

# GROND EN LANDBOUWTECHNIEK

## INAUGURELE REDE

GEHOUDEN BIJ DE AANVAARDING VAN HET AMBT VAN  
HOOGLEERAAR IN DE GRONDBEWERKINGEN  
GRONDDYNAMICA  
AAN DE LANDBOUWHOGESCHOOL TE WAGENINGEN  
OP 3 DECEMBER 1968

DOOR

IR. H. KUIPERS



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,  
Leden van de wetenschappelijke, technische en  
administratieve staf,  
Dames en Heren Studenten,  
Vrienden en Familieleden,  
Geachte aanwezigen.*

*Zeer gewaardeerde toehoorders,*

Grond en landbouwtechniek zullen voor de niet landbouwkundig georiënteerden twee willekeurige termen uit de landbouwsector zijn, voldoende duidelijk om er zich iets bij voor te stellen. De hoeveelheid grond waarover men beschikt, zegt iets over de grootte van het bedrijf, hoeveel er geproduceerd kan worden; de landbouwtechniek bepaalt hoe er geproduceerd wordt, gezellig ouderwets of spectaculair modern.

Voor de meer landbouwkundig geschoolden zijn de beide termen minder duidelijk. Wel zullen velen van ons zich nog de analyse herinneren, die Pons in zijn oratie 'Aarde, grond en bodem' gaf, en het begrip grond meer verbinden met het materiaal dan met het er uit opgebouwde bodemprofiel, maar ook dan nog zijn er zo veel aspecten aan deze term, dat de insider er zich in eerste instantie weinig concreets bij zal voorstellen.

De term landbouwtechniek is op zichzelf genomen niet meer dan een combinatie van twee nog veel vagere termen dan het woord grond. Zowel landbouw als techniek zijn zo wijde verzamelbegrippen, dat het eigenlijk verwonderlijk is, dat een combinatie van de beide termen een zoveel meer bepaald begrip oplevert. Kennelijk liggen de begrippen landbouw en techniek nogal ver uiteen. Landbouwtechniek is dus uiteraard niet de som van de landbouw en de techniek, maar het duidt een groep van activiteiten aan, die landbouw en techniek met elkaar verbinden. Bepaald niet alle activiteiten, want b.v. ook de cultuurtechniek en de levensmiddelentechnologie verbinden landbouw en techniek met elkaar.

Uitdrukkingen in andere talen, waarin ook een naam ontstaan is voor vergelijkbare velden van activiteiten, kunnen wellicht de nederlandse term nog wat verduidelijken.

Een vergelijkbare term in het Engels is: agricultural engineering. Voor mijn gevoel legt de uitdrukking engineering meer het accent op het ontwerpen en plannen maken dan de meer beschrijvende uitdrukking techniek. Bovendien vallen vele activiteiten die wij onder de cultuur-

techniek rekenen onder deze engelse term. Om beter aan te geven, dat het bij het nederlandse begrip gaat om de wijze van produceren op het landbouwbedrijf, zou een vertaling gelanceerd kunnen worden als wellicht agricultural of beter crop and livestock production engineering, maar het risico daarvan is, dat het begrip engineering er te veel in blijft domineren en het nederlandse woord verwijst nauwelijks naar het plannen van de produktie. Begrippen krijgen nu eenmaal hun inhoud door het gebruik. Een vertaling is dus voorhanden of niet, maar kan eigenlijk niet gemaakt worden.

De duitse term: Landtechniek is nog korter dan de nederlandse. Door het weglaten van het woord *bouw* komt de nadruk meer te liggen op de plaats van de activiteiten: niet in de stad, maar op het land. Ook de duitse term zou naar z'n constructie de cultuurtechniek kunnen omvatten, maar doet dat gelukkig niet. Dat zelfs in deze taal met een zo strikt bepalend idioom deze term is ontstaan en zo goed funktioneert, bewijst eens te meer, dat ook een term z'n bruikbaarheid niet bij de geboorte, maar in z'n leven verwerft.

Wij zouden de term landbouwtechniek kunnen omschrijven als die groep van activiteiten, waarbij landbouw en techniek bij de produktie op de landbouwbedrijven met elkaar verbonden worden.

De combinatie van de woorden Grond en Landbouwtechniek koos ik om het vakgebied aan te duiden, waarop mijn activiteiten zich richten. Ook hier geldt, evenals bij de aanduiding landbouwtechniek, dat de realiteit ouder is dan de aanduiding ervan; een naam is immers altijd het antwoord op een ontmoeting.

Dat grond en landbouwtechniek met elkaar te maken hebben is niet een ontdekking van de laatste jaren. Het lijkt mij veel gemakkelijker om staande te houden, dat het in eerste instantie de grond was, die de landbouwtechniek deed ontstaan. Het is de mens immers al heel vroeg duidelijk geweest, dat de menselijke kracht maar klein is in verhouding tot de in de grond schuilende krachten. De moderne verkeers- en communicatiemiddelen mogen ons de indruk geven, dat de wereld maar klein is, iemand die de schop ter hand neemt, denkt er al gauw anders over. Rotstekeningen laten zien, dat meer dan duizend jaar voor het begin van onze jaartelling ook in Europa de mens al trekdieren voor de grondbewerking gebruikte (1). Geen wonder! We weten nu, dat de trekkracht per  $\text{dm}^2$  voordoorsnede van een goede ploeg 20–100 kg is. Een  $\text{dm}^2$  is maar een heel klein oppervlak en zelfs 50 kg trekken verveelt al gauw.

De grond heeft de mens al heel vroeg geleerd z'n handen op een intelligente manier te gebruiken. Men zou kunnen tegenwerpen, dat toch de landbouw nu niet bepaald de plaats is waar de techniek tot ontwikkeling kwam. Ik suggereerde U immers al dat het duitse woord Landtechnik eigenlijk heel speels gebruik maakt van het besef, dat techniek en stad bij elkaar horen. Landbouw hoort meer bij natuur en de techniek be-

derft de idylle eigenlijk alleen maar. Hoezeer ik ook gevoelsmatig hierin mee kan komen, het is wat voorbarig de rol van de techniek in de landbouw zo als een moderne rariteit voor te stellen. In feite heeft de techniek in de landbouwproductie altijd een belangrijke rol gespeeld. Veel hiervan is onder het stof der eeuwen voorgoed verdwenen, veel zal ook ongetwijfeld nog verdwijnen, gezien het feit dat in de stroomversnelling van de huidige ontwikkelingen maar weinig belangstelling voor het historisch aspect van de landbouwtechniek het hoofd boven water kan krijgen. De confrontatie met de beperktheid van de technische mogelijkheden in ontwikkelingslanden zal ons wel eens naar een grotere kennis van de landbouwtechniek in het verleden doen verlangen, maar ook hier is begrijpelijkerwijs de aandacht zeker van de technici vaak meer geboeid door het toekomstperspectief dan door de weg waarlangs het geopend werd.

Op welke wijze de huidige landbouwtechniek met de grond te maken heeft, zou ik eerst in vogelvlucht willen verkennen.

Historisch gezien is de *grondbewerking* wel het terrein waarop het verband het meest duidelijk in het oog springt. Om de grond te kunnen bewerken, heeft men van oudsher de techniek ingeschakeld en als men zich realiseert hoe door de eeuwen heen over de gehele aardbodem wellicht zelfs het overgrote deel van de mensheid zich hiervoor ingespannen heeft, dan zou men de ploeg het anker kunnen noemen waarmee de mens aan de aarde gebonden is. Het grote probleem van de techniek was hierin gedurende vele eeuwen een voldoende sterke en duurzame constructie te maken om de grond los te maken en eventueel te keren.

In de moderne techniek wordt dit probleem aanzienlijk scherper gesteld. De constructie moet wel sterk zijn, soms zelfs erg sterk, maar niet duurder dan nodig is en de vereiste werking moet dus nauwkeuriger omschreven worden. De vraag naar werktuigen voor de grondbewerking leverde dus bij ieder antwoord tevens de tegenvraag op, welk werk er uitgevoerd moest worden.

Hier ontrolt zich dan ook het eerste gebied waar grond en landbouwtechniek elkaar raken: de behoefte aan grondbewerkingen, de precisering ervan en de wijze waarop de grondbewerking kan worden uitgevoerd.

Er is echter nog een ander gebied waar het verband al zeer vroeg gevoeld moet zijn en waar evenzeer eerst in de laatste tijd de vragen duidelijker gesteld gaan worden. In de primitieve landbouw werd en wordt de grondbewerking door een woelend werktuig in meerdere gangen uitgevoerd, waarbij de tweede bewerking in een andere richting plaats heeft dan de eerste om de hele grond los te woelen. Men hoeft niet veel over het land gelopen te hebben om ervan overtuigd te raken dat de *begaanbaarheid* van los kluitig land heel wat minder is dan van vlak, stevig land en het zijn heus niet alleen de trekdiere, die op een drassige sawah maar moeizaam vooruitkomen.

Ik neem aan, dat een van de grote voordelen van het invoeren van de risterploeg in onze streken was, dat de ploeger in de vlakke open voor achter de ploeg kon lopen. Met name b.v. de constructie van de door v. d. Poel (2) beschreven Rijnsburger ploeg doet vermoeden, dat de grond 2 à 300 jaar geleden nog vaak meer opzij geschoven werd dan gekeerd. Er ontstond dus waarschijnlijk wel een open voor, maar de kwaliteit van het ploegen lijkt mij dubieus.

Wij moeten tenslotte niet vergeten, dat door een ploeger bij een werkbreedte van 25–30 cm, per ha te voet een afstand moest worden afgelegd van 40 à 30 km, dus van Wageningen naar Arnhem en terug. In de gemechaniseerde landbouw behoren deze lange afstandmarsen tot het verleden. Dat neemt niet weg, dat het rijden over ruw land nog vaak allesbehalve aangenaam is, en het speurwerk ter verbetering van trekkerzittingen komt dan ook heus niet voort uit een overdreven perfectionisme.

Het rijden over het land heeft veel loopwerk vervangen, maar de rol die de grond bij de voortbeweging speelt is er niet minder om geworden.

Het zijn deze twee gebieden, de grondbewerking en de grond als werkterrein, die ik wat nader zou willen bezien. Op het eerste gezicht mogen dat twee terreinen zijn waarvan het wat gezocht is om ze naast elkaar te zetten, maar in feite is het veel moeilijker ze te scheiden dan ze samen te beschouwen. Als een trekker een eenscharige ploeg voortbeweegt is de ware situatie, dat elk der achterwielen dezelfde werkzame breedte heeft als de ploeg. Ieder stukje grond krijgt dus eigenlijk drie bewerkingen: n.l. eerst wordt het onder het landwiel van de trekker doorgeperst, even later snijdt de ploeg de grond los en legt hem opzij en tenslotte wordt dan de blootgelegde ondergrond onder het door de open voor lopende trekkerwiel doorgeperst.

Bij het voorspellen van de trekkracht die de bewerking zal vragen zal men dus rekening moeten houden met de veranderingen die de grond nog zal ondergaan, alvorens het werktuig erop in zal werken. Voor hen die enigszins vertrouwd zijn met het gedrag van grond onder trekkerwielen is dit een schrikbaar complicatie, al zal de praktisch ingestelde onderzoeker zich hierdoor heus nog niet schaakmat behoeven te voelen.

Het genoemde eenvoudige voorbeeld, de interactie tussen trekker en ploeg moge een voldoende rechtvaardiging vormen om in eerste instantie een ogenblik stil te staan bij het *rijden over land* als één van de belangrijke onderwerpen in het vakgebied.

De landbouwkundige die zich met dit terrein bezig houdt kan zich in een groot gezelschap van mede-geïnteresseerden verheugen. In de tweede wereldoorlog zijn het voetvolk en de paarden van de eerste vervangen door allerlei soorten motorvoertuigen en de terreinvaardigheid ervan bleek al gauw op een lugubere wijze een levensbelang te zijn. De resultaten van het in allerijl opgezette onderzoek kwamen in de na-oorlogse

jaren geleidelijk voor het voetlicht. Op 15 januari 1962 kwam de Intern. Society for Terrain Vehicle Systems tot stand, waarin men poogt alle onderzoekers die zich bezighouden met het rijden buiten de wegen bijeen te brengen. Een vakblad: The Journal of Terramechanics, internationale en regionale congressen e.d. moeten het doel bevorderen. De landbouwkundigen spelen hierin uiteraard maar een bescheiden rol, maar de fundamentele processen die zich in de grond afspelen zijn zo overeenkomstig, dat hier het monsterverbond tussen boer en soldaat tot stand gekomen is. Men hoeft geen pacifist te zijn om de wens uit te spreken, dat de ontwikkelingen ertoe zullen leiden, dat het door Jesaja zo plastisch gestelde, dynamische evenwicht tussen zwaarden en ploegscharen een aflopende reactie zal worden in de richting van de ploegscharen.

Wat zijn nu de hoofdlijnen die zich in dit onderzoek gaan aftekenen? Op het gevaar af de gecompliceerdheid van het mechanisme geweld aan te doen, zou men kunnen stellen, dat er in hoofdzaak twee processen blijken te zijn: het in de grond wegzakken van de wielen en het op de grond afsteunen van horizontale krachten. De processen zijn niet onafhankelijk van elkaar, maar ze zijn voldoende verschillend om ze in eerste aanleg gescheiden te bestuderen. Bij het in de grond zakken zijn betrekkelijk grote volumina betrokken. De grond zal direct onder het wiel naar beneden uitwijken, naast, maar ook achter en soms voor het wiel kan de grond ook omhoog geperst worden.

De dichtheid van de grond kan zich bij dit stromingsproces wijzigen, maar dit gebeurt zeker niet altijd. Soms blijkt de grond zelfs bij redelijke luchtgehalten van b.v. 10% er de voorkeur aan te geven zijdelings uit te wijken, soms is de weerstand daartegen zo groot, dat de reactie hoofdzakelijk neerkomt op een verdichting. Het wat apocriefe resultaat kan zijn, dat een op het oog zeer ernstig, diep spoor nauwelijks iets met een verdichting te maken heeft, terwijl een op het oog onschuldig spoor, van enkele cm's diepte, een bouwvoor in z'n geheel al erg dicht maakt. Trouwens men hoeft niet eens te rekenen om in te zien dat voor het verdichten van een bouwvoor van b.v. 25 cm, een zakking van enkele cm's voldoende moet zijn. Het leren voorspellen van de reactie van grond op belastingen van een duur en orde van grootte als onder trekkerwielen voorkomen, is een van de vraagstukken, waaraan in het vakgebied van de gronddynamica een grote prioriteit moet worden toegekend. Hieruit moge U terloops blijken, dat het in mijn leeropdracht genoemde terrein van de gronddynamica een deel van het onderzoeksniveau aanduidt, van waaruit verklaringen zullen moeten worden gegeven.

Het afsteunen van de horizontale krachten blijft waarschijnlijk beperkt tot een aanmerkelijk kleinere grondlaag, waarin de spanningen echter zo hoog kunnen oplopen, dat het voorwaar geen sinecure is om er adequate laboratoriumproeven voor op te zetten. Weliswaar vindt men in de literatuur opgaven over de hoek van inwendige wrijving, die een maat moet zijn voor de sterktoename bij verticale belasting, maar doorgaans is deze waarde bepaald bij belastingen die een

fractie zijn van wat in de praktijk voorkomt en de samendrukbaarheid van landbouwgronden doet niet veel goeds vermoeden voor de gebruikelijke extrapolatie naar hogere spanningstoestanden (3).

Uit recent onderzoek (4), zoals dat b.v. in het centrum te New Castle onder leiding van Reece gebeurt, is inmiddels wel duidelijk geworden, dat de horizontale beweging van grond onder een wiel van dien aard is, dat wat de landbouwkundigen onder bodemstructuur verstaan er intensief door beïnvloed moet worden.

Terecht zal de landbouwkundige zich afvragen wat al deze grondbewegingen wel voor invloed op de bodemstructuur hebben. Trouwens de meer praktisch ingestelden hadden die vraag al lang via een andere weg geformuleerd. Mechanisatie en bodemstructuur zijn in het landbouwkundig jargon immers twee begrippen, die als Ardjoeno en zijn tegenstanders in het schimmenspel ten eeuwige dage hun strijdtoneelen opvoeren. Moge in de strijd tussen goed en kwaad het compromis een dubieuze zaak zijn, in ons technisch probleem zal de kwalitatieve aanduiding van de effecten ons weinig bevredigen, we zullen ons juist op de kwantitatieve moeten richten, omdat het juist om het beste compromis gaat.

Daarbij wordt dus verondersteld, dat de mechanisatie i.c. het rijden over het land een bodemstructuur teweeg zal brengen, die ongunstig is voor de plantengroei. Alhoewel dit opzichzelf niet zo'n onbegrijpelijke gedachte is en genoegzaam bekend is, dat er extreme verdichtingen kunnen ontstaan en dat op erg dichte gronden de gewasgroei maar slecht verloopt, toch mag het feit dat ondanks de voortgeschreden mechanisatie ons land nog geen woestijn geworden is, tot enige voorzichtigheid manen.

De vraag of de mechanisatie de bodemstructuur op een voor de plantengroei ongunstige zin beïnvloedt, is parallel aan de vraag in hoeverre de grondbewerking dat in gunstige zin doet.

We zagen reeds dat wielen de bodemstructuur op een nogal gecompliceerde wijze beïnvloeden. Toch mag men redelijkerwijze aannemen, dat het effect van grondbewerkingswerktuigen aanmerkelijk gecompliceerder is, omdat het wiel of zijn equivalent bij de grondbewerkingswerktuigen, de landrol, wel de eenvoudigste vorm is, waarin drukspanningen op de grond worden overgebracht. Het karakteriseren van het effect van grondbewerkingswerktuigen is dan ook een vakgebied, dat in zekere zin nog in de kinderschoenen staat. Men herkent dit gelukkig niet alleen aan de wat onzekere koers, maar ook aan de ogenschijnlijk vanzelfsprekende wijze waarop successen worden geboekt.

Ophogingsmetingen, bedoeld om het losmakend effect van het ploegen te karakteriseren, brachten het waterdichte bewijs voor het dichtrijden van de grond in het voorjaar (5); metingen van doorsneden van aardappelruggen onder leiding van Kouwenhoven, bedoeld om het losmakend effect van aardappelverzorgingswerktuigen vast te leggen, le-

verden het wat ontvullende resultaat op, dat dit losmakend effect veelal nauwelijks of niet opweegt tegen het verdichtend effect van de trekkerwielen (6); grondverplaatsingsmetingen bij het ploegen, ook onder leiding van Kouwenhoven verricht en bedoeld ter ondersteuning van het onderzoek naar het effect van de ploegsnelheid bij diverse ristervormen, van Poesse, leverden als verrassend resultaat op, dat de bij het ploegen boven komende zijde van de grondbalk sterk wordt uitgerekt (7) en zo zouden er meer voorbeelden genoemd kunnen worden, waaruit blijkt, dat de bestaande globale noties over het effect van de werktuigen door een kwantitatieve omschrijving aanzienlijk van gedaante veranderen, soms zelfs zozeer, dat het practici tot een wijziging van hun grondbewerkinggebruiken blijkt aan te sporen.

Om niet in het bos van de vele mogelijkheden en ingewikkelde omschrijvingen met U te verdwalen zou ik één gemakkelijk te doorzien beoordelingscriterium van de bodemstructuur met U willen vervolgen bij zijn beïnvloeding door rijden en bewerken en in zijn relatie tot de plantengroei, nl. de dichtheid van de grond. Het begrip is eenvoudig: naarmate er minder ruimte tussen de vaste delen van de grond voor water en lucht beschikbaar is, noemen we de grond dichter. De algemene notie is meteen al duidelijk, het rijden zal de grond dichter, het bewerken daarentegen juist lossen maken. In het voorgaande had ik al de gelegenheid bij beide zo vanzelfsprekende beweringen een kritische kanttekening te plaatsen. Bij het rijden over het land hoeft de grond niet dichter te worden. Soms treedt een stromingsproces op, waarbij de dichtheid zich niet wijzigt. Wel kan dan, zoals Koenigs (8) uitvoerig beschreef door deze stroming het vochthoudend vermogen van de grond verhoogd worden en zijn stabiliteit verlaagd, waardoor de structuur minder hoog gewaardeerd zal moeten worden, maar de dichtheid kan gelijk gebleven of zelfs afgenomen zijn. Dit waarschuwt ons alvast de dichtheid niet te lichtvaardig te interpreteren.

Ook bij het losmakend effect van het ploegen plaatste ik reeds een kanttekening door te vermelden, dat het effect in het voorjaar na de inzaai vaak kwantitatief teniet gedaan is, een waarneming die gesteund wordt door het werk van Håkansson in Zweden (9), Feuerlein in Duitsland (10) en Wilton in Engeland (11). Hierbij speelt het rijden over het land in het voorjaar de beslissende rol. Kwantitatieve onderzoeken zoals van Håkansson (12) over het aantal sporen dat in het voorjaar gemaakt wordt, laten zien dat het vaak voorkomt, dat het land geheel met sporen bedekt is vóór het gewas begint te groeien.

Het gewas zal dus een dichtheid van de grond aantreffen, die weinig of niet verschilt van de toestand vóór het bewerken. De vraag komt op of dit wel de optimale dichtheid is. Van de zijde van de landbouwtechniek uit gezien heeft een grote dichtheid wel voordelen. Het rijden over dicht land is veel makkelijker dan over los land, er zullen geen sporen ontstaan en men kan er een flinke trekkracht aan ontleen, maar prac-



tici zien allerlei bezwaren. Laten we er enkele globaal aanduiden: in ons natte land tillen we er zwaar aan, dat het water toch weg moet kunnen zakken en dichte grond is minder doorlatend. Dit moge voor een verzadigde stroming waar zijn, maar voor een onverzadigde niet. Daarbij geldt juist het omgekeerde. Een dichte grond zou kouder zijn. Als de verdamping door de betere geleidbaarheid hoger is, zal dit wel kloppen, gezien de grote hoeveelheden energie die erbij betrokken zijn. Als dit effect niet optreedt, blijkt uit de dissertatie van Van Duin (13), dat al op een geringe diepte de dichte grond heel goed warmer kan zijn. Recente metingen van Stranak in Tsjecho-Slowakije en van Vez in Zwitserland bevestigen dit (14).

Een ander argument is, dat er toch ook voldoende lucht in de grond moet zijn. Theoretische beschouwingen, reeds door Van Duin in 1956 (13) en Wesseling in 1957 (15) in hun dissertaties gegeven, geven weinig grond voor pessimisme in deze en meer praktische onderzoeken b.v. als van Brown en Fountaine (16) in Engeland en eigenlijk ook die van Boekel (17) in Nederland geven aanleiding om te vermoeden, dat vooral het afsluiten van de lucht in de grond het kritieke punt vormt. De wortels moeten toch ook plaats hebben in de grond. Dit spreekt wel vanzelf, maar de wortels beslaan toch niet meer dan 1 of enkele vol. % van de bouwvoor. Daarmee zijn zeker niet alle aspecten genoemd. De grote invloed die het losmaken van de grond b.v. op de koolzuurproductie heeft, wijst er wel op, dat het de in de grond levende organismen niet onverschillig is of de grond dicht of los is en het niet doorwortelen van al te dichte grond, dat bv. in proeven van Schuurman (18) duidelijk gedemonstreerd wordt en dat ook uit tal van storingen in de praktijk genoegzaam bekend is, maken wel duidelijk, dat er grenzen zijn, maar hoe dicht men die zonder te grote risico's benaderen kan, is nog moeilijk aan te geven. Toch is dat de gedaante waarin de vraag, vanuit de landbouwtechniek gezien, zich gaat aftekenen. De kwantitatieve beschouwingen, die tot nu toe bekend geworden zijn, geven in ieder geval aanleiding om zich tegenover de globale notie dat een losse grond ideaal is, kritisch op te stellen.

De pogingen om bij het beschikbaar komen van allerlei herbiciden akkerbouw zonder losmakende grondbewerkingen te bedrijven, geïnspireerd op de door Russell en zijn school gestelde hypothese dat grondbewerking alleen als onkruidbestrijdingsmaatregel zinvol zou zijn, hebben het onderzoek naar de relatie tussen de dichtheid van de grond en de plantengroei eindelijk de noodzakelijke stimulans gegeven om op wat bredere schaal van de grond te komen. U vergeven mij de wat dubbelzinnige beeldspraak.

De tijd is zeker nog niet rijp om tot een overzicht van de behaalde resultaten te komen. Het omvangrijke door Boekel (17) in ons land verzamelde materiaal maant tot voorzichtigheid, maar de correlatieve aard brengt met zich mee, dat geen uitspraken zijn gedaan over de mogelijkheid een wat grotere dichtheid te compenseren door een hogere be-

mesting (20). Het eveneens uitgebreide materiaal van Stranak in Tsjecho-Slowakije (21, 22, 23) leidt voor de omstandigheden daar tot de conclusie, dat een te losse grond de opbrengst drukt, de onderzoekingen van Håkansson (24) in Zweden zijn weer duidelijk ten gunste van de lossere grond, maar hij onderzocht weer een ander traject. Het zal beseft noodzakelijk zijn de relaties aan meer fundamentele beschouwingen te onderwerpen om tot te generaliseren resultaten te komen. Een aspect hiervan lijkt mij uit de huidige onderzoekingen toch al wel zichtbaar te worden. De duidelijkste reacties vindt men, zoals te verwachten was in modelproeven. Stranak wijst er met name op, dat de reacties in veldproeven vaak minder duidelijk, soms zelfs anders zijn. Terecht zullen we ons afvragen of de regulering van de dichtheid in beide gevallen voor de grond wel tot hetzelfde resultaat leidt. We ontdekken dan al gauw, dat het begrip dichtheid van de grond in de praktijk een aanmerkelijk gecompliceerder begrip is dan men zich veelal realiseert. Het poriënvolume van landbouwgronden varieert globaal gesproken, althans op minerale gronden, van b.v. 40 tot 60%, maar geen bodemphysicus verwondert zich erover, als op één perceel de in ringmonsters van 100 cc gevonden waarden variëren van 40 tot b.v. 55%. Het spoort hem aan een flink aantal monsters te nemen, zodat de gemiddelde waarde met een betrouwbaarheid van één of enkele vol. % bekend is. Toch is de gedachte, dat het gewas op deze gemiddelde waarde zal reageren: weinig voor de hand liggend, als men zich realiseert, dat de bouwvoor doorgaans blijkt te bestaan uit een verzameling lossere en dichtere plekken. De planten zullen immers als levende organismen zich meer op de mogelijkheden dan op de moeilijkheden richten. Het is merkwaardig, dat veel mensen in dit opzicht soms verschijnselen vertonen, die zo gezien, aan degeneratie doen denken.

Om terug te keren tot de planten, het zou heel goed denkbaar zijn, dat de planten nauwelijks zullen reageren op dichte plekken in de grond. Het is zelfs niet onwaarschijnlijk, dat men een flink gedeelte van de grond voor de produktie kan uitschakelen, zonder dat het gewas daar onder hoeft te lijden als het resterende goede deel maar voldoende continu en rijk genoeg is. Beschouwingen van Wiersum (25) en zeer recente berekeningen van Van Diest (26) ondersteunen deze gedachte. In de geschetste welvaartgrond zou men dus kunnen verwachten, dat bij een steeds toenemend aantal dichte plekken, dus een steeds dalende gemiddelde dichtheid, de reactie pas op zal gaan treden in het laatste deel van het dichtheidstraject. Dit is geheel in overeenstemming met de tot nu toe opgedane ervaring. Aan de andere kant zou men zich kunnen voorstellen, dat een zeer dunne uiterst dichte, horizontale, continue laag de plantengroei desastreus zou beïnvloeden zonder dat de gemiddelde dichtheid merkbaar verandert. Daarmee is dan de gemiddelde dichtheid tot een in principe weinig efficiënte maat bestempeld, maar wellicht zal blijken dat een benaderingswijze, die met de hier ontwikkelde gedachte van de rol van de homogeniteit rekt, niet alleen nieuwe

problemen, maar ook nieuwe perspectieven opent. Trouwens ook het boeiende concept van de bioporen, zoals dat door Slager (27) is gelanceerd, is in essentie een overeenkomstige benadering.

Voor de landbouwtechniek betekent dit een uitzicht op andere beoordelingscriteria, dan waaraan men gewend is. Door grondbewerkingen streeft men tot op zekere hoogte naar een homogenisatie. Machinaal werk vraagt ook om homogene situaties. Bij bewerking met werktuigen als ploegen of cultivatoren zou in een homogene grond de trekkracht weliswaar niet constant zijn, maar de schommelingen en de daarmee samenhangende breukpatronen zouden bij voldoende kennis in het vlak van de gronddynamica in principe te berekenen zijn. In de heterogene grond evenwel, zal de trekkracht sterk schommelen en de noodzakelijke sterkte van de werktuigen wordt nu eenmaal bepaald door de grootste optredende kracht. Het resultaat van de bewerking zal evenwel juist door zwakke delen van de grond sterk beïnvloed worden. Bij het rijden over de grond zullen juist de dichte brokken in een heterogene grond de samendrukbaarheid van het geheel sterk reduceren door hun grotere draagkracht. Wie zich tot doel stelt een grof geploegde kleigrond gelijkmatig te verdichten zal al gauw ontdekken, dat dit een moeilijke zaak is.

Waarschijnlijk zal hij besluiten de grond eerst gelijkmatig los te maken door secundaire bewerkingen en daarna zal hij de gelijkmatige verdichting aanzienlijk gemakkelijker tot stand kunnen brengen.

Bij het achterwege laten van de grondbewerking op akkerbouwpercelen zal men dan ook, evenals men dat in incidenteel gewoelde of niet meer bewerkte lagen kan vaststellen, doorgaans pas na enkele jaren tot een gelijkmatige verdichting komen, waarbij gewasreacties waarschijnlijk worden. In homogene situaties, of bij marginale groeiomstandigheden, zal men zich over het algemeen minder kunnen permitteren.

Ik schetste U deze gedachtegang niet omdat de betrouwbaarheid ervan bewezen is, zeker ook niet om de genuanceerdheid van de praktische situaties te verdoezelen, maar omdat ik er een duidelijke demonstratie in meende te zien van hoe landbouwtechniek en grond, als groei-milieu voor de planten en werkterrein voor de boer, elkaar raken en hoe in dit terrein de noodzakelijke begrippen een eigen karakter krijgen, omdat de aandacht zich concentreert op aspecten, die we als beïnvloedbaar leren kennen, die weliswaar vaak moeilijk te kwantificeren zijn, maar die toch eerst dan hun ware aard tonen.

Om dit voorbeeld te kunnen uitwerken heb ik moeten afzien van een enigszins volledige inventarisatie van het gebied, met name is b.v. het terrein van de gronddynamica veel beknopter aangeduid dan in een evenwichtige analyse gerechtvaardigd zou zijn. Zo is ook naar de vraag in hoeverre het klimaat of de productieomstandigheden bepalend zijn voor de grondbewerkingsgebruiken in allerlei gebieden, slechts aanduidenderwijs verwezen en tenslotte realiseer ik mij, dat men mij er ge-

makkelijk van zou kunnen verdenken, dat ik een dichte landbouwgrond als een ideaal zie. Om althans deze voor de hand liggende misvatting minder kans te geven, zou ik dit deel van mijn rede willen eindigen met de verzekering, dat ik de landbouwtechniek beslist niet zie als een machtig wapen in de strijd tegen de natuurkrachten, maar veeleer als een bevrijding van veel moeizaam tot armoe veroordelend werk.

In een gevecht kan men in de natuur, en zeker ook aan de grond, veel vernielen, maar van een vriend kan men meer vragen, naarmate men hem beter kent.

Aan het eind van mijn rede gekomen, wil ik eerst aan Hare Majesteit de Koningin mijn eerbiedige dank betuigen voor mijn benoeming tot Hoogleraar in de Grondbewerking en Grond-dynamica aan de Landbouwhogeschool.

*Mijn Heren Leden van het Bestuur van de Landbouwhogeschool,*

Voor het vertrouwen, dat spreekt uit Uw voorstel om mij tot hoogleraar te benoemen, ben ik U oprecht erkentelijk. Toen ik, op de dag af 9 jaren geleden vanaf deze plaats U vroeg de afdeling Grondbewerking van zijn Benjamin's positie te willen laten profiteren, was dat ook wel nodig. De afdeling bestond immers praktisch alleen op papier en ik was het enige lid. Dat U mij in mijn toch betrekkelijk kwetsbare positie al die jaren zo nadrukkelijk de nodige armslag hebt gegeven om de afdeling op een prettige wijze te kunnen ontwikkelen, stemt mij zeer dankbaar. Ik ben mij bewust, dat het tot stand komen van de afdeling Landbouwtechniek en mijn intrede daarin mij voor de taak stelt mijn aandeel te leveren in een groter geheel van onderwijs en onderzoek. Ik twijfel er niet aan, of U zult ook voor dit bredere doel graag in ruime mate middelen ter beschikking stellen. Ik hoop, gezien de belangrijke rol die technische hulpmiddelen in een technische afdeling nu eenmaal moeten spelen, dat U dat ook zult kunnen realiseren en ik zal er van mijn kant graag mijn best voor doen om een hoog rendement uit de bereikbare investeringen te maken. Mijn op ervaring gebouwde overtuiging, dat U ten aanzien van deze nieuwe afdeling in wezen dezelfde wensen koestert als haar leiding, geeft mij een groot vertrouwen in de ontwikkelingsmogelijkheden en de samenwerking.

*Hooggeachte Hellinga, Kruidhof en Schuffelen,*

Van mijn Wageningse leermeesters bent U de enigen, die ook thans nog actief aan het onderwijs deelnemen. Dat ik indertijd intensief kon genieten van de studie, al was het ook toen, vlak na de oorlog, niet louter rozengeur en maneschijn, heb ik mede aan Uw enthousiasme te danken. Ik zal mij gelukkig prijzen als ik erin zou slagen de interesse voor mijn vak op een overeenkomstige wijze over te dragen. Ook mijn helaas reeds overleden leermeesters Edelman en Van Wijk staan mij hierbij als voorbeelden van enthousiasme en diep inzicht voor ogen.

*Hooggeachte Bruin, Mijnheer de Directeur en medewerkers van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid,*

De jaren die ik onder Uw leiding en in Uw midden doorbracht staan als goede jaren in mijn herinnering gegrift. De ruimte voor onderzoek en een omgeving van kundige collegae deden mij snel de weg vinden naar het vakgebied, dat ik vandaag mocht presenteren.

*Hooggeachte Hoogleraren, Lectoren, Docenten en Wetenschappelijke Medewerkers.*

Met velen van U kwam ik reeds in de afgelopen jaren op allerlei wijzen in contact. De realiteit is, dat wij eigenlijk allen een zodanig bezet leven leiden, dat de contacten noodzakelijkerwijs weinig uren omvatten, maar ik heb tot mijn grote vreugde bemerkt, dat de kwaliteit dit goed kan maken. Wel wil ik hier graag van mijn oprechte wens getuigen, dat mijn intrede in een nieuwe afdeling niet in het minst afbreuk zal doen aan de prettige samenwerking, die ik met meerdere afdelingen, in het bijzonder met de afdelingen Landbouwscheikunde, Landbouwplantenteelt en Tropische Landbouwplantenteelt mocht onderhouden.

*Hooggeachte Moens en Quast,*

Na 9 jaren eindigt het bestaan van de afdeling Grondbewerking, waarvan de opbouw mij naast veel inspanning ook veel voldoening gaf. In die jaren heb ik daarbij duidelijk meer van de afdeling Landbouwwerktuigen en -gebouwen geprofiteerd dan dat ik eraan kon bijdragen. Het besef dat de organisatie van onze hogeschool om beter bestuurbare eenheden vraagt en dat een groter doel een grotere inzet rechtvaardigt, heeft mij toch van harte de door U toegestoken hand doen grijpen om gezamenlijk ons in te zetten voor een nieuw geheel. Ik zal mij hier graag voor inzetten en ik ben ervan overtuigd, dat onze samenwerking niet alleen nuttig, maar ook prettig zal kunnen zijn. Voor de zo voor mij geopende nieuwe mogelijkheden ben ik U zeer erkentelijk.

*Medewerkers van het Laboratorium voor Grondbewerking,*

Met U mocht ik samen dit laboratorium opbouwen. Vooral U waarde Kroesbergen, die praktisch vanaf het eerste begin in de ware zin des woords mijn rechterhand bent geweest, ben ik veel dank verschuldigd. Maar ook zij, die later successievelijk de gelederen kwamen versterken, ben ik bijzonder dankbaar voor alle bijdragen. Ik hoop en verwacht, dat U allen er zich voor zult blijven inzetten om het laboratorium nu als onderdeel van de afdeling Landbouwtechniek goed en efficiënt te laten functioneren; dat zal de goede onderlinge verhoudingen bestendigen.

*Medewerkers van de afdeling Landbouwtechniek,*

Wij staan gezamenlijk voor een forse taak, n.l. om ingenieurs in de landbouwtechniek op te leiden in een wereld waarin de techniek zich zo snel ontwikkelt, dat het haast niet doenlijk lijkt bij te blijven. Daarbij

zijn de beschikbare hulpmiddelen nog beperkt en ons aantal klein. Dat betekent in ieder geval, dat wij veel vindingrijkheid zullen moeten opbrengen en sterk op elkaar aangewezen zijn om het best mogelijke resultaat te bereiken. Ik hoop dat de spanning van de taak nooit ons humeur zal beïnvloeden. Ik van mijn kant wil er graag mijn best voor doen deze spanning niet onnodig op te voeren; van U verwacht ik, dat U hem niet als noodlot, maar als uitdaging zult aanvaarden, dan kan ook samen hard werken heel prettig zijn.

*Mijne Heren Studenten,*

Men zou het zelfs als een onbezonnenheid kunnen aanvoelen om in de huidige tijd nog het hoogleraarsambt te ambiëren. Gelukkig heb ik met velen van U contacten, die mij bewijzen dat spreekbuizen gevoelens wel aanduiden, maar ook vertekenen. Inderdaad zie ik onze hogeschool als een instelling die er in de eerste plaats voor U is, maar uiteraard minder om wat U bent, maar meer om wat U worden wilt. Als U daarbij de voorgaande generatie niet als een te kopiëren ideaal voor ogen staat, zal niemand U dat kwalijk nemen, daarvoor is het toekomstbeeld in onze tijd te vaag geworden, maar als U de hogeschool als gangmaker voor Uw eigen bijdrage wilt gebruiken, dan zult U zich niet beklagen als de snelheid groot wordt. Dat hoeft ook beslist niet onaangenaam te zijn, want als U de gang er maar in houdt, behoeven de versnellingen niet zo groot te zijn. Ik zal U graag helpen op gang te komen en als U meent, dat ik U ergens in de weg sta, dan stel ik het op prijs als U toetert, maar U zult begrijpen, dat aanslepen in een afdeling Landbouwtechniek een afgang is. Ik hoop dat U het allen, in laatste instantie als een groot voorrecht zult beschouwen om te kunnen studeren.

## LITERATUURLIJST

1. J. M. G. VAN DER POEL, 'Het Ned. Openluchtmuseum', Deel V, Arnhem 1967.
2. J. M. G. VAN DER POEL, *Volkskunde* 59, N.R. 17, 1 (1958). 1-10.
3. E. R. FOUNTAINE, P. C. J. PAYNE, *Trans. Vth. Int. Congr. of Soil Sci.* 1954, Vol. II, 35-45.
4. J. Y. WONG, *Journ. Agric. Eng. Res.* 12 (1967). 257-269.
5. H. KUIPERS, C. VAN OUWERKERK, *Journ. Agric. Sci.* (1963), 45-53.
6. J. K. KOUWENHOVEN, *Eur. Potato Journal* 10 (1967). 257-271.
7. H. KUIPERS, C. VAN OUWERKERK, G. J. POESSE, *Grundföbättring* 19 (1966). 59-75.
8. F. F. R. KOENIGS, *Dissertatie Wageningen*, 1961.
9. S. ANDERSSON, I. HÅKANSSON, *Grundföbättring* 16 (1966). 191-228.
10. W. FEUERLEIN, *Broschüre 'Wintertagung 1962'. Verband Landw. Gutsbetriebe in Österreich, Wien I*, S. 16.
11. B. WILTON, *Journ. Agric. Eng. Res.* 9 (1964). 214-219.
12. I. HÅKANSSON, *Grundföbättring* (1952) 2, 89-98.
13. R. H. A. VAN DUIN, *Dissertatie Wageningen*, 1956. *Versl. Landb. Onderz.* 62.7.
14. A. STRANAK, A. VEZ, *Mondelinge nog niet gepubliceerde mededelingen*.
15. J. WESSELING, *Dissertatie Wageningen* 1957. *Versl. Landb. Onderz.* 63.5.
16. N. J. BROWN, E. R. FOUNTAINE, M. R. HOLDEN, *Journ. Agric. Sci.* 64 (1965). 195-203.
17. P. BOEKEL, '*Bodem*' 40 (1965/1966). 2-9.
18. J. J. SCHURMAN, *Plant and Soil* 22 (1965). 352-374.
19. E. W. RUSSELL, B. A. KEEN *Journ. of Agric. Sci.* 31 (1941). 326-347.
20. I. S. CORNFORTH, *The Journ. of Soil Sci.* 19 (1968). 291-301.
21. A. STRANAK, *Tagungsbericht* 82. *Deutsche Akad. der Landw. wiss.* Berlin, 1966. 193-205.
22. A. KUNZE, M. KAISER, A. STRANAK, *Albrecht-Thaer-Archiv* 10 (1966). 927-938.
23. A. STRANAK, *Rostlinna Vyroba* 12 (XXXIX) 1966. 927-938; 13 (XL) 1967. 603-620, 621-636.
24. I. HÅKANSSON, *Grundföbättring* (1966). 4 281-332.
25. L. K. WIERSUM, *Landbouwk. Tijdschrift* 74 (1962). 589-603.
26. A. VAN DIEST, *Landbouwk. Tijdschrift* 80 (1968). In druk.
27. S. SLAGER, *Soil Micromorphology* (1964). Elsevier Amsterdam 421-426.