

631.452 (192)

Ontwikkeling van het bodem- vruchtbaarheidsonderzoek in Nederland

BIBLIOTHEEK

INSTITUUT VOOR
BODEMVRUCHTBAARHEID
van Hallstraat 3 - GRONINGEN

SEPARAAT
No. 14805

P. BRUIN

Directeur van het Instituut voor
Bodemvruchtbaarheid te Groningen

Het onderzoek van de grond als groeiplaats voor gewassen is enerzijds nauw verbonden met het bodemkundig onderzoek en anderzijds met het onderzoek van de eisen, die de gewassen aan de grond stellen. De ontwikkeling van dit onderzoek in Nederland — en hiertoe beperkt de auteur zich, behoudens een enkel uitstapje naar het buitenland — is verschillende malen organisatorisch beïnvloed en toont, misschien daardoor, in sterkere mate dan elders enige karakteristieke aspecten. De schrijver laat daarom aan een analyse van de ontwikkeling van het bodemvruchtbaarheidsonderzoek een korte schets over de organisatorische verhoudingen, die zich daarbij hebben voorgedaan, voorafgaan. Tenslotte bespreekt hij enige perspectieven van dit onderzoek.

I DE ONTWIKKELING DER ORGANISATIE

De stichting van de Rijkslandbouwproefstations kan als de kiem der organisatie van het bodemvruchtbaarheidsonderzoek worden beschouwd, al zien wij daarbij geenszins over het hoofd, dat daarvóór G. J. MULDER en J. M. VAN BEMMELLEN belangrijk werk op dit gebied hadden verricht. Terwijl in Duitsland reeds in 1851 in Möckern bij Leipzig het eerste „Landwirtschaftliche Versuchsstation” werd opgericht, reeds spoedig door verschillende andere gevolgd, duurde het tot 1877, voordat ADOLF MAYER de leiding van het eerste Rijkslandbouwproefstation in Nederland, dat te Wageningen werd gevestigd, op zich kon nemen. Na Wageningen volgde de stichting van 3 andere proefstations, o.a. te Groningen in 1890. (Gedenkboek 50 jaar Rijkslandbouwproefstations, 's-Gravenhage 1927).

De stoot tot de oprichting van Landwirtschaftliche Versuchsstationen in Duitsland was door J. A. STÖCKHARDT gegeven, die als „Chemischer Feldprediger” de landbouworganisaties en de regeringsinstanties wist te overtuigen van de noodzakelijkheid daarvan (Festschrift 1955). Het is merkwaardig, dat in Duitsland onderzoek betreffende grond, meststoffen, voedermiddelen, zaad, melk en melkprodukten thans nog in één inrichting plaats vindt. De veelheid aan deze op zichzelf nuttige diensten voor de praktijk, die vooral analytisch chemisch van aard zijn, heeft ongetwijfeld de ontwikkeling van het onderzoek betreffende bodem, bodemvruchtbaarheid en teelt van gewassen in Duitsland geremd.

Het in 1913 genomen besluit in Nederland over te gaan tot een splitsing

¹ Voordracht ter gelegenheid van het 20-jarig bestaan van de Nederlandse Bodemkundige Vereniging, gehouden op 5 januari 1956. De overige voordrachten zijn gepubliceerd in *Landbouwk. Tijdschr.* 68 (1956) 977-997, 1051-1058 en 69 (1957) 136-143.

der taken van de Rijkslandbouwproefstations en onderscheid te maken tussen de controle-proefstations te Wageningen en Maastricht enerzijds en de proefstations voor toegepast onderzoek te Groningen en Hoorn anderzijds is dan ook gunstig geweest voor de ontwikkeling hier te lande. Dit was een begin van een specialisatie, welke zich later heeft voortgezet. Het onderzoek op het gebied van bodem, bodemvruchtbaarheid en gewassenteelt behoorde na 1916 tot de taak van het Rijkslandbouwproefstation voor de Akker- en Weidebouw te Groningen.

Dat het bodemvruchtbaarheidsonderzoek grotendeels is voortgekomen uit het sterk analytisch geaarde controle-onderzoek en het nauw daarmee verbonden speurwerk is lange tijd van invloed gebleven op de aard daarvan. Het verlenen van diensten was een belangrijke karaktertrek. De onderzoekers zagen het vooral als hun taak volgens chemische, fysische en biologische methoden studie te maken van vele op zichzelf staande problemen en van de factoren, welke afwijkingen in de produktiviteit veroorzaakten.

Verder treft bij de ontwikkeling in het bijzonder het systeem van specialisatie, dus scheiding en decentralisatie van taken, dat reeds van het begin af werd gevolgd. Wij vermoeden, dat deze werkwijze en deze organisatie alleen mogelijk zijn geweest, omdat de nadelen, welke daaruit voortvloeien, opgevangen werden door de ervaring van een gestabiliseerde landbouw en door een voorlichtingsdienst, die zelf deel had in het onderzoek en in het onderwijs zijn basis had.

Dit aspect van de ontwikkeling van de organisatie van het bodemvruchtbaarheidsonderzoek in Nederland komt des te duidelijker naar voren, wanneer wij een vergelijking maken met de groei van het landbouwkundig onderzoek in verschillende staten van de U.S.A., die eveneens in de tweede helft der 19e eeuw een aanvang nam. Terwijl het er in ons land om ging een zo intensief mogelijk gebruik te maken van de grond en in verband hiermee slechte gronden te verbeteren, was het in de U.S.A. van belang, dat het onderzoek zich er snel over oriënteerde op welke wijze telkens nieuwe vruchtbare gronden, zij het dan extensief, in cultuur genomen konden worden. Men neemt dan ook waar, dat in tegenstelling met ons land, aan de instellingen van onderzoek grote proefbedrijven werden verbonden. Het onderzoek boerde zelf mee. Over het algemeen krijgt men de indruk, dat de brede centralisatie van onderzoek, onderwijs en voorlichting, welke zo karakteristiek is voor de U.S.A., en het nauwe contact daarvan met de organen van de landbouw, het mogelijk hebben gemaakt aan de sterk dynamische ontwikkeling van de landbouw leiding te geven. De pioniersgeest, waardoor de eerste ontwikkeling van het onderzoek aan de Experiment Stations in de U.S.A. is gekenmerkt en het plaatsen van het onderzoek midden in het landbouwbedrijf worden in Nederland gevonden bij het onderzoek, dat onder leiding van de Directie van de Wieringermeer is en wordt verricht.

Eerst gedurende de laatste jaren wordt er door Amerikaanse onderzoekers op gewezen, hoe noodzakelijk het ook daar wordt in het bijzonder aandacht te wijden aan de studie der afzonderlijke factoren, die van invloed zijn op de verbetering van het produktievermogen der gronden (BRADFIELD, 1951).

Anderzijds neemt men hier te lande een drang van het onderzoek waar om tot een synthese van de vele resultaten te komen. Deze drang uit zich o.a. in het steeds groter wordende aantal proefboerderijen en proefbedrijven, dat aan de instituten is verbonden of waarmee deze bemoëienis hebben en in de stichting van het Proefstation voor de Akker- en Weidebouw te Wageningen. Het zou zeker op het karakter van het onderzoek van invloed zijn geweest, wanneer men reeds veel vroeger was overgegaan tot de stichting van deze proefboerderijen. Overigens moet men steeds bedenken, dat mankracht en geld tevens nodig zijn voor het ontstaan van een karakteristiek systeem van werken. Een kleine bemanning van een proefstation met een proefboerderij zou slechts een schakel betekend hebben van het uit Denemarken bekende stelsel van proefstations.

De periode van 1916 tot 1939 van het bodemvruchtbaarheidsonderzoek aan het Rijkslandbouwproefstation voor de Akker- en Weidebouw te Groningen, waarvan vooral de laatste 10 jaren onder leiding van PROF. DR. O. DE VRIES, zijn gekenmerkt door het aandragen van vele bouwstenen, die nodig waren om te zijner tijd te komen tot een meer volledige beschrijving der eisen, die aan een goede teelt der afzonderlijke gewassen gesteld moeten worden. De studie van chemische bodemvruchtbaarheidsfactoren vormde een belangrijk punt van het werkprogramma, wat in het bijzonder noodzakelijk was door de ontwikkeling van het in 1927 opgerichte Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek.

In latere jaren werd ook de landbouwkundige bestudering van de teelt der verschillende gewassen ter hand genomen. In dit verband moge het onderzoek betreffende grasland, nieuwe gewassen, zoals mais en soja, en omtrent vrucht-opvolging worden genoemd, terwijl tevens het werk van de Technische Tarwe Commissie hiertoe behoort. Het onderzoek betreffende de teelt der gewassen kreeg echter pas gelegenheid tot volledige ontplooiing bij de oprichting van het Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek te Wageningen in 1939. Hiermee schreed dus de gedecentraliseerde specialisatie verder voort.

Het Rijkslandbouwproefstation en het Bodemkundig Instituut te zamen (na het aftreden van DR. D. J. HISSINK) kregen in 1939 tot taak studie te maken van bodem- en bodemvruchtbaarheid.

De oprichting van de Stichting voor Bodemkartering in 1945 en ook de totstandkoming van de afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst in 1942 kunnen als een verder gaande decentralisatie worden beschouwd.

Zonder in te gaan op het nut van deze splitsingen, kan worden vastgesteld, dat de geldmiddelen ruimer ter beschikking werden gesteld en doordien ook meer resultaten zijn geboekt dan zonder splitsing het geval geweest zou zijn. Na de oorlog kwam er een nieuwe impuls en werd veel ten koste gelegd aan de uitbreiding van onderzoek en voorlichting. De oprichting van de Landbouworganisatie TNO was een manifestatie van de emancipatie van het onderzoek, waaraan ook het bodemvruchtbaarheidsonderzoek deel had.

De laatste reorganisatie van het landbouwkundig onderzoek, die naast een voortgaande specialisatie toch ook een strekking van synthese heeft, ligt nog zo vers voor ons, dat hierop niet verder wordt ingegaan. De afsplitsing van het agrohydrologisch onderzoek van het instituut te Groningen en de oprichting van de stichting Instituut voor Bodemvruchtbaarheid mogen volledigheidshalve worden genoemd. Aan laatstgenoemd instituut wordt ook de leiding en de coördinatie van het bemestingsonderzoek in de tuinbouw toevertrouwd.

De Landbouwhogeschool heeft zijn eigen ontwikkeling doorgemaakt en heeft door het werk van hoogleraren, promovendi en aan de hogeschool verbonden onderzoekers het hare bijgedragen tot de ontwikkeling van het bodemvruchtbaarheidsonderzoek.

Tenslotte namen verschillende centra van de kunstmeststoffenindustrie, zowel in samenwerking met de instituten en de voorlichtingsdienst als zelfstandig, deel aan de ontwikkeling van het bemestingsonderzoek.

2 DE ONTWIKKELING VAN HET ONDERZOEK

a Beschrijvend onderzoek te veld met steun van laboratoriumwaarnemingen

G. J. MULDER, hoogleraar te Utrecht, vatte in zijn "Scheikunde der bouw-bare aarde" (1859) alles samen, wat er scheikundig over de cultuurgrond in

verband met de plantegroei onderzocht en beschreven was (MULDER, 1860). Alle brandende vragen van die tijd over de voedselvoorziening der gewassen, het voorkomen van de voedingsstoffen in de grond en het behoud van de bodemvruchtbaarheid passeren de revue. J. M. VAN BEMMELEN, die in 1852 als assistent van PROF. P. J. VAN KERCKHOFF naar Groningen kwam, sinds 1856 ook les gaf aan de Landhuishoudkundige School en op deze wijze met de landbouw in contact kwam, heeft intensief kunnen kennismaken met het werk van MULDER. De bewondering van VAN BEMMELEN voor MULDER blijkt duidelijk uit zijn geschriften (VAN BEMMELEN, 1901). VAN BEMMELEN prijst in het bijzonder de scherpzinnigheid, waarmee MULDER de opvattingen van WAY tegen die van LIEBIG verdedigt. De kern hiervan kan volgens hem worden samengevat in: „Niet het quantum, maar het quale geldt”, waarmee door MULDER wordt bedoeld, dat niet de absolute hoeveelheid van in de grond aanwezige voedingsstoffen van belang is, maar de hoedanigheid der verbindingen. VAN BEMMELEN besluit zijn betoog met de opmerking: „Het komt mij voor, dat het veel gelukkiger voor de ontwikkeling der Agrikulturchemie zoude geweest zijn, als niet LIEBIG's, maar MULDER's denkbeelden school gemaakt hadden!”

Het moge waar zijn, dat VAN BEMMELEN beïnvloed is door de geschriften van MULDER, toch komt VAN BEMMELEN de eer toe, dat hij een modern fysisch en chemisch fundament onder de landbouwkundige en veldbodemkundige waarnemingen heeft gebouwd.

Hij was de geschoolde experimentator en de kritische waarnemer. Wij vinden in zijn rapporten over wezen en wording van kleigronden zowel veldbodemkundige waarnemingen als mededelingen over de praktijk van de landbouw en daarnaast, wat wij zouden kunnen noemen, een chemische en fysische beschrijving of wel een algemene karakterisering van de grond. (VAN BEMMELEN, 1880 (1929) en 1863).

Wij treffen de methode van werken van VAN BEMMELEN in latere jaren vooral aan, wanneer er een voorspelling gedaan moest worden over de cultuurwaarde van in te dijken kleigronden en van polders, waarvan de ontwatering verbeterd moest worden. HISSINK (1928) en MASCHHAUPT (1948 en 1956; ook MASCHHAUPT en HISSINK, 1924), VAN DER SPEK (1939 a, 1939 b) en HOOCHOUDT (VAN DER SPEK en HOOCHOUDT, 1938) en de bij de Directie van de Wieringermeer werkzame onderzoekers poogden in navolging van VAN BEMMELEN een uitspraak te doen aan de hand van overeenkomstige gegevens van reeds eerder in cultuur gebrachte gronden. Het granulometrische onderzoek stond daarbij sterk in het middelpunt der belangstelling. Vooruitlopende op de behandeling van de methode der „single values” voor de beschrijving van de vruchtbaarheidstoestand van gronden, hebben wij hier te maken met een „correlatief complex”, een door W. C. VISSER ingevoerd begrip, waaronder wordt verstaan een complex van factoren, die onderling een samenhang vertonen (VISSER, 1949).

In een artikel van A. J. ZUUR in „Langs gewonnen Velden-Facetten van Smeding's werk” (1954) en verder ook in het boekwerk „Wording en Opbouw van de Wieringermeer” (1955) komt duidelijk de samenhang tussen het lutumgehalte van de grond en verschillende fysische en chemische vruchtbaarheidsfactoren naar voren. Naarmate de mens meer ingrijpt in de natuurlijke toestand van de grond neemt de kans op een steeds grotere variatie bij relaties tussen bodemfactoren en bodemvruchtbaarheidsfactoren toe.

Verskillende elementen van het hierboven vermelde vroegere werk vindt

men terug in het onderzoek van de Stichting voor Bodemkartering. MASCHHAUPT brak reeds vroeg een lans voor veldbodemkundig onderzoek in combinatie met laboratoriumonderzoek en betreurde het, dat het werk van VAN BEMMELEN reeds een halve eeuw had stil gelegen (MASCHHAUPT, 1914). Veel succes heeft zijn pogen niet gehad. Dit is een der voorbeelden, hoe bij gebrek aan mankracht en geld een goed begin in de kiem blijft steken om pas veel later in een tijd, die daarvoor rijp is, op grote schaal verwezenlijkt te worden.

Het valt bij een vergelijking tussen het vroegere werk en dat van de Stichting voor Bodemkartering op, dat het evenwicht tussen veldonderzoek en laboratoriumonderzoek enigermate verstoord is geworden door de snelle groei van de Stichting en de gedecentraliseerde organisatie van het landbouwkundig onderzoek in Nederland. Bij de heroriëntatie van het onderzoek, welke zich thans heeft voltrokken, zal het wellicht mogelijk zijn deze achterstand in te halen, waarbij van intussen ontwikkelde werkmethoden gebruik gemaakt kan worden.

C. H. EDELMAN heeft in woord en geschrift de ontwikkeling van het werk van de Stichting voor Bodemkartering geschetst. Daaruit blijkt duidelijk, dat het onderzoek van de Stichting zich niet beperkt tot een studie over het ontstaan der cultuurgronden, maar zich ook uitstrekt tot het bodemgebruik. Men heeft zich bij de indeling der gronden op basis van morfologische kenmerken van het bodemprofiel in sterke mate laten leiden door allerlei gegevens van de praktijk van de landbouw. Vaak werd gebruik gemaakt van een vergelijking van opbrengsten bij verschillende bodemtypen op één perceel, waarbij in het bijzonder aandacht geschonken werd aan de water- en luchthuishouding van de grond en in veel mindere mate aan de voedingstoestand (VAN LIERE, 1949; VAN DER MEER, 1952; DE BAKKER, 1950; PIJLS, 1948). We hebben hier te maken met een eerste wetenschappelijke ordening van gegevens, die ook voor de ontwikkeling van het bodemvruchtbaarheidsonderzoek van belang is.

PROF. DR. O. DE VRIES wees er indertijd op, dat de „synthetische” bodemkaarten wel een leidraad vormen voor wat men in een gebied kan aantreffen en waarop men bedacht moet zijn, maar dat het voor de oplossing van bodemvruchtbaarheidsproblemen toch steeds weer nodig zal zijn een analytische detailstudie te maken. Het is verheugend, dat thans een intensieve samenwerking bestaat tussen onderzoekers van verschillende instituten, waarbij dit probleem in zijn volle omvang naar voren komt. Wij hebben hier op het oog de streeksgewijze bodemvruchtbaarheidsanalyses (stroomgronden van de Bommelerwaard, Gelderse Vallei, Friese Wouden) en ook de samenwerking in de werkgroep Landclassificatie, waar het gaat om de indeling van cultuurgronden naar hun geschiktheid gewassen voort te brengen.

b Het onderzoek naar de vruchtbaarheidsfactoren

Wij keren thans terug naar het onderzoek aan het Rijkslandbouwproefstation te Groningen in het begin van deze eeuw en uiten allereerst onze bewondering voor de energie van de onderzoekers, die bij alle beslommeringen van het controle-onderzoek toch nog tijd vonden met bodemvruchtbaarheidsstudie een begin te maken. Wij noemen als voorbeeld het onderzoek van SJOLLEMA, later bijgestaan door HUDIG, over de „afnemning van de vruchtbaarheid van veengrond” (SJOLLEMA EN HUDIG, 1909).

De titel geeft te kennen, dat men aanvankelijk worstelde met het algemene probleem van de vruchtbaarheid van een veengrond. Pas later toen mangaansulfaat als geneesmiddel van de veenkoloniale haverziekte was gevonden en het kalktoestandscijfer een belangrijke maat bleek te zijn voor de vruchtbaarheidstoestand van deze gronden, werd het pad van de bestudering van bodemvruchtbaarheidsfactoren, die zich eenvoudig op het laboratorium lieten bepalen, betreden.

Huidic beriep zich bij zijn voorlichting dienaangaande op de resultaten van proefvelden. Achteraf gezien is de opzet van zijn kalktrappenproefvelden (denk aan het „curve”-proefveld op de proefboerderij te Borgercompagnie), waarvan grondmonsters op het laboratorium werden onderzocht, de kiem geweest van het sterk correlatief gearde „single value”-onderzoek, dat zich in latere jaren zo sterk heeft ontwikkeld. Het is vanzelfsprekend niet mogelijk de resultaten van al het onderzoek te releveren. Wij beperken ons er toe de lijn aan te geven, die als een rode draad door deze ontwikkeling loopt, nl. de groei van de landbouwkundige toetsing van „single value” tot een systeem van bodemvruchtbaarheidsanalyse.

G. J. MULDER voerde tegen VON LIEBIG aan „non quantum, sed quale” en oefende kritiek op het grondonderzoek uit, voorzover alleen op het totale quantum werd gelet. De bodemvruchtbaarheidsfactoren, waarmee wij thans werken, zijn een uitdrukkingwijze voor het „quale”. In aansluiting bij de kernspreuk van MULDER zouden wij echter thans kunnen zeggen „non solum quale, sed etiam quantum” (niet alleen hoedanig, maar ook hoeveel). Hiermee wordt gezegd, dat het noodzakelijk is van eenmaal onderkende produktiviteitsbepalende factoren ook de invloed en hun wisselwerking kwantitatief te bepalen. Dit is ook het doel geweest van het uitgebreide net van proefvelden, dat in de loop der jaren werd aangelegd, en van het parallel daaraan lopende laboratoriumonderzoek. Deze groei is sterk gesteund door de oprichting van het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek (1927), de opbouw van een uitgebreide buitendienst, de samenwerking met de voorlichtingsdienst op het gebied van interprovinciale series van proefvelden en tenslotte ook door de ontwikkeling van statistische methoden voor de bewerking der gegevens.

Er moet voor een goed begrip van zaken met nadruk op gewezen worden, dat het bovengenoemde stelsel van proefvelden niet alleen gediend heeft en nog dient om methoden van grondonderzoek te toetsen op hun bruikbaarheid als basis voor bemestingsadviezen, maar evenzeer van betekenis is om de vruchtbaarheidstoestand van onze gronden vast te leggen. Een combinatie van proefveldresultaten en breed opgezet grondonderzoek leidt tot een schatting van de mogelijkheden van produktievermeerdering (BRUIN e.a., 1949; CASTENMILLER, 1948). Korthedshalve verwijzen wij voor een inzicht in de verschillende aspecten van het grondonderzoek naar reeds verschenen overzichten (BRUIN, 1956 en 1953; VAN DER PAAUW, 1950 en 1956).

De aanleg van proefvelden met stijgende hoeveelheden kalk resp. meststoffen geschiedde in het begin op ten aanzien van de te onderzoeken factor arme percelen en op verschillende grondsoorten. Hierin werd later meer systeem gebracht; de proefpercelen werden zowel ten opzichte van de te onderzoeken factor als met het oog op andere vruchtbaarheidsfactoren, waarmee de eerste een wisselwerking vertoonde, in serie d.w.z. van lage tot hoge waarden, en

met hetzelfde proefgewas aangelegd (DE VRIES, 1936, 1937, 1938). Op deze wijze begon dit proefveldonderzoek uit te groeien tot een vruchtbaarheidsbeschrijving van onze cultuurgronden. Het wezen van deze werkmethode is, dat allereerst de factoren gevonden moeten worden, die op de bodemvruchtbaarheid van invloed zijn. Deze „qualia” moeten goed gedefinieerd worden en dus volgens natuurwetenschappelijke methoden worden vastgelegd. Daarna vindt temidden van het praktische milieu van de landbouw een onderzoek naar de „quanta” plaats. Tenslotte volgt een interpretatie van de gevonden betrekkingen.

Het was een grote stap vooruit op de weg dezer ontwikkeling, toen tot het z.g. plekkenonderzoek werd overgegaan. Een paar honderd plekken, verspreid over enkele duizenden hectaren worden hierbij bewust uitgekozen als proefplekken, waarop hetzelfde gewas wordt verbouwd en waarop ook metingen in grond en gewas worden verricht. Een dergelijke opzet is slechts mogelijk, wanneer er in de streek veel grondonderzoek is verricht, de bodemkaart min of meer bekend is en men zich ook van de waterhuishoudkundige toestand een idee heeft gevormd. Men beperkt zich bij deze streeksgewijze bodemvruchtbaarheidsanalyses niet tot de chemische bodemvruchtbaarheidsfactoren, maar strekt het onderzoek ook uit tot profieleigenschappen en fysische factoren, zoals bodemstructuur en vochttoestand. De verschillende werkingen en wisselwerkingen worden met daarvoor ontwikkelde statistische methoden vastgesteld (FERRARI, 1952). Voorbeelden van dit bodemvruchtbaarheidsonderzoek werden hiervoor reeds genoemd. De afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst heeft onder leiding van W. C. VISSER met eenvoudige middelen op dit gebied veel bereikt (Taxatie van Gewassen). De kwantitatieve waardering van fysische vruchtbaarheidsfactoren, zoals bodemstructuur, is slechts op deze wijze mogelijk (KUIPERS, 1955 a en 1955 b). Verder blijkt uit een onderzoek in de Gelderse Vallei, dat de invoering van de in de doorwortelde zone beschikbare hoeveelheid vocht als maat voor de vochthuishouding goede resultaten geeft.

Het is duidelijk, dat bij de boven geschetste werkwijze alleen over de factoren, die men bij het onderzoek betreft, kwantitatieve inlichtingen worden verkregen. Er wordt dus voortdurend naar gestreefd nieuwe factoren in maat en getal vast te leggen om deze vervolgens bij de vruchtbaarheidsanalyse te betrekken met het doel de opbrengstverschillen, die in een landbouwgebied worden aangetroffen, te kunnen verklaren.

Zo wordt het onderzoek naar de bepaling van de bodemstructuur voortgezet (PEERLKAMP, 1950; BOEKEL EN PEERLKAMP, 1956) en is thans een uitgebreid onderzoek gaande om de stikstoftoestand van de grond te bepalen (HARMSSEN, 1956; VAN SCHREVEN, 1956) en tevens de geaardheid van de organische stof te kwalificeren. Het onderzoek betreffende de stikstofvoorziening der gewassen is ongetwijfeld geremd door het ontbreken van een maat voor de stikstoftoestand van de grond.

Ook andere factoren, waarover onderzoek gaande is, kunnen nog ter aanvulling worden genoemd, zoals kali- resp. fosfaatvastlegging (HAUSER, 1941; TEMME EN VAN DER MAREL, 1952; VAN DER MAREL EN VENEKAMP, 1955; VAN DER PAAUW, 1957), nalevering van voedingsstoffen uit de minerale reserve, ionenactiviteit (SCHUFFELEN EN LOOSJES, 1942; SCHUFFELEN, 1946) enz.

In verband met de onderscheiden taken, die aan de verschillende instituten werden opgedragen, is de ontwikkeling van het bodemvruchtbaarheidsonderzoek vooral aan het Landbouwproefstation te Groningen voortgeschreden. Bouw-

stenen werden echter ook door andere instituten aangedragen, waarop in het voorgaande meermalen is geweest. In dit verband wijzen wij op het botanisch graslandonderzoek, zoals dit vooral onder leiding van D. M. DE VRIES tot ontwikkeling werd gebracht; vele aanrakingspunten met het bodemvruchtbaarheidsonderzoek treden daarbij aan de dag (FERRARI EN DE BOER, 1956). Ook het uitgebreide produktieniveau-onderzoek, dat van de zijde van het Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek werd aangevat, is een bron van gegevens.

Wij hebben in het voorgaande de ontwikkeling van het bodemvruchtbaarheidsonderzoek geschetst zowel op basis van een onderlinge vruchtbaarheidsvergelijking tussen verschillende bodemtypen resp. afzettingen als op basis van de „single value”. Er kan hierbij geconstateerd worden, dat het verschil in geaardheid van de grond vaak geleid heeft tot een verschillend geaccentueerde richting van onderzoek.

Zo ging het er bij de van nature voedselarme diluviale zandgronden, waarop alleen met behulp van een veelzijdige en kundig uitgevoerde bemesting gewassen verbouwd konden worden, reeds spoedig om de oorzaken van bepaalde gebreksverschijnselen te vinden (veenkoloniale haverziekte, Hooghalense ziekte, ontginningsziekte), dus op bepaalde vruchtbaarheidsfactoren de aandacht te vestigen. Daarbij werden niet alleen de opbrengsten der gewassen als indicatoren gebruikt maar ook de resultaten van het chemische gewasonderzoek (men denke aan het werk van TH. B. VAN ITALLIE op dit gebied) en de mate, waarin uiterlijke gebrekssymptomen aan de dag treden (FERRARI EN SLUIJSMANS, 1955). Bij de zwaardere gronden daarentegen was er eerder aanleiding een algemene beschrijving van bodem en bodemvruchtbaarheid te geven. Bij de voortgang van het onderzoek zal er echter steeds meer een onderlinge doorkruising van werkmethoden worden aangetroffen.

Nog een ander aspect mag tenslotte niet uit het oog worden verloren en wel de wijze, waarop door bemesting in de bodemvruchtbaarheid wordt ingegrepen. De literatuur op het gebied der meststoffen en meststofsoorten ten aanzien van hun invloed op grond en gewas is uitgebreid. De wijze, waarop de bemesting moet worden toegediend om het hoogste rendement te verkrijgen, komt steeds meer onder de belangstelling der onderzoekers (DE WIT, 1953; PRUMMEL, 1957). De tuinbouw met zijn intensieve cultures en zware bemesting geeft in dit opzicht nieuwe impulsen (VAN DEN ENDE, 1956 a en 1956 b).

Er begint zich verder een edele concurrentie af te tekenen tussen beïnvloeding van de bodemvruchtbaarheid en de directe bemesting der gewassen door besproeiing. Hiermee betreden wij een randgebied van het bodemvruchtbaarheidsonderzoek. Het is raadzaam het onderlinge verband niet uit het oog te verliezen.

3 PERSPECTIEVEN VAN HET ONDERZOEK

Het behoeft geen betoog, dat in een schets van de ontwikkeling van het onderzoek reeds perspectieven zijn besloten. Het onderzoek naar de verklaring van bestaande opbrengstverschillen met het doel om met de verkregen kennis deze verschillen te doen verdwijnen, moet vanzelfsprekend worden voortgezet. Wij hebben hier vooral te maken met een verbreding van het onderzoek en met onderzoek, dat de toepassing der resultaten begeleidt. Verdere ontwikkeling van statistische werkmethoden is hierbij van belang.

Er zal echter aparte aandacht voor de verdieping van het onderzoek ge-

vraagd moeten worden, vooral omdat het onderzoek aan de centrale instituten zich moet onderscheiden van het onderzoek aan de proefstations en regionale centra en dit laatste tot steun moet kunnen zijn. Enkele voorbeelden mogen dit verduidelijken.

De studie betreffende de invloed van bodemvruchtbaarheidsfactoren op de kwaliteit van produkten vraagt ongetwijfeld een verdieping van het onderzoek. Het zal vaak nodig zijn kennis te nemen van de ontwikkeling van het biochemische onderzoek en dit zelf in te schakelen om op dit gebied vorderingen te kunnen maken. Een voorbeeld hiervan is de studie van E. G. MULDER over de invloed van voedingselementen op de samenstelling van de aminozuren van aardappelen, waarmee aan de bestudering van het vraagstuk van de voedingswaarde van aardappelen steun wordt gegeven (MULDER EN BAKEMA, 1956).

Het complexe probleem van de organische stof en de organische bemesting zal alleen door dieper gaand onderzoek zijn oplossing kunnen vinden. Ook daarmee is men op de goede weg. Het gaat hier om de invloed van de toediening van organische stof op het humusgehalte van de grond, op de fysische en chemische hoedanigheid daarvan, waarmee vragen van bodemstructuur en vochtbinding nauw verbonden zijn. De invloed van organisch gebonden voedings- en sporenelementen en het geleidelijk vrijkomen daarvan op opbrengst en kwaliteit der gewassen zijn punten van belang.

Het microbiologisch onderzoek heeft zich tot nog toe op verschillend gebied bewogen. Het is een hulpmiddel bij de bepaling van bodemvruchtbaarheidsfactoren (naast macro-elementen vooral ook sporenelementen) en heeft inzicht gebracht in de vastlegging en het weer vrijkomen van voedingsstoffen (GERRETSEN, 1939 en 1952). De bereiding van entstoffen voor leguminosen ondergaat thans een revisie en het voorkomen van actieve wortelknolletjesbacteriën in de verschillende grondsoorten wordt bestudeerd in internationale samenwerking (HARMSSEN, 1953). Het gebruik van microbiologische methoden bij de bestudering van afbraak en opbouw van organische stof ligt voor de hand. In dit verband wordt een uitvoerige studie gemaakt over vastlegging en mineralisatie van de bodemstikstof en er bestaat goede hoop karakteristieke grootheden te vinden, die bij de voortschrijding van ons veldonderzoek gebruikt kunnen worden. De bestudering van het probleem van de beïnvloeding van de evenwichten der microbenpopulaties, waarmee het vraagstuk van microbiologische aantastingen van gewassen samenhangt, staat nog in de kinderschoenen en kan alleen door schoolvorming in volle omvang geschieden.

Het wortelonderzoek heeft in Nederland een ontwikkeling doorgemaakt, waarover wij ons kunnen verheugen (GOEDEWAAGEN, 1942; Plantenwortel 1955; GOEDEWAAGEN e.a., 1955b). De ecologisch-morfologische richting is ten dienste gekomen van problemen van waterhuishouding, profielwaardering en bemesting. Kennis omtrent de invloed van wortelvorming in diepere lagen op de structuur daarvan is van belang gebleken. De karakterisering van het wortelbeeld van land- en tuinbouwgewassen zal moeten worden voortgezet. Immers het wortelstelsel verricht een belangrijke functie bij de voedselopname; de hoedanigheid van het groeimilieu is daarbij van belang. Thans ontwikkelt zich het onderzoek zowel in ecologisch-morfologische als in ecologisch-fysiologische richting en brengt ons in aanraking met fundamentele vragen van vertakking en activiteit van de wortels (GOEDEWAAGEN, 1955a; WIER-SUM, 1957).

Het vraagstuk der sporenelementen stelt ons voor vele problemen op analytisch, bodemchemisch en fysiologisch-chemisch gebied (Sporenelementen 1955).

Wij willen besluiten met een opmerking van organisatorische aard.

Verdieping van het onderzoek leidt noodzakelijk tot een versteviging van het contact tussen het toegepaste onderzoek der instituten en het vrije onderzoek aan universiteit en hogeschool. De brug daartussen zal des te gemakkelijker worden geslagen, wanneer aan beide zijden fundamenteel onderzoek wordt verricht op de daarvoor in aanmerking komende gebieden van het bodemvruchtbaarheidsonderzoek. Wij hopen, dat op deze wijze zoveel mogelijk

profijt wordt getrokken van het in Nederland aanwezige wetenschappelijke potentieel.

LITERATUUR

- BAKKER, G. DE : De bodemgesteldheid van enkele Zuid-Bevelandse polders en hun geschiktheid voor de fruitteelt. Proefschrift Wageningen. 's-Gravenhage, 1950.
- BEMMELLEN, J. M. VAN : Verslag omtrent het landbouwkundig onderzoek uit den bodem van het Wieringermeer. Leiden, 1880. Opgenomen in Mededelingen van de Commissie van advies omtrent de landbouwtechnische aangelegenheden betreffende den proefpolder nabij Andijk No. 1 (1929) 3-80.
- - : Bouwstoffen tot de kennis van de kleigronden der provincie Groningen. Scheikundige Verhandelingen en Onderzoekingen, uitgegeven door G. J. MULDER, 3e deel, 2e stuk, I, 1863.
- - : Bijdrage tot de Wetenschappelijke biographie van G. J. MULDER. Verhandelingen d. Kon. Akad. v. Wetensch. 7, Sectie I, No. 7 (1901). *Landbouwk. Tijdschrift* (Groningen) (1901) 393-424.
- BOEKEL, P. EN P. K. PEERLKAMP : Soil consistency is a factor determining the soil structure of clay soils. *Netherl. J. of Agric. Sci.* 4 (1956) 122-125.
- BRADFIELD, R. : Rede voor de in 1951 in State College, Pennsylvania, gehouden Annual Meetings of the American Society of Agronomy and the Soil Science Society of America.
- BRUIN, P., G. M. CASTENMILLER, E. G. MULDER, F. VAN DER PAAUW EN M. L. 'T HART : Possibilities of improving the fertility of the soil in the Netherlands by more rational application of lime, inorganic and organic manures and by improvement of its texture. United Nations, Economic and Social Council E/Conf. 7/Sec./W. 196, 13 April 1949.
- - : De betekenis van het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek voor landbouw en landbouwkundig onderzoek. *T.N.O.-Nieuws* 8 (1953), No. 84.
- - : Perspectieven van het grondonderzoek. Het Chemisch Bodemvruchtbaarheidsonderzoek, p. 182-192, 's-Gravenhage, 1956.
- CASTENMILLER, G. M. : De betekenis van den kalktoestand van het Nederlandse bouwland voor de toekomstige productiemogelijkheden van de akkerbouw. *Landbouwk. Tijdschrift* 60 (1948) 92-106.
- Cursus sporenelementen ; zie sporenelementen.
- ENDE, J. VAN DEN : Bodemkunde en bemestingsleer. *Med. Dir. Tuinbouw* 19 (1956 a) 342.
- - : Stikstofvoeding van groente en fruit onder glas. *Med. Dir. Tuinbouw* 19 (1956 b) 656-666.
- FERRARI, TH. J. : Een onderzoek over de stroomruggonden van de Bommelerwaard, met als proefgewas de aardappel. Proefschrift Wageningen. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 58.1 (1952) 132 pp.
- - EN C. M. J. SLUIJSMANS : Mottling and magnesium deficiency in oats and their dependence on various factors. *Plant and Soil* 6 (1955) 262-299.
- - EN TH. A. DE BOER : Bodemvruchtbaarheid, vegetatiekarteringseenheid en opbrengst van grasland in een zandgebied. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 62.15 (1956) 23 pp.
- Festschrift anlässlich des hundertjährigen Bestehens der Landwirtschaftlicher Untersuchungs und Forschungsanstalt Bonn der Landwirtschaftskammer Rheinland. Bonn, 1955.
- Gedenkboek, uitgegeven bij gelegenheid van het vijftigjarig bestaan der Rijkslandbouwproefstations. 's-Gravenhage, 1927.
- GERRITSEN, F. C. : Bodembacteriologie in dienst van land- en tuinbouw. 's-Gravenhage, 1939, 219 pp.
- - : Some aspects of the microbiological determination of magnesium, zinc, copper and boron. *Int. Soc. of Soil Science, Trans.* I, Dublin, 1952, 151-166.
- GOEDEWAAGEN, M. A. J. : Het wortelstelsel der landbouwgewassen. 's-Gravenhage, 1942.
- - : De oecologie van het wortelstelsel der gewassen. De plantenwortel in de landbouw 31-68. 's-Gravenhage, 1955 a.
- -, C. VAN DEN BERG EN D. VAN DEN BOSCH, J. BUTIJN, J. J. JONKER, D. VAN DER SCHAAF, J. J. SCHURMAN : Wortelgroei in gronden, bestaande uit een bovengrond van klei en een ondergrond van zand. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 61.7 (1955 b) 137 pp.
- HARMSSEN, G. W. : Toepassing van enkele nieuwe theorieën op het enten van vlinderbloemige gewassen. *T.N.O.-Nieuws* 8 (1953) 89-99.

- —: Inquiry into the possibility of an analytical estimation of the nitrogen fertilization requirement of soil. *Rapports du VIe Congrès international de la Science du Sol Paris IV*, 67 (1956) 457–463.
- HAUSER, G. F.: Die nicht austauschbare Festlegung des Kalis im Boden. Proefschrift Wageningen, 1941.
- HISSINK, D. J.: Onderzoek van grond- en baggermonsters uit polders en plassen gelegen ten oosten van de Utrechtsche Vecht, in verband met de plannen tot droogmaking van deze plassen. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 24 (1920) 13–143.
- KUIPERS, H.: Een streekonderzoek gericht op de factoren bodemstructuur en stikstofbemesting. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 61.9 (1955 a) 79 pp.
- —: A regional investigation into the relation between soil structure, yields of sugarbeets and nitrogen supply. *Netherl. Journ. Agricultural Science* 3 (1955 b) 170–181.
- LIERE, W. J. VAN: De bodemgesteldheid van het Westland. De bodemkartering van Nederland, deel III. Proefschrift Wageningen, 1949.
- MASCHHAUPT, J. G.: Systematisch onderzoek van de bodem van Nederland ten behoeve van den landbouw. *Nederl. Landbouwbld.* 23, No. 29 (15 Juni 1914). Bijvoegsel *Cultura* 26 (1914) 235–241.
- — EN D. J. HISSINK: Onderzoek naar de gesteldheid van den bodem in den Zuid-Hollandschen Biesbosch. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 29 (1924) 110–136.
- —: Bodemkundige onderzoekingen in het bijzonder in de westelijke Dollarpolders. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 54.4 (1948) en 62.3 (1956).
- MAREL, H. W. VAN DER, M.I.I.V. J. T. N. VENEKAMP: Onderzoek naar het verschijnsel der kalifixatie in de Nederlandse gronden. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 61.8 (1955) 61 pp.
- MEER, K. VAN DER: De bloembollenstreek. Proefschrift Wageningen, 1952.
- MULDER, E. G. EN K. BAKEMA: Effect of the nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium nutrition of the potato plant on the content of free acids and on the amino acid composition of the protein of the tubers. *Plant and Soil* 7 (1956) 135–166.
- MULDER, G. J.: Scheikunde der bouwbare aarde. 4 deelen, Rotterdam, 1860.
- PAAUW, F. VAN DER: Evaluation of soil testing in the Netherlands. *Soil Science in the Netherlands, Indonesia and Suriname* (1950) 40–47.
- —: Calibration of soil test methods for the determination of phosphate and potash status. *Plant and Soil* 8 (1956) 105–125.
- —: Fosfaatbemesting en -voorraadbemesting. *Landbouwk. Tijdschr.* 69 (1957) 38–49.
- PEERLKAMP, P. K.: Vruchtbaarheid in verband met structuuronderzoek. Jaarboek 1950 van de Algemene Bond van Oud-Leerlingen van de inrichtingen van Middelbaar Landbouwonderwijs (1950) 163–177.
- Plantenwortel, De —, in de landbouw, 31–68. 's-Gravenhage, 1955.
- PRUMMEL, J.: Fertilizer placement experiments. *Plant and Soil* 8 (1957) 231–253.
- PIJLS, F. W. G.: Een gedetailleerde bodemkartering van de gemeente Didám. Proefschrift Wageningen. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 54.1 (1948).
- SCHREVEN, D. A. VAN: Influence of the thickness of the soil layer during incubation on the mineralization of nitrogen. Influence of aeration of the soil on the mineralization of nitrogen. VIe Congrès intern. de la Science du Sol. Rapp. B 515–526 et 527–530. Paris, 1956.
- SCHUFFELEN, A. C.: Grondonderzoek I. Over de werkzame concentratie der voedings-elementen in de grond. *Landbouwk. Tijdschr.* 58 (1946) 367–376.
- — EN R. LOOSJES: The importance of the growth medium for the absorption of cations by plants. *Proc. of the Section of Sciences Ned. Akad. v. Wetensch.* 45 (1942) 826.
- SJOLLEMA, B. EN J. HUDIG: Onderzoek naar de oorzaken der vruchtbaarheidsafname van enkele gronden in de Groningsche en Drentsche Veenkoloniën. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 5 (1909) 29–139.
- SPEK, JAC. VAN DER EN S. B. HOOGHOUT: Verslag naar het onderzoek van de bodemkundige gesteldheid en de detail-ontwatering van het in te dijken kweldergebied gelegen in het Waterschap „De Slikken”. Rapport (1938).
- —: Verslag van het onderzoek naar de bodemkundige gesteldheid en de detail-ontwatering van de in te dijken kweldergronden achter Uithuizen en Uithuizermeeden. Rapport (1939 a).

- —: Voorlopig verslag van de onderzoekingen naar de bodemkundige gesteldheid en de waterhuishouding in het Bildt. Rapport (1939 b).
- Sporenelementen, cursus 1955. *Landbouwk. Tijdschr.* (in druk).
- Taxatie van gewassen. Landbouwvoorlichting no. 2, 's-Gravenhage.
- TEMME, J. EN H. W. VAN DER MAREL: Kaliumfixatie en verstoorde kaliumhuishouding. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 58.6 (1952) 53 pp.
- VISSE, W. C.: Over de methodiek van het schatten van de waarde van grond. *Landbouwk. Tijdschr.* 61 (1949) 381—399.
- VRIES, O. DE: Das Serienprinzip in Feldversuchen I, II, III. *Zeitschr. für Pflanzenernähr., Düngung und Bodenk.* 43 (1936) 85—93; *Bodenkunde und Pflanzenernährung* 4 (49) (1937) 291—294; *idem* 8 (53) (1938) 75—77.
- WIERSUM, L. K.: Problemen en methodiek van fysiologisch-oecologisch wortelonderzoek. *T.N.O.-Nieuws* 12 (1957) 8—11.
- WIT, C. T. DE: A physical theory on placement of fertilizers. Proefschrift Wageningen, 1953. Wording en opbouw van de Wieringermeer. Wageningen, 1955, p. 64—67.
- ZUUR, A. J.: Over de betekenis van de fracties 0—2 en 0—16 μ voor de indeling der zwaardere gronden in de Noordoostpolder. Langs gewonnen velden. Wageningen, 1954, p. 131—142.