

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



Prototypering van ecologische bedrijfs- en teeltsystemen met een nieuwe
balans tussen theoretisch en praktisch onderzoek

P. Vereijken en M.J. Kropff

95-113

Wageningen/Haren
1995

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

6. Prototypering van ecologische bedrijfs- en teeltsystemen met een nieuwe balans tussen theoretisch en praktisch onderzoek

¹P. Vereijken en ^{1, 2}M.J. Kropff

¹ DLO-Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO), Postbus 14, 6700 AA Wageningen/Haren

² LUW-vakgroep Theoretische Produktie-Ecologie, Postbus 430, 6700 AA Wageningen

Samenvatting

Door een team van onderzoekers wordt vanuit verschillende disciplines gewerkt aan de prototypering van ecologische bedrijfs- en teeltsystemen. Het prototyperen bestaat uit het ontwerpen, toetsen en verbeteren van de systemen.

Op bedrijfsniveau wordt daartoe gewerkt met voorhoedebedrijven in Flevoland, terwijl op teeltsystemenniveau modelmatig en experimenteel onderzoek op proefbedrijven in samenhang wordt uitgevoerd, waarbij de bedrijfscontext nauwlettend in het oog wordt gehouden.

In deze bijdrage wordt eerst aandacht besteed aan de benadering die is ontwikkeld voor de prototypering van ecologische bedrijfssystemen, waarbij wordt uitgegaan van kwantitatieve doelstellingen met betrekking tot de voedselvoorziening, werkgelegenheid, inkomen, milieu, natuur, landschap en welzijn.

Vervolgens wordt besproken hoe interdisciplinair onderzoek op teeltsystemenniveau wordt uitgevoerd voor het oplossen van problemen en het verder ontwikkelen van ecologische bedrijfssystemen. Daarbij wordt een nieuwe balans tussen theoretisch/modelmatig en praktisch onderzoek aangebracht waarbij voor problemen op bedrijfs- en teelniveau oplossingen worden gegenereerd.

INLEIDING

De intensivering van de landbouw in Nederland en andere industrielanden heeft geleid tot een toename van de produktie waarvan het einde nog geenszins in zicht is door de toenemende kennis en verbetering van produktieomstandigheden. Maar het succes van een zekere voedselproduktie, die het niveau van zelfvoorziening in Europa reeds lange tijd overschrijdt, heeft diverse keerzijden. Naast sociaal-economische problemen zijn er in toenemende mate problemen met milieu, natuur en landschap als gevolg van de intensivering.

In Nederland worden deze problemen aangepakt door landbouwsystemen te ontwikkelen die aan meerdere doelstellingen voldoen: naast het produceren van voldoende voedsel gaat het om de produktie van voedsel van een goede kwaliteit, het beheer van het landelijk gebied en het op een duurzame wijze omgaan met natuurlijke hulpbronnen water, bodem en lucht.

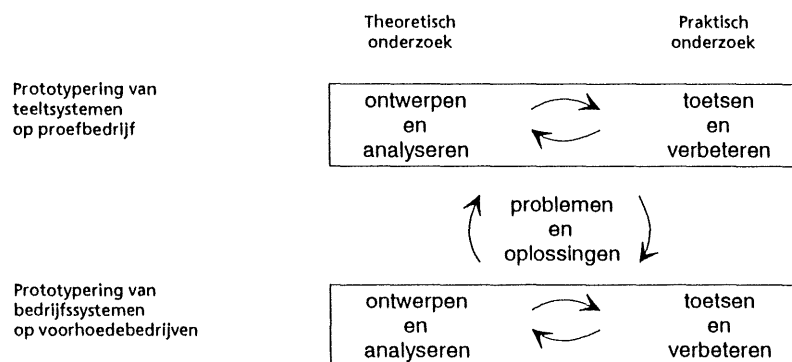
Daartoe zijn geïntegreerde landbouwsystemen ontwikkeld die door meer inzet van kennis en arbeid minder inzet van markt- en milieubedervende produktiemiddelen en een verbetering van de kwaliteit mogelijk maken (Vereijken en Wijnands, 1990). Prototypes werden ontwikkeld op proefbedrijven en getest op voorhoedebedrijven (Wijnands et al.,

1995). De nadruk lag daarbij op efficiëntere bemestingsstrategieën, een gewasbescherming met een efficiënter gebruik van chemische middelen en een vruchtwisseling met een lage behoefte aan externe hulpmiddelen. Ook is onderzoek gestart naar de ontwikkeling van landbouwproductiesystemen voor de lange termijn, die voldoen aan zeer stringente ecologische randvoorwaarden (Vereijken et al., 1994).

De ombuiging van de intensivering in de landbouw heeft geleid tot een toenemende vraag naar nieuwe onderzoeksmethoden en technieken voor de ontwikkeling van betere bedrijfs- en teeltsystemen. Kon vroeger vaak worden volstaan met het ontwikkelen van een nieuwe techniek voor een bepaald gewas zoals aardappel of suikerbiet (een nieuw bestrijdingsmiddel, een nieuwe wijze van bemesten, nieuwe rassen), voor geïntegreerde en vooral voor ecologische systemen dienen consistente teeltsystemen te worden ontwikkeld in het kader van een veel bredere set van doelstellingen.

Om aan deze vraag te voldoen moet in het landbouwkundig onderzoek analyse samengaan met synthese met een nieuwe balans tussen theoretisch en praktisch onderzoek. Dit vergt een nieuwe visie en nieuwe methoden van de betrokken onderzoekers. Kortweg komt dit neer op een evenwichtig samenspel van praktisch en theoretisch onderzoek bij het ontwerpen, toetsen en verbeteren van ecologische prototypen voor bedrijfs- en teeltsystemen (Fig. 1). Met dit stuk willen we de nieuwe aanpak presenteren voor zover deze is uitgewerkt op bedrijfsniveau en gepland is op teeltniveau.

Deze nieuwe aanpak wordt sinds 1991 gevolgd door het AB-DLO bij de prototypering van ecologische akkerbouwbedrijven in samenwerking met 10 praktijkbedrijven onder EKO-keurmerk in Flevoland (Vereijken, Kloen en Visser, 1994). De verkregen prototypes zullen vanaf 1996 op teeltniveau worden uitgewerkt op het proefbedrijf 'De Lovinkhoeve' bij Marknesse (Flevoland), in het kader van het AB-DLO/IPO-DLO-onderzoeksprogramma 'Optimalisering van geïntegreerde en biologische productiesystemen'. In dit programma worden de onderzoeksvragen op het niveau van teeltsystemen vastgesteld op grond van de problemen die worden geïdentificeerd in het bedrijfssystemenonderzoek, zodat het onderzoek oplossingen genereert die direct bijdragen aan de verbetering van de bedrijfssystemen (Fig. 1). De gevolgde aanpak op bedrijfsniveau wordt eerst uiteengezet. Daarbij wordt de methodologie voor prototypering van bedrijfssystemen, zoals ontwikkeld in het genoemde programma, in detail besproken. Naast deze benadering zullen modelmatige verkenningen op bedrijfsniveau worden uitgevoerd in het programma, waarbij gebruik gemaakt wordt van optimaliseringstechnieken. De methoden die daartoe zijn ontwikkeld en de synergetische rol van prototypering en modelmatige verkenning worden besproken in de bijdrage van Rossing et al. in dit boek. Vervolgens wordt de aanpak besproken van het te starten onderzoek op teeltniveau.



Figuur 1 Omvattend onderzoeksprogramma voor prototypering van ecologische teelt- en bedrijfssystemen met een nieuwe balans tussen theoretisch en praktisch onderzoek

PROTOTYPERING VAN BEDRIJFSSYSTEMEN OP VOORHOEDEBEDRIJVEN

Met financiering van de EU wordt sinds 1991 door een team van AB-DLO een prototype ontwikkeld voor de akkerbouw en groenteteelt in Flevoland (Centrale Zeeklei). Dit gebeurt vanuit een ecosysteemgerichte visie: landbouw is beheer van het platteland als multifunctionele agro-ecosystemen, gericht op een duurzame voorziening van de thuismarkt met voedsel- en andere natuurprodukten. Een dergelijke visie kan praktijk worden als consumenten en producenten de verantwoordelijkheid gaan delen. Daarbij zorgen de producenten voor ecologisch verantwoorde produkten onder keurmerk en kopen de consumenten geen andere dan deze produkten en betalen daarvoor de benodigde, en vanwege de toegevoegde waarde ook passende, prijzen.

De evolutie van wereldmarktgerichte landbouw naar ecosysteemgerichte landbouw is ingrijpend en omvattend en vergt dus vele jaren. Daarom is geïntegreerde landbouw een zeer welkome overbrugging en verdienen het agromilieukeur en hectaretoeslagen voor natuurprestaties alle steun als een eerste stap in de richting van gedeelde maatschappelijke verantwoordelijkheid voor de landbouw en het platteland en de daarbij in te zetten technologie.

Biologische landbouw met het Europees erkende EKO-keurmerk vormt een goede aanzet voor ecosysteemgerichte landbouw, maar vertoont nog vele tekorten. Er is vooral tekort aan kwaliteitsproductie (zonder gebruik van pesticiden), nutriëntenbeheer (met uitsluitend organische plantevoeding) en beheer van natuur en landschap (verweven met de productie en vermarkt met de produkten). Met gerichte innovatie in samenwerking met voorhoedebedrijven kan biologische (middelen) landbouw worden verbeterd tot ecologische (doelen) landbouw, conform de ecosysteemgerichte visie.

Methodische weg naar ecologische prototypen

Voortbouwend op de eerste ervaring op het proefbedrijf OBS te Nagele in Flevoland (Vereijken, 1992) is de prototypering uitgewerkt in een methodische weg van vijf formele stappen (Vereijken 1994, 1995):

- (1) maak een rangorde in 6 algemene doelen, onderverdeeld in 20 specifieke doelen als basis voor een prototype waarin de strategische tekorten van de bestaande systemen zijn goedge maakt (Rangorde van Doelen als deel 1 van de identiteitskaart van het prototype);
- (2) zet de 10 hoofddoelen om in meervoudige doel-maatstaven om ze te kwantificeren en om de meervoudige doel-methoden vast te stellen die nodig zijn om de gekwantificeerde doelen te bereiken (Maatstaven en Methoden als deel 2 van de identiteitskaart);
- (3) ontwerp een theoretisch prototype door de maatstaven aan de bedrijfsmethoden te koppelen en de methoden in dit verband te ontwerpen totdat ze klaar zijn voor een eerste toetsing (Theoretisch Prototype als deel 3 en Multifunctioneel Vruchtwisseling Model als hoofdmethode en deel 4 van de identiteitskaart);
- (4) leg het prototype uit in de praktijk en toets en verbeter het tot de doelen, zoals ze zijn gekwantificeerd in de maatstaven, zijn bereikt (Agro-ecologische Uitleg als deel 5 van de identiteitskaart);
- (5) verspreid het prototype door groepen voorhoedebedrijven (10 - 15 bedrijven), regionale netwerken (15-30 bedrijven) en tenslotte door nationale netwerken (geheel van regionale netwerken) met een geleidelijke verschuiving in de begeleiding van onderzoekers naar voorlichters.

De uitkomsten van bovengenoemde vijf stappen worden uitgedrukt in delen van een identiteitskaart van een prototype, om de samenwerking binnen het team en de uitwisseling met partners (voorhoedebedrijven, andere teams) en doelgroepen te dienen. Op deze wijze wordt de jaarlijkse voortgang in het EU-netwerk voor prototypering van Geïntegreerde en Ecologische Akkerbouw Bedrijf Systemen in beeld gebracht (Vereijken, 1994 en 1995).

Op basis van de identiteitskaart van ons ecologisch prototype voor de akkerbouw en groenteteelt op de Centrale Zeeklei kan de methodische weg van prototypering nader worden toegelicht.

Rangorde van doelen (stap 1)

Tabel 1 toont de 6 algemene waarden of belangen die in de landbouw betrokken zijn, met een onderverdeling naar 3 tot 5 specifieke waarden of belangen. De eerste stap die je onderneemt als ontwerper van bedrijfssystemen is je rangorde van doelen vast te stellen binnen dit kader, gelet op de tekorten van de bestaande systemen in de doelregio en de gerichte bijdrage die jouw prototype dient te leveren om de situatie op korte termijn (geïntegreerd systeem) of lange termijn (ecologisch systeem) te verbeteren. De procedure is eenvoudig: in de eerste ronde waardeer je de algemene doelen van 6 tot 1 in afnemende volgorde van belangrijkheid. In de tweede ronde waardeer je de specifieke doelen binnen ieder algemeen doel van 3 tot 1 in afnemende volgorde van het belangrijkheid (bij voedselvoorziening met 3, 2, 1, 0 en 0 omdat er 5 specifieke doelen zijn, niet 3). Op deze wijze hebben we de rangorde van doelen opgemaakt als stap 1 in het Flevoland-project (Fig. 2).

Tabel 1 Algemene en specifieke waarden en belangen in de landbouw (vereenvoudigd uit (Vereijken, 1992))

Algemeen	Waarden en belangen (niet in volgorde van belangrijkheid)		
	specifiek	algemeen	specifiek
Voedselvoorziening	- kwantiteit - kwaliteit - stabiliteit - duurzaamheid - betaalbaarheid	Abiotisch milieu	- bodem - water - lucht
Werkgelegenheid	- bedrijfsniveau - regionaal niveau - nationaal niveau	Natuur/Landschap	- flora - fauna - landschap
Basisinkomen/Winst	- bedrijfsniveau - regionaal niveau - nationaal niveau	Gezondheid/Welzijn	- boerderijdieren - plattelandsbevolking - stedelijke bevolking

Kwantificeren van doelen en vaststellen van methoden (stap 2)

Na het plaatsen van de doelen in een rangorde (stap 1) kun je de top 10 van de specifieke doelen transformeren in een geschikt stel maatstaven om ze te kwantificeren (stap 2). Aldus kunnen de gekwantificeerde doelen worden gebruikt als gewenste resultaten bij het toetsen en verbeteren (stap 4). Gegeven het enorme aantal mogelijke maatstaven, zijn er twee belangrijke redenen om er zo weinig mogelijk te gebruiken. Allereerst spaart het tijd en geld. Ten tweede verzekert een groot aantal maatstaven niet dat de doelen worden geïntegreerd. Dit is van wezenlijk belang, want de doelen kunnen op vele wijzen strijdig zijn. Daarom kun je beter eerst een beperkt aantal meervoudige doelmaatstaven vaststellen om ervoor te zorgen dat de doelen voldoende worden geïntegreerd. Aanvullend kun je nog specifieke maatstaven vaststellen voor die doelen, die niet of slechts ten dele worden gedekt door de meervoudige doelmaatstaven.

Voor een prototype waarin mogelijk strijdige doelen voldoende worden geïntegreerd is een geschikt stel bedrijfsmethoden vereist. De huidige methoden dienen meestal 1 of 2 van je doelen maar benadelen de overigen. Chemische gewasbescherming is een duidelijk voorbeeld. Daarom zoek je allereerst naar integrerende methoden die de kloof overbruggen tussen strijdige doelen en de overige doelen niet benadelen. Aanvullend kun je specifieke methoden vaststellen voor belangrijke specifieke doelen die onvoldoende worden gedekt door de meervoudige doelmethoden.

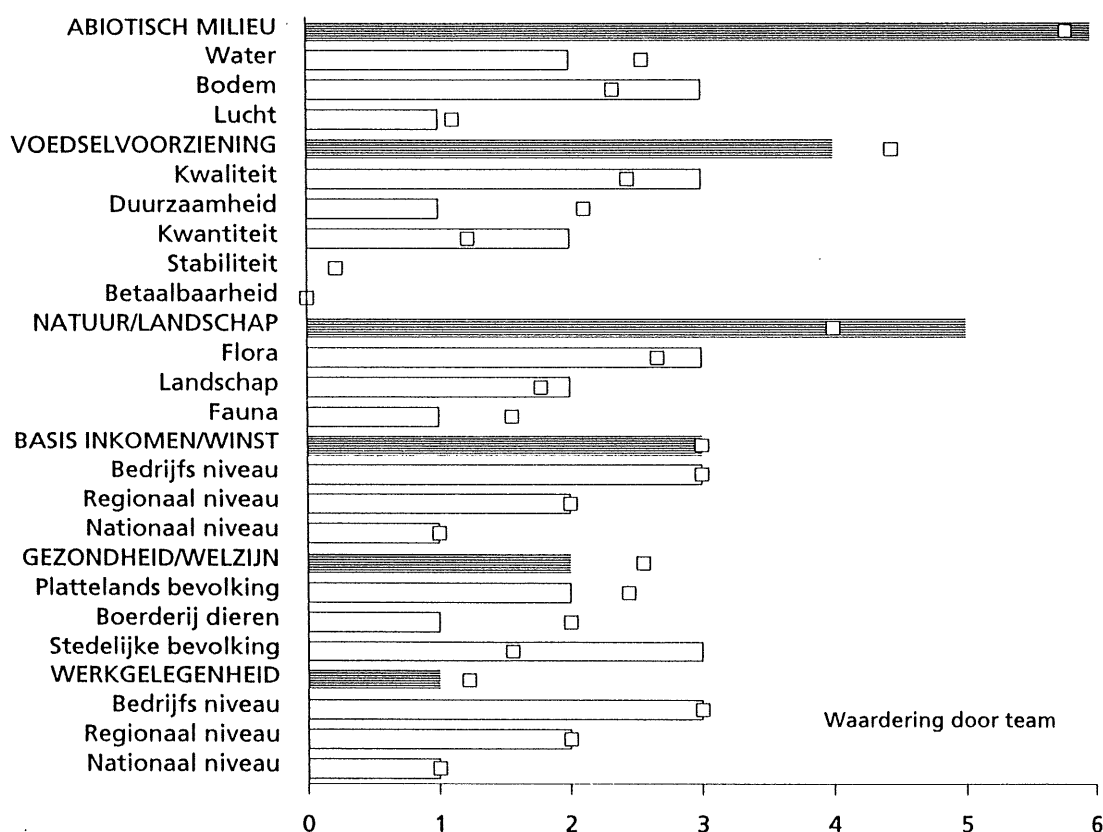
Aldus hebben we de doelen gekwantificeerd en de methoden vastgesteld als stap 2 in het Flevoland project (Appendix 1). Uitgangspunt is de top 10 van de specifieke doelen (zie tabel in Appendix 1) zoals die eenvoudig uit de rangorde der doelen (Fig. 2) kan worden opgemaakt door de cijfers voor de specifieke doelen te vermenigvuldigen met het cijfer voor hun algemeen doel. De 15 maatstaven (zie kader in Appendix 1) zijn ontwikkeld in het kader van het EU netwerk c.q. dit project, behalve PBR, KBR, NBR, NDW en NO.

Ontwerpen van theoretisch prototype en methoden in deze context (stap 3)

De meeste methoden moeten ontworpen of herontworpen worden, omdat ze niet bestaan of nog niet klaar zijn voor gebruik. Maar je kunt ze niet onafhankelijk van elkaar ontwerpen en ook niet in willekeurige volgorde, omdat ze meervoudige doelen moeten dienen binnen een consistent bedrijfssysteem en elkaar moeten versterken. Daarom moet je in stap 3 eerst in een theoretisch prototype de methoden aan de maatstaven koppelen voor de doelen die ze moeten helpen te bereiken, voordat je verder gaat met het ontwerpen van de afzonderlijke methoden.

Aldus hebben we een theoretisch prototype ontworpen en de methoden in deze context voor de ecologische akkerbouw/groenteteelt in Flevoland (Fig. 3). Dit theoretische prototype toont de hoofd- en nevenmethoden voor het bereiken van de gewenste resultaten voor ieder doel c.q. in iedere maatstaf. Anderzijds toont het theoretisch prototype welke maatstaven worden gesteund door iedere methode en geeft het zodoende aan wat de omvattende betekenis is van iedere methode.

Zoals in de meeste ecologische prototypen binnen het EU netwerk, speelt ook in ons ecologisch prototype voor de akkerbouw/groenteteelt in Flevoland een Multifunctioneel Vruchtwisseling Model (MVM) een centrale rol. Vandaar dat MVM als hoofdmethode het eerst moet worden ontworpen, om te voorzien in een evenwichtig 'team' van gewassen dat slechts een minimum aan hulpmiddelen vereist die vervuילend zijn en/of gebaseerd op fossiele energie (nutriënten, pesticiden, machines, brandstof) om de bodemvruchtbaarheid te handhaven en daarmee gewasvitaliteit als de basis voor kwaliteitsproductie. Appendix II toont MVM in een bedrijfsspecifieke variant voor voorhoedeberijf no. 6 in ons Flevoland-project.



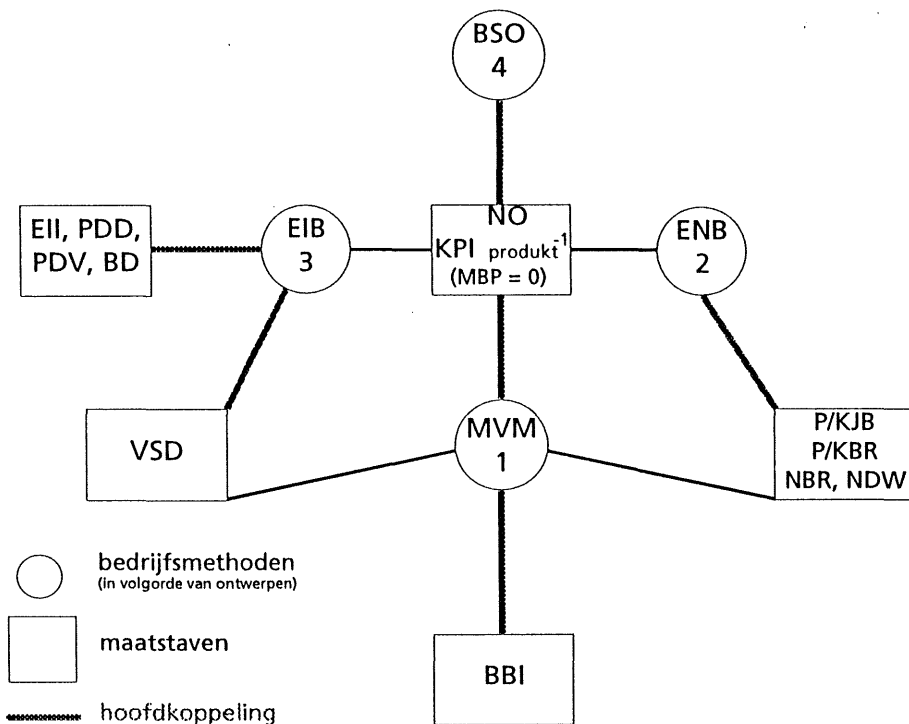
Figuur 2 Rangorde van doelen als deel 1 van de identiteitskaart van het ecologisch prototype voor akkerbouw/groenteteelt in Flevoland (vierkantjes zijn gemiddelden van 9 ecologische prototypen uit EU-netwerk)

In het ecologisch prototype voor akkerbouw/groenteteelt in Flevoland is de kwaliteit van het abiotisch milieu en de handhaving daarvan het hoofddoel, vóór natuur/landschap en voedselvoorziening.

Al worden pesticiden vervangen door niet-chemische maatregelen, toch blijft het milieu een eerste zorg, omdat de bodemvruchtbaarheid voornamelijk dient te worden gehandhaafd door hergebruik van organisch afval. Omdat organische meststoffen meestal nutriënten bevatten in verhoudingen die niet overeenkomen met de behoefte van de gewassen, kan ophoping en uiteindelijk uitspoeling van bepaalde nutriënten slechts worden vermeden door uitgekiend nutriëntenbeheer, gericht op landbouwkundig gewenste en ecologisch aanvaardbare nutriëntenvoorraden in de bodem.

Natuur/landschap is het tweede hoofddoel, aangezien de huidige biologische landbouw geen expliciete richtlijnen en technologie heeft voor dit steeds schaarsere goed. Een ecologische infrastructuur kan voorzien in dit tekort en ecologisch bewuste consumenten bewegen tot omschakeling op ecologische producten. In Flevoland zal de ontwikkeling van een ecologische infrastructuur zich concentreren op een flora van de slootkanten die aantrekkelijk is voor mens en dier.

Voedselvoorziening is het derde hoofddoel, met name een optimaal evenwicht tussen kwantiteit en kwaliteit, als een onmisbare basis voor basisinkomen/winst en gezondheid/ welzijn. Dit evenwicht noemen we kwaliteitsproductie. Het vereist een nieuwe en hoogwaardige technologie, met name een Multifunctioneel Vruchtwisseling Model als de belangrijkste vervangende methode voor externe middelen zoals pesticiden.



Figuur 3 Theoretisch prototype als deel 3 van de identiteitskaart van het ecologisch prototype voor akkerbouw/groenteteelt in Flevoland. Definities van afkortingen zijn gegeven in het onderstaande kader.

In het ecologisch prototype voor de akkerbouw/groenteteelt in Flevoland worden de top 10 doelen zoals gekwantificeerd in 15 maatstaven bereikt door 4 meervoudige doelmethoden, die worden ontworpen en geoperationaliseerd in deze volgorde:

1. Multifunctioneel Vruchtwisseling Model (MVM) is de hoofdmethode om de gewenste resultaten te bereiken in Kwaliteit Productie Indices (KPI Produkt)⁻¹ zonder pesticiden-gebruik (Milieu Blootstelling aan Pesticiden = 0), Netto Overschot (NO) en Bodem Bedekking Index (BBI). P en K Beschikbare Reserves (PBR, KBR), N Beschikbare Reserves (NBR), N Drainage Water (NDW) en Vogel Soorten Diversiteit (VSD).
2. Ecologisch Nutriënten Beheer (ENB) is de hoofdmethode om de gewenste resultaten te bereiken in P en K Jaarlijkse Balansen, P en K Beschikbare Reserves, N Beschikbare Reserves en N Drainage Water. Bovendien is het een nevenmethode voor Kwaliteit Productie Indices (zonder Milieu Blootstelling aan Pesticiden) en Netto Overschot.
3. Ecologisch Infrastructuur Beheer (EIB) is de hoofdmethode om de gewenste resultaten te bereiken in Ecologische Infrastructuur Index (EII), Vogel Soorten Diversiteit, Plantaardige Doelsoorten Diversiteit (PDD), Plantaardige Doelsoorten Verdeling (PDV) en Bloem Dichtheid (BD). Bovendien is het een nevenmethode voor Kwaliteit Productie Indices (zonder Milieu Blootstelling aan Pesticiden) en Netto Overschot.
4. Bedrijf Structuur Optimalisatie (BSO) is de afrondende methode om het gewenste resultaat in Netto Overschot te bereiken, als de huidige hoeveelheden land, arbeid en kapitaalgoederen van een voorhoedebedrijf dat niet kunnen met het agro-ecologisch geoptimaliseerd prototype.

De ontwerpprocedure voor MVM is als volgt:

1. Identificeer en karakteriseer mogelijke gewassen voor je regio of je bedrijf (format A):
 - maak een lijst van minstens 10 gewassen in afnemende volgorde van winstgevendheid en vermarktbaarheid;
 - karakteriseer de gewassen in hun mogelijk rol in het MVM in biologische, chemische en fysieke termen.
2. Ontwerp een MVM op basis van (1) waarbij tegelijk aan een multifunctioneel stel eisen wordt voldaan (format B):
 - vul het eerste rotatieblok met gewas no. 1;
 - vul de volgende blokken onder handhaving van de biologische bodemvruchtbaarheid door gewasfrequenties te begrenzen tot $\leq 16,7\%$ en gewasgroep-frequenties tot $\leq 33,3\%$;
 - vul de volgende blokken onder handhaving van de fysieke bodemvruchtbaarheid door consistent een gewas met een hoog cijfer voor bodembedekking (erosiegevoelige gronden) of voor effect op bodemstructuur (verdichtingsgevoelige gronden) te plaatsen na een gewas met een laag cijfer;
 - vul de volgende blokken in onder handhaving van de chemische bodemvruchtbaarheid door consistent een gewas met een lage N-overdracht te plaatsen voor een gewas met een lage N-behoefte en een gewas met een hoge N-overdracht te plaatsen voor een gewas met een hoge N-behoefte;
 - vul afzonderlijke blokken met 2 of 3 gewassen met overeenkomende kenmerken, als dit nodig is vanwege beperkte arbeids- of afzetcapaciteit;
 - zorg ervoor dat gewasopvolgingen haalbaar zijn in termen van oogsttijd, oogstresten en opslag van de voorvruchten.

Toetsen en verbeteren van het prototype in de praktijk (stap 4)

Stap 4 is het toetsen en verbeteren van het prototype totdat de doelen zoals gekwantificeerd in de maatstaven zijn bereikt. Het is de meest bewerkelijke en dure stap, die minstens één volledige rotatie vereist van het prototype over ieder veld (minstens 6 jaar voor ecologische prototypen). Daarom is het essentieel dat je alle voorgaande stappen met de grootste zorgvuldigheid hebt genomen. Het is dan ook nuttig om de voorgaande stappen nog eens kritisch door te nemen voordat je verdergaat met stap 4:

- Dek je rangorde van doelen (stap 1) werkelijk de tekorten van de huidige systemen (in ons project is dit biologische akkerbouw/groenteteelt volgens EKO-richtlijnen) in de regio, dus heb je niet te lage klassering voor 'nieuwe' doelen zoals natuur/ landschap en te hoge klassering voor 'oude' doelen zoals basisinkomen /winst, zodat je zeker bent dat je werkelijk vernieuwt en niet slechts een beetje vooroploopt bij de hoofdgroep van de bedrijven?
- Heb je in stap 2 echt de doelen goed getransformeerd in het juiste stel meervoudige doelmaatstaven, dus heb je niet te weinig en vooral ook niet teveel maatstaven; heb je elk doel goed gekwantificeerd, dus niet meer, maar zeker ook niet minder ambitieus dan nodig en heb je het benodigde stel methoden goed vastgesteld, dus niet te veel enkelvoudige en te weinig meervoudige doelmethoden?
- Moet je theoretisch prototype niet worden bijgesteld als gevolg van eventuele bijstellingen in stappen 1 en 2?

Toetsing van een prototype betekent het uitleggen op een proefbedrijf of op een groep voorhoedebedrijven en nagaan of de bereikte resultaten overeenkomen met de gewenste resultaten. Als je alle methoden van je prototype hebt ontworpen is een eerste uitleg niet moeilijk op een proefbedrijf, als een eventuele begeleidingscommissie en de bedrijfsleider

het aanvaardbaar achten. Maar in het algemeen is er meer tijd nodig om te komen tot een eerste uitleg op voorhoedebedrijven.

1. Je formeert een voorhoedegroep:
 - belangstelling wekken door artikelen in agrarische vakbladen of door lezingen op bijeenkomsten voor agrarische ondernemers;
 - ondernemers met potentiële voorhoedebedrijven uitnodigen voor studiebijeenkomsten;
 - selecteren van ondernemers voor de voorhoedegroep op basis van algemene criteria zoals voltijds werkzaam op bedrijven van voldoende omvang, met passende produktie-activiteiten en daarvoor geschikte grondsoort, gelegen in de doelregio, enz. maar ook agro-ecologische criteria zoals aaneengesloten bedrijfsoppervlak, geschikte indeling van het bedrijf en management criteria zoals vakbekwaam en bereid verder te gaan dan de huidige richtlijnen voor het EKO-keurmerk.
2. Je maakt een variant van het prototype c.q. de onderliggende methoden voor ieder voorhoedebedrijf, in interactie met de ondernemer:
 - variant van het Multifunctioneel Vruchtwisseling Model;
 - variant van Ecologisch Nutriënten Beheer;
 - variant van Ecologisch Infrastructuur Beheer.
 - enz.

De hoofdtaak van bedrijfssysteemontwerpers is het ecologiseren van de landbouw door fysisch-chemische methoden te vervangen door biologische methoden. Dit vereist een passend concept van een bedrijf; een ecologisch bedrijf is een agro-ecologisch geheel dat bestaat uit een 'team' van gewassen in voortdurende rotatie en interactie, met hun vergezellende (goedaardige of schadelijke) flora en fauna.

De taak van de ontwerper kan dus worden gespecificeerd als het ontwerpen van een vruchtwisseling met een maximum aan positieve en een minimum aan negatieve interacties tussen de gewassen. Deze interacties bepalen in hoge mate de fysische, chemische en biologische bodemvruchtbaarheid en vandaar de vitaliteit en kwaliteitsproduktie van de gewassen. Echter, een Multifunctioneel Vruchtwisseling Model heeft weinig invloed op semi-bodemgebonden en door de lucht verspreid schadelijke soorten. Daarom dient een agro-ecologisch optimale opzet van een ecologisch bedrijfssysteem te voldoen aan de volgende aanvullende criteria:

1. Veldaangrenzing = 1;
Alle velden van een bedrijf moeten aan elkaar grenzen, om een agro-ecologisch geheel te verkrijgen als voorwaarde voor een agro-ecologische zelfstandigheid c.q. identiteit.
2. Veldomvang ≥ 1 ha;
Om een prototype bedrijfssysteem te verkrijgen met voldoende agro-ecologische identiteit moeten de velden als onderdelen een minimale omvang hebben.
3. Veldlengte/breedte ≤ 4 ;
Ronde of vierkante velden dragen optimaal bij aan de agro-ecologische identiteit van een bedrijf. Daarom moet de lengte/breedte verhouding binnen een maximum blijven om het verlies aan identiteit te beperken.

4. Vruchtwisselingblokken ≥ 6 ;
Hoe korter de vruchtwisseling, des te groter is de biologische stress op de gewassen evenals de behoefte aan externe hulpmiddelen om deze stress te beheersen. Daarom is het aantal blokken in de vruchtwisseling aan een minimum gebonden (temporele dimensie van de vruchtwisseling).
5. Aangrenzing van opeenvolgende blokken = 0;
Schadelijke semi-bodemgebonden soorten moeten worden verhinderd hun waardgewas te volgen door een vruchtwisseling zonder aangrenzing van opeenvolgende blokken om ervoor te zorgen dat de gewassen niet van jaar tot jaar slechts worden verplaatst naar een aangrenzend veld (ruimtelijke dimensie van de vruchtwisseling).
6. Ecologische Infrastructuur $\geq 5\%$ bedrijfsoppervlak;
Door de lucht verspreide en semi-bodemgebonden nuttige insecten en spinnen hebben een ecologische infrastructuur nodig die in tijd en ruimte continuïteit verschaft in voedselaanbod en verblijfplaats.

Op basis van deze agro-ecologische criteria is het ecologisch prototype voor akkerbouw/groenteteelt in Flevoland uitgelegd op 10 voorhoedebedrijven. Appendix III toont bedrijf 6 als voorbeeld en toont eveneens een staatje met de laagste en hoogste scores binnen de groep voor de agro-ecologische criteria.

Door het prototype uit te leggen kan het worden getoetst. Door het te toetsen wordt duidelijk in hoeverre voor ieder van de maatstaven de gewenste resultaten zijn bereikt. Als er een gat is tussen bereikt en gewenst resultaat dient het prototype gericht te worden verbeterd, door bijstelling van de betrokken hoofdmethoden en/of nevenmethoden conform het theoretisch prototype.

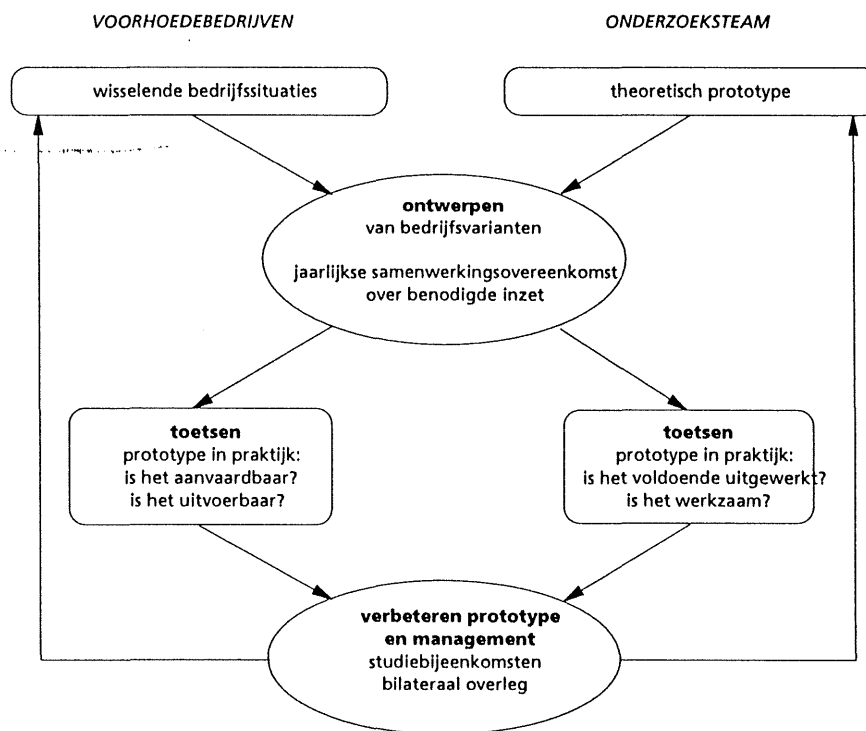
De gaten tussen bereikte en gewenste resultaten kunnen voortkomen uit een of meer van de volgende oorzaken: de methode in kwestie is niet voldoende uitgewerkt, of niet uitvoerbaar door de ondernemer of niet werkzaam. In positieve termen: je bent klaar met stap 4 (toetsen en verbeteren) als het prototype in zijn geheel en de methoden in het bijzonder aan deze 4 opeenvolgende criteria voldoen.

Een methodische weg om prototypen te verbeteren houdt dus in:

1. Ga na welke maatstaven een gat vertonen tussen bereikte en gewenste resultaten.
2. Ga na in het theoretisch prototype welke methoden hierbij betrokken zijn.
3. Ga na aan welke criteria nog niet wordt voldaan door de betrokken methoden:
 - klaar voor gebruik;
 - uitvoerbaarheid door de ondernemers;
 - aanvaardbaar voor de ondernemers;
 - werkzaam.
4. Verbeter de methoden gericht op grond van deze criteria.
5. Leg het prototype opnieuw uit en toets opnieuw.

Verspreiding van het prototype in de regio (stap 5)

Deze stap moet nog worden uitgewerkt. Indien wordt geprototypeerd op voorhoedebedrijven wordt alvast een belangrijke aanzet gegeven. Het interactiemodel tussen het wetenschappelijk team en de voorhoedegroep in Flevoland lijkt ons ook een veilig en werkzaam model voor de opschaling van 10 tot circa 50 voorhoedebedrijven (Fig. 4). In deze tweede fase kan het prototype c.q. de nieuwe technologie aan de landbouwvoorlichting worden overgedragen, zodat deze kan zorgdragen voor de verdere verspreiding.



Figuur 4 Ontwerpen, toetsen en verbeteren van het prototype door samenwerking tussen voorhoedebedrijven en onderzoeksteam

Prototyperen en modelmatige verkenningen op bedrijfsniveau

De gepresenteerde formele prototypingstechniek voor het ontwerpen van bedrijfs-systemen is gebaseerd op bestaande kennis en bestaat uit het stap voor stap ontwikkelen van bedrijfssystemen. Daarbij is kennis zo kwantitatief mogelijk gemaakt. Veel stappen zijn echter nog gebaseerd op expertkennis en ervaring van de ontwerpers, waarvoor verdere onderbouwing nodig is (bijvoorbeeld de eisen die gesteld worden in stap 3 en stap 4). Vanwege deze benadering (die in elke stap inzichtelijk is voor iedereen) wordt echter risico vermeden, waardoor daadwerkelijk prototypen voor bedrijven worden ontworpen die op voorhoedebedrijven kunnen worden aangelegd. Door prototypen op voorhoedebedrijven te testen komen vragen op onderliggend niveau boven, waardoor het teeltsystemen-onderzoek snel kan inspelen op vragen en problemen (Fig. 1). Daarnaast wordt er in het programma gewerkt aan de ontwikkeling van formele Meervoudige Doelprogrammerings-technieken voor modelmatige verkenningen van ecologische bedrijfssystemen. Deze verkenningen kunnen leiden tot opties die niet op grond van ervaringsfeiten naar boven zouden komen, waardoor toetsing op proefbedrijven eerst noodzakelijk is. Tevens kunnen 'trade-offs' tussen doelstellingen op voorhand zichtbaar gemaakt worden met deze technieken. Verschillende methoden zijn daartoe ontwikkeld voor de geïntegreerde landbouw (Habekotté en Schans, in voorbereiding) en de bloembollenteelt (Jansma et al., 1995). Een probleem daarbij is de grote hoeveelheid coëfficiënten die nodig zijn (inputs en outputs van systeemcomponenten) evenals inzichten op onderliggend niveau; bijvoorbeeld de N-overdracht in verschillende rotaties. Voor verkennende studies geeft die benadering echter mogelijkheden om opties die bij de prototyping niet zijn onderkend op hun bruikbaarheid te toetsen.

PROTOTYPERING VAN TEELTSYSTEMEN

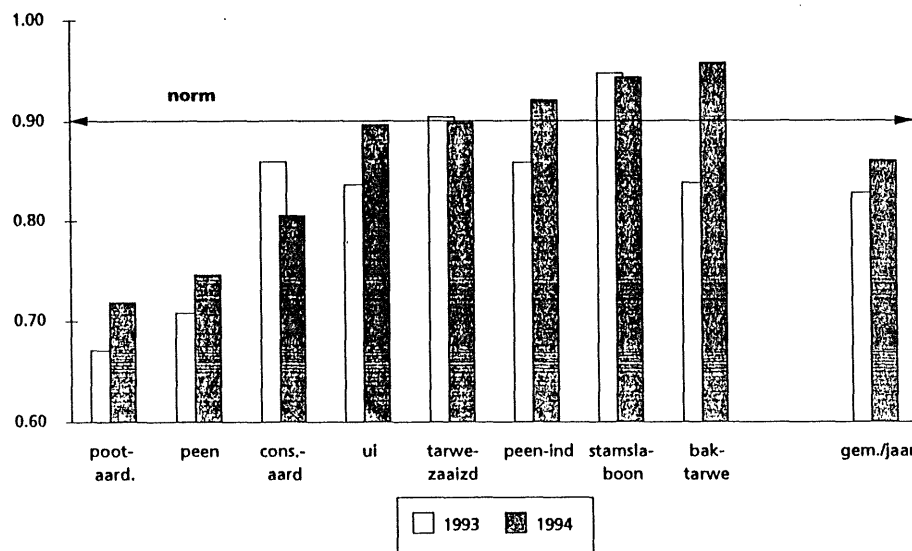
De prototypering van teeltsystemen in de hiervóór beschreven benadering is vooral gericht op het verkleinen van het vaak aanzienlijke verschil tussen veldopbrengst en vermarktbare opbrengst, in de vorm oogst-, sorteer- en kwaliteits- c.q. prijsverliezen (Fig. 5). Kwantitatieve schattingen van de haalbare veldopbrengst ontbreken echter. Volgens het onderzoeksteam en de betrokken voorhoedebedrijven is er bij de meeste gewassen eveneens een groot verschil tussen de actuele en de haalbare veldopbrengst als gevolg van vaak nog onbegrepen interacties tussen bemesting en ziekten, plagen en onkruiddruk. Een aansprekend voorbeeld is het grote verschil tussen haalbare en actuele veldopbrengst bij consumptie-aardappel in de vorm van vroegtijdig afsterven van het loof tengevolge van aantasting door *Phytophthora*.

Oplossingen voor dit soort problemen vereisen een kwantitatief inzicht in oorzaken van te lage kwaliteitsproductie. Deze oplossingen zullen een complex en preventief karakter hebben omdat in tegenstelling tot gangbare teeltsystemen er geen gewas-beschermingsmiddelen en kunstmest gebruikt worden. Dit heeft enige belangrijke problemen tot gevolg:

- a. Voor de nutriëntenvoorziening, die is gebaseerd op hergebruik van organisch afval c.q. mest, beschikken we over beduidend minder sturingsmogelijkheden dan bij het gebruik van kunstmest, waardoor het afstemmen van vraag en aanbod (noodzakelijk voor een optimale benutting en een vermindering van de milieubelasting) zeer moeilijk is en veel nieuwe kennis vereist.
- b. Het MVM vormt de basis voor de beheersing van ziekten en plagen. De grondbewerking en nutriëntenvoorziening spelen echter ook een belangrijke rol. Veel kennis van hun complexe interacties hebben we nodig voor het minimaliseren van de effecten van ziekten en plagen. Ook voor onkruidbeheersing is meer inzicht vereist in de oorzaken van de grote verschillen in arbeidsinzet tussen de voorhoedebedrijven en in de mogelijkheden om de druk van eenjarige en meerjarige onkruiden op termijn te verminderen.

Om deze redenen zijn in het kader van het AB-DLO/IPO-DLO-onderzoeksprogramma, door het AB-DLO projecten gestart, waarbij de genoemde problemen kwantitatief worden onderzocht in ecologische teeltsystemen in rotatie-verband (Grashoff, Lotz, Meijer, Hassink, Schröder, ongepubliceerd). De gevolgde aanpak is weergegeven in Figuur 1. Door prototypering gebaseerd op zoveel mogelijk kwantitatieve kennis en inzichten en expert kennis worden bedrijfssystemen uitgelegd en getoetst op voorhoedebedrijven zoals eerder besproken. Daarnaast worden verschillen tussen haalbare en vermarktbare opbrengsten geanalyseerd op een speciaal ingericht proefbedrijf 'De Lovinkhoeve'. Op grond hiervan en op grond van problemen die geïdentificeerd worden op de voorhoedebedrijven worden prioriteiten voor het teeltkundig onderzoek gesteld. Dat onderzoek wordt zodanig ingericht dat prototypes voor betere teeltsystemen ontwikkeld kunnen worden gebaseerd op inzichten in de onderliggende processen. De resultaten kunnen dan vervolgens worden ingebouwd in de prototypevarianten van de voorhoedebedrijven.

In het onderzoek dat is gericht op de verbetering van teeltsystemen worden in eerste instantie oorzaken van het verschil tussen haalbare en actuele veldopbrengsten c.q. kwaliteitsproductie systematisch geanalyseerd. Daarnaast worden de belangrijkste teeltproblemen op de voorhoedebedrijven geanalyseerd en worden teeltprototypes ontworpen teneinde de problemen op te lossen.



Figuur 5 Actuele kwaliteitsproductie op de voorhoedebedrijven met Kwaliteit Produktie Index (KPI) als maatstaf

Daartoe worden de volgende produktieniveaus onderscheiden:

1. Potentiële gewasopbrengst (bepaald door daglengte, straling, temperatuur en variëteit);
2. Haalbare gewasopbrengst (potentiële gewasopbrengst gelimiteerd door water en nutriënten);
3. Actuele gewasopbrengst (haalbare gewasopbrengst gekort door ziekten, plagen en onkruiden);
4. Vermarktbaar opbrengst (actuele gewasopbrengst gekort door oogst-, sorteer- en kwaliteits- c.q. prijsverliezen).

Deze produktieniveaus zijn nog niet gekwantificeerd in ecologische teeltsystemen maar er is veel kennis over de produktieniveaus 1 en 2 vanuit de gangbare teelten die is samengevat in dynamische gewasgroeimodellen. Teneinde deze produktieniveaus te kwantificeren in een ecologisch prototype, is een experiment gestart op het AB-DLO proefbedrijf 'De Lovinkhoeve' in een 7-jarige vruchtwisseling ontworpen volgens MVM (Appendix II). In dat experiment worden in alle 7 gewasblokken behandelingen aangelegd om de produktieniveaus 2, 3, en 4 te kwantificeren voor alle gewassen. Daartoe worden vaste plots aangelegd in 3 herhalingen waarin ziekten en plagen al dan niet bestreden worden bij drie N-niveaus: de standaard vastgesteld middels het ENB-systeem (Vereijken, Kloen en Visser, 1994), een behandeling met verminderde N-input en een behandeling met verhoogde N-input. Deze behandelingen zullen de vruchtwisseling volgen. Met gewasgroeimodellen zullen de proefresultaten worden geanalyseerd. Vervolgens zullen de modellen worden gebruikt om de teeltsystemen te optimaliseren.

Vooral omdat water veelal niet een opbrengstlimiterende factor is en omdat er goede simulatiemodellen voor het potentiële produktieniveau beschikbaar zijn zullen met behulp van bestaande simulatiemodellen de potentiële opbrengsten worden gekwantificeerd. Voor de overige niveaus zullen zo eenvoudig mogelijk doch ecofysiologisch gebaseerde modellen worden ontwikkeld gebaseerd op bestaande modellen en geparameteriseerd.

De modellen zullen als hulpmiddel worden gebruikt voor de eco-fysiologische analyse van de oorzaken van de verschillen tussen de opbrengstniveaus in de verschillende behandelingen.

Ervaring met deze benadering waarbij modelmatig en experimenteel werk geïntegreerd wordt uitgevoerd voor het oplossen van teeltkundige knelpunten is onder meer opgedaan in een samenwerkingsproject met het International Rice Research Institute (Kropff et al., 1994a). In dat onderzoek werd met behulp van modellen de haalbare opbrengst (die vanwege de irrigatie gelijk was aan de potentiële opbrengst) van rijst geschat en door modelmatige analyse van experimentele gegevens vastgesteld dat onvoldoende opname van N de oorzaak was van het grote verschil tussen haalbare en actuele opbrengsten (3 t/ha). Modellen werden vervolgens gebruikt om N-bemestingsstrategieën te ontwikkelen waarbij de haalbare opbrengst gehaald kan worden met minimale N-inputs (Kropff et al., 1994b).

Oplossen van essentiële problemen

Naast de systematische analyse van opbrengstniveaus wordt onderzoek verricht aan essentiële problemen of knelpunten in teeltsystemen. De opbrengstderving door *Phytophthora* in aardappel is als een van de essentiële problemen op de voorhoedebedrijven geïdentificeerd die de oorzaak is van het grote verschil tussen haalbare en actuele opbrengsten. Daartoe wordt in de standaardbehandelingen in 1996 een aantal extra behandelingen aangelegd om de interacties tussen *Phytophthora* en nutriëntenvoorziening in detail te analyseren.

Gedetailleerde gewasfysiologische metingen zullen worden verricht en analyses van de nutriëntenvoorziening worden uitgevoerd met behulp van simulatiemodellen. Met de modellen zullen prototypes worden ontworpen die beter aan de gestelde doelstellingen zouden voldoen. Deze prototypes zullen vervolgens getest worden op het proefbedrijf en/of de voorhoedebedrijven. Prioriteiten voor dit gedetailleerde onderzoek worden jaarlijks bijgesteld en geëvalueerd.

Een ander essentieel probleem dat aangepakt wordt met behulp van modellen en experimenten is het probleem van de onkruidbeheersing, waaraan op de voorhoedebedrijven veel arbeidstijd wordt besteed. Met behulp van modellen (Kropff en Van Laar, 1993) zullen verschillende strategieën worden verkend en getest met behulp van lange-termijn-experimenten.

AFSLUITING

De hier besproken prototyperingstechnieken en modelmatige benaderingen zijn gericht op de ontwikkeling van nieuwe bedrijfs- en teeltsystemen voor ecologische landbouwsystemen die voldoen aan een brede range van doelstellingen. De prototyperingstechniek op bedrijfsniveau is reeds ver uitgewerkt en geïmplementeerd. Dat maakt het mogelijk een onderzoeksprogramma te ontwikkelen waarbij modelmatig en experimenteel onderzoek naar de verbetering van teeltsystemen gericht is op het oplossen van problemen die op de voorhoedebedrijven als persistent en essentieel zijn geïdentificeerd. Dit verhaal geeft duidelijk een momentopname waarbij de samenhang tussen bedrijfssystemen-onderzoek en onderzoek voor de verbetering van teeltsystemen in ontwerp wordt geschetst. Daarbij is het prototyperingsonderzoek op bedrijfsniveau in de grootste mate van detail besproken. Door de geïntegreerde benadering met een nieuwe balans tussen modelmatig en praktijkonderzoek zal het in de toekomst mogelijk zijn opties te verkennen voor de ontwikkeling van landbouwsystemen die voldoen aan een breed bereik van maatschappelijke doelstellingen in het traject geïntegreerde landbouw-ecologische landbouw teneinde innovatieve en kwantitatieve antwoorden te kunnen geven op de vraag: 'Hoe ecologisch kan de landbouw worden?'.

REFERENTIES

- Jansma, J.E., W.A.H. Rossing, F.J. de Ruijter & J. Schans (1994)
De bol aan de rol: verkenning van ontwikkelingsrichtlijnen voor duurzame bloembollenteelt. Wetenschapswinkel Rapport 103, 60 pp.
- Kropff, M.J., K.G. Cassman, S. Peng, R.B. Matthews & T.L. Setter (1994a)
Quantitative understanding of yield potential. In: Breaking the yield barrier. K.G. Cassman (Ed.), IRRI, Los Baños, 21-38.
- Kropff, M.J. & H.H. van Laar (Eds), (1993)
Modeling Crop-Weed Interactions. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, The International Rice Research Institute, Los Baños, The Philippines, 274 pp. ISBN 0851987451 and 9712200388.
- Kropff, M.J., H.H. van Laar & R.B. Matthews (Eds), (1994b).
ORYZA1: An ecophysiological model for irrigated rice production.
SARP Research Proceedings, IRRI, Wageningen, 110 pp., ISBN 90-73384-23-0.
- Vereijken, P. & F.G. Wijnands (1990)
Geïntegreerde akkerbouw naar de praktijk PAGV Lelystad, publikatie no 50, 85 pp.
- Vereijken P. (1992)
Een methodische weg naar duurzame bedrijfssystemen. Landbouwtijdschrift - Revue de l'Agriculture 45: 553-566
- Vereijken P., H. Kloen & R. Visser (1994)
Innovatieproject ecologische akkerbouw en groenteteelt (Eerste Voortgangsrapport). AB-DLO rapport 28, Wageningen, 95 pp.
- Vereijken P. (1994)
Designing prototypes (Progress Report 1). Research Network for EU and associated countries on Integrated and Ecological Arable Farming Systems, AB-DLO Wageningen, 87 pp.
- Vereijken P. (1995)
Designing and testing prototypes (Progress Report 2). Research Network for EU and associated countries on Integrated and Ecological Arable Farming Systems. AB-DLO Wageningen, 90 pp.
- Wijnands, F.G., P. van Asperen, G.J.M. van Dongen S.R.M. Janssens, J. Schröder & K.B. van Bon (1995)
Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw. PAGV-verslag 196, 121 pp.

APPENDIX I

Kwantificering van doelen en vaststellen van methoden als deel 2 van de identiteitskaart van het ecologisch prototype voor akkerbouw/ groenteteelt in Flevoland (definities in kader pagina 113)

Rangorde van doelen (volgens Fig. 1)	Doelen gekwantificeerd in meervoudige doelmaatstaven	Doelen te bereiken door meervoudige doelmethoden
1. Abiotische milieu - Bodem	1.1 MBP-bodem = 0 1.2 $20 < \text{PBR} < 30$ * PJB > 1 als PBR < 20 PJB < 1 als PBR > 30 ** 1.3 $x < \text{KBR} < y$ * KJB > 1 als KBR < x KJB < 1 als KBR > y ** 1.4 NBR (0-100 cm) < 70 kg ha ⁻¹	1.1 - 1.4 MVM 1.2 - 1.4 ENB
2. Natuur/Landschap - Flora	2.1 Ell > 5 % bedrijfsoppervlak 2.2 PDD > 50 bedrijf ⁻¹ 2.3 PDV > 10 sectie ⁻¹ (100 m)	2. EIB
3. Voedselvoorziening - Kwaliteit	3.1 KPI > x gewasprodukt ⁻¹	zie 1
4. Abiotisch milieu - Water	4.1 MBP-water = 0 4.2 NDW < 11,2 mg l ⁻¹ (EU-norm) zie 1	zie 1
5. Natuur/Landschap - Landschap	5.1 BBI > 0,8 zie 2 5.2 BD > 10 (april-okt) 5.3 VSD > ?	zie 2
6. Basis inkomen/Winst - Bedrijfsniveau	6.1 NO > 0 zie 3	6.1 BSO zie 1 en 2
7. Voedselvoorziening - kwantiteit	zie 3	zie 1 en 2
8. Gezondheid/Welzijn - Stedelijke bevolking	zie 1-6	zie 1 en 2
9. Basis inkomen/Winst - Regionaal niveau	zie 1-6	zie 1, 2 en 6
10. Abiotisch milieu - Lucht	10.1 MBP - lucht = 0 zie 1	zie 1
	Totaal maatstaven: 15	Totaal methoden: 4

* PW- en K getallen zijn de gebruikelijke maatstaven voor P en K Beschikbare Reserves in Nederland. Voor K hangt het optimale bereik af van de gehalten aan klei en organische stof, zodat het varieert van bedrijf tot bedrijf.

** Als PBR of KBR in het optimale bereik verkeert, behoort PJB of KJB gelijk te zijn aan 0 (evenwichtsbermesting).

In het ecologisch prototype voor akkerbouw/groenteteelt in Flevoland wordt de top 10 van specifiekedoelen gekwantificeerd door 15 **maatstaven** met een meervoudig doelkarakter. Definities in het kort:

- 1.1 Milieu Blootstelling aan Pesticiden - bodem (MBP-bodem) = actieve stof (kg ha^{-1}) * 50 % afbraaktijd (dagen).
- 1.2 P beschikbare reserves (PBR) = $P_w = \text{mg l}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ in de bouwvoor, 1:60 geëxtraheerd met water.
P Jaarlijkse Balans (PJB) = P aanvoer/P afvoer.
- 1.3 K Beschikbare Reserves (KBR) = K-getal = $\text{mg K}_2\text{O}$ per 100 g luchtdroge grond uit de bouwvoor, 1:10 geëxtraheerd met 0,1 n HCL.
K Jaarlijkse Balans = K aanvoer/K afvoer.
- 1.4 N Beschikbare Reserves (NBR) = $\text{Kg ha}^{-1} \text{ N}$ min in de laag 0-100 cm aan het begin van de periode met neerslagoverschot c.q. N-uitspoeling.
- 2.1 Ecologische Infrastructuur Index (EII) = percentage van het bedrijfsoppervlak dat wordt beheerd als een netwerk van lineaire en niet-lineaire habitats en corridors voor wilde fauna, met inbegrip van bufferstroken.
- 2.2 Plantaardige Doelsoorten Diversiteit (PDD) = aantal soorten met opvallende bloeiwijze naar kleur en/of vorm, aantrekkelijk voor mens en dier.
- 2.3 Plantaardige Doelsoorten Verdeling (PDV) = gemiddeld aantal doelsoorten/100 m Ecologische Infrastructuur.
- 3.1 Kwaliteit Produktie Index (KPI) $\text{gewasprodukt}^{-1} = \text{Kwaliteit Index (KI)} * \text{Produktie Index (PI)}$
 $\text{gewasprodukt}^{-1} = (\text{verkregen prijs kg}^{-1}/\text{topkwaliteit prijs kg}^{-1}) * (\text{vermarkte kg ha}^{-1}/\text{veldproduktie kg ha}^{-1})$
- 4.1 Milieu Blootstelling aan Pesticiden - water (MPB-water) = (MPB) - bodem * mobiliteit.
Mobiliteit = K_{05}^{-1} en K_{05} = verdelingscoëfficiënt van het pesticide over drogestof- en waterfracties van de bodem/organischestoffractie van de bodem.
- 4.2 N Drainage Water (NDW) = Nmin mg l^{-1} in het drainagewater, gemiddeld over de periode van neerslagoverschot.
- 5.1 Bodem Bedekking Index (BBI) = mate waarin de bodem is bedekt door gewas of gewasrest gedurende een bepaalde periode ($0 < \text{BBI} < 1$).
- 5.2 Bloem Dichtheid (BD) = gemiddeld aantal bloemen/m Ecologische Infrastructuur, aantrekkelijk voor mens en dier.
- 5.3 Vogel Soorten Diversiteit (VSD) = Aantal Soorten standvogels en trekvogels op het bedrijf.
- 6.1 Netto Overschot (NO) = totale geldelijke opbrengsten minus alle kosten, met inbegrip van een paritaire betaling van alle arbeidsuren.
- 10.1 Milieu Blootstelling aan Pesticiden-lucht (MBP-lucht) = actieve stof (kg ha^{-1}) * dampdruk (Pa bij 20-25 °C)

De top 10 doelen (in 15 maatstaven) worden bereikt door 4 meervoudige doelmethoden:

1. Multifunctioneel Vruchtwisseling Model (MVM) is een bedrijfsmethode met een zodanige afwisseling van gewassen (in tijd en ruimte), dat hun vitaliteit en kwaliteitsproductie met een minimum aan overige maatregelen kan worden veiliggesteld.
2. Ecologisch Nutriënten Beheer (ENB) is een bedrijfsmethode met een zodanige afstemming van aanvoer op afvoer van nutriënten, dat de bodemvoorraden passen in streeftrajecten, die landbouwkundig gewenst en ecologisch aanvaardbaar zijn.
3. Ecologische Infrastructuur Beheer (EIB) is een zodanige aanleg en beheer van een netwerk van landschapselementen op een bedrijf, dat het toegankelijk en leefbaar is voor de wilde flora en fauna en aantrekkelijk is voor de mensen van stad en platteland.
4. Bedrijfs Structuur Optimalisatie (BSO) is een meestal onmisbare methode om een agro-ecologisch geoptimaliseerd prototype ook economisch optimaal te krijgen, door de minimaal benodigde hoeveelheden land, arbeid en kapitaalgoederen te bepalen, die nodig zijn voor het gewenste Netto Overschot.

APPENDIX II

Multifunctioneel Vruchtwisseling Model als deel 4 van de identiteitskaart van het ecologisch prototype voor akkerbouw/groenteteelt in Flevoland

A. Selectie van gewassen door voorhoedebedrijf 6 (gewassen op volgorde van winstgevendheid)

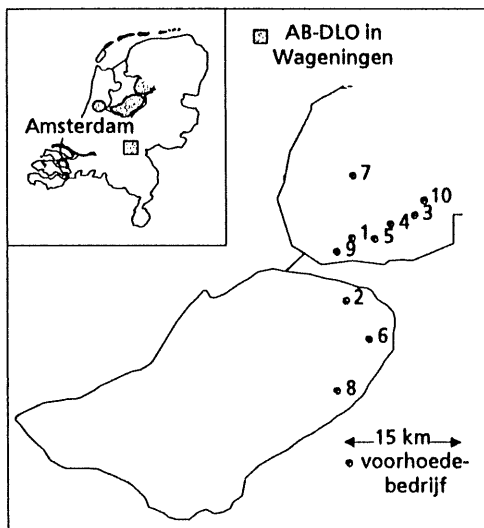
gewas no.	biologisch		fysisch (waarderingscijfers) (ratings)				chemisch (N-cijfers)	
	soort	groep ¹	bedekking ²	beworteling ³	verlichting ⁴	structuur ³⁺⁴	afvoer ⁵	overdracht ⁶
1	peen	schermbloem,	-2	1	-4	-3	3	1
2	aardappel	nachtschaden	-2	1	-2	-1	3	2
3	ui	lelies	-4	1	-2	-1	2	1
4	knolselderij	schermbloem	-2	1	-4	-3	2	1
5	suikerbiet	ganzevoeten	-2	1	-4	-3	2	1
6	erwt, boon	vlinderbloem	-2	2	-1	1	0	2
7	tarwe	graan	-2	3	-1	2	3	1
8	haver	haver	-2	3	-1	2	2	1
9	gerst	graan	-2	3	-1	2	2	2
10	gras, klaver	gras/vlinderbl.	0	3	-1	2	2	2
gemiddelde van gewasselectie			-2,0	1,9	-2,1	-0,2	2,1	1,4

B. Multifunctioneel Vruchtwisseling Model van Voorhoedebedrijf 6.

blok no.	gewas no.	biologisch		fysisch (cijfers)		chemisch (N-cijfers)		
		soort	groep ¹	bedekking ²	structuur ³⁺⁴	afvoer ⁵	overdracht ⁶	behoefte ⁷
I	1/5	peen/ suikerbiet	schermbloem./ ganzevoeten	-2/-2	-3/-3	3/3	1/1	2
II	6	erwt, boon	vlinderbloem.	-2	1	0	2	-1
III	2	aardappel	nachtschaden	-2	-1	3	2	1
IV	10	gras/klaver	gras/vlinderbl.	0	2	2	2	0
V	3/4	ui/knolselderij	lelies/schermbl	-4/-2	-1/-3	2/2	1/1	0
VI	7	tarwe	graan	-2	2	3	1	2
VII								
VIII								
gemiddelde van vruchtwisseling		aandeel soort ¹ ≤ 0,167	aandeel groep ¹ ≤ 0,25	-1,8	-0,2	2,2	1,5	0,7

- 1) Genetisch en fytopathologisch verwante groepen, zoals granen, vlinderbloemigen, nachtschadeachtigen, ganzevoetachtigen, schermbloemigen en lelies. Alle opeenvolgende blokken met meerjarige gewassen worden geteld als 1 blok.
- 2) Geen bedekking in herfst en winter = -4, geen bedekking in herfst of winter = -2 overigen = 0 (groenbemesters inbegrepen).
- 3) Granen, grassen en luzerne = 3; wortel-, bol- en knolgewassen = 1; overigen = 2.
- 4) Verdichting door maaien in de zomer = -1 en herfst = -2; rooien in de zomer = -2 en in de herfst = -4.
- 5) N afvoer door geoogst produkt vanuit de bodemreserves: vlinderbloemigen = 0. Overige: 25-50 kg·ha⁻¹ = 1, 50-100 kg·ha⁻¹ = 2, 100-150 kg·ha⁻¹ = 3, 150-200 kg·ha⁻¹ = 4 enz.
- 6) N-overdracht is de verwachte netto N bijdrage aan het volggewas op basis van N restant in de bodem na de oogst, N-mineralisatie vanuit gewasresten en N verliezen door uitspoeling en denitrificatie. In dit waarderingscijfer moet de nawerking van groenbemesters zijn inbegrepen. N-overdracht < 50 kg·ha⁻¹ = 1, 50-100 kg·ha⁻¹ = 2, 150-200 kg·ha⁻¹ = 3 enz.
- 7) N-behoefte (blok x) = N-afvoer (blok x) minus N-overdracht (blok x-1) N-behoefte is de netto aanvoer op basis van mest.

APPENDIX III: Agro-ecologische opzet als deel 5 van de identiteitskaart van het ecologisch prototype voor de akkerbouw/groenteteelt in Flevoland



Flevoland

10 voorhoedebedrijven::

bedrijf⁻¹ (laagste - hoogste)

productief oppervlak	23 - 44 ha
veldaangrenzing	1 - 1
gemiddeld veldomvang	4 - 7 ha
gemiddelde veldlengte/breedte	1 - 3
vruchtwisselingblokken	6 - 6
aangr. van opeenvolgende blok	0 - 0.33
aandeel granen	0.16 - 0.33
aandeel ecol. infrastructuur	0.04 - 0.06

voorhoedebedrijf 6:

□ Omvang (36 ha)
I-VI Vruchtwisselingblokken 1994
— Ecologische Infrastructuur

300 m

