

DE GRONDSLAGEN VAN HET BEMESTINGSADVIES

OPENBARE LES

GEHOUDEN BIJ DE AANVAARDING
VAN HET AMBT VAN LECTOR AAN
DE LANDBOUWHOOGESCHOOL

OP 5 FEBRUARI 1947

DOOR

Dr A. C. SCHUFFELEN



H. VEENMAN & ZONEN - WAGENINGEN

Mijne Heeren Voorzitter, Leden en Secretaris van het College van Herstel der Landbouwhoogeschool, Mijne Heeren Professoren, Mevrouw en Mijne Heeren Lectoren en Docenten, Dames en Heeren Hoofdassistenten en Assistenten, Dames en Heeren Studenten en Gij allen, die door Uw tegenwoordigheid deze plechtigheid opluistert,

Zeer gewaardeerde Toehoorderessen en Toehoorders,

Het vak van wetenschap, waarvan mij het doceeren aan de Alma Mater, waaraan ik reeds zoo lang verbonden ben, werd opgedragen, betreft een groepeerings van fundamenteele wetenschappen op het gebied van de scheikundige processen, die voor de productie van planten van beteekenis zijn. Het is een deel van de landbouwscheikunde, dat wel de landbouwscheikunde in engeren zin genoemd wordt, omdat het zich beperkt tot de studie van bodem, gewas en meststof en de scheikunde van den veestapel en der micro-organismen buiten beschouwing laat. Deze drie, de bodem, het gewas en de meststof vormen den stoffelijken inhoud, terwijl haar geestelijk terrein bestaat uit de abstracties en de wetmatigheden, die uit de studie van deze objecten en hun onderlinge verhoudingen voortspruiten.

Het is een zelfstandige wetenschap, daar ze de gestelde problemen op eigen wijze behandelt en tot oplossing tracht te brengen, maar ook doordat ze een zelfstandige bijdrage aan de Cultuur levert. Het is daarnaast een toegepaste wetenschap, omdat haar werk gericht is op een vooraf vastgesteld doel, namelijk de economische productie van plantenstof met als instrumenten de bodem en de meststof.

Het is een theoretische wetenschap, omdat ze bepaalde vraagstukken om zich zelfs wille bestudeert en alleen hierdoor den onderzoeker reeds bevrediging schenkt, maar ook daar ze door inductie en deductie de fundamenteen legt voor de behandeling van het particuliere geval. Het is echter ook een praktische wetenschap, want ze stelt mede vast, welke cultuurmaatregelen voor den planter of landbouwer van belang zijn, en ze bepaalt de mestgift in soort en hoeveelheid, die moet leiden naar een oogst, die goed is naar kwaliteit en quantiteit.

Het is een klinische wetenschap, wanneer de onderzoeker op het veld waarnemingen verricht en op deze wijze de zich herhalende coïncidenties opspoort. Het is een experimenteele wetenschap, zoo ze in het laboratorium in de plantenkas of op het proefveld door doelbewuste variaties de beteekenis van vele factoren al of niet in betrekking met andere onderzoekt.

Het is een gespecialiseerd vak zoo gauw ze bijzondere vraagstukken als basis voor andere landbouwkundige wetenschappen behandelt, het is een algemeene wetenschap door de synthese, die ze tusschen deze bijzondere gebieden legt.

Al deze werkterreinen loopen dooreen en de kunde wordt pas een kunst als men in staat is ze harmonisch ineen te passen, zooals de vele afzonderlijke draden tot een kunstvol tapijt worden ineen gevoegd.

Dat hierbij niet alleen van de scheikunde gebruik gemaakt wordt is duidelijk. Daar de plant echter groeit door middel van haar stofwisseling — een bij uitstek scheikundig verschijnsel — staat de scheikunde wel in het centrum en eischt ze het leeuwendeel op, maar toch worden ook gedeelten van andere fundamenteele wetenschappen gebruikt, zooals de plantkunde, de natuurkunde, de weerkunde, de delfstofkunde, de aardkunde, de wiskunde en andere, die herhaaldelijk als hulpwetenschap worden toegepast, maar ook in sommige gevallen als intrinsiek onderdeel van de landbouwscheikunde fragmentarisch worden ontwikkeld. Zoo zijn de analytisch chemische methodes voor de bepaling van de voor den plantengroei belangrijke elementen voor een groot deel in de landbouwscheikunde ontstaan en leveren de onderzoekingen over de ionenomwisseling een gedegen bijdrage aan de kolloïdchemie.

Het zijn geen opwellingen van vak-chauvinisme, die tot deze lange omschrijving van de landbouwscheikunde hebben geleid. Zij geven ook geenszins de beteekenis voor de landbouwkunde aan, want voor vele oudere en zeker voor elke jonge wetenschap zou men een soortgelijk betoog kunnen ontwikkelen. Het werd U slechts gegeven als stramien voor het thema van mijn openbare les.

Tot onderwerp hiervan heb ik gekozen *de grondslagen van het bemestingsadvies* en bij de behandeling zal ik telkens moeten grijpen uit gegevens en gedachten, die door een der facetten, die ik tot nu toe voor U schetste, worden gekarakteriseerd.

De eerste beschrijvingen, die een aanduiding geven in de richting van het bemestingsadvies, zonder daarbij direct concrete gegevens te vermelden, vindt men uit den aard der zaak bij de volkeren met de oudste Cultuur. Zoo verhalen de Chineesche en Egyptische schrijvers over bodemtoestanden en plantengroei en bij de Grieksche en Romeinsche oude litteratoren komen verscheidene passages voor, waaruit blijkt, dat ook in hun tijd, dit vraagstuk belangstelling onder-

vond. Moet men bij de Chineezen en Egyptenaren dikwijls op mythologische beschouwingen teruggrijpen, bij de Grieken en Romeinen staan de beschrijvingen veelvuldig onder filosofischen invloed. Het is merkwaardig hoe sommige van hun overpeinzingen tot een conclusie voeren, die in het licht van de moderne, door het experiment gesteunde, opvattingen wel onjuist blijken, maar anderzijds van een gedegen waarneming getuigen, die ook nu nog van beteekenis is. THALES VAN MILETE, die in het water de oerstof meent te herkennen, blijkt gedwaald te hebben, maar geen enkel landbouwkundige zal de essentieele beteekenis van het water voor de productie van plantenstof in twijfel trekken. De waterhuishouding van grond en plant is van zoo een groot belang, dat de huidige maatschappij milliarden guldens besteedt voor de instandhouding en de verbetering van den watertoestand der cultuurgronden.

De oude beschrijvingen over de keuze van vruchtbare gronden, over de toediening van organische en minerale mest, over den verbouw van vlinderbloemigen en over de vruchtwisseling hebben ook nu nog hun principieele beteekenis. Want ofschoon de verklaringen door gebrek aan bewijzen dikwijls vaag, onvolledig of onjuist zijn, de feiten, die door jarenlange ervaring werden verkregen, zijn ook nu nog van belang. Dat deze waarnemingen niet slechts de hoeveelheid der oogstproducten betrof, maar dat ook aan de qualiteit, die de laatste decenniën weer zoo de belangstelling trekt, aandacht werd besteed, blijkt onder andere uit een opmerking van PLINUS, die beschrijft, dat de qualiteit van den wijn afhangt van den aard van den grond, waarop de druif gegroeid is.

Deze grondslag van het bemestingsadvies, de al of niet beschreven *boerenervaring* is een stevige pijler. Geen enkel voorzichtig adviseur zal deze bron van kennis over het hoofd zien. De onderzoeker mag haar zeker niet verwaarloozen, ofschoon hij den moed moet bezitten er zoo noodig dwars tegen in te gaan. Deze overgeërfde, echter door traditie en landstreek beperkte kennis, vormt een machtig substraat, waarin de nieuwe inzichten met beleid geënt behooren te worden. Dat hiermede successen zijn te behalen heeft het resultaat van het landbouwonderwijs reeds duidelijk aangetoond.

In het midden der achttiende eeuw pleitte de Engelsche arts en onderzoeker FRANCIS HOME voor de instelling van een proefboerderij, waarop naast andere vraagstukken ook die over de juiste wijze van bemesting bestudeerd konden worden. Er bestond echter nog niet voldoende belangstelling om tot de stichting van een dergelijk bedrijf te kunnen overgaan. In 1788 geeft de scheikundige ANTOINE LAURENT LAVOISIER in een voordracht te Parijs een overzicht van eenige resultaten, die hij op zijn boerderij te Blois bereikt had. Zijn executie in 1794 als slachtoffer van de Fransche revolutie, maakte een einde aan zijn werk, voordat landbouwkundig belangrijke resultaten waren bereikt.

Het duurde tot in het begin van de negentiende eeuw voor aan de boerenervaring een andere grondslag kon worden toegevoegd. In 1834 stichtte JEAN BAPTISTE BOUSINGAULT na zijn terugkomst uit Zuid-Amerika, waar hij mijnningenieur geweest was, op het landgoed van zijn vrouw te Bechelbron in den Elzas de eerste *proefboerderij*. Hij deed daar voor dien tijd uitgebreide onderzoekingen, onder andere over de assimilatie van de luchtstikstof, het gebruik van meststoffen en de bewaring van stalmest. De resultaten der proefvelden vormden een nieuwe bron, waaruit in het vervolg geput kon worden. Een bron, die uitgroeide tot een reusachtig apparaat ten dienste van het onderzoek en de landbouwvoorlichting, wat moge blijken uit het feit, dat in ons land in het jaar 1944 niet minder dan 624 bemestingsproefvelden met verschillende objecten en verscheidene herhalingen werden geregistreerd.

Ondertusschen had ook het *onderzoek op het laboratorium*, eveneens een bron voor het bemestingsadvies, niet stil gestaan. Door het scheikundige werk van LAVOISIER, waarmede de basis gelegd werd voor de kwantitatieve chemische analyse, werden mogelijkheden geopend, die ook voor de landbouwscheikunde succesvol zouden zijn. De alchemistische richting wordt langzaam aan verlaten en de Zwitser THEODORE DE SAUSSURE komt schoorvoetend tot de erkenning, dat de aschbestanddeelen voor den groei van de plant van beteekenis zijn en tevens, dat deze uit den grond worden opgenomen.

De onderzoekingen en opvattingen van den Zwitser zijn echter niet in staat de humus-theorie van ALBRECHT DANIEL THAER omver te werpen. De tijd is nog niet rijp voor de afwijzing van de vitalistische beschouwingen over de plantenvoeding. Vele leidende onderzoekers nemen nog steeds aan, dat de voeding van de plant met van het leven afkomstige stoffen moet plaats hebben, daar deze stoffen nog iets van het levensbeginsel bevatten. Men propageert een goede kringloop van de voedingsstoffen op de boerderij, om toch vooral niets van het leven te verliezen. Alle aandacht wordt daarom aan de stalmest besteed, terwijl de humus, dat is het organisch bestanddeel van den bodem, naast het water als eenige voedingsstof voor het gewas wordt erkend. Het is een opvatting, die we in den tegenwoordigen tijd, aan de omstandigheden en inzichten van de maatschappij aangepast, min of meer terugvinden in de anthroposophische en biologisch dynamische bemestingsmethodes. Een werkwijze, die naast vele vermoedelijk onbelangrijke bijkomstigheden ook enkele kernen bevat, zooals de bereiding en het gebruik van goede compost, die, gezien de resultaten, de aandacht zeker waard zijn.

Ook HUMPHRY DAVY, die in 1813 de term landbouwscheikunde introduceerde, bracht te weinig nieuwe landbouwkundig belangrijke zaken naar voren om de vitalistische beschouwingen te doorbreken.

De strijd en onzekerheid duurt voort tot in het midden der vorige eeuw. Maar dan verschijnt in 1840 de eerste druk van het beroemde

boek van JUSTUS VON LIEBIG: „Die Chemie und ihre Anwendung auf Agrikultur und Physiologie”, waarmede het sein voor de reeds voorbereide omwenteling wordt gegeven. Op meesterlijke wijze vat de auteur de gegevens van BOUSSINGAULT, SPRENGEL, SCHÜBLER, BERZELIUS, DE CANDOLLE, THENARD en DAVY samen en ontwikkelt naar eigen inzicht de speculatieve *theorie der minerale voeding*: De aschbestanddeelen zijn noodzakelijk voor den groei van de plant, zij worden door haar uit den grond opgenomen en niet getransformeerd uit andere substanties. Het is niet noodig, dat ze in organischen of van het leven afkomstigen vorm voorkomen.

VON LIEBIG heeft, zooals elk baanbreker, veel tegenstand onderzonden en zijn speculaties ontlokten veel kritiek, waarvan de oorzaak zoo scherp door den Zweed JACOB BERZELIUS in zijn jaarverslag van 1841 werd aangegeven. Op VON LIEBIG doelende schrijft hij: „BOUSSINGAULT werkt op hetzelfde gebied..., maar volgt den langen moeilijken weg elk vraagstuk met een of meer experimenten te bewijzen. Hij geeft zijn antwoorden niet zoo snel, maar ze zijn in den regel betrouwbaar”. Inderdaad steunde de theorie der minerale voeding op zeer weinig experimenten, maar door zijn strijdvaardig en vasthoudend karakter en door zijn terecht groote autoriteit op zuiver chemisch gebied, wist de ontwerper het pleit te winnen.

Trouwens het experimenteele bewijs liet niet lang op zich wachten. In antwoord op een uitgeschreven prijsvraag verscheen in 1842 het resultaat van een onderzoek van den botanicus A. F. WIEGMANN en den apotheker L. POLSTORFF, waaruit bleek, dat planten op uitgegloeid kwartzsand en in platinakrullen slechts konden groeien als behalve water ook minerale zouten werden toegevoegd. Hiermede deed zijn intrede in de landbouwscheikunde, wat de eerste Wageningische hoogleeraar in de landbouwchemie, ADOLF MAYER, het synthetisch experiment noemde, en wat wij zoo gaarne met modelproef betitelen. Het is een vruchtbare proef geweest, die aanleiding gaf tot een groot aantal onderzoekingen. De voedingsphysiologie der planten werd een belangrijk stuk vooruit gebracht, men leerde de eerste groep van onmisbare elementen kennen en de proeven, waarvan de resultaten nieuwe bronnen vormen voor het bemestingsadvies, zijn legio. Het onderzoek van WIEGMANN en POLSTORFF was ook mede aanleiding tot de bepaling van de samenstelling van een groot aantal plantennasschen, die in de tweede helft der vorige eeuw werden verricht. EMIL WOLFF op wiens naam vele van deze analyses staan, bundelde alle tot 1880 bekende gegevens samen tot zijn bekende „Aschenanalyse”, waarin rond 4400 vrij volledige uitkomsten worden vermeld. Ook deze cijfers, die berekeningen mogelijk maken over de hoeveelheid anorganische stoffen, die het gewas aan den bodem onttrekt, dragen het hunne bij tot de fundeering van een rationeele bemesting.

Maar de eerste modelproef is ook van direct belang voor den land-

bouw. Immers wat men bij onze arme zandgronden bij bemesting doet, is niets anders dan elk jaar in het groot herhalen, wat WIEGMAN en POLSTORFF eens in het klein op het laboratorium deden. Bedenkt men daarbij, dat onze bloembollencultuur, die van een zoo groote economische beteekenis is voor ons land, ondanks de groote stalmestgiften tot dit type van teelt behoort, en dat onze heideontginningen ook tot deze categorie te rekenen zijn, dan is het geven van verdere voorbeelden niet noodig om het groote belang te onderschrijven.

In hetzelfde jaar, dat het eerste synthetische landbouwscheikundig experiment werd gepubliceerd, verkreeg de Engelsche landheer JOHN BENNET LAWES zijn eerste patent voor de bereiding van superphosphaat. Hiermede werd de *kunstmestindustrie* geboren, een industrie, die enorme afmetingen heeft aangenomen en waarvan de invloed op het bemestingsadvies niet onderschat mag worden. In het proefstation van Rothamsted ving het scheikundig en landbouwkundig onderzoek der meststoffen aan, dat later op talrijke, over de geheele wereld verspreide, proefstations werd voorgezet en ontwikkeld. Nieuwe bronnen en processen voor de bereiding en winning van waardevolle producten werden opgespoord, chilisalpeter, zwavelzure ammoniak, de kalizouten van Stassfurt en het slakkenmeel zijn de eerste voorbeelden van deze ontwikkeling.

Door samenwerking, soms gezocht, soms gedwongen, soms zelfs door tegenwerking van wetenschap, techniek, voorlichting, propaganda en reclame resulteerde uit de theorie der minerale voeding, die allerwege aanhang vond een kunstmestverbruik, dat in de vooroorlogsche jaren over de geheele wereld genomen per jaar bedroeg 2,4 miljoen ton zuivere stikstof (N), 3,9 miljoen ton zuivere phosphorzuur (P_2O_5) en 2,5 miljoen ton zuivere kali (K_2O).

Voor ik deze ten deele historische aantekeningen besluit, waarin getracht werd den moeizamen weg te schetsen, die moest worden afgelegd voor de door den student zoo gemakkelijk aanvaarde kennis werd bereikt, moet ik nog Uw aandacht vragen voor een paar andere oudere onderzoekingen. Nu niet op het gebied van de plantenvoeding, waarmede we ons tot nu toe hebben bezig gehouden, maar op het terrein van de *bodemkunde*. Want ook de kennis van den bodem is, zooals later nog duidelijker zal blijken, voor het geven van een bemestingsadvies een noodzakelijke eisch.

In het door CARL SPRENGEL in 1837 geschreven boek over de bodemkunde worden een aantal analyses van gronden vermeld, waaruit blijkt, dat er tusschen vruchtbare en onvruchtbare akkers duidelijke chemische verschillen voorkomen. Hij toont dit verschil niet alleen aan, maar kent aan de cijfers voor kalium, phosphaat, stikstof en nog verscheidene andere elementen reeds een beteekenis toe in verband met den groei der gewassen.

Aan den Utrechtschen hoogleeraar in de scheikunde, GERRIT JAN

MULDER, de tijdgenoot en groote tegenstander van VON LIEBIG, danken we het inzicht dat de grond de reactie van de plant op de meststof regelt. Van hem is de opvatting afkomstig, die in vakkringen nu algemeen aanvaard wordt, dat niet de plant maar de bodem bemest moet worden. Ofschoon zijn onderzoekingen vooral betrekking hebben op de scheikunde van de eiwitten en van den humus, zijn de gedachten, die neergelegd werden in zijn boek: „De scheikunde der bouwbare aarde” van zoo een formaat, dat de grondlegger der kolloïdchemie en bodemkundige, de Leidsche hoogleeraar JACOB MAARTEN VAN BEMMELEN het vermoeden uitsprak, dat in de toekomst meer de opvattingen van MULDER, dan de theorie van VON LIEBIG de leiding zouden nemen.

Dat inderdaad de meststof middels den grond werkt op de plant, werd in aanleg ontdekt door de fraaie onderzoekingen van THOMAS WAY, eveneens een tijdgenoot van VON LIEBIG. Hij bestudeerde voor de eerste maal op systematische wijze de omwisselingsverschijnselen in den grond, waarmede de basis gelegd werd voor de kennis van het doode deel van het dynamische systeem grond. Zijn werk is nog dikwijls het uitgangspunt voor vele moderne onderzoekingen.

Het feit, dat de bodem en zelfs het anorganische deel daarvan geen inactieve voorraadschuur voor voedingsstoffen is, maar een systeem, waarin verscheidene ook uit het leven bekende processen reeds op primitieve wijze plaats hebben, leert den grond kennen als een overgang tusschen levende en doode materie. Door deze eigenschappen is hij speciaal geschikt als middenstof tusschen de levende plant en de doode meststof. Deze processen zijn dan ook met de bodemkunde een essentieel deel van de bemestingsleer en onderscheiden de bemestingsleer tevens van de zooveel eenvoudiger leer der plantenvoeding.

Het wordt tijd de verschillende grondslagen, die ik reeds opsomde in een meer systematisch verband te schikken en uit deze rangschikking de conclusies voor het bemestingsadvies te trekken.

Het doel van de bemesting is de verhooging van de productie en de verbetering van de kwaliteit der plantenstof. Men zal voor het geven van een bemestingsadvies daarom eenig inzicht behooren te hebben in de processen die tot de stofvermeerdering aanleiding zijn. Dit terrein, de *biosynthese*, is echter zoo moeilijk en speculatief, dat de landbouwscheikundige zich bij voorkeur beperkt tot de studie der verschijnselen, die in nauw verband blijken te staan met deze synthese. Het is via de plantenvoeding met anorganische zouten, dat is via de ionenvoeding, dat de boer den opbouw der plantenstof kan beïnvloeden.

De eerste pijler voor het bemestingsadvies, die ik wil noemen is dan ook de kennis der plantenvoeding. Men behoort inzicht te hebben in

en feitenmateriaal te bezitten over de verschijnselen, die zich bij de absorptie der voedingsionen door de plant voordoen. Het inzicht verkrijgt men door de bestudeering van de phaenomenen, welke zich tot hypothesen of theorieën laten verwerken. Hiertoe zou ik willen rekenen, de denkbeelden, die men zich vormt, over de processen, die zich bij de opname der ionen afspelen. Het is het werkterrein van den plantenfysioloog, dat echter dikwijls door eigen waarneming van den landbouwscheikundige moet worden aangevuld en verbreed. Zoo komen de Amerikaansche onderzoeker D. R. HOAGLAND en de Engelsche geleerde F. C. STEWARD tot het belangrijke inzicht, dat de opname der ionen door de plant een stofwisselingsproces is, omdat de factoren, die deze stofwisseling regelen namelijk de temperatuur, de zuurstofdruk en het glucosegehalte van de wortels zoo een belangrijken invloed op de absorptie van de kationen en anionen uitoefenen.

In tegenstelling met den Zweedschen fysioloog HENDRIK LUNDEGÅRDH vermijden ze echter angstvallig de opstelling van gedetailleerde voorstellingen, die de mogelijkheid scheppen bepaalde onderscheidingen te maken. LUNDEGÅRDH erkent een speciale ademhaling voor het opnemen der anionen en neemt een mozaïkstructuur van de buitenste plasmalaag aan, die hem in staat stelt een beeld te vormen over het ruimtelijk mechanisme der ionenabsorptie. De vraag of deze voorstellingen geheel juist zijn acht ik van minder belang, zoo lang men het als denkbeeld aanhoudt. Van beteekenis is echter, dat het een werkhypothese geeft, die mogelijk vruchtbaar zal blijken.

In den gedachtengang, zooals die zich in ons laboratorium onder medewerking van mijn vriend ROB LOOSJES ontwikkeld heeft, onderscheiden we twee processen, die voor de absorptie der ionen door de plant van beteekenis zijn. Het eerste proces is dat van den afvoer van de in de wortelperipherie aanwezige ionen. We noemen het de pompfunctie; ze wordt geregeld door de stofwisselingsfactoren, die door HOAGLAND en medewerkers beschreven zijn. Het tweede proces is van meer „dooden” aard en betreft de adsorptie der ionen aan den wortelwand. We noemen het de wandfunctie; het is nauw verwant aan het onderzoek van LUNDEGÅRDH en zijn school. Zoo passen de onderzoekingen van de tegenstanders harmonisch in een nieuwe werk-hypothese, die uit den aard der zaak ook niet meer dan een *denkbeeld* is, dat door onderscheiding de tegenstellingen bijeenbrengt.

Bij deze studie over de opname der ionen leverde de wiskundige analyse van het feitenmateriaal op een physisch chemisch patroon het bewijs, dat aan de absorptie een adsorptie voorafgaat, waarmede de vermoedens van HOAGLAND, VON WRANGEL, VAN DEN HONERT en anderen bevestigd konden worden. Hieraan is een practische consequentie verbonden, want indien aan de opname der ionen een adsorptie voorafgaat, dan is de concentratie der bodemoplossing

van minder belang dan vermoed werd. Immers door deze adsorptie worden verschillen in concentratie in de aan den wortel nabije ionensfeer belangrijk genivelleerd. Ook een tweede verschijnsel, waarvan het klinisch onderzoek reeds het bestaan had aangetoond, namelijk de beteekenis van de ionenverhouding voor den groei van het gewas, kwam op een steviger fundament te staan. Daar het worteloppervlak begrensde afmetingen heeft, zal ook de ionensfeer, die aan den wortelwand kleeft, begrensd zijn. En daar nu alle ionen van de oplossing als gevolg van de warmtebeweging om een plaats in die sfeer concurreeren, is de verhouding der ionen van het milieu van meer beteekenis dan de concentratie, als het gaat over de concentratie van de geadsorbeerde ionen.

Deze en vele andere inzichten, waarop ik nu niet verder zal ingaan, hebben in relatie met het bemestingsadvies uit den aard der zaak slechts een kwalitatieve beteekenis. Maar dikwijls wordt vergeten, dat men de hoedanigheid der materie moet kennen, voor men de zooveel moeilijker, evenwel mechanisch wiskundig te behandelen, vraagstukken betreffende quantiteiten naar behooren kan verwerken. En het is een onjuiste instelling als de landbouwkundige het hoofd schudt als de landbouwscheikundige het proefveld, het gewas, de kunstmest en de bascule verwisselt voor het bekerglas, de afgesneden plantenwortel, de kunstmatig radioactieve stof en de Geigerteller. Beide wijzen van onderzoek moeten naast elkaar functionneeren, niet alleen om elkaar te bevruchten, maar ook om elkaar aan te vullen. Want eenerzijds zijn de theoretische gegevens voorloopig niet in staat de praktische resultaten van een maatregel te voorspellen, maar anderzijds bezitten de meer praktische feiten te weinig achtergrond en missen deze de stuwkracht voor den noodzakelijken groei der bemestingsleer.

Naast dit inzicht is kennis van feiten noodig, waarbij de specifieke eischen van het gewas op den voorgrond staan. Hier beweegt de landbouwscheikunde zich ten deele op het terrein van de speciale plantenteelt. Deze bijzondere gegevens worden vooral verkregen uit de resultaten der *bemestingsproefvelden*, die naast de boerenervaring de bron der kennis vormen. De uitkomsten der plantenphysiologie zijn voor dit doel in het algemeen minder geschikt. De bijzondere kenmerken zijn zoo intens verweven met den aard van het milieu, dat cijfers, die uit experimenten onder medelomstandigheden verdedigd zijn, slechts als eerste benadering en oriëntatie zijn te gebruiken. Juist de eigen gegevens van de landbouwscheikunde, dat zijn de proefveldresultaten, dragen de zoo noodzakelijke bijzondere kenmerken. Voor een gedegen onderzoek is het echter niet voldoende te volstaan met het bepalen van opbrengsten en zoo mogelijk qualiteiten, hiervoor is ook noodig de bepaling van de chemische samenstelling van het gewas. Dan pas leert men de behoefte der gewassen in al haar schakeeringen kennen, want het is wel betrekke-

schen een reeks cijfers van het laboratorium en een reeks cijfers van de proefvelden bestaan. Door verbetering van de methodiek tracht men deze correlatie steeds nauwer te maken. Het Rijkslandbouwproefstation te Groningen heeft de laatste tien jaren een groote hoeveelheid werk verzet om deze vraagstukken tot grooter klaarheid te brengen.

Het Landbouwscheikundig Laboratorium te Wageningen heeft dezen weg wel gadeslagen, maar niet zelf bewandeld; het was hiertoe ook niet genoodzaakt, daar het niet direct voor de voorlichting werkzaam is. Wij hebben getracht een methode te ontwerpen, die een meer causale basis heeft, waarmede ik bedoel de bepaling van de fysisch-chemische ionenactiviteiten in den grond, die nu zoover is uitgewerkt, dat naar we hopen spoedig een toetsing op grooter schaal mogelijk is.

Daarnaast hebben we naar aanleiding van de mededeelingen van den Amerikaanschen onderzoeker M. F. MORGAN in navolging van K. C. W. VENEMA, die deze Amerikaansche werkwijze in ons Indië introduceerde, een geheel andere wijze van onderzoek bestudeerd. Bij de tot nu toe gebruikelijke methodes bepaalt men een, twee of soms nog enkele andere voedingsionen en tracht in deze weinige waarnemingen voldoende steun voor het bemestingsadvies te vinden. Er is bij deze methode van onderzoek echter weinig sprake van een karakteriseering van den grond in zijn geheel, dat wil zeggen als eenheid grond, ofschoon niet te ontkennen valt, dat elke *single value* meer beteekent, dan het cijfer op zichzelf waard is, daar het een moment uit een natuurlijk systeem weergeeft. De werkwijze van MORGAN bestaat in het bepalen van een groot aantal ionen, die wel op een minder nauwkeurige manier worden vastgesteld, maar die te zamen een groot gebied omvatten.

De interpretatie van deze gegevens behoort op een andere basis te geschieden, dan men bij het grondonderzoek tot heden gewend is. Zoowel MORGAN zelf en vele gebruikers van deze methode in het buitenland, vertolken de resultaten nog op de gebruikelijke manier, dat wil zeggen in hun onderdeelen. Ik ben echter van meening, dat de vele deelen als één geheel gezien behooren te worden, een geheel dat meer is dan de som der deelen. Zoo behoort men het fosphaatcijfer niet als fosphaattoestand te zien, maar mede in verband met en evenals de andere cijfers als een symptoom van de gesteldheid van den geheelen grond. De quantiteiten der ionen worden samengevoegd tot een qualiteit van den bodem.

Dat naast deze karakteristiek ook nog van de hoeveelheid der ionen, in den ouden gedachtengang, gebruik gemaakt kan worden is verheugend. Zij maakt de ontwikkeling van het grondonderzoek langs geleidelijke banen mogelijk en geeft daarnaast houvast voor het quantitative bemestingsadvies ten opzichte van bepaalde stoffen. Het komt me echter voor, dat het niet gewenscht is, de gegevens van

de MORGAN-analyse op dezelfde correlatieve wijze te verwerken als men bij het klassieke onderzoek doet. In mijn visie kan dit niet tot een beoordeeling van deze werkwijze bijdragen. De steun, die het MORGAN-onderzoek aan het bemestingsadvies geeft, ligt meer in de richting van kennis over de hoedanigheid van den grond, dan dat het een zuivere diagnose over de hoeveelheid toe te dienen mest geeft.

De boog, die tusschen de twee genoemde pijlers, de voedingsbehoefte van het gewas en den bodemtoestand gelegd wordt, is een conclusie over een al dan niet noodzakelijke aanvulling van bepaalde stoffen van den grond. Moeten stoffen worden toegevoegd, dan is hieruit tevens bekend welke elementen en bij benadering welke hoeveelheden hiervan moeten worden gebruikt. Voor de bepaling van de mestgift is echter ook nog de kennis van een derde pijler noodig, immers van vele elementen zijn meststoffen bekend, die zeer verschillende eigenschappen hebben. Men kan bijvoorbeeld stikstof in organischen vorm geven, maar ook in nitraat of ammoniakvorm, men kan oplosbaar of onoplosbaar fosphaat toedienen.

Deze derde pijler is de kennis der meststoffen, dat wil zeggen de kennis van de eigenschappen der natuurlijke en technische producten, zoowel wat betreft hun samenstelling als hun reactie met den grond en hun verwerking door de plant. Dat hierbij menigmaal van de gegevens der technische chemie gebruik gemaakt wordt, is duidelijk als men weet, dat met het ion, dat men aan den grond wil toevoegen, steeds andere ionen en stoffen — de andere bestanddeelen van het handelsproduct — worden toegevoegd. Chilisalpeter werkt onder bepaalde omstandigheden niet slechts zoo gunstig als gevolg van de physiologisch alcalische verwerking van het natriumnitraat, maar door de aanwezigheid van kleine hoeveelheden andere stoffen, waarbij het oligo-element borium sterk op den voorgrond staat. De kalimestoffen kunnen het voor sommige gewassen schadelijke chloride bevatten, maar bij een andere keuze der kalimestof daarvan vrij zijn. De ruwe kalizouten en de patentkali bevatten het voor onze zandgronden zoo gunstige magnesium, de gezuiverde kalizouten missen dit dikwijls belangrijke bestanddeel.

De kennis van deze bijmengsels, vroeger wel verontreinigingen of ballaststoffen genoemd, verkrijgt men door de chemische analyse van het mestmonster, maar ook door de studie van de vorming of de bereiding van het ruwe product en de verwerking tot handelswaar.

Voor de studie van de waarde als meststof zijn proefvelden noodig, waarvan de gegevens in verband met de wisselende weersgesteldheden liefst over verschillende jaren gespreid behooren te zijn. Voor een beter begrip is het gebruik van modelproeven in zand of watercultures ter aanvulling dikwijls noodzakelijk.

Deze gegevens, de voedingsbehoefte van het gewas en de eigenschappen van den grond en de meststof in hun drievoudige onderlinge relatie vormen het loopvlak van de brug, die naar het bemestingsadvies voert. Zoo men wil kan men in de uitwerking van dit advies een drietal typen onderscheiden.

Het eerste zou ik willen noemen het globale bemestingsrecept. Het komt voor in de handboeken, die de plantenteelt behandelen, en in de vlugschriften, die de kunstmesthandelaren verspreiden. Het is het minst nauwkeurige advies wat mogelijk is, daar het niet meer geeft dan de gemiddelde ervaring en met het bijzondere geval geen rekening kan houden.

Het tweede type, wat ik den naam mechanisch advies zou willen geven, is minder onnauwkeurig. Het houdt reeds ten deele rekening met het bijzondere geval door den invloed van verscheidene factoren, die behandeld werden, op een mechanische wijze te verwerken. In zijn besten vorm gaat het uit van de waarschijnlijkheidsrekening en heeft daardoor een min of meer bekende trefkans van juistheid en succes. Dit type van advies wordt gegeven door de laboratoria, die hun adviezen verstrekken volgens bepaalde schema's, waarin de resultaten van grondonderzoek, proefveldwaarnemingen, eischen der gewassen, eigenschappen van de meststoffen en soms ook de kennis van de streek correlatief verwerkt zijn. De resultaten zijn afhankelijk van de methodes van onderzoek, die gebruikt worden, en de betrouwbaarheid der correlaties, die worden toegepast. Maar wee den boer of planter, die een grond heeft, die toevallig niet in het schema past.

Het derde type, dat den juisten bemestingsmaatregel het beste benadert, zou ik het particuliere advies willen noemen. Dit kan slechts gegeven worden door een particuliere combinatie van de resultaten volgens type twee met de ervaringen van den landbouwer, die het bedrijf leidt, en na eigen kennisname van den adviseur ter plaatse. In dit advies wordt het resultaat van het veldonderzoek, dat het laboratoriumonderzoek aanvult, opgenomen.

Het eerste type staat in het boek, het tweede ontstaat op het laboratorium en het derde type wordt samengesteld met de kennis van het concrete geval.

Ofschoon ik me bewust ben, dat het voor een land als het onze, met zijn intensieve land- en tuinbouw, met zijn akkers, tuinen en weilanden met varieerende geschiedenis en daardoor groote spreiding in aard en samenstelling, voorloopig nog tot een illusie zal behooren, dat degene, die het advies geeft, de eigenschappen van den concreten akker geheel kent, meen ik toch, dat de ontwikkeling van de voorlichting op het gebied der bemesting in deze richting behoort te worden gestuwd.

Tot nu toe heb ik me beperkt door me op de basis te stellen van de minerale voeding der plant in den door VON LIEBIG gegeven vorm,

maar in den huidigen tijd is dit niet meer volledig. U denkt vermoedelijk dat nu tenslotte de economie ter sprake komt, want zonder economische basis is een bemestingsadvies misschien een gedegen resultaat van den onderzoeker, maar zeker een fictie voor de praktijk. Toch wil ik hiervoor geen aandacht vragen, niet omdat ik het belang van dit fundament onderschat, maar omdat ik me tot een natuurwetenschappelijke behandeling van het vraagstuk wil beperken.

Ik doel op een ander verschijnsel, namelijk het langzaam aan slechter worden van onze gronden als gevolg van het eenzijdig gebruik van kunstmest, waarbij de voorziening met organische stof, die voor de vruchtbaarheid zoo noodzakelijk is, groote gevaren loopt. Jaren lang heeft men geteerd op de „oude kracht” van den grond en niet alleen in ons land maar ook elders is men tot de conclusie gekomen, dat deze zoo merkwaardig getypeerde toestand, aan het verminderen is. In ons land hebben Prof. J. HUDIG en O. J. CLEVERINGA met stem en geschrift hiervoor gewaarschuwd, door de structuur in het middelpunt van de soms heftige discussie te plaatsen. In Engeland is het de bekende landbouwkundige SIR ALBERT HOWARD, die met vele anderen oproept tot een bezinning over deze kwestie, zonder positief de structuur op den voorgrond te stellen. De door hen bereikte resultaten met een goede stalmestbereiding, met een juiste composteering van afval en door toediening van deze stoffen aan den grond, zijn verbluffend. Verlaten, totaal uitgeboerde gronden, werden in enkele jaren op een behoorlijk niveau gebracht met een zeer loonende productie van plantenstof.

Toch is ook hier voorzichtigheid geboden, want sommige onderzoekers gaan in hun geestdrift zoo ver, dat ze het gebruik van kunstmest verwerpen, omdat deze stoffen schadelijk voor den grond zouden zijn. Dit deel der landbouwscheikunde, dat zeer nauw bij de grondverbetering aansluit, is pas kort in ontwikkeling, zoodat gewaakt behoort te worden tegen overijlde besluiten. Dat de kunstmest van de boerderij gaat verdwijnen lijkt me een onmogelijkheid, daar het bekend is, dat de verweering den aanvoer van gemakkelijk opneembare stoffen niet kan bijhouden en al zou dit het geval zijn dan toch eens de totale uitputting moet komen. Bij de huidige bedrijfsvoering, waarbij reeds vele producten niet meer in het bedrijf terugkeeren en bij de toekomstige uitbreiding hiervan — de industrie vraagt immers telkens meer grondstoffen en zoekt steeds nieuwe mogelijkheden voor de afvalstoffen — verdwijnen vele anorganische voedingsstoffen uit het bedrijf. Dit deficit kan slechts door kunstmest worden aangevuld.

Of de toediening van de kunstmest in zijn huidigen vorm zal blijven bestaan, of dat deze via compost of anderszins eerst een voorbereiding moet ondergaan zijn vraagstukken, die spoedig aan de orde zullen zijn en die interessante problemen vormen. Misschien

zal de op mij volgende generatie den zwaren tred van den kunstmestzaaier, die met breede worp de kostelijke zouten strooit, moeten missen, niet als gevolg van de voortschrijdende mechanisatie, maar als landbouwkundige consequentie van de ontwikkeling der landbouwscheikunde.

Zoo staan we dan een eeuw na de ontdekking van de theorie der minerale voeding, weer midden in het probleem der organische stof, dat men toen meende te hebben afgesloten. Deze nieuwe periode is wel anders dan voorheen. Nu zal de hulp moeten worden ingeroepen niet van den scheikundige maar van den microbioloog en mycoloog, die licht zal moeten werpen op de veelvuldige met de organische stofvoorziening samenhangende symbioses. Want het blijkt steeds meer, dat deze vorm van samenleving ook voor de voeding van onze cultuurgewassen van groot belang is. Het leven doet zich weer op andere wijze gelden.

Het toenemend gebruik van organische stof heeft echter dezelfde praktische consequenties als voorheen, dat wil zeggen ook zij voert evenals de vitalistische beschouwingen, die ik reeds noemde, tot een circulatiebedrijf, waarin zooveel mogelijk van den oogst en van den afval weer aan het land wordt teruggegeven. Zij voert naar het opnemen van gewassen in de vruchtwisseling, die organische stof in den grond aanbrengen, zooals de groenbemesters en de kunstweiden, met consequenties, die ver buiten het gebied van de landbouwscheikunde liggen en die tenslotte raken aan de landbouwpolitiek, die door de regeering wordt uitgestippeld. Zij voert ook naar de verwerking van allerlei afval, uit de steden, dat nu verloren gaat voor den landbouw, zij voert verder naar het principe van de toevoeging van kunsthumus, waarvan mijn leermeester de promotor is.

In een goed bemestingsadvies zal ook met deze zaken, dat wil zeggen met het algemeen vruchtbaarheidsniveau en met den toekomstigen toestand van den grond rekening moeten worden gehouden, waarvoor zoowel het klinisch onderzoek op het veld als de proefboerderij, die boerderij en niet een verzameling proefvelden is, noodzakelijk zijn.

Het gebruik van stalmest, compost en groene mest zal niet slechts, zooals het nu gebruikelijk is in verband met het toekomstig gewas, maar ook in relatie met den grond bezien moeten worden. Anders zou het bekende boerenverwijt „rijke ouders, arme kinders” ook op den adviseur van toepassing worden.

Mijne Heeren leden van het College van Herstel,

Dat gij mij aan Hare Majesteit de Koningin voor een benoeming tot lector hebt willen voordragen stemt mij tot groote vreugde en groote dankbaarheid. Het is mij mogelijk geworden datgene te doen,

wat ik steeds als een ideaal heb gezien, mij geheel te kunnen geven aan de studie, het onderzoek en het onderwijs van mijn vak. Dat dit nog onder moeilijke omstandigheden moet plaats hebben is be-droevend, maar ik ben er van overtuigd, dat gij alles zult doen wat in Uw vermogen ligt om dit zoo spoedig mogelijk tot verleden tijd te maken. Het is deze steun, die mij schraagt en die mij den moed geeft mijn ambt te aanvaarden. Weest er van overtuigd, dat ik mijn beste krachten aan Uw hoogeschool zal geven.

Mevrouw en Mijne Heeren Professoren, Lectoren en Docenten,

Reeds vele malen heb ik Uw hulp ingeroepen voor wetenschappelijke, technische en maatschappelijke zaken. Gij hebt me steeds Uw waardevolle voorlichting willen geven. Nu ik in den kring van docenten ben opgenomen zal ik ook voor onderwijszaken Uw steun en overleg behoeven. Ik hoop dat gij ook deze extra-belasting zult willen dragen.

Hooggeleerde Hudig,

Toen ik bijna 17 jaar geleden als jongste assistent bij U kwam, was ik leerling van wijlen Prof. SCHOORL, dus analyticus. Gij hebt me steeds aangespoord de chemische analyse trouw te blijven, maar Uw visie op het vak, dat ook het mijne werd, heeft zoo een indruk op me gemaakt, dat ik spoedig de landbouwscheikunde als vak voor mijn leven koos..

Het zal ook voor U een vreugde zijn, dat ik een deel van Uw zware taak kan overnemen, want dit is niet slechts een verlichting van Uw werkzaamheden, maar houdt ook de erkenning in van Uw wetenschappelijk beleid. Voor alles wat ik van U heb mogen leeren, ben ik U zeer erkentelijk. Ik ben er van overtuigd, dat gij mij in mijn nieuwe taak op dezelfde degelijke manier zult steunen als dat in de jarenlange samenwerking reeds het geval was.

Hooggeleerde Edelman,

Onze vakken grenzen niet slechts aan elkaar, zij overlappen elkaar op belangrijke deelen, vooral sinds gij de bodemkaarteering in relatie met de plant beoefent. Er zal veel van onze samenwerking gevergd worden om voor de leerlingen de noodzakelijke eenheid te behouden. Het is een vreugde en geruststelling voor mij, dat we niet alleen elkaar begrijpende vakgenooten maar ook vrienden zijn. Ik weet, dat ik dagelijks — met de beperking 's avonds na tien — bij U kan aankloppen.

Hooggeleerde Sprenger,

De snelle ontwikkeling van de tuinbouwscheikunde zal mij menigmaal naar U voeren. Ik hoop dat gij zult willen blijven voortgaan mij van Uw groote ervaring te laten profiteren.

Hooggeleerde Olivier,

Naast mijn leermeester, waart gij de Hoogleeraar, waarmede ik van begin af vele problemen heb kunnen bespreken. Gaarne zal ik deze besprekingen voorzetten, waarbij ik de afwezigheid van ons beider vriend GEZA BERGER ten zeerste betreur.

Dames en Heeren Oud-assistenten, Assistenten, Medewerkers en Beambten van het Landbouwscheikundig Laboratorium,

Dat ik heden hier sta om mijn nieuwe ambt te aanvaarden, heb ik ook aan U te danken. Door de prettige samenwerking op velerlei gebied, door de vriendschappelijke verhoudingen, door de vele diensten die gij mij bewezen hebt, heb ik me kunnen ontplooiën in een richting, die mij dierbaar is. Dat de voortzetting van ons werk en ons samenzijn in den zelfden geest moge doorgroeien is mijn vurige wensch.

Dames en Heeren studenten,

Het is een goed gebruik, dat gij bij dit soort plechtigheden het laatst wordt toegesproken. Niet omdat ge de jongsten zijt, maar omdat dit deel der toespraak, om in de bij ons zoo gebruikelijke termen te spreken, het grensvlak vormt tusschen de officieele kennismaking en ons gezamenlijk werk. Voor de meesten van U ben ik geen onbekende, zoodat ik me niet behoef in te leiden. Een paar woorden wil ik echter toch zeggen.

De samenwerking aan de problemen, zooals we dat nu al jaren op de practica deden, zal ik onverminderd voortzetten. Ik hoop dat de hartelijke verhouding, die deze werkgemeenschap steeds kenmerkte, niet door mijn lectoraat geschaad zal worden. Immers ons blijft dezelfde gedachte bezielen om door het verzamelen van nieuwe gegevens de denkbeelden van anderen of onszelf te toetsten en om door experiment en studie te leeren. Want alleen door een harmonische combinatie van onderzoek en phantasie kunnen we samen vooruit komen en wetenschap en practijk dienen. Gaarne zal ik voortgaan Uw steun te zijn in moeilijkheden. Dat gij de landbouwscheikunde onder zoo ongunstige omstandigheden moet bestudeeren heeft vele nadeelen, maar voor mij het groote voordeel, dat ik juist door deze bezwaren nader tot U kom. In het oude verwoeste laboratorium was in de hall met roode letters een spreuk geschilderd, waarvan ik voorstel ze samen als devies te kiezen:

ex operibus scientiam.

Ik heb gezegd.