

grondbewerking,  
management  
bodemstructuur  
en duurzaam  
landgebruik

door prof. ir. U.D. Perdok

UB M7 6

11 02903,661

**GRONDBEWERKING, MANAGEMENT  
BODEMSTRUCTUUR EN DUURZAAM  
LANDGEBRUIK**

door prof.ir. U.D. Perdok



Inaugurele rede uitgesproken op 14 mei 1992 bij de  
aanvaarding van het ambt van hoogleraar  
grondbewerking aan de Landbouwniversiteit  
Wageningen.

111 - 544163

# GRONDBEWERKING, MANAGEMENT BODEMSTRUCTUUR EN DUURZAAM LANDGEBRUIK

## *Inleiding*

*Meneer de Rector Magnificus,  
Dames en heren,*

Grondbewerking wordt wel omschreven als de techniek van bodembehandeling, die akker- en tuinbouw mogelijk maakt. Aan die techniek komen gereedschappen en werktuigen te pas. In dit verband zal men al gauw denken aan de spade en de (primitieve) ploeg.

Het idee, dat de mensheid ook ca 5000 jaar geleden reeds de grond op die manier bewerkte, zoals in Mesopotamië op kleitabletten is aangetoond, stemt tot nadenken. Enerzijds zal men zich in die tijd, al zwoegend met de trekdieren, heel veel arbeid en moeite hebben getroost; anderzijds was er de hoop op een grotere bodemvruchtbaarheid en een rijkere oogst. De onkruid-bestrijdende werking en verbeterde zaaitechnische mogelijkheden zijn toendertijd zeker onderkend. Evenals het gunstige effect dat grondbewerkingsmaatregelen kunnen hebben op bodem- en waterconservering. Niets nieuws onder de zon, derhalve, als het gaat om de principiële doelstellingen binnen ons vakgebied. Een ander belangrijk "grondbewerkingsinstrument" nl. het wiel, werd ook al in de oudheid uitgevonden en benut; "landlocomotion", bij gebrek aan wegen! Dit vernuftige transportmiddel is, zoals gezegd, van eenzelfde hoge ouderdom en is met z'n verdichtende werking tot op de dag van vandaag de natuurlijke opponent van de ploeg.

Vanuit dit historisch besef leg ik U vanmiddag graag

enkele denkbeelden voor uit de leer van de Grondbewerking. Daarbij heb ik gekozen voor een inductieve benadering van het complexe onderwerp "grondbewerking, management bodemstructuur en duurzaam landgebruik". Om, naar ik hoop, vanuit het bijzondere, i.c. de eigen ervaring en inspiratie, te komen tot uitspraken op een hoger generalisatieniveau.

Omdat duurzaamheid pas blijkt na verloop van tijd, lijkt het me dienstig, U een moment mee te nemen naar het (bewuste) begin van m'n eigen tijdshorizon en daarmee naar m'n jeugdijaren op de boerderij te N. Groningen, omstreeks 1950.

Die herinneringen aan het toenmalige teelt- en bedrijfssysteem, gekoppeld aan de drijfveren tot ruilverkaveling, zijn wellicht, in retrospectief toch relevant voor m'n verdere betoog.

Het agrarisch leven en werken van die tijd is door de regionaal en landelijk bekende schilder, Johan Dijkstra treffend in beeld gebracht. Daarenboven was hij een prominent lid van de schildersgroep "de Ploeg"! Zoals U ziet werd op de boerderij toen geteeld in een ruime vruchtwisseling, waarbij tevens rundvee werd gehouden; gemengd bedrijf dus.

De paarden kwamen vooral van stal, of uit de wei, bij de voorjaarswerkzaamheden en bij oogst- en transportactiviteiten.

De "row crop" trekker, veelal van Amerikaanse makelij en aangeschaft via Marshall-Hulp, deed vooral het zware oogst-, dors-, en grond-werk zoals de stoppelbewerking en het ploegen.

In dit boerderij-ecosysteem werd overduidelijk zorg besteed aan de bodemstructuur en de bodemvruchtbaarheid. Immers, vermijding van bodemmoeheid (dankzij ruime vruchtwisseling), toevoer van organische stof, bekalking en detailontwatering kregen de volle aandacht binnen het bedrijf.

In het operationele vlak had men toendertijd weinig "machtsmiddelen", zoals (aftakas-aangedreven)

spitmachines en tandenfrezen, achter de hand en werkte men vooral preventief aan het behoud van een goede (fysische) bodemstructuur, gekoppeld aan onkruid-vrij land.

Dit ietwat nostalgisch beschreven landbouwsysteem anno 1950 was beslist duurzaam uit oogpunt van landgebruik. Echter, het was bijzonder arbeidsintensief en daardoor in toenemende mate niet meer bij machte, de (mede-)werkers in dat landbouwsysteem een paritair inkomen te verschaffen. Het klassieke economische antwoord daarop is geweest, arbeidsproductiviteitsverhoging, door mechanisatie en specialisatie, ondersteund door omvangrijke cultuurtechnische werken in ruilverkavelingsverband. Dat betekende ondermeer kavelvergroting, egalisatie, profielverbetering en de aanleg van nieuwe wegen en waterlopen. Het boerenbedrijf schakelde over van een arbeidsintensief naar een kapitaalintensief systeem. En het landschap met z'n rechte lijnenspel is, om in schilderstermen te blijven, opgeschoven van onze Dijkstra naar z'n fameuze collega Mondriaan. Waarbij over smaak niet valt te twisten; maar het landschap "verstrakt" wel en verliest z'n "couleur locale".

Uit deze terugblik zijn, naar ik hoop, toch elementen naar voren gekomen, die opnieuw waardevol kunnen zijn voor onze tijd en toekomst, hier en voor andere regio's op aarde.

In de omgeving, die ik zojuist globaal schetste, lag ook het werkterrein van m'n voorganger, Prof. Kuipers. Hij bestudeerde in die jaren, vanuit het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, o.a. de dynamiek van de bodemstructuur in het Marne-gebied, N.W. Groningen.

In 1959 werd hij uitgenodigd, in Wageningen, aan de

toenmalige Landbouwhogeschool, de afdeling Grondbewerking op te gaan zetten. Overigens, het besproken schilderij, in reproductie, werd hem aangeboden bij z'n afscheid van het IB, destijds. Hij is bij uitstek de architect geweest van de multi-disciplinaire benadering en beoefening van ons vakgebied. (9).

Als typisch integratie-vak steunt de leer van de grondbewerking immers op zowel teeltkundige en bodemkundige, als ook technische kennis.

Dit concept wordt treffend in beeld gebracht door de sculptuur aan de Diedenweg alhier, ons aangeboden door het bedrijfsleven bij het zilveren jubileum in 1983.

Een ploegrister in het middelpunt, omhuld door drie ringen, die de werktuig-, bodem- en plantrelaties representeren.

Onder dankzegging aan m'n voorganger mag worden geconcludeerd, dat onder zijn inspirerende (bege-)leiding nationaal en internationaal grote disciplinaire vorderingen zijn geboekt op weg van traditie naar wetenschap ten dienste van de agrarische bedrijfsontwikkeling.

Ons vakgebied ziet zich nu bovendien, door de scherpere milieu-randvoorwaarden, voor nieuwe uitdagingen gesteld. Het recente beleidsrapport "Grond tot Zorg" en de nadere uitwerking daarvan door de NRLO Taakgroep Bodem (2) geven in dit kader aan, dat het proces van kennis-ontwikkeling en -toepassing op het terrein van de fysische, chemische en biologische bodemvruchtbaarheid, voor de komende tijd veelbelovend is en versterking behoeft.

In internationaal verband zijn genoemde milieu-bedreigingen, in de tweede en derde wereld,

weliswaar van een andere aard maar zeker zo ernstig (3). Terwijl de mogelijkheden en middelen aldaar voor een adequate eigen aanpak in sociaal-economisch opzicht zeer gelimiteerd zijn.

Oorzaken en gevolgen van boven bedoelde problematiek kunnen mede door gericht en specialistisch grondbewerkingsonderzoek ter plaatse worden opgespoord en gekwantificeerd, daarbij tevens oplossings-richtingen aangevend.

Gewaakt moet worden voor deel-optimalisatie; alleen de integratie van de kenniscomponenten kan en zal resulteren in systeem-innovaties die zijn gebaseerd op verantwoord bodembeheer. Daarmee recht doende aan de verbrede economische en ecologische doelstellingen, geassocieerd met duurzaam landgebruik; wereldwijd.

#### *Plaats in de cyclus*

Dan ga ik nu graag dieper in op de plaats van grondbewerking in de agrarische productiecycclus. Eén van de grondleggers van de "Duitse school", Thaer, memoreerde en rechtvaardigde in het begin van de vorige eeuw reeds de relatief hoge arbeidsbehoefte in het toenmalige drieslag-stelsel, waarbij 25% van de mandagen en 50% van de werkdagen van het vee aan grondbewerking werden gependeed.

Evenals toen, maken, ook nu nog, grondbewerking en transport een belangrijk deel uit van de totale werkzaamheden op het akkerbouwbedrijf. Waarbij deze grondgebonden activiteiten grote invloed hebben op het kosten- en opbrengsten-niveau. Zo is uit onderzoek van Zachariasse (14) gebleken, dat ca. 1/3 deel van de opbrengstverschillen van suikerbieten rechtstreeks is te verklaren uit de zaaidiepte en de

kwaliteit van het zaai-bed. Dit illustreert de doorslaggevende betekenis van de factoren "werkbaarheid" en "tijdigheid" gedurende de voorjaarswerkzaamheden.

In het algemeen gesteld, is grondbewerking geen doel op zich, maar slechts een middel in dienst van een rendabele en naar de omgeving "schone", duurzame land- en tuinbouw.

Geen doel op zich, echter wel steeds met een concreet (sub-)doel voor ogen binnen de jaarlijkse, of regentijd-gebonden, produktiecyclus en passend in (meerjarige) gewasrotaties.

De grondgebonden veldwerkzaamheden worden in de tijd gefaseerd uitgevoerd in een door klimaat en teeltsysteem "gedicteerde" volgorde. De diverse grondbewerkingsmaatregelen richten zich op bodemfysische beïnvloeding van het groeimilieu, daarbij inspeland op gewaseisen en op regulering van het arbeidsmilieu, inspeland op geschikte werkcondities. Op de bouwvoor werken achteréén-volgens diverse krachten in vanuit de natuur en vanuit de techniek, die zich o.a. weerspiegelen in een wisselende maaiveldshoogte, gekoppeld aan een min of meer luchtige ligging van de toplaag.

Grondbewerkingsmaatregelen worden niet alleen in fasen uitgevoerd tijdens het groeiseizoen, maar hebben in hun beoogde effect ook duidelijk een verschillend niveau op de tijd-as. Kuipers onderscheidt 4 niveaus t.w. processen, bewerkingen, behandelingen en systemen. De bijbehorende tijdhorizon loopt op van seconden tot decennia en de ruimtelijke schaal van mm tot km. U kunt zich voorstellen, dat de te bestuderen oorzaak-gevolg relaties met het verstrijken van de tijd indirecter van aard en ongewisser van uitkomst worden. Na deze globale positionering van



het fenomeen "grondbewerking" wil ik een paar opmerkingen maken over de systematisering van grondbewerking als vakgebied en omtrent de disciplinaire relaties vanuit de invalshoeken bodem, techniek en teelt, zie Fig. 1.

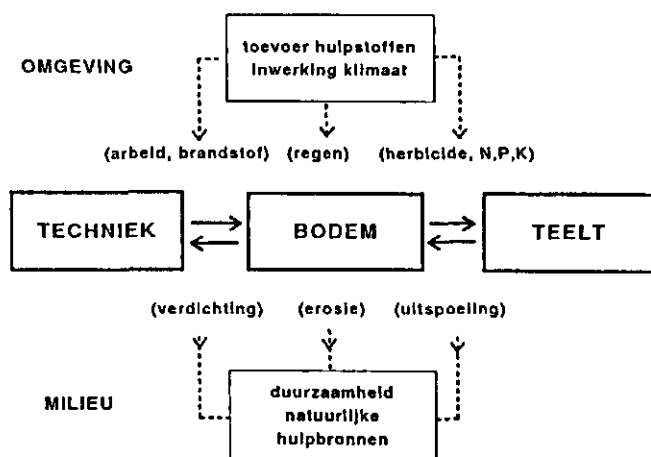


Fig. 1. Systematisering disciplinaire relaties.

### *Bodem*

Grondbewerking in de strikte zin van het woord is op proces-niveau steeds terug te voeren tot het uitoefenen van kracht of druk op de grond. De bodemstructuur, gekenmerkt door dichtheid, homogeniteit en binding, ondergaat daardoor de nodige veranderingen in vorm en volume, tijdelijk of permanent.

Grondbewerking in engere zin beperkt zich tot het uitoefenen van externe mechanische krachten op de bodemstructuur. Vaak wordt daarbij ingespeeld of

geanticipeerd op de interne fysische krachten, die veelal voortkomen uit wisselende vocht- en temperatuur-regimes.

Deze interne krachten moeten bepaald niet worden onderschat; zij waren immers ooit de oorzaak van het verwerings- en bodemvormings-proces van moedergesteente tot sediment.

Ook de bodembiota dragen, door graaf- en verteringsactiviteiten en door organische stoftoevoeren -omzetting, bij tot structuurvorming, tot aggregaatstabiliteit en tot aanwezigheid van grote, doorgaande bio-poriën.

In de bouwvoor stelt zich per grondsoort als gevolg van bovengenoemde processen een zeker evenwichts-aggregatie-niveau in, waarin enerzijds jaar- c.q. klimaatsinvloeden zijn te onderkennen en anderzijds het grondbewerkings- en berijdingssysteem daarop in hoge mate z'n stempel drukt.

Als gevolg van de optredende effecten veranderen ook de z.g. bodemkwaliteiten; daarmee wordt bedoeld op de fysische en mechanische gedragseigenschappen, die relevant zijn in het kader van landgebruik. Zoals de opslag- en transportkarakteristieken voor water, lucht en warmte, incl. de zuurstofdiffusie en de weerstand tegen indringing en afschuiving, erosie- en slempgevoeligheid, verdichtbaarheid, vervormbaarheid en breekbaarheid.

### *Techniek*

Vanuit de technische invalshoek wordt de mechanica van de gestructureerde grond bestudeerd (en verder ontwikkeld) in relatie tot losmakende bewerkingen enerzijds en afsteunende processen anderzijds. (6). Aan bodemzijde wordt o.a. voortgebouwd op de basiskennis uit de grondmechanica, de "critical state

soil mechanics" en de continuüm mechanica.

Aan machine kant (werktuig/wiel) worden kennis en inzicht geadopteerd en gemodificeerd uit de werktuigbouwkunde en de sterkteleer, inclusief wrijvings- en slijtageverschijnselen.

De ontwikkelde bewerkingsprincipes zijn vanuit het verleden allereerst toegepast in de reguliere akker- en tuinbouw.

Via de invalshoek van berijdings-, betredings- en bezakkingseffecten komen ook andere grondgebonden (open) teelten zoals weide- en bosbouw en parken en plantsoenen in beeld.

Kennis en inzicht omtrent bodemmechanische en -fysische processen blijken tegenwoordig steeds breder toepasbaar, ook op cultuur- en civieltechnisch terrein, waarbij het veelal gaat om éénmalige ontwerp- en inrichtingsaspecten.

Verder tekent zich een "markt" af voor potgrondmengsels (met permanente eigenschappen) t.b.v. kasteelten en voor stabiele wortelmedia t.b.v. straat- en laanbomen.

### *Teelt*

Vanuit de teelt-georiënteerde invalshoek richt de aandacht zich op de plant-grond relatie.

Gedurende de ontwikkeling van gewassen (en onkruiden) neemt de daarbij betrokken grondlaag over het algemeen toe in dikte; men denke daarbij respectievelijk aan het zaaibed, de bouwvoor en het bodemprofiel.

Dit, gevoegd bij de zich in de loop van het groeiseizoen wijzigende gewaseisen, maakt duidelijk, dat de relatie plant-grond verre van eenvoudig is. Het grondbewerkingsonderzoek op dit terrein beweegt zich steeds meer in de richting van bestudering en

modellering van bodemstructuur-bewortelingsrelaties. Grenzen worden geëxploreerd in termen van maximum- en minimumwaarden, bij voorbeeld m.b.t. mechanische indringweerstand en aëratie. Daaruit kan per grondsoort en per teelt een veilige bodemkwaliteits-range of een optimale structuur-index worden afgeleid. Dat zal een belangrijke bijdrage leveren aan het correct incorporeren van bodemstructuur-afhankelijke parameters in bewortelings- en gewasgroeimodellen. Nu de disciplinaire contouren zijn geschetst, wil ik enkele prioriteiten uit ons vakgebied nader toelichten, op weg

#### *Naar duurzaam landgebruik*

Vanuit onze begin-situatie anno 1950 heeft agrarisch Nederland om moeten schakelen van een arbeidsintensieve naar een kapitaal-intensieve bedrijfsvoering. De arbeidsproduktiviteit nam daardoor weliswaar enorm toe, maar deze medaille kent ook z'n keerzijde. Teeltintensivering, grootschalige mechanisatie en het gebruik van vele grond- en hulpstoffen vormen een duidelijke bedreiging voor de fysische, chemische en biologische bodemvruchtbaarheid.

Immers, de grond wordt mede op basis van fossiele brandstof frequenter en intensiever behandeld; soms onder vochtcondities, die wel bijna tot mishandeling moeten leiden, daarmee o.a. resulterend in schadelijke bodemverdichting.

In chemisch opzicht is het risico groot, dat een deel van de verbruikte of toegediende "farm inputs" hun doel voorbij zal schieten, daarmee de omgeving en dus het milieu belastend. Dit speelt temeer op zuivere akker- en tuinbouwbedrijven, wanneer de organische stoftoevoer terug loopt en daarmee uiteindelijk het

bufferend vermogen van de grond afneemt. Om deze bedreigingen het hoofd te bieden, wordt binnen Nederland in studies als de Structuurnota Landbouw en het rapport "Om schone zakelijkheid" voor de z.g. open teelten aangegeven, dat deze zich met spoed dienen te ontwikkelen in de richting van het geïntegreerde plantaardige productie-systeem. Dat betekent o.a. een spoedige reductie (i.c. halvering) van gewasbeschermingsmiddelen, waaronder herbiciden.

Tevens moet op termijn het gebruik van grondontsmettingsmiddelen worden gedecimeerd, waarbij toewijzing slechts op recept mogelijk zal zijn. Het mineralen-aanbod (vanuit toediening en mineralisatie) zal dienen te worden afgestemd op de onttrekking door het hoofd- of nagewas en is intussen reeds aan normen gebonden.

Verbetering van de efficiency van watergebruik en van bodemvocht-conservering spelen in Nederland momenteel reeds in die gebieden waar weinig of geen oppervlaktewater (meer) beschikbaar is.

Bij regen-afhankelijke landbouw en bij irrigatie-projecten in de tropen is dit vraagstuk reeds lang onderwerp van studie.

De energiebehoefte, voortvloeiend uit een teelt-systeem, blijft een relevant aspect, zeker wanneer het aanbod (in de vorm van handarbeid en dierlijke tractie b.v.) gelimiteerd is, zoals in sommige tropische gebieden. Waardoor de lokale voedselvoorziening tekort blijft schieten. Een enkel voorbeeld moge zo dadelijk illustreren, op welke wijze milieu-relevante groundbewerkingscomponenten in het plantaardige produktiesysteem kunnen worden geïntegreerd.

Verantwoord management van de bodemstructuur houdt in, dat wordt tegemoet gekomen aan de veelal

tegenstrijdige eisen, die werktuig, wiel en plant aan de grond stellen.

De **plant** vraagt immers voor z'n optimaal functioneren een relatief vochtige en losse ligging, terwijl de **machine** i.c. het wiel vooral gebaat is bij een draagkrachtige, relatief vaste bodem.

Het bodemprofiel moet bovendien nog voldoen aan **milieu-eisen** en **ecologische randvoorwaarden**.

Er zijn diverse verbeteringen en alternatieven denkbaar in de plaats van het gangbare ploeg-wiel systeem.

Kortheidshalve moeten hier vele belangwekkende systeem-innovaties in binnen- en buitenland onbesproken blijven, waaronder die, gericht op de mogelijkheden van vastegrondeelt (1) en het tegengaan van bodemerosie (3).

Wel wil ik iets langer stil staan bij zojuist afgesloten berijdingssystemen-onderzoek in EG verband.

Bodemverdichting en fysische bodemdegradatie vormen een internationale bedreiging voor duurzaam landgebruik.

Nederland heeft onder coördinatie van Imag-DLO, in samenwerking met Groot-Brittannië en Duitsland, vooral gewerkt aan het z.g.

### *Lage Druk Berijdingssysteem*

Dit LDB systeem, geïmplementeerd op proefbedrijf Oostwaardhoeve, gaat uit van de werkhypothese dat de druk in het contactvlak wiel-grond tot een zekere kritische (spannings)waarde mag oplopen, alvorens de elastische vervorming overgaat in blijvende verdichting en plastische stroming, tot uiting komend in schadelijke spoorvorming en verslechtering van bodemkwaliteiten.

Per perceel is deze kritische druk (of te tolereren

vóór-spanning), vooral afhankelijk van het actuele vochtgehalte. (7, 12).

Fig. 2 brengt dit concept in beeld voor diverse wieluitrustingen. Bij een "bodemvriendelijk" systeem (op 0.4 bar) wordt de kritische druk bij een veel hoger vochtgehalte bereikt, dan bij een "bodemonvriendelijk" systeem (op 2.5 bar). Dat houdt echter geen aanmoediging in tot het werken onder nattere omstandigheden! Het standaard-systeem (op 1.0 bar) zit hier tussen in. Wordt bij dezelfde vochtconditie gereden, dan veroorzaakt de laagste bandspanning de geringste verdichting.

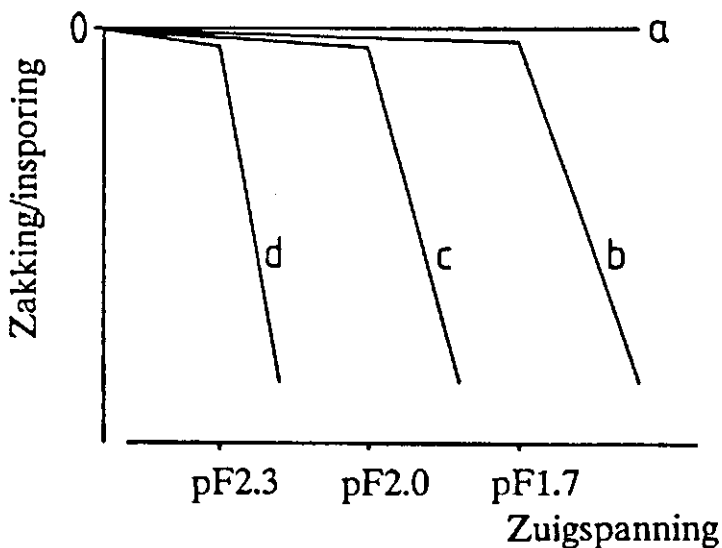


Fig. 2. Invloed van berijdingstechniek op pF-zakkingsverloop. Bron: (12)

- a = gantry
- b = "bodemvriendelijk"
- c = "standaard"
- d = "bodemonvriendelijk"

Evenals bij "bewerken", zijn ook bij "berijden" diverse niveaus in effect te onderkennen.

- Op procesniveau wordt het eigenlijke verdichtingsproces op micro-schaal bestudeerd in gesimplificeerde vorm, op basis van b.v. de uni-axiale druk test. Gevolgen van "droge" en "natte" verdichting o.a. worden op die manier meetbaar en voorspelbaar.
- Op bewerkingsniveau wordt het enkelwiel-gedrag gekwantificeerd naar band en bodem. De spanningsverdeling in en onder het contactvlak wiel-grond, dus inclusief de druk-afbouw naar diepere horizonten, is een complexe materie. Het voert in dit kader te ver, U te vermoeien met details uit een overigens interessante vakdiscussie m.b.t. maximale wiellast versus maximaal toelaatbare gronddruk.  
Het moge echter duidelijk zijn, dat grote, volbelaste hogedruk banden uit den boze zijn, met het oog op ondergrond-verdichting.
- Op behandelingsniveau, in rijencultuur b.v. wordt het totale voertuig of de gehele trekker-werktuig-combinatie in de beschouwing betrokken. Door de passage van meerdere wielstellen treden z.g. multi-pass effecten op; deze verhogen potentieel gezien de wiel-efficiency, mede dankzij vermindering van wielslip en rolweerstand.
- Op systeemniveau is alle landbouwverkeer, het gehele jaar rond, onderwerp van studie. De in de akker- en weidebouw gemeten gewasreacties tonen globaal een oogstderving van ca. 10% als gevolg van bodem-onvriendelijk berijden. (13).

Door de overstap van hoge naar lage druk wordt dat potentiële verlies ongeveer gehalveerd.

Vanwege de relatief geringe extra investering in



wieluitrusting is het dan ook niet verwonderlijk, dat veel Nederlandse en W. Europese boeren in principe nu reeds gewonnen zijn voor toepassing van het 1 bar-concept, onder het s.o.s. motto "save our soils". Ook loonwerkers zien uitvoeringstechnische voordelen en laten zich mede leiden door acquisitie-overwegingen; ontwikkelingen in de toedieningstechniek van drijfmest zijn hiervan een goed voorbeeld.

### *Beddenteelt*

Bij verdere teeltintensivering in de richting van vollegronds groenteteelt blijft het beddensysteem intrigeren. Niet alleen vanwege het potentiële opbrengstniveau (naar kwaliteit en kwantiteit) maar tevens vanwege de positieve werkbaarheids- en tijdigheidaspecten. Immers, de produktie- en rijzônes zijn geografisch van elkaar gescheiden en kunnen ieder voor zich optimaal worden ingericht naar de respectievelijke plant- en machine-eisen. Tevens kan worden tegemoet gekomen aan aspecten van bodem- en waterconservering. Normaliter kunnen de bedden de neerslag goed opnemen dankzij hun hoge infiltratiecapaciteit. Bij onverhoopte overschrijding daarvan kunnen de paden een tijdelijke rol spelen in de afvoer en opvang van hemelwater, zoals o.a. voor India is beschreven door Klay (5) in het "Broad bed and furrow" systeem. Terugkomend op de gewaseisen kan m.b.t. de groente-sector worden gesteld, dat een snelle en intensieve doorworteling van de volgteelten hier extra belangrijk is, om een veilig eindprodukt en een milieu-verantwoorde produktiewijze te kunnen garanderen.

Onderzoek o.a. van van Noordwijk (8) geeft aan, dat plantenwortels zich in een losgemaakt bed relatief ongestoord kunnen ontwikkelen en zich daardoor

tevens regelmatig gaan verdelen.

Daarmee de kansen op een gelijkmatige onttrekking van vocht en nutriënten uit de wortelzone verhogend en de risico's van uitspoeling verkleinend.

Verdichte lagen, gevoegd bij een heterogene kluitenstructuur zouden dit beeld alleen maar verslechteren.

Opvoering van de gangbare bedbreedte van ca. 2 m tot b.v. 12 m d.m.v. een breedspoor-portaaltrekker (gantry) beperkt het areaalverlies als gevolg van wielsporen. Dergelijke speciale werktuigendragers hebben zich technisch en economisch bepaald nog niet bewezen in de praktijk, maar bieden intussen goede mogelijkheden tot veldonderzoek.

Uitgaande van een vast sporen patroon zijn tevens de planten-rijen gefixeerd, waardoor een plaatsspecifieke behandeling van bodem, gewas en onkruid mogelijk wordt. Daartoe moeten we dan wel de nieuwste mogelijkheden benutten van de

### *Informatie-technologie*

De informatie-technologie draagt zeer zeker interessante gereedschappen aan ten dienste van onderzoek, voorlichting en praktische bedrijfsvoering.

Om tot verantwoorde beslissingen en tot correcte uitvoeringsvormen te komen, behoort steeds de trits meten - rekenen - regelen te worden doorlopen. Onder andere binnen het IMAG-DLO Programma "Optimalisering en automatisering open teelten, L2000" wordt, in samenwerking met de Landbouwuniversiteit en het bedrijfsleven gewerkt aan deze materie. Objectieve informatie omtrent de werkcondities en de kwaliteiten van het groeimilieu wordt verkregen door monitoring van weer-, grond- en gewassenmerken.

De tele-detectiemethodiek "remote sensing", zoals

o.a. besproken door van Keulen (4), zou ideaal zijn, omdat de noodzakelijke informatie automatisch en zonder fysieke verstoring van het grond-plant systeem verzameld zou kunnen worden. De fysieke interpretatie van dergelijke momentopnamen is echter (nog) niet éénduidig. Onze "sensor en sensing" bijdragen aan modelbouw en simulatie zullen daarom vooralsnog liggen in het voortraject d.w.z. in de fysieke onderbouwing van de bodemstructuurafhankelijke parameters en de kwantificering van relevante bodemkwaliteiten.

Is een perceel éénmaal in kaart gebracht (field en yield mapping) en heeft veld-archivering (in een Geografisch Informatie Systeem) plaats gevonden, dan kunnen kengetallen en rekenregels worden gegenereerd. En kunnen deterministische bodemvochten en gewasgroeimodellen worden opgesteld, voor sturings- en simulatiedoeleinden. Waarin tevens stochastische elementen (i.c. weergegevens en -prognoses) tot hun recht kunnen komen, ter voorspelling van het proces-verloop en de eindresultaten (dichtheid, vochtgehalte, opbrengst e.d.).

Gerichte acties kunnen vervolgens worden ondernomen bijvoorbeeld ter optimalisering van werktuigafstellingen en ter regulering van de teelt. De op het veld van nature aanwezige variabiliteit in ruimte en tijd behoeft dan niet meer zo'n probleem te vormen voor gemechaniseerde en geautomatiseerde uitvoering. Immers, de positie van het behandelende voertuig is bekend (telemetrisch), evenals de ter plaatse optimale bewerkingen, doseringen, selectieve oogsttijdstippen e.d.

De computer zal op operationeel- en op management-niveau een steeds belangrijker rol gaan spelen. Het

tijdperk van "computer integrated farming" is aangebroken!

Vaste, preventieve veldstrategieën zullen plaats maken voor flexibele varianten, waarbij men pas tot actie overgaat, wanneer bepaalde schadedrempels dreigen te worden overschreden. Het systeem wordt daarmee input-efficiënter, maar tevens risicovoller en kennisintensiever. Beslissingsondersteunende en teeltbegeleidende systemen zullen daarbij de managementtaak van de grondgebruiker kunnen verlichten. Onderbouwde grondbewerkingsadviezen zijn daarin een onmisbare module.

#### *Actuele thema's*

Dames en Heren, tot slot van dit hoofdstuk wil ik nog twee actuele thema's aanstippen in de sfeer van onkruidbestrijding en waterconservering, ter illustratie van mijn onderzoekvisie.

Op dit moment richt het genoemde L2000 onderzoekprogramma zich m.b.t. ons vakgebied vooral op de voorjaarswerkzaamheden zoals zaaien, bemesten en schoffelen waarbij de sturing van het werkende element automatisch plaats vindt met behulp van laser techniek.

Door de grotere precisie kan het te schoffelen oppervlak tussen de rijen toenemen van ca. 60% tot ca. 80%; ca. 90% lijkt haalbaar, wanneer tevens in de rij zou worden gewerkt. 's Nachts werken is zelfs mogelijk, wanneer b.v. een lichtimpuls op onkruidzaad zou moeten worden vermeden.

Momenteel worden nieuwe mogelijkheden tot mechanische onkruidbeheersingsstrategieën verder bestudeerd en plannen daartoe nader uitgewerkt. Vanuit hun specifieke invalshoeken duiden kort geleden ook Zonderwijk (15), Spielman (10) en

anderen reeds op de hernieuwde actualiteit van deze materie.

Het tweede voorbeeld betreft de effecten van water conserverende groundbewerkingsmaatregelen in Mali, onderzocht door Stroosnijder e.a. (11) en gesimuleerd met het rekenmodel "Duet 91".

De auteurs definiëren o.a. drie topplagcondities (bewerkt, bezakt en verslemp) die qua verschijning en specificaties afhankelijk worden gesteld van de aanhoudende (cumulatieve) neerslag. De gevolgen voor "runoff" en infiltratie kunnen daarmee worden gesimuleerd en voorspeld. De noodzakelijke verdere kwantificering van dergelijke parameters kan worden bereikt op basis van gericht groundbewerkingsonderzoek ter plaatse, i.c. de semi-aride tropen. De geschetste modelmatige, interactieve aanpak spreekt mij in principe bijzonder aan, omdat stress-situaties en kritieke fasen naar grond en gewas gedurende het gehele groeiseizoen kunnen worden gesignaleerd, gehanteerd en zo mogelijk bijgestuurd. Inpassing van boven bedoelde modules in bodemerosiemodellen ligt eveneens voor de hand. Een veelbelovende ontwikkeling is hiermee in gang gezet.

*Dames en heren,*

Tot slot nog enkele kanttekeningen bij het te verzorgen onderwijs en de noodzaak tot verdere internationalisering

*Onderwijs*

Het onderwijs in ons vakgebied heeft zich in de loop van de tijd verdiept en verbreed en wordt aangeboden in "grondslagen" en "toepassingen". In feite zijn ook hier de gepresenteerde disciplinaire structuur en hiërarchie te onderkennen:

- op proces-niveau, waarbinnen de basiskennis machine-grond-plant wordt behandeld
- op bewerkings-niveau, handelend o.a. over werktuig- en wileffecten
- op behandelings-niveau, waarin o.a. een optimaal bodemstructuurtraject t.b.v. de gewasgroei wordt geformuleerd en gereguleerd
- op systeem-niveau, waarbij bewerkingsprincipes worden bestudeerd en ingepast in landgebruik-systemen.

Op deze logische ordening wordt in de komende tijd voortgebouwd. Wel zijn accentverschuivingen in prioriteit en aandacht denkbaar; mede afhankelijk van lopende onderwijs-evaluaties. En inspelend op nieuwe wensen van huidige of toekomstige studierichtingen of onderzoekscholen.

Onze potentiële studenten blijken vaak met uitgesproken verwachtingen naar Wageningen te komen; ze willen als het ware direct de "hand aan de ploeg" slaan.

Bij de verdere invulling van het concept LUW Strategisch Plan "Kiezen in de kern" is het dan ook zaak, bovengenoemde examenvakken in een vroeg stadium van de doctoraalstudie te blijven "inroosteren".

Dankzij een methodologisch verantwoorde aanvang van de doctoraalstudie wordt de weg geplaveid naar verdere specialisatie of verbreding en naar een toekomstige werkkring.

### *Internationalisering*

Onze internationale contacten zijn vanouds mede gewaarborgd door het basislegend karakter van het onderzoek van de Vakgroep Grondbewerking, in combinatie met het terreindekkende onderwijs-programma.

De internationale profilering zal in de nabije toekomst echter (nog) meer aandacht vragen. Immers, de LUW-afgestudeerden zullen zich in het Europa van ná 1992 een plaats moeten kunnen verwerven onder condities van internationale concurrentie. Tevens zullen vanuit Wageningen extra inspanningen moeten worden ondernomen, om internationaal studietalent te boeien en te binden in opleidingen op MSc- en PhD-niveau.

Met betrekking tot het onderzoek zullen naar verwachting steeds meer opdrachten en subsidies buiten onze landsgrenzen, b.v. in Brussel, verkregen moeten worden.

Internationale marktverkenning en profilering dienen derhalve te worden geëntameerd. Verwerving en honorering van opdrachten zal meer dan tot nu toe zijn gebaseerd op multi-disciplinaire contacten en samenwerkingsverbanden. Organisaties als ISTRO (Int. Soil Tillage Res. Org.) en ISTVS (Int. Soc. Terrain Vehicle Systems) bieden een goed platform voor te ondernemen gezamenlijke acties. Speciale aandacht verdienen daarbij onze buurlanden i.c. Benelux en Duitsland. Ook Middellandsezeelanden als Italië, Frankrijk en Spanje zullen potentieel steeds belangrijker onderzoekspartners worden. Acquisitie en profilering zijn nodig om in dit internationale "orkest" gehoord te worden.

De bestaande vakmatige contacten met Groot-Britannië, de VS van N. Amerika en de Scandinavische landen blijven van groot belang om op deel-gebieden de hoge wetenschappelijke standaards te kunnen (blijven) bereiken c.q. handhaven.

In het kader van ontwikkelingssamenwerking dienen o.a. de opgebouwde connecties in de semi-aride en humide tropische gebieden te worden gecontinueerd.

Tevens zullen de banden met Midden- en Oost-Europa waar mogelijk worden aangehaald.

*Geachte aanwezigen,*

Tijdens deze "tour d'horizon" langs ons vakgebied heb ik, al rondkijkend en focussend, het diafragma en de zoomlens duidelijk met de hand bediend, U daarmee uiteraard een subjectief, maar hopenlijk toch ook interessant beeld en perspectief schetsend. Rest mij nog, een enkel persoonlijk dankwoord uit te spreken.

*Mijnheer de Rector Magnificus, leden van het College van Bestuur, leden van de Universiteitsraad, bestuursleden van de Sector Landinrichting en Milieu en leden van de Benoemingsadviescommissie,*

U stond voor de taak, de relevantie van de discipline grondbewerking af te wegen tegen prioriteiten elders in de organisatie.

U kwam na rijp beraad tot de conclusie, dat ons vak ook in de toekomst de basis helpt leggen voor duurzaam landgebruik.

Graag zeg ik U, vanuit diezelfde overtuiging toe, me in teamverband in te zullen zetten voor de verdere Leerstoel-ontwikkeling binnen deze Landbouw-universiteit, U daarbij dankend voor het vertrouwen, in mij gesteld, bij deze eervolle benoeming.

*Potentiële fusiepartners,*

Het is aan insiders bekend, dat onze vakgroep Grondbewerking op het punt staat, op te gaan in een groter organisatorisch geheel.

Naar ik hoop en verwacht, zijn in ons Strategisch Plan



Grondbewerking en ook in deze oratie, voldoende raakvlakken en aangrijpingspunten geschetst, naar "teelt", "techniek" en "bodem" om de samenwerking met één van U verder te intensiveren, op weg naar fusie. Om wederzijds de potentiële synergie-winst te mogen proeven en delen.

*LU-leermeesters,*

Ten tijde van deze benoeming gaan mijn gedachten in dank uit naar al diegenen, die hebben bijgedragen aan m'n wetenschappelijke vorming.

In het noemen van namen beperk ik me noodgedwongen tot diegenen, die destijds m'n Ir.-studie begeleidden; de hooggeleerden Quast, Moens, Kuipers en Meulenberg.

Prof. Quast en prof. Moens boden de inspiratie en de vakmatige begeleiding tijdens m'n studie Landbouwwerktuigkunde.

Daarnaast werden we gestimuleerd in de oprichting van de studievereniging Heeren XVII: wederzijds een nuttig en aangenaam leerproces in die roerige jaren '60.

Prof. Kuipers en z'n mensen van het eerste uur leerden me de eerste schreden zetten op hun onderzoekspad. De disciplinaire vonk, die toen oversloeg is kennelijk nooit meer gedoofd! Sindsdien zijn de contacten gecontinueerd in taak- en werkgroepverband e.d. Waarmee jij, *beste Henk*, gewoonte-getrouw en op de jouw eigen impliciete wijze, veel hebt bijgedragen ook aan mijn rijpingsproces; waarvoor m'n oprechte dank!

Prof. Meulenberg tenslotte, onderrichtte me op aanstekelijke wijze omtrent het in die tijd nieuwe vak Marktkunde en Marktonderzoek, waarvoor dank.

*Oud-DLO collega's,*

Werken bij DLO heb ik altijd als bijzonder boeiend ervaren; je doet daar veel kennis en ook veel kennissen op. In de cultuurtechnische sfeer bij het toenmalige ICW onder leiding van de helaas te vroeg gestorven dr. Geek Wind en daarna bij het toenmalige ILR en het latere IMAG. Zonder "wie dan ook" te kort te willen doen, memoreer ik op deze plaats de collegiale en vriendschappelijke werkrelaties met Hans Poesse en Frans Tijink, respectievelijk mijn voorganger en opvolger binnen de Hoofdafdeling Mechanisatie.

Dank tenslotte aan IMAG-directie en medewerkers, voor al die vruchtbare jaren, voor de fijne wijze van uitzwaaien vorig jaar en voor de lotsverbondenheid in huidige en toekomstige DLO-samenwerkingsprojecten en naar ik hoop, ook via nieuwe lichteningen afgestudeerden.

*Collega's van de vakgroep Grondbewerking,*

Er is de afgelopen jaren heel wat gevergd van Uw geduld en flexibiliteit.

De relatief lange benoemingsprocedure en periode van onzekerheid had veel te maken met de te realiseren formatieve krimp in het kader van de Meerjaren Afspraak.

Dankzij de bereidheid van sommigen onder U, om mee te werken aan een "terugploeg" operatie, kunnen we als team nu weer voort.

Waarbij dankzij de medewerking van het College van Bestuur naast "sanering" toch ook enige ruimte tot "ontwikkeling" wordt geboden in A.I.O.-sfeer.

Ieder van jullie wil ik vanaf deze plaats hartelijk

bedanken voor de prettige en efficiënte wijze, waarop me de kans is geboden om me in te werken in mijn nieuwe functie.

*Familie,*

Veel dank gaat uit naar m'n ouders. Wij zijn met z'n vieren opgegroeid in een tolerante gezinssfeer, waarin ons vele opleidingskansen werden geboden, in aansluiting op individuele interesses en persoonlijke mogelijkheden. Gelukkig kan Moeder deze dag meemaken!

*Lieve Trudy, Freeke, Udo-Marc, familie,*

Op jullie liefdevolle steun en aandacht kan ik altijd rekenen en dat geeft een fijne thuisbasis waardoor de werkdruk gespreid wordt en ik enthousiast aan deze nieuwe uitdaging heb kunnen beginnen.

*Dames en heren studenten,*

Lest best nog enkele woorden tot U.

Als groep moet U tijdens studie meer haast maken dan de generaties voor U. Terwijl tegelijkertijd op de arbeidsmarkt onverkort hoge eisen aan U worden gesteld m.b.t. vakkennis, inzicht, analytisch denkvermogen en sociale en leidinggevende capaciteiten. Dat spanningsveld zult U zelf moeten leren hanteren. Wel zeg ik U toe, dat onze Vakgroep, met begrip voor deze stress-situatie, er "alles" aan zal (blijven) doen, om aan Uw vorming en ontplooiing bij te dragen.

Gedurende het afgelopen jaar heb ik vele nuttige en prettige contacten met U mogen leggen en

onderhouden. Dat sterkt me in de overtuiging, dat wij vol vertrouwen de toekomst tegemoet kunnen gaan.

*Dames en heren,*

Ik dank U voor Uw aandacht.

## Literatuur

1. Anoniem, 1984. Experiences with three tillage systems on a marine loam soil. II. 1976-1979. Editor F.R. Boone. Pudoc Agricultural Research reports; 925.
2. Anoniem, 1986. Onderzoekplan Bodembescherming, Bodemkundige Aspecten. Nota Coördinatiecommissie Bodem NRLO/86/W8.
3. Anoniem, 1990. Sustainable Agricultural Systems. Edited by C.A. Edwards, R. Lal, P. Madden, R.H. Miller and G. House. pp. 175-225. Soil and Water Conservation Soc., U.S.A.
4. Keulen, H. v., 1990. Data and models in land resource management. ITC Journal 1990-7.
5. Klay, M.C., 1983. Analysis and evaluation of tillage on an alfisol in a semi-arid tropical region of India. Landbouwwuniversiteit Wageningen.
6. Koolen, A.J., H. Kuipers., 1983. Agricultural Soil Mechanics. Springer Verlag.
7. Lebert, M., 1989. Beurteilung und Vorhersage der Mechanischen Belastbarkeit von Ackerböden. Proefschrift Universiteit Bayreuth. 130 pp.
8. Noordwijk, M. van, 1990. Root distribution pattern as influenced by soil structure. In: Management Bodemstructuur, Redactie F.G.J. Tjink, IMAG.
9. Ouwerkerk, C. van, F.R. Boone., 1990. Prof. Henk Kuipers: Gifted Architect of Soil Tillage Research. Soil Tillage Res. 16: 3-21.
10. Speelman, L. 1989. Van zaaier tot robot, beelden van landbouwtechniek. Inaugurele rede LU.

11. Stroosnijder, L., W.B. Hoogmoed, J.A.A. Berkhout, 1991. Modelling effects of water conservation tillage in the semi-arid tropics. International Symposium on "Gestion agroclimatologique des precipitations, une voie de reduction du gap technologique de l'agriculture tropical africaine". Dec. 1991, Bamako, Republique du Mali.
12. Tijink, F.G.J., 1990. Banden tussen voertuig en grond. In: Management Bodemstructuur. Werkgroep Grondbewerking, Technische Aspecten, IMAG.
13. Vermeulen, G.D., U.D. Perdok, 1992. Benefits of low-ground pressure tyre equipment. In: B.D. Soane and C. van Ouwerkerk (Editors). Soil Compaction in Crop Production. Elsevier, Amsterdam. In voorbereiding.
14. Zachariasse, L.C., 1974. Boer en bedrijfsresultaat. Publicatie no. 8 Afd. Agrarische Bedrijfseconomie LH.
15. Zonderwijk, P. 1991. Leven met kruid en onkruid. Afscheidsrede LU.