (1922).
- , De bodem der tropen in het algemeen en die van Nederlandsch Indië in het bijzonder (1933-1938).
- VOLK, N. J., The fixation of potash in difficulty available form in soils. *Soil Science* 37 (1934): 267-287.
- WHITE, J. Th., Voorloopige mededeeling betreffende de cultuurwaarde der gronden gelegen in het gebied tusschen de Patiro- en Palaka-rivier, onderafdeeling Bone, Celebes. *Onuitgegeven rapport Bodemkundig Instituut* (1919).
- , De differentiatie der efflaten door lucht- en watertransport. *Verslag van de Eerste Vergadering van de Vereeniging van Proefstation-Personeel* (1920): 80-99.
- SPECIALE LITERATUUR OVER KALI-VASTLEGGING:
- BRAY, R. H. and DETURK, E. E., The release of potassium from non-replaceable forms in Illinois soils. *Proceedings of the Soil Science Society of America* 8 (1938): 101-106.

- CHAMINADE, R., La rétrogradation du potassium dans les sols. *Annales Agronomiques N.S. 6 (1936): 818-830.*
- JOFFE, J. S. and KOLODNY, L., Fixation of potassium in soils. *Proceedings of the Soil Science Society of America 1 (1936): 187-192.*
- , The distribution and fixation of potassium in the profile of brown podzolic soils and sandy podzols. *Proceedings of the Soil Science Society of America 2 (1937): 239-240.*
- , The effect of alternate drying and wetting on the base-exchange complex with special reference to the behaviour of the K-ion. *Proceedings of the Soil Science Society of America 3 (1938): 107-111.*
- LYMAN, C., Non-replaceable potash fixation. *The Hawaiian Planters Record XLII (1938): 175-184.*
- SCHACHTSCHABEL, P., Aufnahme von nicht-austauschbarem Kali durch die Pflanzen. *Bodenkunde und Pflanzenernährung 48 (1937): 107-132.*
- TRUOG, E. and JONES, R. J., Fate to soluble potash applied to soils. *Industrial and Engineering Chemistry 30 (1938): 882-885.*
- VOLK, G. W., The nature of potash fixation in soils. *Soil Science 45 (1938): 263-276.*

Bespreking.

INLEIDER vult zijn mededeeling aan met te wijzen op een artikel van MURPHY ²⁾, waarin door middel van potproeven met tomatenplanten de rol van kaoliniet bij de vastlegging van fosfaat scherp belicht wordt. Van belang is dit in verband met de vraag, of aan ijzer als vastlegend element wel zoo'n groote betekenis moet worden toegekend als algemeen geschiedt.

VAN SCHOONNEVELDT wijst er op, dat over de pH-trajecten, waarbinnen ijzerfosfaat en aluminiumfosfaat oplosbaar zijn, gegevens zijn gepubliceerd door GAARDER en GRAHL NIELSEN ³⁾. De genoemde MURPHY werkt met tomaten; deze plant is door HOAGLAND ⁴⁾ beschreven als bijzonder gevoelig voor fosfaattoestanden en weinig in staat om fosforzuur in den grond te ontsluiten.

PENDERS vraagt of er een mogelijk verband bestaat tusschen a) het door HARDON ⁴⁾ geconstateerde feit, dat de Bantam-tufleemen in de kleifractie de kleimineralen kaoliniet en montmorilloniet bevatten, de kleimineralen van respectievelijk de lateriet- en de mergelgronden en b) het feit, dat op deze Bantam-tufleemen zoowel natuurlijk kalkfosfaat als aluminiumfosfaat werkt.

INLEIDER durft de vraag in dezen vorm niet direct te beantwoorden. Dat beide mineralen, die niet naast elkaar ontstaan, in den grond voorkomen, wijst op een vermenging, bv. met slib van anderen aard.

²⁾ MURPHY, H. F., The role of kaolinite in phosphate fixation. *Hilgardia 12 (1939): 343-382.*

³⁾ GAARDER, T. and GRAHL NIELSEN, O., Die Bindung der Phosphorsäure in Erdboden: II. Untersuchungen aus Westnorwegen. *Vestlandets Forstlige Forsøksstation, Meddelelse no 18 (1936): 1-109.*

⁴⁾ MEYER, L., Die Tomate, ein empfindlicher und schneller Indikator für Phosphorsäuremangel des Bodens. *Fortschritte der Landwirtschaft 4 (1929): 694-687.*

⁴⁾ HARDON, H. J., Onderzoek naar de samenstelling van de kleifractie van de voornaamste grondtypen van Nederlandsch Indië. *Mededeelingen van het Algemeen Proefstation voor den Landbouw 37 (1939); Landbouw XV (1939): 513-537.*

VAN ES vraagt of het mogelijk is, dat op verweeringsgronden van leucietgesteenten kaligebrek optreedt.

INLEIDER antwoordt, dat dit inderdaad mogelijk is. Leuciet treft men nimmer in den verweeringsgrond van den G. Moeria aan; het mineraal verdwijnt bij de verweering volledig, zoodat bij oude leuciet-tephriet-laterietgronden zeker kaligebrek kan optreden.

MIDDELBURG merkt op, dat bij proeven over de kaliwinbaarheid is gebleken, dat het kaligehalte van leucietgesteenten laag is.

INLEIDER zegt, dat dit een kwestie is van moeilijke scheiding van het leuciet en de plagioklaas.

WHITE zegt, dat de kalknatronveldspaten een kern bezitten van kaliveldspaten en daarom ook kalihoudend kunnen zijn.

INLEIDER meent, dat de landbouwkundige beteekenis van het in de plagioklazen aanwezige kalium zeer klein is. De isomorfe menging in het veldspaat-systeem, tusschen het orthoklaas- en het anorthiet-molecuul, is door het verschil in structuur uitermate gering. Het orthoklaas-molecuul is bovendien, zooals bekend, vrijwel onoplosbaar.
