

BEMEST MEN DE PLANT OF DE GROND?

OPENBARE LES

GEHOUDEN BIJ DE AANVAARDING VAN HET
AMBT VAN LECTOR IN DE BEMESTINGSLEER
AAN DE LANDBOUWHOGESCHOOL TE WAGENINGEN
OP VRIJDAG 3 MAART 1967

DOOR

Dr. Ir. A. VAN DIEST



H. VEENMAN & ZONEN N.V. - WAGENINGEN

*Mijne Heren leden van het Bestuur van de
Landbouwhogeschool,
Mijnheer de Rector Magnificus,
Dames en Heren hoogleraren, lectoren, docenten en
leden van de wetenschappelijke, administratieve en
technische staf,
Dames en Heren studenten,
Familielieden, vrienden en voorts Gij allen die door Uw
aanwezigheid blijk geeft van Uw belangstelling.*

Dames en Heren,

De vraag of men bij het toedienen van plantenvoedend materiaal aan de grond kan rekenen op een direct effect daarvan op de plant dan wel op een indirect effect via verbetering van het plantenvoedend vermogen van de grond is bewust of onbewust in het denken van de landbouwer aanwezig geweest zolang deze zich met verbetering van de bodemvruchtbaarheid heeft bezig gehouden. De Indianen van Noord Amerika welke naast elke geplante maiskorrel een gedroogde vis in de grond staken moeten al een vermoeden gehad hebben, waarschijnlijk gestaafd door ervaring, dat een concurrentiestrijd gevoerd wordt tussen grond en plant om de toegevoegde voedingsstoffen en dat deze strijd ten gunste van de plant beïnvloed kan worden door de voedingsstoffen dichtbij de plantenwortels te brengen.

De gewoonte om de voedingselementen te leveren aan de plant en niet aan de grond is lange tijd in onbruik geweest, maar is na de tweede wereldoorlog weer naar voren gekomen. Vooral in Noord Amerika wordt de z.g. rijenbemesting veel toegepast, meer althans dan in Nederland. Wellicht liggen verschillen in inzichten aan deze verschillen in gewoonten ten grondslag. De Nederlandse boer is door traditie veel hechter aan zijn grond gebonden dan zijn Amerikaanse collega. De eerste is daardoor ook meer geneigd zijn grond als zijn voornaamste kapitaalsgoed te beschouwen en is bereid daarin door middel van meststoffen geld te investeren. De Amerikaanse boer heeft een andere instelling. Zijn geringere mate van gebondenheid aan de grond waarop hij leeft en werkt leidt hem ertoe meer zorg te besteden aan zijn gewas dat hij op dat moment teelt dan aan de grond waarin het gewas zich ontwikkelt. De voedingsstoffen die hij aan het begin of in de loop van het groeiseizoen toegediend heeft zijn in de eerste plaats bedoeld als stimuli voor de groei van dat gewas en in veel geringere mate als middelen ter instandhouding van de algemene bodemvruchtbaarheid.

Waarschijnlijk ligt in Noord-Amerika nog een andere omstandigheid

ten grondslag aan de gedachtengang dat het gewas en niet de grond bemest dient te worden. Voorzover op dat continent landbouw bedreven wordt op van nature vruchtbare gronden – ik doel hier op de gronden die vanouds als prairiegronden worden aangeduid – hebben de bezitters hiervan ongeveer een eeuw lang geprofiteerd van de schier onuitputtelijke natuurlijke vruchtbaarheid dezer gronden. Langzamerhand is echter de tijd aangebroken dat enkele bressen geschoten worden in dit bolwerk van natuurlijke vruchtbaarheid. Zoals meer voorkomt in het menselijk denken, meent men ook hier dat het voorlopig wel niet zo'n vaart zal lopen en dat de bressen nog wel met een aantal weinig ingrijpende middelen te dichten zijn. Vandaar dan ook dat men bij de curatieve maatregelen meer begaan is met het lot van de plant dan met dat van de bodem in zijn geheel.

In het verleden is in Nederland vaak de gedachte geponoerd dat men zich bij het bemestingsbeleid in de eerste plaats moet laten leiden door de behoefte van de grond en dat, zo men hiervan uitgaat, de plant van dit beleid ook de vruchten zal kunnen plukken. Vooropgesteld dient te worden dat vooral het gedrag van fosfaat in de grond aanleiding gegeven heeft tot de stelling dat eerst de grond en dan de plant bemest dient te worden. Bezint men zich nader op deze gedachtengang dan doen zich twee mogelijkheden tot interpretatie voor. Enerzijds kan men zich de voorstelling maken dat de vaste bestanddelen van de grond veel effectiever zijn dan de planten in het tot zich trekken van ionen welke in opgeloste vorm in het bodemvocht voorkomen. In deze redenering zou de plant dan pas aan haar trekken komen als de grond verzadigd of liever tijdelijk verzadigd zou zijn. Anderzijds kan men zo nu en dan ook de mening horen verkondigen dat het aan de grond moet worden overgelaten te bepalen in welke hoeveelheden en in welke verhoudingen de voedingsstoffen aan de plant worden aangeboden.

Welke mening men ook is toegedaan, vast staat dat in het verleden meer aandacht besteed is aan de reactie tussen voedingsstof en vaste phase van de grond dan aan processen welke zich in de bodemoplossing, op het grensvlak bodemoplossing-wortel en in de plant zelf voordoen en welke direct van invloed zijn op de voeding van de plant. In de laatste twintig jaar is men echter ook aan deze processen meer aandacht gaan besteden, hetgeen tot gevolg heeft gehad dat langzamerhand de voeding van landbouwgewassen meer gezien wordt als een resultante van bodemphysicochemische en plantenfysiologische reacties dan van bodemchemische processen alleen. Het zij mij vergund op deze fysisch-chemische en fysiologische processen nader in te gaan. Ik zou dit willen doen door als het ware het voedingsion te volgen vanaf het moment dat het in de bodemoplossing treedt en zich gaat bewegen via de bodemoplossing en de verschillende plantendelen naar die organen van de plant waarin het deelneemt aan een stofwisselingsproces.

In 1955 toonden FRIED en SHAPIRO aan dat uit een aantal gronden met lage gehalten aan beschikbaar fosfaat door percolatie met water hoeveelheden fosfaat konden worden vrijgemaakt welke enige honderden malen hoger waren dan hoeveelheden welke planten in één groeiseizoen aan deze gronden konden onttrekken. Zij maakten daarmee duidelijk dat niet zozeer het fosfaatleverend vermogen per se opbrengstbeperkend werkte, maar dat of de evenwichtsconcentratie van fosfaat in de natuurlijke bodemoplossing of het transport naar de plantenwortel of een combinatie van deze twee factoren limiterend kan werken. Men dient namelijk voor ogen te houden dat in de met water gepercoleerde grondmonsters van de vermelde proef het proces waarbij bodemfosfaten in oplossing gaan kunstmatig in stand gehouden werd door het continu afvoeren met het percolatiewater van de producten van chemische reacties.

Het door de grond percolerende water beweegt zich in neergaande richting onder invloed van de zwaartekracht. Enigszins analoog aan deze situatie kan men zich voorstellen dat in een bewortelde grond in natuurlijke ligging de zuigkracht van de wortels ook aanleiding geeft tot een zekere percolatie van het bodemvocht door de grond naar de wortel toe. De analogie gaat echter in zoverre mank dat het bodemvocht dat de wortel bereikt niet met alle daarin aanwezige ionen zonder discriminatie door de wortel zal worden opgenomen. Als dit wel zo was, zou de chemische samenstelling van de plant een getrouwe afspiegeling zijn van de chemische samenstelling van het bodemvocht. Dit blijkt geenszins het geval te zijn. De plant oefent een sterke selectie uit. Die voedingsionen welke de plant in grotere mate nodig heeft dan waarin ze met het bodemvocht worden aangevoerd, zullen dus een concentratiegradiënt vertonen in het bodemvocht. In het algemeen zal de concentratie van deze ionen het hoogst zijn in die regionen van het bodemvocht die niet of nauwelijks onder invloed staan van de zuigkracht van de wortels. Hier wordt de concentratie bepaald door de oplosbaarheidsproducten van de aanwezige zouten of door de hoeveelheden ionen in uitwisselbare vorm, aanwezig in de dubbellaag rond de bodemkolloïden. De concentratie in de wortelzone zal mede bepaald worden door de mate waarin het betreffende ion preferentieel door de wortel wordt opgenomen uit het aangevoerde bodemvocht. De concentratiegradiënt zal leiden tot een vooruitlopen van de ionenstroom op de waterstroom. Wij spreken hier dan van diffusie van ionen naar de plantenwortel.

Met behulp van autoradiogrammen is door BARBER aangetoond dat inderdaad de K concentratie rond actieve wortels zeer laag is en dat we hier te maken hebben met een ion dat preferentieel door de plant wordt opgenomen. Wanneer het bekend is hoeveel water een plant verdampst gedurende een groeiseizoen en hoe hoog gemiddeld de concentratie van een bepaald voedingsion in het bodemvocht is, kan men berekenen hoe groot de hoeveelheid is van dat ion, welke de plant per

seizoen met het bodemvocht aangeboden krijgt. Dergelijke berekeningen leiden eveneens tot de conclusie dat de behoeften van onze cultuurgewassen aan kali en fosfaat slechts voor een gering gedeelte gedekt worden door ionen die met het bodemvocht worden aangevoerd.

Naast het vermogen van de plant om ionen preferentieel op te nemen, moet ook rekening gehouden worden met het vermogen van de plant om bepaalde ionen buiten te sluiten. Hoewel het meeste onderzoek naar het vermogen van een plant om bepaalde ionen uit te sluiten verricht wordt in het kader van onderzoek naar de physiologische gedragingen van planten in zoute gronden, moet niet uit het oog verloren worden dat ook in niet-zoute gronden bepaalde ionen zich rond de plantenwortel zullen ophopen. Berekeningen uitgevoerd door BARBER deden verwachten dat zulks bijvoorbeeld voor calcium en magnesium het geval zou moeten zijn. De concentraties van deze ionen in het bodemvocht zijn zodanig dat de hoeveelheden welke met het bodemvocht de wortel bereiken groter zijn dan die welke door de meeste gewassen in één groeiseizoen worden opgenomen. Het gevolg zal moeten zijn dat deze ionen zich rond de plantenwortel zullen ophopen. Dit kon in autoradiogrammen voor calcium inderdaad worden aangetoond.

Het beeld dat nu tevoorschijn komt van de zone rond de plantenwortel wijkt wel sterk af van de meer klassieke denkbeelden. Immers, lange tijd heeft een meer statische voorstellingswijze bestaan waarin men zich de plantenwortel omringd dacht door een bodemoplossing, waarin juist die ionen het sterkst vertegenwoordigd zouden zijn, welke de plant in grote hoeveelheden nodig heeft. De plant werd geacht deze ionen door middel van uitgescheiden organische zuren zelf in oplossing te brengen.

De nieuwe inzichten op dit gebied werpen echter nog vele vragen op, die verband houden met de noodzakelijke gevolgtrekking dat de samenstelling van de bodemoplossing in de onmiddellijke nabijheid van een plantenwortel geheel anders zal zijn dan die in het niet of nog niet doorwortelde gedeelte van de bodem. Nu men tot het inzicht gekomen is dat diffusie een zo belangrijke rol speelt bij aanvoer van voedingsionen naar de plantenwortel, ligt het voor de hand dat omstandigheden welke diffusie kunnen bevorderen in het onderzoek meer aandacht zullen ontvangen. Snelle diffusie vraagt behalve een concentratiegradiënt o.a. een gunstig poriënvolume, een optimale poriëngrootteverdeling en een hoog vochtgehalte van de bodem. Deze laatste drie factoren liggen alle op het terrein van de bodemphysica, wel een bewijs van het nauwe verband tussen deze tak van de bodemkunde en de plantenvoeding.

Voor een effectieve opname van ionen is het van belang dat het contact tussen wortel en bodem zo uitgebreid mogelijk is. Het meten van het totale absorberend oppervlak van een wortelstelsel is geen eenvoudige zaak, temeer daar van een algemeen geldend verband tussen

wortelvolumen en worteloppervlak nauwelijks sprake is. Uit de schaarse literatuur die hierover bestaat krijgt men wel de indruk dat het totale oppervlak van de wortelharen bij vele gewassen minstens even groot en vaak vele malen groter is dan de gezamenlijke oppervlakken van primaire, secundaire en tertiaire wortels. Gezien het feit dat slechts een beperkt gedeelte van het wortelstelsel met actieve wortelharen bezet is en deze waarschijnlijk slechts korte tijd werkzaam zijn, is het wel noodzakelijk het beeld van de bescheiden uitstulpingen van epidermiscellen, zoals dit voorkomt in vele leerboeken, te vervangen door één waarbij de nadruk gelegd wordt op de, in vergelijking met hun diameters, aanzienlijke lengten dezer wortelharen.

De dichtheid waarmee wortelharen kunnen voorkomen moet echter wel tot de conclusie leiden dat in vele gevallen de feitelijke actieradius van een wortelhaar veel kleiner is dan de potentiële. De ruimte tussen twee wortelharen kan dan ook volgens berekeningen na enkele uren al zo volledig van voedingsionen ontdaan zijn, dat hieruit voor de verdere levensduur van de wortelharen niets meer is op te nemen. Van dat moment af lijkt het beter om de gesloten cylinder die men zich getrokken kan denken rond de uiteinden van de wortelharen te beschouwen als het absorberend oppervlak.

Wij zijn nu aangekomen bij het grensvlak waar het ion de plant binnentreedt. Volgens de moderne opvattingen betekent dit echter niet dat hier ook de scheiding ligt tussen opgenomen en nog niet opgenomen ionen. Het lijkt namelijk bewezen dat in de schors van de wortel onderscheid gemaakt moet worden tussen twee zones. In een daarvan bevindt zich het ion nog in een waterig milieu, hetwelk in open verbinding staat met de bodemoplossing buiten de plant. In de andere zone kan het ion pas voorkomen nadat het een of meerdere membranen gepasseerd is, waarin opnamemechanismen werkzaam zijn welke tot op zekere hoogte selectief kunnen optreden.

Als wij ons voorlopig bepalen tot de eerste zone dan schijnen vooral de intercellulaire ruimten en de celwanden hiervan deel uit te maken. In deze celwanden komen kolloïden voor welke evenals de bodemkolloïden het vermogen bezitten kationen in uitwisselbare vorm te binden. Ook hier vindt men verschillen in uitwisselend vermogen en verschillen in preferentiële bindingen bij wortels van verschillende planten. Het uitwisselend vermogen en de ionenbezetting van deze kolloïden kunnen bepaald worden met methoden welke vergelijkbaar zijn met die welke voor grond in gebruik zijn. Gewassen vertonen grote verschillen in het uitwisselend vermogen van hun wortels. Een ruwe scheidslijn kan hier getrokken worden tussen monocotylen met een relatief laag en dicotylen met een hoger uitwisselend vermogen. Reeds enkele tientallen van jaren kan men in de literatuur pogingen beschreven vinden om verband te leggen tussen enerzijds het uitwisselend vermogen en de ionenbezetting van wortels van diverse gewassen en anderzijds de hoe-

veelheden kationen en de kationenverhoudingen in deze gewassen. Het is begrijpelijk dat deze pogingen ondernomen worden. Immers, de dicotylen met een hoog uitwisselend vermogen van de wortels en een preferentiële binding van tweewaardige kationen zijn ook de gewassen met relatief hoge gehalten aan calcium en magnesium. Omgekeerd, de monocotyle granen met een laag uitwisselend vermogen van hun wortels en een minder uitgesproken preferentiële binding van tweewaardige kationen zijn relatief rijk aan kalium. Onderwerpt men echter het vermeende verband tussen adsorptie en absorptie aan een kritisch onderzoek, dan blijkt vaak nauwelijks van enig verband sprake te zijn en dringt de conclusie zich op dat adsorptie van kationen niet gezien kan worden als een eerste stap in de richting van absorptie. Het opnameproces lijkt eerder beheerst te worden door het selectieve vermogen van de opnamemechanismen in de plant.

Wij zullen ons nu enkele ogenblikken bezig houden met de z.g. actieve opname van ionen door de opnamemechanismen welke gedacht worden te zetelen in één of meerdere der membranen van de plantencel of in het protoplasma tussen de membranen. Bij de membranen wordt dan gedacht aan de plasmalemma welke de celwand van het celprotoplasma scheidt en aan de tonoplast tussen het protoplasma en de vacuole in de cel. Wij bevinden ons nu letterlijk en figuurlijk op speculatief terrein. Het heeft dan ook minder zin om hier aandacht te besteden aan de plaatsen in de cel waar de selectieve absorptie zou kunnen optreden dan wel aan het feit dat de plant ergens in de cel uit de haar aangeboden oplossing tot op zekere hoogte die ionen kan selecteren welke zij kan gebruiken voor haar levensprocessen. Alleen moge hier opgemerkt worden dat het meer voor de hand ligt om de plasmalemma de selecterende rol toe te denken. Immers, als een ion eenmaal ergens deze plasmalemma gepasseerd is, zal het verder via de met elkaar in verbinding staande protoplasmen van nabuurscellen, de z.g. symplast, vrij van cel tot cel kunnen bewegen.

Het vermogen van planten om een zekere selectie toe te passen bij de opname van ionen ligt ten grondslag aan hun vermogen om zich te ontwikkelen in milieus waarvan de chemische samenstelling sterk afwijkt van die welke wij in de plant aantreffen. Het eerste leven op aarde heeft zich voorgedaan in de oceanen en ook nu nog treffen wij in de oceanen veel meer plantaardig leven aan dan op het land. Het merkwwaardige is echter dat de chemische samenstelling van zeewater sterk afwijkt van de chemische samenstelling van het celvocht der zeeplanten. Uit zeewater met een concentratie van ongeveer 0,5 grammolecuul natrium per liter en 0,012 grammolecuul kalium per liter, weten zeeplanten toch nog meer kalium dan natrium op te nemen. Dit wijst dus op een sterk ontwikkeld vermogen om zowel selectief op te nemen als om selectief uit te sluiten.

Ook na bezitneming van het vasteland moesten de planten van hun

selectief vermogen gebruik blijven maken. De voedingsionenverhouding in de gemiddelde bodemoplossing is sterk afwijkend van die van het celvocht. De natuurlijke vegetatie in een landschap is vaak het resultaat van het verschil in aanpassingsvermogen van plantensoorten aan het milieu. Bij dit aanpassingsvermogen dienen wij ook weer het selectief opnemend en uitsluitend vermogen van de wortels als één van de factoren te zien, welke bepalend zijn voor de botanische samenstelling van het plantendek.

In de moderne landbouw zal nu de boer streven naar een toestand waarbij hij de samenstelling van de bodemoplossing zodanig regelt dat deze voor zijn gewassen optimaal is. Hij zal daarbij niet hoeven te trachten de ionenverhoudingen in de bodemoplossing gelijk te maken aan die in het celvocht van het gewas dat hij wil verbouwen. Dat zou hem enerzijds duur komen te staan en anderzijds niet tot optimale gewasontwikkeling leiden. Hij zal zijn bemestingsbeleid zo moeten voeren dat de hoeveelheden toegediende voedingsionen de juiste aanvulling zullen zijn op wat de grond zelf kan leveren en op wat de plant daaruit selecteert, rekening houdend met het feit dat de plant ook weer een selectie toepast op wat aan voedingsionen wordt toegediend.

Terugkerend nu naar de vraag hoe de plant haar selecterende werking uitoefent moet hier al dadelijk gezegd worden dat omtrent de biochemische of biophysische reacties die daarbij betrokken zijn nog zeer weinig bekend is. Men bedient zich dan ook van allerlei omschrijvende terminologie. In één van de meest gebruikte theorieën gaat men uit van de hypothese dat een ion als zodanig het membraan waarin het opnameproces zich zou afspelen, niet kan passeren. Voor passage zou een tijdelijke binding tussen het ion en een draagstof nodig zijn. Deze combinatie zou dan het membraan kunnen passeren waarna een einde gemaakt zou worden aan de tijdelijke verbinding tussen ion en draagstof. Omtrent de aard van de draagstof tast men nog volkomen in het duister, maar de gedachten gaan meestal in de richting van enzym-achtige stoffen. Wel staat vast dat men hier bij de actieye ionenopname te maken heeft met een biologisch proces in die zin dat het de plant energie kost om dit opnameproces gaande te houden. Na alles wat in het voorgaande gezegd is over transport van ionen naar die delen van de plant, waar de eigenlijke ionenopname plaats vindt, blijkt de eerste actieve deelname van de levende plant aan dit transportproces ons dadelijk al voor grote problemen te stellen. Hoewel de draagstoftheorie het stadium van de hypothese nog niet gepasseerd is, heeft men de grondgedachte al danig moeten uitbreiden om de vele experimenteel gevonden feiten een logische plaats te kunnen geven in het geheel. De theorie werd oorspronkelijk ontwikkeld ter verklaring van de opname van kationen, maar is in principe ook bruikbaar voor anionen.

Het interessante feit doet zich voor dat bij vrijwel alle gevallen waarin de draagstoftheorie is toegepast ter verklaring van de kationenopname-

processen, deze opname uiteen blijkt te vallen in twee processen. Een gedeelte van de opname van een bepaald kation blijkt beïnvloed te kunnen worden door de aanwezigheid van andere kationen. De mate van deze invloed hangt geheel af van de kationen welke bij deze wisselwerking betrokken zijn. Zo zal bij de meeste planten de opname van kalium minder door natrium beïnvloed worden dan omgekeerd het geval is. Voorts zal uiteraard een hoge natriumconcentratie in het wortelmilieu de kaliumopname sterker doen verminderen dan een lage natriumconcentratie. Ter verklaring van deze verschijnselen wordt gedacht aan een draagstof welke een verschillende graad van affiniteit vertoont voor de verschillende kationen. Bij gelijke concentraties van kalium en natrium in het wortelmilieu zullen de meeste planten veel meer kalium dan natrium opnemen, omdat de affiniteit van de draagstof voor kalium veel groter geacht wordt dan die voor natrium. In dezelfde theorie past dus ook het ervaringsfeit dat terugdringing van de opname van kalium veel hogere concentraties van natrium vereist dan andersom het geval is. Hierin verschaft de theorie dus een aantrekkelijke verklaring voor het eerder genoemde verschijnsel dat zeeplanten tussen de menigte van natriumionen in het zeewater toch nog de kaliumionen weten te vinden.

Door opvoering van de concentratie van een nevenion kan men dus de opname van een ion terugdringen. Deze terugdringing is evenwel nooit zo volledig dat de opname van een ion teruggebracht wordt tot vrijwel nul. Steeds blijkt na een aanvankelijk teruglopen de opname zich op den duur te handhaven op een zeker basisniveau. Deze verschijnselen zijn aanleiding geweest om de draagstoftheorie zo in te kleden dat naast een gezamenlijke draagstof, waaraan meerdere kationen zich tijdelijk kunnen binden, elk kation ook nog een voor dit ion specifieke draagstof heeft wier rol in het transportproces van het kation niet beïnvloed wordt door de aanwezigheid van andere kationen in het wortelmilieu. De aantrekkelijke gedachte is hieraan gekoppeld dat de plant mogelijkerwijs bepaalde ionen gebruikt voor tweeërlei functies. Men zou dan kunnen denken aan specifieke functies waarbij het ion een rol vervult in bepaalde levensprocessen van de plant, welke rol door geen ander ion vervuld kan worden, en aan meer algemene functies waarbij bijvoorbeeld de nadruk meer komt te liggen op de elektrische lading van het ion of de beweeglijkheid van het ion in de plant. Nu is voor vrijwel alle bestudeerde kationen gesteld dat zij zouden worden opgenomen via zowel een specifieke als een gemeenschappelijke draagstof. Dit zou betekenen dat elk ion, althans elk kation, zijn eigen draagstof heeft en dat er daarom evenveel specifieke draagstoffen als voor plantengroei essentiële kationen zouden moeten zijn. Bedenkende dat men nog in het duister tast omtrent de aard van deze draagstoffen, lijkt het voor de voorstanders van deze theorie verontrustend te moeten rekening houden met een tiental van deze draagstoffen die betrokken zouden kunnen zijn bij de opname van kationen. Toch, ondanks de

onvolkomenheden van deze theorie, heeft zij er toe bijgedragen dat vele aanvankelijk losstaande verschijnselen nu min of meer systematisch gerangschikt kunnen worden. Verdere ontwikkelingen op dit gebied behoren tot de meest fascinerende aspecten van de plantenvoedingsleer.

Teruggrijpende op de eerder vermelde hypothese dat kationen in de plant nodig zouden kunnen zijn voor zowel specifieke als minder specifieke functies, moet hier gewezen worden op recent onderzoek verricht door DE WIT, DIJKSHOORN en NOGGLE. Deze onderzoekers hebben de nadruk gelegd op het belang van een beoordeling van de algehele voedingstoestand van de plant, in die zin dat de in een plant aanwezige kationen beoordeeld worden in relatie tot de aanwezige anionen. Het zal een ieder duidelijk zijn dat de totale hoeveelheden anionen en kationen in een plant gelijk moeten zijn ter handhaving van de electroneutraliteit. Het is daarom merkwaardig dat tot voor kort zo weinig aandacht geschonken werd aan de organisch gebonden ionen in een plant. De bovengenoemde onderzoekers hebben de nadruk gelegd op het voor een bepaald gewas karakteristiek gehalte aan organisch gebonden anionen. Deze getallen lopen voor verschillende gewassen sterk uiteen. Hoewel het mogelijk is om een gewas te kweken met een organisch-zuur gehalte dat afwijkt van het voor dat gewas normale gehalte, zal men onder die omstandigheden genoeg moeten nemen met een suboptimaal groeiend gewas. Of, om het positiever te zeggen, als men maximaal profijt wil trekken van de meststoffen toegediend aan een bepaald gewas, zullen de in deze meststof voorkomende voedingsionen aanwezig moeten zijn in de verhoudingen en vormen welke het de plant mogelijk maken om haar specifiek gehalte aan organische anionen op te bouwen en te handhaven.

Men zou dus bij het opmaken van een plan voor een ionenbalans in een plant als het ware een vaste post moeten uittrekken voor de organisch gebonden anionen. Afhankelijk van de grootte van deze post moet men streven naar een bepaalde overmaat aan kationen ten opzichte van anorganische anionen. Immers, ter handhaving van de electroneutraliteit in de plant moet het verschil tussen kationen en anorganische anionen gelijk zijn aan het totaal der organisch gebonden anionen. Men kan nu het verschil tussen de totale hoeveelheden kationen en anorganische anionen op verschillende manieren regelen. Men kan de plant en de meststof een relatief grote hoeveelheid van een gemakkelijk opneembaar kation aanbieden, waardoor het gehalte aan kationen in de plant hoog wordt, bijvoorbeeld veel kalium in vergelijking met calcium en magnesium. Men kan ook zorgen dat in de meststoffen weinig anionen aanwezig zijn welke de plant wel gemakkelijk opneemt, naar niet op een zodanige manier in het stofwisselingsproces verwerkt dat zij hun negatieve lading verliezen. Hier moet dan in de eerste plaats gedacht worden aan het chloride-ion dat wel gemakkelijk

wordt opgenomen, maar slechts in geringe mate betrokken wordt bij stofwisselingsprocessen waarin het zijn negatieve lading verliest. Dit in tegenstelling tot het nitraat-ion, dat ook gemakkelijk wordt opgenomen maar door zijn deelname aan allerlei organische syntheses, vooral de eiwitsynthese, zijn negatieve lading verliest.

Voor een gewas als suikerbiet met van nature een hoog organisch-aniongehalte zal een meststof als kaliumnitraat bevorderend werken bij de opbouw van dit hoge gehalte. Immers, kalium wordt gemakkelijk opgenomen en behoudt zijn positieve lading; nitraat wordt ook gemakkelijk opgenomen maar verliest, voor zover het wordt ingebouwd in organische verbindingen, zijn negatieve lading. Bij rijst, een gewas met een laag organisch-aniongehalte, zou kaliumnitraat een minder gunstige meststof zijn. Men heeft bij de stikstofbemesting echter een middel in handen om de ionenbalans in de plant te reguleren. Immers, stikstof gegeven in ammoniumvorm wordt door de meeste planten gemakkelijk opgenomen, zij het vaak ten koste van andere kationen. In tegenstelling tot de andere kationen, verliest ammonium echter zijn positieve lading in de plant door deelname aan de eiwitsynthese. Een met ammonium gevoede plant zal dus een laag kationengehalte hebben, een omstandigheid welke voor een gewas zoals rijst, met een van nature laag organisch-aniongehalte, gunstig kan werken.

De besproken theorie van de ionenbalans impliceert dat een plant in een bepaald tijdsbestek niet een gelijk aantal positief en negatief geladen voedingsionen hoeft op te nemen om de electroneutraliteit in de plant te handhaven. Het kan zijn dat elk voedingsion door de plant opgenomen, uitgewisseld wordt tegen een ander ion, waarbij voor positieve voedingsionen gedacht wordt aan uitwisseling tegen waterstof-ionen en voor negatieve voedingsionen aan uitwisseling tegen hydroxyl-ionen of bicarbonaationen. Er bestaat echter ook een mogelijkheid dat bij een verschil in opnamesnelheid van positieve en negatieve voedingsionen de plant het verschil compenseert door afgifte van een equivalent aantal waterstof- of hydroxylionen, of door opname van deze ionen uit de bodemoplossing. Deze uitwisselingen zullen gepaard gaan met veranderingen in de zuurgraad van de bodemoplossing en kunnen leiden tot verschuivingen in de verhoudingen van aan de bodemkolloïden geadsorbeerde kationen.

Bij onze begeleiding van het voedingsion naar zijn uiteindelijke bestemming in de plant zijn wij, wat afstand betreft, nog maar enkele millimeters gevorderd, wellicht voor sommige van U een benauwende gedachte. De zone van de bodem waaruit een wortel voedingsionen betreft is immers klein. Schattingen voor de verschillende voedingsionen lopen uiteen van 2 mm voor fosfaat tot 20 mm voor nitraat. Als het ion eenmaal door de wortel is opgenomen, zal zijn verdere weg in de plant gedeeltelijk afhangen van de voedingstoestand van de wortels. Vaak vindt men in de literatuur vermeld dat de vacuolen in de wortel-

cellen beschouwd kunnen worden als opslagplaats voor voedingsionen, waaruit de plant kan putten als zij daaraan behoefte heeft. Men zal zich dan kunnen voorstellen dat kort na een bemesting eerst de ionenconcentratie in de vacuolen zal stijgen en dat de ionen opgenomen na een zekere graad van verzadiging van de vacuolen, rechtstreeks naar het vaatweefsel vervoerd zullen worden.

Bij het transport van cytoplasma naar vacuole moet overigens weer een membraan, n.l. de tonoplast, gepasseerd worden. De vraag doet zich dan ook voor of hier eveneens sprake is van een actief opname- en eventueel van een actief afgifteproces. Eenzelfde vraag kan gesteld worden voor de overgang van het voedingsion van het parenchym naar het vaatweefsel. Diffunderen de ionen vrij vanuit parenchymcellen in de houtvaten of treedt ook hier een mechanisme op dat door middel van energieverbruik de plant de mogelijkheid verschaft regulerend op te treden? Dit zijn interessante vragen voor ieder die zich bezig houdt met de voeding van de plant, maar bodemkundigen zullen de beantwoording ervan veelal overlaten aan de plantenfysiologen.

Is het ion eenmaal in de vaatbundels aangekomen dan mag men aannemen dat, althans in de houtvaten, het transport enige tijd ongestoord zal plaats vinden vanwege de afwezigheid van barrières. De ionen zullen waarschijnlijk met de waterstroom mee naar boven gevoerd worden. Een belangwekkend punt van discussie is of in dit verband de verhoogde mate van ionenopname bij planten die veel verdampen, te verklaren is door een passief met het water meegetransporteerd worden van de ionen, of door een snellere afvoer van de ionen uit de houtvaten in de wortels, waardoor eventueel de actieve transport- en opnamemechanismen meer efficiënt zouden kunnen gaan werken.

Recent onderzoek heeft aangetoond dat voor sommige kationen de gedachte van ononderbroken vervoer met de waterstroom naar boven door de houtvaten ook nog aan twijfel onderhevig is. De mogelijkheid bestaat namelijk dat kationen adsorptief vastgehouden kunnen worden aan negatief geladen plekken op de vaatwanden. Zij zouden zich dan sprongsgewijs in opwaartse richting bewegen door een proces van afgewisseld verdringen van andere kationen van de adsorptieplekken en zelf verdrongen worden door andere kationen.

Ergens tijdens de opwaartse beweging door de houtvaten zullen de voedingsionen aan de vaatbundels onttrokken worden. EPSTEIN, de onderzoeker die zich veel heeft bezig gehouden met opnamemechanismen in de wortel, meent te hebben kunnen aantonen dat de overwegingen welke ten grondslag liggen aan de theorie van selectieve opname van voedingsionen door middel van draagstoffen in de wortel, ook gelden voor het transport van voedingsionen vanuit het vaatweefsel naar de parenchymcellen in het blad. Men kan dan verwachten dat het parenchymweefsel de ionen opneemt in een verhouding waarin ze op dat moment voor dat weefsel nodig zijn. Dit zou dus ook kunnen bete-

kenen dat bepaalde ionen welke zich in de transpiratiestroom bevinden en voor de levensprocessen in het blad op dat moment niet nodig zijn, zich in de uitlopers van de vaatbundels in het bladweefsel zouden ophopen of via de hydathoden zouden worden uitgescheiden. Inderdaad heeft men deze uitscheiding van minder essentiële ionen wel waargenomen. Onlangs is ook echter de mening naar voren gebracht dat overcomplete ionen wel eens via de zeefvaten naar de wortels teruggevoerd zouden kunnen worden.

Het is namelijk van verscheidene planten bekend dat het minder gewenste natrium-ion zich in de stengelvoet ophoopt. Men heeft gedacht dat de begeleidende cellen rond de houtvaten een goed ontwikkeld vermogen hebben om natrium selectief uit de transpiratiestroom op te nemen en op te slaan, zodat dit ion zijn schadelijke werking in de bovengrondse delen van de plant niet zou kunnen uitoefenen. Nu blijkt dat rekening gehouden moet worden met de mogelijkheid dat dit natrium niet op zijn weg naar boven meteen al positief uit de houtvaten wordt geselecteerd, maar dat de ophopingen in de stengelvoet ook wel het gevolg zouden kunnen zijn van een voor natrium negatieve selectie, in die zin dat de meeste andere ionen tijdens het opwaarts transport worden uitgeselecteerd en het achtergebleven natrium weer naar beneden teruggetransporteerd wordt via de zeefvaten. Dit transport in twee richtingen komt overigens wel meer voor bij mobiele ionen in de plant. Lange tijd is het onduidelijk geweest waarom een plant relatief zulke grote hoeveelheden kalium nodig heeft, terwijl toch in geen enkele van de belangrijke organische verbindingen van de plant kalium in grote hoeveelheden als bouwsteen voorkomt. Nu neigt men er toe om kalium een functie toe te schrijven bij het transport van koolhydraten uit het blad naar de verschillende organen in de plant waar deze koolhydraten gebruikt worden voor organische syntheses of voor opslag. Voor het vervullen van deze rol zal het kalium zich gemakkelijk en veelvuldig door de plant moeten kunnen bewegen.

Aan het einde gekomen van onze reis ter begeleiding van het voedingsion op weg van de bodemoplossing naar zijn uiteindelijke bestemming in de plant, zal het een ieder duidelijk zijn dat wij getuigen geweest zijn van een tocht vol hindernissen, waarbij op vele punten het transport in de grond of in de plant zelf een ontijdig einde kan vinden en het voedingsion niet op die plaats terecht komt waar het op dat moment het meest nodig is. Het is dan ook voor de hand liggend dat de gedachten zijn uitgegaan naar een verkorting van dit vaak lange en moeitelijke transport van bodemoplossing naar blad, door de betreffende voedingsionen op het blad te brengen door middel van bespuiting. Deze gedachte is overigens niet nieuw. Meer dan honderd jaar geleden werd al melding gemaakt van ionenopname door planten via het blad. Aanvankelijk werd de methode gebruikt voor hoofdzakelijk curatieve doeleinden in die zin, dat ionen welke door de grond in onvoldoende

mate werden geleverd of in een inactieve vorm in de plant werden vastgelegd, op het blad werden aangebracht. In de laatste twintig jaar is de methode echter ook meer in gebruik genomen voor het verzorgen van de totale voeding van de plant. Deze ontwikkeling is mede gestimuleerd door de succesvolle toepassing van bespuiting van bladeren met o.a. hormonen, door de opkomst van het gebruik van radioisotopen in de landbouwwetenschap en door snelle verbeteringen in spuitapparatuur en spuittechnieken. Er zijn al intensieve teelten, bijvoorbeeld de ananascultuur in Hawaï, waarbij meer dan 50 procent van alle gebruikte voedingsstoffen door middel van bladbespuiting wordt aangewend.

De succesvolle toepassing bij een gewas als ananas wordt mede in de hand gewerkt door het dikke blad van deze plant, waardoor bij gebruik van hoge concentraties kans op bladbeschadiging toch klein blijft. Bij dunbladige gewassen moet men in dit opzicht veel voorzichtiger zijn. De concentraties van de spuitoplossingen kunnen niet hoog zijn en voor het verspuiten van een hoeveelheid voedingszout, welke bij een dikbladig gewas met één bespuiting kan worden aangebracht, zal men bij dunbladige gewassen meerdere malen moeten spuiten. Dit laatste kan in de praktijk grote bezwaren opleveren.

De opvattingen omtrent de wijze waarop de ionen door het blad worden opgenomen vertonen grote overeenkomsten met die welke in mijn voorgaande betoog voor ionenopname via de wortel belicht zijn. Ook hier denkt men enerzijds aan een buitenste zone waarin de ionen doordringen, maar waaruit ze door uitwisselingsprocessen of eenvoudig spoelen met water weer verwijderd kunnen worden en anderzijds aan een meer naar binnen gelegen zone welke de ionen kunnen bereiken na een actief opnamemechanisme gepasseerd te zijn. Daarna volgt transport via de vaatbundels, waarbij men voor transport naar lager gelegen delen van de plant denkt aan passage door de zeefvaten. Overigens zal het in dit verband duidelijk zijn dat de klassieke theorie van de ondoorlatendheid van epidermiscellen vanwege de aanwezigheid van een cuticulalaag niet meer gehandhaafd kan worden.

Nabeschouwend zullen er onder U zijn die zich afvragen wat dit allemaal met de bemestingsleer te maken heeft. Ter beantwoording van dit vraag zou ik willen verwijzen naar mijn oorspronkelijke vraagstelling: bemest men de grond of de plant? In eerste instantie zult U geneigd zijn te veronderstellen dat ik de balans wens te laten doorslaan naar de kant van de plant. Dit is inderdaad het geval maar slechts onder bepaalde voorwaarden. Het is niet mijn bedoeling de rol van de grond bij de voeding van de plant te bagatelliseren, maar wel meen ik dat in het verleden bij de vele onderzoeken welke verricht zijn naar de betekenis van de grond voor de voeding van de plant onevenredig sterk de nadruk is gelegd op de rol van de minerale bestanddelen van de bodem. Daar was wellicht ook wel reden toe. In het tijdperk vóór de toepassing van de

kunstmest was de plant voor haar voeding grotendeels afhankelijk van het vermogen van de minerale en organische fracties van de grond om voedingsionen te leveren. In de vroegste periode van het bedrijven van landbouw met gebruikmaking van kunstmest, heeft men zich bij het bodemkundige onderzoek intensief bezig gehouden met de reacties tussen de minerale en organische bodemdelen en de toegepaste kunstmeststoffen.

Naar mijn mening zijn we nu gekomen in het stadium waarin voor het succesvol uitoefenen van een hoog ontwikkelde landbouw de aanwezigheid van een chemisch rijke grond van minder belang is dan de aanwezigheid van een goede grond. Onder een goede grond wordt hier dan verstaan een grond welke een gunstige verhouding tussen de vaste, vloeibare en gasvormige fasen vertoont. Dit zal een grond zijn die de plantenwortel de mogelijkheid biedt om gedurende de perioden van zijn actieve bestaan de beschikking te hebben over voldoende water, voldoende zuurstof en voldoende warmte en die door deze gunstige omstandigheden de plant gelegenheid biedt om maximaal profijt te trekken van de in de grond reeds aanwezige of toegediende voedingsstoffen. In de moderne land- en tuinbouw vormen de kosten besteed aan kunstmeststoffen een nog steeds afnemend percentage van het totale bedrag ten koste gelegd aan de voortbrenging van een gewas. Als dan financieel geen redenen meer aanwezig zijn om niet voldoende kunstmeststoffen te gebruiken, zal de vraag in welke verhouding deze meststoffen worden gebruikt steeds belangrijker worden. Bij de beantwoording van deze vraag zal echter de plant een grote rol spelen. Immers, bij het bepalen van de juiste verhouding zal rekening gehouden moeten worden, niet alleen met hoeveel de grond zelf kan leveren, maar ook met de hoeveelheid water welke het gewas verbruikt, met de hoeveelheden voedingsstoffen welke door dit water worden meegevoerd, met de mate waarin de plant deze voedingsstoffen opneemt of niet opneemt, ofte wel met de selectiviteit van de opnamemechanismen, met de mate waarin de verschillende voedingsstoffen in de wortel worden vastgehouden of snel worden afgevoerd naar de vaatbundels, en met de mate waarin de voedingsstoffen in hoger gelegen delen van de plant selectief uit de vaatbundels worden opgenomen door de verschillende organen van de plant.

In de landbouw van de toekomst kan men dus een afnemende vraag naar rijke gronden en een toenemende vraag naar goede gronden verwachten. In Nederland hebben wij deze waarderingsverschuiving al enige tijd kunnen waarnemen. Het bekendste en misschien oudste voorbeeld hiervan is wel de bloembollenteelt op de geestgronden. Ook in andere takken van sierteelt is dit verschijnsel bekend. ARNOLD BIK meldde onlangs dat hij voor de teelt van azalea's prijs stelt op een substraat dat zeer veel water vasthoudt maar dat nagenoeg geen voedingselementen bergt. Deze wens is niet gebaseerd op de mening, dat azalea's geen voeding nodig hebben, maar op de ervaring dat het een-

voudiger is om de voeding doeltreffend te regelen als men van niets uitgaat dan wanneer men rekening moet houden met een al aanwezige, maar vaak ongunstig geproportioneerde chemische rijkdom van het substraat.

In deze voorbeelden ging het om waarderingsverschuivingen welke betrekking hadden op teelten van relatief kleine omvang. Ik wil eindigen met een voorbeeld ontleend aan een zeer omvangrijke teelt. In de Verenigde Staten kent men op het platteland een organisatie welke zich noemt de 'Future Farmers of America'. Deze vereniging van plattelandsjongeren stelt zich ten doel om de belangstelling onder de jeugd voor het boerenbedrijf in stand te houden en aan te moedigen. Jaarlijks organiseert deze vereniging een wedstrijd waarbij van de leden wordt verwacht dat zij op één acre grond zo veel mogelijk maïs produceren. In elke staat van de Verenigde Staten wordt een winnaar bekend gemaakt. Deze winnaars worden vervolgens gerangschikt in de orde van grootten van hun maïs oogsten en zo wordt dan uit de 50 winnaars uit de staten een landelijke winnaar verkregen. Het merkwaardige nu is dat, als men deze rangorde bestudeert, de landelijke winnaar vrijwel nooit komt uit één der staten welke liggen in de zo bekende maïsgordel. Vaak vindt men zelfs deze staten niet vertegenwoordigd onder de eerste tien. Wat nu kan hiervan de oorzaak zijn? Mijns inziens hebben we bij de maïs teelt in deze z.g. corn belt te maken met een cultuur die zich daar ruim honderd jaar geleden gevestigd heeft vanwege de grote chemische rijkdom van de bodem. De gronden zijn in het algemeen geologisch gesproken jong en de jaarlijkse neerslag is niet hoog voor een streek met zo hoge zomertemperaturen. Deze relatief geringe neerslag heeft enerzijds geleid tot een geringe uitspoeling van waardevolle voedingsstoffen, anderzijds tot het ontstaan van gronden met hoge organische-stofgehalten vanwege de weelderige groei van prairiegrassen. Het resultaat was een rijke grond met een goede structuur. De Amerikaanse boer van de vorige eeuw vond hier een grond waarvan hij jaar in jaar uit kon oogsten zonder veel terug te hoeven geven.

In de meer regenrijke gebieden van de Verenigde Staten, ook daar waar de gronden geologisch jong zijn, vindt veel meer uitspoeling plaats en de hogere regenval werkte tevens in de hand dat de prairiegrassen verdrongen werden door bos. Het resultaat was hier een grond met veel geringere chemische rijkdom en laag aan organisch materiaal omdat bomen nu eenmaal minder organische stof in de grond brengen dan grassen.

Langzamerhand echter, nu ook door gebruik van voldoende kunstmeststoffen deze laatste gronden productiever gemaakt kunnen worden, doet zich het feit gelden dat de hogere regenval en het langere groeiseizoen hier hogere maïs opbrengsten mogelijk maken dan op de prairiegronden. Dat zulks nog niet op grotere schaal aan de dag treedt hangt waarschijnlijk samen met de vaak minder grote vooruitstrevendheid van de boeren in gebieden buiten de maïsgordel.

Aan het einde gekomen van mijn betoog wil ik mijn eerbiedige dank betuigen aan Hare Majesteit de Koningin voor mijn benoeming tot lector in de bemestingsleer aan de Landbouwhogeschool.

Mijne Heren leden van het Bestuur van de Landbouwhogeschool,

Ik ben U zeer erkentelijk voor het vertrouwen dat U in mij gesteld heeft door mij te willen voordragen voor deze functie. Naar mijn beste vermogen zal ik proberen dit vertrouwen te rechtvaardigen.

Dames en Heren hoogleraren, lectoren, docenten en leden van de wetenschappelijke staf.

Het zal U duidelijk geworden zijn dat ik de bemestingsleer zie als een tak van wetenschap welke vele raakvlakken vertoont met andere takken van wetenschap. Op mij rust dan ook de taak om mij te oriënteren omtrent de vorderingen welke gemaakt worden op vele andere terreinen. Ik hoop hierbij gebruik te mogen maken van Uw kennis en ervaring. In de nog betrekkelijk korte tijd waarin ik als wetenschappelijk staflid aan de Landbouwhogeschool verbonden ben geweest heb ik reeds met verschillende van U mogen samenwerken. Ik hoop dat deze samenwerking zich in de toekomst zal kunnen verbreden en verdiepen.

Hooggeachte Schuffelen,

Het tijdstip waarop U zich in 1947 intensief met studenten ging bezig houden, vanwege Uw benoeming tot lector, viel ongeveer samen met het tijdstip waarop ik mij als jong student voor de bodemkunde ging interesseren. Die interesse werd sterk gestimuleerd door de boeiende colleges welke U gaf. Als hoogleraar, enkele jaren later, staat U mij vooral duidelijk voor de geest als één der professoren welke een grote belangstelling aan de dag legde voor het wel en wee van de studenten. Deze intense belangstelling was er ondanks de overstelpende hoeveelheden werk, waarachter U, letterlijk en figuurlijk, in Uw werkkamer aan de Herenstraat schuil ging. Vervolgens kwam voor U de periode waarin U, als wereldreiziger, vele van Uw oud-leerlingen in hun werkkringen kon bezoeken en stimuleren. In al deze hoedanigheden heb ik het altijd bijzonder op prijs gesteld mij tot Uw leerlingen te mogen rekenen.

Toen mij enige jaren geleden het verzoek bereikte om mij in Wageningen onder Uw medewerkers te scharen, betekende dit voor mijn vrouw en mij het afscheid nemen van een land dat wij hadden leren waarderen. Dat wij de stap uiteindelijk toch genomen hebben, sproot voort uit het aantrekkelijke vooruitzicht voor mij om met U in Wageningen te zullen kunnen samenwerken. Ik heb in de afgelopen jaren deze samenwerking ten zeerste op prijs gesteld en ik spreek hierbij de hoop uit dat de band nog vele jaren zal mogen blijven bestaan.

Hooggeachte Bolt,

De ideeën omtrent hoger wetenschappelijk onderwijs en onderzoek die U propageert, zullen velen enigszins revolutionnair in de oren klinken. Ik meen in deze ideeën vaak de invloed te kunnen bespeuren van het Amerikaanse hoger-onderwijssysteem welks invloed U een aantal jaren heeft ondergaan. Ook ik ben ten dele een product van dit Amerikaanse systeem en dit is waarschijnlijk de reden dat ik mij in vele opzichten een warm voorstander kan noemen van de door U gehuldigde denkbeelden. Ik hoop dan ook dat de door mijn benoeming geschapen mogelijkheid tot gezamenlijk toetsen van deze denkbeelden mag bijdragen tot een effectieve overdracht van kennis omtrent de verschillende aspecten van de bodemkunde.

Doctor Black,

The four years that I spent in your laboratory have been the most busy, but also most fruitful years of my life. The intensity with which in that period your students strove to increase their knowledge on matters of soil fertility and related fields was only a logical consequence of the example that you gave them through your own conduct. The many students whose graduate work proceeded under your guidance, made it impossible for you to devote a great deal of time to any one of them individually. This situation created for each of us the necessity to learn to stand on our own feet, a very useful exercise. On the other hand, the hours during which I had the privilege to enter into discussion with you about my work were utilized so effectively, that ever since I have been trying to approach a comparable degree of efficiency in my own work.

Mijne Heren hoogleraren van de vakgroep Bodemkunde,

Tijdens mijn studie in Wageningen heb ik lang geaarzeld tussen specialisatie in de veldbodemkunde of in bodemvruchtbaarheid. Hoewel de keuze uiteindelijk uitging naar de bodemvruchtbaarheid, is de belangstelling in mij voor de veldbodemkunde blijven bestaan. Daarom verheug ik mij op de mogelijkheden om door contacten met U nauw verbonden te blijven met de ontwikkelingen in de veldbodemkunde. Mijnerzijds hoop ik een bijdrage te kunnen leveren tot het scheppen van een studieprogramma waarin de verschillende onderdelen van de bodemkunde tot een harmonisch geheel worden samengebracht.

Dames en Heren medewerkers van het Laboratorium voor Landbouwscheikunde,

De groei van een laboratorium brengt vaak met zich mee dat de verschillende onderafdelingen langzamerhand uit elkaar groeien. Ik acht het een gelukkige omstandigheid dat wij er tot nu toe in geslaagd zijn, ondanks groei, een dergelijke vervreemding te vermijden. Daartoe is nodig een geïnteresseerd zijn in elkaar, in elkaars werk en persoonlijk gevoelens. Deze interesse acht ik in ons laboratorium ruim-

schoots aanwezig. Daarom ook is het mij een genoegen om dagelijks onder U te mogen verkeren. Daarom ook is er een gevoel van persoonlijk verlies als die gemeenschap aangetast wordt. In dit verband wil ik hier in dankbaarheid gedenken de waardevolle gesprekken die ik de afgelopen jaren heb mogen voeren met onze onlangs overleden vriend en collega Middelburg. In de Heer Middelburg verloren wij een persoonlijke band met het succesvolle werk dat hij en anderen vóór de oorlog in Indonesië op het gebied van de bodemkunde hebben verricht.

Dames en Heren studenten,

De laatste jaren heb ik reeds meegewerkt aan de wetenschappelijke vorming van diegenen onder U welke aan het laatste gedeelte van hun bodemkundige studie bezig waren. Mij wacht nu ook de taak om de komende studentengeneraties vertrouwd te maken met de beginselen van de bodemkunde. Dit is een interessante opdracht waaraan ik mij met enthousiasme zal wijden. Ik verheel mij echter niet dat door de steeds toenemende aantallen studenten de mogelijkheden tot persoonlijk contact verminderen, als niet van beide zijden het verlangen blijft bestaan dit contact levend te houden.

Een voorwaarde waaraan voldaan moet worden, wil men als docent belangstelling van de studenten verwachten, is een presentatie van collegestof welke is aangepast aan resultaten van recent onderzoek verkregen met moderne technieken. Het vereist van een docent tijd en energie om aan deze voorwaarde te voldoen. Positieve reactie van de student in de vorm van belangstelling en bereidheid tot meewerken, vormen voor een docent de belangrijkste stimulans om zich ten volle te wijden aan deze taak. Ik hoop dat ik, geschraagd door Uw belangstelling, mij naar behoren van deze taak zal weten te kwijten.

Ik dank U voor Uw aandacht.

