Geïntegreerde akkerbouw

CENTRALE ZEEKLEI

V333/306-4
BIBLIOTHEEK
PPO sector AGV
Postbus 430
8200 AK Lelystad
0320 291111

PRAKTIJKONDERZOEK
PLANT & OMGEVING

PPO-BEDRIJFSSYSTEMEN - 2002 Nº 4

WAGENINGEN UR

Inhoud

pag. 1 Voorwoord
pag. 2 Effectieve innovatie van bedrijfssystemen
pag. 8 Bedrijfsopzet proefbedrijf Ontwikkeling Bedrijfs Systemen (OBS)
pag. 11 Samenvatting van de resultaten van het geïntegreerde bedrijfssysteem
pag. 14 Duurzaam is concurrerend
pag. 17 Geïntegreerde gewasbescherming op klei succesvol
pag. 23 Goede mechanisatie en lage dosering bepalen succes onkruidbestrijding
pag. 27 Ziekten en plagen; beheersing succesvol en duurzaam
pag. 31 Voorjaarstoepassing drijfmest loont
pag. 36 Agrarisch natuurbeheer op het OBS, resultaten van tien jaar monitoren
pag. 40 Milieubelasting van gewasbescherming met 80% tot 90% gedaald
pag. 46 Perspectieven en vooruitblik
pag. 48 Bijlage 1; BRI en MBP
pag. 50 Bijlage 2; Gewasbeschermingskaart
pag. 51 Voor wie meer lezen/weten wil

Uitgever

Praktijkonderzoek Plan & Omgeving B.V. (PPO B.V.)
Edelhertweg 1
8219 PH Lelystad
tel: 0320 – 29 11 11
fax: 0320 – 23 04 79
e-mail: infoagv@ppo.dlo.nl
internet: www.ppo.dlo.nl

Redactie

F.G. Wijnands en A.J.G. Dekking

Meerdere exemplaren zijn verkrijgbaar door € 20,- per exemplaar te storten of over te maken op bankrekeningnr. 367017369 van de Rabobank Wageningen t.n.v. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving; Publicatieverkoop Lelystad. Vermeld op uw betaalopdracht: **de bestelcode**, het gewenste **aantal** exemplaren en uw volledige **adres**. Voor verzending naar het buitenland wordt € 7,- extra in rekening gebracht. De swiftcode luidt: RABONL-2U.

© 2002 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

ISBN: 90-807565-1-2

Het PPO verricht onder andere praktijkgericht onderzoek voor de akkerbouw, groene ruimte en vollegrondsgroenteteelt. Tot de grootste opdrachtgevers behoort het collectieve bedrijfsleven, het Ministerie van LNV (beide op basis van afgesproken programma's en projecten), regionale overheden en diverse particuliere bedrijven en instellingen.

Reacties naar aanleiding van deze uitgave kunt u richten aan infoagv@ppo.dlo.nl

Deze publicatie is één in een reeks van tien publicaties met resultaten uit het meerjarig onderzoekprogramma 'Duurzame Bedrijfssystemen voor de Akkerbouw en Vollegrondsgroententeelt'. Voor uitvoering van dit programma zijn wij financiële dank verschuldigd aan het Ministerie van LNV, Hoofdproductschap Akkerbouw en het Productschap Tuinbouw.

Deze serie bevat in totaal 10 uitgaven:

• Biologische akkerbouw, Centrale zeeklei	Bestelcode: PPO 306 - 1
• Biologische akkerbouw, Zuidoost Nederland	Bestelcode: PPO 306 - 2
• Biologische akkerbouw, Noordoost Nederland	Bestelcode: PPO 306 - 3
• Geïntegreerde akkerbouw, Centrale zeeklei	Bestelcode: PPO 306 - 4
• Geïntegreerde akkerbouw / vollegrondsgroenteteelt, Zuidwest Nederland	Bestelcode: PPO 306 - 5
• Biologische vollegrondsgroenteteelt, Zuidoost Nederland	Bestelcode: PPO 306 - 6
• Geïntegreerde vollegrondsgroenteteelt, Zuidoost Nederland	Bestelcode: PPO 306 - 7
• Biologische akkerbouw / vollegrondsgroenteteelt, Zuidwest Nederland	Bestelcode: PPO 306 - 8
• Geïntegreerde akkerbouw, Noordoost Nederland	Bestelcode: PPO 306 - 9
• Geïntegreerde akkerbouw, Zuidoost Nederland	Bestelcode: PPO 306 - 10

Alle uitgaven kosten €20,- per stuk en zijn verkrijgbaar volgens bovenstaande bestelprocedure.

Voorwoord

Het optimaal uitvoeren van bedrijfssystemenonderzoek vraagt een goed samenspel van alle betrokkenen. Kenmerkend voor het onderzoek is dat de biologische en geïntegreerde systemen op semi-praktijkschaal worden ontwikkeld en dat ze aan alle toekomstige eisen van markt en maatschappij moeten kunnen voldoen. Dit kan alleen door een intensieve samenwerking van zowel systeemonderzoekers als teelt- en discipline gerichte onderzoekers aangevuld met de regiospecifiek kennis van de locatiemedewerkers. De onderzoekers komen niet alleen van PPO, maar ook van andere instituten zoals PRI, Alterra en LEI. Onze dank gaat dan ook uit naar allen die bijgedragen hebben aan de ontwikkeling van deze systemen waarvan de perspectieven en resultaten in deze bundel beschreven staan. Met name dient hier het team genoemd te worden dat in de afgelopen 10 jaar in meer of mindere mate betrokken was bij het onderzoek op proefbedrijf OBS, te weten Arjan Dekking, Wiepie van Leeuwen-Haagsma, Brigitte Kroonen-Backbier, Yvonne Hofmeester, Janjo de Haan, Andries Visser, Gerko Hopster, Anna Zwijnenburg, Albert-Jan Olijve, Paulien van Asperen en Marleen Zwart-Roodzant.

Bedenken hoe het moet, volgen en analyseren ligt op de weg van de onderzoekers, maar zorgen dat het systeem ook daadwerkelijk dagelijks optimaal uitgevoerd wordt, dat is de taak van de bedrijfsleider en zijn team. Bedrijfssystemenonderzoek op het scherp van de snede (experimenterend) kan alleen wanneer er goed samenspel is tussen de verantwoordelijke onderzoeker en de bedrijfsleiders. Veel dank is verschuldigd aan deze teams: Mathieu Verdonschot en zijn team tot 1994 en Henk Oosterhuis en zijn team. Dank ook aan hun medewerkers Douwe Smid, Derk de Boer, Gerrit Weijers, Paul Middendorp, Piet Mellema en Harry de Ruiter.

Tenslotte een laatste woord van dank aan de redacteuren en alle anderen betrokkenen bij de serie uitgaven over het systeemonderzoek van de afgelopen periode.

Frank Wijnands

V333/306-4

ISN 1693351

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS

0000 0968 8082

Wijnand Sukkel en Paulien van Asperen

Effectieve innovatie van bedrijfssystemen

Het PPO-agv ontwikkelt op verschillende plekken in Nederland biologische en geïntegreerde systemen voor de akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt. Systemen die aan alle huidige en toekomstige eisen moeten kunnen voldoen. Dit gebeurt door een ontwerp van dergelijke systemen gedurende een aantal jaren in de praktijk te testen en te verbeteren (prototyperen). Zo wordt gericht gewerkt aan de benodigde innovatie in de bedrijfsvoering en teelttechniek.

De gewasopbrengsten in de Nederlandse landbouw zijn de laatste 50 jaar fors gestegen. De gekozen productietechnieken leiden echter tot een te hoge belasting van het milieu en tot achteruitgang van natuur- en landschapswaarden. De samenleving accepteert dit niet langer. Zij wil een landbouw die kwaliteitsproducten levert en tegelijkertijd aan milieu- en natuurdoelstellingen voldoet. Bovendien eisen de afnemers een kwalitatief hoogwaardig product en een grotere transparantie van het productieproces.

Als antwoord op deze problemen hebben zich twee onderscheiden productierichtingen ontwikkeld: biologisch en geïntegreerd. Naast de traditionele economie- en productiedoelstellingen streven beide productierichtingen ook nadrukkelijk doelstellingen op het gebied van milieu- en duurzaamheid na. In de teelttechniek treedt hierbij een verschuiving op van probleembestrijding naar probleempreventie en van zogenaamde 'end of pipe' oplossingen naar een proces- en systeemgeïntegreerde aanpak. Deze verschuiving treedt het sterkst op bij de biologische productiemethode omdat daar geen (synthetische) pesticiden en minerale meststoffen gebruikt worden. Daarnaast spelen in de biologische landbouw de nog moeilijk meetbaar te maken begrippen als natuurlijkheid en integriteit (eigenheid) een belangrijke rol. Om aan deze, soms schijnbaar conflicterende, doelstellingen te kunnen voldoen, is onderzoek en innovatie op systeemniveau noodzakelijk.

Ontwikkelen van meer duurzame systemen

Het PPO-agv ontwikkelt biologische en geïntegreerde systemen die aan alle huidige en toekomstige eisen moeten kunnen voldoen. Dit zogeheten Bedrijfssystemen Onderzoek (tabel 1) werd in de afgelopen periode gefinancierd door LNV en het landbouwbedrijfsleven.

Kernactiviteit van het bedrijfssystemenonderzoek zoals dat uitgevoerd wordt in het praktijkgerichte onderzoek van het Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO) is het prototyperen: het ontwerpen, testen, verbeteren en in de praktijk brengen van geïntegreerde en biologische productiesystemen. Bedrijfssystemenonderzoek speelt zich af in het spanningsveld van de realiteit van nu en het bedrijf van de toekomst. Midden tussen kwaliteitsproductie als basis voor de continuïteit van het bedrijf en de zorg voor een schoon milieu, een aantrekkelijk landschap en gevarieerde natuur.

De oppervlakte van het aan te leggen prototype moet voldoende groot zijn om praktijkmatig te kunnen werken, met de natuurlijke heterogeniteit van grondslag van doen te hebben en om verstoring en beïnvloeding van perceeltjes over en weer te voorkomen. Kort gezegd het prototype dient op (semi-) praktijkschaal tot ontwikkeling te worden gebracht. Vaak is de uiteindelijke schaal een compromis tussen kosten en experimenteel vereisten. Elk systeem werkt zoveel mogelijk als een commercieel praktijkbedrijf waarbij de producten in de markt worden afgezet.

Tabel 1. Meest recente onderzoeksperioden en systeemtypen van het bedrijfssystemenonderzoek van PPO

Locatie	Regio	Grondsoort	Sector[1)]	Aantal varianten	Onderzoeksperiode
Geïntegreerd					
Nagele (OBS)	Centraal	Klei	Akk	2	1991-1999
Vredepeel	Zuidoost	Zand	Akk	3	1993-2001
Valthermond	Veenkoloniën	Dalgrond	Akk	1	1997-2001
Westmaas	Zuidwest	Klei	Akk/vgg	2	1997-2001
Meterik	Zuidoost	Zand	Vgg	2	1997-2001
Biologisch					
Nagele (OBS)	Centraal	Klei	Akk	1	1991-2001
Vredepeel	Zuidoost	Zand	Akk	1	1993-2001
Rolde	Noordoost	Zand	Akk	1	1997-2001
Westmaas	Zuidwest	Klei	Akk/vgg	1	1997-2001
Meterik	Zuidoost	Zand	Vgg	1	1997-2001

[1)] akk = akkerbouw; vgg = vollegrondsgroenten

Prototyperen

Voortbouwend op het bedrijfssystemenonderzoek op het OBS te Nagele (1978 tot heden), werd in de loop de jaren een gestructureerde methodiek voor de ontwikkeling van meer duurzame bedrijfssystemen ontworpen: het prototyperen (figuur 1). Bij deze methodiek wordt uitgegaan van een profiel van eisen (gekwantificeerde doelen, randvoorwaarden en gebruikseisen) op basis waarvan een product ontwikkeld wordt dat aan deze eisen kan voldoen. Hiervoor wordt alle noodzakelijke kennis bij elkaar gebracht en gesynthetiseerd. De kennis die gegenereerd wordt vanuit het bestuderen van geïsoleerde problemen of processen is daarbij onontbeerlijk. Analyse en synthese vullen elkaar aan. De laatste 15 jaar is deze methode op tal van plaatsen in Europa toegepast, in de laatste 10 jaar ook in toenemende mate in samenwerking met praktijkbedrijven.

Bij het prototyperen van een nieuw bedrijfssysteem wordt de weg gevolgd van tekentafelontwerp tot praktisch toepasbaar systeem. In de theoretische fase worden de door de markt en maatschappij gestelde eisen vertaald in een bedrijfsomvattend streefbeeld met doelstellingen. Deze doelstellingen worden vervolgens gerubriceerd in thema's en meetbaar gemaakt door maatstaven. Door iedere maatstaf een streefwaarde te geven wordt de ambitie van het systeem gekwantificeerd en bespreekbaar (zie kader Thema's en maatstaven en kader Maatstaven en streefwaarden).

Vervolgens worden voor de belangrijkste bedrijfsmethoden (vruchtwisseling, gewasbescherming, bemesting, etc.) samenhangende strategieën ontworpen waarmee deze doelstellingen behaald kunnen worden. De strategieën bestaan uit de hoofdlijn van de te volgen aanpak (bijvoorbeeld preventie eerst) en een set van methoden en technieken met gebruiksaanwijzing. Het ontwerpen van deze methoden moet gebeuren binnen de volledige context van het bedrijf met voldoende oog voor de interactie met andere methoden. Iedere afzonderlijke methode en techniek moet het karakter krijgen van een proces geïntegreerde oplossing bijdragend aan de systeeminnovatie (het anders functioneren van het systeem op systeemniveau).

Dit ontwerpbedrijf wordt in de praktijk aangelegd en jaarlijks getoetst aan de doelen. Daar waar de doelen niet gehaald worden, is sprake van een tekort. Door het jaarlijks verbeteren van de bedrijfsmethoden wordt geprobeerd deze tekorten te verminderen. Deze jaarlijkse cyclus van testen en verbeteren wordt uitgevoerd tot het systeem aan de gestelde doelen kan voldoen. In kader Weergave resultaten wordt uitgelegd hoe we de resultaten integraal weergegeven in een cirkeldiagram.

Figuur 1. Prototyperen: schematische weergave van deze toegepaste methodiek

Onderzoek afgerond

Deze uitgave is onderdeel van een reeks van tien. Elk geïntegreerd en biologische systemen dat in de laatste onderzoeksperiode ontwikkeld is, wordt besproken in een afzonderlijke uitgave. De voorliggende uitgave beschrijft de mogelijkheden en moeilijkheden van een duurzaam geïntegreerd bedrijfssysteem op de centrale zeeklei en is een verslag van negen jaar onderzoek op de PPO-locatie Nagele (OBS). In een serie artikelen worden de verschillende aspecten van het geïntegreerde systeem toegelicht. De eerste vier artikelen gaan in op de opzet en resultaten van het systeem. Getoond wordt in hoeverre het bedrijf aan de gestelde doelen kan voldoen. Specifieke

Thema's en maatstaven

Thema Kwaliteitsproductie

Dit thema omvat de omvang en de kwaliteit van de geproduceerde goederen. Het doel is de realisatie van een productie van voldoende omvang en kwaliteit. Kwaliteitsproductie is sterk gerelateerd aan het thema continuïteit bedrijf omdat de omvang en de kwaliteit van de productie (per ha) sterk bepalend zijn voor het financiële resultaat van het bedrijf. Daarnaast is een afgeleide doelstelling het realiseren van een gezond en voedselveilig product. De ontwikkelde maatstaven binnen dit thema zijn gericht op kwantiteit en kwaliteit van de productie. De streefwaarden zijn afgeleid van goede landbouwkundige praktijk (GLP).

Thema Schoon milieu

De doelstelling binnen dit thema is het voorkomen of beperken van milieubelastende verliezen en vervolgschade veroorzaakt door het gebruik van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen. Het doel: het bereiken van een aanvaarbaar niveau van belasting in de verschillende milieucompartimenten: bodem water en lucht is niet altijd direct kwantificeerbaar. Daarom wordt deels gewerkt met afgeleide maatstaven zoals bij het onderdeel waterkwaliteit voor nutriënten. Daar wordt gekeken naar het gebruik van meststoffen (balansoverschot) en de kritische grenswaarde voor de hoeveelheid stikstof in het profiel aan het begin van het uitspoelingseizoen. Ook voor fosfaat en kali bestaat een directe relatie tussen de hoeveelheid nutriënten die de bodem bevat en de risico's van overmatige belasting van grond en oppervlaktewater. Vandaar dat bij het thema duurzaam beheer van productiemiddelen ook maatstaven gehanteerd worden voor de toegestane voorraden in de bodem.
Ook bij gewasbeschermingsmiddelen gelden indirecte maatstaven zoals het gebruik en de emissie- en schaderisico's van de ingezette pesticiden.

Thema Natuur en landschap (multifunctionaliteit)

Naast de productie van voedsel, voer en grondstoffen kunnen agrarische bedrijven nog vele andere functies vervullen. Deels gaar het daarbij om collectieve functies (ten behoeve van de gemeenschap, natuur- en waterbeheer) deels om individuele functies (kansen voor individuele bedrijven:recreatie, zorg, boerderijwinkel). De doelstelling binnen dit thema is om te werken aan de randvoorwaarden en invulling van deze functies. In de afgelopen periode heeft daarbij het agrarisch natuurbeheer prioriteit gehad. Daar wordt bij de inrichting en beheer van de onderzoekslocaties extra aandacht aan gegeven. De maatstaven bij dit thema zijn nog in ontwikkeling. Deze maatstaven zijn gericht op de kwaliteit van en de randvoorwaarden voor ontwikkeling van natuur en landschapswaarden.

Thema Duurzaam beheer productiemiddelen

Doelstelling binnen dit thema is de instandhouding van de beschikbaarheid van kwalitatief hoogwaardige productiemiddelen (bodem, water). Het beheer van de bodem als productiemiddel is hierbij het belangrijkste onderdeel. Daarbij gaat het om de instandhouding of het verkrijgen van een gezonde en vruchtbare bodem als productiemiddel. Maar wel een bodem die nutriënten in hoeveelheden bevat die nu en in de toekomst niet leiden tot overschrijding van milieunormen. Er kan dus een zekere spanning bestaan tussen milieudoelen en agronomische doelen (zie ook thema schoon milieu in relatie tot nutriënten). Daarom speelt uitgekiend organische stof beheer in dit thema een belangrijke rol. Het ge(ver)bruik van eindige/schaarse grondstoffen (fossiele brandstoffen, fosfaten, water) valt ook onder dit thema maar wordt nog niet gekwantificeerd.
De tot nu toe ontwikkelde maatstaven hebben betrekking op de gewenste niveau's van nutriënten reserves (stikstof, fosfaat en kali) in de bodem (bodemvruchtbaarheid) en de organische stof aanvoer.

Thema Continuïteit van de bedrijfsvoering

Bij de bewaking van de continuïteit gaat het om de aspecten bedrijfseconomie, arbeid en management. Het doel is een uitvoerbare en rendabele bedrijfsvoering. Binnen dit thema worden bedrijfseconomische analyses uitgevoerd. De gebruikte maatstaven zijn het bedrijfseconomisch rendement uitgedrukt als rentabiliteit en de uren handwerk voor onkruidbeheersing.

aandacht krijgen de economische en milieuresultaten. De daarop volgende artikelen gaan in op de manier waarop deze resultaten bereikt zijn, waarbij de strategieën voor gewasbescherming en bemesting worden uitgewerkt. De thema's 'agrarisch natuurbeheer' en 'ontwikkelingen in de geïntegreerde gewasbescherming' worden in detail beschreven. De uitgave wordt afgesloten met een aantal conclusies en een doorkijk naar de toekomst. Deze uitgave kan niet op alle aspecten even diep ingaan. Vandaar dat aan het eind van de bundel een literatuurlijst opgenomen is voor wie zich verder wil verdiepen.

Maatstaven en streefwaarden

In bijgaande tabel staan alle maatstaven weergegeven die in de afgelopen periode in het bedrijfssystemenonderzoek gehanteerd zijn. Iedere maatstaf wordt kort toegelicht.

Ad 1/ 2: Weergegeven als relatieve waarde: gerealiseerde kwantiteit of kwaliteit gedeeld door streefwaarde voor kwantiteit of kwaliteit. Kwantiteit als verkoopbaar product, kwaliteit, wanneer van toepassing, via de kenmerken die door de afnemer worden bepaald. De streefwaarden zijn afgeleid van goede landbouwkundige praktijk (GLP) voor de betreffende regio.

Ad 3 t/m 7: Overschotten op de volledige bedrijfsbalansen: als aanvoer wordt depositie (regiospecifiek), stikstofbinding (forfaits per ton droge stof of ha), meststoffen (gemeten gehaltes in organische mest) en de nutriënten in aardappelpootgoed (norm gehaltes) meegenomen. Als afvoer wordt met de bruto af land opbrengst (normgehaltes) gewerkt. De streefwaarde voor stikstofoverschot is arbitrair; de 100 kg is een Minas getal (forfaitaire afvoer) voor niet droge zandgronden. Wij hanteren deze 100 kg voor de volledige balans. Vermindering van stikstofverliezen in iedere vorm is een belangrijke doelstelling binnen het onderzoek.
De streefwaarde voor het fosfaatoverschot is het onvermijdbaar verlies bij evenwichtsbemesting. Dat geld bij de gehanteerde streeftrajecten voor de fosfaat- en kali bodemvruchtbaarheid. Wanneer de waarden lager liggen dan het streeftraject wordt er gerepareerd. Het toegestaan overschot wordt dan groter.
Voor nitraatbelasting van het grondwater is de grenswaarde uit de Europese Nitraatrichtlijn overgenomen, nl. 11,3 mg stikstof/l (= 50 mg nitraat/l). Dit wordt op de kleibedrijven gemeten als stikstof in drainwater

Thema	Nr.	Maatstaf	Dimensie	Streefwaarde
Kwaliteitsproductie	1	Kwantiteit	-	1
	2	Kwaliteit	-	1
Schoon milieu	3	N-min november	kg/ha (0-100 cm)	klei 70; zand 45
Nutriënten	4	N-uitspoeling	ppm NO_3^-	< 50
	5	N-overschot	kg/ha	< 100
	6	P_2O_5-overschot	kg/ha	< 20
	7	K_2O-overschot	kg/ha	< 40
Schoon milieu	8	Actieve stof inzet	kg/ha	alara[1]
Pesticiden	9a	BRI-lucht	kg/ha	< 0,7
	9b	BRI-grondwater	ppb	< 0,5
	9c	BRI-bodem	kg dagen/ha	< 200
	10a	MBP-waterleven	% toepassingen >10 punten	0
	10b	MBP-bodemleven	% toepassingen > 100 punten	0
Duurzaam beheer	11	Pw	Pw (0-30 cm)	20-30
	12	K-getal	K-getal (0-30 cm)	klei 18-29; zand 11-19
	13	Effectieve organische stof aanvoer	kg/ha	gelijk aan de e.o.s.[2] afbraak
Continuïteit	14	Opbrengst per € 100 kosten	€	> 100
Bedrijfsvoering	15	Uren handwieden	uren/ha	< 12 (afhankelijk van systeemtype)

[1] zo laag als met de huidige stand van de techniek redelijkerwijs mogelijk
[2] e.o.s. is effectieve organische stof

(bedrijfsgemiddelde over de winter) en op zandbedrijven als stikstof in het bovenste grondwater in maart.

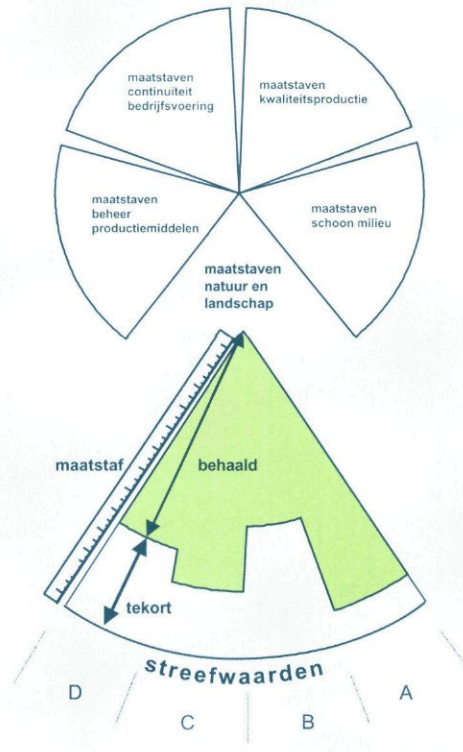
Ad 8 t/m 10: Blootstellings Risico Index (BRI): Maatstaf voor emissierisico's naar bodem, grondwater en lucht, Milieu Belasting Punten (MBP): Maatstaf voor schaderisico's voor bodem- en oppervlaktewaterleven.
De BRI kwantificeert de emissies van pesticiden naar de verschillende milieucompartimenten. Deze emissies worden berekend met de basiseigenschappen die van alle chemische middelen onder gestandaardiseerde omstandigheden bekend zijn: de dampspanning als maat voor het vervluchtigingrisico, de persistentie die aangeeft hoelang een middel zich verweert tegen afbraak in de bodem en de uitspoelingsgevoeligheid. Samen met de toegepaste hoeveelheid van het middel wordt zo het blootstellingrisico van de lucht, het grondwater en de bodem bepaald. De belasting wordt uitgedrukt als een concentratie (grondwater) of als een hoeveelheid (bodem en lucht; bijlage 1). Daarom is het ook mogelijk deze belasting per middel, gewas, perceel of bedrijf te berekenen. Zo kan ook vastgesteld worden welk aandeel een individuele toepassing (of middel of gewas) heeft in de gemiddelde bedrijfswaarde.
De MBP maatstaf (ontwikkeld door CLM) geeft kwantitatief het effect weer van een pesticide op respectievelijk het bodemleven en het leven in het oppervlaktewater. Dit is enerzijds gebaseerd op de eigenschappen van het pesticide zoals de persistentie, de uitspoelingsgevoeligheid en de toepassingstechniek en -omstandigheden (samen bepalend voor de emissie), en anderzijds op de directe ecologische effecten op een beperkt aantal toetsorganismen. Aan de meetlat is een puntensysteem gekoppeld, wat zodanig is opgezet dat een score van 100 MBP (bodem) of 10 (oppervlaktewater) of lager nog aanvaardbaar is. Op bedrijfsniveau is het aantal jaarlijkse overschrijdingen van MBP = 100 bruikbaar als maat voor milieubelasting.
De streefwaarden zijn afgeleid uit de overheidsdoelstellingen en expertkennis. De streefwaarde van BRI-lucht van < 0,7 kg a.s./ha betekent een vermindering van de emissie naar de lucht met 90% ten opzichte van de MJPG referentie periode 1984-88. De grondwaterbelasting is de EU norm (streefwaarde) voor grondwater dat drinkwaterkwaliteit moet hebben (dat is volgens het MilieuBeleidsPlan uit 1992 in Nederland voor al het niet zoute grondwater het geval). De BRI-bodem streefwaarde van 200 is een waarde waarbij de bodem minimaal belast wordt met persistente stoffen. Door het aantal toepassingen van actieve stof dat de grenswaardes overschrijdt voor schade aan bodem en waterleven terug te brengen tot nul kan, voor zover de huidige kennis strekt, het ecotoxicologische risico voor oppervlaktewater- en bodemorganismen tot een absoluut minimum worden teruggedrongen.

Ad 11 t/m 13: De streefwaarden voor de fosfaat- en kalitoestand van de grond geven het traject dat landbouwkundig optimaal is en, voor zover de kennis strekte, milieutechnisch niet belastend. Op de proefbedrijven wordt van ieder perceel jaarlijks deze toestand gemeten. De aanvoer van effectieve organische stof (berekening via vuistregels) moet minimaal gelijk zijn aan de ingeschatte afbraak Een streeftraject voor het organisch stof % is moeilijk vast te stellen.

Ad 14/15: De bedrijfseconomische prestatie wordt vastgesteld door de prestatie van het prototype in de afgelopen periode, te projecteren op een voor de regio representatieve bedrijfsgrootte. Daarbij wordt een volledige bedrijfseconomische analyse gemaakt (alle vaste lasten en toegerekende kosten, inkomsten) resulterend in het rentabiliteits kengetal van de financiële opbrengst per 100 euro kosten. Daarbij is de arbeid van de ondernemer volledig beloond tegen CAO tarief en zijn de kosten van rente van het geïnvesteerd kapitaal in rekening gebracht. De uren handwiedwerk geven een goede indicatie van de beheersbaarheid van de bedrijfsvoering en van de belasting van het management. De norm is gebaseerd op een beheersbaar geachte hoeveelheid werk gedurende het groeiseizoen waarbij weinig vreemde arbeid nodig zal zijn.

Weergave resultaten

De resultaten van een bedrijfssysteem worden weergegeven in een cirkeldiagram. Hieruit valt op te maken in hoeverre het onderzochte systeem aan het toekomstgerichte streefbeeld kan voldoen en waar de belangrijkste tekorten liggen. Ieder segment van de cirkel hoort bij een thema. Per thema worden de resultaten van de gemeten maatstaven weergegeven. De buitenkant van de cirkel geeft de streefwaarden aan. Het resultaat per maatstaf is relatief weergegeven ten opzichte van de streefwaarde. Als bijvoorbeeld de streefwaarde voor maatstaf D 100 kg bedraagt en het resultaat is 70 kg, dan wordt 70% van het segment opgevuld. De resterende 30% is het tekort (wit).



Arjan Dekking

Bedrijfsopzet proefbedrijf Ontwikkeling Bedrijfs Systemen (OBS)

Vanaf 1979 wordt op het OBS in Nagele een geïntegreerd akkerbouw systeem ontwikkeld en vergeleken met een gangbaar en een BD gemengd bedrijf. In 1991 wijzigde de gangbare opzet in een geïntegreerd experimentele bedrijfsvoering. De onderzoeksprioriteit is voldoende (stabiele) kwaliteitsproductie binnen milieukundige randvoorwaarden. Hierbij stond het terugdringen van het gebruik, de schade en de emissie van pesticiden voorop. Ander speerpunt was de beperking van de stikstofuitspoeling. Het onderzoek aan agrarisch natuurbeheer is in de loop der jaren steeds verder uitgebreid.

De provincie Flevoland bestaat uit drie inpolderingen die gefaseerd zijn gerealiseerd; de Noordoostpolder (48.000 ha, 1940 tot 1962), Oostelijk Flevoland (54.000 ha, 1960 tot 1976) en Zuidelijk Flevoland (44.000 ha, 1967 tot 1996). De inrichting van deze gebieden is sterk gerelateerd aan de eisen van de landbouw in de betreffende periodes. Zo groeide de bedrijfsoppervlakte is in de loop van de jaren van 12 ha in de Noordoostpolder tot 50 ha of meer voor de huidige bedrijven in Zuidelijk Flevoland.
Naarmate de inpoldering jonger is, wordt de inrichting voor andere doeleinden (stedelijke ontwikkeling, natuur en recreatie) belangrijker. Door de planmatige inrichting zijn de verschillende functies van het landelijk gebied strikt gescheiden. De rationele verkaveling zorgt voor een maximale benutting van de percelen. Door de vruchtbare bodem en de verscheidenheid aan grondsoorten is bijna elke teelt mogelijk. Kenmerkend voor de polder was de aardappelcyste aaltjes problematiek en gedurende de tweedehelft van de jaren tachtig en begin jaren negentig de rhizomanieproblemen bij de suikerbiet.

Bedrijfssystemenonderzoek

Bij de uitgifte van bedrijven in de Noordoostpolder werd het huidige OBS (72 ha) direct als proefbedrijf in bedrijf genomen. Aanvankelijk werd het onderzoek uitgevoerd door het toenmalige Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (IB) te Haren. Het totale bedrijf het bedrijf was opgedeeld in drie kleinere bedrijven met verschillend organische stofbeheer.

Periode 1979 tot 1991
Vanaf 1979 werd op deze locatie een nieuw proefbedrijf gevestigd, het proefbedrijf Ontwikkeling Bedrijfs-Systemen (OBS). Het bedrijf werd opgezet op advies van de Commissie Onderzoek Alternatieve Landbouwmethoden. De opdracht was het onderzoeken van de biologische productiemethode als bedrijfssysteem en deze te vergelijken met een gangbaar en geïntegreerd bedrijfssysteem. In deze opzet werd van 1979 tot en met 1991 gewerkt. Het was een periode met baanbrekend onderzoek naar de mogelijkheden van geïntegreerde landbouw. Innovatieve bemesting- en gewasbeschermingsstrategieën werden ontwikkeld en getest. Het geïntegreerde systeem liet zien dat een vergaande reductie in de inzet van pesticiden mogelijk was bij gelijkblijvend rendement en was daarmee wegbereider van het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJPG).
Het BD-bedrijf bevestigde steeds meer waartoe een goed geleid biologisch bedrijf in staat is. Daarmee was het bedrijf een 'ogen-opener' en een inspirerend voorbeeld voor de vele bezoekers uit praktijk, onderzoek, beleid en voorlichting. In de tweede helft van de jaren 80 werden duizenden bezoekers uit binnen en buitenland rondgeleid.

Periode 1992 tot 2000
In 1991 werd de opzet gewijzigd. Door de veranderende landbouwpolitieke context (bedrijven moeten geïntegreerd gaan werken) en de volwassen geworden onderzoeksmethodiek (ieder bedrijf zijn eigen toetsbare doelstellingen) was een gangbaar referentie systeem niet langer noodzakelijk. Hiervoor kwam een nieuw, meer experimenteel geïntegreerd systeem voor risicodragend

onderzoek in de plaats. Het geïntegreerde systeem ging door als demobedrijf. Het BD-bedrijf werd ontmengd en sloot daardoor beter aan bij de praktijk van de meeste biologische bedrijven. Op zowel het experimentele als het biologische bedrijf vond deelonderzoek plaats. Op het experimentele bedrijf werd tevens een langjarige vergelijking uitgevoerd met kunstmest en drijfmest-toepassing in het voorjaar. Op zowel het geïntegreerde als het experimentele bedrijfssysteem werden grote vorderingen gemaakt. De inzet en/of de emissie van pesticiden en nutriënten werd sterk gereduceerd bij minimaal gelijkblijvende opbrengsten.

2000 tot heden

Met ingang van 2000 werd het onderzoek naar biologische landbouw versterkt; door de circa 20 ha van het geïntegreerde systeem en enkele buiten proef percelen om te schakelen en in te vullen met een tweetal biologische bedrijfstypen die met de namen BIO-intensief en BIO-Divers gekarakteriseerd worden:

Bio-intensief is een bedrijf met akkerbouw en vollegrondsgroenten dat aansluit bij de middelgrote kleibedrijven. Nieuw in dit systeem is een de opname van meer vollegrondsgroenten in het bouwplan en dubbelteelten. Dit loopt vooruit op verwachte ontwikkelingen in de praktijk.

BIO-Divers is een biologisch systeem waar de vraag centraal staat op welke wijze het agro-eco systeem gestabiliseerd kan worden door de ruimtelijke inrichting in relatie tot de ecologische infrastructuur aan te passen. Kernvraag is: werkt functionele biodiversiteit. Deelvragen zijn: wat is de optimale perceelsgrootte en hoe divers moet de inrichting zijn. Het systeem is zo aangelegd dat er verschil is in intensiteit van het natuurlijke netwerk en de diversiteit ervan. Dit onderzoek staat in nauwe samenhang met het onderzoek aan agrarisch natuurbeheer Samenwerking is gevonden met DLO instituten, Wageningen Universiteit en het Centrum Milieu Biologie Leiden.

Tabel 1. Vruchtwisselingen op de OBS

Jaar in volgorde vruchtwisseling	Geïntegreerd	Experimenteel
1	Consumptieaardappel	Consumptieaardappel
2	Suikerbiet vroeg	Suikerbiet vroeg
3	Winterpeen	Witlof
4	Wintertarwe	Zomergerst
5	Pootaardappel	pootaardappel
6	Suikerbiet laat	Suikerbiet laat
7	Zaaiui	Zaaiui
8	Wintertarwe	Wintertarwe

Bedrijfsopzet 1992 tot 2000

Op de twee geïntegreerde bedrijven ligt een vierjarige vruchtwisseling die voor 75% uit rooivruchten en 25% uit maaivruchten bestaat (tabel 1). Aardappel en biet zijn twee vaste waarden die aangevuld worden met akkerbouwmatig geteelde vollegrondsgroenten zoals deze in Flevoland veel voorkomen: uien, witlof en winterpeen. Graan is de sluitpost van het bouwplan. Uit onderzoeksoverwegingen worden zowel poot- als consumptieaardappelen geteeld. Bieten na aardappelen maakt aardappelopslag beheersbaar. In deze opzet is voor graan als voorvrucht voor de aardappelen gekozen. Waar mogelijk worden groenbemesters geteeld: raaigras na pootaardappelen en kruisbloemigen na graan en indien vroeg genoeg geoogst na uien. Deze hebben als doel het verhogen van de organische stof aanvoer en het vastleggen van stikstof die door de gewassen in het profiel is achtergelaten (vanggewas).

De geïntegreerde bemestingsstrategie is gebaseerd op de inzet van dierlijke mest in het voorjaar (kippendrijfmest). Deze dekt de fosfaatbehoefte (aanvoer-afvoer plus 20 kg onvermijdbaar verlies) volledig en de kalibehoefte grotendeels. Kunstmest wordt slechts als aanvulling hierop gebruikt. Aardappelen en bieten worden in het voorjaar met dierlijke mest bemest, de overige gewassen ontvangen alleen kunstmeststikstof.

Onderzoeksprioriteiten en bedrijfsmethoden

De belangrijkste onderzoeksprioriteit is voldoende (stabiele) kwaliteitsproductie binnen de milieukundige randvoorwaarden. Hierbij heeft het terugdringen van het gebruik, de schade en de emissie van pesticiden altijd een hoge prioriteit gehad naast de beheersing van de stikstof uitspoeling.

Op het geïntegreerde bedrijf moet dit op een zo bedrijfszeker mogelijke manier gebeuren, met minimale extra kosten voor mechanisatie en arbeid. Op het experimentele bedrijf ligt de lat hoger. Hier wordt een minimale inzet van gewasbeschermingsmiddelen nagestreefd. Dit mag eventueel gepaard gaan met een toename van de kosten voor mechanisatie en de arbeid.

Agrarisch natuurbeheer

De eerste inspanningen op het gebied van agrarisch natuurbeheer werden in de jaren '80 geleverd. Het beheer van de sloten wijzigde en de hoge singels rond het bedrijf werden vervangen door lagere gemengde hagen. In de jaren '90 werd dit op het biologisch bedrijf verder voortgezet en

Overzicht van de proefboerderij (op de achtergrond het dorp Nagele)

geïntensiveerd door regelmatig onderhoud van de singels en het inzaaien van slootkanten met regionale wilde soorten. Dit om het vestigingsklimaat en de potentie van bloemen- en soortenrijke slootkanten versneld te kunnen bekijken (AB-DLO onderzoek). Sinds 1999 is het onderzoek naar agrarisch natuurbeheer op het gehele proefbedrijf verder uitgebreid. In de productiegebieden van Nederland bestaat dringend behoefte aan een ecologische infrastructuur van natuurlijke elementen die goed ingepast zijn in de bedrijfsvoering en in het gebied. Centraal daarbij staat dat bedrijfsspecifieke natuurplannen ontwikkeld worden die goed passen in en bij het gebied. In 1999 is de gehele locatie volgens een samenhangend plan heringericht, zijn er proeven aangelegd en zijn vele nieuwe elementen toegevoegd, waaronder twee poelen en meerdere bosjes en hagen.

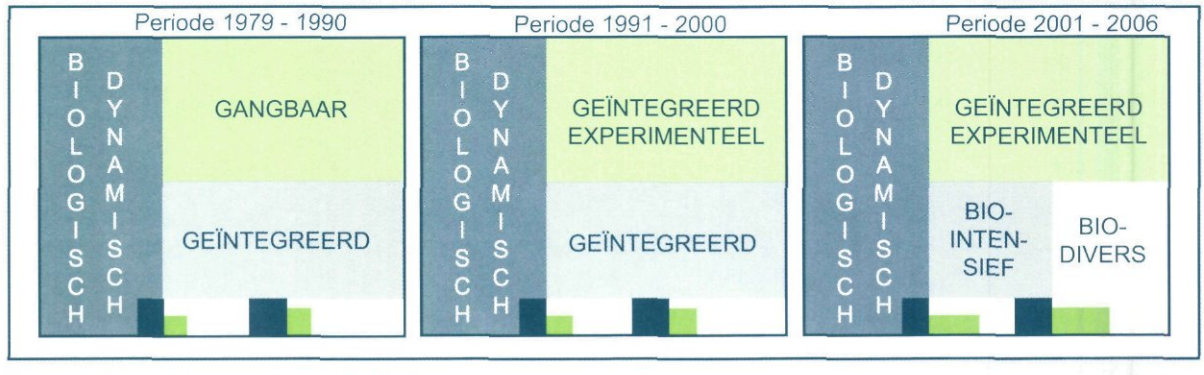
Bedrijfsgegevens

Bedrijfsoppervlakte:

Biologisch Dynamisch:	22 ha
Geïntegreerd:	17 ha
Experimenteel:	22 ha
Overig:	11 ha
	72 ha

Grondsoort: zware zavel (32% afslibbaar; 19% lutum)

pH:	7,5
% organische stof:	2,5
Pw:	21
K-getal:	23



Ruimtelijke indeling van het proefbedrijf

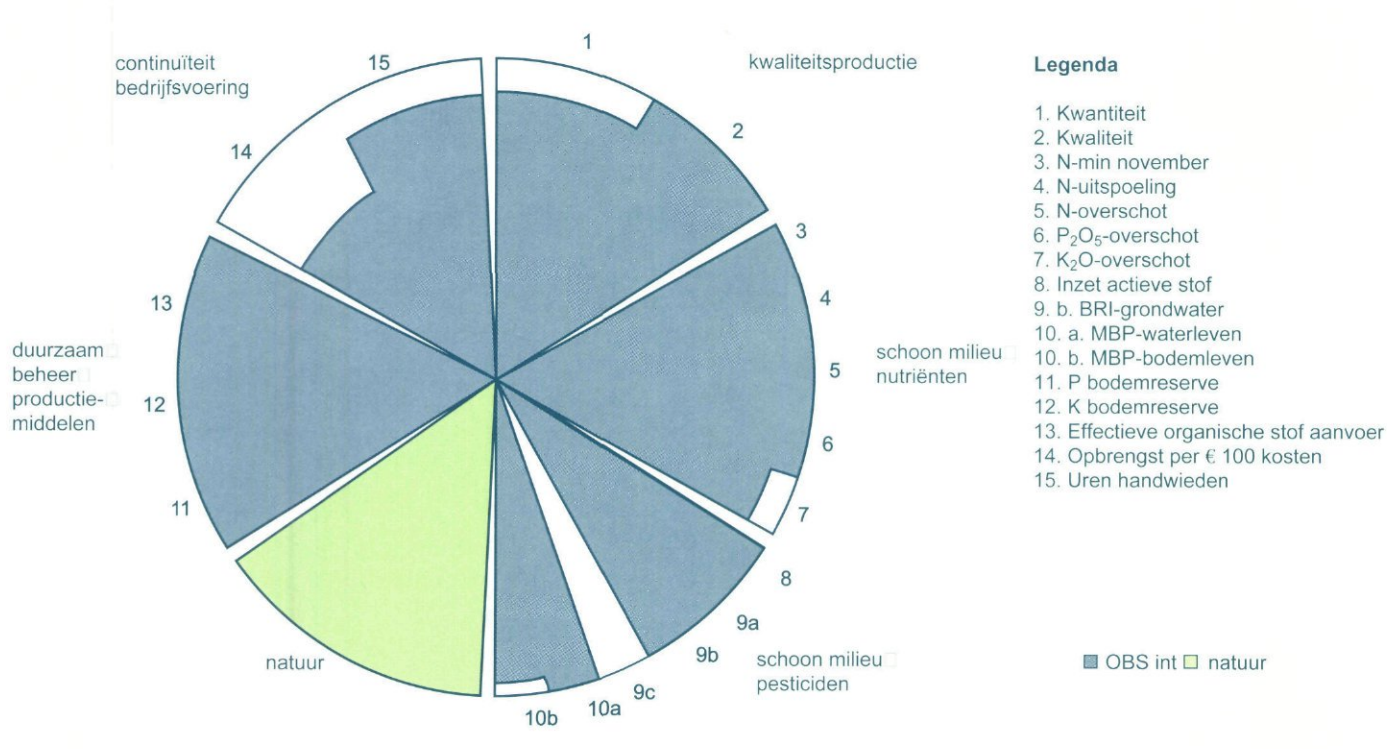
Arjan Dekking

Samenvatting van de resultaten van het geïntegreerde bedrijfssysteem

Een geïntegreerde bedrijfsvoering op klei kan een goede kwaliteitsproductie combineren met een minimale milieubelasting. Dit geldt zowel voor het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen als nutriënten. Bovendien blijft de bodemvruchtbaarheid op peil. De resultaten van de geïntegreerde bedrijfsvoering kunnen goed meekomen met die van praktijkbedrijven. Belangrijkste knelpunt is het lage economisch rendement. Daarnaast is het aantal uren handwieden aan de hoge kant.

In figuur 1 en tabel 1 worden de resultaten van het geïntegreerde bedrijf (1992-1999) weergegeven. Bij kwaliteitsproductie wordt zowel op de kwantiteit als de kwaliteit van de productie gelet. De opbrengsten en de kwaliteitscijfers die het onderzoek naar geïntegreerde bedrijfsvoering op de OBS in Nagele heeft opgeleverd, zijn vergeleken met de streefwaarden en met de opbrengsten van het Bedrijven-Informatienet (BIN) van het LEI voor het centraal kleigebied (tabel 2). De kwaliteit is uitsluitend vergeleken met de streefwaarde.

Gemiddeld over alle gewassen was de gerealiseerde opbrengst 90% van de streefwaarden. Deze streefwaarden blijken zeer ambitieus. De gerealiseerde opbrengsten zijn meestal hoger dan de LEI-opbrengsten. Een uitzondering



Figuur 1. Resultaten geïntegreerde bedrijf (1992-1999)

Tabel 1. Resultaten van het geïntegreerde bedrijf (gemiddeld 1992-1999)

	Thema	Dimensie	Streefwaarde	Behaald
1	Kwantiteit	-	1	0,90
2	Kwaliteit	-	1	1
Schoon milieu				
3	N-min november	kg/ha (0-100 cm)	< 70	32
4	N-uitspoeling	mg/l	< 50	31
5	N-overschot	kg/ha	< 100	67
6	P_2O_5-overschot	kg/ha	< 20	13
7	K_2O-overschot	kg/ha	< 40	50
8	Actieve-stofinzet	kg/ha	2,3	2,3
9a	BRI-lucht	kg a.s.	0,7	0,47
9b	BRI-grondwater	ppb	0,5	0,26
9c	BRI-bodem	kg dagen/ha	< 200	440
10a	MBP-waterleven	% toepassingen >10	0	1
10b	MBP-bodemleven	% toepassingen >100	0	5
Natuur				
Maatstaven voor natuur zijn vastgesteld op een ander schaalniveau. Zie artikel Agrarisch Natuurbeheer verderop in deze uitgave.				
Duurzaam beheer productiemiddelen				
11	P-bodemreserve	Pw (0-30 cm)	20-30	25
12	K-bodemreserve	K-getal (0-30 cm)	18-29	23
13	Effectieve o.s.-aanvoer	kg/ha	> 1380	1576
Continuïteit bedrijfsvoering				
14	Opbrengst per € 100 kosten	€	> 100	90
15	Uren handwieden	uren/ha	< 5	16

vormen de pootaardappelen. De opbrengsten hiervan blijven duidelijk achter. Ook de opbrengst van de B-peen is lager. Aangezien hier de LEI-gegevens ontbreken is de opbrengst volgens KWIN 2002 (Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroente) weergegeven. KWIN gaat echter uit van een geslaagde teelt. Hoewel deze opbrengsten regelmatig gehaald worden gebeurd dit niet ieder jaar.

Een kanttekening die hierbij gemaakt moet worden is het aantal jaren dat in de berekeningen wordt meegenomen. De OBS-resultaten zijn een gemiddelde van de periode 1992 tot en met 1999; de LEI-resultaten zijn een gemiddelde van de periode 1995 tot en met 1999. Juist in de laatste jaren zijn de opbrengsten op de OBS sterk gestegen.

De streefwaarde voor kwaliteit wordt voor alle gewassen gehaald. Hoewel de tekorten bij het thema kwaliteitsproductie klein zijn hebben deze wel een grote invloed op de economische resultaten van het bedrijf.

Schoon milieu nutriënten

Bij het thema schoon milieu zijn de prestaties van het geïntegreerde bedrijfssysteem beoordeeld op de hoogte van de mineralenoverschotten en de stikstofuitspoeling. De werkelijke mineralenoverschotten voor stikstof en fosfaat voldoen ruimschoots aan de streefwaarden. Het stikstofoverschot ligt met 67 kg ruimschoots onder de streefwaarde van 100 kg/ha. Ook het fosfaatoverschot is met 13 kg lager dan de streefwaarde van 20 kg/ha. Alleen het kali-overschot is met 50 kg iets hoger dan de streefwaarde van 40 kg/ha. De oorzaak hiervan is de reparatiebemestingen. Er blijkt iets meer dan 50 kg nodig te zijn om het kaligetal op peil te houden.

In vergelijking met het biologische systeem zijn in het geïntegreerde bedrijfssysteem met name het stikstofoverschot en het kali-overschot duidelijk lager. Bij gebruik van vaste mest in het biologische systeem is slechts een beperkt deel van de toegediende stikstof werkzaam in het jaar van toepassing. Dit leidt onvermijdelijk tot een hoger

Tabel 2. Kwaliteitsproductie geïntegreerde bedrijf

Gewas	Gerealiseerde opbrengst (ton/ha)	Streef opbrengst (ton/ha)	LEI opbrengst (ton/ha)	Streefwaarde kwaliteit	Gerealiseerde kwaliteit
Pootaardappel Agria	31,2	37,5	38,5	geen afkeuring	alle jaren
Pootaardappel Cosmos	29,8	37,5		geen afkeuring	alle jaren
Cons. Aardappel	56,8	60	51	o.w.g. > 400**	419
Suikerbiet vroeg	60,3	65	65	% suiker 16	16,4
				win > 90**	89,5
Suikerbiet laat	67,3	78		% suiker 16	16,8
				win > 90**	90,2
Zaaiui	56,0	60	55	Klasse 1	alle jaren
B-peen	72,8	80	77*	n.v.t.	
Wintertarwe	9,6	11	8,7	n.v.t.	

* Bron: Kwantitatieve Informatie 2002

**win = winbaarheidsindex; o.w.g.= onderwatergewicht

stikstofoverschot. In het geïntegreerde systeem zijn door het aanvullend toepassen van enkelvoudige kunstmeststoffen mineralenoverschotten te vermijden.
De N-min november voldoet ruimschoots aan de streefwaarde. Ook de stikstofuitspoeling gemeten in het drainwater gedurende de winter blijft met een bedrijfsgemiddelde waarde van 32 mg/l ruimschoots onder de streefwaarde van 50 mg/l. Dat is 25% lager dan de waarde van het biologische systeem.

Schoon milieu pesticiden

Bij het thema schoon milieu pesticiden wordt gekeken naar de milieukundige gevolgen van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. De vooruitgang in de afgelopen 20 jaar is spectaculair. De emissie naar de lucht (BRI-lucht) voldoet met een resultaat op bedrijfsniveau van 0,48 kg actieve stof/ha ruimschoots aan de streefwaarde van 0,7 kg actieve stof. Ook BRI-grondwater voldoet met een waarde van 0,34 aan de streefwaarde van 0,5 ppb. Bovendien zijn er geen middelen die de streefwaarde van 0,1 ppb op middelniveau overschrijden. De streefwaarde van 200 kg dagen voor BRI-bodem wordt met een waarde van 443 echter ruimschoots overschreden. Deze overschrijding wordt met name veroorzaakt door het loofdodingsmiddel Reglone en in mindere mate door het phytophthoramiddel Shirlan. Bij MBP-waterleven en MBP-bodemleven zijn er slechts enkele overschrijdingen van de streefwaarde. Bij MBP-waterleven voldoet 1% niet aan de streefwaarde van 10 MBP. Het gaat hier om de middelen Reglone, Karate en Amistar. Bij MBP-bodemleven voldoet 4% niet aan de streefwaarde van 100 MBP. Het gaat hier om de middelen Reglone, en Pirimor.

Duurzaam beheer productiemiddelen

Bij het thema 'duurzaam beheer productiemiddelen' wordt gekeken naar bodemvruchtbaarheid en de organische stofbalans. Aan alle streefwaarden wordt voldaan. Zowel de Pw als het kaligetal blijven in het streeftraject. In beide gevallen was hiervoor af en toe wel een reparatiebemesting nodig. Verwacht wordt dat bij een bemestingsstrategie waarbij gerekend worden met aanvoer = afvoer + onvermijdelijk verlies (10 kg voor fosfaat en 60 kg voor kali) zowel de Pw als het kaligetal in het streeftraject zullen blijven. De organische stof aanvoer is ruimschoots voldoende om het organische stof gehalte in de bodem te handhaven. Door het maximaal inzetten van groenbemesters overtreft de aanvoer de afbraak.

Continuïteit bedrijfsvoering

Dit thema bevat twee verschillende maatstaven: opbrengst/ € 100 kosten en het aantal uren handwieden. Bij een bedrijfsoppervlakte van 60 ha is de opbrengst/ € 100 kosten slechts € 90. Hiermee doet het resultaat van het geïntegreerde bedrijf duidelijk onder voor die van het biologische bedrijf. Ook aan de zeer strenge streefwaarde van 5 uur/ha handwieden wordt met een waarde van 16 uur niet voldaan. Met name de onkruidbestrijding in zaaiuien en de bestrijding van aardappelopslag in suikerbieten vragen veel handwerk.

Hans Smid en Joanneke Spruijt

Duurzaam is concurrerend

Een geïntegreerd akkerbouwbedrijf van 60 ha heeft, gebaseerd op de aanpak op het OBS over de jaren 1992 tot en met 1999, een negatief bedrijfsresultaat. In vergelijking met LEI-resultaten zijn de opbrengsten vaak beter, maar de prijzen slechter. Bij dezelfde prijzen is de rentabiliteit van de LEI bedrijven € 2 / € 100 kosten hoger. Dit verschil is te wijten aan een intensievere bedrijfsopzet van de LEI bedrijven en de lagere pootaardappelopbrengst veroorzaakt door Rhizoctonia.

De economische perspectieven van een geïntegreerde bedrijfsopzet in de Noordoostpolder zijn aan de hand van een modelstudie onderzocht. Deze studie is gebaseerd op de technische resultaten van het geïntegreerde bedrijfssysteem over de jaren 1992 tot en met 1999 op het OBS in Nagele. De vruchtopvolging van dit bedrijfssysteem is:
25% consumptieaardappelen/pootaardappelen, 25% suikerbieten, 25% ui/winterpeen, 25% wintertarwe/zomergerst. Er is gerekend met een bedrijfsgrootte van 60 ha. Aardappelen en uien worden op het eigen bedrijf luchtgekoeld bewaard en peen wordt bij derden bewaard. Naast de bewerkingen in eigen mechanisatie of in samenwerking worden ook een aantal bewerkingen in loonwerk uitgevoerd. In tabel 1 is voor het zaaien/poten en oogsten aangegeven of het in loonwerk of met eigen mechanisatie wordt uitgevoerd. Het loonwerktarief voor het rooien van bieten en het maaidorsen van granen is gebaseerd op praktijkindicaties.

Eens per drie jaar wordt 10% S pootgoed aangekocht. Het overige pootgoed is eigen vermeerdering. De interne leveringen van pootgoed zijn op basis van verkoopprijzen verrekend in de saldi. De opbrengstprijzen voor consumptieaardappelen zijn bepaald op basis van informatie over de jaren 1996 tot en met 1999 van het OBS (poolprijzen Agrico). Voor de overige gewassen is uitgegaan van de prijzen in KWIN 2000-2001 (Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroente).
Op het voorbeeldbedrijf ligt, in het kader van natuurbeheer, een teeltvrije strook van 4,5 m rondom de kavel. Daarnaast hebben de aardappelen, uien en peen nog een extra teeltvrije zone van 3 m op het kopeinde. Hierdoor zijn er geen kopakkers nodig. Dit vergemakkelijkt de oogst.
Er wordt uitgegaan van één ondernemer. Op basis van de gemiddelde geïntegreerde teeltpraktijk en de normatieve taaktijden uit KWIN zijn de arbeidsoverzichten per gewas samengesteld. Alleen voor handmatig onkruid wieden zijn de daadwerkelijk bestede uren gebruikt.

Tabel 1. Overzicht loonwerk versus eigen mechanisatie

Gewas	Zaaien/poten	Oogsten
Consumptieaardappel	EM	EM
Pootaardappel	EM	EM
Suikerbiet	LW	LW
Zaaiui	LW	EM (loofklappen LW)
Winterpeen	LW	LW
Wintertarwe	EM	LW
Zomergerst	EM	LW

EM=Eigen mechanisatie, LW=loonwerk

Gewassaldi

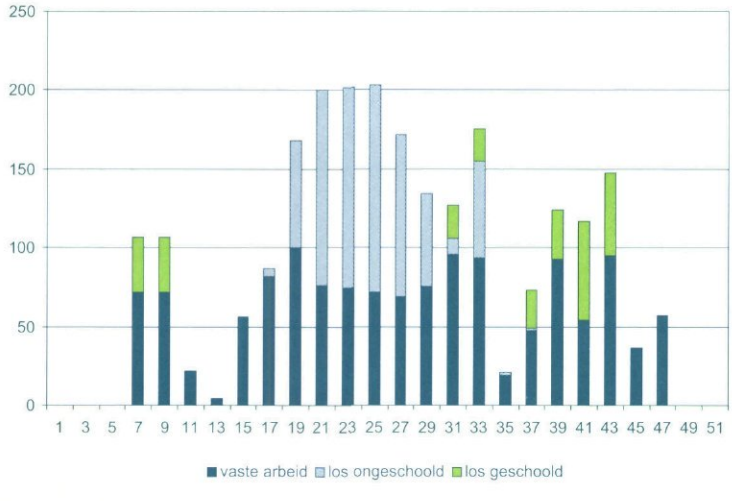
Tabel 2 geeft een overzicht van de saldi (eigen mechanisatie) van de geïntegreerde gewassen in vergelijking met die van het Bedrijven-Informatienet (BIN) van het LEI voor het centraal kleigebied. Alleen voor peen zijn KWIN-gegevens gebruikt omdat er geen actuele LEI-gegevens beschikbaar zijn. Voor een goede vergelijking zijn de OBS-saldi volgens de LEI methodiek weergegeven. Dit houdt in dat de kosten voor brandstof, smeermiddelen, loonwerk en voor berekende rente bij de niet toegerekende kosten zitten.
De fysieke opbrengsten van consumptieaardappelen, suikerbieten (suikeropbrengst), zaaiuien en granen zijn hoger dan de LEI-opbrengsten. Alleen de fysieke opbrengsten van pootaardappelen en peen blijven achter

Tabel 2. Overzicht gewassaldi OBS-GI en gewassaldi voor het centraal kleigebied uit het LEI Bedrijven-Informatienet, beide volgens LEI-methodiek

	OBS-GI 1992-1999			LEI gegevens1995-1999		
	Fysieke opbrengst (kg/ha)	Bruto geld opbrengst (€/ha)	Saldo (€/ha)	Fysieke opbrengst (kg/ha)	Bruto geld opbrengst (€/ha)	Saldo (€/ha)
Pa, Agria	31.160	7.377	5.441	38.520	8.386	5.273
Pa, Cosmos	29.770	4.623	2.855			
Ca, Agria	56.760	5.414	3.823	50.780	5.159	3.591
Sb, vroeg	60.280	3.650	3.145	64.920	3.659	3.159
Sb, laat	67.340	4.068	3.455			
Winterpeen	72.800	11.582	3.023	77.000[1]	12.250	3.895[1]
Zaaiui	56.020	5.091	3.609	54.870	5.841	4.545
Winterarwe	9.650	1.791	1.445	8.670	1.636	1.205
Zomergerst	6.960	1.505	1.282	6.550	1.477	1.136

[1]Bron: Kwantitatieve Informatie 2000/2001

op die van het LEI-BIN, respectievelijk KWIN. Deze tegenvallende opbrengsten komen in pootaardappelen met name door Rhizoctonia. Hier is de geïntegreerde aanpak te ver doorgeschoten. De tegenvallende opbrengsten van de winterpeen worden veroorzaakt door enkele jaren met een slechte gewasopkomst en zwarte vlekken. In KWIN wordt altijd uitgegaan van een geslaagde teelt; dit is ook in de gangbare praktijk echter lang niet altijd het geval. Indien ook voor de OBS de opbrengsten van de periode 1995 tot en met 1999 gebruikt zouden worden, zouden de verschillen nog extremer zijn. De opbrengsten zijn vooral in de laatste periode sterk gestegen. Het Rhizoctonia-probleem is door het verlagen van de schadedrempel en eerder pootgoed te behandelen eenvoudig en met nauwelijks milieukundige consequenties op te lossen.



Figuur 1. Arbeidsfilm voor gewasgebonden arbeid (manuren / 2 wekelijkse periode)

Daar waar de fysieke opbrengsten hoger zijn worden in de meeste gevallen ook hogere saldo's behaald. Een uitzondering vormen de zaaiuien; het verschil in saldo wordt vooral veroorzaakt door het verschil in gehanteerde opbrengstprijzen: € 0,09 in de werkelijke situatie op de OBS en € 0,11 in de periode 1995 tot en met 1999 bij het LEI. Bij gelijke prijsvorming is hat OBS-saldo duidelijk hoger.

Daar waar de fysieke opbrengsten lager zijn worden ook lagere saldo's behaald. Bij het pootaardappelras Cosmos valt het saldo extra tegen doordat de prijs (€ 0,15/kg) behoorlijk lager is dan de gemiddelde LEI-prijs voor pootaardappelen (€ 0,22/kg). Dit ras is gedeeltelijk gebruikt vanwege resistentie tegen aaltjes. De 'hoge' LEI-prijs is bovendien niet rasspecifiek.

Arbeidsbegroting

Een bedrijf van 60 ha dat werkt volgens de geïntegreerde bedrijfsopzet van het OBS, vraagt ongeveer 3.000 manuren (tabel 3). Meer dan 30% van de arbeidsbehoefte kan niet door de ondernemer zelf worden uitgevoerd. Met name bij het oogsten van aardappelen en sorteren van het pootgoed moet hoogwaardige arbeid ingehuurd worden. Verder wordt veel eenvoudige losse arbeid ingehuurd voor het onkruid wieden in uien, peen en bieten.

Het totaal aantal uren gewasgebonden arbeid bedraagt 2.342 uur, voor niet gewasgebonden arbeid is dit 686 uur. In figuur 1 wordt de arbeidsfilm voor gewasgebonden arbeid weergegeven. Hieruit blijkt dat vooral in de maanden mei en juni veel losse arbeid nodig is. Dit wordt vooral veroorzaakt door het onkruid wieden.

Tabel 3. Overzicht benodigde vaste en losse arbeid (uren/ha)

Arbeid	Uren/ha
Totaal benodigde arbeid	3.028
Vaste arbeid	2.050
Losse arbeid, hoogwaardig	327
Losse arbeid, eenvoudig	651

Tabel 4. Overzicht bedrijfsresultaten voor de geïntegreerde opzet op het OBS (€)

	Resultaat
Bruto geld opbrengst	**282.568**
Toegerekende kosten	137.309
Niet toegerekende kosten	178.250
Totaal kosten	315.559
Netto bedrijfsresultaat	**-32.991**
Arbeidsopbrengst	1.100
Ondernemersinkomen bij 100% EV	36.255
Opbrengst / € 100 kosten	**90**

Rendabiliteit

Bij de geïntegreerde bedrijfsvoering wordt nog net een positieve arbeidsopbrengst behaald. Het netto bedrijfsresultaat is echter negatief. Per € 100 kosten realiseert het bedrijf € 90 aan opbrengsten. De bedrijven uit het LEI BIN netwerk Flevoland scoren met € 95 opbrengst bij € 100 kosten duidelijk beter. Bij deze vergelijking moeten echter wel enige kanttekeningen worden geplaatst. De verschillen worden niet of slechts zeer beperkt veroorzaakt door de geïntegreerde teeltwijze!
Het verschil met het OBS bedrijf zit hem niet zozeer in de gewasprestaties, maar in:
1. de prijsvorming van het gebruikte pootaardappelras
2. de prijsvorming van de uien
3. de gehanteerde uitgangspunten bij de winterpeen.

Zonder deze verschillen zou de opbrengst/€ 100 kosten € 93 bedragen. Dit relativeert het verschil. Neemt niet weg dat er verschil blijft bestaan. Dat is waarschijnlijk te wijten aan de gemiddeld iets intensievere bedrijfsvoering op de praktijkbedrijven in de centrale zeeklei en de lagere pootaardappelopbrengst veroorzaakt door Rhizoctonia. Dit probleem is eenvoudig op te lossen.

Arjan Dekking en Frank Wijnands

Geïntegreerde gewasbescherming op klei succesvol

Preventie is de basis van de geïntegreerde gewasbescherming. Hier wordt in het geïntegreerde systeem maximaal gebruik van gemaakt. Pas als alle preventieve maatregelen ten volle benut zijn, worden gewasbeschermingsmiddelen ingezet. De milieutechnische resultaten van het geïntegreerde systeem zijn zeer goed. De belangrijkste streefwaarden worden geheel of bijna gehaald. De resterende knelpunten zijn in kaart gebracht.

Geïntegreerde gewasbescherming heeft meerdere doelen, namelijk een goed en blijvend resultaat en een kwalitatief goed product, aanvaardbare kosten alsmede een minimale belasting van het milieu. Alle aspecten van een agrarische bedrijfsvoering kunnen van invloed zijn op het optreden van ziekten en plagen en de mogelijk schadelijke gevolgen daarvan. Om die reden omvat geïntegreerde gewasbescherming dan ook alle bedrijfsaspecten. In engere zin geformuleerd is de rol van gewasbescherming in een geïntegreerd systeem een minimale inzet van zorgvuldig geselecteerde pesticiden. Echter, de chemische gewasbescherming is slechts aanvullend op andere bedrijfsmethoden zoals vruchtwisseling, bemesting, agrarisch natuurbeheer, etc. Bij de bespreking van een geïntegreerde gewasbeschermingstrategie zal de invloed van andere methodes meegenomen worden. En omgekeerd: bij het 'ontwerpen' en optimaliseren van de overige methoden in bedrijfsverband moeten alle aspecten van gewasbescherming meegenomen worden.

Preventie is sleutelwoord

Preventie is het sleutelwoord van geïntegreerde gewasbescherming. Preventie gedacht vanuit alle bedrijfsmethoden en mogelijke bedrijfs- en teeltmaat-regelen. Bij het optreden van ziekten en plagen is een correcte interpretatie van de noodzaak tot bestrijding (geleide bestrijding, waarschuwingssystemen, signalering, etc.) zeer belangrijk. Dat voorkomt onnodig gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Is een bestrijding nood-zakelijk, dan wordt optimaal gebruik gemaakt van alle beschikbare niet chemische technieken (mechanisch, fysisch, biologisch). Bij de inzet van gewasbeschermings-middelen spelen twee aspecten een rol: enerzijds een zorgvuldige selectie van een middel op basis van milieu- en agronomische eigenschappen, anderzijds het minimaliseren en optimaliseren van het gebruik ervan door gebruik te maken van zaadbehandeling, rij- of planttoepassing en goede spuitentechniek en het gebruik van de kennis over de relatie weer-werkzaamheid.

Geïntegreerde gewasbescherming richt zich zoveel mogelijk op een aanpak die het mogelijk maakt veld- en jaarspecifiek te werken. Daartoe is het nodig systemen te ontwikkelen die het mogelijk maken pas in te grijpen als dat ook echt nodig is. Preventief spuiten past eigenlijk niet in de geïntegreerde aanpak. Niet iedere behandeling is immers ieder jaar in ieder perceel nodig. In de praktijk blijkt dat niet voor alle ziekten en plagen een geïntegreerde aanpak mogelijk is.

Tenslotte; alle elementen van de gevolgde aanpak (preventie, noodzaak en bestrijding) worden geïntegreerd in een integrale aanpak, de strategie (tabel 1). Pesticiden zijn dus geen sluitpost als niets meer helpt, maar worden zorgvuldig ingepast in de totaalaanpak. Essentieel is dat deze strategie effectief moet zijn en uitvoerbaar.

Op bedrijfsniveau wordt gewerkt aan een voortdurende en voortschrijdende vermindering van de milieubelasting door een voortschrijdende en scherpe prioriteitstelling bij de sanering van de pesticideninzet. Op de verschillende aspecten zal in dit artikel verder worden ingegaan.

Tabel 1. De belangrijkste elementen van de gewasbeschermingsstrategie

1 Preventie

a. Strategisch:
- bedrijfshygiëne;
- vruchtwisseling (gewassen en groenbemesters);
- bodemstructuur en waterhuishouding;
- natuurlijke vijanden;
- tijdstip en keuze hoofdgrondbewerking

b. Tactisch en operationeel
- gebruiken van resistente en/of tolerante rassen;
- gezond uitgangsmateriaal;
- aangepast zaai op planttijdstip;
- aangepaste rij- en plantafstand;
- stikstofaanbod optimaliseren;
- afdekking gewas of bodem

2 Vaststellen bestrijdingsnoodzaak
- regelmatige gewasinspectie;
- gebruik van schadedrempels en beslissingsondersteunende systemen;

3 Bestrijdingsmethoden
- niet chemisch;
- chemisch;
  - keuze middelen, criteria betreffende milieubelasting, effectiviteit en giftigheid voor toepasser;
  - dosering, toepassingstijdstip en -techniek.

Preventie

Bij preventieve maatregelen wordt onderscheid gemaakt tussen strategische, tactische en operationele maatregelen. Strategische maatregelen zijn de algemene randvoorwaarden voor de langere termijn: de bedrijfsinrichting en de algemene aspecten van de bedrijfsvoering. Bij tactische maatregelen gaat het om het bepalen van de uitgangssituatie, de kortere termijn; de teeltinrichting. Bij operationele preventie gaat het om de maatregelen tijdens de teelt zelf.

Strategische preventie

Bedrijfshygiëne is belangrijk om infectiebronnen, verspreiding van bodemgebonden ziekten en plagen en de mogelijkheden voor overwintering voor luizen te voorkomen. Zo moet ziek plantmateriaal verwijderd worden; afvalhopen op het erf moeten afgedekt te zijn, transport van mogelijk aangetast materiaal naar andere percelen moet voorkomen worden.

Een gezonde vruchtwisseling, vruchtopvolging, een goede bodemstructuur en waterhuishouding zijn de basis voor een optimale beheersing van met name bodemgebonden ziekten en plagen. Behalve de volgtijdige aspecten van de vruchtwisseling is ook een goede ruimtelijke vruchtwisseling belangrijk. Het zodanig laten rouleren van gewassen over percelen, dat een gewas niet wordt verbouwd aangrenzend aan een perceel waar de voorvrucht het gewas zelf was, draagt bij aan de preventie van overdracht van weinig mobiele plagen en ziekten van jaar tot jaar. Een gerichte ontwikkeling en beheer van agrarische natuur kan de aanwezigheid van natuurlijke vijanden bevorderen. Deze kunnen een bijdrage leveren aan de beheersing van plagen. Een goede ecologische infrastructuur in het bedrijf is de basis voor de ontwikkeling van de gewenste biodiversiteit. Of deze effectief is bij de beheersing van ziekten en plagen wordt onder andere bepaald door de voorraden in de omgeving en de intensiteit van dooradering van de productie-oppervlakte (grootte en vorm percelen in relatie tot 'groene aders'). Ook de keuze van het tijdstip en type van de hoofdgrondbewerking heeft een belangrijke invloed op de mate van veronkruiding en het overblijven van ziekten en plagen.

Tactische en operationele preventie

De teeltfase begint bij een goede voorbereiding (tactisch: rassenkeuze, gezond uitgangsmateriaal) en inrichting (zaai/planttijdstip, rijenafstanden, plantdichtheid) van de teelt. Dit wordt voortgezet met een zorgvuldige gewasverzorging (operationeel: bemesting, beregening, onkruidbestrijding, oogsttechniek). Een vlotte weggroei en een uniform gewas zijn essentieel voor een geslaagde teelt. Bij diverse gewassen kan er eventueel door een aangepast zaai- en/of planttijdstip ontsnapt worden aan periodes met hoge infectiekans. Een optimale bemesting is van groot belang voor gezonde en vitale gewassen evenals een optimale watervoorziening: ondervoede of overvoede gewassen zijn immers vaak extra gevoelig voor ziekten en plagen. De voedingstoestand van het gewas evenals de gewasstructuur, bepaald door stikstofbemesting, rijenafstand, zaai- en plantdichtheid en rassenkeuze bepalen mede de ontwikkelingskansen van ziekten en plagen.

Bestrijdingsnoodzaak en bestrijding

Bij het vaststellen van de noodzaak tot bestrijding spelen schadedrempels, signaleringssystemen en in toenemende mate beslissingsondersteunende systemen een belangrijke rol. Echter niet bij de onkruidbestrijding. Hier geldt de nultolerantie. Er is dus geen schadedrempel.

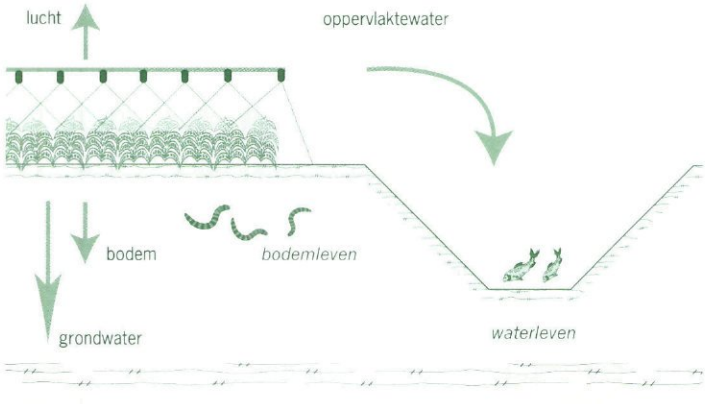
Bij het hanteren van schadedrempels is regelmatige gewasinspectie noodzakelijk. Is een bestrijding nodig, dan hebben niet-chemische technieken de voorkeur. Bij de onkruidbestrijding gaat het dan om mechanische onkruidbestrijding. Inmiddels is er ruime keuze uit machines waarvan vele recent ontwikkeld zijn. Bij de plaagbestrijding gaat het om het inzetten van natuurlijke vijanden of de steriele mannetjes techniek zoals die in de uienteelt toegepast wordt voor de beheersing van de uienvlieg.

Is een chemische bestrijding nodig, dan moet eerst een middel gekozen worden. Daarbij spelen naast agro-

nomische (effectiviteit) ook ecologische (selectiviteit) en milieutechnische overwegingen (zie verderop) een hoofdrol. Economische overwegingen vormen in de aanpak binnen het bedrijfssystemenonderzoek een sluitpost. In de huidige situatie is zelf niet eens voor iedere belager een adequaat middel voorhanden. Bij de toepassing wordt gekeken naar de mogelijkheden om via zaadontsmetting, lage dosering of rijpleks- en/of plantgewijze toepassing het verbruik te beperken. Zo kan bij de onkruidbestrijding met een rijenspuit gewerkt worden. De afweging tussen de ene en de andere techniek hangt natuurlijk af van aspecten zoals kosten, benodigde arbeidsinzet, capaciteit, slagvaardigheid, uitvoerbaarheid etc. Bij de toepassing zelf moet de techniek in orde zijn en het tijdstip goed gekozen (relatie weer-werkzaamheid, zoals bijvoorbeeld in het ondersteunende systeem GEWIS gegeven wordt). Bovendien kan daarmee de dosering nog beter afgestemd worden op de omstandigheden.

Middelenkeuze en milieubelasting

De laatste jaren verschuift de aandacht bij de keuze van gewasbeschermingsmiddelen van actieve stof naar milieubelasting. Terecht, want vermindering van de milieubelasting is het uiteindelijke doel van zowel de overheid als de moderne ondernemer. Milieubelasting is echter een algemeen begrip. Bij milieubelasting moet onderscheid gemaakt worden tussen emissie naar de milieucompartimenten (bodem, water en lucht) enerzijds en de daar optredende schade aan levende organismen anderzijds (figuur 1). Beide effecten zijn met moderne instrumenten te bepalen, zoals de Blootstellings-RisicoIndex (BRI, emissie, bodem, water en lucht) en de MilieuBelastingsPunten (MBP, schade, water- en bodemleven). De BRI wordt uitgedrukt als een concentratie (grondwater) of als een hoeveelheid (bodem en lucht). Daardoor kan deze belasting per middel, gewas,



Figuur 1. Effecten van gewasbeschermingsmiddelen

Middelenkeuze is een belangrijk instrument om de milieubelasting te verlagen

perceel of bedrijf berekend worden. Het is ook vast te stellen welk aandeel een individuele toepassing (of middel of gewas) heeft in de gemiddelde bedrijfswaarde. De MBP wordt per toepassing berekend. MBP's kunnen niet gesommeerd worden (betekenisloos bij ecologische effecten). Op bedrijfsniveau is het aantal jaarlijkse overschrijdingen van de grenswaarden (MBP = 100 voor bodemleven en MBP 10 voor waterleven) bruikbaar als maat voor milieubelasting.

Jaarlijks wordt de inzet van gewasbeschermingsmiddelen gekwantificeerd met behulp van de bovenstaande vijf maatstaven (drie BRI en twee MBP). Om een voortschrijdende vermindering van de milieubelasting te realiseren, moeten de gevonden waardes omlaag. Op grond van het inzicht in de bijdrage die ieder afzonderlijk middel levert aan de bedrijfsbelasting (BRI) of op grond van het aantal en de ernst van de veroorzaakte overschrijdingen (MBP) kan aangegeven worden voor welke middelen met voorrang naar alternatieve strategieën gezocht moet worden. In het bedrijfssystemenonderzoek wordt ook bij de pesticidenselectie een preventieve aanpak gevolgd. Belangrijkste doel is het voorkomen van emissie, hetzij omdat slechts ten dele bekend is wat daarvan de mogelijke ecologische gevolgen zijn (lucht), hetzij vanwege de bestaande EU-normering voor grondwater (in principe gelijke redenering als lucht wat betreft humane toxiciteit). Waar dat wel redelijk gekwantificeerd kan worden zoals bij de effecten op het oppervlakte-waterleven wordt dat criterium meegenomen in de afwegingen. Sluitpost in de overwegingen is de ophoping in de bodem en de mogelijke schadelijke gevolgen daar.

Dat geeft in de afwegingen de volgende prioriteiten-volgorde; BRI-lucht, MBP-waterleven, BRI-grondwater gevolgd door BRI-bodem en MBP-bodemleven. Door per maatstaf de vijf meest belastende middelen (hoogste aandeel in bedrijfsbelasting voor BRI en aantal en mate van overschrijding) in een overzicht te plaatsen, ontstaat een prioriteitenvolgorde voor de sanering. Deze is minder urgent als de betreffende maatstaf al zijn streefwaarde

Tabel 2. Resultaten op bedrijfsniveau

Maatstaf	Dimensie	Streefwaarde	Resultaat
BRI-lucht	kg actieve stof/ha	0,7	0,47
MBP-waterleven	%	0% toepassingen > 10	1
		0% toepassingen > 100	0
BRI-grondwater	ppb	0,5	0,26
BRI-bodem	kg dagen/ha	200	440
MBP-bodemleven	%	0% toepassingen > 100	5

gehaald heeft. Bovendien worden middelen niet als prioriteit gezien indien ze zeer weinig bijdragen aan de totale belasting. Tabel 3 is een voorbeeld van een dergelijke weergave. Voor alle ziekten en plagen wordt continue naar een verdere verbetering van de geïntegreerde gewasbeschermingstrategie gezocht. Voor de meest belastende middelen heeft dit echter prioriteit. Soms kan ook verbetering van het resultaat worden bijgedragen door substitutie: het ene middel vervangen door het andere. Al wordt deze mogelijkheid door het krimpende aanbod van middelen steeds schaarser.

Om een goede afweging van de middelenkeuze te maken wordt gebruik gemaakt van de zogenaamde gewasbeschermingskaarten. Hierop is de milieuprestatie van de verschillende middelen (recepten) weergegeven. Een voorbeeld van zo'n kaart staat in bijlage 2. Op deze kaart zijn overschrijdingen van de streefwaardes donkerblauw gemerkt. In het kader staat een uitgewerkt voorbeeld van de geïntegreerde gewasbeschermingsstrategie.

Resultaten op bedrijfsniveau

In tabel 2 staan de resultaten van het geïntegreerde bedrijf weergegeven. Opvallend is de mate waarin de (scherpe) streefwaarden reeds gerealiseerd zijn. Op de drie belangrijkste criteria voldoet het bedrijf vrijwel geheel aan de streefwaarden.
De BRI-lucht voldoet met een resultaat op bedrijfsniveau van 0,47 kg actieve stof/ha ruimschoots aan de streefwaarde van 0,7 kg actieve stof. Dat betekent een reductie in de emissie van actieve stof naar de lucht van meer dan 90% vergeleken met de landbouwbreed gemiddelde emissie van 6,8 kg actieve stof/ha in de referentieperiode van het MJPG. Ook BRI-grondwater voldoet met een waarde van 0,26 ppb aan de EU-streefwaarde van 0,5 ppb. Bovendien zijn er geen middelen die de EU-streefwaarde van 0,1 ppb op toepassingsniveau overschrijden. Daarmee is er drinkwaterkwaliteit gerealiseerd. Bij MBP-waterleven voldoet slechts 1% (Reglone en Karate) niet aan de streefwaarde van 10 MBP. Dat betekent dat voor zover de huidige kennis strekt, het ecotoxicologische risico voor oppervlaktewater tot een absoluut minimum is teruggedrongen. Dit resultaat wordt mede bereikt door de brede bufferstroken (4,5 m) die er in het kader van agrarisch natuurbeheer langs de sloten liggen.
De streefwaarde van 200 kg dagen/ha voor BRI-bodem wordt echter met een waarde van 440 kg dagen nog ruimschoots overschreden. Zo zijn er ook nog zo'n 5% van de bespuitingen die de MBP-bodemleven normen overschrijden. Het gaat hier om de middelen Reglone, en Pirimor. De BRI-bodem is met name te hoog door Reglone en in mindere mate door Shirlan.

In tabel 3 staan per maatstaf (prioriteitenvolgorde) de vijf middelen die het meeste bijdragen aan het resultaat op bedrijfsniveau. Bij BRI-lucht en -grondwater wordt aan geen middel meer prioriteit gegeven, de streefwaarde op bedrijfsniveau is immers bereikt. Bij BRI-bodem en MBP-bodem- en -waterleven zijn de normen nog niet gehaald. De vet afgedrukte middelen dragen substantieel bij aan

Tabel 3. Belangrijkste middelen die bijdragen aan het resultaat (vetgedrukte middelen overschrijden de streefwaarde) in volgorde van aandeel in resultaat

	Middel 1	Middel 2	Middel 3	Middel 4	Middel 5
BRI-lucht	Shirlan Flow	Chloor-Ipc	Dosanex	Roundup	Mh Spuitkorrel
MBP-waterleven	**Reglone**	**Karate**	Pirimor	Dosanex	Shirlan flow
BRI-grondwater	Mh Spuitkorrel	Dithane	Betanal Prog.	Pirimor	Kenbyo
BRI-bodem	**Reglone**	**Shirlan Flow**	Chloor Ipc	Betanal Prog.	Roundup
MBP-bodemleven	**Reglone**	**Pirimor**	Dimethoaat	Starane	Shirlan flow
Actieve stof	Shirlan Flow	Roundup	Mh Spuitkorrel	Dithane	Chloor Ipc

Tabel 4. Overzicht van de belangrijkste resterende milieubelastende middelen.

	Middel	Gewas	Soort middel	Aantal toepassingen
1	Reglone	Cons. Aardappel	Loofdoding	In 5 van de 8 jaar
2	Karate	Cons. Aardappel	Insecticide	Eens in de 8 jaar
3	Shirlan flow	Aardappel en zaaiui	Fungicide	6 in pootaardappel 13 in cons. aardappel 3,5 in zaaiui
4	Pirimor	Aardappel en tarwe	Insecticide	2,5 in pootaardappel 1 in cons. aardappel Eens in de 2 jaar in tarwe

deze toestand en hebben dus prioriteit bij de verdere sanering.

In tabel 4 is weergegeven in welke gewassen ze worden toegepast. In tabel 5 tenslotte staan mogelijke oplossingsrichtingen besproken. Deze worden in latere artikelen besproken.

De steriele mannetjes techniek in zaaiuien voorkomt de inzet van insecticiden

Tabel 5. Oplossingsrichtingen

	Middel	Gewas	Oplossingsrichting	
			Niet chemisch	Chemisch
1	Reglone	Cons. Aardappel	Mechanische loofdoding	Geen
2	Karate	Cons. Aardappel	Geen	Geen
3	Shirlan flow	Aardappel	Resistente rassen	
			Beslissings ondersteunende systemen	Geen
		Zaaiui	Beslissings ondersteunende systemen	Geen
4	Pirimor	Aardappel	Geen	Geen
		Tarwe	Geen	Geen

Zo werkt de geïntegreerde gewasbeschermingsstrategie in tarwe

Strategische preventie
Wintertarwe is in de vruchtwisseling voor de aardappelen geplaatst. Op deze manier zijn de aardappelen verzekerd van een goede uitgangssituatie.

Tactische preventie
Bij de rassenkeuze wordt, naast opbrengst, ook terdege rekening gehouden met de stevigheid en ziekteresistenties. Hierdoor kan het gebruik van halmverstevigers achterwege blijven en kan volstaan worden met één bespuiting tegen afrijpingsziekte. Gezond, homogeen en ontsmet zaaizaad voorkomt problemen met voetziekten en andere schimmels. Hierdoor is de opkomst uniform en groeit het gewas vlot weg. Door het zaaitijdstip te verlaten wordt de onkruiddruk verlaagd en is het onkruid in het voorjaar ook kleiner.Een gematigde stikstofbemesting geeft een minder bladrijk gewas. Hierdoor is de ziektedruk lager en is het gewas minder aantrekkelijk voor bladluizen.

Vaststellen bestrijdingsnoodzaak
Voor onkruiden is de tolerantie nul, bestrijding is dus altijd noodzakelijk. Bij de bestrijding van bladluizen wordt een schadedrempel gehanteerd. De hoogte van de schadedrempel is afhankelijk van het gewasstadium. Door geregeld een gewasmonster te nemen en tellingen te doen, kan de noodzaak tot bestrijding worden vastgesteld. Deze gewasinspectie wordt ook gebruikt om vast te stellen welke door welke schimmelziekten het gewas is aangetast. De Epipré-schadedrempels voor schimmelziekten werken helaas niet meer door veranderingen in het middelenpakket en lagere graanprijzen.

Chemische bestrijding
Bij de middelenkeuze wordt naast effectiviteit ook terdege rekening gehouden met milieukundige aspecten. De onkruidbestrijding wordt uitgevoerd met Ally + Starane. Beide middelen hebben een zeer lage milieubelasting. Het stadium van het onkruid en de mate van afharding bepalen de dosering.
Bij de luisbestrijding wordt gebruik gemaakt van Pirimor. Dit middel is selectief en bestrijdt alleen bladluizen. Natuurlijke vijanden worden gespaard. In slechts de helft van de jaren is chemische bestrijding noodzakelijk.
De middelenkeuze bij de ziektebestrijding wordt afgestemd op de ziekten die in het gewas aanwezig zijn. Vervolgens wordt het minst milieubelastende middel dat een goede ziektebestrijding garandeert gekozen. Doorgaans is dat Allegro.

Arjan Dekking

Goede mechanisatie en lage dosering bepalen succes onkruidbestrijding

De strategie voor onkruidbestrijding in het geïntegreerde bedrijf is gericht op een effectieve bestrijding van onkruid met minimale kosten, risico's en milieubelasting. Dat lukt door een goed gekozen inzet van chemische en mechanische technieken. De geïntegreerde strategie is over het algemeen effectief, al is met name in zaaiuien en winterpeen nog teveel aanvullend handwerk nodig. Milieutechnisch gezien is de loofdoding van aardappelen nog een knelpunt.

De aanpak van de onkruidbestrijding op het geïntegreerde OBS-bedrijf in Nagele was in de jaren '90 gericht op een effectieve bestrijding met minimale milieubelasting. De belangrijkste randvoorwaarde was dat het met zo min mogelijk extra arbeids- en mechanisatie kosten en zo laag mogelijke risico's moest gebeuren. Dat in tegenstelling tot de jaren '80 toen de grenzen verkend werden. Die rol was in de jaren '90 weggelegd voor het experimentele geïntegreerde systeem waar een zo vergaand mogelijke reductie van de milieubelasting centraal stond. De tolerantie van onkruiden op het geïntegreerde bedrijf is in alle gewassen laag. Veronkruiding in het ene gewas kan immers tot problemen in volggewassen leiden.

Preventie en bestrijding

De eerste stap gezet voor een geïntegreerde onkruidaanpak begint met de gewaskeuze en de vruchtopvolging. Hierbij wordt zoveel mogelijk rekening gehouden met onkruidbeheersing. Door opname van granen in de vruchtwisseling zijn de eenjarige en meerjarige onkruiden succesvol te bestrijden en wordt een goede basis gelegd voor de andere gewassen. Om aardappelopslag effectief aan te pakken worden suikerbieten na de aardappelen geteeld. Een belangrijk onderdeel van de bestrijdingsstrategie is de kerende grondbewerking (ploegen). Hierdoor wordt eventueel aanwezig onkruid ondergewerkt en wordt 'schone' grond naar boven gehaald.
Bij het ontwerpen van de bestrijdingsstrategie per gewas wordt gemikt op een optimale mix van mechanische en chemische technieken. Bodemherbiciden worden zoveel mogelijk vermeden. De aanpak is gericht op het realiseren

Tabel 1. Onkruidbestrijdingsstrategie en aantal bewerkingen per gewas

Gewas	Rijafstand	Mechanische onkruidbestrijding			Chemische onkruidbestrijding	
		schoffelen	aanaardend schoffelen	uren handwieden	rijen bespuitingen	volvelds bespuitingen
Pootaardappel	75	-	0,75	1	-	-
Cons. Aard	75	-	1	4	-	-
Suikerbiet	50	2	1	19	3	1
Zaaiui	26	2	-	57	-	6
Winterpeen	75	1	2	24	-	4
Wintertarwe	12,5	-	-	0	-	1

Tabel 2. Werktuigen ten behoeve van de onkruidbestrijding

Werktuig	Werkbreedte (m)	Ingezet in
Schoffel (50 cm)	3	Suikerbiet
Schoffel (26 cm)	4,5	Zaaiui
Aanaardraam	3	Aardappel, winterpeen
Hoekschoffel	3	Winterpeen
Volveldspuit	18	Suikerbiet, zaaiui, winterpeen, wintertarwe
Rijenspuit (50 cm)	6	Suikerbiet

van een curatieve perceels- en jaarspecifieke bestrijding gebaseerd op mechanische bestrijding en gerichte inzet van 'curatieve' lage doseringstechnieken. Essentieel onderdeel van de chemische bestrijding is de middelenkeuze. Door terdege rekening te houden met de milieukundige aspecten is veel winst te behalen (zie vorige bijdrage). In tabel 1 is per gewas de strategie voor onkruidbestrijding en de gemiddelde benodigde inspanning weergeven.
Tabel 2 geeft een overzicht van de gebruikte apparatuur. Met een volveldspuit, een rijenspuit op 50 cm, een schoffelbalk en een aanaardraam met hoekschoffels wordt de hele bestrijding uitgevoerd. In peen, uien en biet worden lage doseringssystemen aangehouden. Kenmerkend is dat aardappelen mechanisch schoon gehouden worden en dat alleen in bieten een rijenspuit ingezet wordt. Voor peen, ui en tarwe wordt de bespuiting volvelds uitgevoerd. Een eg wordt niet gebruikt.

Strategie per gewas

Pootaardappel
Bij pootaardappelen wordt gebruik gemaakt van voorgekiemd pootgoed en het systeem van verlate rugopbouw. De definitieve ruggen worden pas tijdens opkomst van het gewas opgebouwd. In drie van de vier jaren wordt er nog een keer aangeaard met het aanaardraam. Loofdoding gebeurt door middel van loofklappen en rijenspuiten.

Mechanische onkruidbestrijding in aardappelen door verlate rugopbouw

Consumptieaardappel
Hier wordt geen gebruik gemaakt van voorgekiemd pootgoed, maar wel van het systeem van verlate rugopbouw. In alle jaren wordt na de rugopbouw nog een keer aangeaard met het aanaardraam.
Hoewel mechanische loofdoding het uitgangspunt is, kan dit vanwege de natte omstandigheden in de herfst maar sporadisch (eens in de acht jaar) worden toegepast. De chemische loofdoding gebeurt met Reglone.

Suikerbieten
Hier wordt gebruik gemaakt van het lage doseringssysteem (LDS). De eerste onkruidbestrijding is volvelds, daarna wordt de rijenspuit ingezet. In totaal zijn vier bespuitingen noodzakelijk. Daarnaast wordt er drie keer geschoffeld waarvan één keer aanaardend. Het middel Betanal Progress staat aan de basis. Afhankelijk van specifieke probleemonkruiden wordt incidenteel een ander middel (Goltix, Gallant of Lontrel) toegevoegd. De eerste bespuiting zou ook met de rijenspuit kunnen. Het vergt echter veel extra nauwkeurigheid aangezien de rijen veelal nog niet zichtbaar zijn. Dat gaat ten koste van de capaciteit in een periode waarin veel bespuitingen uitgevoerd moeten worden en de aardappelen nog gepoot worden. Door het spoor te markeren kan voor een deel aan de bezwaren tegemoet gekomen worden.
Aanvullend is er nog 19 uur/ha handwerk nodig. Hiervan is acht uur druppelen ten behoeve van de aardappelopslagbestrijding.

Zaaiuien
De bodemherbiciden in uien hebben een hoge milieubelasting en worden om die reden niet ingezet. Voor opkomst van het gewas vindt een bespuiting met Roundup plaats. Na opkomst zijn er nog zes (volvelds)bespuitingen nodig. De middelenkeuze is afhankelijk van het stadium en de toestand van het gewas en de grond. In uien werden Actril en Chloor-ipc ingezet. Incidenteel is ook Basagran gebruikt. Aanvullend is nog 57 uur/ha handwerk nodig. Hiervan is 14 uur druppelen ten behoeve van de distelbestrijding. Het hoge aantal uren geeft aan dat de strategie met deze middelkeuze niet tot voldoende resultaat leidt. Rijenspuiten en schoffelen is mogelijk vergt echter een speciale rijenspuit en schoffeltuig en relatief veel uren. Makkelijker wordt het bij vergroting van de rijafstand tot 50 cm, waardoor de bieten rijenspuit inzetbaar is en de hoeveelheid middel beperkt kan worden. Deze aanpak wordt in het experimentele systeem gevolgd (zie kader Onkruidbestrijding zaaiuien en kader Verschillende systemen).

Winterpeen

Voor opkomst van het gewas vindt een bespuiting met Roundup plaats, gevolgd door drie keer een volvelds behandeling met Dosanex + uitvloeier. Onkruid op de zijkant van de ruggen kan goed worden bestreden door afschoffelen en (direct daarna of later) opnieuw aanaarden. Dit gebeurt gemiddeld drie keer, waarvan één keer met de hoekschoffel en twee keer met het aanaardraam. Bij de laatste schoffelbewerkingen wordt er ook aangeaard. Gemiddeld is 24 uur handwiedwerk nodig. De bespuiting kan ook alleen op de rug worden uitgevoerd (zie kader Verschillende systemen) zoals in het experimentele systeem.

Wintertarwe

Een bestrijding gebaseerd op late zaai en het intensief gebruik van een eg in het voorjaar is langjarig gezien onvoldoende effectief om in dit systeem als basis meegenomen te worden. Vandaar dat de bestrijding hier volledig chemisch is. Eén bespuiting met Ally + Gratil is voldoende. Door vergroting van de rijafstand wordt schoffelen mogelijk waardoor op het aantal bespuitingen bespaard kan worden (aanpak experimenteel systeem).

Resultaten en perspectieven

Teelttechnisch zijn de resultaten van de gevolgde strategie goed: effectieve en volledige beheersing van het onkruid. Uitzondering vormen peen en uien. Daar is nog teveel handwerk nodig. Bij de huidige strategie in uien is de milieubelasting zeer gering maar is er aanvullend veel handwerk nodig. Bodemherbiciden kunnen uitkomst bieden in technisch opzicht maar ze hebben sterk negatieve effecten op de emissie en mogelijke schade (zie kader Onkruidbestrijding zaaiuien). Daarom is het geen oplossing in het geïntegreerde systeem. De verlaging van de hoeveelheid handwiedwerk moet bereikt worden door probleemonkruiden als distels en straatgras op andere plaatsen in de vruchtwisseling te bestrijden. In de peen is het ook de late veronkruiding die nog voor teveel aanvullend handwerk zorgt. Met name door deze twee gewassen bedraagt de hoeveelheid handwiedwerk 16 uur/ha. De ambitieuze streefwaarde van 5 uur/ha wordt dus niet gehaald.

De bijdrage van de gebruikte herbiciden aan de milieubelasting op bedrijfsniveau is aanzienlijk. De bijdrage aan de emissie naar de lucht is ongeveer 50%; naar het grondwater 25%, naar de bodem 80%. Op bedrijfsniveau zijn de doelstellingen voor BRI-lucht en -grondwater wel gehaald. Voor de bodem geldt dit niet. Het blijkt dat met name het loofdodingsmiddel Reglone verantwoordelijk is voor de overschrijding van de BRI-bodem streefwaarde.

Het toepassen van een rijenspuit verlaagd het middelengebruik

Onkruidbestrijding zaaiuien

Bij de onkruidbestrijding in zaaiuien kan gebruik gemaakt worden van bodemherbiciden en contactherbiciden. Bodemherbiciden hebben in vergelijking met contactherbiciden een breed werkingsspectrum en lange werkingsduur. De milieubelasting van deze middelen is echter hoog. Vandaar dat de op het proefbedrijf ontwikkelde strategie het gebruik van bodemherbiciden zoveel mogelijk beperkt. Nadeel van deze strategie is dat er veel bespuitingen nodig zijn; en dat er soms aanvullend veel handwerk nodig is.

Middel	Werking	Dosering	Blootstellings Risico Index			Milieu Belastings Punten	
			Lucht	Grondwater	Bodem	Waterleven	Bodemleven
Stomp	Bodem	2	0,4	0	100	270	44
Ramrod	Bodem	2	0,9	15	504	401	36
Pyramin	Bodem + contact	0,5	0	0,2	24	16	24
Chloor-ipc	Bodem + contact	1	0,2	0	23	1	0
Actril	Contact	0,25	0	0	1	0	0
Basagran	Contact	0,25	0	0	8	0	0

= een overschrijding van de streefwaarde

Dosering in l/ha; Lucht in kg a.s./ha; Grondwater in ppb; Bodem in kg dagen/ha

Bovendien veroorzaakt dit middel overschrijdingen van de streefwaarden voor MBP-waterleven en MBP-bodemleven. In de afgelopen periode bleken de herfstperiodes steeds vaker te nat om aan chemische loofdoding te ontkomen. Dit is waarschijnlijk een structureel probleem. Door een vroeger ras te telen (sinds 2000) worden de kansen voor mechanische loofdoding beter. Dat was op het OBS direct merkbaar in een daling van de benodigde inzet aan Reglone. Bij de andere gewassen is een redelijk optimum bereikt tussen een goede werkzaamheid en geringe milieuschade. In zaaiuien en winterpeen kan met een rijenspuit gewerkt worden, graan zou geschoffeld kunnen worden. De milieuwinst hiervan is echter gering terwijl dit wel met een duidelijke stijging van de kosten gepaard gaat (zie ook kader Verschillende systemen).

De laatste jaren zijn enkele instrumenten ontwikkeld om de onkruidbestrijding te ondersteunen; GEWIS en de MLHD-meter. GEWIS geeft nuttige informatie over het optimale spuitmoment, met een MLHD-meter kan al snel na een bespuiting gemeten worden of deze geslaagd is. Beide instrumenten kunnen een (beperkte) bijdrage leveren aan het nog verder terugdingen van het middelengebruik.

Verschillende systemen

Op het geïntegreerde bedrijf wordt de onkruidbestrijding op een zo bedrijfszeker mogelijke manier uitgevoerd met minimale extra kosten en arbeid. Op het experimentele bedrijf wordt bij de onkruidbestrijding maximaal gebruik gemaakt van mechanische onkruidbestrijding (tabel 3). De middelenkeuze is doorgaans gelijk. Dit leidt ertoe dat in het experimentele systeem:

- bij de aardappelen de nadruk nog meer ligt op mechanische loofdoding,
- in de zaaiuien en de winterpeen de rijenspuit zoveel mogelijk ingezet wordt,
- de zomergerst op ruimere rijafstand gezaaid wordt om schoffelen mogelijk te maken.

De hoeveelheid handwiedwerk is op het experimentele bedrijf hoger dan op het geïntegreerde bedrijf (20 resp. 16). Dit verschil wordt echter veroorzaakt door verschillen in het bouwplan en kan niet aan de verschillen in strategie toegeschreven worden. De strategie op het experimentele bedrijf leidt op bedrijfsniveau met name tot een lager actieve stof verbruik en emissie naar de lucht en de bodem (tabel 4). Ook het percentage overschrijdingen van de streefwaarden van MBP-waterleven is op het experimentele bedrijf net weer iets lager. Deze verdere verlaging van de milieubelasting kost relatief veel arbeidsinzet en extra kosten.

Tabel 3. Resultaten van de onkruidbestrijdingsstrategie

		Frequentie	
Gewas	**Aspect**	**Geïntegreerd**	**Experimenteel**
Pootaardappel	Mechanische loofdoding	Nooit	6 v.d. 8 jaar
Cons. Aardappel	Mechanische loofdoding	1 van de 8 jaar	3 v.d. 8 jaar
Zaaiui	Toepassing herbiciden	6 keer volvelds	3 keer volvelds 3 keer rijenbespuiting
Winterpeen	Toepassing herbiciden	4 keer volvelds	1 keer volvelds 3 keer rijenbespuiting

Tabel 4. Milieutechnische resultaten van de inzet van herbiciden op bedrijfsniveau

Maatstaf	Dimensie	Streefwaarde	Geïntegreerd	Experimenteel
BRI-lucht	kg actieve stof/ha	0,7	0,25	0,09
MBP-waterleven	%	0% toepassingen > 10	2	1
		0% toepassingen > 100	0	0
BRI-grondwater	ppb	0,5	0,05	0,05
BRI-bodem	kg dagen/ha	200	356	252
MBP-bodemleven	%	0% toepassingen > 100	98	99
Actieve stof inzet	kg actieve stof/ha	alara	1,1	0,7

Arjan Dekking

Ziekten en plagen; beheersing succesvol en duurzaam

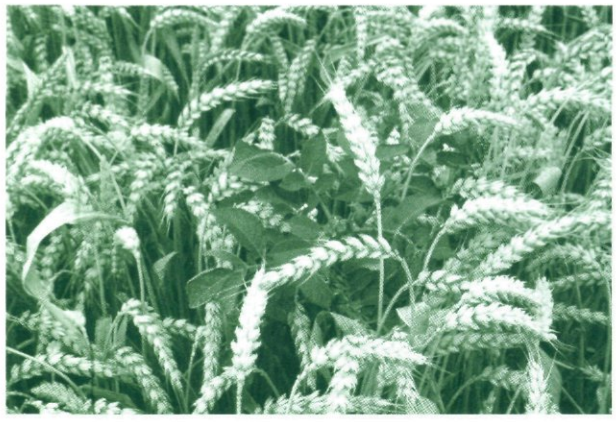
Geïntegreerde ziekte- en plaagbeheersingsstrategie streeft naar het instandhouden van gezonde gewassen als basis voor een goede kwaliteitsproductie. Economisch belangrijke schadeverwekkers worden via preventie en bestrijding beheerst. De randvoorwaarde daarbij is een minimale milieubelasting. De meeste ziekten en plagen op het geïntegreerde bedrijf van het OBS worden op deze wijze goed beheerst. Alleen Rhizoctonia is een probleem. Milieutechnisch worden goede resultaten bereikt.

De ruime vruchtwisseling en uitgekiende vruchtopvolging van het geïntegreerde OBS-bedrijf voorkomen veel problemen met voornamelijk bodemgebonden ziekten en plagen. Om aardappelopslag effectief aan te pakken komen suikerbieten na aardappelen in de vruchtopvolging. Dit draagt bij aan een goede beheersing van zowel aardappencysteaaltjes als Phytophthora. Er wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van rassen die resistent zijn tegen of tolerant voor ziekten en plagen. Ook een goed op de gewasbehoefte afgestemde bemesting speelt een rol bij de ziekten en plaagbeheersing. Een te overdadige bemesting verhoogt vaak de loofmassa, de gevoeligheid voor ziekten en de aantrekkingskracht voor luizen. Is ondanks deze maatregelen toch een bestrijding nodig, dan hebben niet chemische technieken de voorkeur. Denk hierbij aan de bestrijding van de uienvlieg met de steriele mannetjes techniek.
Bij de chemische bestrijding wordt waar mogelijk gewerkt met schadedrempels en beslissingsondersteunende systemen. Ook zaaizaadbehandelingen hebben de voorkeur. Deze geven in een jong gewas vaak een goede bescherming en sparen gewasbespuitingen uit. Essentieel onderdeel van de chemische bestrijding is middelenkeuze. Door rekening te houden met de milieukundige aspecten is veel winst te behalen.

Strategie per gewas

In tabel 1 en tabel 2 is de aanpak per gewas weergegeven. Daarbij is steeds onderscheid gemaakt in preventie en bestrijding. Per (element van de) bedrijfsmethode is de geleverde bijdrage aan de preventie weergegeven. Vervolgens is aangegeven of de bestrijding preventief nodig is, of er gebruik gemaakt wordt van behandeling van het uitgangsmateriaal, of schadedrempels gebruikt worden of dat behandeld wordt bij signalering. Tenslotte is het aantal bespuitingen weergegeven en de daarbij gebruikte middelen. Hieronder wordt de aanpak per gewas verder beschreven.

Pootaardappelen
Nematiciden worden niet gebruikt. Op het proefbedrijf komen aardappelcysteaaltjes alleen in lage aantallen voor. Bij de aaltjesbeheersing spelen preventieve maatregelen (vruchtwisseling, monstername en rassenkeuze) een belangrijke rol. De ruime vruchtwisseling zorgt er voor dat de omvang van de populatie beperkt blijft. In de suikerbieten die na de aardappelen geteeld worden is opslagbestrijding goed mogelijk. Na afloop van iedere teelt vindt er een intensieve strokenbemonstering plaats. Worden er levende cysten gevonden, dan is het mogelijk om bij de volgende aardappelteelt de pootaardappelen te vervangen door consumptieaardappelen. Bij een zeer lichte besmetting kan voorafgaand aan de volgende teelt een nieuwe bemonstering plaatsvinden. Indien deze positief is, kunnen er gewoon pootaardappelen geteeld worden. Op het bedrijf komt vooral *Globodera rostochiensis* (Ro) voor. De geteelde aardappelrassen zijn Cosmos (vatbaar) en Agria (Ro-resistent). Bij een Ro-besmetting wordt Agria geteeld; op AM-vrijen percelen Cosmos.
Beide rassen hebben een goede virusresistentie; bestrijding van niet-persistente virussen is dan ook niet nodig. Bestrijding van het bladrolvirus gebeurt volgens de NAK-adviezen. Gemiddeld vinden er twee (Agria) tot drie (Cosmos) bespuitingen met Pirimor plaats. Er is voor



Een adequate aardappelopslagbestrijding voorkomt problemen met aaltjes en Phytophthora

Pirimor gekozen vanwege zijn selectieve werking; natuurlijke vijanden worden hierdoor gespaard.
Voor de beheersing van Rhizoctonia wordt een aantal preventieve maatregelen genomen. De voorvrucht graan garandeert een goede structuur. Het pootgoed wordt voorgekiemd en na de loofdoding wordt er zo snel mogelijk gerooid. Op deze manier wordt er naar gestreefd het uitgangsmateriaal gezond te houden. Bestrijding van Rhizoctonia gebeurt met behulp van een schadedrempel en een basis puntenstelsel met aanvullende maatregelen die bonuspunten opleveren. Voorafgaand aan de teelt wordt de Rhizoctonia-index vastgesteld. Overschrijdt deze de norm en worden met het puntenstelsel onvoldoende bonuspunten verdient, dan wordt een bestrijding uitgevoerd. Op basis van economische en milieukundige motieven wordt gekozen voor een knolbehandeling met Moncereen. Gemiddeld wordt eens in de vier jaar een behandeling uitgevoerd.
Rassenkeuze is ook essentieel bij de beheersing van *Phytophthora infestans*. De rassen Agria en Cosmos hebben beide een goede knolresistentie. Hierdoor is er zelfs bij een aantasting weinig kans op zieke knollen. Het middel Shirlan staat aan de basis bij de phytophthorabestrijding. Dit (preventieve) middel heeft een lage milieubelasting en een zeer goede werking (zie kader Middelenkeuze Phytophthora. Met name de knolbescherming is zeer goed. Bij de beslissing wel of niet te spuiten zijn beslissingsondersteunende systemen een belangrijk hulpmiddel. De strategie is om met lage doseringen en korte intervallen te werken. Gemiddeld zijn er zes bespuitingen met een gemiddelde dosering van 0,25 l/ha nodig. Andere middelen dan Shirlan zijn nooit ingezet.

Consumptieaardappel
De teeltmaatregelen in consumptieaardappelen komen voor een belangrijk deel overeen met die van pootaardappelen. Hieronder worden alleen de verschillen in strategie en resultaat besproken.
Nematiciden zijn niet ingezet. Bij de luisbestrijding speelt de bestrijding van niet-persistente virussen geen rol. Alleen het toprolvirus wordt bestreden als er aardappeltopluizen aanwezig zijn. Het gewas wordt hier regelmatig op gecontroleerd. Voor de bestrijding van zuigschade wordt een schadedrempel (50 luizen/samengesteld blad) gehanteerd. Gemiddeld wordt er eens in de twee jaar een luisbestrijding met Pirimor uitgevoerd.
Ook in consumptieaardappelen wordt eens in de vier jaar een rhizoctoniabestrijding uitgevoerd.
Bij de phytophthorabestrijding wordt vroeg in het seizoen met een lage dosering van 0,2 l/ha Shirlan gespoten. Na 1 augustus wordt deze verhoogd naar 0,25 l/ha. In totaal zijn er 13 bespuitingen nodig. Ook hier zijn de afgelopen periode (acht jaar !) geen curatieve middelen ingezet.

Suikerbieten
De OBS-proefboerderij was één van de eerste bedrijven in de Noordoostpolder waar Rhizomanie vastgesteld werd. Sindsdien worden tolerante rassen geteeld. Ter voorkoming van aantasting door bietenvlieg, ritnaalden en bladluizen wordt Gaucho-ontsmet zaaizaad gebruikt. Andere ziekten en of plagen spelen hier geen rol. Een bestrijding hoeft dan ook nooit te worden uitgevoerd.

Zaaiuien
Bij de bestrijding van de uienvlieg wordt gebruik gemaakt van de steriele mannetjes techniek. Hierdoor kan de inzet van insecticiden achterwege blijven. Bladvlekkenziekte en valse meeldauw zijn de belangrijkste schimmelziekten. Voor bladvlekkenziekte wordt gebruik gemaakt van een schadedrempel (10 lesies/25 bladeren); valse meeldauw wordt preventief bestreden. Tegen bladvlekkenziekte wordt Shirlan ingezet; tegen valse meeldauw Kenbyo-mix. Gemiddeld worden er zeven tot acht bespuitingen uitgevoerd waarvan drie met Kenbyo-mix. Sinds midden jaren negentig is de druk van valse meeldauw sterk toegenomen en een jaarlijks terugkerend probleem.

Winterpeen
Bij de bestrijding van wortelvlieg wordt gebruik gemaakt van geleide bestrijding. Signalering vindt plaats met plakvallen. Zodra de schadedrempel overschreden wordt volgt een bespuiting. Gemiddeld zijn er twee bespuitingen met dimethoaat nodig. De schimmelziekte Alternaria wordt bestreden zodra de eerste aantasting waargenomen wordt. In drie van de vier jaar wordt een bespuiting met Rovral uitgevoerd.

Wintertarwe
Ook bij de luisbestrijding in wintertarwe wordt een schadedrempel gehanteerd. Hiervoor worden er regelmatig tellingen verricht. De hoogte van de schadedrempel is afhankelijk van het stadium van het gewas. In de helft van de jaren is een bespuiting met Pirimor noodzakelijk. Ook hier is voor Pirimor gekozen vanwege zijn selectieve werking. Tegen afrijpingsziekte wordt ieder jaar één keer met Allegro gespoten.

Resultaten en perspectieven

Het resultaat van de plaagbestrijding was steeds uitstekend. Ook de ziektebestrijding was doorgaans effectief. Alleen de strategie voor de beheersing van Rhizoctonia heeft niet altijd afdoende gewerkt. In sommige jaren leverde een te zware aantasting door Rhizoctonia het nodige extra sorteerwerk op. De gehanteerde schadedrempels liggen te hoog. Aanpassing van het systeem van geleide bestrijding is hier wenselijk.

Door steeds van de meest milieuvriendelijke middelen gebruik te maken en snel in te spelen op nieuw toegelaten middelen is de totale milieubelasting van de ziekte en plaagbeheersing zeer gering.

De bijdrage van de gebruikte insecticiden aan de milieubelasting op bedrijfsniveau is nihil. Alleen Pirimor en Karate (één keer ingezet tegen vuilboomluis in consumptieaardappelen) veroorzaken overschrijdingen van de streefwaarde voor MBP-waterleven (Karate) en MBP-bodemleven (Pirimor).

De bijdrage van fungiciden aan de emissie naar de lucht is ongeveer 50%; naar het grondwater 33%, naar de bodem slechts 17%. Op bedrijfsniveau zijn echter de doelstellingen voor BRI-lucht en -grondwater gehaald. Voor de bodem geldt dit niet. Vele middelen dragen hieraan bij. Alleen Shirlan draagt meer dan 10% bij aan de overschrijding van de streefwaarde van BRI-bodem.

De laatste jaren zijn enkele instrumenten ontwikkeld om de toepassing te ondersteunen. GEWIS geeft nuttige informatie over het optimale spuitmoment. Ook dat kan een (beperkte) bijdrage leveren aan het nog verder terugdingen van het middelengebruik.

Ook zijn de laatste tijd een aantal nieuwe middelen toegelaten. Deze kunnen in een aantal gevallen een positieve bijdrage leveren aan het nog verder optimaliseren van de strategie.

Tabel 1. Strategie ziektebestrijding en resultaten

Gewas	Ziekte	Preventie				Bestrijding				
		Vrucht-wisseling	Bemesting	Uitgangs-materiaal	Rassen-keuze	Preven-tief	Schade-drempel	Bestrijden na signalering	Aantal bespui-tingen	Middel
Aardappel	Rhizoctonia	X	-	X	-	-	X	-	0,5	Moncereen
	Phytophthora	X	X	X	X	X	-	-	6(Pa),13 (Ca)	Shirlan
Suikerbiet	Rhizomanie	-	-	-	X	-	-	-	0	n.v.t.
Zaaiuien	Bladvlekken-ziekte	-	X	-	-	-	X	-	4,5	Shirlan
	Valse meeldauw	X	X	-	-	X	-	-	3	Kenbyo mix
Winterpeen	Alternaria	X	-	-	X	-	-	X	1	Rovral
Wintertarwe	Afrijpingsziekten	-	X	-	X	X	-	-	1	Allegro

X = speelt een rol en/of wordt gebruikt

Tabel 2. Strategie plaagbestrijding en resultaten

Gewas	Plaag	Preventie		Bestrijding					
		Vrucht-wisseling	Rassen-keuze	Zaadbe-handeling	Preven-tief	Schade-drempel	Bestrijden na signal.	Aantal bespuitingen	Middel
Aardappel	Cystenaaltje	X	X	-	-	-	-	0	n.v.t.
	Niet-persistente virussen	-	X	-	-	-	X	0	n.v.t.
	Persistente virussen	-	X	-	-	-	X	1,5(Pa)	Pirimor
	Overige bladluizen	-	-	-	-	X	-	1(Pa), 1(Ca)	Pirimor
Zaaiuien	Uienvlieg	-	-	-	-	-	-	0	n.v.t.
Winterpeen	Wortelvlieg	X	-	X	-	X	-	2	dimethoaat
Wintertarwe	Bladluizen	-	-	-	-	X	-	0,5	Pirimor

X= speelt een rol en/of wordt gebruikt

Middelenkeuze Phytophthora

Bij de phytophthorabestrijding in aardappelen kan gebruik gemaakt worden van middelen met contactwerking en middelen die daarnaast ook translaminair of systemisch werken. De milieukundige effecten van deze middelen zijn zeer verschillend (zie tabel). Alleen Shirlan en het nieuwe middel Ranman scoren goed; zeker in het geval van het OBS waar door de grote teeltvrije zone de drift lager is dan in onderstaande tabel is aangegeven.
Vandaar dat de op het proefbedrijf ontwikkelde strategie het gebruik van andere middelen dan Shirlan (of Ranman) zoveel mogelijk beperkt. Tevens is op basis van ervaringen de dosering verlaagd naar 0,2 tot 0,25 l/ha.

De strategie voor de beheersing van Rhizoctonia was niet altijd voldoende

Middel	Werking	Dosering	Blootstellings Risico-index			Milieu Belastings Punten	
			Lucht	Grondwater	Bodem	Waterleven	Bodemleven
Mancozeb	Contact	3	0,20	0,33	10	12	0
Maneb 80	Contact	3	0,36	0,59	194	106	55
Maneb tin	Contact	2	0,13	0,16	62	997	30
Shirlan	Contact	0,35	0,09	0,00	27	28	8
Ranman	Contact	0,2	0,00	0,00	1	28	1
Brestan super	Contact + translaminair	0,45	0,05	0,02	16	1073	19
Aviso	Contact + translaminair	2,5	0,09	0,35	2	11	0
Curzate M	Contact + translaminair	2,25	0,24	0,38	11	14	0
Tatto-C	Contact + systemisch	2,7	0,10	0,97	94	124	623

= een overschrijding van de streefwaarde
Dosering in l/ha; Lucht in kg a.s./ha; Grondwater in ppb; Bodem in kg dagen/ha

Arjan Dekking

Voorjaarstoepassing drijfmest loont

Langjarig onderzoek op de zware zavelgrond van de OBS-proefboerderij in Nagele heeft aangetoond dat dierlijke mesttoepassing in het voorjaar leidt tot hogere opbrengsten en een beter financieel rendement. De negatieve milieugevolgen zijn minimaal. Voorjaarstoepassing bleek tevens technisch goed uitvoerbaar en inpasbaar in het bedrijfssysteem.

Op het experimentele bedrijf van het OBS werd van 1991 tot 2000 onderzoek gedaan naar de langjarige effecten van verschillende bemestingsystemen. Een systeem gebaseerd op kunstmest (genoemd kunstmest) werd vergeleken met een systeem dat de toepassing drijfmest in het voorjaar in de bemestingsstrategie heeft ingepast (genoemd drijfmest). Daarbij is gekeken naar de effecten op de kwaliteitsproductie, het milieu, de bodemvruchtbaarheid en de rentabiliteit. Aan toepassing van dierlijke mest op kleigrond in het najaar kleven nogal wat milieutechnische bezwaren. In de praktijk wordt echter nog weinig mest in het voorjaar uitgereden voornamelijk vanwege de vermeende risico's op structuurschade. Daarom had het onderzoek tevens tot doel om meer inzicht te krijgen in de technische uitvoerbaarheid van dierlijke mesttoepassing in het voorjaar. De bemestingsstrategie die op het geïntegreerde bedrijf gevolgd wordt komt overeen met die van de experimentele drijfmest variant.

Tabel 1. Gebruikte stikstofbemestingsadviezen

Gewas	Bemestingsniveau	Opmerkingen
Pootaardappel	120 – 0,6 * N-min	
Consumptieaardappel	220 – N-min	Aanvullend bladsteeltjesmethode
Suikerbiet	190 – 1,7 * N-min	
Zaaiui	1e gift 30 + 2e gift 140 – N-min	Basisgift voor het zaaien, aanvulling in 3 blad stadium
Witlof	0 +	NBS op basis van analyses aan de pen
Wintertarwe	230 – N-min	In drie giften
Zomergerst	100 – N-min	

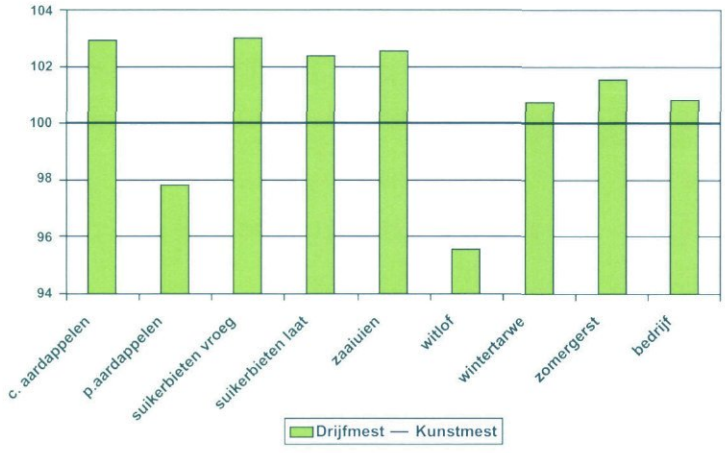
Opzet van het onderzoek

De percelen op het experimentele bedrijf zijn gemiddeld 2,8 ha groot. Ieder perceel is opgesplitst in een kunstmestdeel en een drijfmestdeel. Als dierlijke mestsoort wordt kippendrijfmest ingezet; als kunstmeststoffen worden kalkammonsalpeter, tripelsuperfosfaat en kali-60 gebruikt. De dierlijke mest wordt tijdelijk opgeslagen in een mestzak op het bedrijf en vlak voor de poot- of zaaibedbereiding (emissiearm) aangewend met een 12 m brede sleepslangenmachine. Na het uitrijden van de mest wordt deze direct ingewerkt. Bij de voorjaarstoepassing van dierlijke mest wordt gerekend met een werkingscoëfficiënt van 60%. De fosfaat- en kalikunstmest wordt in het najaar toegediend.

Bij de fosfaat- en kalibemesting wordt evenwichtsbemesting toegepast. Dat betekent dat bij een bodemvruchtbaarheid binnen het streeftraject (Pw 20-30, K-getal 18-29), de aanvoer van fosfaat en kali gelijk is aan de afvoer. In de dierlijke mest variant vindt de fosfaat- en kali-aanvoer zoveel mogelijk plaats uit dierlijke mest. In principe krijgen alleen de aardappelen en suikerbieten drijfmest. In een enkel geval (eens in de vier jaar) krijgt ook de wintertarwe een kleine gift. Hiermee wordt vrijwel volledig in de benodigde fosfaataanvoer voorzien. De drijfmestgift varieert in afhankelijkheid van het gewas tussen de 10 en 18 m3. Dat is equivalent met 90-170 kg stikstof/ha en dus met 55-100 kg werkzame stikstof/ha. De rest wordt aangevuld met stikstof uit kunstmest. In de kunstmestvariant vindt de aanvoer vanzelfsprekend plaats via kunstmest. Ook hier wordt de fosfaat- en kalikunstmest voornamelijk voorafgaand aan de aardappelen en suikerbieten gegeven. Voor beide systemen is de stikstofbemesting gebaseerd op de gangbare bemestingsadviezen (tabel 1). Waar mogelijk worden bijbemestingssystemen gebruikt (consumptieaardappelen, witlof en zaaiuien).

Kwaliteitsproductie

Tussen de fysieke opbrengsten van de gewassen zijn er kleine verschillen (tabel 2 en figuur 1). Hoewel ze zeer klein zijn komen ze wel in de meeste jaren voor. De drijfmestvariant gaf gemiddeld 1% meer opbrengst. Consumptieaardappelen, suikerbieten en zaaiuien gaven een hogere opbrengst in de drijfmestvariant. Bij de granen waren de verschillen minimaal. De pootaardappelen en de witlof gaven in de met kunstmest bemeste variant een hogere opbrengst. Kennelijk komt de stikstof uit dierlijke mest voor een vroeg gewas als pootaardappelen te laat beschikbaar. Ook bij witlof scoort de kunstmestvariant in nagenoeg alle jaren hoger dan de drijfmestvariant. Wel was in alle jaren het aantal afgeleverde pennen voldoende. Gemiddeld over de jaren waren er bij geen van de gewassen verschillen in kwaliteit en/of sortering. De fysieke opbrengsten liggen op een niveau dat vergelijkbaar is met de LEI-bedrijven in Flevoland.



Figuur 1. Relatieve fysieke opbrengsten van de drijfmestvariant ten opzichte van kunstmest (kunstmest = 100)

Tabel 2. Fysieke opbrengsten (ton/ha)

	Drijfmest	Kunstmest
Consumptieaardappel	60,1	58,4
Pootaardappel	35,4	36,5
Suikerbieten-vroeg*	9,9	9,6
Suikerbiet-laat*	12,0	11,7
Zaaiui	52,6	51,3
Witlof	36,6	38,3
Wintertarwe	9,1	9,1
Zomergerst	7,1	7,0

*Opbrengst in kg suiker/ha

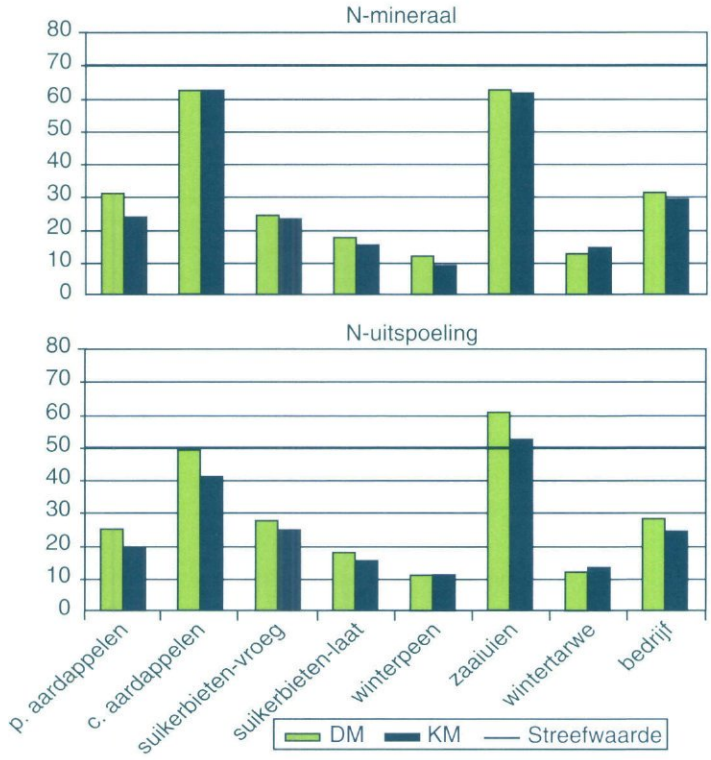
Schoon milieu

De berekende stikstofoverschotten zijn in beide varianten zeer laag en voor stikstof in Minas-termen zelfs negatief (tabel 3). De met drijfmest bemeste variant kent logischerwijs een hoger stikstofoverschot omdat slechts een deel van de stikstof in de mest direct beschikbaar is. De overschotten van fosfaat en kali zijn laag en liggen voor fosfaat op een vergelijkbaar niveau. Het kali-overschot in de kunstmestvariant is hoger. Dit komt door een verschil in benodigde reparatiebemestingen.
Beide bemestingssystemen voldoen ruim aan de streefwaarden voor N-min najaar en de stikstofuitspoeling De relatie tussen deze twee maatstaven is zeer goed (zie figuur 2). Dit goede resultaat wordt mede bereikt door het maximaal inzetten van groenbemesters. Consumptieaardappelen en zaaiuien hebben een hoge N-min in het najaar en een bijbehorende hoge uitspoeling. Consumptieaardappelen benutten de aangeboden slecht. Een hoge N-min is 'normaal'. Uien stoppen reeds rond 1 augustus met stikstofopname en wortelen ondiep. De uit mineralisatie vrijkomende stikstof kan vaak niet meer gevangen worden door de (te) late zaai van de groenbemester. Alleen bij zaaiuien wordt de streefwaarde voor stikstofuitspoeling overschreden. Zowel de N-min najaar als de stikstofuitspoeling zijn in de drijfmestvariant hoger dan in de kunstmestvariant; 6 respectievelijk 15%.

Tabel 3. Mineralenbalansen (kg/ha)

	N		P_2O_5		K_2O	
	Kunstmest	Drijfmest	Kunstmest	Drijfmest	Kunstmest	Drijfmest
Aanvoer kunstmest	120	72	72	13	220	156
Aanvoer dierlijke mest	0	81	0	63	0	47
Aanvoer depositie	38	38	3	3	8	8
Totaal	158	191	75	79	228	211
Afvoer	141	143	60	61	176	178
Berekend overschot	17	48	15	18	52	33
Minas-overschot*	-45	-13	-65	-2	-	-

* exclusief depositie en gerekend met een forfaitaire afvoer van 165 kg stikstof en 65 kg fosfaat



Figuur 2. N-mineraal najaar (kg/ha, 0-100 cm) en stikstofuitspoeling (mg nitraat/l) per gewas

Duurzaam beheer productie-middelen

Bij de bemesting is handhaving van de bodem-vruchtbaarheid binnen het streeftraject (Pw 20-30; K-getal 18-29) het uitgangspunt. Gedurende de eerste rotatie (1992 tot en met 1995) is bemest op evenwichtsprincipe (aanvoer = afvoer). De Pw daalde als gevolg hiervan in beide varianten sterk (figuur 4). Daarom werd besloten om met ingang van 1996 de evenwichtsbemesting te verhogen met 20 kg fosfaat/ha (zogenaamd onvermijdbaar verlies). Gedurende de tweede rotatie (1996 tot en met 1999) herstelde de Pw zich en kwam boven het streeftraject uit. Vanaf 2000 is deze extra bemesting verlaagd naar 10 kg/ha. De Pw daalt vervolgens weer. Om de Pw in het streeftraject te houden is een onvermijdbaar verlies nodig op deze zavelgrond van tussen de 10 en 20 kg fosfaat.

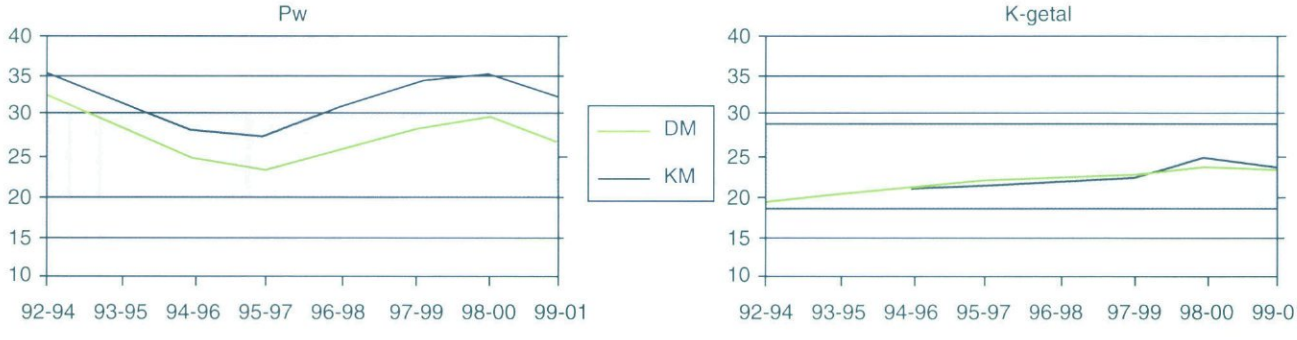
Ook bij kali is evenwichtsbemesting altijd het uitgangspunt geweest. Hier werd echter direct 40 kg/ha extra gegeven vanwege de te verwachten uitspoeling (onvermijdbaar verlies). Het K-getal heeft zich gedurende de hele onderzoeksperiode binnen het streeftraject bevonden, al is een stijgende tendens waar te nemen (figuur 4).

In de drijfmestvariant wordt door aanvoer van dierlijke mest jaarlijks 250 kg meer organische stof/ha aangevoerd dan in de kunstmestvariant. Dit resulteert na tien jaar in 0,1% meer organische stof in de bouwvoor (KM 2,7%; DM 2,8 %). Uit figuur 5 blijkt dat in beide gevallen de aanvoer van organische stof onvoldoende is geweest om het organische stof gehalte op peil te houden. Dit terwijl op basis van de standaard respiratie van organische stof van 2% de organische stof aanvoer in de drijfmestvariant voldoende zou moeten zijn om het organische stof gehalte te handhaven. Blijkbaar is de respiratie op deze jonge gronden met relatief veel jonge organische stof hoger dan altijd aangenomen wordt.

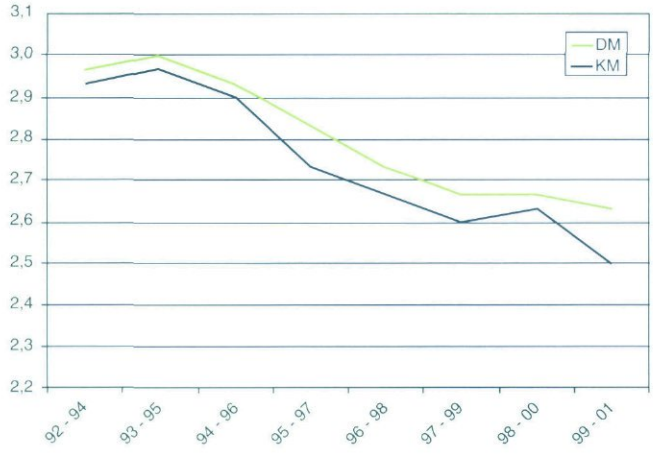
Financieel resultaat

Verschillen in financieel resultaat worden veroorzaakt door verschillen in opbrengst en kosten ten gevolge van de bemestingsstrategie. Denk hierbij aan besparingen op kunstmest en kosten voor het uitrijden van dierlijke mest. In deze studie is uitgegaan van gratis levering van drijfmest exclusief het uitrijden in loonwerk.

Vanwege de hogere fysieke opbrengst is de bruto geldopbrengst van de drijfmestvariant hoger dan die van de kunstmest variant. Door de besparing op kunstmest zijn bij de drijfmestvariant bovendien de toegerekende kosten lager. Dit resulteert in een bouwplansaldo dat ongeveer € 100 /ha hoger is. De niet toegerekende kosten zijn met name vanwege de hogere loonwerkkosten iets hoger in de drijfmestvariant. Het verschil in netto bedrijfsresultaat is nog steeds € 88 /ha in het voordeel van de drijfmestvariant.



Figuur 4. Verloop van de Pw en het K-getal gedurende de onderzoeksperiode (3 jarig voortschrijdend gemiddelde)



Figuur 5. Verloop van het organische stofgehalte (%) gedurende de onderzoeksperiode (3 jarig voortschrijdend gemiddelde)

Uitvoerbaarheid

Toepassing van dierlijke mest in het voorjaar is alle jaren goed uitvoerbaar gebleken. Om flexibel met dierlijke mest om te kunnen gaan is ook opslag op het eigen bedrijf noodzakelijk gebleken. Het gebruik van een machine met een grote werkbreedte (sleepslangen machine) is noodzakelijk om voldoende capaciteit te verwezenlijken en zo min mogelijk structuurschade te veroorzaken. Dit type machine komt langzamerhand weer wat breder beschikbaar. Problemen tijdens het uitrijden of structuurschade later in het gewas zijn nooit geconstateerd. Kleine visuele verschillen in gewasstand zijn nooit de oorzaak geweest van grote opbrengstverschillen.

Tabel 4. Overzicht van de bedrijfsresultaten (€/ha)

	Drijfmest	Kunstmest
Bruto geldopbrengst	4.704	4.684
Toegerekende kosten	1.722	1.804
Bouwplansaldo	2.982	2.880
Niet toegerekende kosten		
Arbeid	832	834
Machines en werktuigen	810	810
Loonwerk	361	344
Grond en gebouwen	1.367	1.363
Overige kosten	210	214
Totaal	3.579	3.565
Netto bedrijfsresultaat	**- 597**	**- 685**

De sleepslangmachine: grote capaciteit en nauwelijks structuurschade

Perspectief

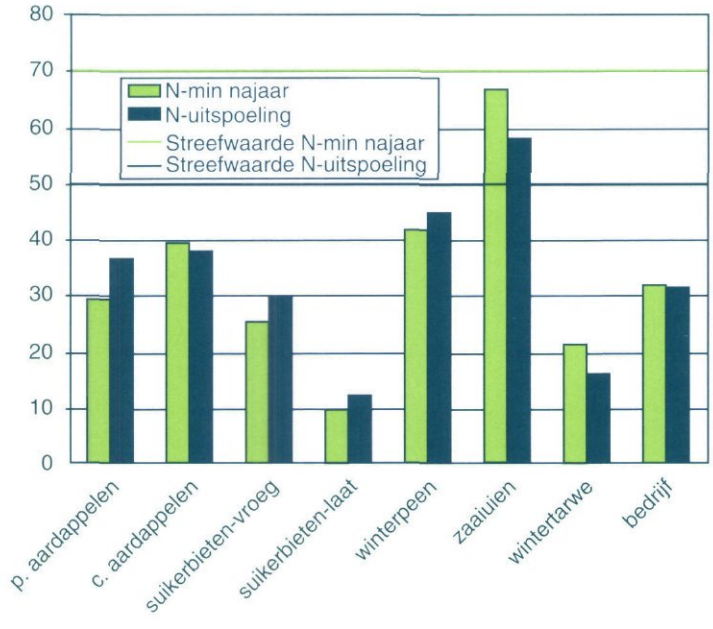
Toepassing van dierlijke mest geeft bij de meeste gewassen een lichte verhoging van de opbrengst. Met name hierdoor is er tevens sprake van financieel voordeel. Ondanks een hoger stikstofoverschot bij toepassing van drijfmest in het voorjaar is er slechts een minimale verhoging van de stikstofuitspoeling waar te nemen. Handhaving van de bodemvruchtbaarheid is zowel met dierlijke mest als met kunstmest goed uitvoerbaar. Toepassing van dierlijke mest in het voorjaar is op zware zavelgrond dus zowel vanuit economisch als vanuit milieukundig gezichtspunt zeer aantrekkelijk.
De bemestingsstrategie die op het geïntegreerde bedrijf gevolgd wordt komt overeen met die van de experimentele drijfmest variant. Met dezelfde milieutechnische gevolgen. Uit de gegevens in het kader Mineralenbalans geïntegreerd systeem blijkt dat de verschillen tussen de twee bedrijven minimaal zijn.

Stikstofuitspoeling bleef zowel in de drijfmest als in de kunstmestvariant onder de streefwaarde

De geïntegreerde bemestingsstrategie levert dus zowel economisch, agronomisch als milieutechnisch uitstekende resultaten. De gemeten nitraatconcentraties in het drainwater zijn relatief laag. De relatie tussen de N-min najaar en de resulterende uitspoeling is zelfs uitstekend. Daarbij blijkt de hoogte van de streefwaarde (70 kg stikstof/ha) inderdaad te corresponderen met de 50 mg nitraat/l grens voor drinkwater. Dat is voor een groot deel te 'danken' aan de geringe 'oncontroleerbare' pool van organisch gebonden stikstof die in de late herfst nog zou kunnen mineraliseren. Er zijn geen herfst toepassingen van mest en een beperkt aantal onbemeste groenbemesters. Deze nemen de laatste stikstof nog op, worden laat ingewerkt en hebben een wat hoger C/N verhouding. De vertering komt pas veel later op gang.
Het onderzoek op het OBS laat zien dat op deze gronden top opbrengsten gepaard kunnen gaan met topprestaties op milieuterrein.

Mineralenbalans geïntegreerd systeem

Ook op het geïntegreerde bedrijf maakte voorjaarstoediening deel uit van de bemestingsstrategie. Deze is vergelijkbaar met die van het experimentele drijfmest systeem. De verschillen in de mineralenbalans (zie tabel) zijn voor een belangrijk deel te wijten aan verschillen in het bouwplan. De aanvoer van stikstof uit kunstmest is op het geïntegreerde bedrijf bijvoorbeeld hoger doordat hier alleen maar wintertarwe als graan geteeld wordt. Op het experimentele bedrijf is dit 50% wintertarwe en 50% zomergerst. Wintertarwe heeft een veel hogere stikstofbehoefte dan zomergerst. De hogere kali-aanvoer komt met name door verschil in reparatiebehoefte. Ook op het geïntegreerde bedrijf wordt aan alle streefwaarden voldaan. De N-min najaar is nagenoeg gelijk; 31 kg/ha op experimenteel drijfmest en 32 kg/ha op geïntegreerd. De stikstofuitspoeling (zie figuur) is met 31 ppm nitraat geïntegreerd net iets hoger dan bij experimenteel drijfmest met 28 ppm nitraat. Dit verschil wordt vooral veroorzaakt door de winterpeen die alleen op geïntegreerd geteeld wordt.



	N	P_2O_5	K_2O
Aanvoer			
Kunstmest	95	15	178
Dierlijke mest	78	61	45
Depositie	38	3	8
Totaal	211	79	231
Afvoer	149	68	187
Berekend overschot	62	11	44
Minas-overschot*	8	-4	-

* exclusief depositie en gerekend met een forfaitaire afvoer van 165 kg stikstof en 65 kg fosfaat

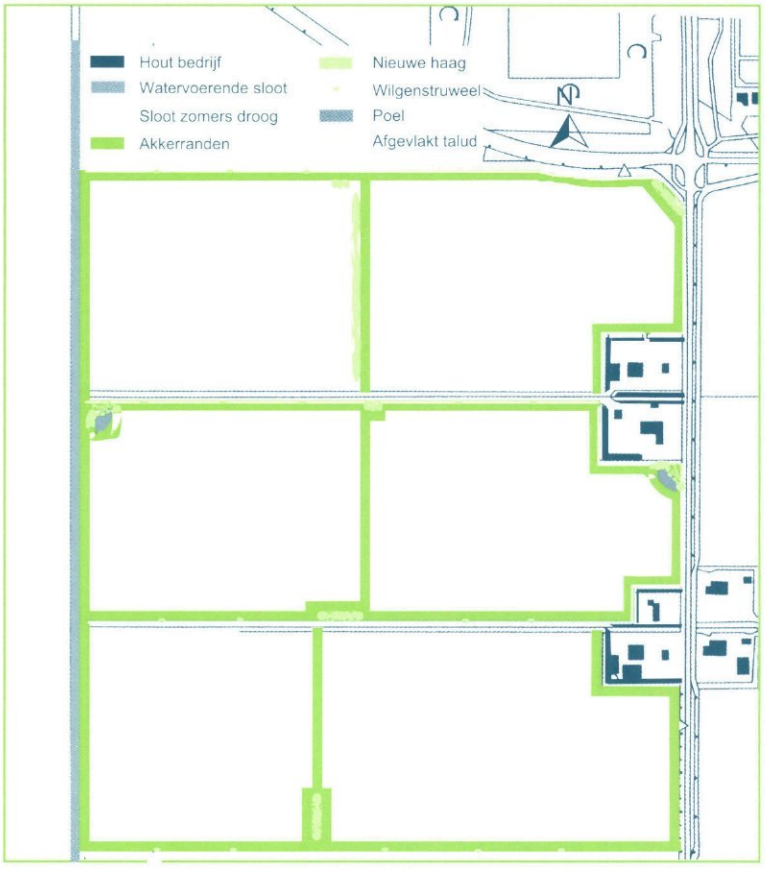
Gerko Hopster

Agrarisch natuurbeheer op het OBS, resultaten van 10 jaar monitoren

Sinds 1992 loopt op het OBS onderzoek naar agrarisch natuurbeheer. Er zijn akkerranden aangelegd en verbreed, hagen en bosjes geplant en poelen gegraven. Ook het beheer van natuur- en landschapselementen is aangepast. Om de ontwikkelingen te volgen vindt jaarlijks monitoring van de vegetatie plaats. Hieruit is gebleken dat in vijf jaar tijd een bloemrijke vegetatie kan worden ontwikkeld die de jaren daarna stand houdt.

Akkerbouwbedrijven in de Noordoostpolder kennen van oorsprong weinig natuur in de randen. Om het agrarisch landschap beter toegankelijk te maken voor flora en fauna is het noodzakelijk ze een eigen infrastructuur te geven. Op die manier kunnen ze zich beter door het landschap verplaatsen. Op bedrijfsniveau kan hiertoe een netwerk van natuur- en landschapselementen worden aangelegd. Dit netwerk bestaat veelal uit lijnvormige elementen zoals sloten, hagen en akkerranden.

In 1992 is in het kader van het innovatieproject 'Ecologische Akkerbouw en Groenteteelt' (Vereijken et al., 1998) op het OBS gestart met de inrichting van het biologische deel van het bedrijf (24ha). Het beheer van natuur- en landschapselementen werd aangepast en de ontwikkelingen werden door middel van monitoring gevolgd. In 1998 is dit onderzoek geïntegreerd in het project 'Agrarisch natuurbeheer' dat op vier proefbedrijven van PPO-agv van start ging. De inspanningen werden uitgebreid naar het hele OBS (72 ha), het beheer werd verder geoptimaliseerd en het meetprogramma uitgebreid.



Figuur 1. Kaart met de uitgevoerde inrichtingsmaatregelen op het OBS

Inrichtingsmaatregelen OBS

Op het hele bedrijf (72ha) zijn inrichtingsmaatregelen uitgevoerd (figuur 1) en verschillende elementen aangelegd (akkerranden, hagen, wilgenbosjes en poelen). Ook is een aantal sloottaluds afgevlakt.

Akkerranden

Akkerranden vergroten de hoeveelheid en kwaliteit van natuur op het bedrijf en reduceren vermesting en drift vanuit de akker naar de sloot. De randen zijn een nuttige invulling van teeltvrije zones en tevens een biotoop voor natuurlijke vijanden van plaaginsecten. Akkerranden creëren verbindingen voor zowel flora als fauna tussen aanwezige biotopen (houtwallen, bosjes) en geven dekking aan kleine zoogdieren en vogels.

In 1992 zijn op het biologische deel van het bedrijf akkerranden van 1,5 meter breed aangelegd en ingezaaid met een gras/klaver/bloemenmengsel. In 1995 zijn deze randen verbreed naar drie meter en zijn over de rest van het

Figuur 2. De poel in het 1e, 2e en 3e jaar na aanleg

bedrijf (geïntegreerd) ook 1,5 meter brede akkerranden aangelegd. Hierbij is een grassenmengsel ingezaaid.
In 1998 zijn in het kader van het project 'Agrarisch natuurbeheer' alle akkerranden verbreed tot 4,5 meter en met een grassenmengsel ingezaaid. Hierdoor werd het mogelijk om aan de akkerkant op de randen te rijden en het overige deel van de akkerranden onbereden te laten. In totaal is ruim 2,5 ha akkerrand aanwezig op het bedrijf.

Sloottaluds
In 1998 zijn de taluds van een aantal sloten op het bedrijf geherprofileerd. De taluds zijn afgegraven (hellingshoek verflauwd tot 45°) en ingezaaid met een bermenmengsel (vnl. roodzwenkgrassen). Verflauwde sloottaluds hebben een hogere natuurwaarde, omdat de overgang van nat naar droog geleidelijker is.

Poelen
In 1999 is aan de oost- en westzijde van het bedrijf een poel gegraven (figuur 2). Met de vrijgekomen grond is aan de noordzijde van de poelen een wal aangelegd. De wal is verticaal afgestoken om deze aantrekkelijk te maken voor oeverzwaluwen. Poelen zijn waardevol voor zowel flora als fauna. Waterplanten en moerasplanten kunnen zich in en langs het water ontwikkelen en hoger op de taluds groeien soorten van drogere omstandigheden. Wat fauna betreft zijn de poelen interessant voor amfibieën (o.a. kikkers), vogels (o.a. rietvogels) en insecten (o.a. libellen). Er zijn inmiddels kikkers aanwezig in de poelen.

Houtaanplant
Op het bedrijf zijn in 2000 verschillende (inheemse) houtige elementen aangeplant: 6 hagen (3x50m, 2x25m en 1x280m) (figuur 3), 17 wilgenbosjes langs de slootkanten en beplanting langs de poelen. De wilgenbosjes bestaan uit schiet-, kat- en amandelwilg. Langs de poelen zijn ook nog hazelaar, wilde lijsterbes, Gelderse roos, rode kornoelje en sleedoorn aangeplant. De hagen bestaan uit dezelfde soorten struiken als langs de poelen aangevuld met gewone vlier, egelantier, kardinaalsmuts en wegedoorn.
Het doel van de aanplant was het creëren van houtige biotopen terwijl de wilgenbosjes als stapstenen in het houtige netwerk dienen. Bij de soortkeuze is rekening gehouden met de bloeiperiode van de verschillende soorten om van het vroege voorjaar tot de nazomer bloei op het bedrijf te hebben en met de waardplantstatus voor schadelijke insecten

Beheermaatregelen

Na de aanleg van natuur- en landschapselementen moet goed beheer plaatsvinden. Daardoor kan de ontwikkeling gestuurd worden.

Akkerranden
De akkerranden worden niet bemest en er vindt geen chemische onkruidbestrijding plaats. De randen worden twee maal per jaar gemaaid. Het maaisel wordt afgevoerd. Sinds 1998 zijn de maaitijdstippen vastgesteld op eind mei en begin september. De eerste keer later maaien leidt tot teveel verstikking van de vegetatie. Op deze wijze kan maximaal verschraald worden met behoud van de vegetatie. Het doel van het verschraalbeheer is de ontwikkeling van bloemrijk grasland (figuur 4).

Slootkanten
Sinds 1992 worden de sloten rond het biologische deel van het bedrijf twee maal per jaar gemaaid, waarbij het maaisel wordt afgevoerd. Sinds 1995 is dit beheer ook op de overige sloten gelegd. Sinds1998 worden alle slootkanten tegelijkertijd met de akkerranden gemaaid (eind mei en

Figuur 3. Jonge haag 1 jaar na aanplant

begin september). Het doel van het verschraalbeheer is het ontwikkelen van bloemrijk grasland. Tijdens de eerste maaibeurt blijven nu enkele dauwbraamstruwelen en rietkragen overstaan om broed-, nest- en schuilgelegenheid te bieden aan fauna. Tijdens de tweede maaibeurt blijven alleen de rietkragen overstaan.
In de jaren 1992-1995 is op het biologische deel van het bedrijf in de slootkanten zaad van verschillende soorten kruiden uitgestrooid om de ontwikkeling van een bloemrijke vegetatie te versnellen. In de periode 1995-2001 is incidenteel op enkele plekken op het geïntegreerde deel van het bedrijf zaad verspreid dat afkomstig was van soorten uit het biologische deel.

Poelen
In het najaar van 2001 is voor het eerst onderhoud gepleegd aan de poelen. Beide poelen zijn geschoond met een maaikorf. Hierbij is ongeveer de helft van de vegetatie uit de poelen verwijderd.

Houtaanplant
De nieuwe houtige elementen op het bedrijf worden, als dat nodig is, in de wintermaanden teruggezet. Het snoeimateriaal wordt gebruikt voor een takkenwal. De bestaande houtwallen rond het erf zijn gedund, waarna enkele bomen en struiken zijn bijgeplant.

Monitoring

In 1992 werd een doelsoortenlijst opgesteld die bestaat uit wilde planten met een aantrekkelijke bloeiwijze voor mens en dier. Het voorkomen van die soorten werd gevolgd door in acht secties op het biologische deel van het bedrijf enkele malen per jaar de aanwezigheid vast te stellen. Een sectie is 100 meter lang en omvat een slootkant en de aangrenzende akkerrand. Sinds 1998 is ook het geïntegreerde deel van het bedrijf (16 secties) gevolgd op doelsoorten. Het totaal aantal doelsoorten (diversiteit) en het gemiddeld aantal doelsoorten per sectie is vastgesteld (verdeling over systeem). Hierbij is onderscheid gemaakt tussen soorten die spontaan voorkomen en soorten die gezaaid zijn. De streefwaarde voor het aantal doelsoorten per sectie was minimaal 25 en voor het totaal aantal doelsoorten minimaal 50 (Vereijken et al., 1998). Wanneer alle doelsoorten homogeen over de systemen zouden zijn verspreid, zou de streefwaarde voor het aantal soorten per sectie 50 moeten zijn. Dit is echter niet reëel omdat er verscheidenheid in groeiomstandigheden bestaat (nat-droog, zon-schaduw).

Figuur 4. Bloemrijke slootkant met ernaast een akkerrand op het OBS

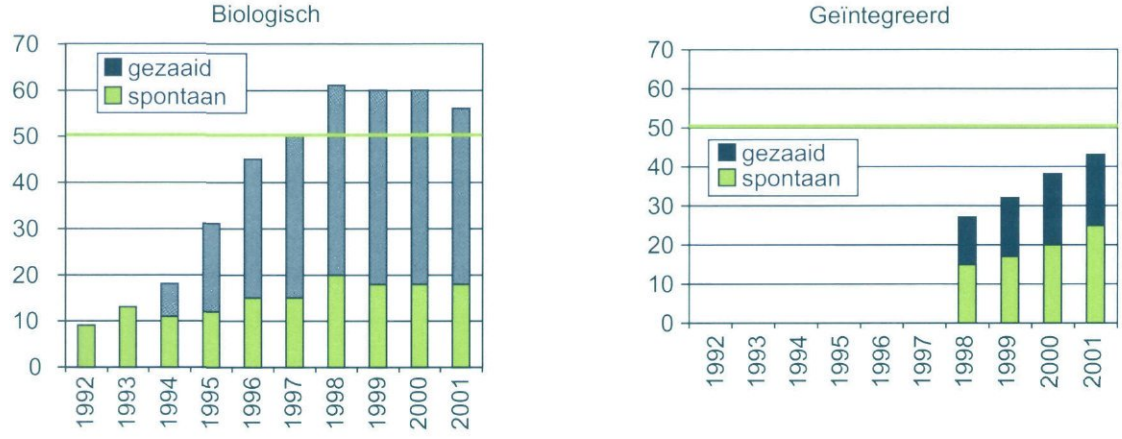
Resultaten en discussie

Het totaal aantal doelsoorten in het biologische systeem nam na 1992 meteen sterk toe (figuur 5). De streefwaarde (50 doelsoorten) werd na 5 jaar al gehaald. Er was toen al sprake van een vervijfvoudiging van het aantal doelsoorten. De toename van het aantal doelsoorten hield aan tot en met 1998 en werd vooral veroorzaakt door het zaaien van doelsoorten. Na 1998 liep het totaal aantal soorten licht terug. De afname in 2001 werd veroorzaakt door het verdwijnen van enkele gezaaide soorten. Waarschijnlijk waren de omstandigheden voor deze soorten niet goed genoeg om zich te handhaven.
In het geïntegreerde deel van het bedrijf nam het totaal aantal soorten vanaf het begin van de monitoring sterk toe. De toename van het aantal gezaaide soorten is deels veroorzaakt door het incidenteel verspreiden van zaden afkomstig van soorten uit het biologische deel en deels door natuurlijke verspreiding. De streefwaarde (50 doelsoorten) is nog niet bereikt maar wordt misschien in 2002 voor het eerst gehaald.
Het gemiddeld aantal doelsoorten per sectie liet in het biologische deel een sterke toename zien in de periode 1994-1998 (figuur 6). De streefwaarde (25) werd na zes jaar voor het eerst gehaald. Het gemiddeld aantal doelsoorten per sectie was al meer dan verachtvoudigd.
Het gemiddeld aantal doelsoorten in het geïntegreerde deel nam eveneens sterk toe vanaf de start van de monitoring. De streefwaarde is nog niet gehaald, maar als de jaarlijkse toename doorzet zal de streefwaarde waarschijnlijk over enkele jaren gehaald worden.
Wat het biologische deel betreft is de diversiteit voldoende en is ook de verdeling van de soorten over het systeem goed (Vereijken et al., 1998 zie literatuurlijst achterin bundel). Het geïntegreerde deel loopt enkele jaren achter. Dat komt doordat hier pas vanaf 1995 akkerranden zijn aangelegd en het beheer van de slootkanten is aangepast. Dat de waarden hier bij de start van de monitoring hoger liggen, komt doordat hier pas in 1998 is gestart met monitoren, drie jaar na de aanleg van akkerranden en het aangepaste beheer.
Doordat slechts incidenteel en maar op enkele plekken zaden afkomstig van soorten uit het biologische deel van het bedrijf zijn verspreid over het geïntegreerde deel zal het

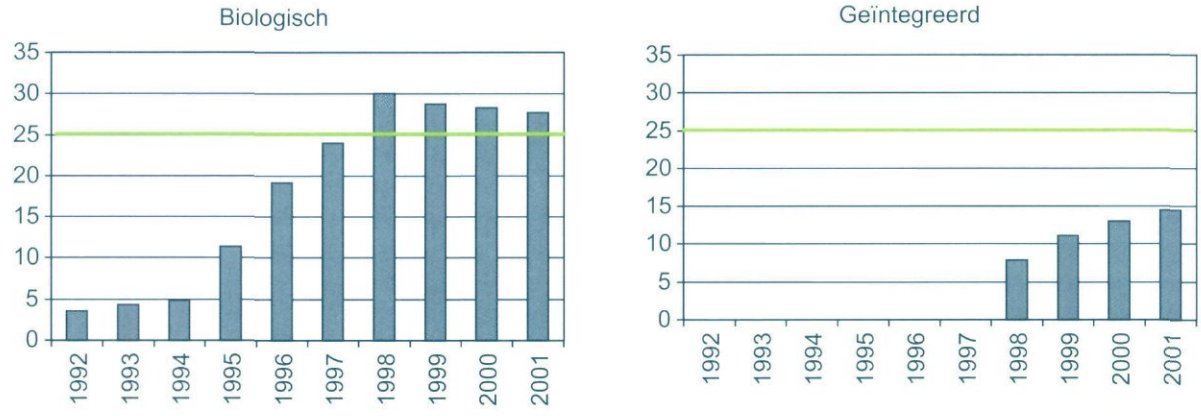
aantal doelsoorten in dit systeem en per sectie misschien minder snel stijgen. Toch zien ook steeds meer doelsoorten kans zich via natuurlijke verspreiding te vestigen vanuit het biologische deel in het geïntegreerde deel.
Er kleven enkele nadelen aan het uitzaaien van soorten. Vaak zijn de omstandigheden nog te rijk voor een aantal soorten die worden uitgezaaid. Deze soorten zullen waarschijnlijk na enkele jaren weer uit de vegetatie verdwijnen. Ze kunnen zich niet handhaven. Bovendien kunnen deze soorten problemen opleveren met het beheer. Het doel van het verschralen door middel van maaien en afvoeren is het ontwikkelen van een bloemrijke vegetatie. Wanneer interessante soorten worden gezaaid, moeten deze soorten worden gespaard met maaien zodat ze zaad kunnen zetten. Later maaien leidt echter tot verstikking van een deel van de vegetatie, een deel sparen is echter beheersmatig weer moeilijk. Bovendien leidt later maaien ten opzichte van twee maal maaien tot een geringere afvoer en dus een langere periode van verschraling. De enige oplossing om dit dilemma te omzeilen lijkt een specifiek beheer gericht op bepaalde soorten. Dit maakt de uitvoering erg lastig waardoor het niet aantrekkelijk is. Het verdient aanbeveling eerst de juiste condities te creëren, dus versneld te verschralen.

Conclusie

Het blijkt dat binnen 5 à 6 jaar een voor zowel mens als dier aantrekkelijke bloemrijke vegetatie in slootkanten en akkerranden te realiseren valt. Dan moet echter wel het beheer worden aangepast (maaien en afvoeren) en de gewenste soorten worden uitgezaaid. Het aantal soorten in een systeem en de verdeling van de soorten over het systeem blijft vrij constant.
Ook wanneer minder intensief soorten worden uitgezaaid is het mogelijk om relatief snel een waardevolle vegetatie te ontwikkelen. Dan dienen de doelsoorten wel in de omgeving aanwezig zijn. De vestigingskansen verbeteren naarmate de slootkanten schraler worden. Gericht beheer is hiervoor nodig.



Figuur 5. Totaal aantal doelsoorten met streefwaarde op het biologische deel en het geïntegreerde deel van het OBS



Figuur 6. Gemiddeld aantal doelsoorten per sectie met streefwaarde op het biologisch deel en het geïntegreerde deel van het OBS

Arjan Dekking en Frank Wijnands

Milieubelasting van gewasbescherming met 80% tot 90% gedaald

In 20 jaar onderzoek naar geïntegreerde gewasbescherming is de milieubelasting door gewasbeschermingsmiddelen met 80 tot 99% afgenomen. In de eerste jaren werd het succes van de geïntegreerde aanpak vooral afgerekend op de actieve stof inzet. In de laatste periode vooral op milieubelasting. Bij de ontwikkeling van geïntegreerde gewasbescherming werd veel aandacht gegeven aan preventieve maatregelen, geleide bestrijding en mechanische onkruidbestrijding. In de laatste periode kon door zorgvuldige middelenkeuze de milieubelasting nog verder teruggedrongen worden.

De eerste onderzoeksperiode waarin het geïntegreerde systeem tot ontwikkeling werd gebracht, liep van 1980 tot 1990. Het is ook de periode met de klassieke vergelijking van geïntegreerd met een gangbaar systeem. Als referentie werd daar de inzet gerealiseerd zoals die in de gangbare praktijk in de omliggende Noordoostpolder in die periode gebruikelijk was. Deze aanpak karakteriseerde zich door het vertrouwen op bodemherbiciden. Mechanische onkruidbestrijding beperkte zich destijds tot een schoffelbeurt in de bieten om de grond wat luchtiger te houden. Ziekten en plagen werden veelal preventief en intensief bestreden. In de aardappelteelt werden rassen geteeld die vatbaar waren voor zowel Phytophthora als voor aaltjes. Dat leidde uiteindelijk tot de noodzaak van grondontsmetting (sindsdien voor iedere aardappelteelt) en noopte tot veelvuldig gebruik van de toen nog gebruikelijke maneb-fentin-acetaat combinaties tegen Phythopthora. In tabel 1 staan de technische details weergegeven van de eerste periode van 1980 tot1984. In het geïntegreerde systeem werd gezocht naar toepassingsmogelijkheden voor mechanische onkruidbestrijding. Ook werd veel aandacht gegeven aan een betere rassenkeuze en het gebruik van schadedrempels en geleide bestrijdingssystemen.
Enkele bijzonderheden: op het gangbare bedrijf werd het ras Bintje geteeld, op het geïntegreerde bedrijf Irene. In het vatbare ras Bintje waren gangbaar aanzienlijk meer bespuitingen tegen Phytophthora nodig dan in de geïntegreerd geteelde Irene. Op het geïntegreerde bedrijf begon men later met bestrijden en waren de intervallen langer in afhankelijkheid van het weer.
Deze strategie werd tot en met 1990 gevolgd. De verschillen liepen op. Van elf bespuitingen gangbaar tot slechts vijf geïntegreerd (in consumptieaardappelen, in geïntegreerde pootaardappelen werd in 1989 zelfs slechts eenmaal gespoten). Dat maakte duidelijk dat met een goede kennis van het weer en de epidemiologie van deze ziekte nog veel winst te behalen zou moeten zijn. Ten opzichte van de huidige periode was de phytophthoradruk geringer. Verworvenheden uit deze periode zijn: het geleide bestrijdingssysteem voor ziekten en plagen in granen, het hergebruik van de verlate rugopbouw als afdoende onkruidbestrijding in de aardappelen, het rijenspuiten in bieten, het gebruik van de eg in granen en sommige schadedrempels voor luizen.

In de periode van 1985 tot en met 1990 werd het bouwplan enigszins veranderd. Een deel van de consumptie-aardappelen werd vervangen door pootaardappelen; zomergerst werd vervangen door droge erwten. Naast zaaiuien werd ook winterpeen geteeld. De gangbare aanpak bleef ook in de nieuwe gewassen overeind: bodemherbiciden en standaard ziekten en plagen bestrijding. Vooral in de nieuwe gewassen erwt en peen was het zoeken naar alternatieven voor de gangbare aanpak. De tweede helft van de jaren tachtig werd volop geëxperimenteerd met mechanische onkruidbestrijding om de grenzen van het technisch mogelijk te verkennen. Daarbij ging het vaak om het hele teeltsysteem dat

ingericht moest worden op optimaal gebruik van mechanische technieken (rijafstanden, rassenkeuze etc.). De onkruidbrander werd samen met de eerste fabrikant in Nederland ontwikkeld en sinds 1988 voor het eerst ingezet in het geïntegreerde en biologische systeem. Aan het einde van deze periode waren de mogelijkheden goed inzichtelijk geworden. Veel bleek mogelijk, maar niet alles. Daardoor kwam in veel gewassen een geïntegreerde (mechanisch en chemische) strategie tot stand.

De noodzaak van een aantal ziekten- en plaagbestrijdingen werd sterk in twijfel getrokken. Op basis van literatuurstudie en raadpleging van experts werden experimentele schadedrempels gebruikt of werd op grond van verbeterde kennis over de factoren die de ernst van een aantasting bepalen jaar en perceelsspecifiek gehandeld. Dat laatste betekende meestal een forse verlaging van de inzet. Zo werd duidelijk dat jaarlijkse routinebespuitingen tegen Botrytis bij de bloei in erwten vaak overbodig was en dat

Tabel 1. Kenmerkende verschillen in aanpak gangbare en geïntegreerde systeem in de periode 1980 tot en met 1990

Gewas	**80-84 GA**	**80-84 GI**
Aardappel	Bintje, grondontsmetting vanaf 84, bodemherbicide, standaard luizenbestrijding en chemische loofdoding	Irene, geen grondontsmetting, verlate rugopbouw, evt extra aanaardbewerking, luizen schadedrempel, looftrekken of -klappen
Biet	Granulaat voor bietekever, bodemherbicide voor opkomst, volvelds bespuiting na opkomst	Zaadontsmettingen, geen standaard bodemherbicide voor opkomst, rijenbespuitingen/schoffelen na opkomst
Graan	Herbiciden mix, groeiregulator, standaard ziekte- en luisbestrijding	Rassenmengsels of meer resistente en stevige soorten, verlate zaai, lager bemestingsniveau, geen groeiregulator, eggen en deels herbiciden, geleide bestrijding met Epipre, vanaf 83
Ui	Bodemherbiciden en afbranden voor opkomst , herhaalde bespuiting na opkomst, standaardschema fungiciden voor bladvlekken (3-4 keer), kiemremming, zaadontsmetting uienvlieg	vergelijkbare aanpak onkruid, bij zonnig weer uitsparen van een fungicide bespuiting, kiemremming, zaadontsmetting uienvlieg
	85-90 GA	**85-90 GI**
Aardappel	Nu ook in beide systemen pootaardappel Zie eerste periode, in consumptie incidenteel na opkomst inzet herbicide door slechte werking bodemherbicide, grondontsmetting voor iedere teelt	Zie eerste periode, loofdoding voornamelijk mechanisch (consumptie) of thermisch, pootaardappel spuiten en klappen, geen grondontsmetting
Biet	Nu ook zaaizaadontsmetting, zie verder vorige periode, vanaf 90 lage dosering	Zie eerste periode, geen voor opkomst bodemherbiciden meer, in 88 introductie lage doseringssysteem
Graan	Zie eerste periode, maar nu ook met Epipre. Luizen 4/5 bestreden normale dosering	Zie eerste periode (3/5 geen fungiciden), vanaf 89 vergroting rijafstand tot beddensysteem uien, schoffelen (geen herbiciden), lage dosering Pirimor (2/5)
Ui	Zie eerste periode, stijgend aantal toepassing fungiciden, zaadontsmetting tegen uienvlieg	Eerste gebruik brander, geen bodemherbicide voor opkomst, contactmiddelen na opkomst, latere jaren rijenbespuitingen, steriele insecten techniek uienvlieg, steeds minder bespuitingen bladvlekken, experimentele schadedrempels,
Peen	Afbranden voor zaai en voor opkomst, Bodemherbicide voor- en contactherbiciden na opkomst, volvelds granulaat tegen wortelvlieg, herbehandeling in zomer, standaard (3/5) Alternaria bespuiting	Round-up voor opkomst, later de onkruidbrander, contactherbiciden na opkomst, inzet rijenspuit vanaf 88, afploegen/schoffelen/aanaarden, zaadontsmetting tegen wortelvlieg, herbehandeling in de rij, nimmer Alternaria bestrijding (loof gezond)
Erwt	Bodemherbicide voor opkomst, na opkomst behnade-lingen, standaard Botrytis bestrijding, bestrijding luis, bladrandkever en soms erwtepeulboorder	Zie gangbaar, incidenteel zonder bodemherbicide voor opkomst, vanaf 89 verruimde rijafstand (beddenteelt) schoffelen, inzet eg en incidenteel rijenbespuiting, alleen botrytis bestrijding bij nat weer (50% van GA), luis bij overschrijden schadedrempel (4/5), bladrandkever bij optreden (5/5)

Gebruik van een breuk wijst op frequentie: hoe vaak in de hoeveel jaar kwam iets voor.

bestrijdingen van bladvlekkenziekte in uien bij mooi weer een lang interval verdragen (later werd een geleid waarschuwingssysteem ontwikkeld door het toenmalige PAGV).
Wat betreft ziekten en plagen heeft deze periode het inzicht gebracht dat routinematige bespuitingen zelden te rechtvaardigen zijn en dat veel winst valt te behalen door een verbeterd inzicht in de epidemiologie. Sindsdien wordt er in het onderzoek ook veel aandacht gegeven aan vormen van geleide bestrijding.

Periode 1991 tot en met 1999

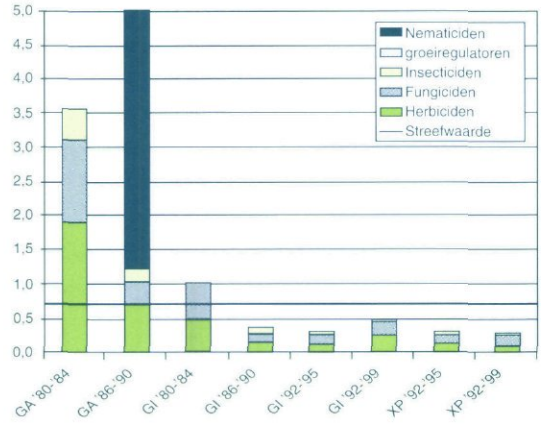
In de tweede periode van tien jaar onderzoek werd de proefopzet veranderd. Het gangbare bedrijf werd vervangen door een geïntegreerd experimenteel bedrijf. Het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJPG) was in 1991 effectief geworden en mikte op verminderd verbruik, verminderde afhankelijkheid en lagere emissie van gewasbeschermingsmiddelen. Tegelijkertijd was de praktijk sterk in beweging en steeds minder uniform. Een gangbaar bedrijf nabootsen werd steeds moeilijker. Gezien de politieke wil om tot een geïntegreerde aanpak te komen, werd de klassieke vergelijking met het gangbare systeem opgeheven. In plaats daarvan werd een experimenteel geïntegreerd systeem opgezet om met alle vrijheidsgraden steeds op zoek te zijn naar de grenzen van het mogelijke. Daar stond het geïntegreerde bedrijf tegenover, dat de behaalde milieuwinst vast moet weten te houden met zo min mogelijk extra kosten arbeid en risico's.

Deze vernieuwde opzet luidde een nieuwe periode in. De droge erwten verdwenen uit het bouwplan. Naast aardappel biet en wintertarwe wordt geïntegreerd ui en peen geteeld en bij experimenteel ui en witlof. In dit laatst genoemde systeem wordt half wintertarwe, half zomergerst geteeld.
In het geïntegreerde systeem wordt de onkruidbestrijding gebaseerd op lage doseringsystemen in zowel uien, peen als biet. In biet wordt gebruik gemaakt van de rijenspuit en schoffel. Die waren vaak voorhanden op bedrijven en bovendien is de milieutechnische winst op bedrijfsniveau tamelijk groot door de inzet van de rijenspuit. Aardappelen worden mechanisch schoon gehouden (inspelend op meerwaarde van herbicidenvrije gewassen).
In het experimentele systeem daarentegen wordt de rijenspuit ook ingezet in uien (laatste jaren 50 cm teelt) en winterpeen. Bovendien wordt in de granen geschoffeld. Daartoe wordt op bedden gezaaid. Op het experimentele bedrijf wordt tegen Phytophthora met lagere doseringen gespoten. Loofdoding op het geïntegreerde bedrijf gebeurde in de consumptieaardappelen mechanisch, in de pootaardappelen door middel van loofklappen en rijenspuiten. Op het experimentele bedrijf wordt het loof mechanisch gedood.
In de ziekten en plagen beheersing werd in beide systemen de lijn van de jaren tachtig voortgezet. In de geïntegreerde gewasbescherming kon weer een stap verder gezet worden door het meer beschikbaar komen van meer en hogere resistente rassen, met name in de aardappel- en graanteelt.
De beschikbaarheid van meer AM-resistente rassen versterkt de net chemische beheersingsstrategie. Een belangrijke vernieuwing in de jaren negentig was het overbodig worden van de herbehandeling met insecticide in peen tegen wortelvlieg. Door een signaleringssysteem werd het mogelijk

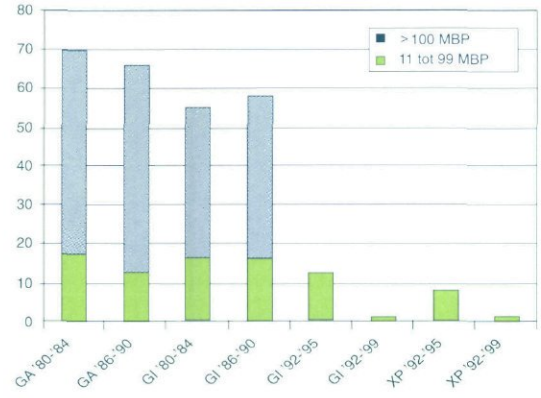
Tabel 2. Resultaten gewasbescherming ten opzichte van de uitgangsituatie (gangbaar 1980 tot en met 1984)

Periode	Systeem*	BRI-lucht		BRI-grondwater		BRI-bodem		MBP-waterleven		MBP-bodemleven		Actieve stof	
		kg a.s./ha	% red.	ppb	% red.	kg dagen/ha	% red.	% toep.	% red.	% toep.	% red.	kg a.s./ha	% red.
'80-'84	GA	3,5		14,5		1867		70		26		30,0	
'80-'84	GI	1,0	71	9,3	36	670	64	57	19	29	-12	9,7	68
'86-'90	GA	10,5	-197	436,8	-2908	1944	-4	65	7	19	27	48,3	-61
'86-'90	GI	0,4	89	1,2	92	520	72	72	-3	17	35	3,9	87
'92-'95	GI	0,3	92	0,4	97	107	94	12	83	5	81	1,9	94
'92-'95	EXP	0,3	92	0,5	97	89	95	9	87	5	81	1,5	95
'96-'99	GI	0,5	87	0,3	98	440	76	1	99	5	81	2,3	92
'96-'99	EXP	0,3	92	0,2	99	326	83	1	99	5	81	1,5	95
Streefwaarde		0,7		0,5		200		0		0		alara	

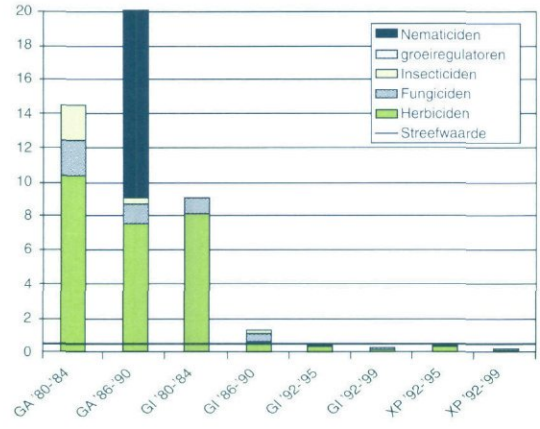
* GA = gangbaar; GI = geïntegreerd; EXP = experimenteel; % toep. = % toepassingen boven de streefwaarde; % red. = % reductie t.o.v uitgangssituatie (1980-1984)



Figuur 1. BRI-lucht in de verschillende systemen en periodes per middeltype (kg a.s./ha)



Figuur 2. MBP-waterleven; % overschrijdingen van de streefwaarde in de verschillende systemen en periodes



Figuur 3. BRI-grondwater per middeltype in de verschillende systemen en periodes (ppb)

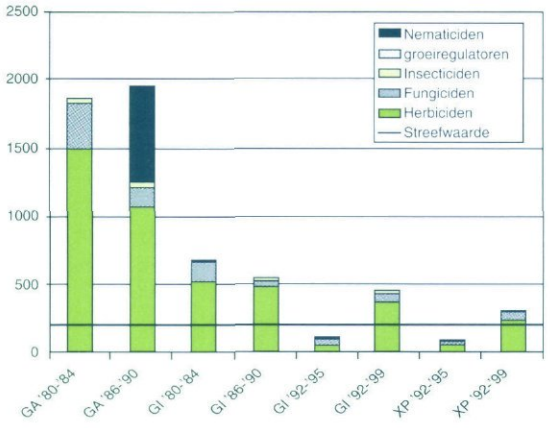
op afroep, bij overschrijding van de drempel de vlieg te bestrijden. Daarbij kan volstaan worden met geringe doseringen in tegenstelling tot vroeger toen de larven in de bodem bestreden werden. Valse meeldauw in uien werd in de eerste helft van de jaren negentig niet bestreden; de ziektedruk was toen immers nog laag. Daardoor kon ook nog effectief gebruik gemaakt worden van geleide bestrijding voor bladvlekken. Later bleek bestrijding van valse meeldauw noodzakelijk. De verschillen in aanpak tussen de twee systemen zijn minimaal.

Door de beschikbaarheid van een nieuwe generatie bestrijdingsmiddelen begin jaren '90 kon de resterende milieubelasting van de inzet van gewasbeschermingsmiddelen nog verder verlaagd worden. Denk daarbij aan de phytophthorabestrijding in aardappel waar als alternatief voor de dithiocarbamaten het aanzienlijk milieuvriendelijkere middel Shirlan ter beschikking kwam. Ook voor ziekte en onkruidbestrijding in granen kwamen betere en meer milieuvriendelijkere middelen op de markt, bijvoorbeeld Ally tegen onkruid en Alto en Tilt voor de ziektebestrijding. Het met horten en stoten verlopende proces van introductie van nieuwe middelen heeft in de afgelopen tien jaar steeds bijgedragen aan een voortschrijdende vermindering van de milieubelasting.

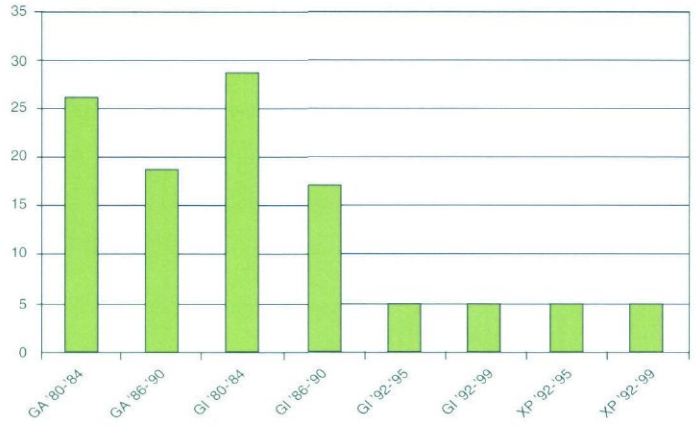
Resultaten

In tabel 2 staan de milieutechnische resultaten weergegeven. Per maatstaf is zowel het resultaat in termen van de maatstaven als de reductie in vergelijking met de uitgangssituatie (gangbaar 1980 tot en met 1984) weergegeven. De reducties zijn groot. BRI-lucht, BRI-grondwater en MBP-waterleven zijn 90 tot vrijwel 100% gereduceerd. De reductie bij BRI-bodem is relatief gering.

Het grote verschil in emissie naar de lucht in de tweede helft van de jaren tachtig wordt veroorzaakt door het al (GA) dan niet (GI) inzetten van grondontsmetting (figuur 1). Maar ook zonder de grondontsmetting is de reductie al 70% ten gevolge van de geïntegreerde aanpak. De enorme afname van emissie naar de lucht, direct in de BRI-lucht, doet zich bij alle middeltypen voor. Bij herbiciden komt dit voor een belangrijk deel door het steeds minder toepassen van bodemherbiciden (met name propachloor). Bij de fungiciden komt dit voor een belangrijk deel door het veel geringer aantal bespuitingen met dithiocarbamaten in de aardappelen. Reeds vanaf de periode 1986 tot en met 1990 wordt de streefwaarde ruimschoots gehaald. De lichte toename in de periode 1992 tot en met 1999 komt bij de herbiciden door de hogere inzet van Chloor-ipc in de zaaiuien en bij de fungiciden door de hogere inzet van Shirlan. Door de zware phytophthoradruk van de afgelopen jaren steeg zowel de dosering als het aantal bespuitingen.



Figuur 4. BRI-bodem per middeltype in de verschillende systemen en periodes (kg dagen/ha)



Figuur 5. MBP-bodemleven; % overschrijdingen van de streefwaarde in de verschillende systemen en periodes

Ook bij MBP-waterleven is de reductie groot. In de periode 1980 tot 1990 scoorden zowel op het gangbare als op het geïntegreerde bedrijf nog veel toepassingen hoger dan 100 Milieu Belasting Punten (figuur 2). Waarden van meer dan 10.000 MBP's per toepassing waren toen geen uitzondering. Middelen die zeer slecht scoorden waren fentin-acetaat, propachloor, chloortahalonil, Basudine en Birlane. Al deze middelen zijn in de periode 1992 tot1995 vervangen. Het sanerend effect is enorm! Ook het aanleggen van de bufferstroken in het kader van agrarisch natuurbeheer heeft bijgedragen aan de verbetering in de laatste jaren (driftbeperking). Toch blijven er nog enkele knelpunten over Het gaat hier om de middelen Karate en Reglone.

BRI-grondwater is de maatstaf die de grootse vooruitgang laat zien (figuur 3). Van de aanvankelijke belasting is vrijwel niets over. De hoge waarden in de eerste periodes wordt zowel veroorzaakt door de nematiciden als door het bodemherbicide Propachloor. Vanaf 1992 wordt geen grondontsmetting meer toegepast en wordt Propachloor niet meer gebruikt. Sindsdien wordt de streefwaarde op zowel het geïntegreerde als het experimentele bedrijf gehaald. En dat zowel voor de samengestelde belasting als voor de belasting per toepassing.

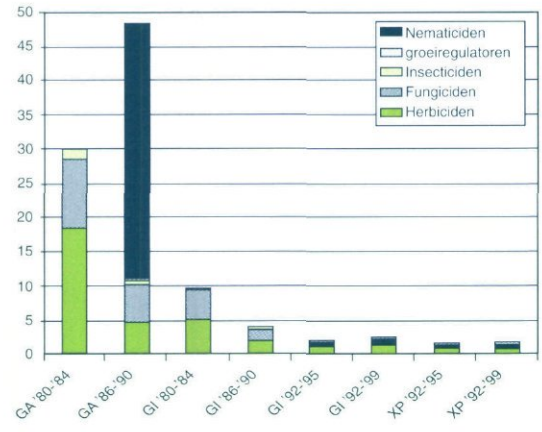
Hoewel ook bij BRI-bodem een grote reductie is gerealiseerd, wordt hier de streefwaarde nog niet gehaald (figuur 4). De chemische loofdoding in aardappelen is hier nog een knelpunt. In de periode 1980 tot1990 veroorzaakten met name de middelen Dinoseb, Daconil en Propachloor de overschrijdingen.
Het percentage overschrijdingen van de streefwaarde voor MBP-bodemleven is met 83% gereduceerd (figuur 5). Deze reductie vond vooral in de periode 1980 tot en met 1990 plaats, Middelen die toen de streefwaarde zeer zwaar overschreden waren Birlane, Reglone en Daconil. De laatste jaren is het percentage overschrijdingen van de streefwaarde stabiel. De middelen Pirimor en Reglone zijn vormen de resterende knelpunten.

De actieve stof inzet is de afgelopen jaren met 95% teruggebracht van 30 kg/ha naar 1,5 kg/ha! (figuur 6). Deze reducties vinden we terug bij alle middeltypes.

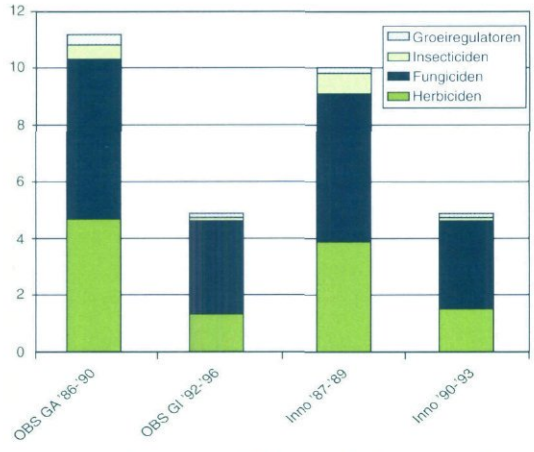
Tabel 3. Resultaten OBS 2000 (OBS) vergeleken met Goede Landbouw Praktijk (GLP) en Telen met toekomst (Tmt)

Maatstaf	Dimensie	Streefwaarde	OBS 2000	GLP (KWIN 2001)	Tmt (2001)
BRI-lucht	kg a.s./ha	0,7	0,46	1,2	0,9
MBP-waterleven	% toepassingen > 10	0	7	22	38
BRI-grondwater	ppb	0,5	0,24	2,0	3,5
BRI-bodem	kg dagen/ha	200	166	1351	334
MBP-bodemleven	% toepassingen > 100	0	5	8	7
Inzet actieve stof	kg a.s./ha	alara	2,2	8,7	5,4

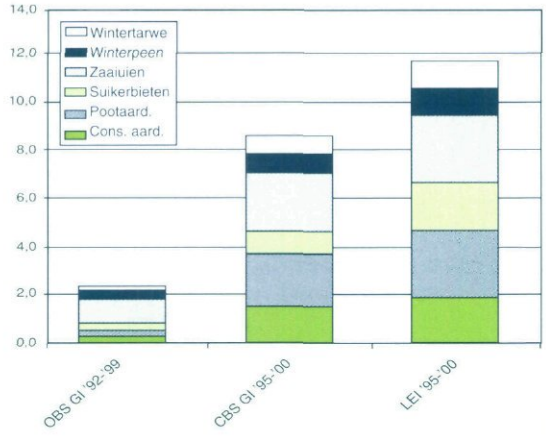
Alara = As Low As Reasonabe Acceptable, dus dart wat technisch haalbaar is zonder negatieve economische gevolgen



Figuur 6. Actieve stof inzet per middeltype in de verschillende systemen en periodes per middeltype (kg/ha)



Figuur 7. Actieve stof inzet, OBS vergeleken met Innovatieproject geïntegreerde akkerbouw (kg/ha)



Figuur 8. Actieve stof inzet, OBS vergeleken met CBS en LEI (kg/ha)

Referenties

Waar staan we nu ten opzichte van de praktijk? Het pesticidengebruik in Nederland wordt door een aantal instanties geregistreerd. Daarnaast zijn in de loop van de jaren de op de onderzoeksbedrijven opgedane ervaringen in projecten getoetst op praktijkbedrijven. Probleem is dat bij veel van deze referenties alleen een vergelijking op het gebied van actieve stof verbruik mogelijk is.

Begin jaren '90 (1990 tot en met 1993) werd het project 'Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw' uitgevoerd. Ook het actieve stof verbruik in de drie jaren voorafgaande aan dit project is geregistreerd. Deze periodes zijn goed vergelijkbaar met de onderzoeksperiodes 1986 tot en met 1990 en 1992 tot en met 1995 van de OBS. Uit deze vergelijking (figuur 7) blijkt dat de overeenkomsten erg groot zijn. Zowel op de OBS als in het innovatieproject bleek dat reducties van circa 50% goed haalbaar waren. Ook bij de verschillende middeltypes is een vergelijkbare trend waar te nemen. Blijkbaar waren de op het proefbedrijf toegepaste maatregelen goed te implementeren in de praktijk.

In 2000 startte het geïntegreerde project 'Telen met toekomst.' Hoewel er geen bedrijven uit Flevoland met dit project meedoen kunnen de resultaten wel een relevant beeld geven van de milieukundige prestaties van de huidige geïntegreerde bedrijven. Tabel 3 vergelijkt de resultaten van het OBS met de Goede landbouw Praktijk en de praktijk van Telen met toekomst. De GLP cijfers zijn berekend voor een bedrijfsopzet als het geïntegreerd bedrijf van het OBS (bron: KWIN 2001). Uit deze vergelijking blijkt dat het OBS op alle fronten duidelijk betere resultaten haalt. De GLP en TmT bedrijven kunnen nog niet voldoen aan de streefwaarden.
Volgens gegevens van het CBS over de periode 1995 tot en met 2000 was het gebruik van actieve stof op bedrijven met een vergelijkbaar bouwplan 8,6 kg/ha. Volgens gegevens van het bedrijvennetwerk van het LEI was in dezelfde periode het actieve stof gebruik in het centrale zeekleigebied 11,5 kg/ha. In de deze periode was het actieve stof gebruik op het geïntegreerde bedrijf 2,3 kg/ha. Volgens gegevens van Nefyto (de overkoepelende organisatie van de bestrijdingsmiddelen industrie) is het totale actieve stof verbruik in Nederland in 2001 ten opzichte van de periode 1984 tot en met 1988 met 60% gedaald. In de vergelijkbare periode werd op het geïntegreerde bedrijf een reductie van 92% gerealiseerd. Zowel uit de cijfers van het CBS als uit de cijfers van Nefyto (figuur 8) blijkt dat de actieve stof inzet op het OBS aanzienlijk lager is dan in de praktijk. Voeg daarbij de gerichte middelenkeuze en het effect is wat betreft milieubelasting nog veel groter.

Arjan Dekking en Frank Wijnands

Perspectieven en vooruitblik

Het geïntegreerde bedrijf op het proefbedrijf Ontwikkeling Bedrijfs Systemen (OBS) te Nagele is het oudste geïntegreerde bedrijf van Nederland. Na een rumoerige periode van grensverkenningen zijn de verworven methoden en technieken geoptimaliseerd en verder uitgebouwd. In de afgelopen periode laat het bedrijf zien goede landbouwkundige prestaties te koppelen aan uitstekende milieutechnische prestaties. Wat betreft gewasproductie haalt het bedrijf vergelijkbare rendementen als de overige 'polderbedrijven.' De bedrijfsopzet is echter wellicht niet intensief genoeg om tot vergelijkbare bedrijfseconomische resultaten te komen

Milieutechnisch is het OBS een ideaal proefbedrijf. De nutriëntenverliezen kunnen direct worden gemeten in het uitstromende drainwater. Wat betreft gewasbeschermingsmiddelen is een relevante en goed hanteerbare set aan maatstaven tot stand gekomen. Dit maakt het goed mogelijk te sturen op een voortschrijdende vermindering van de milieubelasting. Dat is jarenlang zorgvuldig gedaan met uitstekende resultaten tot gevolg.
In gewone termen en beelden uitgelegd betekent de aanpak die in de afgelopen periode gerealiseerd is dat de emissie van actieve stof naar de lucht met meer dan 90% verminderd is vergeleken met de landbouwbreed gemiddelde emissie in de refrentieperiode van het MJPG (1984 tot en met 1988).

- de grondwaterbelasting minimaal is en er drinkwaterkwaliteit geleverd wordt, geen enkele toepassing noch ze samen overschrijden de normen.
- het ecotoxicologische risico voor oppervlaktewater- tot een absoluut minimum is teruggedrongen. Slechts 1% van de bespuitingen overschrijdt (licht) de grenswaarden
- de nitraatconcentraties in het drainwater liggen ver beneden de EU drinkwaternorm, de verliezen zijn minimaal.

Deze resultaten werden bovendien behaald met methoden en technieken die gericht zijn op zo min mogelijk extra kosten en arbeid. In een bedrijf dat laat zien dat voorjaarstoepassing van drijfmest economisch en agronomisch goed haalbaar is en milieutechnisch nauwelijks invloed heeft.

Toch zijn op het terrein van gewasbescherming zowel agronomisch (beheersing van problemen) en milieutechnisch in de nabije toekomst nog verbeteringen mogelijk. Een vroeger ras consumptieaardappelen zou veel vaker de kans bieden het loof mechanisch te doden. Distels en straatgras zouden door een pré-harvest bespuiting in de wintertarwe aangepakt kunnen worden waardoor en minder problemen in de uienteelt verwacht worden. Een lagere schadedrempel voor de bestrijding van Rhizoctonia kan tot meer beheersing leiden van deze ziekte. Daarnaast

Tabel 1. Resultaten op bedrijfsniveau

Maatstaf	Dimensie	Streefwaarde	Resultaat voor aanpassing	Resultaat na aanpassing
BRI-lucht	kg a.s./ha	0,7	0,47	0,44
MBP-waterleven	%	0 % toepassingen > 10	1	0
		0 % toepassingen > 100	0	0
BRI-grondwater	ppb	0,5	0,26	0,23
BRI-bodem	kg dagen/ha	200	440	118
MBP-bodemleven	%	0 % toepassingen > 100	5	0

zijn er inmiddels een aantal nieuwe gewasbeschermingsmiddelen toegelaten die voor dit bedrijfssysteem perspectiefvol zijn. Het gaat hier om het nieuwe phytophthoramiddel Ranman, het herbicide Centium die nu ook in peen toegelaten is en het nieuwe insecticide Plenum. Centium kan ingepast worden in de winter-peenteelt, een deel van de Shirlan toepassingen tegen Phythopthora kan vervangen worden door Ranman en Plenum kan ingezet worden bij luisbestrijding in aardappelen.
Uit tabel 1 is af te lezen dat indien deze veranderingen doorgevoerd worden alle milieutechnische streefwaarden ruimschoots gehaald worden. Bovendien mag verwacht mag worden dat de hoeveelheid handwieden tegelijkertijd zal dalen omdat wortelonkruiden beter bestreden worden door het toepassen van een bodemherbicide in de peen en de pre-harvest bespuiting in het graan. Dat zal zich ook uitbetalen in de uienteelt. Deze teelt blijft echter het grootste probleem. Tot op heden is er geen onkruidbestrijdingsstrategie die het gewas spaart, het onkruid bestrijdt en milieutechnisch acceptabel is.

Rationele milieuvriendelijke landbouw

Het geïntegreerde bedrijf bestaat ruim 20 jaar. De meeste strategieën zijn ver ontwikkeld en worden elk jaar zo uitgevoerd. Toch ontstaan er steeds weer mogelijkheden om de bedrijfsvoering te optimaliseren. Voortdurende analyse van tekorten, uittesten van nieuwe technieken en toetsen van nieuwe inzichten hebben geleid tot resultaten die direct toepasbaar zijn op praktijkbedrijven.
Daarnaast mag verwacht worden dat door vernieuwingen in het pakket gewasbeschermingsmiddelen de totale milieubelasting in de komende jaren af blijft nemen. De zorg ligt echter zoals altijd bij de bedrijfscontinuïteit. De gewasprestaties van het geïntegreerde bedrijf zijn goed te noemen. De bedrijfsopzet zou wellicht intensiever moeten zijn om voldoende ruimte te creëren in financiële zin voor de noodzakelijke vernieuwing, om te investeren in de toekomst. Intensivering anderzijds zet niet alleen de milieuprestaties maar ook de opbrengsten weer onder druk. Een moeilijk evenwicht. Op de korte en middellange termijn zijn in relatie hiermee een aantal ontwikkelingen te verwachten:
Arbeid zal blijvend duur en schaars zijn. Maximale aandacht voor het optimaliseren van de chemische gewasbescherming blijft dus dringend noodzakelijk. Mechanische onkruidbestrijding zal slechts mondjesmaat ingang vinden. Het zoeken is naar geïntegreerde strategieën met weinig extra arbeid, kosten en risico's. Het geïntegreerd bedrijf dat in deze bundel besproken is toont aan dat daar landbouwkundig en milieutechnisch uitstekende resultaten mee te behalen zijn. Dat wordt bij een enkele koploper binnen het huidige praktijk innovatieproject 'Telen met toekomst' inmiddels bevestigd.

Schaalvergroting is onvermijdelijk om arbeid en machines optimaal in te zetten; ook dit vraagt om strategieën die ook op grote schaal uitvoerbaar zijn wat betreft capaciteit, slagvaardigheid en arbeidsinzet. Specialisatie lijkt zoals altijd onvermijdelijk. Akkerbouw bedrijven zijn reeds enige tijd bezig tal van teelten uit andere sectoren (bollen, bomen, groenten) te integreren op hun bedrijf. Dat is niet alleen economisch kansrijk. Door deze gewassen in een akkerbouwcontext te telen kunnen de milieutechnische nadelen van het gespecialiseerde bedrijf overkomen worden. Ook landbouwkundig, biedt dit wat betreft het realiseren van een stabiele kwaliteitsproductie beter perspectief. Hierdoor ontstaan nieuwe productiesystemen. De markt zal vragen om duidelijkheid wat betreft gewasbeschermingsmiddelen inzet en deze willen toetsen aan Goede landbouwkundige praktijk. Daar zullen dit soort geïntegreerde systemen geen probleem mee hebben.

Het geïntegreerde systeem is in principe goed overdraagbaar naar de praktijk. Ervaringen in het project 'Telen met toekomst' leren echter dat er voor praktijkbedrijven die onder vergelijkbare omstandigheden werken, nog tal van hobbels te nemen zijn. Ze behalen totnogtoe duidelijk veel mindere goede milieutechnische resultaten. Geïntegreerde landbouw realiseer je niet van de een op de andere dag. De ervaring met nieuwe technieken moet groeien. Het bedrijf moet erop toegerust zijn. Op weg zijn naar meer duurzame landbouwsystemen doe je niet alleen. Daarbij is samenwerking noodzakelijk van een groot aantal partijen. Daarbij moet niet alleen de technische kennis voorhanden zijn (hardware), maar moet er ook een gezamenlijke visie bestaan van het na te streven bedrijf van de toekomst (software). De vele organisaties rond de ondernemer (bedrijfsleven, overheden en maatschappelijke organisaties) moeten deze ontwikkeling steunen en stimuleren (orgware). Pas als het hele netwerk mee-innoveert kan geïntegreerde landbouw succesvol verbreid en uitgevoerd worden. In Telen met toekomst wordt aan dit proces gewerkt

Onderzoeksperspectief

Gezien de behaalde resultaten en ondanks de perspectieven op verdere verbetering is in 2001 besloten om met ingang van 2002 het onderzoek naar geïntegreerde akkerbouw systemen voor zavel en kleigronden zoals dat op het OBS werd uitgevoerd enige tijd stil te leggen. We gebruiken deze periode om ons te bezinnen op de toekomst en tot een onderzoeksopzet te komen waar de boven gesignaleerde vragen goed tot hun recht komen. Het zal dan gaan om 'intersectorale' systemen in een samenwerking van de diverse PPO-instellingen. Daarin liggen genoeg uitdagingen om een nieuwe onderzoeksopzet te rechtvaardigen. Eventuele nieuwe systemen zullen echter niet eerder dan 2004 of 2005 opgestart worden.

Bijlage 1; Blootstellings Risico Index en Milieu Belasting Punten

Definities

De Blootstellings Risico Index (BRI) geeft het risico van milieu blootstelling aan pesticiden weer.
Milieu Belasting Punten (MBP), ontwikkeld door het CLM, geven het risico van pesticiden toepassingen voor toetsorganismen in oppervlaktewater en in de bodem.

De basisgegevens van pesticiden die gebruikt worden voor de BRI en MBP berekeningen zijn:
DT50 = de halfwaardetijd; een maat voor de persistentie in de bodem (dagen)
VP = de dampspanning (Vapour Pressure); een maat voor de vervluchtiging (Pascal)
Kom = de adsorptiecoëfficiënt van pesticiden aan organische stof (-)
LC50 = de concentratie waarbij 50% van de proefdieren sterft (kreeft, vis, alg, regenworm)
EC50 = de concentratie waarbij 50% van de proefdieren een negatieve reactie vertoont (kreeft, vis, alg)
NOEC = het gehalte in de bouwvoor dat geen effecten oplevert voor bodemorganismen
Deze gegevens komen uit de milieufiches, uit de toelatingsdossiers en/of uit de literatuur.

BRI lucht is de belasting van de lucht in kg actieve stof per ha. als gevolg van de toepassing van een of meerdere actieve stoffen.

MBP waterleven (oppervlaktewater) geeft het risico voor het waterleven als verhouding tussen de te verwachten concentratie en de concentratie waarbij schadelijke effecten optreden. Als de te verwachten concentratie in de sloot gelijk is aan 0,01 (1%) van de LC50 of EC 50 van het gevoeligste organisme, dan is de score op de Milieumeetlat 10 punten.

BRI grondwater is de concentratie van het toegediende middel in het grondwater als gevolg van de toepassing van een of meerdere actieve stoffen, uitgedrukt in ppb. De Europese norm voor drinkwater van 0,1 ppb per actieve stof en 0,5 ppb voor alle actieve stoffen samen geldt voor al het niet zoute grondwater in Nederland. De BRI-grondwater is afgeleid van de MBP-grondwater van het CLM.

BRI bodem is de belasting van de bodem in kg actieve stof dagen/ha als gevolg van de toepassing van een of meerdere actieve stoffen.

MBP bodemleven geeft het risico voor het bodemleven als verhouding tussen de te verwachten concentratie en de concentratie waarbij schadelijke effecten optreden. Als de te verwachten concentratie in de bouwvoor direct na toepassing gelijk is aan 0,1 (10%) van de LC50 van regenwormen, dan is de score 100 punten. Is de LC 50 niet bekend krijgt het middel 100 punten wanneer er twee jaar na toepassing nog een concentratie in de bouwvoor aanwezig is die 0,1 NOEC is.

Technische details

BRI-lucht: op grond van de dampspanning van een stof kan ingeschat worden welke fractie van de toegediende hoeveelheid zal verdampen. In de emissiestudie die TNO heeft gedaan voor de tussenevaluatie van het MJPG (1995) werd de dampspanning (VP) gebruikt als beste schatter van de verdamping. Verschillende categorieën damps-panning zijn vertaald in een fractie (emissiefactor) die zal verdampen. De emissiefactor ligt tussen 0 en 100 %.

BRI lucht (kg/ha) = verbruik kg actieve stof/ha x (emissiefactor/100)

MBP-waterleven: Het risico voor waterdieren en -planten is afhankelijk van de drift naar de sloot door verwaaiing, de giftigheid voor waterdieren en -planten en de verbruikte hoeveelheid. De drift wordt bepaald door de toedieningstechniek en de afstand tot de sloot (teeltvrije zone).

Dampspannings-klasse	Dampspanning (Pa)	Emissiefactor (%)
zeer vluchtig	$>10^{-2}$	95
vluchtig	$10^{-3} - 10^{-2}$	50
matig vluchtig	$10^{-4} - 10^{-3}$	15
weinig vluchtig	$10^{-5} - 10^{-4}$	5
zeer weinig vluchtig	$<10^{-5}$	1

MBP-waterleven = verbruik kg actieve stof/ha x MBP-waarde risico voor waterleven x drift %

BRI-grondwater: De BRI-grondwater wordt berekend met modelberekeningen. In de modelberekeningen zijn de persistentie in de bodem, de adsorptie aan organische stof, de mobiliteit, het tijdstip van toepassing en de verbruikte hoeveelheid belangrijke onderdelen. Het tijdstip van toepassing is gekoppeld aan het neerslagoverschot en verdeeld in twee perioden: 1 maart tot 1 september (laag neerslagoverschot) en 1 september tot 1 maart (hoog neerslagoverschot). Het organische stof gehalte is een maat voor de adsorptie aan organische stof. Deze is geclusterd in 5 klassen.

% organische stof	organische stof klasse
<1,5	1
1,5 – 3	2
3 – 6	3
6 – 12	4
>12	5

BRI-grondwater = verbruik kg actieve stof/ha x BRI-waarde risico van uitspoeling

BRI-bodem: De verblijfstijd van een actieve stof in de bodem is afhankelijk van de verbruikte hoeveelheid en de afbraaksnelheid in de bodem (persistentie).

BRI bodem (kg dagen/ha) = verbruik kg actieve stof/ha x DT50 / Ln2

MBP-bodemleven: Risico voor het bodemleven is afhankelijk van de persistentie en de mobiliteit in de bodem, het organisch stofgehalte, de giftigheid voor bodemdieren en de toegepaste hoeveelheid. Het organische stof gehalte is een maat voor de adsorptie aan organische stof. Deze is geclusterd in 5 klassen (zie BRI-grondwater).

MBP-bodemleven = verbruik kg actieve stof/ha x MBP-waarde risico voor bodemleven

Bijlage 2; Gewasbeschermingskaart

Voorbeeld voor zomerteelt van spruitkool

Zomertoepassingen (1 maart - 1 september)

Merknaam	Hoev. middel (kg/ha)	Toe-diening	Drift (%)	BRI lucht (kg as/ha)	MBP waterleven	BRI grondwater (mg/l) Voorjaar / Zomer 2	3	4	BRI bodem kgdagen/ha	MBP bodemleven 2	3	4
Onkruidbestrijding												
Na aanslaan planten												
butisan s	2,5	vv_kdd	3,6	,06	11	,0	,0	,0	32	0	0	0
Direct na zaai												
LDS												
butisan s	0,5	vv_kdd	3,6	,01	2	,0	,0	,0	6	0	0	0
Ziektebestrijding												
Alternaria (spikkelziekte)												
rovral aquaflo	1	vv_kdd	3,6	,01	3	,0	,0	,0	30	0	0	0
Mycosphaerella (ringvlekkenziekte)												
triforine 190	1,5	vv_kdd	3,6	,27	0	,0	,0	,0	8	0	0	0
carbendazim	1	vv_kdd	3,6	,02	89	,12	,0	,0	64	124	124	124
horizon ew	1	vv_kdd	3,6	,0	33	,25	,01	,0	272	14	14	14
Meeldauw												
triforine 190	1	vv_kdd	3,6	,18	0	,0	,0	,0	5	0	0	0
Valse meeldauw												
previcur n	0,05	vv_kdd	3,6	,0	0	,0	,0	,0	1	0	0	0
Witte roest												
daconil 500 vloeibaar	3	vv_kdd	3,6	,08	300	1,44	,07	,0	100	918	882	445
Plaagbestrijding												
Bieten- en koolcystenaaltjes												
temik 10g gypsum	22,5	vv_kdd	3,6	2,14	324	19,58	19,58	19,58	125	1948	1948	1948
Rupsen, koolluizen, koolgalmug en trips												
orthene	1	vv_kdd	3,6	,11	0	,0	,0	,0	2	0	0	0
nomolt	0,4	vv_kdd	3,6	,0	411	,0	,0	,0	4	67	37	19
ekatin	1	vv_kdd	3,6	,25	1	,0	,0	,0	1	38	38	38
pirimor	0,5	vv_kdd	3,6	,04	189	,13	,0	,0	31	302	264	154
baythroid-vloeibaar	0,5	vv_kdd	3,6	,0	2571	,0	,0	,0	4	0	0	0
decis	0,3	vv_kdd	3,6	,0	186	,0	,0	,0	0	0	0	0
sumicidin super	0,2	vv_kdd	3,6	,0	720	,0	,0	,0	0	46	26	13
karate	0,15	vv_kdd	3,6	,0	491	,0	,0	,0	0	0	0	0
Koolvlieg (bij de voet); Bij 33.000 planten per ha												
birlane vloeibaar	6,6	zd	,0	,24	0	,14	,0	,0	162	12595	8942	6685
birlane granulaat	25	zd	,0	,38	0	,23	,0	,0	256	19879	14113	1055
birlane granulaat	40	zd	,0	,6	0	,36	,0	,0	410	31806	22580	16882
Koolvlieg (laat)												
brabant dimethoaat	0,6	vv_kdd	3,6	,04	1	,0	,0	,0	1	38	38	38
pirimor	0,5	vv_kdd	3,6	,04	189	,13	,0	,0	31	302	264	154
orthene	0,5	vv_kdd	3,6	,06	0	,0	,0	,0	1	0	0	0
Slakken												
mesurol	4	vs	,0	,1	0	,0	,0	,0	113	8	4	2
metald-slakkenkorrels	7	vs	,0	,4	0	,04	,02	,0	6	0	0	0
luxan slakkenkorrels super	7	vs	,0	,43	0	,04	,02	,0	6	0	0	0

Voor wie meer lezen/weten wil

Vakbladartikelen

Algemeen

Dekking, A.J.G. Natuur integreert al volop met landbouw. Proefboerderij zet onderzoek naar effecten multi-functionele landbouw op hoger pitje. Boerderij/ Akkerbouw 21 juli Vol. 83 No. 15 Pag. 28-29, 1998.

Dekking, A.J.G. en W.K. van Leeuwen-Haagsma. Grensverleggend boeren. Proefbedrijf OBS integreert duurzaam en schoon. Boerderij/Akkerbouw 20 januari Vol. 83 No. 2 Pag. 23, 1998.

Leeuwen-Haagsma, W.K. van en F.G. Wijnands. Koersen op minder middelen en minder risico. OBS: milieu-vriendelijk en bedrijfszeker. Boerderij/Akkerbouw 20 januari Vol. 83 No. 2 Pag. 24-26, 1998.

Teeltinrichting

Dekking, A.J.G. en P. van Asperen. Aardappelen telen vraagt steeds meer vakmanschap. Nauwkeurig werken bespaart bestrijdingsmiddel en stikstof. Boerderij/ Akkerbouw 25 april Vol. 85 No. 9 Pag. 12-14, 2000.

Dekking, A.J.G. en P. van Asperen. Teeltstrategie zaaiuien moet drastisch anders. Stikstof beheersbaar, ziektedruk blijft probleem. Boerderij/Akkerbouw 23 mei Vol. 85 No. 11 Pag. 18-20, 2000.

Asperen, P. van en A. Dekking. Bietenteelt kan bedrijfszeker en milieubewust. Contouren voor de toekomst. Boerderij/Akkerbouw 10 oktober Vol. 86 No. 21 Pag. 14-16, 2000.

Wijnands, F.G. en W.K. van Leeuwen-Haagsma. Vergelijking drijfmest-kunstmest. PAV Bulletin Akker-bouw september Pag. 24-28, 1997.

BRI/MBP

Wijands, F.G. en P. van Asperen. Milieubelasting verminderen door gerichte middelenkeuze; emissie in beeld gebracht. PAV Bulletin Akkerbouw, vol. 3 no. 2, pag 28-37, juni 1999.

Wijnands, F.G. Integrated crop protection an environment exposure to pesticides: methods used to reduce us and impact of pesticides in arable farming. European Journal of Agronomy, september, Vol. 7 Pag 251-260, 1997.

Bemesting

Leeuwen-Haagsma, W.K. van en F.G. Wijnands. Drijfmest in voorjaar schoon en goedkoop. Jarenlang onderzoek in Noordoostpolder bewijst waarde van dierlijke mest. Boerderij/Akkerbouw 20 januari Vol. 83 No. 2 Pag. 28-30, 1998.

Dekking, A.J.G. Tienjarig onderzoek naar voorjaars-toediening onderstreept voordelen. Proefboerderij in Nagele berekent gemiddeld over alle gewassen een financiële winst van drijfmesttoepassing van f212 per hectare. Boerderij/Akkerbouw 3 april Vol. 86 No. 7 Pag. 6-7, 2001.

Dekking, A.J.G. Dierlijke mest in het voorjaar: winst voor boer en milieu. PAV Bulletin Akkerbouw november Vol. 4 No. 3 Pag. 21-24, 2000.

Economie

Stokkers, R. en W.K. van Leeuwen-Haagsma. Tol voor grensverleggend boeren is laag. Inkomen uit geïntegreerde bedrijfsvoering kan mee met dat uit gangbaar. Boerderij/ Akkerbouw 26 mei Vol. 83 No. 11 Pag. 8-9, 1998.

Stokkers, R. en W.K. van Leeuwen-Haagsma. Tol voor grensverleggend boeren is laag. PAV Bulletin Akkerbouw mei Vol. 2 No. 2 Pag. 23-25, 1998.

Leeuwen-Haagsma, W.K. van en F.G. Wijnands. Grensverleggend boeren. PAV Bulletin Akkerbouw mei Vol. 2 No. 2 Pag. 19-22, 1998.

Bedrijfssystemenonderzoek en methodiek

Vereijken, P., 1992. A methodic way to more sustainable farming systems. Netherlands Journal of Agricultural Science 40:209-223.

Vereijken, P.H., 1999. Manual for prototyping integrated and ecological arable farming systems (I/EAFS) in interaction with pilot farms. Cereales Uitgeverij, Wageningen, 53 pp. (http://www.gcw.nl)

Wijnands, F.G. A methodical way of prototyping more sustainable farming systems in interaction with pilot farms. In "Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft" (Eds. Härdtlein, M. et al) Initiatieven zum Umweltschutz band 15, Erich Schmidt Verlag, Berlin, Pag. 365-391, 421 pp, 1999.

Wijnands, F.G., W. Sukkel & J.J. de Haan, 2001. Systeeminnovatie in de landbouw, wegwijzer naar de toekomst. In: J. Wolfert, R. Booij & M.K. van Ittersum. Ecologisering en Bedrijfssystemenonderzoek: waarheen, waarvoor? Verslag KLV studiedag 2001 studiekring Ecologie en Fysiologie van de Plantaardige Produktie, KLV, Wageningen, pp.9-28.

Innovatieprojecten

Wijnands, F.G., P. van Asperen, G.J.M. van Dongen, S.R.M. Janssens, J.J. Schröder. Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw, beknopt overzicht technische en economische resultaten. (in Dutch with English summary and tables and figures) PAGV verslag No. 196, 126 pp, 1995.

Nieuwenhuize, W., J. Proost en F.G. Wijnands. Geïntegreerde akkerbouw, een gezonde toekomst voor sector en milieu. Geïntegreerde akkerbouw, een gezonde toekomst voor sector en milieu. Speciale uitgave, september, 24 pp, 2001.

Wijnands, F.G., P. van Asperen en S.R.M. Janssens. Evaluation and testing of integrated arable farming systems on innovative pilot farms in the Netherlands. Proceedings of the 1998. Brighton conference; Pests & deseases. 16-19 november Pag. 1115-1124, 1998.

Telen met toekomst (www.telenmettoekomst.nl)

Buck, A.J., F.J. de Ruijter, F.G. Wijands, P.L.A. van Enckevoort, W. van Dijk en A.A. Pronk. Voorwaarts met de milieuprestaties van de Nederlandse open-teelt sectoren: een verkenning naar 2020. Rapport No. 6, PRI, Wageningen, pp 104, 2000.

Dekking, A.J.G. en M.H. Zwart-Roodzant. Samen werken aan verminderen milieubelasting. Actieplan voor bedrijf op basis van BRI en MBP. PAV Bulletin Akkerbouw, december Vol. 4 No. 4 Pag. 26-30, 2000.

Dekking, A.J.G., J.A.J.M. Rovers en B.M.A. Kroonen-Backbier. Gewasbescherming in "Telen met toekomst". Een inventarisatie van de kenlpunten. PPO-Bulletin, juni, Vol. 5 No. 2 Pag. 26-31, 2001.

Dijk, W. van, F.G. Wijands en J.J. Neeteson. Voorwaarts: heldere en ambitieuze doelen. PAV Bulletin Akkerbouw/Vollegrondsgroenten, november, Vol. 4, No. 3, Pag. 18-23, 2000.

Telen met toekomst voor telers met toekomst, Jaaroverzicht 2000, December 2001.

ISBN 90-807565-1-2