

AB-DLO Thema's 3

## Hoe ecologisch kan de landbouw worden?

Themadag KLV, AB-DLO en PE  
gehouden op 21 november 1995  
te Wageningen

A.J. Haverkort en P.A. van der Werff (Eds)



ab-dlo



Voortgaande vernieuwing in de landbouw:  
het samenspel van prototypering en toekomstverkenning  
*W.A.H. Rossing, F.G. Wijnands en A.T. Krikke* 115-135

Wageningen/Haren  
1995

DLO-Instituut voor Agrobiologisch en  
Bodemvruchtbaarheidsonderzoek  
Bornsesteeg 65, Postbus 14  
6700 AA Wageningen

## 7. Voortgaande vernieuwing in de landbouw: het samenspel van prototypering en toekomstverkenning

<sup>1</sup>W.A.H. Rossing, <sup>2</sup>F.G. Wijnands en <sup>2</sup>A.T. Krikke

<sup>1</sup> LUW-vakgroep Theoretische Productie-Ecologie, Postbus 430, 6700 AK Wageningen

<sup>2</sup> Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond (PAGV), Postbus 430, 8200 AK Lelystad

### Samenvatting

De maatschappelijke zorg over ongewenste neveneffecten van landbouwkundige productie op milieu en natuur heeft in alle 'open teelten'-sectoren van de Nederlandse landbouw geleid tot onderzoek naar duurzame bedrijfssystemen. In dit onderzoek zijn twee planmatige benaderingen te onderscheiden: prototypering en modelmatige verkenningen. Essentieel in beide benaderingen is dat normatieve doelstellingen worden gescheiden van technische en biologische relaties, zodat een confrontatie ontstaat tussen wat mogelijk is en normatief wenselijk. Bij de ontwikkeling van maatschappelijk gewenste, duurzame productiesystemen kunnen vier fasen worden onderscheiden: ontwerp, testen en verbeteren, implementatie op kleine schaal, en implementatie op grote schaal. In deze bijdrage wordt deze fasen besproken, met speciale aandacht voor de synergetische rol van prototypering en modelmatige verkenningen. De fasen worden geïllustreerd met voorbeelden uit de akkerbouw en de bloembollenteelt.

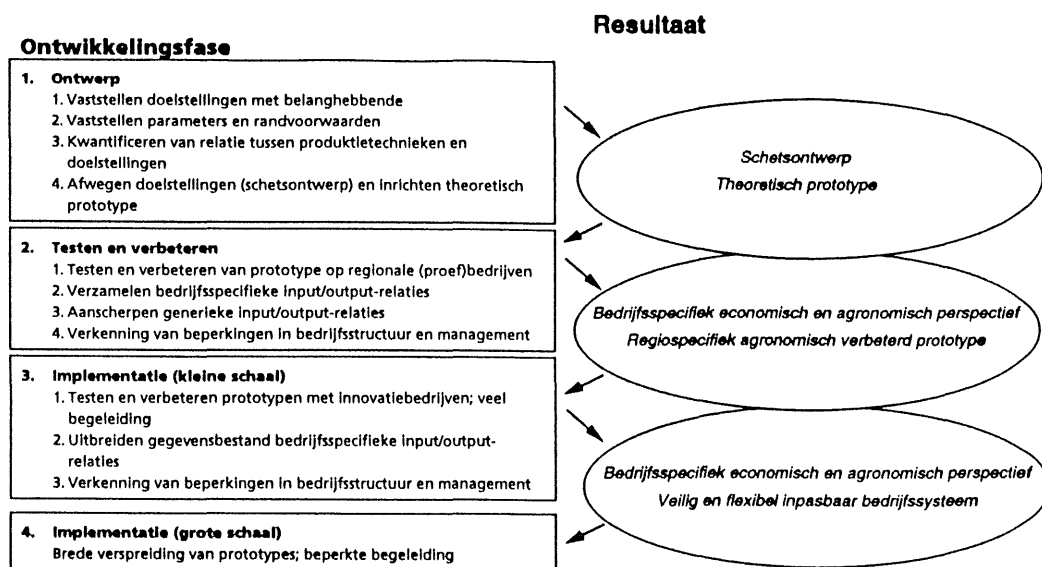
### INLEIDING

De Nederlandse landbouw is zeer succesvol gebleken in het verhogen van opbrengsten per eenheid van oppervlak. De gehanteerde produktietechnieken blijken echter tot onaanvaardbare belasting van het milieu en tot achteruitgang van natuur- en landschapswaarden te leiden. Deze negatieve effecten bedreigen niet alleen direct of indirect medegebruikers van de groene ruimte, maar zijn ook een bedreiging voor de continuïteit van de landbouw zelf. De maatschappelijke zorg hierover wordt weerspiegeld in de overheidsbeleidsnota's 'Structuurnota Landbouw' (Anonymus, 1990) en 'Meerjarenplan Gewasbescherming' (Anonymus, 1991). Teneinde landbouwkundige productie op een duurzame leest te schoeien zijn bedrijfssystemen nodig waarin naast bedrijfseconomische doelstellingen ook expliciet doelstellingen worden nagestreefd op het gebied van milieu, volksgezondheid, landschap en natuur. Deze doelstellingen zijn, in ieder geval ten dele, strijdig. Daarmee is het zoeken naar duurzame productiesystemen veelal equivalent met het zoeken naar een *acceptabel* compromis tussen de verschillende doelstellingen op basis van gangbare en experimentele produktietechnieken.

Ontwikkeling van duurzame productiesystemen vereist zicht op de doelstellingen van landbouwkundige productie, kennis van de relatie tussen produktietechnieken en doelstellingen, en gestructureerde verkenning en praktische ontwikkeling van bedrijfssystemen

die tegemoet komen aan de gestelde doelen. Praktische ontwikkeling vindt plaats in het zogenaamde prototypen (Vereijken, 1994). Deze planmatige aanpak komt aan de orde in de bijdrage van Vereijken en Kropff in dit boek. Verkenning van kansrijke bedrijfssystemen is mogelijk met modelmatige methoden op basis van lineaire programmering. De interactieve meervoudige doelprogrammering (IMDP), een instrument afkomstig uit studies op regionaal niveau (De Wit et al., 1988), maakt zichtbaar welke de biofysische mogelijkheden zijn voor realisatie van doelstellingen (Schans, 1991; Van de Ven, 1994; Rossing et al., 1995). Bij bedrijfsstructuur-optimalisatie (BSO, Bos et al., 1992) richt de aandacht zich op de rol van bedrijfsstructuur en -inrichting bij het realiseren van een acceptabel bedrijfseconomisch resultaat.

Bij de ontwikkeling van duurzame produktiesystemen kunnen vier fasen worden onderscheiden: ontwerp, testen en verbeteren, implementatie op kleine schaal, en implementatie op grote schaal (Fig. 1; zie ook Vereijken, 1992). In deze bijdrage bespreken we deze fasen, met speciale aandacht voor de synergistische rol van prototyping en modelmatige verkenningen hierin. Per fase worden eerst doel en aanpak beschreven. Na dit conceptuele kader volgen een illustratie en, waar nodig, een bespreking. De illustraties zijn ontleend aan de akkerbouw, met name het project "Introductie geïntegreerde akkerbouw in de praktijk" en aan de bollenteelt, met name het project "Toekomstperspectieven voor milieuvriendelijke bollenteelt". Deze sectoren en projecten worden in een intermezzo kort voorgesteld. Allereerst wordt een beknopt overzicht gegeven van de stand van ontwikkeling van duurzame produktiesystemen in een aantal open teelten in Nederland.



Figuur 1. Fasen en resultaten bij de ontwikkeling van duurzame bedrijfssystemen van ontwerp naar praktijk

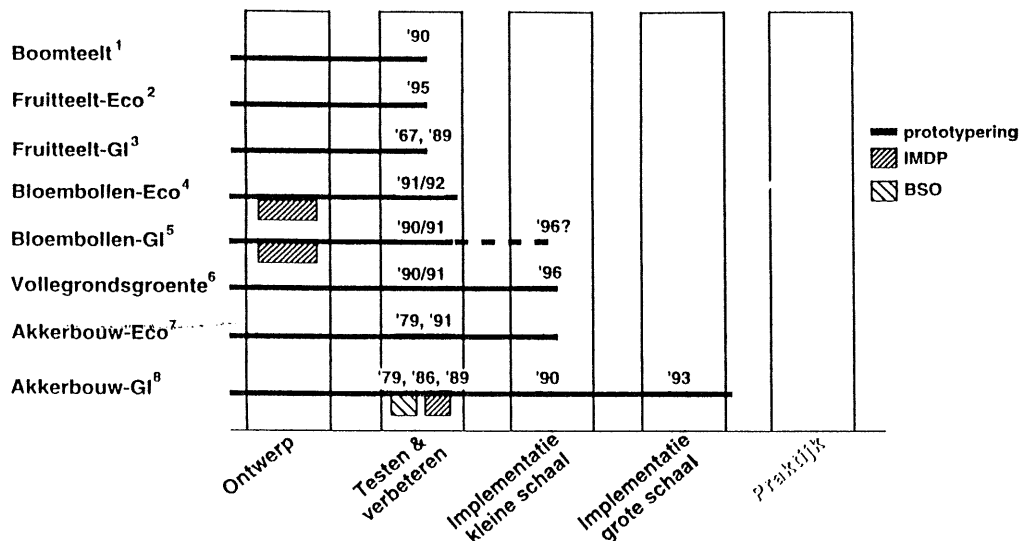
## ONTWIKKELINGSSTADIUM DUURZAME LANDBOUW IN OPEN TEELTEN

In Figuur 2 is weergegeven hoe ver een aantal sectoren gevorderd is bij de ontwikkeling van produktiesystemen die voldoen aan meerdere doelstellingen. Daarbij is een onderscheid gemaakt tussen prototypering en modelmatige verkenningen met IMDP en BSO.

De prototypering is het verst gevorderd in de geïntegreerde akkerbouw waar de grootschalige implementatie vrijwel is afgerond. De overige sectoren bevinden zich in het stadium van testen en verbeteren, hetgeen plaatsvindt op proefbedrijven.

Prototypering van ecologische akkerbouw vindt momenteel plaats in een samenwerkingsverband tussen praktijkbedrijven en onderzoek (Verelijken en Kropff in dit boek).

Ervaring met modelmatige verkenningen bestaat in de bloembollenteelt en de akkerbouw.



1. Diversen (1995), Dolmans (1993); 2. Schenk (1994); 3. Schenk (1993, 1995), Groot en Schenk (1994); 4. Stokkers en Van den Berg (1993); 5. Stokkers (1991), Stokkers en Van den Berg (1993); 6. Van den Ham et al. (1995); 7. Verelijken (1994), Verelijken et al. (1994); 8. Wijnands et al. (1992, 1995).

Figuur 2. Stadium van ontwikkeling bij de prototypering voor een aantal 'open teelt'-sectoren in Nederland. Naarmate de zwarte lijn verder naar rechts doorloopt, is de ontwikkeling verder gevorderd. De jaartallen geven het begin van een fase weer. Waar meerdere jaartallen vermeld zijn, is sprake van meerdere proeflocaties. Tevens is aangegeven waar gebruik is gemaakt van verkennende modelstudies (IMDP en BSO). Eco = ecologisch, GI = geïntegreerd.

In de bloembollenteelt vormde een studie met IMDP het instrument bij het organiseren van de discussie tussen bollentelers en milieuorganisaties over mogelijke ontwerpen voor milieuvriendelijker produktiesystemen (Jansma et al., 1994; zie intermezzo).

In de akkerbouw werd BSO toegepast op de resultaten van twee onderzoeksprototypen. Daarbij werd nagegaan in welke mate opschaling leidt tot verbetering van het bedrijfseconomisch resultaat. De resultaten waren wegbereidend voor de overgang van testen en verbeteren naar kleinschalige implementatie (Bos et al., 1992; zie intermezzo).

Op basis van de resultaten van deze kleinschalige implementatie werd vervolgens met IMDP geanalyseerd welke perspectieven bestaan voor verdergaande realisatie van milieudoelen (Habekotté en Schans, in druk; zie intermezzo).

### *Intermezzo*

#### 'Geïntegreerde akkerbouw van prototype tot praktijk'

Voor de akkerbouwsector worden prototypen van geïntegreerde akkerbouwsystemen ontwikkeld op regionale basis. Sinds 1979 wordt op het OBS te Nagele het theoretisch prototype voor kleigronden getest en verbeterd, terwijl sinds 1986 op het project Borgerswold en sinds 1989 op het ROC Vredepeel respectievelijk het prototype voor de noordoostelijke zand- en dalgronden en het prototype voor de zuidoostelijke zandgronden wordt ontwikkeld. Het onderzoek wordt uitgevoerd als bedrijfssystemenonderzoek waarbij de ontwikkeling van systemen op (semi)praktijkschaal in een bedrijfscontext voorop staat (Wijnands et al., 1992). De economische perspectieven van deze prototypes zijn vergelijkbaar met de gangbare praktijk (Bos et al., 1992). Op basis hiervan werd besloten tot aanscherping van het theoretisch prototype dat ten grondslag lag aan het bedrijfssystemenonderzoek, enerzijds door beter toespitsen van het prototype op beheersing van grondgebonden ziekten en plagen en anderzijds uit het scherper stellen van de na te streven bovengrens aan pesticidengebruik. De vernieuwde prototypes werden in 1991 te Nagele en Borgerswold (Boerma en Hofmeester, 1992) in uitvoering genomen en in 1993 te Vredepeel (Kroonen-Backbier et al., 1994). De resultaten van het bedrijfssystemenonderzoek gaven samen met de overheidsplannen voor de ontwikkelingsrichting van de landbouw in het algemeen (Anonymus, 1990) en de gewasbescherming in het bijzonder (Anonymus, 1991) aanleiding tot het starten van een vierjarig project (1990-1993) gericht op het evalueren van de regiospecifieke geïntegreerde prototypes van akkerbouwbedrijfssystemen op zogenaamde innovatiebedrijven in de praktijk. Als onderdeel van dit project werd een studie verricht naar de perspectieven van verdergaande realisatie van milieudoelen door de akkerbouw in de centrale zeeleiregio en het noordoostelijk zand- en dalgrondgebied. Hierbij werd gebruik gemaakt van IMDP (Habekotté en Schans, in druk). De resultaten van de innovatiebedrijven fungeerden als toetssteen voor deze modelstudie. Ook in de praktijk bleek geïntegreerde akkerbouw tot goede resultaten te leiden, al werden duidelijk regioverschillen geconstateerd in het niveau van de resultaten. Het project gaf een goed inzicht in benodigde uitwerking van het algemene prototype naar specifieke bedrijven en ondernemers (Wijnands et al., 1995). Op grond van deze ervaring, die de begeleidende voorlichtingsdienst (Dienst Landbouw Voorlichting, DLV) zich ook eigen had gemaakt, en tegen de achtergrond van het convenant dat tussen het Landbouwschap en het Ministerie van LNV in voorbereiding was (Anonymus, 1993), werd eind 1992 besloten reeds in 1993 met de grootschalige invoering van geïntegreerde akkerbouw te beginnen (Anonymus, 1992). In dit driejarige project (1993-1995) worden 500 akkerbouwers begeleid door de handelshuizen en de DLV. Doel van het project is om met name de overheidsdoelstellingen ten aanzien van gewasbescherming en de implementatie van geïntegreerde akkerbouw te verwezenlijken.

'Toekomstperspectieven voor milieuvriendelijke bollenteelt:  
een proeve van systeemontwerp'

In de bloembollenteelt vindt ontwikkeling van bedrijfssystemen die tegemoet komen aan milieutechnische en bedrijfseconomische doelstellingen plaats op twee proefbedrijven in de belangrijkste productiegebieden op zandgrond: het noordelijk zandgebied van Noord-Holland (proefbedrijf 'De Noord' in Sint-Maartensbrug) en de Bollenstreek (proefbedrijf 'De Zuid' in Hillegom). Op beide bedrijven worden geïntegreerde produkiesystemen ontwikkeld met een verschillende mate van onmiddellijke toepasbaarheid in de praktijk. Daarnaast is er sinds 1992 op De Zuid en sinds 1995 op De Noord een ecologisch systeem in ontwikkeling waarin productie van bloembollen met SKAL keurmerk wordt beoogd (Stokkers en Van den Berg, 1993; Stokkers, pers. mededeling). Het onderzoek heeft geresulteerd in twee regionale prototypes die gereed zijn voor invoering in de praktijk (Stokkers, pers. mededeling). Anders dan in de akkerbouw wordt niet gekozen voor invoering van deze prototypes als totaalconcept. De sector lijkt de voorkeur te geven aan de begeleide invoering van het Milieupraktijkplan als onderdeel van het Milieuconvenant met de rijksoverheid (Anonymus, 1995a). Bij verbreiding van de ervaringen van de proefbedrijven naar de praktijk wordt gemikt op voorhoedebedrijven op het gebied van bodemgezondheid en bodemvruchtbaarheid, en op demonstratiebedrijven waar deelgebieden worden belicht. Naast deze sector-brede ontwikkelingen, zijn er decentrale initiatieven. Eén ervan, het Bollenoverleg, stond aan de basis van het in deze bijdrage als illustratie gebruikte onderzoeksproject.

Het Bollenoverleg is een platform voor discussie tussen leden van de Werkgroep Jonge Bollentelers enerzijds en leden van de Milieufederatie van de provincies Noord- en Zuid-Holland en het Milieuoverleg Duin- en Bollenstreek anderzijds. In dit in 1991 gestarte overleg wordt een visie ontwikkeld op milieuvriendelijke bloembollenteelt en de wijze waarop deze kan worden bereikt. Toen de discussie dreigde te stranden in gebrek aan synthese van kennis over produktietechnieken en hun bedrijfseconomische en milieuhygiënische gevolgen, besloot men de hulp van Wageningen te zoeken. Via bemiddeling van de Wetenschapswinkel van de Landbouwuniversiteit werd een onderzoeksproject aanbesteed bij de LUW-vakgroep Theoretische Produktie-ecologie en het DLO-Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO).

Doel van het project was te verkennen welke technische mogelijkheden er zijn om tot realisatie van zowel economische als milieuhygiënische doelstellingen te komen op bedrijfsniveau bij een planningshorizon van 10-15 jaar. Het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek in Lisse was nauw betrokken bij het uitwerken van produktietechnieken. Het Bollenoverleg gaf direct en via de Begeleidingscommissie sturing aan het onderzoek. Resultaten werden geformuleerd als twee ontwikkelingsrichtingen, één gericht op vermindering van de inzet van pesticiden, de ander gericht op vermindering van het N-overschot. Het onderzoek is een nuttig instrument gebleken bij het op gang brengen van de discussie (Anonymus, 1995a). De resultaten (Jansma, 1994; De Ruijter en Jansma, 1994; Jansma et al., 1994) worden momenteel (september 1995) omgewerkt tot praktijkexperimenten onder auspiciën van het Bollenoverleg. Tevens beoogt het Bollenoverleg het afsluitende rapport te gebruiken als basis voor verdere discussie binnen de sector.

## VAN ONTWERP TOT PRAKTIJK

### Fase 1: Ontwerp

#### *Ontwerp - Kader*

Doel van de ontwerpfase is het ontwikkelen van een 'schetsontwerp' en een 'theoretisch prototype' van een duurzaam bedrijfssysteem (Fig. 1). Met het schetsontwerp doelen we op het resultaat van verkenningen met IMDP. Het theoretisch prototype komt voort uit prototyping. Schetsontwerp en theoretisch prototype hebben een verschillende rol tijdens de ontwerpfase. Idealiter vullen de twee achterliggende benaderingen elkaar aan. De aanpak die ten grondslag ligt aan beide wijzen van ontwerpen is vergelijkbaar, en laat zich samenvatten in vier stappen (zie Fig. 1): vaststellen van doelstellingen, vaststellen van parameters en randvoorwaarden, kwantificeren van produktietechnieken en samenstellen van schetsontwerp of theoretisch prototype.

#### 1. *Doelstellingen*

Als eerste stap wordt de globale doelstelling van ontwikkeling van duurzame bedrijfssystemen nader gespecificeerd in doelstellingen op bedrijfseconomisch, milieutechnisch, landschappelijk en sociaal-economisch terrein. Doelstellingen worden in eerste instantie ontleend aan beleidsnota's. Een verdere verfijning in algemene en specifieke doelstellingen heeft plaatsgevonden bij het ontwerpen van prototypen in de akkerbouw (Vereijken, 1994; zie ook de bijdrage van Vereijken en Kropff in dit boek).

#### 2. *Parameters en randvoorwaarden*

Als tweede stap worden de doelstellingen hanteerbaar gemaakt door keuze van de parameters, dat wil zeggen grootheden die kwantitatieve toetsing mogelijk maken<sup>1</sup>. Zo kan de doelstelling minimalisatie van pesticideninzet beoordeeld worden in termen van inzet van kg actieve stof conform de beleidsdoelstelling (Anonymus, 1991), punten op de milieumeetlat (Reus en Pak, 1993) of op basis van Levenscyclusanalyse (LCA, Heijungs, 1992). Het aantal parameters wordt beperkt door te selecteren op parameters die betrekking hebben op meerdere doelstellingen tegelijk. Zo beoogt de LCA een integrale maat voor het milieueffect van een stof te geven, zowel wat betreft milieuverontreiniging als wat betreft energiegebruik bij produktie en toepassing.

Het is zinvol onderscheid te maken tussen parameters en randvoorwaarden. De randvoorwaarden geven eisen weer met betrekking tot de benutting van hulpbronnen. Zo mag een bedrijfssysteem niet méér arbeid vragen dan beschikbaar is. In duurzaamheidsvraagstukken komen randvoorwaarden ook voor in de vorm van balansen met evenwicht als eis, bijvoorbeeld op het gebied van organische stof, nutriënten en afwisseling van rooi- en maaivruchten. Tenslotte worden randvoorwaarden gebruikt om minimale of maximale streefwaarden voor doelstellingen aan te geven. In deze zin vormen de randvoorwaarden de grenzen van wat duurzaam wordt geacht. Omdat tenminste voor een deel van de randvoorwaarden geen objectieve grondslag bestaat, verdienen de gevolgen van de keuze van de randvoorwaarden zorgvuldige analyse. Voorkómen moet worden dat kansvolle bedrijfssystemen uitgesloten worden van discussie door in een vroeg ontwerpstadium te strikte, normatieve randvoorwaarden te hanteren. Bij de formulering van een theoretisch prototype worden uiteindelijk aan alle doelstellingen onder- en bovengrenzen opgelegd, zodat toetsing van de effectiviteit van het prototype mogelijk wordt.

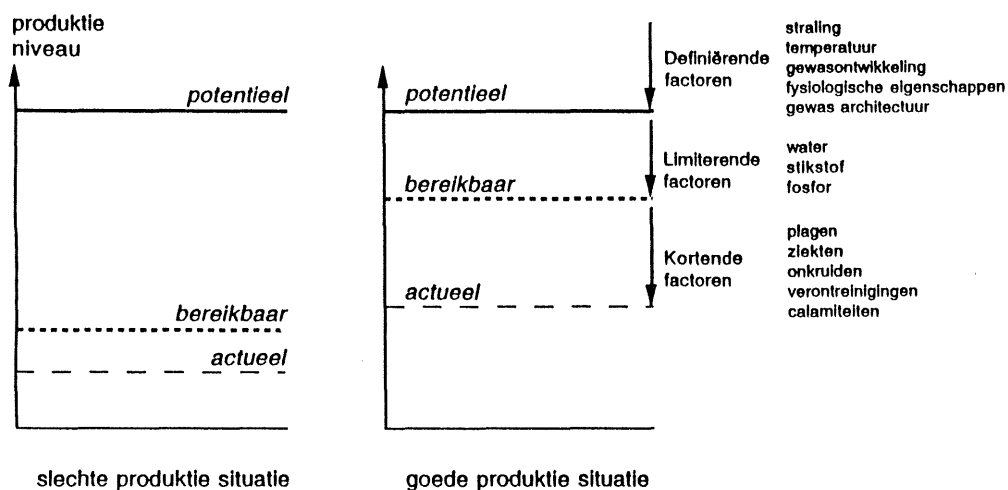
---

1 De connotatie van de term 'parameter' bij de prototyping (Vereijken, 1994) is dus een andere dan gebruikelijk in de wiskunde.

### 3. Produktietechnieken

De volgende stap, die veelal de grootste tijdsinvestering vergt, is het vaststellen van produktietechnieken en het karakteriseren van hun bijdrage aan elk van de doelstellingen en randvoorwaarden. Bij het ontwerpen van een theoretisch prototype wordt produktietechnieken gecombineerd tot samenhangende strategieën op hoofdterreinen van de bedrijfsvoering, zoals gewasbescherming, bemesting, vruchtwisseling en grondbewerking.

In de IMDP benadering worden produktietechnieken gekarakteriseerd door hun bijdragen aan de doelstellingen en de inzet van produktiemiddelen die hiervoor nodig is. Het vaststellen van deze zogenaamde input/output-relaties gebeurt met een 'doelgeoriënteerde' benadering. Dat wil zeggen dat de inputs worden afgeleid van een beoogd niveau van gewasopbrengst (het doel). Hierdoor wordt bewerkstelligd dat inputs in realistische verhoudingen worden gecombineerd, afgeleid uit productie-ecologische kennis. Centraal in het bepalen van de input/output-relaties staat dus het produktieniveau. De hoogte hiervan wordt bepaald door de combinatie van produktiesituatie en produktietechniek (Fig. 3). Het scala van produktietechnieken wordt bepaald door de stand van de techniek en de verwachte ontwikkeling daarin binnen de tijdshorizon waarop de studie betrekking heeft. Naast deze temporele begrenzing van de studie is de ruimtelijke schaal van belang: veld, bedrijf, (supra-)regio of sector. Hoge inzet van bestrijdingsmiddelen in één gewas kan op bedrijfsniveau worden 'verdund' door lage inzet in andere gewassen.



Figuur 3. Produktiesituatie, produktieniveau en bijbehorende groeibepalende factoren. De produktiesituatie op een specifieke locatie wordt gekarakteriseerd door fysische factoren: klimaat, water beschikbaarheid en bodemkarakteristieken zoals compactie, watervasthoudend vermogen en helling. De produktietechniek omvat alle inputs die gebruikt worden van zaai tot zaai, en die leiden tot het beoogde opbrengstniveau. In goede produktiesituaties kan een hoog produktieniveau worden gerealiseerd met een gegeven produktie-techniek. In slechte produktiesituaties zijn grotere inputs nodig om hetzelfde produktieniveau te realiseren, zo dit überhaupt haalbaar is.



#### 4. Schetsontwerp en theoretisch prototype

In IMDP studies vormen doelstellingen, randvoorwaarden en input-output relaties per gewas de ingrediënten waarmee een lineair programmeringsmodel de bedrijfssystemen formuleert die een acceptabel compromis tussen de doelstellingen opleveren. Of een bedrijfssysteem acceptabel is, kan in directe interactie met belanghebbenden worden afgewogen aan de hand van een schetsontwerp. Gebruikelijker is dat een groot aantal alternatieven wordt doorgerekend en de uitruil tussen doelstellingen (het 'speelveld') in kaart wordt gebracht.

De laatste stap bij het opstellen van het theoretisch prototype is koppelen van de produktietechnieken aan parameters zodat duidelijk wordt welke methode hoofdverantwoordelijk is voor een parameter. Vervolgens kunnen de methoden uitgewerkt worden tot ze klaar zijn voor de eerste test. Daarmee is een kansrijk ontwerp gereed dat in de praktijk verder getest en geoptimaliseerd kan worden.

#### *Ontwerp - Illustratie: Ontwerp van geïntegreerde produktiesystemen in de bloembollenteelt met IMDP*

##### *Doelstellingen en parameters*

Vertrekpunt in de ontwerpfase waren een aantal door het Bollenoverleg (zie intermezzo) onderscheiden aandachtsvelden waarop men knelpunten verwachtte bij de realisatie van milieuvriendelijker bollenteelt. Uit deze probleemvelden werden doelstellingen op bedrijfs-economisch en milieutechnisch vlak afgeleid, die door het Bollenoverleg werden besproken en geaccordeerd (Tabel 1).

##### *Randvoorwaarden*

Randvoorwaarden werden geformuleerd wat betreft bedrijfsomvang, het gewassenscala, de mogelijkheid (klei)grond met optimale bodemgezondheid bij te huren ('de reizende bollenkraam') en verwachte overheidsnormen op het gebied van pesticideninzet en nutriënteninzet. Aangenomen werd dat kennisintensieve arbeid alleen geleverd kan worden door de vaste arbeidskrachten (VAK), terwijl kennisextensieve arbeid naar behoefte in te huren is. Daarnaast werd toediening van nutriënten beperkt door normatieve grenzen te stellen aan onvermijdbare verliezen ( $P_2O_5$  en  $K_2O$ ) of door een balans van input en output (N).

Tabel 1. Doelstellingen bij het verkennen van mogelijkheden voor duurzame bloembollenteelt, zoals geformuleerd in overleg met Bollenoverleg en Begeleidingscommissie

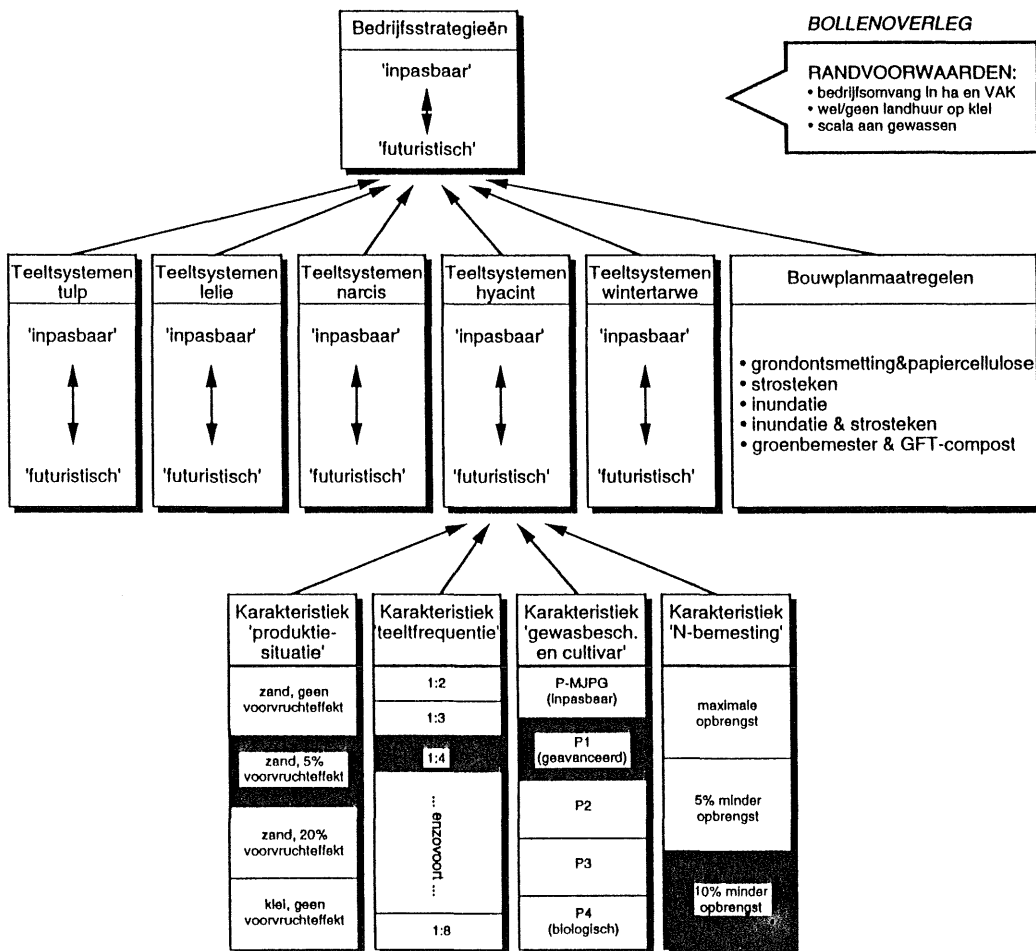
| Probleemveld          | Doelstelling  | Parameter                            |
|-----------------------|---|--------------------------------------|
| Gewasbescherming      | Pesticideninzet op bedrijfsniveau [minimalisatie]   | kg actieve stof per ha <sup>1)</sup> |
| Bemesting             | Stikstofoverschot op bedrijfsniveau [minimalisatie] | kg N per ha                          |
| Inkomen <sup>2)</sup> | Opbrengst minus toegerekende kosten [maximalisatie] | gulden per bedrijf                   |

<sup>1</sup> Het Bollenoverleg gaf de voorkeur aan de LevensCyclusAnalyse-methode voor het meten van de pesticideninzet. Deze methode bleek echter nog onvoldoende operationeel.

<sup>2</sup> In bedrijfseconomische termen betreft het een bruto bedrijfssaldo.

**Produktietechnieken**

Produktietechnieken werden per gewas geformuleerd door combinatie van vier karakteristieken: 'productiesituatie', 'teeltfrequentie', 'gewasbescherming en cultivar', en 'N-bemesting' (Fig. 4). Van elke karakteristiek werd een aantal varianten onderscheiden. Combinatie van varianten van verschillende karakteristieken resulteerde in een produktietechniek voor het betreffende gewas, welke wordt weergegeven in kentallen, de input/output-relaties. Een belangrijke output is de opbrengst aan marktbaar bollen ('leverbaar') daar deze de target vormt waar de benodigde inputs en verkregen outputs van worden afgeleid (doel-georiënteerde benadering, zie boven). De feitelijk leverbare opbrengst wordt berekend door de potentiële opbrengst te vermenigvuldigen met het effect van productiesituatie, teeltfrequentie, gewasbescherming en cultivar, en N-bemesting. Kwantificering van deze effecten vond plaats door analyse van proeven (met name gewasbescherming en N-bemesting) en door consultatie van experts (met name potentiële opbrengst, productiesituatie en teeltfrequentie). Door combinatie met 'standaard inputs en outputs' zijn op deze wijze produktietechnieken voor tulp, lelie, hyacint, narcis en winter tarwe gekarakteriseerd, variërend van inpasbaar tot futuristisch (voor terminologie zie Stokkers en Van den Berg, 1993).



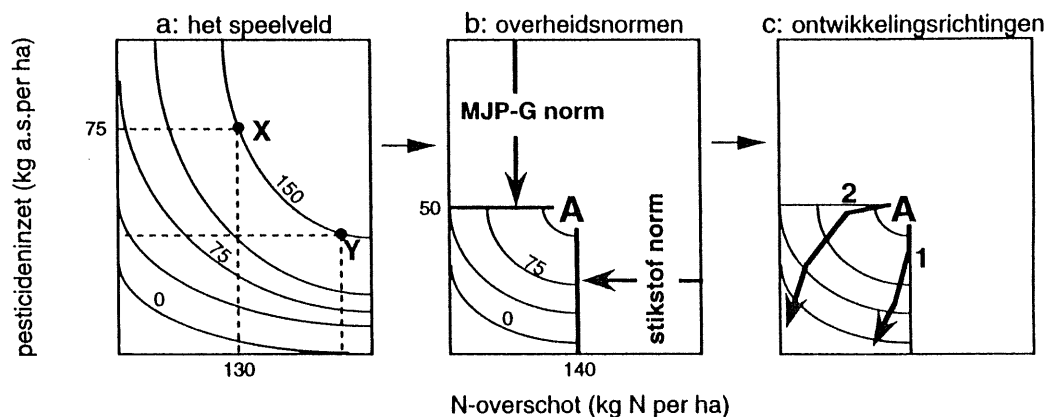
Figuur 4. Schematische weergave van ontwerp van teeltsystemen en bedrijfsstrategieën in de bloembollenteelt bij verkenning met IMDP (bron: Jansma et al., 1994)

Naast gewasspecifieke produktietechnieken werden bouwplanmaatregelen onderscheiden. Deze hebben een plaats tussen twee opvolgende gewassen en hebben betrekking op bestrijding van bodemgebonden ziekten en plagen, vastleggen van stikstof en voorkomen van winderosie (Fig. 4).

De produktietechnieken per gewas, de bouwplanmaatregelen en de randvoorwaarden werden in een lineair programmeringsmodel (Schans, in druk) gecombineerd tot bedrijfsstrategieën (Fig. 4), zodat confrontatie met de doelstellingen mogelijk wordt. Resultaten werden verkregen in drie rekenrondes. In de eerste ronde werd iedere doelstelling afzonderlijk geoptimaliseerd, zonder restricties op de overigen. Dit leverde de grenzen voor markt en milieu (Fig. 5a). In de tweede ronde werd het speelveld binnen deze grenzen verkend. Uitgaande van de pesticideninzet en het Stikstofoverschot horend bij het hoogste bedrijfs-saldo, werd stapsgewijze pesticideninzet en Stikstofoverschot verlaagd tot het in de eerste ronde bepaalde minimale niveau. Iedere stap leidt tot een nieuwe optimale bedrijfsstrategie. Op deze wijze werd duidelijk in welke mate markt- en milieu-doelstellingen met elkaar in conflict zijn (Fig. 5b). In de derde ronde werden ontwikkelingsrichtingen aangegeven. Vanuit een uitgangssituatie, in dit geval de beoogde overheidsnormen voor het jaar 2000, werd in kaart gebracht welke bedrijfssystemen leiden tot verdere terugdringing van Pesticideninzet en N-overschot (Fig. 5c). In de derde ronde ligt het accent dus op de wijze waarop de bedrijfsstrategieën veranderen bij verandering van keuze tussen markt en milieu.

#### Resultaten

De verkenningen werden uitgevoerd voor verschillende randvoorwaarden. Ter illustratie van de benadering worden hier resultaten gepresenteerd voor een bedrijf van 15 ha op zandgrond, 3 VAK, mogelijkheid tot grondhuur en keuze uit wintertarwe en de vier bolgewassen.



Figuur 5. Illustratie van de verkenning van ontwikkelingsrichtingen. Op de verticale as is de parameter pesticideninzet weergegeven, uitgedrukt in kilogram actieve stof per hectare en op de horizontale as de parameter stikstof-overschot in kilogram per hectare. De hoogtelijnen geven het hoogste bedrijfsaldo (in willekeurige eenheden) weer dat hoort bij een combinatie van pesticideninzet en N-overschot (bron: Jansma et al., 1994). Voor toelichting op de drie stappen, zie tekst.

Optimalisering van iedere doelstelling afzonderlijk laat zien dat er conflict bestaat tussen markt en milieu, en dat de door de overheid voorgenomen normen voor 2000 technisch realiseerbaar zijn (Tabel 2). De bedrijfsstrategie behorende bij de beoogde normen voor 2000 bestaat uit een 1:3 bouwplan tulp-lelie-wintertarwe op zand, en 11 ha tulp op kleigrond. De bolgewassen worden intensief geteeld, wintertarwe wordt extensief geteeld. De snelheid waarmee het bedrijfssaldo afneemt bij grotere realisatie van een milieudoelstelling is afhankelijk van de Ausgangssituatie en van de betreffende milieudoelstelling. Terugdringing van milieueffecten vanuit het punt met het hoogste saldo tot het punt van de beoogde normen voor 2000, gaat gepaard met zo'n 4 % daling van het bedrijfssaldo. Een qua vermindering van N-overschot en pesticideninzet ongeveer even grote volgende stap leidt evenwel tot een daling van het saldo met 25 tot 50 %. Terugdringing van pesticideninzet lijkt, althans aanvankelijk, minder inkomen te kosten dan terugdringing van N-overschot.

#### Perspectief

De resultaten van de verkenningen beogen niet een blauwdruk te zijn voor herinrichting van bedrijven of van de sector. Ook dient bij de interpretatie van de resultaten te worden bedacht dat het scala mogelijke gewassen beperkt was. De bijdrage van de verkenningen bestaat uit het gestructureerd en transparant tegenover elkaar zetten van doelstellingen en mogelijkheden.

Tabel 2. Resultaten van optimalisering naar iedere doelstelling afzonderlijk zonder beperking op te leggen aan de overige, voor een bedrijf van 15 ha zandgrond met 3 VAK en de mogelijkheid tot bijhuren van kleigrond. Op zand kan naast tulp, lelie, hyacint en narcis ook wintertarwe in het bouwplan worden opgenomen. Op klei kan narcis of tulp worden geteeld. De uiterste waarden op het zandgedeelte van het bedrijf zijn vet gedrukt.

| Doelstellingen           | Bedrijfssaldo<br>index <sup>1</sup> | N-overschot<br>kg N/ha |      | Gewasbescherming<br>kg a.s./ha |      |
|--------------------------|-------------------------------------|------------------------|------|--------------------------------|------|
|                          |                                     | zand                   | klei | zand                           | klei |
| maximaal bedrijfssaldo   | <b>104</b>                          | 195                    | 134  | 73                             | 12   |
| minimaal N-overschot     | 2                                   | <b>55</b>              | 134  | 8                              | 12   |
| minimale Pesticideninzet | -4                                  | 169                    | 134  | <b>0</b>                       | 12   |

<sup>1</sup> Het bedrijfssaldo is geïndexeerd. Hierbij is het bedrijfssaldo behaald met de bedrijfsstrategie die nog juist voldoet aan de (verwachte) overheidsnormen op 100 gesteld. De waarde van de index is nul als het bedrijfssaldo nul is.

Tabel 3. Illustratie van conflicterende doelen bij gewassenkeuze bij een inpasbare teeltwijze

| Doelstelling    | Rangorde                                |
|-----------------|---|
| Saldo           | hyacint > lelie > tulp > narcis > tarwe |
| Pesticide inzet | tarwe < narcis < tulp < lelie < hyacint |
| N-overschot     | tarwe < narcis < hyacint, tulp < lelie  |

Uit de schetsontwerpen blijkt dat strategische beslissingen (b.v. grondhuur, opnemen rust-gewas) een veel groter effect hebben bij het op peil houden van bedrijfssaldo, dan aanpassingen in de tactische sfeer (lagere pesticiden- of N-inzet per gewas).

Ook werd de 'nieuwe' blik op gewassenkeuze in duurzame productiesystemen positief beoordeeld, waar naast het saldo per kg leverbaar produkt ook het N-overschot en de pesticideninzet per kg leverbaar produkt beoordeeld moet worden (zie illustratie in Tabel 3). Tevens werd duidelijk dat bij grondhuur afwenteling van milieuproblemen naar andere sectoren een punt van aandacht dient te zijn (zie Tabel 2). De basis voor deze conclusies wordt geleverd door de input/output-relaties. Het lijkt dan ook zinvol deze informatie eveneens los van de optimalisaties op een gebruikersvriendelijke manier toegankelijk te hebben, ter versterking van de discussiefunctie van het schetsontwerp.

### *Ontwerp - Bespreking*

Het schetsontwerp beoogt een instrument te zijn bij maatschappelijke discussie over omschakeling van de bedrijfsvoering met ondernemers en onderzoekers in een vroeg stadium. Een grote mate van kwantitatief detail in de bouwstenen van het schetsontwerp biedt de mogelijkheid tot beargumenteerde beantwoording te komen van 'wat-als'-vragen. Op deze wijze wordt de speelruimte geschetst die dienstig is bij het ontwerp van een theoretisch prototype. Expliciete aandacht voor bedrijfsstructuur en -inrichting via BSO verdient nadere aandacht in deze fase. Het theoretisch prototype vormt de basis voor het empirisch ontwikkelingsonderzoek in de hierop volgende fase van testen en verbeteren. Een effectieve test vereist een grote mate van detail in de eisen die worden gesteld aan realisatie van de doelen. De mate van kwantitatief detail in de produktietechnieken kan beperkt blijven door het onderscheiden van produktietechnieken in functionele categorieën. Essentieel in de ontwerpmethoden is dat normatieve doelstellingen worden gescheiden van technische en biologische relaties in een bedrijfssysteem. Zo ontstaat een confrontatie tussen wat technisch mogelijk is en normatief wenselijk.

## **Fase 2: Testen en verbeteren**

### *Testen en verbeteren - Kader*

De tweede fase (Fig. 1) heeft twee doelen: 1. het regiospecifiek testen en verbeteren van prototypes door empirisch onderzoek, en 2. het verkennen van kansen en bedreigingen vanuit economisch en produktie-ecologisch perspectief. De basis voor een succesvolle test-fase is het ontwerp van het bedrijf in tijd en ruimte. Dit heeft niet alleen betrekking op de vruchtwisseling maar ook op de agro-ecologische samenhang en opzet van het bedrijf. In deze context worden vervolgens de gewasbescherming, bemesting, grondbewerking en eventueel het management van de ecologische infrastructuur geoptimaliseerd. De benodigde duur van deze fase hangt af van de doelstellingen, de aard van de parameters die als toetssteen dienen en de mate waarin produktietechnieken reeds uitgekristalliseerd zijn.

Bij het testen en verbeteren van het theoretische prototype wordt vastgesteld in hoeverre de produktietechnieken voldoende uitgewerkt, aanvaardbaar en uitvoerbaar zijn. Waar nodig worden produktietechnieken aangepast totdat de doelen gerealiseerd zijn, zoals deze in de boven- en ondergrenzen van parameters beschreven zijn. De aandacht gaat uit naar realisatie van agronomische en ecologische doelen. Realisatie van bedrijfs-economische streefwaarden is in eerste instantie van ondergeschikt belang en komt bij BSO aan de orde. Deze fase kan zowel plaatsvinden op proefbedrijven als in samenwerking met goed gemotiveerde ondernemers in de praktijk. Een voorbeeld van deze laatste werkvorm is in de bijdrage van Vereijken en Kropff in dit boek aan de orde gesteld.

In deze fase wordt via intensieve meetprogramma's veel kennis gegenereerd over de verschillende produktietechnieken: hun inpasbaarheid in de bedrijfsvoering, hun effectivi-

teit in relatie tot de doelstellingen en conflicten met andere methoden en doelstellingen. Veelal vindt ook aanvullend detailonderzoek plaats. Deze informatie vindt directe toepassing bij het verbeteren van het theoretisch prototype, vult de bestaande generieke kennis van input-output relaties aan, en maakt het mogelijk in modelstudies produktietechnieken uit te ruilen wanneer een andere balans van de doelstellingen nagestreefd wordt.

De perspectieven van het prototype kunnen worden verkend met accent enerzijds op bedrijfseconomie en anderzijds op productie-ecologie. Met behulp van BedrijfsStructuur-Optimalisatie (BSO) kunnen de bedrijfseconomische perspectieven van het ontwikkelde prototype worden bekeken. Populair gezegd wordt bij BSO een bedrijf ontdaan van zijn bedrijfsuitrusting (machines, gebouwen), grond en arbeid. Wat overblijft zijn de gerealiseerde in- en outputrelaties en informatie over het bijbehorende type machines. Met een lineair programmeringsmodel wordt bij BSO dan weer een bedrijf 'opgebouwd' dat een zo hoog mogelijk, en in elk geval positief, netto bedrijfsresultaat heeft (zie illustratie). Optimaliseert BSO de bedrijfsstructuur bij de bedrijfsspecifieke, gegeven produktietechnieken, IMDP-modellen doen feitelijk het omgekeerde. Zij verkennen bij een gegeven bedrijfsstructuur de technische en productie-ecologische mogelijkheden om aan de gestelde doelen te kunnen voldoen. IMDP-studies zouden dus zeer wel toegepast kunnen worden op de resultaten van de hierboven beschreven BSO-studies. Zo ontstaat een beeld van de economische en productie-ecologische ontwikkelingsperspectieven voor bedrijven in de betreffende regio, gebaseerd op de resultaten van het regiospecifieke prototype.

#### *Testen en verbeteren - Illustratie: BedrijfsStructuur-Optimalisatie (BSO)*

Een getest regiospecifiek prototype dat agronomisch en ecologisch aan de streefwaarden voldoet, dient ook bedrijfseconomisch perspectief te hebben. De bestaande bedrijfsstructuur en -inrichting kan daarbij een belangrijke belemmering vormen. Om de perspectieven te kunnen bestuderen is de BedrijfsStructuur-Optimalisatie (BSO) methode ontwikkeld die inzichtelijk maakt bij welke verhouding tussen bedrijfsoppervlakte, bedrijfsuitrusting en beschikbare arbeid het prototype minimaal een netto bedrijfsresultaat van nul realiseert. Deze methode is gebruikt voor het verkennen van de perspectieven van de geïntegreerde prototypes voor het centrale zeeleigebied (Nagele, Bos et al., 1992) en voor de noordoostelijke zand- en dalgronden (Borgerswold, Hofmeester et al., 1995), en is in voorbereiding voor de zuidoostelijke zandgronden (Vredepeel, Kroonen-Backbier et al., in voorbereiding). In de studies wordt uitgegaan van een bedrijf met één ondernemer. Gezocht is naar een bedrijfsstructuur die economisch concurrerend is met de gangbare variant op de proefbedrijven. Onderkend werd dat de gangbare systemen niet duurzaam zijn vanuit een aantal niet-economische doelstellingen. De vergelijking werd echter zinvol geacht voor het creëren van draagvlak voor geïntegreerde akkerbouw in de sector. In de methode worden 3 stappen onderscheiden:

1. Het opstellen van een bedrijfsmodel (optimalisatiemodel) met randvoorwaarden ten aanzien van:
  - beschikbare Vaste ArbeidsKrachten (VAK) en losse arbeid;
  - de uitvoerbaarheidsfactor van bewerkingen (met name bepaald door weersomstandigheden);
  - de produktietechnieken zoals ze in het prototype gebruikt zijn; deze kunnen eventueel bijgesteld worden als gevolg van uitruiel tussen arbeid en mechanisatie en dienen een weergave te zijn van de meest actuele teelttechniek;
  - het netto bedrijfsresultaat, dat minimaal nul moet zijn. Alleen dan worden de produktiefactoren grond, arbeid en kapitaal voldoende beloond en is een bedrijfsopzet gerealiseerd die ook economisch duurzaam is.

2. Het opstellen van een representatieve en betrouwbare databank van in- en outputs gebaseerd op het agronomisch en ecologisch geoptimaliseerd prototype bevattende:
  - als inputs: mechanisatie, meststoffen, pesticiden enz. met geactualiseerde prijzen;
  - als outputs: marktbaar opbrengsten van hoofd- en bijproduct met verwachte en geactualiseerde prijzen;
  - marges van in- en outputs inclusief prijzen.
3. Toepassing van het model in interactie met ontwerpers en ondernemers:
  - in een eerste ronde wordt vastgesteld welke bedrijfsstructuur nodig is uitgaande van het onveranderde prototype;
  - intermediaire rondes worden uitgevoerd als het gewenste positieve bedrijfsresultaat niet behaald kan worden, waarbij o.a. vruchtwisselingsvarianten doorgerekend worden die het karakter van het vruchtwisselingsmodel van het prototype niet aantasten, maar economisch meer soelaas bieden;
  - laatste rekenrondes zijn bestemd voor het vergroten van de uitvoerbaarheid door uitruil tussen met name arbeid, mechanisatie en herbiciden;
  - tenslotte worden de marges vastgesteld van de perspectieven van het prototype, gebaseerd op spreiding in in- en outputs.

De BSO-studies voor Nagele en Borgerswold zijn uitgevoerd na afsluiting van vijf jaar prototype-ontwikkeling (1986-1990). Tijdens deze fase van testen en verbeteren zijn teeltresultaten van gewassen incidenteel negatief beïnvloed door maatregelen die niet systeemgebonden zijn. Zo verstoren experimenten en fouten in de bedrijfsvoering de inputs en outputs van een teelt. Bij voorbeeld, de ontwikkeling van een betrouwbare methode voor het toedienen van organische mest resulteerde eenmalig in een opbrengstdaling bij suikerbieten. In overleg met de ontwerpers van het regionale prototype werd een databank van representatieve in- en outputgegevens samengesteld van actuele, goed geteste productietechnieken.

Tabel 4. Vermindering van opbrengst (%) als gevolg van teeltfrequentie bij productietechnieken met en zonder chemische bestrijdingsmiddelen

| Gewas  | Teeltfrequentie |     |     |     |     |
|--|-----------------|-----|-----|-----|-----|
|  | 1:2             | 1:3 | 1:4 | 1:5 | 1:6 |
| <i>Mèt chemische bestrijdingsmiddelen</i>    |                 |     |     |     |     |
| Tulp   | 14              | 5   | 2   | 1   | 0   |
| Lelie  | 5               | 1   | 0   | 0   | 0   |
| Hyacint                                      | 14              | 5   | 2   | 1   | 0   |
| Narcis                                       | 2               | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Wintertarwe                                  | 5               | 1   | 0   | 0   | 0   |
| <i>Zonder chemische bestrijdingsmiddelen</i> |                 |     |     |     |     |
| Tulp   | 25              | 12  | 6   | 3   | 0   |
| Lelie  | 14              | 5   | 2   | 1   | 0   |
| Hyacint                                      | 25              | 12  | 6   | 3   | 0   |
| Narcis                                       | 5               | 1   | 1   | 0   | 0   |
| Wintertarwe                                  | 5               | 1   | 1   | 0   | 0   |

Uit de eerste berekeningen voor het prototype Nagele werd duidelijk welke de benodigde werktuigen zijn voor de gewasverzorging. Bij analyse van de hieruit voortvloeiende arbeidsbehoefte bleek dat er ten gevolge van mechanische onkruidbestrijding in het voorjaar een grote arbeidspiek optrad die niet te ondervangen was door grotere machines of door verschuiving van de timing van werkzaamheden. In overleg met de ontwerpers werd een alternatieve strategie voor de onkruidbestrijding in suikerbieten toegelaten, waarbij twee bewerkingen in de betreffende piekperiode werden vervangen door één chemische. Dit was mogelijk, omdat de nagestreefde reductie van actieve stof in deze bedrijfsopzet ruimschoots werd gehaald.

In het prototype voor het noordoostelijk zand- en dalgebied bleek de gewassenkeuze binnen de multifunctionele rotatie te leiden tot een lage financiële opbrengst als gevolg van aanpassingen in het markt- en prijsbeleid van de Europese Unie voor peulvruchten en granen en door een geringe oppervlakte van het hoogsalderende gewas suikerbieten. Daarop werd de teelt van peulvruchten binnen de randvoorwaarden van de systemen vervangen door braak en een uitbreiding van het areaal suikerbieten. Hierdoor verbeterden de economische resultaten aanmerkelijk, met 500 gulden per hectare.

Met de op deze wijze bijgestelde en geactualiseerde input-output relaties werd vervolgens gezocht naar een bedrijfseconomisch rendabele structuur. Voor het centrale zee-kleigebied bleek dat bij een bedrijfsoppervlakte van ruim 60 ha een geïntegreerde bedrijfsvoering rendabel was (Tabel 4). Bedrijfsstructuur-optimalisaties op basis van gangbare bedrijfsvoering resulteerden in een vergelijkbare bedrijfsomvang. Veel bedrijven in de regio zijn kleiner dan 60 ha. Dat betekent dat bij vergelijkbaar bouwplan als in het prototype de huidige bedrijfsgrootte ontoereikend is om de economische continuïteit te waarborgen.

Voor het noordoostelijk zand- en dalgebied bleek het netto-bedrijfsresultaat van het geïntegreerde bedrijfssysteem ook bij bedrijfsgroottes van 70 ha negatief te blijven (Tabel 4). Bij deze bedrijfsomvang was het bedrijfsresultaat echter concurrerend met het gangbare systeem. Voorlopige resultaten laten zien dat ook verdere vergroting van de bedrijfsomvang niet tot een positief bedrijfsresultaat leidt. Dit betekent dat voor deze regio perspectieven voor aanvulling van het bedrijfsresultaat ontwikkeld moeten worden via neveninkomsten of andere productieactiviteiten, hetgeen in de regio al de nodige aandacht heeft.

### **Fasen 3 en 4: Invoering in de praktijk**

#### *Fase 3: Implementatie op kleine schaal*

Tijdens de 1<sup>e</sup> fase van invoering in de praktijk worden de op proefboerderijen ontwikkelde regiospecifieke, agronomisch en ecologisch verbeterde prototypen getest en waar nodig verbeterd met een groep van goed gemotiveerde praktijkondernemers onder uiteenlopende bodem-, bedrijfs- en managementomstandigheden. Zo ontstaan bedrijfsspecifieke varianten van de regionale prototypes. Dit dient twee doelen: evaluatie van de mate waarin het regiospecifieke prototype haalbaar en acceptabel is in de praktijk, en verzamelen van kennis die nodig is om de regiospecifieke prototypes onder uiteenlopende omstandigheden en op grote schaal veilig en succesvol te kunnen implementeren. Nauwe samenwerking tussen onderzoek, voorlichting en een groep goed gemotiveerde ondernemers is een noodzakelijke randvoorwaarde voor doorstroming van de verzamelde kennis in de volgende fase.

Van de bedrijven die agronomisch en ecologisch aan de gestelde doelen voldoen, kan vervolgens de bedrijfsstructuur en -inrichting worden geoptimaliseerd (BSO). Op deze wijze wordt zichtbaar wat de gevolgen van de prototypering voor de bedrijfsstructuur zijn om de agronomisch en ecologisch geprototypeerde systemen ook economisch haalbaar te maken. Mogelijkheden voor verdergaande verbetering in agronomisch opzicht worden verkregen



door de economisch geoptimaliseerde bedrijfssystemen te confronteren met de bedrijfs-systemen uit IMDR-verkenningen. Hierdoor ontstaat een economisch, productie-technisch en productie-ecologisch beeld van de bandbreedte voor perspectieven van de nieuwe bedrijfssystemen.

#### *Fase 4: Implementatie op grote schaal*

Het doel van deze fase is om zo snel en efficiënt mogelijk het op kleine schaal geteste prototype grootschalig te introduceren. Dit kan alleen succesvol zijn als de regiospecifieke, geteste kennis voorhanden is en de agrarische gemeenschap (ondernemers, voorlichting, onderwijs, afnemende en toeleverende industrie) in voldoende mate gemotiveerd is en vertrouwd is met (elementen van) het nieuwe prototype. Aan deze voorwaarden wordt voldaan wanneer in de voorgaande fase voldoende aandacht gegeven is aan kennisdoorstroming. Het verdient aanbeveling deze fase in de vorm van één project uit te voeren waardoor duidelijke doelen gesteld kunnen worden en er een infrastructuur is die uitwisseling van kennis en ervaring waarborgt.

#### *Implementatie - Illustratie: Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw en Akkerbouw op weg naar 2000*

Rond 1990 waren de op de proefboerderijen ontwikkelde regiospecifieke prototypes klaar voor een eerste test op kleine schaal in de praktijk: de innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw. Het betrof een vierjarig project waarin voorlichting (DLV, IKC-agv) en onderzoek (PAGV, AB-DLO, LEI-DLO) samenwerkten. Om voldoende variatie in bodem-, bedrijfs- en managementsomstandigheden te verkrijgen werden vijf regionale groepen samengesteld met elk circa 8 bedrijven (totaal 38 bedrijven). Zij werden intensief begeleid door daartoe opgeleide bedrijfsdeskundigen (DLV). Door middel van het onderzoeksprogramma werden de haalbaarheid van de streefwaarden en de acceptatie van de productie-technieken van het prototype in de praktijk geëvalueerd.

De omschakeling van de innovatiebedrijven naar geïntegreerde akkerbouw is voorspoedig verlopen. De produktietechnieken van het geïntegreerde prototype werden over het algemeen geaccepteerd, waar nodig aangepast aan de bedrijfsspecifieke situaties. Uitzonderingen vormden technieken die nog onvoldoende uitgekristalliseerd waren (kriekneuzer bij aardappeloogst) of regiospecifieke situaties die afweken van die op de proefboerderijen (duistprobleem in Noord-Nederland en stuif- en vorstproblematiek in Noordoost-Nederland). In deze situaties werden *ad hoc*-oplossingen gevonden die niet altijd even gunstig bijdroegen aan de gestelde doelen. Op deze punten werd dan ook nader detailonderzoek geïnitieerd.

De bemestingsstrategie resulteerde in sanering van de overschotten op de P- en K-balans. Ondanks een sterke daling van het N-overschot (35-115 kg/ha) bleek de hoeveelheid rest-N na de oogst regelmatig 70 kg per hectare te overschrijden, zodat in het algemeen de potentiële N-verliezen door uitspoeling nog niet voldoende beheerst worden. De pesticideninzet (alle categorieën) werd ten opzichte van de bedrijfsspecifieke pre-projectperiode met circa 2/3 verminderd. Dat overtreft de MJP-G normen voor 2000. Bedrijfseconomisch was er een verbeterde noch verslechterde concurrentiepositie ten opzichte van de (gangbare) burens aantoonbaar. Deze resultaten betekenen dat over het algemeen op deze 38 praktijk-bedrijven dezelfde resultaten behaald werden als op de proefboerderijen. In deze zin bleek het prototype ook in de praktijk doeltreffend.

Was voor vele ondernemers (en voorlichters) in Nederland in 1990 geïntegreerde akkerbouw een vaag begrip passend bij proefboerderijen, door dit project kreeg de geïntegreerde akkerbouw regionaal een eigen gezicht en plaats. Op grond van de verzamelde ervaring en kennis konden zowel op bedrijfs- als op gewasniveau verbeterde beschrijvingen

van de geïntegreerde aanpak opgesteld worden (vele publikaties, maar met name Van Bon et al., 1994). Daarmee was de kennis voorhanden om geïntegreerde akkerbouw onder uiteenlopende omstandigheden te kunnen invoeren (Wijnands et al., 1995).

Aan de minimum-voorwaarden voor een succesvolle grootschalige introductie van geïntegreerde akkerbouw kon door de succesvolle test op kleine schaal reeds eind 1992 voldaan worden. In 1993 werd dan ook door het Landbouwschap en het Ministerie (LNV) een driejarig project gestart om de geïntegreerde werkwijze te verbreden naar een veel grotere groep bedrijven (ca. 500), het project 'Akkerbouw op weg naar 2000' (Anonymus, 1992). Doel van de financiers is om door de introductie van geïntegreerde teeltmethoden de overheidsdoelstellingen ten aanzien van gewasbescherming en bemesting te helpen verwezenlijken. De innovatiebedrijven vormen in de Akkerbouw 2000-groepen de spil voor uitwisseling van kennis en ervaring. In vergelijking met het hieraan voorafgaande project is de begeleiding van de ondernemers meer groepsgewijs, minder individueel en aanzienlijk minder intensief. De begeleiding wordt verzorgd door de DLV en de (met name aardappel-) handelshuizen. Eerste resultaten zullen binnenkort verschijnen (Anonymus, 1995c).

#### *Implementatie - Bespreking*

De wijze waarop de invoeringsfase uitgevoerd kan worden, hangt af van de motivatie voor, de kennis van en de ervaring met de nieuwe prototypes van zowel individuele ondernemers als van de sector als geheel. Motivatie moet worden ontleend aan bewustwording van de problemen waarvoor de landbouw zich gesteld ziet in zowel agronomisch, milieukundig als economisch opzicht. De visies hierop verschillen en de via de media hierover gevoerde discussie is eerder verwarrend dan verhelderend. Bewustwording van de noodzaak tot verandering leidt tot verandering van houding en bij voldoende perspectiefrijke alternatieven ook tot gedragsverandering. De alternatieven zijn in dit geval de ontwikkelde prototypes. Het eigen maken van kennis van de nieuwe systemen en met name het gaandeweg ervaring opdoen volgen 'vanzelf' als positieve motivatie aanwezig is.

Ondersteuning vanuit de sector is noodzakelijk omdat hier het draagvlak moet ontstaan voor een succesvolle invoering van toekomstgerichte bedrijfssystemen. Bovendien komt uit sectororganisaties vaak een deel van de benodigde financiële middelen. Complicerende factor is dat dergelijke systemen hun doelstellingen gedeeltelijk putten uit beleidsvisies en daarmee in de ogen van de sector een politieke lading krijgen.

In de akkerbouw bood het ontwikkelde prototype voldoende perspectief en kon met ondersteuning op sectorniveau een groep ondernemers gevonden worden die in voldoende mate de doelstellingen onderschreven om ook concrete aanpassingen in de bedrijfsvoering door te willen voeren. Als ervaringsfeit van de begeleiders en bevestigd in een afsluitende enquête van het project bleek dat de ondernemers zich in de loop van het project steeds sterker bewust waren geworden van met name de landbouw-milieuproblematiek (Van Weperen et al., 1995). Daardoor nam de motivatie toe, al werd de geringe morele steun door collega-ondernemers vaak als demotiverend ervaren.

Anders dan in de akkerbouw lijkt de bloembollensector introductie van een prototype niet te ondersteunen (zie intermezzo). In plaats daarvan kiest men de weg van begeleide introductie van onderdelen, zoals gespecificeerd in het Milieuconvenant met de rijksoverheid. Dit heeft als risico dat onderdelen van het bedrijfssysteem onvoldoende op elkaar worden afgestemd waardoor kansen onbenut blijven. Hier ligt een duidelijk aanknopingspunt met prototypering op proefboerderijen en modelmatige verkenningen. Het modelmatig onderzoek consolideert immers innovatieve kennis vanuit het prototyperingswerk, waardoor het mogelijk wordt zicht te houden op de potentie van de systemen in hun geheel. Tevens kan worden bijgedragen aan vergroting van de motivatie en kennis van individuele ondernemers, bijvoorbeeld door middel van (computer-ondersteund) onderwijs.

## **AFRONDING**

De prototyping en de hier besproken modelmatige verkenningen zijn vormen van toekomstonderzoek (Schoonenboom, in druk). Prototyping is instrumenteel toekomstonderzoek waarin vanuit de huidige situatie wordt getracht één gewenste toekomst te realiseren. In verkenningen wordt, ongeacht de huidige situatie, nagegaan welke mogelijke toekomst er bestaan op het gebied van duurzame bedrijfssystemen. In deze bijdrage is betoogd dat interactie tussen beide vormen wederzijds versterkend werkt. De prototyping vergroot de kennisbasis voor modelmatige verkenningen, welke op hun beurt de keuze voor één bepaald prototype plaatsen tegen de achtergrond van alternatieve keuzen. Prototyping zonder verkenningen leidt tot 'bijziend' onderzoek. Verkenningen zonder prototyping resulteren in 'verziendheid'. De gewenste 'bifocale' scherpte wordt verkregen door combinatie van benaderingen.

Tussen de 'open teelten'-sectoren bestaan momenteel grote verschillen in ontwikkelingsstadium op weg naar duurzame bedrijfssystemen. Het verst gevorderd is de geïntegreerde akkerbouw, die de projectmatige, grootschalige introductie zelfs dit jaar afsluit. De gekozen weg in de akkerbouw bleek vruchtbaar en efficiënt. Voor andere sectoren kan dit aanleiding zijn een soortgelijke weg te kiezen. Uit het voorbeeld van de bloembollenteelt blijkt dat dit niet altijd mogelijk zal zijn. De te kiezen weg is afhankelijk van de beleving van de noodzaak tot invoering en de perceptie van de perspectieven ervan, zowel door individuele ondernemers als door de sector als geheel. In die zin dienen niet alleen de systemen rijp te zijn voor de praktijk maar dient de praktijk ook rijp te zijn voor de systemen. Nu het onderzoek naar bedrijfssystemen die voldoen aan meerdere doelstellingen in de meeste sectoren zo'n vier jaar op gang is, zal de aandacht gericht moeten worden op de motivatie van ondernemers en de sectoren en zullen in samenspraak tussen onderzoek en praktijk passende instrumenten moeten worden ontwikkeld. Het is plausibel dat daarbij zowel groot- als kleinschalige werkvormen zullen worden gekozen. In beide gevallen kan 'monitoring' van ontwikkelingen in de praktijk door prototyping en modelmatige verkenningen bijdragen aan een kritische reflectie op bereikte doelen en aldus aan voortgaande vernieuwing van de landbouw.

## **DANKWOORD**

De auteurs bedanken Anton Haverkort, Rob Stokkers en Wopke van der Werf voor constructief commentaar op een eerdere versie van dit manuscript.

## REFERENTIES

- Anonymus (1990)  
Structuurnota Landbouw: Overheidsbeslissing. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Staatsdrukkerij Uitgeverij, Den Haag, 174 pp.
- Anonymus (1991)  
Meerjarenplan Gewasbescherming: Overheidsbeslissing. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Staatsdrukkerij Uitgeverij, Den Haag, 137 pp. + 133 pp. bijlagen.
- Anonymus (1992)  
Akkerbouw naar 2000, Milieu en Bedrijf. Uitgave Landbouwschap, Den Haag, 8 pp.
- Anonymus (1993)  
Bestuursovereenkomst uitvoering MeerJarenPlan Gewasbescherming. Uitgave Landbouwschap, Den Haag, 27 pp.
- Anonymus (1995a)  
Overeenkomst uitvoering milieubeleid bloembollensector. Projectsecretariaat Doelgroepenoverleg Bloembollensector.
- Anonymus (1995b)  
Bollentelers en milieuactivisten: 'Wetenschap heeft samenwerking verstevigd'. 6700, Periodiek van het Kenniscentrum Wageningen, 3-4.
- Anonymus (1995c)  
Akkerbouw 2000 themanummer. IKC-informatie akkerbouw en vollegrondsgroententeelt. Uitgave IKCagv nr. 5, Lelystad (in voorbereiding).
- Boerma, J. & Y. Hofmeester (1992)  
Bedrijfssystemen-onderzoek Borgerswold, invulling gewijzigde voortzetting vanaf 1991. PAGV verslag nr 146, Lelystad, 49 pp.
- Bon, K.B., F.G. Wijnands, I.A. Schönherr & I. Hidding (1994)  
Telen met perspectief, teeltstrategieën gericht op een duurzame akkerbouw. Kerngroep MJPG. Uitgave IKC-agv nr. 21, Lelystad, 75 pp.
- Bos, A., S.R.M. Janssens & A.T. Krikke (1992)  
Analyse van de economische resultaten. In: Anonymus, Themadag bedrijfssystemen voor een akkerbouw met toekomst, 1992, PAGV-themaboekje 14, Lelystad, 126-181.
- Diversen (1995)  
Geïntegreerde boomkwekerij, bedreiging of kans. Artikelenserie in De Boomkwekerij nrs. 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 33, 35, 37, 39, 41.
- Dolmans, N.G.M. (1993)  
Integrated forest nursery production. In: R. Perrin & J.R. Sutherland, Diseases and insects in forest nurseries, INRA editions, 247-254.
- Groot, M. & A.M.E. Schenk (1994)  
Nog niet duidelijk welk bedrijfssysteem het meeste oplevert. De Fruitteelt 8: 42-44.
- Habekotté, B. & J. Schans (in druk)  
Modelmatige verkenning van mogelijkheden voor de geïntegreerde akkerbouw. Deelstudie voor het project 'Introductie Geïntegreerde akkerbouw'. AB-DLO rapport.
- Ham, M. van den, B.M.A. Kroonen-Backbier, W.K. van Leeuwen-Haagsma, J.A.J.M. Rovers & M.H. Zwart-Roodzant (1995)  
Resultaten bedrijfssystemen-onderzoek intensieve vollegrondsgroenten 1991-1993. PAGV verslag nr. 186, Lelystad, 198 pp.
- Heijungs, R. (editor) (1992)  
Milieugerichte levenscyclusanalyses van producten. Centrum voor Milieukunde, Leiden, 100 pp.

- Hofmeester, Y., A. Bos, F.G. Wijnands, A.T. Krikke & B.J.M. Meijer (1995)  
 Bedrijfssystemen-onderzoek Borgerswold 1986-1990. PAGV-verslag nr. 204, 212 pp.
- Jansma, J.E. (1994)  
 De bol in de knel. Landbouwniversiteit Wageningen en AB-DLO, Wetenschapswinkelrapport 101, 29 pp. + 1 bijlage.
- Jansma, J.E., W.A.H. Rossing, F.J. de Ruijter & J. Schans (1994)  
 De bol aan de rol. Landbouwniversiteit Wageningen en AB-DLO, Wetenschapswinkelrapport 103, 60 pp. + 5 bijlagen.
- Kroonen-Backbier, B.M.A., Y. Hofmeester & F.G. Wijnands (1994)  
 Bedrijfssystemen-onderzoek Vredepeel. Invulling gewijzigde voortzetting vanaf 1993. PAGV-verslag 176, Lelystad, 112 pp.
- Reus, J.A.W.A. & G.A. Pak (1993)  
 An environmental yardstick for pesticides. Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent, 58(2a): 249-255.
- Rossing, W.A.H., J.E. Jansma, F.J. de Ruijter & J. Schans (1995)  
 Between market and environment: exploring options for environmentally friendlier flower bulb production systems. Abstract International Plant Protection Congress, Den Haag, 2-7 juli 1995.
- Ruijter, F.J. de & J.E. Jansma (1994)  
 Modelmatige beschrijving van produktie- en milieuv variabelen van bloembolgewassen met behulp van het rekenmodel TCG\_CROP. DLO-Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO) en TPE-LUW Wageningen, Rapport 17, 38 pp. + 15 bijlagen.
- Schans, J. (1991)  
 Optimal potato systems with respect to economic and ecological goals. Agricultural Systems 37: 387-397.
- Schans, J. (in druk)  
 MGOPT\_CROP, a multiple goal linear programming model for optimisation of crop rotations, AB-DLO en PE.
- Schenk, A.M.E. (1993)  
 Development of IFP systems for apple, survey of three years research. Acta Horticulturae 347: 33-40.
- Schenk, A.M.E. (1994)  
 Wellicht een systeem waar muziek in zit, onderzoek naar teeltssystemen voor schurftresistente rassen van start. De Fruitteelt: 13-25.
- Schenk, A.M.E. (1995)  
 Development of an integrated and biological growing system for resistant apple cultivars. IOBC/WPRS Bulletin: International symposium on IFP, 1995 (in press).
- Schoonenboom, I.J. (in druk)  
 Overview and state of the art of scenario studies for the rural environment. Paper presented at the Iustrum symposium of the DLO-Winand Staring Centre, Wageningen, the Netherlands, September 1994.
- Stokkers, R. (1991)  
 Onderzoekplan geïntegreerde bedrijfssystemen bloembollenteelt de Noord 1991-1996. Rapport nr. 77, Laboratorium voor Bloembollenonderzoek (LBO), Lisse, 72 pp.
- Stokkers, R. & H. van den Berg (1993)  
 Onderzoekplan geïntegreerde bedrijfssystemen bloembollenteelt de Zuid: 1992-1997. Rapport nr. 81, Laboratorium voor Bloembollenonderzoek (LBO), Lisse, 72 pp.

- Ven, G.W.J. van de (1994)  
 A mathematical approach for comparison of environmental and economic goals in dairy farming at the regional scale. In: L. 't Mannetje & J. Frame (Eds), Grassland and Society. Proceedings of the 15<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation (EGF), Wageningen, 6-10 juni 1994, Wageningen Press, Wageningen, 453-457.
- Vereijken, P. (1992)  
 A methodic way to more sustainable farming systems. Netherlands Journal of Agricultural Science 40: 209-223.
- Vereijken, P. (1994)  
 Designing prototypes. Progress report 1. Progress reports of research network on integrated and ecological arable farming systems for EU and associated countries. AB-DLO, Wageningen, 87 pp.
- Vereijken, P., H. Kloen & R. Visser (1994)  
 Innovatieproject Ecologische Akkerbouw en Groententeelt. Eerste voortgangsrapportage in samenwerking met 10 voorhoedebedrijven in Flevoland. AB-DLO Wageningen, Rapport 28, 95 pp. en 4 bijlagen.
- Weperen, W. van, N. Röling, K. van Bon & P. Mur (1995)  
 Introductie geïntegreerde akkerbouw, het veranderingsproces. Uitgave IKC-agv, Lelystad, 56 pp.
- Wijnands, F.G., B.M.A. Kroonen-Backbier, Y. Hofmeester, W.K. van Leeuwen-Haagsma, J. Boerma & G.J.M. van Dongen (1992)  
 Ontwikkeling van geïntegreerde bedrijfssystemen. In: Anonymus, Themadag bedrijfssystemen voor een akkerbouw met toekomst, 1992, PAGV-themaboekje nr. 14, Lelystad, 9-125.
- Wijnands, F.G., P. van Asperen, G.J.M. van Dongen, S.R.M. Janssens, J.J. Schröder & K.B. van Bon (1995)  
 Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw, beknopt overzicht technische en economische resultaten. PAGV-verslag nr. 196, Lelystad, 126 pp.
- Wit, C.T. de, H. van Keulen, N.G. Seligman & I. Spharim (1988)  
 Application of interactive multiple goal programming techniques for analysis and planning of regional agricultural development. Agricultural Systems 26(3): 211-230.