

b31.4 / 06/21

DE ONTWIKKELING VAN
DE BODEMKUNDE TOT
ZELFSTANDIGE WETENSCHAP

REDE

UITGESPROKEN BIJ DE
OFFICIËLE AANVAARDING VAN HET AMBT
VAN BUITENGEWOON HOGLERAAR
IN DE ALGEMENE BODEMKUNDE,
IN HET BIJZONDER VAN DE TROPEN,
AAN DE RIJKSUNIVERSITEIT TE UTRECHT
OP MAANDAG 21 JANUARI 1957

DOOR

Dr. Ir. F. A. VAN BAREN

J. B. WOLTERS - GRONINGEN, DJAKARTA - 1957



*Mevrouw en Mijne Heren Curatoren dezer Universiteit,
Dames en Heren Professoren, Lectoren en andere Docenten,
Dames en Heren van de Wetenschappelijke Staf,
Dames en Heren Studenten en voorts Gij Allen, die deze
plechtigheid met Uw tegenwoordigheid vereert,*

Zeer Geachte Toehoorders,

De 17de juli 1956 verdient in de geschiedenis van de bodemkunde, zoals deze in Nederland wordt gedoceerd, speciaal te worden vermeld. Immers op deze dag werd voor het eerst van Rijkswegen een academische leerstoel in dit vak gevestigd en dit dan aan de Utrechtse Universiteit. Hierdoor kreeg de bodemkunde haar eigen plaats naast de overige wetenschappen, die reeds sedert een grijs verleden aan de Academie gedoceerd worden.

Getuigt dit enerzijds van een ruim en wijs inzicht van de Bestuurders dezer Universiteit in datgene wat in de Universitaire Gemeenschap leeft, anderzijds is het een bewijs dat de bodemkunde zich zodanig heeft ontwikkeld, dat van een zelfstandige wetenschap mag worden gesproken en dat de bodem dus niet alleen meer wordt gezien als een substantie waarop men planten kweekt en huizen bouwt of, eventueel, waarvan men modderige schoenen krijgt, doch dat dit op en om de gehele aarde voorkomende substraat voor natuurlijke vegetatie en cultuurplanten een zelfstandig, dynamisch geheel met een eigen ontwikkelingsgeschiedenis is, dat de aandacht van de wetenschappelijke onderzoeker ten volle waard is.

Ik stel mij voor met U in grote trekken na te gaan hoe deze ontwikkeling van de bodemkunde tot zelfstandige wetenschap zich heeft voltrokken.

Het spreekt vanzelf dat de eerste belangstelling voor wat wij „grond” noemen geheel op de praktijk georiënteerd was. Wij zien b.v. dat, volgens gegevens van de Chinese schrijfster Ping Hua Lee, reeds in de periode 2357-2261 vóór Christus, tijdens de Yao-dynastie, in China een poging werd gedaan om de als verschillend waargenomen gronden volgens hun vruchtbaarheid te classificeren. Verder, dat in 1791 de 2de West Indische Compagnie aan de assistent Johan Lodewijk Hummel en de cavaleriekorporaal Michiel de Groot voor hun ver-

trek naar Bonaire een instructie gaf waarvan artikel 4 luidde: „De waare gesteldheid der beplante gronden zoo veel doenlijk opnemen, en hoeveel Mais na gissing zoude kunnen ingezaamd worden ingeval het Jaar saizoen wel uitvalt” (geciteerd uit Westermann en Zonneveld, 1956). Het behoeft ten slotte niet te verwonderen dat nog omstreeks 1900, in het voormalige Nederlandsch Indië, een indeling naar produktie-potentieel als grondslag voor een rechtvaardige vaststelling van de door de autochtone bevolking te betalen landrente slechts op de blote waarneming van Bestuursambtenaren werd gebaseerd. Eerst enige decennia later werd daartoe van Landswege de bodemkundige te hulp geroepen.

Inderdaad heeft vroeger zowel als vandaag een groot gedeelte van het bodemkundig denken zich geconcentreerd op dit in vele opzichten mysterieuze vruchtbaarheidsprobleem. Aanvankelijk realiseerde men zich daarbij niet dat er een groot, niet op het eerste gezicht waarneembaar verschil bestaat tussen verschillende typen of soorten gronden; de vruchtbaarheidsbepalingen die werden verricht hielden daarmede dan ook geen rekening.

Wel verheugde de te volgen methodiek van het meten van de hoeveelheid ogenblikkelijk opneembare plantenvoedingsstoffen zich in de belangstelling zij het voornamelijk van chemici.

Zo ontstond geleidelijk aan een apart vak, dat de naam landbouwscheikunde droeg en draagt. De landbouwscheikundige van de vorige eeuw in het bijzonder trachtte de voorraad plantenvoedingsstoffen te bepalen door extractie van de grond met zoutzuur, citroenzuur of koolzuurhoudend water, bepaalde het gehalte aan stikstof, kortom leefde in een sfeer van N, P, K, zonder zich te veel bezig te houden met de achtergrond van het mechanisme der relatie plant-grond. Deze periode, waaraan de naam Justus von Liebig (1837-1892) onverbrekkelijk verbonden is, is nog geenszins voorbij, aangezien nog altijd in het praktische produktieproces de voorziening van de bodem met de zojuist genoemde hoofdvoedingsbestanddelen van doorslaggevende betekenis is. Niettemin zien wij een sterk toenemende belangstelling voor de vraag op welke wijze het proces der plantenvoeding met door bemesting toegediende ionen verloopt. Als recente uiting daarvan moge worden gewezen op het ionen-activiteits colloquium, gehouden op 9 september 1956 te Parijs onder leiding van de Wageningse Hoogleraar Schuffelen ter gelegenheid van het 6de Internationale Bodemkundige Congres.

Doch de vorige eeuw bracht ons meer nl. de ontdekking in 1850 van de Engelse onderzoekers Thompson en Way dat ammoniumsulfaat in oplosbare vorm aan grond toegevoegd, een reactie teweegbrengt waarbij Ca-ionen, in de grond aanwezig, worden vervangen door NH_4 -ionen. Nauwkeurige onderzoekingen toonden aan dat wat hierbij gebeurt – en wat men thans het basenuitwisselingsproces noemt – chemisch equivalent verloopt. Dacht men aanvankelijk meer aan een zuiver fysisch proces, analoog aan de adsorptie van kleurstoffen door koolstof (Liebig), dan aan zuiver chemische processen (Way), dank zij de ontwikkeling van de colloid-chemie in de 2de helft van de vorige eeuw werd ingezien dat het hier gaat om verschijnselen, die hoewel chemisch, van gewone chemische reacties kunnen worden onderscheiden doordat zij zich aan de oppervlakte van de bodemdeeltjes, het zg. klei-humus-complex, afspelen. Van de zeer velen die zich met de studie van de adsorptieverschijnselen bezighielden moge vooral de beroemde Zwitserse colloid-chemicus en bodemkundige Wiegner (1883–1936) worden genoemd, die in 1912 zijn thans klassieke studie „Zum Basenaustausch in der Ackererde” het licht deed zien, waarin duidelijk werd vastgesteld dat enerzijds toepassing van colloid-chemische overwegingen op de bodem zinvol en veelbelovend is, doch waaruit anderzijds bleek dat deze bodem een te complex en nog te onoverzichtelijk systeem is, dan dat men algemeen geldende wetten der colloid-chemie daarvan experimenteel zou kunnen afleiden. Deze studie heeft de stoot gegeven tot talloze onderzoekingen over het adsorptieverschijnsel en vooral tot het stellen van de vraag welke bestanddelen het zijn aan de oppervlakte waarvan de uitwisselingsprocessen zich afspelen. Er werd reeds gewag gemaakt van het zg. klei-humus-complex, dat wil dus zeggen van een substantie, die uit een anorganisch en een organisch deel zou zijn opgebouwd. Wanneer men beide delen scheidde bleek dat het organische deel, de zg. humus, een adsorptie vermogen bezat dat ruwweg 3 maal zo groot is als dat van het minerale gedeelte van het complex. In zekere zin hield het bij deze constatering op, dat wil zeggen dat men zich niet of bij uitzondering verdiepte in de vraag wat nu toch eigenlijk die geheimzinnige stof, die men met humus aanduidt, wel was. Men kwam daarbij immers op organisch-chemisch terrein en een verder doordringen in dit gebied vereiste niet alleen zeer gespecialiseerde vakkennis doch ook een hoog ontwikkelde techniek. Hoewel nochtans velen zich aan de studie wijdden, waaronder de Nobelprijswinnaar S. Waksman,

schijnt ook nu nog het woord „humus” weinig meer te zijn dan een begripsaanduiding voor een complex van organische verbindingen, die van zeer groot belang zijn voor de fysische- en fysisch-chemische processen in de grond. Een te Parijs in augustus van het vorig jaar gehouden bespreking over humus in tropische gronden heeft dit duidelijk tot uiting doen komen. In dit verband mag niet onvermeld blijven dat – althans bij tropische gronden – de vraag welke rol de organische stof bij de uitwisselingsprocessen speelt, nog geenszins eensluidend kan worden beantwoord. Zo wordt vermeld (Fieldes c.s., 1952) van gronden van de Cook Islands (Pacific) dat de organische stof praktisch geen invloed had op de adsorptiecapaciteit, terwijl recent onderzoek van gronden van Venezuela (1954) uitwees dat die invloed zeer groot is. Er ligt hier ongetwijfeld nog een wijd veld van onderzoekingen open.

Hoe geheel anders is het gegaan met de verdieping van het inzicht in de aard van de anorganische bodemcomplex delen. Nadat men aanvankelijk de mening was toegedaan dat men met zg. bodemzeoliethen te doen had, zulks op grond van het feit dat tot deze groep behorende mineralen eveneens adsorptie- en uitwisselingsverschijnselen vertonen, wijzigt zich het inzicht na 1920 door de resultaten van onderzoekingen die aan alle theoretische speculaties een einde maken en het begin betekenen van een nieuwe ontwikkeling in de bodemkunde. Na genoemd jaar wordt namelijk de idee ontwikkeld en in toepassing gebracht om de bodemfractie met een diameter kleiner dan 2 micron met behulp van röntgenstralen te bestuderen. Wij vermelden slechts het pionierswerk van de Zweed Hadding (1923), van de Duitser Rinne (1924) en de invloedrijke studie van de Amerikanen Hendricks en Fry (1930). Hierbij werd bevestigd wat door eerder microscopisch onderzoek reeds was aangetoond namelijk dat genoemde fractie niet een colloïdale, amorfe massa was, noch was opgebouwd uit tot de zeolieth-groepen behorende, waterhoudende silikaten, doch dat hier sprake was van een eigen nieuwvorming: het „klei-mineraal”. Deze vondst geeft aanleiding tot een grote wetenschappelijke activiteit. Dat nu wordt niet alleen duidelijk door de talloze publikaties op dit terrein en door het uitstekende, samenvattende, in 1953 verschenen werk van de Amerikaan Grim “Clay Mineralogy”, doch wordt tevens gedemonstreerd door het feit dat nieuwe technieken en de modernste methoden van onderzoek worden gebruikt om in deze materie door te dringen.

Ik doel hierbij op de zg. differentiële-thermaal-analyse en op de elektronen-microscopische studie van kleien en klei-mineralen. De eerste methode is gebaseerd op het karakteristieke verschil in gedrag der verschillende kleien en hun componenten bij geleidelijke verhitting tot 1000°. Er treden dan bij bepaalde temperaturen voor het klei-mineraal of de klei-substantie karakteristieke endo- dan wel exotherme reacties op, de eerste bij temperaturen waarbij de maximale hoeveelheid water uit het kristalrooster van de bij de reactie betrokken mineralen uittreedt, de tweede bij herschikking van atomen tot nieuwe configuraties, meestal in de hoge temperatuur regionen. Aard en intensiteit van deze reacties worden automatisch in een thermogram geregistreerd.

Het is nog interessant te vermelden dat het principe van deze methode reeds dateert van 1887, uitgewerkt en toegepast door de Franse onderzoeker Le Chatelier en in 1890 door de Engelsman Roberts-Austin, doch dat eerst sedert 1933, dank zij het werk van de Fransen Orceel en vooral mejuffrouw Caillère, de betekenis van de differentiële thermaal-analyse voor klei-mineralogisch onderzoek in steeds toenemende mate werd ingezien. Fundamenteel onderzoek ter zake apparatuur en methodiek werd in ons land verricht door Arends (proefschrift Wageningen, 1951), in het laboratorium voor Grondmechanica door De Bruyn (1954) en in het Bodemkundig Instituut te Groningen door Van der Marel (1956) die zich in het bijzonder met de kwantitatieve D.T.A. heeft beziggehouden.

De belangstelling voor de colloïdale klei-bestanddelen, waarvan dus in de jaren 1920 tot 1930 het kristallijne karakter was vastgesteld, komt ook tot uiting in de pogingen structuurbèelden dezer produkten te ontwerpen. Inderdaad zijn, na het basis leggende werk over de structuur van glimmer en aanverwante gelaagde mineralen door Pauling (1930), van de meest voorkomende klei-mineralen structuren opgesteld. Een bijdrage van Nederlandse zijde werd hiertoe geleverd door Edelman voor halloysiet (1936) en door Edelman en Favejee voor halloysiet en montmorilloniet (1940).

Het elektronen-microscopisch onderzoek heeft tot een verder inzicht in de uitwendige vorm en de afmetingen van de meest voorkomende klei-mineralen geleid. Bij het onderzoek van tropische gronden werd de methode met succes toegepast door Fripiat en medewerkers (1954), mede dank zij het feit dat in de door hen onderzochte monsters de klei-mineralen, met name kaolinit, in zeer fraai gekristalliseerde toestand voorkwamen. De diagnostische waarde is echter volgens

de ervaringen van De Bruyn (1954) betrekkelijk gering bij het elektronen-microscopisch onderzoek van kleien van gemengde mineraal inhoud daar bv. illiet – een in Nederlandse gronden veelvuldig optredend klei-bestanddeel – niet kan worden onderscheiden van kaoliniet en van kwarts die van diezelfde kleien deel uitmaken, terwijl ook voor de differentiatie van andere klei-componenten de methode te kort schiet. Voor een volledig inzicht in de opbouw der kleifractie zal men in zulke gevallen de drie genoemde methoden: röntgenonderzoek, differentiële thermaal-analyse en elektronen-microscopisch onderzoek naast elkaar moeten toepassen.

De aandacht die in het voorgaande aan de klei-mineralen als karakteristieke bodemcomponenten werd besteed is daarom gemotiveerd omdat, naast organische stof, deze kristallijne bestanddelen van het klei-complex dragers zijn van de topo-chemische en fysische eigenschappen, en deze zijn weer oorzaak van het verschil in gedrag van de grond bv. ten opzichte van bevochtiging en uitdroging en – belangrijk karakteristiek – ten opzichte van het basenuitwisselend vermogen. Juist deze groepen van eigenschappen zijn in het bijzonder bij tropische gronden uit genetisch zowel als uit praktisch oogpunt uitermate belangrijk. Er moge in dit verband gewezen worden op de eigenschap van gronden waarvan de klei grotendeels uit montmorilloniet bestaat. Geheel verspoelend en verslijmend in natte toestand en keihard wordend met diepe scheuren in droge toestand, weerspiegelen zij het vermogen van het klei-mineraal om zeer grote hoeveelheden water op te nemen en daarbij tot het veelvuldige van het oorspronkelijke volume op te zwellen, om bij indroging weer tot de oorspronkelijke afmeting in te krimpen; een eigenschap, die mineralen van de kaoliniet-groep missen.

Een ander mineraal dat de belangstelling van de bodemkundige heeft is illiet en in het bijzonder de zg. „open” variëteit daarvan, waarmede in Nederland Van der Marel gewerkt heeft, in verband met de eigenschap kalium in niet meer uitwisselbare vorm in het kristalrooster op te nemen. Deze „open illiet” blijkt volgens een kort geleden in Amsterdam afgesloten onderzoek ook hoofdmineraal van de kleien van de noordkust van Suriname te zijn. Intussen dient er op te worden gewezen dat in dit onderdeel der bodemkunde geenszins alle vraagstukken zijn opgelost. Het reeds eerder vermelde recente onderzoek van kleien van de Cook Eilanden toonde namelijk met behulp van differentiële thermaal- en röntgenanalyse aan, dat

de colloïdale bestanddelen geen kristallijne klei-mineralen doch amorf hydroxiden zijn, terwijl zowel uit Nieuw Zeeland als uit Japan verweringsprodukten van vulkanische origine zijn beschreven, die geheel uit het amorf waterhoudende aluminiumsilikaat allofaan bestaan.

De vraag doet zich dus vanzelfsprekend voor, onder welke omstandigheden het ene dan wel het andere klei-mineraal wordt gevormd, d.w.z. welke factoren beheersen de genese dezer zo belangrijke bodembestanddelen, of, om de vraag iets ruimer te stellen, welke factoren beheersen de bodemgenese.

Hiermede verlaten we het speciale terrein van de klei-mineraalvorming om stil te staan bij de algemene problemen der bodemvorming en bij de behoefte om de bodemsoorten, die op grond van hun morfologische kenmerken kunnen worden onderscheiden, te classificeren. Voorwaar een wijd veld van onderzoek, van misverstand, van meningsverschil.

Zoals in de aanvang opgemerkt was de belangstelling voor de grond aanvankelijk slechts praktisch gericht. Als voorwerp van directe studie dat, los van praktijk-vraagstukken, de aandacht ten volle waard was werd het pas in het eind van de vorige eeuw erkend. De grote voorgangers en wegbereiders voor de bodemkunde als zelfstandige wetenschap zijn, om er enkele te noemen, Dokouchaiev en Glinka in Rusland, Ramann in Duitsland en Hilgard in Amerika. Deze slaagden er in de belangstelling voor het onderzoek van de grond als zelfstandig, natuurlijk object op te wekken en de ontwikkeling van de bodemkunde, voor zo ver hij zich bezighoudt met de studie van de relatie klimaat-gesteente-grond, is in de eerste plaats aan deze groep van natuurwetenschappelijke werkers te danken.

Er valt een principieel verschil op te merken tussen de wijze van benadering van het probleem in de verschillende landen. De Duitse school, in de 2de helft der vorige eeuw, legde vooral de nadruk op de afkomst der gronden van het hen vormende moedergesteente. Deze opvatting is mede oorzaak geweest dat in Duitsland aan geologen opgedragen werd bodemkundige kaarten te maken. Dit had weer ten gevolge dat de stelling werd geponcerd dat de petrografie de maatstaf voor de landbouwkundige beoordeling moet zijn. De eenzijdigheid, die hierbij werd betracht, was oorzaak dat door velen van geologisch-mineralogische ballast werd gesproken. Overigens is het te begrijpen dat aanvankelijk van dit beperkte standpunt werd uitgegaan want extreme klimaatsverschillen, die tot een andere

gedachtengang zouden hebben kunnen leiden, werden in Duitsland niet aangetroffen.

Geheel anders was Dokouchaiev's uitgangspunt. In 1882 toen hij, werkend in een gebied dat zich van de Noordpool tot de Subtropen uitstreckte, zijn grote rol ging spelen, introduceerde hij het beginsel der zonaliteit d.w.z. dat de bodem een functie is van het klimaat. Als resultaat van de klimaatsinvloed meende hij zg. bodemgordels te kunnen herkennen, een zelfstandige plaats innemend naast de bekende planten- en dierengordels. Aan Glinka (1867-1927), de opvolger van Dokouchaiev, dankt de bodemkundige wereld de indeling der gronden in grote, klimatologisch bepaalde wereldgroepen, nadat zijn in 1914 in het Duits verschenen werk in 1927 door de vooraanstaande Amerikaanse bodemkundige Marbut (1863-1935) in het Engels was vertaald. Deze indeling is ook thans nog de basis der regionale bodemclassificatie.

Hilgard ten slotte was de Duits-Amerikaanse pionier der bodemkunde, die in het bijzonder bekendheid verwierf door zijn studie van de relatie grond-plantenassociatie bij zouthoudende gronden.

De fundamentele bijdragen uit de Russische, Duitse en Amerikaanse school hebben gezamenlijk ertoe geleid dat de bodemkunde een zelfstandige tak van wetenschap werd. Vele zijn degenen geweest die zich met de verdere uitbouw en verdieping van inzicht hebben beziggehouden, waarbij met ere de Nederlandse school onder leiding van Edelman, stoelend op het werk van Staring, J. van Baren en Oostingh, genoemd mag worden.

Naarmate de kennis werd verrijkt bleek het aantal problemen, dat zich inzake vraagstukken van bodemgenese opdrong, telkens groter te worden.

In het bijzonder wordt dit duidelijk wanneer de in Europese of Amerikaanse sfeer verworven inzichten getoetst worden aan de ervaringen opgedaan in tropische gebieden. Het is vanzelfsprekend dat inzicht in de bodemvorming onder tropische, en wel in het bijzonder vochtig-tropische omstandigheden op veel schaarser gegevens berust dan in de landen in gematigde klimaatsgebieden, waar men reeds van oudsher de beschikking had over mensen en materiaal ter bestudering der desbetreffende vraagstukken.

Wanneer men de uitkomsten van het onderzoek en de inzichten of opvattingen waartoe deze leidden kritisch bestudeert dan kan worden geconstateerd dat er veel schijnbaar tegenstrijdigs is.

Om met de Russische klimaattheorie als uitgangspunt te beginnen,

blijkt het dat het begrip klimaat, zoals dat in die beschouwingen wordt gebruikt, voor tropische omstandigheden niet of slechts in zeer grote trekken bruikbaar is. Het gaat toch niet om de macroklimatologische factoren, regenval en temperatuur als jaargemiddelden, doch om de verdeling van de regenval over veel kleinere perioden, om de hoeveelheid water, die beschikbaar is om een verwerende, gesteente-omzettende invloed uit te oefenen. De verdamping, die daarbij van grote betekenis is, moet mede in de beschouwing worden betrokken. We danken voornamelijk aan Mohr, thans de nestor der tropische bodemkunde, het inzicht dat niet het macro-klimaat, zoals de meteoroloog-klimatoloog dit hanteert, in de eerste plaats van belang is, doch het zg. micro- of bodemklimaat. Op grond van theoretische overwegingen en enkele praktische proefnemingen kwam hij tot de stelling dat maanden met een regenval van minder dan 60 mm tot de droge moeten worden gerekend en die met meer dan 100 mm regen per maand tot de natte. Deze opvatting, die thans in de bodemkunde der tropen als algemeen geldig is overgenomen, leidt ertoe te erkennen dat slechts gedetailleerde regenval-cijfers ons een inzicht vermogen te verschaffen omtrent te verwachten bodemvormende processen, zulks dan nog in afhankelijkheid van de aard van het gesteente, dat door zijn textuur en structuur een belangrijke invloed op het verloop der verwerking kan uitoefenen. Door het op de juiste wijze combineren van deze beide factoren, klimaat en gesteente, kan men begrijpen waarom in het ene geval het klimaat en in het andere geval het gesteente één der hoofdfactoren van de bodemvorming is. Het zijn toch immers het interne watertransport, de interne drainagemogelijkheden, die oorzaak zijn dat er een rode, kaoliniethoudende grond wordt gevormd of wel een montmorillonieethoudende zwarte grond, gronden die onder een zelfde klimaatstype naast elkaar kunnen voorkomen, zoals uit Indonesië, India en Afrika bekend is. Noch de eenzijdige klimaats-voorstanders noch de eenzijdige gesteenteanhangers, zoals die zich nog in de moderne literatuur willen laten gelden, hebben dus gelijk. Het is wederom Mohr die hierop op pregnante wijze de aandacht vestigt in zijn standaardwerk over de gronden van Nederlandsch Indië, waarvan het laatste, afsluitende deel in 1938 verscheen. Door een nauwkeurige analyse van de waterbeweging in de grond slaagt hij er in de fundamentele achtergrond van de genese, in het bijzonder van de gronden van Java, vast te stellen. In zijn beschouwing krijgen klimaat en gesteente hun eigen plaats en wordt duidelijk gemaakt hoe drainage

en verdamping evenzeer in rekening moeten worden gebracht als de geregistreerde hoeveelheid neerslag per tijdseenheid. In het in 1954 verschenen handboek „Tropical Soils” wordt door Mohr en Van Baren op een en ander nog eens diep ingegaan en worden de door Mohr in 1932-1938 gepubliceerde opvattingen getoetst aan de ervaringen die elders in de tropen werden opgedaan. Dit leidt tot het inzicht dat in verschillende tropische gebieden gronden worden aangetroffen die onmogelijk onder de thans vigerende klimaatsomstandigheden gevormd kunnen zijn, zodat sedert hun ontstaan het klimaat ingrijpend veranderd moet zijn. Men spreekt dan van „paleosol” of fossiele grond. Hiervan worden o.a. in Australië en Afrika fraaie voorbeelden aangetroffen, die het mogelijk maken de recente geologische geschiedenis van een bepaald gebied beter te leren kennen. Zo lukte het Whitehouse aan de hand van de bodemvormingen voor Queensland een reconstructie te geven van de klimaatswisselingen sedert het Mioceen, terwijl Scaëtta (1940) aan de hand van een zeer fraai voorbeeld van fossiele laterietgronden een bijdrage tot de kennis van de geschiedenis van de Dahomey levert. Eveneens op grond van bodemkundige overwegingen komt Vine (1949) voor Noord-Nigeria tot de these van het terugtrekken van de woestijnrens, klimatologisch bepaald door de 250 mm isohyet, naar het noorden en de terugkeer van vochtige klimaatsomstandigheden over een traject van enkele honderden mijlen, terwijl De Heinzelin (1952) op grond van de verspreiding van woestijnzand-afzettingen op het Afrikaanse continent tot soortgelijke inzichten komt.

Een in zekere zin tegengesteld voorbeeld is het voorkomen van podzol-gronden in praktisch op zee-niveau gelegen tropische gebieden. Dit grondtype, dat volgens de reeds genoemde Russische klimaats-conceptie boven 52° N.Br. thuis hoort, werd door spreker in 1952 aangetroffen praktisch óp de equator in Frans Equatoriaal Afrika. Het is beschreven van de kust van Frans Cameroun, terwijl reeds in 1937 Hardon laagland podzol-profielen beschreef en analyseerde van Banka en Borneo. Dat zulke gronden in tropische hooggebergten boven 2000 m voorkomen bv. in Nieuw Guinea (Hardon, 1936) en in Tanganyika (Milne, 1936) is uiteraard niet in strijd met de vigerende opvattingen.

De gegeven voorbeelden wijzen er echter op dat men enerzijds in de tropen zeker niet met te zeer vooropgestelde concepties ten aan-

zien van bodemgenetische vraagstukken te werk moet gaan, terwijl anderzijds inzicht in de resultaten van bodemvormende processen een bijdrage kan leveren voor het vinden van een verklaring voor bepaalde op ander terrein liggende fenomenen. Gedacht kan hierbij bv. worden aan het optreden van een xerofytisch bostype in een regenval-gebied van 2000 mm per jaar, zoals door Chenery en Hardy (1945) beschreven werd van Trinidad. Deze merkwaardigheid wordt verklaard door de eigen aard der betrokken grondsoort en de actuele terreinsituatie, die prohibitief werken op het binnendringen van het water in de grond. Ook van andere gebieden (Tanganyika) is bekend dat in een bepaald grondtype, waarvan de klei-fractie vermoedelijk uit montmorilloniet bestaat, van de regen slechts een gering deel in de grond dringt, terwijl het overige regenwater over de oppervlakte afstroomt, zodat onvoldoende vocht ter beschikking komt tot het onderhouden van enige plantengroei. Is hier sprake van de invloed van de bodemgeaardheid, in het bijzonder wat betreft het type der tijdens het ontstaan van de grond gevormde klei-mineralen, op de ecologische omstandigheden, ook een omgekeerde werking nl. die van de plantengroei op de bodemvorming is in vele gevallen duidelijk merkbaar, een feit waarop in een recente studie de Russische bodemkundige Kovda (1956) nog eens de aandacht vestigt. Zo geeft de chemische samenstelling van coniferen-naalden aanleiding tot het ontstaan van podzol-gronden, terwijl de rijkdom aan minerale bestanddelen van het blad van loofbomen het podzolerings-proces terugdringt en medewerkt tot het ontstaan van bruine gronden. Verder werkt volgens deze onderzoeker een halofytische vegetatie de verzouting van de bodem in de hand. Evenzeer mag worden aangenomen dat de heideachtige vegetatie in het hooggebergte van Nieuw Guinea tenminste mede-oorzaak is van het ontstaan van de podzol-grond waarvan ik reeds melding maakte.

De beide wegen, die ik met U bewandelde, nl. die van het zich verdiepende inzicht in de aard der verweringsprodukten die bij de bodemvorming ontstaan en die van het begrip welke factoren bij de genese een rol spelen, beginnen elkaar te naderen. Dit moge duidelijk gemaakt worden aan de hand van een enkel voorbeeld. Gedetailleerde onderzoekingen hebben uitgewezen dat er tussen verschillende klei-mineralen overgangsvormen of wellicht tussenstadia bestaan. Zo is het bekend dat illiet via chloriet overgaat in montmorilloniet in samenhang met de ouderdom van het sediment of

de grond waarin het klei-mineraal voorkomt. Zo delen Hamdi en Epprecht (1955) mede dat voortschrijdende verwerking van de alluviale kleien van Egypte tot een duidelijke toename in het gehalte aan montmorilloniet ten koste van illiet en uiteindelijk ook van chloriet leidt. Ze menen op basis van de verhouding van de drie genoemde componenten de verschillende afzettingen van Nijlslib in relatieve zin te kunnen dateren.

Tot een soortgelijke conclusie wat betreft de omzetting van het ene klei-mineraal in het andere bij toenemende ouderdom, komen Murray en Leiniger (1955) in hun voor de 4de National Clay Conference in de Verenigde Staten gehouden voordracht, zulks aan de hand van in Indiana opgedane ervaring. Interessant is daarbij nog dat montmorilloniet weder in chloriet of illiet kan overgaan wanneer de montmorillonieethoudende klei ten gevolge van erosie en transport in een marine omgeving komt. Deze resultaten schijnen zekere perspectieven te openen wanneer het gaat om de reconstructie van de geschiedenis van bepaalde afzettingen, zulks mede in verband met de ervaring van Grim (1953) dat in sedimenten ouder dan het Mesozoicum geen montmorilloniet voorkomt.

Van wijder strekking is ten slotte nog de in 1956 door Erhart gepubliceerde conceptie over de rol die de bodemvorming heeft gespeeld in de geologische en geochemische ontwikkeling der aardkorst. Hij legt in zijn studie verband tussen de aard en samenstelling van sediment-pakketten en de bodemkundige geschiedenis van het achterland, die daarin niet alleen wordt weerspiegeld doch er zelfs bepalend voor is. Uitgaande van de overweging dat bodemvorming van enige betekenis slechts plaats kan vinden indien de oppervlakte door een geëigende natuurlijke begroeiing tegen erosie wordt beschermd en aannemende dat de aarde vanaf een geologisch ver verleden met vegetatie was bedekt, komt hij op grond van de huidige kennis van de chemische verweringsprocessen zoals deze onder bos plaats vinden, en aan de hand van de studie van geologische sedimentaire profielen tot de zekerheid dat een reconstructie van de geschiedenis op grond van bodemkundige overwegingen mogelijk is. Hoewel het nog te vroeg is om een definitief oordeel uit te spreken over de waarde van Erhart's theorie der wat hij noemt biostasie en rheostasie, zo meen ik toch dat zijn gedachtengang in principe gezond is. Voor het verder uitwerken en nagaan der consequenties zullen bodemkundigen en geologen elkaar echter de hand moeten reiken.

Bodemkunde en geologie hebben trouwens meer raakvlakken, die van

praktische betekenis zijn. Professor Bryan van de Queensland University besluit altans zijn in 1946 voor de Australian and New Zealand Association for the Advancement of Science gehouden openingsvoordracht met de volgende woorden: "A knowledge of pedology gives the geologist an additional and important field method of geological mapping and a powerful aid in the unravelling of many geological problems, particularly those of palaeoclimatology and geomorphology", terwijl wij in het jaarrapport 1953 van de Geologische Dienst van Tanganyika lezen: "The value of the study of soils in the mapping of unexposed geological formation is becoming increasingly important."

Nog moge ik aan een enkel ander aspect aandacht besteden en wel aan de sporen-elementen in hun betrekking tot grondsoort en materiaal van herkomst of moedergesteente. Het is nl. bekend dat bepaalde gebreks- c.q. vergiftigingsverschijnselen van plant en dier rechtstreeks met de grond en deszelfs afkomst te correleren zijn. Ik denk hierbij o.a. aan de seleniumvergiftigingsverschijnselen die in Ierland slechts optreden indien de weide op van bepaalde pyriethoudende schalies afgeleide gronden was aangelegd; aan de kobalt gebreksverschijnselen bij het vee in Nieuw Zeeland, evenzeer terug te voeren op het gesteente van herkomst en ten slotte aan nikkel-vergiftiging bij tabak op gronden geassocieerd met de serpentijn-, pyroxeniet- en norietzone van de Great Dyke van Zuid-Rhodesia, terwijl aan deze voorbeelden talloze zouden kunnen worden toegevoegd, met name de zeer recente vondst van de relatie tussen molybdeen-gebrek en basaltgronden in Californië.

Is hier sprake van de invloed van de grond op dier en plant, ook het omgekeerde is uiteraard bekend en werd reeds vermeld bij de verwijzing naar de studie van Kovda. Een wel zeer merkwaardige invloed op de morfologie van de grond verdient echter nog vermelding en wel die beschreven door Lutz en Griswold (1939). Deze onderzoekers maken nl. aan de hand van vele foto's en schets-tekeningen van bodemprofielen duidelijk hoe pseudo-periglaciale kryoturbate verschijnselen kunnen worden gesuggereerd door profiel-opbouw verstoringen door ontworteling van bomen. Dit zou in het bijzonder van belang zijn in gebieden van tornado's en wervelstormen, die hele stroken bos kunnen ontwortelen.

Zeer geachte Toehoorders, U staat mij toe dat ik dit overzicht besluit met het vermelden van het feit dat ook ten aanzien van de studie der zeer actuele problemen samenhangend met atoomsplitsing voor oorlogsdoeleinden nl. atoom- en waterstofbom, aan begrip van en inzicht in de eigenschappen van de grond een rol is toebedeeld. Een aantal onderzoekers in Amerika (Nishita c.s., 1956) heeft zich namelijk de vraag gesteld in hoeverre de radio-actieve splittingsprodukten, die vrijkomen na atomaire ontploffingen, door de grond worden opgenomen en dan later indirect vergiftigingsverschijnselen teweeg zouden kunnen brengen bij plant en dier. Daartoe werd in 1955 in de V.S. een onderzoek ingesteld naar de fixatie en extraheerbaarheid van de splittingsprodukten Sr 90, Y 91, Ru 106, Cs 137 en Ce 144, die in contact waren gebracht met verschillende grondsoorten en verschillende klei-mineralen. Hierbij bleek dat de gebruikte radio-isotopen inderdaad hetzij in water oplosbare, hetzij in uitwisselbare vorm door de grond, in afhankelijkheid van het type klei-mineraal, in grotere of kleinere hoeveelheden werden vastgehouden en dus, in principe, invloed op planten- en dierenleven kunnen uitoefenen.

De kring gesteente-grond-plant is thans gesloten. Het spreekt vanzelf dat in dit overzicht zeer veel onvermeld moest blijven, doch ik hoop erin geslaagd te zijn, ondanks de onvolledigheid, duidelijk te hebben gemaakt dat de bodemkunde zich inderdaad tot een zelfstandige wetenschap heeft ontwikkeld, met eigen doelstelling, eigen problemen en nieuw verworven inzichten, die een eigen bijdrage kan leveren op het zo gevarieerde terrein der universitaire wetenschappen.

Zeer geachte Toehoorders,

Aan Hare Majesteit de Koningin, die mij heeft willen benoemen tot buitengewoon hoogleraar aan de Universiteit van Utrecht, betuig ik mijn eerbiedige dank.

Mevrouw en Mijne Heren Curatoren,

Dat Gij Uw medewerking hebt willen verlenen tot het vestigen van een leerstoel in de Algemene Bodemkunde, in het bijzonder van de Tropen, en dat Gij mij hebt willen voordragen tot buitengewoon

hoogleraar in dit vak, hiermede mij de gelegenheid gevend de als docent met leeropdracht reeds ingeslagen weg te blijven gaan, stemt mij tot grote erkentelijkheid. Ik hoop het in mij gestelde vertrouwen waardig te zijn.

Dames en Heren Professoren, Lectoren en andere Docenten,

Bijzonder wordt het door mij gewaardeerd thans in Uw gemeenschap te zijn opgenomen. Ik hoop dat het mij gegeven zal zijn op den duur dezelfde plaats in Uw midden in te nemen als mijn voorganger zovele jaren heeft gedaan, ja zelfs thans nog doet.

In het bijzonder geldt dit voor U, leden van de Faculteit der Wis- en Natuurkunde. Dank ben ik ten slotte reeds thans verschuldigd aan de leden van de Vakgroep Aardkunde voor de wijze waarop zij van de aanvang van mijn binding aan de Universiteit af mij met vriendschap tegemoet zijn getreden. Ik spreek de hoop uit dat ook te dezer aanzien ik aan mij te stellen eisen zal kunnen voldoen.

Aan de Raad van Beheer van het Koninklijk Instituut voor de Tropen betuig ik mijn dank voor de bereidwilligheid toe te staan dat ik de kennis van tropische gronden in de universitaire sfeer uitdraag en er op deze wijze toe kan medewerken dat de Nederlandse tropenervaring, althans op het gebied der bodemkunde, op een jongere generatie wordt overgebracht.

Zeer gewaardeerde Toehoorders,

Het zij mij vergund dat ik een ogenblik verwijl bij de nagedachtenis van mijn Vader, de eerste hoogleraar in de agrogeologie aan de Landbouwhogeschool te Wageningen. En dat is daarom verantwoord omdat hij degene is geweest, die in woord en geschrift reeds van 1912 af gewezen heeft op de betekenis van de bodemkunde en op de wenselijkheid dat het zelfstandig karakter van deze wetenschap zou worden erkend.

Waarde Edelman,

Het feit dat ik thans, na het voortijdig afbreken van mijn Indische loopbaan, geroepen ben de colleges in de bodemkunde aan deze Universiteit te verzorgen, doet mijn gedachten vanzelf teruggaan naar het jaar 1933 toen Gij tot opvolger van mijn Vader werd

benoemd en ik zelf als eerste leerling mij onder Uw leiding schaarde ter voorbereiding van mijn promotie op bodemmineralogisch terrein. Dank ben ik U verschuldigd voor de gelegenheid die Gij mij hebt gegeven van Uw rijke kennis te profiteren en voor de vriendschap, die Gij mij al die jaren hebt doen deelachtig worden.

Hooggeachte Vriend en Collega Mohr,

Dat Gij thans, bijna 84 jaar oud, deze plechtigheid in zo voortreffelijke gezondheid bijwoont stemt mij tot grote dankbaarheid. Dankbaarheid voor Uw aanwezigheid, maar ook dankbaarheid omdat ik thans in de gelegenheid ben in het openbaar mijn diepe erkentelijkheid te betuigen voor de wijze waarop Gij aan deze Universiteit als Bijzonder Hoogleraar van 1927 tot 1952 de bodemkundige fakkel brandende hebt gehouden en dat mede door van 1933-1947, dus 14 jaar lang, de colleges te blijven geven zonder dat hier enige vergoeding tegenover stond. Deze grote liefde voor het vak, die U hiertoe dreef, heeft mij met grote bewondering vervuld. Dat wij bovendien, sedert 1950, en ook thans nog zo nauw mogen samenwerken schenkt mij telkens weer een grote vreugde. Ik hoop dat ik mij Uw voorbeeld voortdurend waardig zal tonen.

Dames en Heren Studenten,

Het studieprogramma van deze Uw Universiteit is dus weder met een nieuwe mogelijkheid tot specialisatie en verdieping uitgebreid. Er zullen onder U wellicht zijn die veel van wat ik betoogde bekend voorkwam omdat zij zich reeds voor deze jonge tak van wetenschap interesseerden en dus enigermate in deze nieuwe materie georiënteerd zullen zijn. Zij zullen dan weten - en dit moge voor U allen thans tot slot gezegd worden - dat het niet mijn bedoeling is met nieuwe feiten uit een nieuw vak het reeds zo overladen programma extra te belasten, doch dat ik er naar streef U te laten zien hoe inzicht in het bodemkundig gebeuren tot beter begrip op het reeds door U gekozen eigen terrein van studie kan leiden.

Ik heb gezegd.

Literatuurverwijzingen

- ARENDS, P. L. 1951. A Study on the Differential Thermal Analysis of Clays and Clay Minerals. *Proefschrift*, Wageningen.
- BRYAN, W. H. 1946. The Geological Approach to the Study of Soils. *Australian and New Zealand Association Advancement of Science*, Adelaide.
- CHENERY, E. M. en HARDY, F. 1945. The Moisture Profile in Some Trinidad Forest and Cacao Soils. *Trop. Agric. (Trinidad)* 22: 100-115.
- DE BRUYN, C. M. A. 1954. Mineralogical Analysis of Soil Clays (I). *Geol. & Mijnb. (Nw. Ser.)* 16: 69-83.
- DE HEINZELIN, J. 1952. Sols, Paléosols et Désertifications Anciennes dans le Secteur Nord-Oriental du Bassin du Congo. *Publ. I.N.E.A.C. Brussel*.
- EDELMAN, C. H. 1936. Relations Between the Crystal Structure of Minerals and Their Base Exchange Capacity. *Trans. 3rd Int. Congr. Soil Sci.* 3: 97-99.
- EDELMAN, C. H. en FAVEJEE, J. C. L. 1940. On the Crystal Structure of Montmorillonite and Halloysite. *Z. Krist.* 102: 417-431.
- ERHART, H. 1956. La Génèse des Sols en tant que Phénomène Géologique. *Masson & Cie., Paris*.
- FIELDS, M. et al. 1952. Relation of Colloidal Hydrous Oxides to High Cation-Exchange Capacity of Some Tropical Soils of the Cook Islands. *Soil Science* 74: 197-206.
- FRIPIAT, J. J. et al. 1954. Les Argiles des Sols de l'Uele. *Trans. 5th Int. Congr. Soil Sci.* 4: 237-253.
- GRIM, R. E. 1953. Clay Mineralogy. *Mc Graw Hill*, New York.
- HAMDI, H. und EPPRECHT, W. 1955. Der Einfluss der Chemischen Verwitterung auf die Alluvialen Tone von Egypten. *Z. Pfl. Ern. Düng. Bodenk.* 70 (115) 1-10.
- HADDING, A. 1923. Eine Röntgenografische Methode um Kristalline und Kryptokristalline Substanzen zu Identifizieren. *Z. Krist.* 58: 108-112.
- HARDON, H. J. 1936. Podzol Profiles in the Tropics. *Natuurk. Tijdschr. Ned. Indië* 96: 25-41.
- HENDRICKS, S. B. and FRY, W. H. 1930. The Results of X-ray and Microscopical Examinations of Soil Colloids. *Soil Sci.* 29: 457-478.
- KOVDA, V. A. 1956. The Mineral Composition of Plants and Soil Formation. *Ref. in Soils and Fertilizers* 19: 272.
- LUTZ, H. J. and GRISWOLD, F. S. 1939. The Influence of Tree-roots on Soil Morphology. *American Journal of Science, V series*, 237: 385-400.
- MILNE, G. et al. 1936. A Provisional Soil Map of East Africa. *Amani Memoirs*.
- MURRAY, H. H. and LEINIGER, R. K. 1955. *Abstracts Fourth National Clay Conference*. The Pennsylvania State University.
- NISHITA, H. et al. 1956. Fixation and Extractability of Fission Products Contaminating Various Soils and Clays. *Soil Sci.* 81: 317-326.
- PAULING, L. 1930. The Structure of Micas and Related Minerals. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 16: 123-129.
- RINNE, F. 1924. Röntgenografische Untersuchungen an einigen Feinzerteilten Mineralien, Kunstprodukten und Dichten Gesteine. *Z. Krist.* 60: 55-69.
- VAN DER MAREL, H. W. 1956. Quantitative Differential Thermal Analysis of Clay and Other Minerals. *Amer. Mineralogist* 41: 22-244.
- VINE, H. 1949. Nigerian Soils in Relation to Parent Materials. *Comm. Bur. Soil Sci. Techn. Comm.* 46: 22-29.
- WESTERMANN, J. H. en ZONNEVELD, J. I. S. 1956. Photo-Geological Observations and Land Capability & Land Use Survey of the Island of Bonaire. *Meded. Kon. Inst. voor de Tropen CXXIII*.