

DE GRONDBEWERKING  
GEZIEN TUSSEN  
TRADITIE EN WETENSCHAP

REDE

UITGESPROKEN BIJ DE AANVAARDING VAN HET AMBT  
VAN LECTOR IN DE GRONDBEWERKING AAN  
DE LANDBOUWHOGESCHOOL TE WAGENINGEN  
OP DONDERDAG 3 DECEMBER 1959

DOOR

IR. H. KUIPERS



H. VEENMAN & ZONEN N.V. — WAGENINGEN

*Mijne Heren Leden van het Bestuur van de Land-  
bouwhogeschool,  
Dames en Heren Hoogleraren, Lectoren en Docenten,  
Dames en Heren Wetenschappelijke Medewerkers en  
Assistenten,  
Dames en Heren Studenten en voorts Gij allen, die  
door Uw tegenwoordigheid blijk geeft van Uw be-  
langstelling.*

*Zeer geachte Toehoorders,*

Het hoe en waarom te leren kennen, zal het doel van het onderzoek en het onderwijs in de grondbewerking moeten zijn. Enerzijds zal men kunnen trachten door theoretische overwegingen via het waarom het hoe te benaderen, anderzijds zal men door een kritische analyse achter de in de praktijk gevolgde werkwijzen het waarom kunnen zoeken. De beperktheid van iedere theoretische kennis enerzijds en die van alle in de praktijk toegepaste werkwijzen tezamen anderzijds, is er de oorzaak van, dat geen van beide benaderingswijzen afdoende kan zijn. Veeleer zullen dan ook beide tezamen gehanteerd moeten worden, een opgave, die in ernst genomen, slechts tot deemoed stemmen kan.

Zoekt men het waarom achter de grondbewerking in de praktijk, dan zal men diverse groepen van motieven ontmoeten, zoals de traditie, de ervaring, de technische mogelijkheid en het theoretische motief.

### *Traditie*

De invloed van de traditie op de grondbewerking kan uiteraard niet duidelijk omljnd weergegeven worden, maar is daarom niet minder reëel. Wie in een natte herfst een trekker-chauffeur, half omgedraaid op een scheefhangende, slippende trekker bezig ziet z'n ploeg al rijdende bij te stellen, zal de invloed van de traditie opeens duidelijk kunnen zijn: de trekker trekt omdat hij het paard vangt, de ploeg ontstond in de loop der eeuwen, alleen de ploeger is van achter het werktuig naar de voorkant verhuisd en daarbij maar al te vaak van ploeger in trekkerchauffeur veranderd.

Omstreeks het midden van de vorige eeuw opperde de Engelsman HOSKYNS<sup>1)</sup> reeds de volgende gedachtengang: de mens heeft een vertikale wervelkolom, daarom is voor hem de schop het beste werktuig voor de grondbewerking. Het trekdier heeft een horizontale ruggegraat en daarom is bij gebruik hiervan de ploeg beter geschikt. De stoommachine evenwel heeft met de ploeg niet meer uit te staan, dan het paard met de schop. Hij verwachtte dan ook de in-

voering van de frees, maar nu, honderd jaar later is nog steeds de ploeg het voornaamste grondbewerkingswerktuig.

In de vorige eeuw gold algemeen de opvatting, dat de grondbewerking de vruchtbaarheid van de grond verhoogde. Hoe intensiever de bewerking was, des te groter zou de kans op een goed gewas zijn. Het zou altijd beter zijn de grond nog een keer extra te laten bewerken, dan het trekvee en de knechten werkeloos te laten. RUSSELL<sup>2)</sup> beschouwt omstreeks 1940 de nawerking van deze opvatting nog als een van de voornaamste argumenten voor de in de praktijk gevolgde werkwijzen.

Niet alleen in de technische uitvoering, ook in de gevoelswaarde speciaal van het woord ploegen blijkt de binding aan de historische ontwikkeling. De ploegende boer is een algemeen bekend symbool van de continuïteit in de natuur, omdat hij door z'n werk de aarde opnieuw vruchtbaar maakt. Als de Rusland-kenner MEHNERT<sup>3)</sup> in zijn in 1958 verschenen boek: „Der Sovjetmensch” de enorme invloed van de ontwikkeling van het onderwijs op de bewoners van de Sovjet Unie beschrijft zegt hij: Het gescheurde steppenland werd jaar in jaar uit bewerkt. Wat er aan waardevolle stoffen in verborgen lag steeg omhoog naar de akkers van onze cultuur en beschaving en werd tot bloesem en vrucht. Deze lyrische ontboezeming laat zien, hoe ook in de moderne tijd aan de gedachte dat de grondbewerking de grond vruchtbaar maakt, nog een vrij algemene bekendheid kan worden toegeschreven.

### *Ervaring*

De traditie is het resultaat van allerlei ervaringen van vorige generaties. Iedere generatie voegt er het zijne aan toe. Deze laatste toegevoegde ervaring draagt een aanmerkelijk reëler karakter door z'n actualiteit. Zo zal een boer die zijn vlas zag mislukken door een te fijn zaaibed op slempige grond voortaan voorzichtiger zijn. Hoe grof of fijn een zaaibed moet zijn, staat nergens aangegeven. De kennis hieromtrent mag een traditioneel element in zich dragen maar hij zal hoofdzakelijk door de ervaring bepaald zijn. Praktische omstandigheden nopen een boer herhaaldelijk in het voorjaar nog bewerkingen uit te voeren, die hij liever in de herfst zou doen. Bij de voorkeur voor het in de herfst ploegen van de zwaardere gronden speelt dan ook de ervaring een belangrijke rol. Juist daar, waar een snelle duidelijke reactie optreedt is de ervaring een belangrijk element. Waar zich evenwel eerst op lange termijn reacties zullen voordoen, of waar deze onduidelijk zijn zal de ervaring maar weinig invloed uitoefenen. Zo is b.v. uit de vele reeds verrichte onderzoeken t.a.v. de meest gewenste ploegdiepte gebleken dat de reactie van het gewas veelal een wisselvallig en onduidelijk karakter draagt. In de praktijk is er dan ook weinig lijn in de ploegdiepte te bekenen. Bij het analyseren van de in de praktijk gevolgde werkwijzen

zal het juist gaan om het onderkennen en toetsen van het ervaringsmotief.

### *Technische mogelijkheid*

Een ander uiterst belangrijk motief bij de grondbewerking ligt er in de technische mogelijkheid. Het maken van een ploeg is geen zaak meer van de boer en de dorpsmid. De industrie biedt tal van werktuigen aan, propageert ze zelfs. De boer kan slechts een beperkt aantal malen kiezen en zal verder moeten roeien met de riemen die hij zich verworven heeft. Niet alleen ten aanzien van het werktuig zijn de technische mogelijkheden vaak het motief voor een bepaalde bewerking, ook de tijd en de omstandigheden van de bewerking zijn niet altijd ter vrije keuze. Als de grond in de herfst reeds voor de bewerking op veldcapaciteit is, zal hij dat in ons land ook wel blijven en dus bij dit vochtgehalte geploegd moeten worden, al zou de practicus wellicht een wat lager vochtgehalte prefereren. Als een boer maar één trekker heeft, zal het op wintervoer ploegen vaak om zuiver technische redenen pas na de bietenoogst plaats hebben.

### *Theoretisch motief*

Zeker in een land als het onze waar het landbouwonderwijs ver is gevorderd zal men herhaaldelijk een theoretische motivering van bepaalde grondbewerkingen ontmoeten. Doorgaans echter draagt deze het karakter van een verklaring achteraf en in veel gevallen blijkt hij zelfs weinig ter zake te zijn. Zo bleek b.v. bij een enquête in Drente, dat als doel van het ploegen herhaaldelijk genoemd werd, het verhogen van het luchtgehalte van de grond. Hoezeer dit ook een gevolg van het ploegen mag zijn, als motief is het voor een zandgebied weinig terzake. Juist ten aanzien van theoretische motiveringen van in de praktijk gevolgde werkwijzen zal men bij een analyse uiterst kritisch moeten zijn, daar het succes van de gevolgde werkwijze vrijwel nooit opgevat kan worden, als een geslaagd experiment ter toetsing van een hypothese.

Wie zo de grondbewerking in de praktijk ziet als traditionele overlevering, plaatselijk gecorrigeerd door recente ervaringen, op sleeptouw genomen door de mechanisatie en slechts uitermate zwak geruggesteund door theoretische kennis, die zal zich zeker niet verwonderen over de levendige belangstelling die er voor de grondbewerking in de praktijk gevonden wordt. Wel moet hierbij toegegeven worden, dat het kwade geweten van veel practici ten aanzien van de mishandelingen die zij hun grond bij de mechanisatie laten ondergaan, een woord meespreekt. Het is de intense belangstelling van de zijde der praktijk, die in vele landen na de tweede wereld-

oorlog een herleving van het onderzoek ten aanzien van de grondbewerking bracht.

*Theoretische benadering: doelstelling van de grondbewerking*

De onbevredigende verwarde situatie in de praktijk zal een onderzoeker er licht toe kunnen brengen zich van de daar gevolgde werkwijzen te distancieren, om het onderwerp van een meer theoretische zijde opnieuw te benaderen. Het eerste wat hij nodig zal hebben is een omschrijving van de doelstelling van de grondbewerking. Reeds uit de verdeeldheid van de meningen hieromtrent blijkt eens te meer het traditionele element van de grondbewerking. VON NITZSCH<sup>4)</sup>, een van de meest prominente onderzoekers op het gebied van de grondbewerking voor de tweede wereldoorlog formuleerde het doel als volgt: Het gaat erom de percelen weer vrij te maken, het onkruid te bestrijden en de grond in een zodanige toestand te brengen dat de gewassen in ieder ontwikkelingsstadium de beste groeiomstandigheden vinden. Door grondbewerking, schrijft hij, moet dus bereikt worden, dat de bij een bepaalde grond en in een bepaald klimaat ter beschikking staande natuurlijke krachten aan de gewassen ten goede komen en niet aan andere planten. Voor het beoordelen van een grondbewerking zou men dus niet alleen kennis moeten dragen van „de gewassen” en de daarbij optredende „ontwikkelingsstadia” maar tevens moeten kunnen aangeven wat „de beste groeiomstandigheden” zijn en in hoeverre deze van „grondsoort” en „klimaat” afhankelijk zijn. Een dergelijke definitie is dan ook meer geschikt om te laten zien hoe gecompliceerd de produktie in de landbouw is, dan om als uitgangspunt voor een theoretische benadering van de grondbewerking te dienen. Ook al zou het te eniger tijd gelukken voldoende diep door te dringen in de wijze waarop de opbrengst uit het oneindig ingewikkelde samenspel van allerlei factoren ontstaat, dan zou anderzijds blijken, dat het doorvorsen van de invloed die de grondbewerking op de groeifactoren uitoefent een slechts weinig eenvoudiger werkterrein biedt. De vorm en de snelheid van het werktuig en de o.a. van grondsoort, vochtgehalte en dichtheid sterk afhankelijke rheologische eigenschappen van het te bewerken materiaal alleen reeds leveren een oneindig aantal combinatiemogelijkheden op.

Het is dan ook niet te verwonderen, dat talloze praktische proeven waarbij getracht is een direct verband te leggen tussen een bepaald type bewerking en de opbrengst tot teleurstellende resultaten hebben geleid. Als er evenwel in bepaalde gevallen geen verband tussen de grondbewerking en de opbrengst aangetoond kan worden, dan worden hierdoor deze bewerkingen aan ons oordeel onttrokken, zolang dit alleen op de plantenproduktie is gebaseerd. De te gebruiken maatstaf zal daarom nauwer bij de bewerking zelf moeten aansluiten. De grondbewerking draagt in de praktijk van

de landbouw het karakter van een onkosten-post en met dit karakter zal dan ook bij een waarde-oordeel rekening gehouden moeten worden.

Tegenover de kosten van grondbewerking zullen dus grotere baten moeten staan, wil men van een rationele bewerking kunnen spreken. Alhoewel het ook op het economisch terrein uiterst moeilijk is tot kwantitatieve uitspraken te komen, toch opent deze beschouwingwijze betere perspectieven dan die gebaseerd op de plantenproduktie alleen. Men hoeft hierbij nl. de baten niet alleen in een hogere produktie op langere of kortere termijn te zoeken. Ook het verlagen van andere onkostenposten kan dan het doel van de grondbewerking zijn.

#### *Indirecte baten*

Door de mechanisatie van de landbouw zijn niet alleen de technische mogelijkheden voor de grondbewerking toegenomen, ook de eisen die aan de grond gesteld worden zijn veranderd. Voor het doorvoeren van de mechanisatie is de homogeniteit van wat bewerkt moet worden, ongeacht of dit een gewas of de grond is, van het grootste belang. Op ruw land zal een kunstmeststrooier onregelmatiger werken dan op vlak land en alleen bij een homogeen zaaibed zal een gelijkmatige zaaidiepte bereikt kunnen worden. Men zou zich evenwel nog kunnen voorstellen, dat een ongelijkmatige verdeling van de meststoffen of een ongelijkmatige zaaidiepte in de kwaliteit van de opbrengst meetbaar naar voren zal komen. Moeilijker wordt het bij het mechanisch dunnen van bieten of bij het in de zak rooien van aardappelen op kleigrond. In beide gevallen kan de produktie geheel buiten beschouwing blijven en hier zal het er alleen om gaan of men door een bewerking de grond in een zodanige toestand kan brengen, dat het dunnen of rooien machinaal kan worden uitgevoerd, zodat men anders toch noodzakelijke uitgaven kan beperken. Dit betekent dat het bestuderen van het directe effect van grondbewerkingen ook geheel afgezien van de plantengroei zinvol zal zijn.

#### *Directe baten*

Dit alles neemt niet weg, dat de grondbewerking zozeer in het groeimilieu van de gewassen ingrijpt, dat er wel een verband met de produktie verwacht mag worden. Bij de tot nu toe verrichte praktische onderzoekingen is dit ook herhaaldelijk naar voren gekomen. Hierbij bleek echter tevens langs hoeveel wegen de verbinding wel niet gelegd kan worden.

#### *Chemische vruchtbaarheidsfactoren*

Zo bleek b.v. op het bekende langjarige grondbewerkingsproefveld te Dahlem bij Berlijn<sup>5)</sup>, dat de uitspoeling bij een ondiepe

grondbewerking een snellere daling van de pH gaf dan bij een diepe bewerking. Het is waarschijnlijk, dat het grondbewerkingsproefveld PO 169 te Heino zich in dezelfde richting zal ontwikkelen. Zo zijn er dus voorbeelden waaruit blijkt, dat de grondbewerking via de chemische vruchtbaarheidstoestand van de grond op de plantengroei kan inwerken.

Deze invloed via de chemische vruchtbaarheidstoestand kan men evenwel via een natuurkundig aspect benaderen, zoals in dit geval via het vochttransport, in andere gevallen via de verdeling van voedingsstoffen in de grond. Slaagt men er in het resultaat van bepaalde bewerkingen uit te drukken in termen van de chemische bodemvruchtbaarheid, dan zal het verband tussen de chemische bodemvruchtbaarheidsfactoren en de opbrengst in ons land stellig niet de zwakste schakel blijken, gezien de uitgebreide kennis die op dit terrein voorhanden is.

#### *Biologische vruchtbaarheidsfactoren*

Het tweede gebied, waardoor een weg blijkt te lopen, die de grondbewerking met de opbrengst kan verbinden, omvat de groep biologische factoren. Het meest duidelijke aspect is hierbij het onkruid. Het oorzakelijk verband tussen de onkruidbezetting en de opbrengstdepressie is weliswaar niet altijd even doorzichtig, maar de uiteindelijke tendens is des te duidelijker en dank zij de chemische onkruidbestrijding neemt ook het aantal gegevens over de kwantitatieve verhoudingen hand over hand toe. Juist de chemische werkwijze berooft echter de grondbewerking van haar monopolie ten aanzien van de onkruidbestrijding. Alhoewel er momenteel nog geen sprake van is, dat de chemische onkruidbestrijding de mechanische geheel kan vervangen, toch zal in de toekomst uitgemaakt moeten worden, in hoeverre de conclusie van het Engelse onderzoek juist was, dat de onkruidbestrijding het hoofddoel van de grondbewerking zou zijn<sup>6</sup>). Het verband tussen de grondbewerking en de onkruidbestrijding moge wat betreft het directe mechanische effect gemakkelijk vast te leggen zijn, rondom het indirecte effect via de verdeling van onkruidzaden of andere plantendelen door de grond rijzen aanmerkelijk meer vragen. Wie zich even de rijke schakering van onkruidsoorten en hun voortplantingsmogelijkheden indenkt, die zal zich hierover niet verwonderen.

Bij het overige deel van de groep biologische factoren is nòch de samenhang met de grondbewerking nòch die met de plantengroei duidelijk. Er is reeds veel geschreven over de invloed van de grondbewerking op wat men pleegt aan te duiden met de biologische activiteit in de grond. Over het algemeen beschouwt men de grondbewerking als nadelig voor de bodemflora en fauna, maar het regeneratievermogen maakt de beschouwingen over iets langere termijn betrekkelijk moeilijk. Even vanzelfsprekend als men de aan-

wezigheid van veel onkruid schadelijk acht, noemt men die van een rijke bodemflora en fauna gunstig.

Voor zover de invloed van de biologische activiteit van de grond via de stikstofhuishouding verloopt bevinden we ons op een terrein van gestaag groeiende inzichten. Reeds in de vorige eeuw werd het belang van deze factor naar voren gebracht<sup>7, 8)</sup> en ook het recente veldonderzoek ten aanzien van de grondbewerking in ons land suggereert een belangrijke relatie. Aan deze samenhang moeten evenwel bodemfysische factoren ten grondslag liggen die ook geheel los van de stikstofhuishouding gekarakteriseerd moeten kunnen worden. Het bestuderen van de invloed van de bodemstructuur op de stikstoflevering door de grond moet dan ook als een belangrijke schakel gezien worden voor het formuleren van een taakomschrijving voor de grondbewerking.

Andere voordelen die een hogere biologische activiteit zou opleveren zijn een betere bodemstructuur en een verhoogde stabiliteit. Beide grootheden zullen evenwel nader natuurkundig omschreven moeten worden, wil de samenhang met de plantengroei duidelijk kunnen worden. Hierbij zou dus sprake moeten zijn van een indirecte beïnvloeding van het bodemfysisch groeimilieu.

#### *Fysische bodemvruchtbaarheidsfactoren*

De derde groep factoren tussen de grondbewerking en de opbrengst omvat het natuurkundig aspect van de bodemvruchtbaarheid. Zoals reeds werd aangeduid, kunnen veel reacties van de overige groepen van factoren teruggebracht worden tot een primaire reactie op dit terrein. De grondbewerking op zichzelf is ook hoofdzakelijk een ingrijpen in het bodemfysische groeimilieu en de kennis op dit terrein vormt dan ook een sleutelpositie. De reactie van het gewas op de veranderingen die de grondbewerking in het bodemfysisch groeimilieu aanbrengt, zal men verwachten te vinden op het terrein van de warmte-, de water- of de luchthuishouding. Er werd reeds op gewezen, dat de invloed zeer wel via een andere groep groeifactoren kan verlopen, bv. via de biologische ten aanzien van de stikstofhuishouding of via de chemische als resultaat van een uitspoeling. De kennis van de warmte-, de water- en luchthuishouding van gronden groeit snel, maar concrete gegevens over de invloed op de opbrengst zijn in ons land nog steeds schaars. De voornaamste oorzaak hiervan ligt in de onderlinge samenhang en het afwisselend op de voorgrond treden van deze drie factoren, vaak nog binnen één groeiseizoen. Waar één van deze factoren de hoofdrol speelt, zal men aanmerkelijk sneller de gezochte samenhang vinden. Zo zal men in aride gebieden de grondbewerking geheel op de vochtshuishouding afstemmen.

In een klimaat met wisselvallige weersomstandigheden krijgt men onmiddellijk met de samenhang tussen de drie factoren te maken.



Een hoog watergehalte bv. zal een laag luchtgehalte opleveren en in de praktijk zal de grond koud genoemd worden. De kans op een hoog vochtgehalte mag in het voorjaar het grootst zijn doordat de gewassen er dan nog slechts weinig water aan onttrokken hebben, het kan bij een natte zomer ook midden in het groeiseizoen optreden. Een gewas, dat in het voorjaar door een gebrekkige aeratie van de grond schade leed, kan in de zomer door vochtgebrek gekweld worden, maar ook het omgekeerde kan voorkomen. Het is van belang de structuur van de grond zo te karakteriseren, dat zowel naar de zijde van de plantengroei als naar de zijde van de bewerking een aansluiting gevonden zal kunnen worden. Het is nuttig hiertoe twee aspecten te onderscheiden, nl. die van de grootte van het poriënvolume en die van de homogeniteit van de verdeling van de verschillende componenten in de grond. Beide aspecten worden nl. door de grondbewerking direct gewijzigd.

#### *Poriënvolume*

Het verband tussen het poriënvolume en de luchthuishouding ligt het meest voor de hand, daar de grondbewerking in eerste instantie het luchtvolume vergroot of verkleint, terwijl de invloed op de waterhuishouding secundair is. De luchthuishouding zal onder natte omstandigheden het eerst kritiek zijn en het bepalen van een maximaal te verwachten watergehalte is dan ook van belang. De invloed van het poriënvolume op dit watergehalte blijkt op onze klei- en zavelgronden in veel gevallen verheugend klein te zijn, waardoor dit watergehalte, zij het met bepaalde beperkingen, als een constante gehanteerd kan worden. Bij extreme verdichtingen verhindert het te kleine poriënvolume de opname van de normale hoeveelheid water, zodat er dan een te laag vochtgehalte onder natte omstandigheden zal worden gevonden. In deze gevallen zal de luchthuishouding zeker niet voldoende gewaarborgd zijn, zodat er dan dus een waardevolle indicatie uit dit vochtgehalte kan worden verkregen. Daalt de grootte van de structuurelementen van een klei- of zavelgrond voor een belangrijk deel onder 1 mm, dan zal een aanmerkelijke verhoging van het maximale watergehalte optreden, het eerst bij zwaardere gronden. In hoeverre hierbij het vasthouden van water tussen de verschillend gevormde structuurelementen van belang is of het verbeteren van de zwellingsmogelijkheden bij een verkleining van de structuurelementen is nog niet duidelijk. Wel schuilt hierin een bodemfysisch aanknopingspunt voor de beoordeling van de fijnheid van een zaai-bed.

Op deze wijze is het mogelijk door het bestuderen van de samenhang tussen het poriënvolume, of de grootte van de structuurelementen en een bepaald karakteristiek vochtgehalte, inzicht in de aeratiemogelijkheden te verkrijgen. In extreme gevallen, als dus verwacht mag worden, dat het effectieve luchtvolume over een lan-

gere tijd tot nul gereduceerd wordt, zal de reactie van het gewas niet uitblijven. De kwantitatieve gegevens zijn evenwel schaars.

Als bij een ruime luchtvoorziening de zuurstofopname van de plantenwortels slechts een fractie is van het totale gebruik, mag men aannemen dat de invloed van de aeratie ook aanmerkelijk verder merkbaar zal zijn dan tot op het luchtgehalte waarbij de zuurstofvoorziening van de wortels alleen is verzekerd. Dit houdt tevens in, dat men bij extreem lage luchtgehalten wellicht met een geheel andere reactie van het gewas te doen zal hebben als bij een wat ruimere aeratiemogelijkheid.

Over de samenhang tussen de waterhuishouding en de plantengroei is relatief veel bekend. Voorbeelden van het effect van grondbewerkingen zijn vooral in aride gebieden te vinden. Ook in ons land ziet men echter bv. in het voorjaar bij drogend weer vaak duidelijk, dat een grotere dichtheid van de grond tot een groter vochtgehalte aan het oppervlak aanleiding geeft. Blijkbaar ligt dan het capillair geleidingsvermogen nog juist voldoende hoog om de voor de verdamping benodigde hoeveelheid water te laten toestromen. Hoe de effecten tot stand komen en welke er verwacht mogen worden, zal pas blijken bij toepassing van de kennis van onverzadigde stromingen op het resultaat van grondbewerkingen.

De warmtehuishouding tenslotte kan in bepaalde gevallen bv. in de tuinbouw van doorslaggevend belang zijn voor de produktie. De rol in de landbouw is zeker beperkter. De samenhang met de water- en luchthuishouding is tenslotte zo sterk, dat het toepassen van de uitgebreide theoretische kennis bij praktische gevallen nog uiterst moeilijk is. Dit neemt niet weg, dat veranderingen van het poriënvolume zich in eerste instantie zeer wel lenen voor een kwantitatieve theoretische beschouwing van de warmtehuishouding, zoals door VAN DUIN<sup>9)</sup> is gedemonstreerd.

#### *Homogeniteit van de bodemstructuur*

Moge zo de samenhang tussen de door de grondbewerking aangebrachte veranderingen in het poriënvolume en de opbrengst of zelfs de plantengroei ingewikkeld van aard zijn, beschouwingen over de invloed van de homogeniteit van de verdeling van de verschillende stoffen in de grond leiden tot nog grotere complicaties. Dichte lagen, die men kan opvatten als een slechte verdeling van de grovere poriën, kunnen bv. de waterhuishouding verstoren en daardoor tevens de lucht- en warmtehuishouding beïnvloeden. Door een ongelijkmatig zaaibed kan een zo ongelijkmatige stand verkregen worden, dat de waarde van de opbrengst door kwaliteitsverlies daalt.

Dit neemt niet weg, dat beide facetten, dat van het poriënvolume en dat van de homogeniteit een aanknopingspunt naar de richting van de opbrengst opleveren. Ook ten aanzien van de eerder gefor-

muleerde eisen betreffende het directe resultaat van de bewerkingen zal dit het geval moeten zijn. Hiertoe zal evenwel bv. ook het facet van de aanwezige hoogteverschillen mee in de beschouwingen moeten worden opgenomen. Het aspect van de homogeniteit verlangt dan ook een wat nadere omschrijving.

Zo eenvoudig als men het poriënvolume kan definiëren, zo ongrijpbaar is het aspect van de homogeniteit. Men zou zich kunnen voorstellen, dat van een bepaald te onderzoeken terrein de gemiddelde verhouding van de samenstellende stoffen bekend is. Het minimum oppervlak waarbinnen men de gemiddelde verhouding tot op een bepaalde afwijking met een bepaalde waarschijnlijkheid zal aantreffen zou men als maat voor de homogeniteit kunnen bezigen. Daar van verschillen in het horizontale vlak een geheel ander effect verwacht moet worden dan van die in het verticale, zou het verband van het genoemde minimale oppervlak met de diepte moeten worden vastgesteld. Voor praktische gevallen zal men een karakteristiek moeten bezigen, waarvan men mag aannemen, dat hij een samenhang met de omschreven grootheid toont. Het meest voor de hand liggend is de standaardafwijking van het poriënvolume per volume-eenheid, doch ook de variabiliteit van het watergehalte van plek tot plek zou binnen het genoemde aspect thuis horen. Verder kan uit de grootteverdeling van structuurelementen een karakteristiek worden afgeleid evenals uit de op het terrein voorkomende hoogteverschillen.

Welke karakteristiek men de voorkeur zal geven zal afhangen van de praktische omstandigheden. Bij een pas op wintervoor geploegde natte kleigrond is het poriënvolume moeilijk te meten en dus zeker de variatie ervan. De voorkomende hoogteverschillen zullen hier een betere karakteristiek opleveren. Bij aardappelruggen zal men bijzondere waarde hechten aan de grootteverdeling van de structuurelementen, maar bij een nog onbewerkte graanstoppel zal juist de variabiliteit van het poriënvolume relatief gemakkelijk te meten zijn.

#### *Voorspelbaarheid van het resultaat van grondbewerkingen*

Als men er in slaagt zo het effect van bepaalde grondbewerkingen te vervolgen tot op een niveau waarop een waardeoordeel bereikbaar is, dan is hiermee eigenlijk nog niet meer bereikt dan de omschrijving van wat onder de proefomstandigheden optrad. Het gezochte waardeoordeel zal echter een zekere algemene geldigheid moeten hebben, d.w.z. dat het effect voorspeld of gegeneraliseerd zal moeten kunnen worden. Het ligt voor de hand dit in eerste instantie voor het directe effect van de grondbewerking na te streven. Zoals het leggen van een verband tussen het effect van de grondbewerking en de plantengroei slechts mogelijk was, dank zij een zekere kennis van de gedragingen van de plant, zo zal het ver-

band tussen de bewerking zelf en het bereikte resultaat eerst dan voorspelbaar worden als er een zekere kennis van het te bewerken materiaal, dus van de grond aanwezig is.

Van de grond zullen dus die eigenschappen gekarakteriseerd moeten worden, die bij de bewerking een belangrijke rol spelen, terwijl ook de bewerking zelf in bruikbare termen moet kunnen worden omschreven.

Aangezien de meest eenvoudige omschrijving van de grondbewerking deze karakteriseert als het uitvoeren van een reeks drukken op de grond, waarvan de grootte en de aangrijpingsvlakken van de tijd afhankelijk zijn, ligt het voor de hand een karakteristiek af te leiden uit een eenvoudig geval. In principe gebeurt dit bij samendrukkings- en afschuiwingsproeven. Bij dergelijke proeven blijkt duidelijk hoezeer de meetbare bodemeigenschappen van het vochtgehalte, de dichtheid en de samenstelling van de grond afhangen.

Het karakteriseren van de bewerking zelf blijkt in praktische gevallen slechts uiterst globaal te kunnen gebeuren. Bij de ploeg is bv. het aantal ristervormen ontstellend groot, de afstelling, de snijbreedte, de diepte en de snelheid kunnen gevarieerd worden en bij de frees bv. de vorm, het aantal en de plaatsing van de messen, het toerental en de voortbewegingssnelheid. Bij modelproeven abstraheert men zich dan ook gewoonlijk van deze complicaties door met eenvoudige vormen te werken. Een van de grootste moeilijkheden bij modelonderzoek is evenwel het in een reproduceerbare min of meer normale toestand brengen van de grond bij de gewenste variatie in dichtheid en vochtgehalte. Toch zal langs deze weg geprobeerd moeten worden meer inzicht in de samenhang tussen de grondbewerking en het resultaat ervan, te verkrijgen.

Hoezeer het inzicht in de bij de groundbewerking optredende processen van belang is voor de toekomstige ontwikkeling moge ik U aan een voorbeeld uit het recente groundbewerkingsonderzoek demonstreren.

Bij een praktijkonderzoek over het ploegen onder gunstige en slechte omstandigheden gezamenlijk uitgevoerd door het Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie en het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid bleken op een van de proefpercelen laat in de herfst 2 rupstrekken slechts met moeite te kunnen ploegen, terwijl eerder in de herfst één van de trekkers het werk gemakkelijk af kon. In de praktijk stelt men dan ook, dat het perceel onder uitermate slechte omstandigheden werd geploegd. Toch bleek de hoofdmasse van de grond hetzelfde vochtgehalte te hebben, verschilde de grondlegging niet merkbaar en was zelfs de trekkracht gelijk. Alleen de bovenste laag van 1 à 2 cm dikte was aanmerkelijk natter. Hieruit blijkt dus, hoezeer het omzetten van de energie van de trekker in een trekkracht bepaald wordt door de gesteldheid van het oppervlak. Dat juist in ons land, waar dit probleem bijzonder

speelt bij de grondbewerking, de spitmachine die deze moeilijkheden omzeilt tot ontwikkeling komt, mag uitermate verheugend genoemd worden.

De directe aanleiding tot de populariteit van het onderzoek over het ploegen bij hogere snelheden is volgens SÖHNE<sup>10)</sup> gelegen in dit probleem van de krachtverbrenging. Men verwacht dat in de toekomst de trekkers bij eenzelfde gewicht sterker zullen worden. Deze meerdere beschikbare energie zal men bij het ploegen niet in een trekkracht kunnen omzetten en daarom zoekt men de oplossing in een hogere snelheid.

Men stelt zich voor, dat er bij het ploegen in de grond op tal van plaatsen de maximale afschuifspanning wordt overschreden, waardoor er dus afschuivingen zullen optreden zodat de grond uiteenvalt. De gronddeeltjes glijden over het raster en langs elkaar, waarbij wrijving optreedt en verlaten tenslotte het raster met een bepaalde snelheid. Aangezien volgens de Engelse onderzoeker FOUNTAINE<sup>11)</sup> de snelheid in het bij grondbewerkingen betrokken traject slechts een beperkte invloed op de wrijving en de maximale afschuifspanning heeft zal de toename van de benodigde energie bij verhoging van de snelheid in hoofdzaak door de kinetische energie van de gronddeeltjes bepaald zijn. Ook de Rus VERSHININ<sup>12)</sup> komt tot deze conclusie. Deze kinetische energie is betrekkelijk onafhankelijk van de grondsoort en zal dus volgens SÖHNE bij zware gronden een kleiner percentage van de totale energie eisen dan bij lichte gronden. Het ploegen met grote snelheden zou dus bij zwaardere gronden procentueel een geringere verhoging van de trekkracht vragen. De vraag is evenwel of bij zware gronden vooral in vochtige toestand de maximale afschuifspanning wel van doorslaggevend belang is. Uiteraard treden er afschuivingen op, maar in veel mindere mate dan bij lichtere gronden. Plastische vervormingen kunnen reeds bij lagere spanningen optreden maar de hiervoor benodigde krachten zijn van de vervormingssnelheid afhankelijk. Zou dus de invloed van plastische vervormingen overheersen, dan bestaat de mogelijkheid dat de trekkracht onverwacht zal stijgen bij toenemende snelheden. Hieruit blijkt dus, hoe in dit bepaalde geval het reeds verworven inzicht het mogelijk maakt, aan te geven waar men waarschijnlijk mag generaliseren en waar men op complicaties bedacht moet zijn.

Het voor het onderwijs en onderzoek gestelde doel was: het hoe en waarom van de grondbewerking te leren kennen. De situatie in de praktijk bleek zo verward, dat de veronderstelling, dat een meer theoretische benadering betere perspectieven opende dan een praktijkanalyse gewettigd leek. De werkelijke samenhang tussen de grondbewerking en waardeerbare grootheden blijkt echter eveneens onvoorstelbaar ingewikkeld te zijn.

Het terrein van de grondbewerking behoort dan ook typisch tot de ingenieurswetenschappen. Het is immers juist de taak van de ingenieur om de voor hem beschikbare theoretische kennis met de bestaande praktische mogelijkheden te combineren tot een zo goed mogelijk resultaat. Hij zal er voortdurend mee geconfronteerd worden, dat het meer fundamentele onderzoek hem weliswaar uitstekende verklaringen kan leveren voor details van zijn problemen, maar dat de toepasbaarheid door het gecompliceerde karakter van zijn onderwerp vaak ver te zoeken is. Hij is dan ook meestal sterk geïnteresseerd bij uiterst praktische proeven, maar hij zal er steeds van doordrongen moeten zijn dat hij hiermee wel tot toepasbare resultaten kan komen, maar dat de verklaring van de opgetreden reacties dan zo weinig zeker is, dat de overdraagbaarheid ervan gevaarlijk blijft. Het is juist de bekoring van zijn vak om het onontwarbare van de praktijk zo te schematiseren, dat hij kan afdalen naar de daar onbereikbaar schijnende diepten van de theorie en dat hij de strenge ernst van de theorie met zoveel speelsheid zal kunnen hanteren, dat hij in de praktijk verstaan en toegepast zal kunnen worden.

*Zeer geachte Toehoorders,*

Aan het einde van mijn openbare les wil ik in de eerste plaats mijn eerbiedige dank betuigen aan Hare Majesteit de Koningin voor mijn benoeming tot lector aan de Landbouwhogeschool.

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

Dat U de grondbewerking als nieuw zelfstandig vak aan mij hebt willen toevertrouwen door mij voor benoeming voor te dragen stemt mij in hoge mate dankbaar.

Nog slechts betrekkelijk weinig jaren kan ik mij intensief met de bij de grondbewerking naar komende problemen bezighouden. Uw voordracht beschouw ik dan ook als een bijzonder blijk van vertrouwen. Dat U mij in de gelegenheid stelde vooraf met tal van buitenlandse vakgenoten van gedachten te wisselen heb ik als een bemoediging gevoeld. Ook voor deze geste ben ik U bijzonder dankbaar.

De gevestigde kennis ten aanzien van de grondbewerking mag terecht beperkt genoemd worden. Het allerwege opnieuw op gang gekomen onderzoek doet echter een gestage groei van de inzichten verwachten. Uw toezeggingen mij ook materieel in de gelegenheid te willen stellen actief aan deze ontwikkeling mede te werken stel ik bijzonder op prijs. Het op gang brengen van een nieuwe afdeling zal met zich meebrengen dat ik in de toekomst wel meer dan eens een beroep op U zal moeten doen. Ik hoop, dat U deze jonge af-

deling dan ten volle van z'n natuurlijke Benjaminpositie zult kunnen laten profiteren.

Mijnerzijds beloof ik U graag mij er voor in te zullen spannen om het door U geschonken vertrouwen waard te zijn.

*Dames en Heren Hoogleraren,*

Van hen die direct bij mijn opleiding aan de Landbouwhogeschool betrokken waren is het overgrote deel nog in Uw midden aanwezig. In het bijzonder U, Hooggeleerde Van Wijk ben ik erkentelijk voor de nadrukkelijke wijze waarop U het natuurkundige denken op de voorgrond stelde, U, Hooggeleerde Hellinga voor het demonstreren dat praktische vraagstukken niet alleen met kennis maar ook met een zekere durf benaderd moeten worden, U, Hooggeleerde Schuffelen voor de voorbeelden van kritische verwerking van onderzoeksresultaten en U, Hooggeleerde Edelman voor het aantonen dat veel studeerkamerproblemen in het veld van plaats veranderen of zelfs verdwijnen. Ook in de toekomst zal ik mij graag Uw leerling weten.

De grondbewerking levert met meerdere aan de Landbouwhogeschool onderwezen vakken aanrakingspunten op. Ik zal dan ook graag te zijner tijd op de steun van velen Uwer een bescheiden beroep willen doen. In het bijzonder zal dit vak mij met U, Hooggeleerde Dewez, Riemer en Schuffelen in aanraking brengen, Dat U, Hooggeleerde Riemer, mij in de afgelopen maanden reeds herhaaldelijk steun hebt verleend, o.a. door mij voorlopig op Uw afdeling te huisvesten, stel ik bijzonder op prijs.

*Dames en Heren Lectoren, Docenten en Wetenschappelijke Medewerkers,*

Tot nu toe kon er door mijn huisvesting elders nog niet veel contact met U bestaan. Ik hoop, dat dit spoedig zal veranderen en dat wij op velerlei gebied prettig zullen samenwerken. De collegialiteit waarmee enkele van U mij reeds behulpzaam waren wettigt reeds mijn vertrouwen hierin.

*Mijnheer de Directeur en leden van de Wetenschappelijke Staf van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid,*

Zoals de ontwikkeling van een plant in hoge mate bepaald wordt door zijn groeimilieu, zo heb ik bijzonder veel te danken aan de door U gevormde gemeenschap.

Het inzicht in de statistische aard van veel meetbare grootheden in de landbouw en de mathematische kennis om hiermee rekening te kunnen houden werden mij in Uw midden als het ware in de schoot geworpen.

De vrijheid en de technische mogelijkheden die mij voor het onderzoek geboden werden en de vriendschappelijke omgang met ve-

len smeedden een slechts moeilijk te verbreken binding. Des te meer verheugt het mij, dat het grondbewerkingsonderzoek aan het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid voortgezet zal worden en ten aanzien van de samenwerking in de toekomst koester ik dan ook hoge verwachtingen.

*Dames en Heren Studenten,*

Bij het onderwijs in de grondbewerking zal ik er naar streven U te wijzen op de mogelijkheden en risico's van het toepassen van theoretische kennis op praktische vragen. Zo zou ik er aan mee willen werken, dat U Uw reeds verworven en nog te verwerven kennis en inzichten als een theoretisch weliswaar altijd onvoldoende, maar praktisch toch hoogst bruikbaar en waardevol bezit zult gaan waarderen. Dit inzicht immers maakt Uw studie tot een succes voor U zelf en voor de maatschappij.

Waar ik U behulpzaam kan zijn dit doel te bereiken zal ik U graag tegemoetkomen.

*Ik dank U voor Uw aandacht.*

LITERATUURVERWIJZINGEN

1. HOSKYNs, C. W., Talpa; or the Chronicles of a Clay Farm. Longmans 6e dr. 1866.
2. RUSSELL, E. W., Journ. Agric. Sci. 28(1938) 212.
3. MEHNERT, K., Der Sovjetmensch. 5e dr. Stuttgart 1959, 222.
4. NITZSCH, W. VON, R.K.T.L. Schrift 70(1937) 7.
5. TAMM, E. und W. EBERHARDT, Zeitschr. Acker- und Pflz. bau 106(1958) 361-406.
6. RUSSELL, E. W., Lbk. Tijdschr. 65(1953) 169-184.
7. DEHÉRAIN, P. P., Annales Agronomiques 19(1893) 401-417.
8. WOLLNY, E., Forschungen Agrikultur Physik 20(1897/98) 277.
9. DUIN, R. H. A. VAN, Versl. Lbk. Ond. No. 62.7(1956) 13-40.
10. SÖHNE, W., 17. Konstrukteur Tagung, Braunschweig-Völkenrode, 4/5-3-1959.
11. FOUNTAINE, E. R. and N. J. BROWN, Journal of Agric. Eng. Research 4(1959) 53-59.
12. VERSHININ, P. V., Bodenbearbeitungstagung, Müncheberg D.D.R. 27/29-8-1959.