

INLEIDING

De Stichting voor Bodemkartering houdt zich ten behoeve van de bodemclassificatie en de kartering behalve met de veldbodemkundige en micromorfologische bestudering van de grond ook bezig met chemisch, fysich-chemisch en röntgenologisch grondonderzoek.

Doel van dit laboratorium onderzoek is allereerst een nadere chemische en fysische karakterisering van de bodemeenheden te geven.

Wat dit betreft doet zij niets anders dan andere landen, die zich met modern bodemkundig onderzoek en kartering bezighouden.

Enkele voorbeelden, gekozen uit de zeer vele, mogen dit duidelijk maken.

ANDERE LANDEN

Rusland

Wilenski (1957) geeft in Pochvovedenie/Niitse vertaling onder de titel "Bodemkunde"-bij allerlei bodemclassificatie-eenheden behalve de gebruikelijke profielgegevens over textuur, humus- en kalkgehalte en pH, ook chemische cijfers, Hiervoor werden gehele profielen temonsterd.

- De tabellen 1 en 2 zijn daarvan enige voorbeelden, namelijk respectievelijk van een podzolgrond en van enkele chernozems; de bekende zwarte aarden.

Vluchtige bestudering van de cijfers leert bijvoorbeeld dat bij de podzolgrond het SiO_2 -gehalte over het gehele profiel ongeveer 10-15% hoger is dan bij de zwarte aarde. Omgekeerd is te zien dat in de bovenste horizonten van de podzol zowel het Al_2O_3 - als het Fe_2O_3 -gehalte lager is dan van de chernozem. In de onderste horizonten zijn de gehalten aan beide stoffen in de twee bodemtypen ongeveer gelijk. Bij de chernozem zijn beide stoffen gelijkmatig over het gehele profiel verdeeld. Bij de podzolgrond heeft in de onderste horizonten een duidelijke ophoping van aluminium, maar vooral van ijzer plaatsgevonden.

Ook de hoeveelheden geadsorbeerde kationen geven duidelijke verschillen te zien; die zijn bij de chernozems veel hoger. Hier is dus met cijfermateriaal kwantitatief duidelijk gemaakt of aangetoond wat men altijd in morfologische beschrijvingen kwalitatief aanduidt.

Amerika

De Amerikanen volgen een soortgelijke werkwijze.

In hun nieuwste, in 1960 verschenen publikatie over bodemclassificatie (Soil Classification, 7th Approximation, 1960) komt een zeer groot aantal profielbeschrijvingen voor. In principe zijn dezelfde chemische grootheden vermeld. Soms wordt er nog iets meer gezegd over wat zij dan noemen "vrij Fe_2O_3 ". Verder worden bij een aantal profielen de verhoudingscijfers kiezelzuur/sezquioxiden (SiO_2/R_2O_3) en soms ook koolstof/stikstof verhoudingen (C/N quotiënten) gegeven. Beide quotiënten, evenals de reeds genoemde grootheden, dienen om de bodemeenheden zowel chemisch ~~als~~^{en} fysisch-chemisch te karakteriseren als om aan te geven wat er onder invloed van bodemvormende processen chemisch plaatsvindt of heeft gevonden.

Duitsland

Slaat men een boek open dat in het kader van de bodemkartering in Duitsland is gepubliceerd, namelijk dat van Mückenhausen (1959), dan kan men ook daar chemische karakteristieken van vrijwel alle 60 beschreven profielen aantreffen.

In afwijking met de Russen en Amerikanen echter wordt er, althans in cijfers, niets gezegd over kiezelzuur, ijzer en aluminium. Wel wordt iets medegedeeld over de hoeveelheden in 1% ammoniumchloride oplosbaar², aan het complex gebonden en in de bodemoplossing aanwezige Ca-ionen. Ook worden cijfers verstrekt over de in Ca-lactaat oplosbare hoeveelheden P_2O_5 en K_2O . In de beschrijvende tekst wordt sporadisch nog iets gezegd, zij het dan in kwalitatieve zin, over sporenelementen. De gegevens over Ca, P_2O_5 en K_2O zijn belangrijk of kunnen dit althans zijn in verband met bodemvruchtbaarheidsverschillen.

België

In dit kader tenslotte dan iets over de activiteit van onze Belgische collega's op dit gebied.

Zoals bekend, is men in België al een aantal jaren bezig met de systematische kaartbladenkartering van het gehele land. Met de regelmaat van een klok verschijnen bodenkaarten, schaal 1:20.000, met de daarbij behorende, volgens een bepaald schema samengestelde beschrijvingen. Deze bodenkaarten worden opgenomen en gepubliceerd door het Centrum voor Bodemkartering te Gent.

Door het Centrum voor Grondonderzoek van de Rijkslandbouwhogeschool te Gent wordt aan de bodemtypen op de gepubliceerde kaartbladen systematisch chemisch en fysisch-chemisch onderzoek verricht en afzonderlijk gepubliceerd. Bepaald worden de gehalten aan organisch materiaal en calciumcarbonaat, de zuurtegraad, de totale (ad)sorptiecapaciteit van de minerale fractie en de organische (ad)sorptiecapaciteit, dus die van de humus. Het is interessant in dit verband te wijzen op de in 1959 verschenen "Monografie der Zee-polders" van De Leenheer en Van Ruymbek. In dit boek worden de resultaten weergegeven en besproken van chemisch en fysisch-chemisch onderzoek verricht aan 141 zogenaamde referentieprofielen. Deze werden gekozen uit 810 bodemprofielen, waarvan 4850 monsters in het kader van de kaartbladenkartering op het laboratorium waren onderzocht. Van de 150 door de bodemkartering onderscheiden bodemtypen werden er 56 in het onderzoek betrokken. Deze 56 bodemtypen vertegenwoordigen 92% van de oppervlakte van de gehele Belgische polderstreek. Met dien verstande, dat de afgetichelde en uitgeveende gronden niet in het onderzoek werden betrokken. De gehele Belgische polderstreek beslaat een oppervlakte van 75.000 ha. Verminderd met de oppervlakte van genoemde, kunstmatige gronden, resteren dan 59.000 ha waarop dit uitgebreide onderzoek plaats had. Het aantal referentie- of standaardprofielen per bodemtype, dat opklimt van 2 tot 5, werd bepaald aan de hand van de totale oppervlakte die een bodemtype inneemt. Bodemtypen met minder dan 200 ha werden in principe niet bemonsterd. Volledigheidshalve moet nog worden vermeld dat in het kader van dit onderzoek, behalve de reeds genoemde bepalingen, ook nog bepaald werden de granulaire samenstelling, de verzadigingsgraad, het percentage stikstof, de C/N-verhouding, verweerbare mineralen en nog een aantal fysieke grootheden. Bovendien werden proefoogsten gedaan en grondwaterstandsmetingen verricht en werd een landbouwkundige interpretatie van de gevonden resultaten gegeven.

De slechts enkele voorbeelden van wat er in het buitenland gebeurt, zijn bedoeld om aan te geven in welke richting of richtingen chemisch onderzoek in verband met bodemkartering/ kan gaan.

NEDEELAND

In de begintijd van de Stichting voor Bodemkartering waren de legenda's van de kaarten wat men zou kunnen noemen kwantitatief; dit wil zeggen weinig gebaseerd op scherp omschreven, meetbare kenmerken. Vooral de hoofdindelingen waren geologisch-landschappelijk. Men denke bijvoorbeeld aan de indeling in zeekleigronden, rivierkleigronden, dekzanden enz. en aan onderverdelingen zoals de stroomrug- en de komgronden in het rivierkleigebied, oude bouwlanden en ontginningsgronden in dekzandgebieden. De onderverdeling op nog lager niveau, op zogenaamd typeniveau, gebeurde pas min of meer aan de hand van kwantitatieve kenmerken, ontleend aan de bodemprofielen zelf. Er werden dan o.a. gegevens opgenomen over dikte van lagen en horizonten, iets over structuur, humus, kalk of de diepte van voorkomen van gleyverschijnselen.

De in het veld vastgestelde gegevens zoals over textuur, humusgehalte, kalkgehalte en pH, werden gecontroleerd of geverifieerd met behulp van grondmonsteronderzoek, dat door het Bedrijfslaboratorium voor Gewas- en Grondonderzoek te Oosterbeek werd verricht.

Op deze manier werden belangrijke gegevens verzameld en in kaart gebracht, en op die wijze een behoorlijke bijdrage geleverd aan de kennis van de Nederlandse grond.

Wat de geologisch-landschappelijke start van de bodemkartering betreft, was er in ons land geen nieuws onder de zon. Ook in verschillende andere landen is men op deze manier begonnen.

Zoals iedere wetenschap een ontwikkeling doormaakt, had deze ook plaats in de bodemkundige wetenschap zoals die door Stiboka werd beoefend.

De aanvankelijk gevolgde werkwijze had vooral twee tekortkomingen.

- a.) De kaarteenheden uit verschillende karteringsgebieden konden moeilijk met elkaar worden vergelij^eken.
- b.) De door Stiboka verzamelde bodemkundige kennis was te weinig of onvoldoende toegankelijk voor cultuurtechnici, civieltechnici, planteteeltkundigen, bodemvruchtbaarheidsmensen enz., die op basis of aan de hand van gegevens op bodemkaarten bepaalde berekeningen moesten uitvoeren over bijvoorbeeld het waterbergend^g/~~van de grond,~~ *vermogen van de grond,*

de capaciteit van sloten of de correlatie tussen bodemkundige groot-heden en reacties van gewassen.

Classificatie

Met de eerst gencende tekortkomingen werden we allersaerst geconfron-teerd toen van Nederland de 1:200.000 bodemkaart, de zg. Nebokaart, moest worden samengesteld. Met het op één noemer brengen van bodem-kaarten uit verscheidende delen van Nederland, of beter gezegd van de legenda's daarvan, ontstonden nogal wat moeilijkheden.

Nog meer was dat het geval toen de Stiboka de opdracht kreeg de systematische bodemkartering van Nederland, schaal 1:25.000 (la-ter is dat schaal 1:50.000 geworden) ter hand te nemen. Hierbij werd onder meer gesteld, dat de legenda zodanig moet zijn dat de kaarten en de daarbij behorende beschrijvingen voor kwantitatief werk in de toepassings-sfeer (zie b.), en dit dan zo ruim mogelijk opgevat, ge-bruikt zou ^{den} kunnen worden.

Door deze eis en oek om andere redenen (Pijls, 1959) werd, al-vorens aan een legenda te beginnen, naar het middel bodemclassifi-catie gegrepen zoals dit door de Stiboka tot ontwikkeling is gebracht; Edelman (1959), Schelling (1959), Steur (1959) en Pape (1959).

Door Schelling (1959) zijn enige eisen geformuleerd waaraan het Nederlandse systeem van bodemclassificatie moet voldoen. Een daar-van is: "De (classificatie) eenheden moeten met behulp van meetbare eigenschappen van het bodemprofiel worden gedefiniëerd, dus een mor-fometrische indeling. Dit meten zal bij voorkeur in het veld gebeu-ren, maar eventueel oek in het laboratorium."

Om dit "meetbaar moeten zijn", en vooral om dit laboratorium-onderzoek gaat het nu in eerste instantie.

Laboratoriumonderzoek

De Stichting voor Bodemkartering laat allerlei zaken op laboratoria onderzoeken of doet dit zelf. Wat dit laatste betreft, moet worden vermeld micropedologisch-, mineralogisch- en paleobotanisch/ onder-zoek, welke nu niet worden besproken.

Waar het hier over gaat, zijn de onderzoekingen die, hetzij in ons eigen chemisch laboratorium, hetzij voor ons door het Bedrijfs-laboratorium voor Cwas- en Grondonderzoek te Oosterbeek worden verricht.

Door het Bedrijfslaboratorium zijn in de loop der jaren een zeer groot aantal grondmonsters geanalyseerd. Allereerst was daarbij het doel textuur-, kalk- en humusindelingen te kunnen opstellen, om daarmee allerlei bodem- en kaarteenheden te kunnen karakteriseren. In een groot aantal publikaties van de Stiboka kan men hierover nadere gegevens vinden.

Verder is een groot aantal monsters onderzocht om bepaalde verschijnselen te bestuderen, die het gevolg zijn van of samenhangen met bodemvormende processen. Hierbij kan gedacht worden aan het verloop van de ontkalking, waarover bijvoorbeeld wat betreft de Dollardpolders door Edelman en De Smet (1949) en De Smet (1962) werd gepubliceerd. Verder kan hier het onderzoek genoemd worden, dat gedaan werd in verband met de rijping van alluviale klei- en veengronden; waaraan vooral door Pons, Zonneveld en Van Heuveln is gewerkt en geschreven. Ten slotte moeten hier onderzoeken over bodemvorming in zandgronden worden vermeld, zoals bijvoorbeeld die over humus- en humusijzerpodzolen, waar door Pape aan wordt gewerkt en over gepubliceerd is.

De meest recente, samenvattende artikelen van de hand van een aantal onderzoekers van de Stiboka zijn te vinden in het eind 1961 bij de Directie Landbouwonderwijs van het Ministerie van Landbouw en Visserij verschenen boek "Bodemkunde". Vele van de in deze artikelen besproken onderzoeken, zoals die over knipgronden, kalifixatie en de vorming van pyriet, dit laatste vooral o.a. in verband met de chemische rijping van zeekleigronden, worden voortgezet. Verder is er een begin gemaakt aan een onderzoek om iets meer te weten te komen over de fosfaathuishouding van een aantal bodemkundige onderscheidingen.

Veldbodemkunde en chemisch onderzoek

Thans kan de vraag aan de orde worden gesteld in welke richtingen het chemische grondonderzoek, in verband met de bodemkartering, zich verder zal ontwikkelen.

Om één richting aan te duiden, is het goed te beginnen met te wijzen op het artikel van Van den Broek en Van der Marel (1959) dat handelt over magnesium in Limburgse gronden.

Door Van den Broek werd op grond van veldbodemkundige kenmerken een indeling van de Limburgse gronden in 7 bodemkundige eenheden gegeven, waarvan er twee nog nader werden onderverdeeld. Van deze eenheden werd de bovenste 25 cm bemonsterd en door Van der Marel onderzocht o.a. op het in 25% HCl oplosbare magnesium.

Hierbij werd een duidelijk verband gevonden tussen de bodemkundige onderscheiding en het Mg-gehalte. Wanneer men de gronden groepeerd volgens afnemend Mg-gehalte, krijgt men het volgende overzicht.

Grondsoort	% Mg oplosbaar in 25% HCl
Krijtverweringgronden	0.350 - 0.550
Alluviale Maasgronden	0.250 - 0.450
Loessgronden	0.150 - 0.550
Jonge, kleirijke rivierterrasgronden	0.100 - 0.250
Zandige Loessgronden	0.100 - 0.150
Kleiarne, jonge terrasgronden	0.050 - 0.100
Oude terrasgronden	0.030 - 0.050
Dekzandgronden	0.010 - 0.050

Het door Van den Broek en Van der Marel enkele jaren geleden aangevangen onderzoek is in twee opzichten uitgebreid. Door Van den Broek zijn in de loop ^{van de} ~~der~~ tijd meer bodemkundige onderscheidingen gemaakt, namelijk 17, terwijl door Van der Marel aan bovengrondmonsters veel meer bepalingen en berekeningen zijn verricht. Hierover verschijnt binnenkort een publikatie in Boor en Spade 13, waarin alle cijfers zijn weergegeven. Deze hier in extenso te vermelden en te bespreken, zou te ver gaan en heeft weinig zin. Eoewel het onderzoek slechts tot de bovengronden was beperkt, en het te verwachten is dat nog meer resultaat zal worden bereikt wanneer ook de ondergronden in het onderzoek zullen worden betrokken, is het toch wel de moeite waard enkele conclusies te vermelden, waartoe genoemde onderzoekers zijn gekomen.

Bij dit onderzoek is allereerst gebleken dat het, voorlopig althans, met behulp van veldbodemkundige kenmerken en kennis van de bodemgenese mogelijk is meer differentiatie in bodemtypen tot stand te brengen, dan met behulp van chemische methoden het geval is.

Vooral voor de dekzandgronden zijn de resultaten van het chemisch onderzoek minder uitgesproken dan de grote verschillen in profielontwikkeling, die deze gronden te zien geven, zouden doen verwachten. Dat deze arm zijn is echter wel aangetoond.

Afgezien van de genoemde beperkingen, en ondanks het feit dat het alleen bovengrondmonsters betreft, zijn er toch enkele markante verschillen gevonden.

CaO- en MgO-gehalten vertonen duidelijke verschillen, veroorzaakt door verschillende in moedermateriaal en profielontwikkeling.

De grotere uitspoeling in sandige ten opzichte van gewone leens komt onder meer tot uiting in lagere K_2O -, MgO - en CaO -gehalten van eerstgenoemde.

Kalifixatie, die extreem hoog is in zowel de afzettingen van de Maas als van de Ceul, houdt verband met het voorkomen van het door Van der Marel enkele jaren geleden ontdekte kleimineraal open illiet, dat dus ook in Limburg voorkomt. In deze alluviale gronden neemt met de diepte van het profiel de kalifixatie toe. (Hierover verschijnt binnenkort een afzonderlijke publikatie). Loessgronden vertonen dit verschijnsel, zij het in lichte mate, ook als gevolg van het aanwezig zijn van K-fixerende kleimineralen; in dit geval zijn het overgangsvormen van illiet naar montmorilloniet.

Fosforfixatie is laag; met uitzondering van enkele gronden. Er is een typisch verschil gevonden tussen de afzettingen van de Ceul en de Maas waar een duidelijke P-fixatie optreedt, en die van de Roer, waar dit verschijnsel nauwelijks voorkomt.

Het verweeringstadium van de gronden komt duidelijk tot uiting in de $SiO_2/Fe_2O_3 + Al_2O_3$ -verhouding. Naarmate de profielontwikkeling verder is voortgeschreden is deze verhouding lager. Voor de onderzochte gronden liggen de cijfers tussen 3.5 voor weinig verweerde gronden en 0.5 voor gronden met meer profielontwikkeling.

Behalve de besproken publikatie zijn er door Van den Broek en Van der Marel nog enkele meer in voorbereiding. Hierin zal niet alleen aan de tot ^{nu} ~~nu~~ toe besproken karakteristieken aandacht geschonken worden, maar ook aan relaties tussen verweering en bodemvorming enerzijds en het voorkomen van bepaalde kleimineralen anderzijds. Verder zullen ook de diepere horizonten van de verschillende eenheden in beschouwing worden genomen.

SAMENWERKING MET ANDEREN

Een andere richting van wat men ook chemisch grondonderzoek in verband met bodemkartering zou kunnen noemen, is die welke enkele jaren geleden is begonnen in samenwerking met, of op het verzoek van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Groningen. Hierbij komt de probleemstelling ^Fvanuit de behoefte van de bodemkartering, maar van de andere kant.

F niet in de eerste plaats

Er bestaat samenwerking, of deze is groeiende of er wordt mede-
werking verleend zoals inzake fosfaatkwasties, manganoonderzoek,
molybdeenonderzoek, ondergrondbekalking, organische stof onder-
zoek, ijzersonderzoek. Resultaten hiervan kunnen op dit moment
nog niet worden medegedeeld.

Sporenelementen

Een vorm van chemisch grondonderzoek in verband met bodenkarte-
ring, waarbij de probleemstelling weer van de andere kant komt,
zou die kunnen zijn waarbij steun verleend zou kunnen worden aan
het onderzoek naar sporenelementen. Dit wordt hier, behalve om
andere redenen, vooral besproken omdat er op dit gebied in Eurp-
pees verband wordt samengewerkt en bepaalde suggesties zijn gedaan.

Door de Subcommittee on Agricultural Research van de FAO is
namelijk enkele jaren geleden een research project over sporenele-
menten gestart. In 1959 is/ een aantal deskundigen uit vrijwel
alle West-Europese landen in Dublin bijeengekomen. In het daar sa-
mengestelde rapport werden een aantal aanbevelingen gedaan. Een
daarvan is, "dat het in hoge mate gewenst is het sporenelementen-
onderzoek te rationaliseren en te standaardiseren tegen de achter-
grond van bodemolaccificatie en bodenkartering

Een en ander was aanleiding om te trachten aan de hand van eni-
ge literatuurgegevens, verzameld en verwerkt door H. Kroodama docu-
mentalist van de Stiboka, na te gaan hoe het staat met de kennis
van het voorkomen van sporenelementen in de Nederlandse gronden.
Hiertbij is het volgende gebleken.

De rijkdom van de Nederlandse gronden aan diverse sporenelemen-
ten varieert nogal. In dit opzicht zijn er markante verschillen
tussen de chemisch arme, uitgeloopte zandgronden en de chemisch
rijkere zeeklei-gronden. Dit is te verklaren doordat zeewatergehalte,
aan-mangas- afgezien van een laag ^{gehalte van mangaan} rijk is aan allerlei elementen.
Zandgronden ontleen hun sporenelementen aan de mineralen. Deze zijn
bv. voor berium toerwalian en voor molybdeen zirconium en titaniet.
Het is dus van belang of bepaalde mineralen met sporenelementen aan-
wezig zijn of niet. Ook kan bij zandgronden de organische stof een
bron van sporenelementen zijn (Lehr, Craakuis en Mulder, 1959). Ri-
vierklei neemt een tussenpositie in.

Van een algemeen tekort aan sporenelementen in de grond kan men in ons land niet spreken. Slechts bij mangaan op kleigronden is ^{dit} het geval (mangaangebrek bij bieten en erwten), terwijl incidenteel op de lichte gronden en bij bepaalde gewassen borium-, koper- en mangaangebrek kan optreden.

Om het verband bodem-plant-dier nader te leren kennen is men enige jaren geleden in de Gelderse Vallei met een uitgebreid onderzoek begonnen. Ook de Stiboka heeft hieraan medegewerkt. Gedacht werd dat een tekort aan sporenelementen in hoge mate verantwoordelijk was voor de vaak hoge percentages gaste koelien en voor de vaak plotselinge ziekte- en sterfgevallen, als gevolg van kopziekte. Grondonderzoek, bodemkartering, grasonderzoek, bloed- en urine-onderzoek hebben inmiddels plaatsgevonden. Over het resultaat hiervan, waarbij getracht is een verband te leggen tussen de vruchtbaarheid van de grond, de samenstelling van het gras en de produktie en de conditie van het vee zal Dr. Grashuis wel het een en ander mededelen.

Aan de hand van literatuurgegevens is in het volgende getracht de correlatie aan te geven tussen grondsoorten en hun gehalten aan sporenelementen. Hierbij zullen de factoren, die van invloed zijn op de opneming en die het optreden van ziekten in de hand werken o.g. tegengaan, zoals de pH, de bemesting, de structuur, de waterhuishouding, het weer, het gewas of het ras en de micro-organismen, vrijwel of in het geheel niet worden behandeld.

Betreffende de afzonderlijke sporenelementen kan het volgende nog worden medegedeeld .

Mangaan

In de Nederlandse gronden kan men over het algemeen niet spreken van een absoluut tekort aan mangaan. Gebrekverschijnselen hangen samen met vastlegging tot niet door het gewas opneembare verbindingen. Door oxydatie ontstaan uit het 2-waardig mangaan hogere manganoxyden, die door reductie weer ⁱⁿ 2-waardig kunnen overgaan. De Groot (1956) en Lehr, Grashuis en Mulder (1955).

De onderzoekers nemen aan dat de plant alleen het uitwisselbaar mangaan kan opnemen. De oplosbaarheid neemt bij toenemende oxydatie af; dus in de richting van MnO_2 .

Humuerijke, zure gronden hebben relatief veel uitwisselbaar mangaan, humusarme, alkalische gronden relatief meer gemakkelijk reduceerbaar mangaan. Bij toenemende diepte in het profiel neemt de beschikbaarheid van mangaan snel af.

Hieronder volgt nog een summier overzicht van ijzer- en mangaangehalten in diverse grondsoorten, ontleend aan een publikatie van Lehr, Craschuis en Mulder (1955), waarbij ten opzichte van rivierklei de lage mangaangehalten voor zeeklei opvallen.

Grondsoort	% Fe	% Mn
rivierklei	1.7%	0.07%
zeeklei Zeeland	1.15%	0.01%
zeeklei Groningen en Friesland	1.15%	0.03%
zand Breda	0.3%	0.0045%
zand Assen	0.4%	0.005%
venige klei	0.45%	0.04%

Binnenkort verschijnt een publikatie van Dr. A.J. de Groot van het Instituut voor Bodenvruchtbaarheid in Groningen, waarin de resultaten zullen worden besproken van een uitvoerig onderzoek over de mangaanhuishouding van holocene afzettingen in Nederland en Duitsland. Aan dit onderzoek is door Stiboka medewerking verleend.

Koper

Ontginningsziekte bij granen deed zich vaak voor bij jonge heideontginningen, wanneer niet voor voldoende stadsvuilcompost was gezorgd. Nadat Prof. Hudig in 1924 had vastgesteld dat kopersulfaat deze ziekte kon genezen, vond men omstreeks 1930 dat kopergebrek de oorzaak was van de ontginningsziekte.

Bij hoge pH van de grond is het koper slecht opneembaar. Ook wordt kopergebrek bevorderd door een overmaat aan stikstof en eveneens bij aanwezigheid van veel organische stof van het type gliede (Kuipers, 1954).

Wat grasland betreft zullen bij ernstig kopergebrek de goede grassen verwijnen. Bovendien kan de beschikbare hoeveelheid zodanig teruglopen, dat bij het vee verschijnselen zoals likkrucht en diarree optreden (Konkens, 1962).

Deze afwijkingen zijn geconstateerd in jonge ontginningsgronden in de Peel, in de laagveengebieden en in de Wieringermeer (Mind, 1955). Diarree op veengronden is ook bekend uit Engeland en Nieuw-Zeeland (Mind en Deys, 1952).

Uit gegevens van Oosterbeek en Croningen werd door Henkens (1957) een koperkaart van bouwland samengesteld. Wat hierbij opvalt is het hoge koper-aspergillusgetal in Croningen en de Drentse veenkolonien hoewel de ontginningsziekte daar het eerst werd waargenomen. De oostelijke en zuidelijke zandgronden hebben evenwel een laag kopergehalte.

Cobalt

Cobalt is een sporenelement waarvan de onmisbaarheid voor herkauwers \pm 20 jaar geleden in Australië werd vastgesteld. Het is nodig voor de opbouw van vitamine B₁₂ door de pensflora (Henkens, 1962 en Rolvink, 1959).

Uit onderzoekingen van 't Hart en Deys (1953) is gebleken dat er verband bestaat tussen het totaal Co-gehalte en het gehalte aan cobalt oplosbaar in 2½% azijnzuur. Bij onze zandgronden bedraagt het laatste ongeveer 30% van het eerste; bij veen- en kleigronden is dit 15 - 20%.

De pH is ook weer van invloed op de beschikbaarheid, ^{die} bij een hogere pH in de regel afneemt. Tevens blijkt bij een fijnere textuur (zwaardere grond) het cobaltgehalte hoger te zijn; Rolvink (1959). Ook uit de door Henkens (1962) gepubliceerde cobaltkaart van graslandgronden blijkt dat de zwaardere gronden een hoger cobaltgehalte hebben; Henkens (1962).

Uit een door 't Hart en Deys gepubliceerde tabel blijkt, dat de noordelijke en oostelijke en ook de lichte zandgronden in het zuiden, veel armer aan cobalt zijn dan de andere grondsoorten. De oorzaken hiervan zijn een natuurlijk verschil in samenstelling, de invloed van bemesting en de onttrekking door het gewas. Het totaal-cobaltgehalte van klei- en veengronden is gemiddeld 5 tot 10 maal zo hoog als dat van de zuidelijke en oostelijke zandgronden; 't Hart en Deys (1953).

Borium

Boriumgebrek bij bieten (hartrot) en koolraap (bruin) komt op zandgrond veel voor, vooral in Gelderland op de zuidelijke zandgronden maar ook op rivierklei; Henkens (1956) en Wind (1955).

Zeelei is veel rijker aan borium, door de reserve aan boraten die uit het zeewater zijn achtergebleven. Rivierkleigronden bevatten vermoedelijk nog bestanddelen afkomstig van oudere zeeafzettingen en hebben zodoende meer borium dan zandgronden. Hierin is borium hoofdzakelijk aanwezig in het mineraal toornalijn.

In de volgende tabel zijn enige cijfers gegeven van gehalten aan in water oplosbaar borium in verschillende grondsoorten; Lehr, Craschuis en Mulder (1954), par. 14.

Grondsoort	mg ^{per} kg grond
pas geïnundeerde zeelei	5
zeelei	2
rivierklei	0,8
noordelijke zanden	0,47
Veluwe	0,35
oostelijke zanden	0,42
zuidelijke zanden	0,41
rivierleem	0,42
loess	0,46

Behalve van de boriumrijdheid van de grond is boriumgebrek ook afhankelijk van bekalking. Een hoge pH veroorzaakt een slechte opneembaarheid. Ook het humusgehalte is van belang. Vooral bij zandgronden, omdat het borium aan kleideeltjes en organische-stofdeeltjes is gebonden; Henkens (1956) en Kuipers (1954, par. 7).

In het Landbouwkundig Tijdschrift is door Lehr en Henkens (1962) een artikel over deze ingewikkelde kwestie gepubliceerd.

Molybdeen

Molybdeengebrek, onder andere in klaver, komt voor op beekgronden met veel ijzerceer en op ijzerhoudende zandgronden, die veelal tevens zuur zijn. Men kan deze gebreksziekte ook verwachten op gronden met fosfaatgebrek en bij overmaat aan mangaan en sulfaat; Henkens (1956) en Wind (1955).

Molybdeen vormt wat betreft de beweeglijkheid in zuur milieu een uitzondering ten opzichte van de andere sporenelementen.

Over de beschikbaarheid van molybdeen is in ons land weinig bekend. Op initiatief van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Groningen wordt samen met De Balder van de Stiboka hieromtrent nader onderzoek gedaan.

Jodium

De verdeling van jodium over de verschillende grondsoorten geeft veel op die van borium; Henkens, Grashuis en Mulder (1959).

Jodiumgehalten in verschillende grondsoorten

grondsoort	beschikbaar jodium ¹⁾ mg/kg	totaal jodium mg/kg
Zeelei (Zeeland)	3.3	10.9
Zeelei (Groningen)	4.7	16.4
Rivierklei (Rijn, Waal)	0.92	3.2
Rivierklei (Krimpejnerwaard)	0.95	4.2
Veenklei (Krimpejnerwaard)	2.3	11.8
Zandgrond (omgeving Ereda)	0.47	2.2
Zandgrond (omgeving Assen)	0.76	4.0

x) extraheerbaar met zoutzuur

IJzer

IJzergebrek is in de akkerbouw onbekend. Het is in de meeste gevallen ruim voldoende voorhanden om de plant in haar beloften te voorzien.

Wanneer echter de grond overmatig is bekalkt of met fosfaat bemest, kan teveel ijzer worden vastgelegd. Vooral in de fruitteelt kan dit tot ijzergebrek aanleiding geven (Wind 1955).

Bij een overmaat aan ijzer kan mangaangebrek ontstaan; omgekeerd kan bij teveel aan mangaan een toestand van ijzergebrek optreden; Lehr, Grashuis en Mulder (1955), par. 7.

Voor de ijzergehalten in de diverse grondsoorten zij verwezen naar de tabel onder Mangaan. De rijkdom van onze gronden is vrij groot. Sommige zijn zeer ijzerrijk zoals de rodoorngronden, de beekgronden en de gronden met oerbanken. In de loop van dit jaar zsl door Dr. A.J. de Groot van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Groningen in samenwerking met de Stiboka een onderzoek worden begonnen naar de ijzerhuishouding van de Nederlandse Gronden.

Zink

Zinkgebrek is in Nederland eigenlijk alleen nog maar vastgesteld in de fruitteelt.

Het komt voor op kalkrijke gronden bij een overmaat aan fosfaat; Wind (1955). Over de zinkrijkdom van onze gronden is evenwel zeer weinig bekend. Het is niet aannemelijk dat de voorziening overal optimaal is.

Fluor

Over het fluorgehalte van de Nederlandse gronden is niets bekend. Ook weet men niet of dit van invloed is op de gezondheid van mens en dier; voornamelijk voor het gebit. Evenals bij jodium is gehalte daaraan in het drinkwater wel van belang; Lehr, Grashuis en Mulder (1955), par. 16.

Het gegeven overzicht, ook al zijn de daarin gebruikte bodemkundige termen niet altijd die van de Stichting voor Bodemkartering, moge voldoende aantonen dat er verband bestaat tussen grondsoort of grondtype en het gehalte aan sporenelementen. De aanbeveling, die de deskundigen in Dublin deden, is dus voor Nederland zeer zeker op zijn plaats. Een onderzoek naar het voorkomen van sporenelementen op basis van bodemkaarten biedt de nodige perspectieven.

SAMENVATTING

Aan de hand van enkele literatuurgegevens is aangetoond, dat in een aantal landen waar men aan bodemkartering doet, in verband hiermede ook chemisch# grondonderzoek wordt verricht.

Het doel hiervan is allereerst bodemkundige onderscheidingen of kaarteenheden ook chemisch nader te karakteriseren. Verder worden de chemische verschijnselen, die onder invloed van bodemvormende processen tot stand komen, nader aangeduid. Behalve in Duitsland, blijkt dat men zich in de gegeven voorbeelden vooral toelegt op die chemische grootheden die min of meer blijvend zijn, althans niet op korte termijn gemakkelijk zijn te veranderen.

In Nederland wordt een soortgelijke werkwijze toegepast. Met dien verstande, dat ~~men~~ hier nog een aantal grootheden meer worden bepaald met name kalfixatie en fosfaatfixatie. Bovendien is hier een begin gemaakt met het verrichten van kleimineralogisch# onderzoek in verband met bodemkartering.

Ook is men begonnen, zij het op bescheiden schaal, om het verband te leggen tussen bodemvruchtbaarheidsfactoren, waarde der sporenelementen, en bodemtypen.

LITERATUUR

- Broek, J.M.M. van den
and H.W. van der Marel
1959 Magnesium in Soils of Limburg. Zeitschr.
f. Pflanzenern., Düng., Bodenkd. 84, 129
Band, Heft 1-3, 237-244.
- Broek, J.M.M. van den
H.W. van der Marel en
J.B. Peuzens
De alluviale gronden van de Maas, de
Roar en de Geul in Limburg. Boor en
Spade XIII (1.v.).
- Bodemkunde
1961 Voordrachten, gehouden op de B-cursus
"Bodemkunde" van 14-18 sept. 1959. Min.
v. Landb. en Viss. Hoofdafd. Dec. en Publ.
- Edelman, C.H.
1959 Inleiding bij de voordrachten door Prof.
Dr. C.H. Edelman. Landbouwk. Tijdschrift
71, extra nr. (dec.), 736.
- Edelman, C.H., en
L.A.M. de Smet
1949 Over de ontgating van de Dollardklei.
Boor en Spade IV, 104-114.
- Groot, A.J. de
1956 Grondonderzoek over de beschikbaarheid
van mangaan. In: "Het chemisch bodem-
vruchtbaarheidsonderzoek", blz. 117-226.
's-Gravenhage.
- Hart, M.L. ^t en
W.B. Deyn
1953 Onderzoek betreffende het Co-gehalte van
de grond van een aantal graslandpercelen.
Het Thomasmeel, nr. 7, 151-157.
- Henkens, Ch.H.
1956 Het belang van het onderzoek op sporen-
elementen, gezien vanuit een landbouw-
kundig oogpunt. In: "Het chemisch bodem-
vruchtbaarheidsonderzoek", blz. 91-105.
's-Gravenhage, Min. v. Landbouw, Viss.
en voedselv. Dir. v.d. Landbouw.
- Henkens, Ch.H.
1956 Enkele resultaten van onderzoek over de
sporenelementen molybdeen en mangaan.
Landbouwk. Tijdschrift 60, extra nr.
(jan.), 109-112.
- Henkens, Ch.H.
1957 De kopertoestand van het bouwland in
Nederland. Landbouwvoorl. 14, 12(dec),
629-633.
- Henkens, Ch.H.
1962 Sporenelementen in grasland. Kali, nr.
51 (mrt.), 42-49.
- Kuipers, S.F.
1954 Sporenelementen in de landbouw. Stikstof,
nr. 3 (sept.), 67-75.
- Leonheer, L. de en
M. van Ruymbke
1959 Monografie der zeepolders. Pedologie,
1955 vechendheidsa in de landbouw. Meppel
155 blz.
- Lehr, J.J., J. Craahuis
en D. Mulder

- Lehr, J.J. en
Ch.E. Henkens 1962 Invloed van bekalking van humouze zand-
gronden op de oplosbaarheid van borium.
Landbouwk. Tijdschrift 74, 9 (mei),
352-353.
- Mückenhausen, E. 1959 Die wichtigsten Böden der Bundesrepub-
lik Deutschland. Frankfurt am Main.
- Pape, J.C. 1959 Enige voorbeelden van de indeling van
Nederlandse gronden. Landbouwk. Tijd-
schrift 71, extra nr. (dec.), 754-765.
- Pijls, F.S.C. 1959 Toepassingen van bodemclassificatie.
Landbouwk. Tijdschrift 71, extra nr.
(dec.), 765-774.
- Rolvink, W. 1959 Het voorkomen van kobalt en zijn beteke-
nis voor plant en dier. Landbouwdoc.
15, 6 (7 febr.), 163-168.
- Schelling, J. 1959 Doel en principe van de moderne bodem-
classificatie. Landbouwk. Tijdschrift
71, extra nr. (dec.), 737-744.
- Smet, L.A.E. de 1962 Het Dollard gebied. Diss. Wageningen.
- Soil Classification. A
comprehensive system .
7th Approximation 1960 Soil Survey Staff. Soil Cons. Serv.,
Un. St. Dept. of Agr.
- Steur, G.H.L. 1959 Aard en opzet van het Nederlandse systeem
van bodemclassificatie. Landbouwk. Tijd-
schrift 71, extra nr. (dec.), 744-754.
- Wilenski, D.S. 1957 Bodenkunde. Berlin.
- Wind, J. 1955 Sporenclementen. Min. v. Landb. Viss.
en Voedselvoorz. 'a-Gravenhage. V.W.B.
serie no. 10.
- Wind, J. en W.D. Deyn 1952 Weidediarrhee, kopergebrek en zuurbasen-
verhouding in gras. Landbouwk. Tijdschrift
64, 23-44.

