

Geïntegreerde akkerbouw

ZUIDOOST NEDERLAND



PRAKTIJKONDERZOEK
PLANT & OMGEVING

PPO-BEDRIJFSSYSTEMEN - 2002 N° 10

WAGENINGEN UR

Inhoud

pag. 1	Voorwoord
pag. 2	Innovatie van bedrijfssystemen
pag. 10	Onderzoek naar geïntegreerde en biologische akkerbouwsystemen in zuidoost Nederland
pag. 12	Resultaten geïntegreerde bedrijfssystemen
pag. 15	Bedrijfsresultaat geïntegreerd vergelijkbaar met gangbaar
pag. 19	Resultaten van de geïntegreerde bemestingsstrategie
pag. 26	Geïntegreerde gewasbescherming succesvol
pag. 32	Onkruidbestrijding: goede mechanisatie en lage dosering
pag. 37	Ziekten en plaagbestrijding
pag. 43	Met 'kennis' zijn aaltjes zonder chemie te beheersen
pag. 48	Agrarisch natuurbeheer positieve invloed op akkerbouw

pag. 54	Perspectieven en vooruitblik
pag. 58	Bijlage 1; BRI en MBP
pag. 60	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

W. Sukkel en P.A.C. Koot

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 betaelopdracht: **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 vervoelvoudigd, 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 Vollegrondsgroenteteelt'. 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 zeelei	Bestelcode: PPO 306 - 1
• Biologische akkerbouw, Zuidoost Nederland	Bestelcode: PPO 306 - 2
• Biologische akkerbouw, Noordoost Nederland	Bestelcode: PPO 306 - 3
• Geïntegreerde akkerbouw, Centrale zeelei	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. Dit aangevuld met de regiospecifieke kennis van de locatiemedewerkers. De onderzoekers komen niet alleen van PPO, maar ook van andere instituten, zoals Alterra. Onze dank gaat dan ook uit naar allen die bijgedragen hebben aan de ontwikkeling van deze systemen waarvan de perspectieven en resultaten in deze uitgave beschreven staan. Met name noem ik hier het team dat in de afgelopen 10 jaar in meer of mindere mate betrokken was bij het onderzoek op proefbedrijf Vredepeel. Dit zijn Marc Kroonen, Brigitte Kroonen-Backbier, Yvonne Hofmeester, Wiepie van Leeuwen-Haagsma, Harry Verstegen, Anke Gruneveld, Janjo de Haan en Leendert Molendijk. 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: Cor Huys en zijn team tot 1995 en Marc Kroonen met zijn team sindsdien. Dank ook aan hun medewerkers Jos van Meijel, Richard Peeters, Bart Peeters, Peter Nelissen en Rolf van Dijk.

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

Frank Wijnands

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 productie-technieken 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	Onderzoekperiode
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

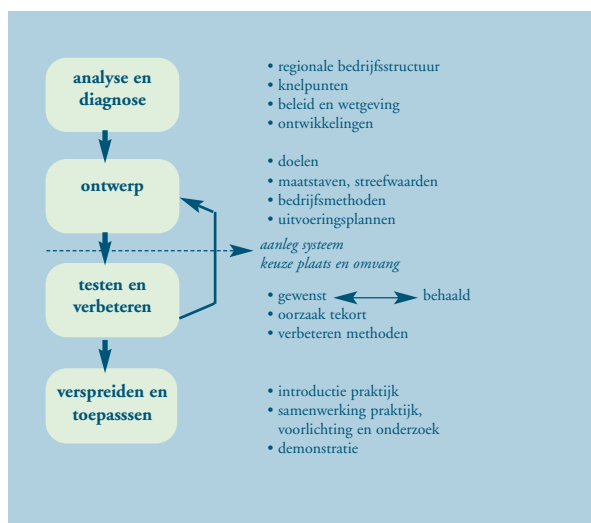
Voortbouwend op het bedrijfssystemenonderzoek op het OBS te Nagele (1978 tot heden), werd in de loop de jaren een gestructureerde methodiek voor de ontwikkeling van meer duurzame bedrijfssystemen ontworpen: het prototyperen (figuur 1). Bij deze methodiek wordt uitgegaan van een profiel van eisen (gekwantificeerde 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 biologisch systeem dat in de laatste onderzoeksperiode ontwikkeld is, wordt besproken in een afzonderlijke uitgave. De voorliggende uitgave beschrijft de mogelijkheden en moeilijkheden van een duurzame

geïntegreerd bedrijfssystemen voor de akkerbouw op de zuidoostelijke zandgrond en is een verslag van zeven jaar onderzoek (1993 tot en met 1999) op de PPO-locatie Vredepeel. In een serie artikelen worden de verschillende aspecten van de geïntegreerde systemen toegelicht. De eerste vijf artikelen gaan in op de opzet en resultaten van het systeem. Getoond wordt in hoeverre het bedrijf aan de

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 aanvaardbaar niveau van belasting in de verschillende milieucompartmenten: 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 uitspoelingsseizoen. 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 gaat 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 niveaus 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.

gestelde doelen kan voldoen. Specifieke aandacht krijgen de economische en milieutechnische resultaten. De daarop volgende artikelen gaan in op de manier waarop deze resultaten bereikt zijn, waarbij de strategieën voor gewasbescherming en bemesting worden uitgewerkt. De resultaten van 10 jaar geïntegreerde gewasbescherming worden daarna in detail uitgelegd. Verder wordt ingegaan op twee speciale onderwerpen: nematoden en agrarisch natuurbeheer. 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 bedrijfs-systemenonderzoek 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 bedrijfs-balansen: als aanvoer wordt depositie (regiospecifiek), stikstofbinding (forfaits per ton droge stof of ha), meststoffen (gemeten gehalten in organische mest) en

de nutriënten in aardappelpootgoed (norm gehalten) meegenomen. Als afvoer wordt met de bruto af land opbrengst (normgehalten) 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 geldt bij de gehanteerde streeftrajecten voor de fosfaaten 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

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 ₂ O ₅ -overschot	kg/ha	< 20
	7	K ₂ O-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	< 5 (afhankelijk van systeemtype)

¹⁾ zo laag als met de huidige stand van de techniek redelijkerwijs mogelijk

²⁾ e.o.s. is effectieve organische stof

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

Ad 8 t/m 10: Blootstellingen 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 vervluchtigingsrisico, 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 blootstellingsrisico 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 bedrijfs waarde.

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 milieu-belasting.

De streefwaarden zijn afgeleid uit de overheidsdoelstellingen en expertkennis. De streefwaarde van BRI-lucht van < 0,7 kg a.s./ha betekent een

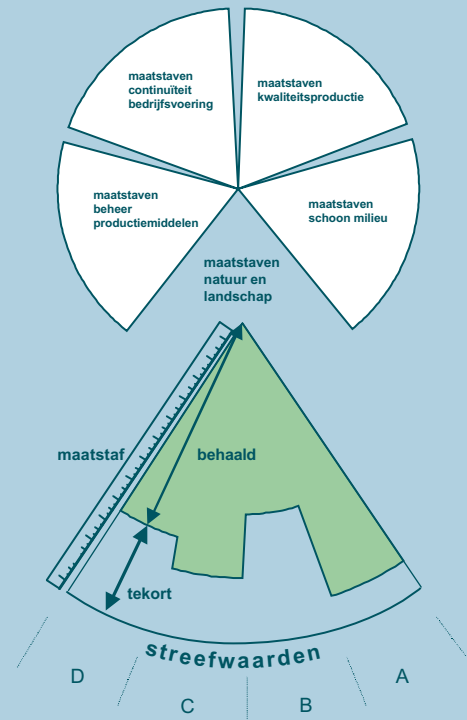
vermindering van de emissie naar de lucht met 90% ten opzichte van de MJPG referentieperiode 1984 tot en met 1988. De grondwaterbelasting is de EU norm (streefwaarde) voor grondwater dat drinkwaterkwaliteit moet hebben (dat is volgens het MilieuBeleidsPlan uit 1992 in Nederland voor al het niet zoute 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).



Geïntegreerde en biologische akkerbouw-systemen in zuidoost Nederland

Sinds 1989 doet proefboerderij Vredepeel onderzoek naar geïntegreerde bedrijfssystemen voor de akkerbouw. Doel van dit onderzoek is de ontwikkeling van meer duurzame systemen voor de akkerbouw in het zuidoostelijk zandgebied. Het beheersen van bodemgebonden ziekten en plagen zonder chemie staat daarbij centraal.

Van oudsher wordt het zuidoostelijk zandgebied gekenmerkt door relatief kleine bedrijven. Om toch een inkomen te genereren is er in de loop der jaren flink geïntensiveerd. Granen werden vervangen door hoger salderende gewassen en met name de rooivruchten werden in een steeds nauwere vruchtopvolging geteeld. Van een arme regio ontwikkelde de Peel snel tot een economisch en agrarisch welvarend gebied.

Er ontstonden echter problemen met bodemgebonden ziekten en plagen. Ook nam door het grotere aandeel voorjaarsgezaaide of geplante gewassen de onkruiddruk toe. Dit veroorzaakte een sterke toename van het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen. Bovendien raakte de mineralenbalans van individuele bedrijven - en zelfs die van de gehele regio - ernstig verstoord door de sterke ontwikkeling van de intensieve veehouderij in het gebied. Droeg het onderzoek in de begintijd vooral bij aan het ontstaan van economisch welvarende bedrijven, in de meest recente periode wordt het onderzoek met name ingezet om deze bedrijven en hun teeltsystemen te verduurzamen.

Duurzame akkerbouw

Vanaf 1989 wordt er op de proefboerderij Vredepeel (PPO-locatie Vredepeel) onderzoek gedaan naar geïntegreerde bedrijfssystemen voor de akkerbouw. De doelstelling van dit onderzoek is het ontwikkelen van bedrijfssystemen voor duurzame akkerbouw. Systemen die zorgen voor voldoende inkomen voor de ondernemer als basis voor de continuïteit van het bedrijf. Maar ook systemen die passen binnen de milieutechnische randvoorwaarden die de maatschappij aan de landbouw stelt. Het verenigen van deze doelstellingen is een hele klus. In de 12 á 13 jaar dat het bedrijfssystemenonderzoek nu gaande is, is er veel gebeurd en ook veel veranderd. Steeds waren er nieuwe vragen, werden grenzen verder

verlegd en deden nieuwe problemen zich voor. Hieronder een overzicht.

1989 tot en met 1992

In 1989 gaat het eerste geïntegreerde bedrijfssystemen onderzoek van start op gezamenlijk initiatief van het toenmalige PAGV (nu PPO-AGV) en het regionaal onderzoekscentrum (ROC) Vredepeel (nu PPO locatie Vredepeel). Er worden drie systemen aangelegd die toenemen in intensiteit: van 3/8 deel granen, gras of maïs naar slechts 1/8 deel van het totale bouwplan. Deze systemen worden geïntegreerd benaderd. Dat wil zeggen: er wordt geprobeerd om de milieubelasting (emissie van pesticiden en nutriënten) zover mogelijk terug te dringen, zonder dat er een grote reductie van het bedrijfs-economische resultaat optreedt. Daarnaast is er een vierde systeem met 2/8 granen, gras of maïs waarbinnen de gangbare landbouwpraktijk van dat moment wordt toegepast. Centraal in alle systemen staat de gecombineerde verbouw van akkerbouw rooivruchten en groentegewassen voor de conservenindustrie, om zo



Aaltjes bepalen in sterke mate de gewaskeuze en -volgorde. Onderzoek naar waardplantenstatus (proefveld Smakt) is daarbij van wezenlijk belang

aansluiting te vinden bij de praktijksituatie van de akkerbouw in zuidoost Nederland.

Ondanks de goede resultaten wordt besloten de onderzoeksofzet na vier jaar ingrijpend te veranderen. Enerzijds blijken de verschillen tussen de geïntegreerde systemen voor wat betreft de inzet van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten vrij klein. Anderzijds verstoort de onverwachte opkomst van een 'nieuw' bodempathogeen (*M. fallax* / *M. chitwoodi*) de perceels- en proefindeling in ernstige mate. Daardoor ontstaan willekeurige, niet-systeemgebonden effecten. Bovendien staat de opkomst van biologische bedrijfssystemen in de belangstelling. Er wordt besloten om ook deze systeem-benadering een plaats te geven op de zandgrond in de Peel.

1993 tot en met 1999

Vanaf 1993 gaat er een nieuw onderzoeksprogramma draaien. Hierin worden twee intensieve (MJPG-systeem en Geïntegreerd intensief systeem) en twee extensieve systemen (Geïntegreerd extensief systeem en Biologisch systeem) paarsgewijs met elkaar vergeleken (figuur 1).

De intensieve systemen zijn gebaseerd op het intensieve systeem dat ook al in de vier jaren ervoor beproefd werd. Het verschil tussen beide komt met name tot uiting in de manier waarop er omgegaan wordt met de bestrijding van bodemziekten en -plagen en de strategie voor bestrijding van ziekten, plagen en onkruiden. In het MJPG-systeem wordt gebruik gemaakt van de mogelijkheid om een maal

in de vijf jaar de grond te ontsmetten met chemische middelen. In het Geïntegreerd intensief systeem wordt indien nodig zwarte braak toegepast.

In het geïntegreerde systeem worden geïntegreerde gewasbeschermingsstrategieën ontwikkeld en toegepast die de inzet van pesticiden zoveel mogelijk beperken. In het MJPG-systeem blijft de reductie van pesticiden inzet beperkt tot het niveau dat in het MJPG wordt voorgesteld.

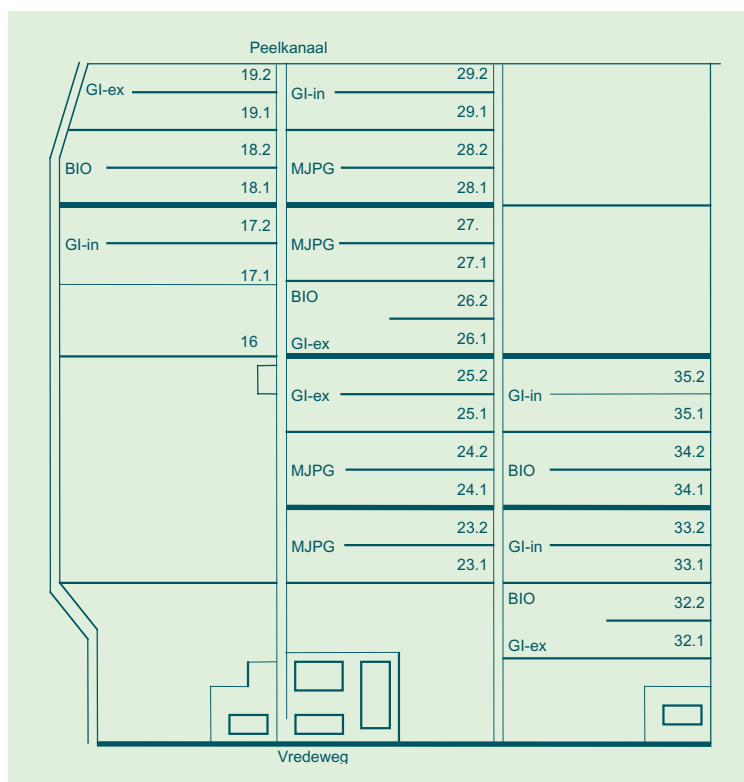
Daarnaast worden er twee systemen aangelegd met een extensief karakter: een geïntegreerd en een biologisch bedrijfssysteem. Beiden zijn zesjarige rotaties met daarin 2/6 granen en maïs. Het achterwege laten van synthetische gewasbeschermingsmiddelen en mineralen onderscheidt het biologisch systeem van het geïntegreerde systeem. In dat laatste geval worden deze middelen wel beperkt gebruikt, maar heeft het voorkomen van emissie van pesticiden en nutriënten naar het milieu prioriteit. Ook in deze systemen wordt zwarte braak toegepast. Indien nodig op dezelfde wijze als in het geïntegreerd intensief systeem. Voor het MJPG-systeem en de twee geïntegreerde systemen zijn voor de inzet van gewasbeschermingsmiddelen reductiedoelstellingen op bedrijfsniveau geformuleerd. De referentie wordt gevormd door de inzet van pesticiden in het oude gangbare systeem van de periode 1989 tot en met 1992. Dit is uitgedrukt in kg actieve stof/ha. Om te komen tot een vermindering in gebruik van gewasbeschermingsmiddelen zijn verschillende strategieën mogelijk. Per systeem kan aan de hand van de mogelijke besparingen en bijbehorende inspanningen (arbeid en machines) bekeken worden welke strategie per gewas in aanmerking komt om aan de genoemde reductiedoelstelling op bedrijfsniveau te kunnen voldoen. Met name bij de onkruidbestrijding stond minimale investering in nieuwe machines en minimale inzet van extra arbeid voorop bij de keuzes om te komen tot de gewenste reducties.

In deze periode werd het succes van de geïntegreerde aanpak vooral afgerekend op de actieve stof inzet. Aan het einde van de beschreven onderzoeksperiode is vooral ook gekeken naar de milieubelasting van de middelen die ingezet werden.

Voor de bemesting werd het MJPG-systeem gelimiteerd conform de te verwachten eindnormen van het bemestingsbeleid. Deze randvoorwaarde werd ook gehanteerd voor de geïntegreerde systemen. In deze systemen werd echter een geïntegreerde bemestingsstrategie gevolgd. Deze is verderop in deze uitgave beschreven.

2000 tot nu

Vanaf 2000 blijven er van deze vier bedrijfssystemen nog twee over. Dat zijn het intensieve bouwplan met een geïntegreerde bedrijfsvoering en het extensieve bouwplan met een biologische bedrijfsvoering. Vanaf nu worden



Figuur 1. Plattegrond bedrijfsystemenonderzoek Vredepeel periode 1993 tot en met 1999. GI-in = Geïntegreerd intensief systeem; GI-ex = Geïntegreerd extensief systeem; BIO = Biologisch systeem.

Proefbedrijf Vredepeel

In het noorden van Limburg, midden in de Peel, ligt het 70 ha grote proefbedrijf 'Vredepeel'. Al sinds 1959, op de toen net ontgonnen grond, wordt hier praktijk-onderzoek gedaan naar ontwikkelingen in de landbouw. In de beginjaren richtte het onderzoek zich op de waterhuishouding op gemengde bedrijven. Toen duidelijk werd dat de landbouw zich steeds verder specialiseerde, werden ook op het proefbedrijf de bakens verzet. Het vee werd van de hand gedaan en Vredepeel ging verder als gespecialiseerd akkerbouwbedrijf met onderzoek ten behoeve van de akkerbouwsector op het zand van zuidoost Nederland. Onderzoek, dat door de jaren heen veel bijgedragen heeft aan een beter begrip van alle aspecten van bodem- en waterbeheer en plantenteelt. Maar bovenal vele bruikbare resultaten heeft opgeleverd voor de praktijk.

Bedrijfsopp. BSO: 20 ha (28 percelen van elk 70 are)
Grondsoort: Veldpodzol (jonge ontginningsgrond) met leemarm en zwak lemig zand (Hn 21)
Bouwvoor: 20-30 cm en bewortelingsdiepte: 50-60 cm
Waterbeheer: Goede ontwatering middels drainage kunstmatig beregening uit grondwaterput mogelijk
Grondwaterstand fluctueert tussen circa 0,75 en 1,75 meter

Bodemonderzoek gemiddeld 1993;

pH: 5,3
% organische stof: 4,6
Pw: 52
K-getal: 9

beide systemen ook op verschillende kavels, apart van elkaar, aangelegd. Voor het biologische systeem biedt dit de mogelijkheid om de producten onder SKAL-licentie te vermarkten. In het kader van het project 'Telen met Toekomst', waarin het praktijkonderzoek samen met Plant Research International, DLV en 33 praktijkbedrijven door heel Nederland probeert de actuele en toekomstige milieudoelstellingen te halen, is het geïntegreerde systeem op Vredepeel nog enigszins gewijzigd. Naast het 'standaard' systeem zijn daar bovenop nog twee analysesystemen gekomen. In beide systemen wordt nog meer risico genomen en verkennend onderzoek gedaan om mogelijke verdere verbeteringen van de geïntegreerde praktijk te toetsen.

Geïntegreerde bedrijfssystemen

In deze uitgave wordt verslag gedaan van het onderzoek aan geïntegreerde bedrijfssystemen gedurende de periode 1993 tot en met 1999. De vruchtwisseling van het MJPG-

systeem en het Geïntegreerd intensief systeem zijn gelijk. Dit vrij intensieve systeem is gedurende de vele jaren van het bedrijfssysteemonderzoek relatief weinig veranderd. Het is een 8-jaarlijkse rotatie, met daarin een kwart aardappelen en bieten, een achtste waspeen en een achtste dubbelteelt conservenerwten en stamslabonen en ook een achtste graan en een achtste maïs. In tabel 1 staat de vruchtopvolgving weergegeven.

Slechts een kwart van de rotatie is bezet door monocotyle gewassen, dat wil zeggen de triticale en de maïs. De overige gewassen zijn allen rooivruchten op de conservengroenten na. Dat betreft echter een dubbelteelt, waardoor het totale systeem dus behoorlijk intensief is.

Daarnaast is er ook onderzoek gedaan aan een extensief geïntegreerd systeem. Dit bouwplan is gelijk aan het bouwplan van het biologisch systeem. Het staat in tabel 2.

Er is voor een 6-jarige vruchtwisseling gekozen, als een optimaal compromis tussen een 8-jarig bouwplan met 2/8 monocotylen, met een verhoogd risico op problemen met

Tabel 1. Vruchtwisseling MJPG- en Geïntegreerd intensief systeem

Rotatie	Gewas
1.	consumptieaardappel (laat)
2.	suikerbiet
3.	triticale
4.	waspeen
5.	consumptieaardappel (vroeg)
6.	suikerbiet
7.	snijmaïs
8.	conservenerwt & stamslaboon

Tabel 2. Vruchtwisseling Geïntegreerd extensief (en biologisch) systeem

Rotatie	Gewas
1.	aardappel
2.	snijmaïs
3.	waspeen
4.	conservenerwt & stamslaboon
5.	suikerbiet
6.	graan (triticale)

het handhaven van kwaliteitsproductie en een 8-jarig bouwplan met de helft monocotylen, dat ruime mogelijkheden biedt voor een duurzame productie doch economisch onaantrekkelijk is.

De belangrijkste onderzoeksprioriteit van de geïntegreerde systemen is het behalen van een voldoende (stabiele) kwaliteitsproductie en een acceptabel economisch resultaat. Bij kwaliteitsproductie zijn er zowel streefwaarden gesteld aan de kwantiteit als aan de kwaliteit van de productie.

De milieutechnische doelen voor de gewasbescherming in het MJPG-systeem zijn afgeleid van de wetgeving van het MJPG voor het jaar 2000. In het Geïntegreerde intensieve systeem wordt geprobeerd nog betere milieuresultaten te behalen, terwijl in het Geïntegreerde extensief systeem goede milieucijfers over de gehele linie prioriteit hebben.

Bij nutriënten en de daaraan gekoppelde maatstaven moeten alle bedrijven aan dezelfde doelstellingen voldoen. Deze doelstellingen zijn voor stikstof en fosfaat scherper gesteld dan de Minas normen. De grondsoort van de locatie Vredepeel is een veldpodzol (jonge ontginningsgrond) met leemarm en zwak lemig zand en representatief voor de zandgebieden van zuidoost Nederland. De grond is uitspoelingsgevoelig. Dat betekent dat de stikstofbenutting in het onderzoek bijzondere aandacht behoeft, zeker ook in het intensieve bedrijfssysteem. Bij de fosfaaten kalibemesting geldt bemesting op balansniveau (aanvoer is afvoer). De overschotten die hier toegestaan worden, zijn nodig voor het handhaven van de bodemvruchtbaarheid.

De proefboerderij Vredepeel kreeg er met de ontdekking van 'nieuwe' aaltjes (*M. chitwoodi* en *M. fallax*) begin jaren negentig een nieuw probleem bij. De schade die de aaltjes in het bedrijfssystemenonderzoek aanrichtten, zorgden voor grote wijzigingen in de onderzoeksopzet. Het

bouwplan moest aangepast worden aan de nieuwe aaltjes, gewasrotaties moesten anders en er werden korte teelten ingebouwd. De groenbemesters moesten eruit want die vermeerderden de nieuwe aaltjes, de schorseneer maakte plaats voor de waspeen. In het MJPG-systeem wordt indien nodig grondontsmetting toegepast binnen de wettelijke kaders en in de geïntegreerde systemen wordt gezocht naar niet-chemische oplossingen zoals het inpassen van zwarte braak. Dit gebeurt in de rotatie vóór die gewassen die daar het meest van profiteren: aardappelen en peen. De gewassen triticale en maïs worden daarvoor opgeofferd dus gebrakt. Door het volgen van de aaltjespopulaties en de aanvullende proeven werd kostbare nematologische kennis opgedaan. Kennis die nu ingezet kan worden in de ontwikkeling van duurzame teelt- en bedrijfssystemen.



Proefbedrijf „Vredepeel“ Praktijkonderzoek Plant en Omgeving voor de akkerbouw op de zand in zuidoost Nederland

Resultaten geïntegreerde bedrijfssystemen

Op proeflocatie Vredepeel in zuidoost Nederland is een redelijk tot goede kwaliteitsproductie te combineren met een sterk gereduceerde milieubelasting. In het geïntegreerde bedrijfssysteem werden de gestelde milieunormen echter nog niet altijd gehaald. De bodemgezondheid blijkt, ook zonder chemie, redelijk beheersbaar. De economische resultaten zijn vergelijkbaar met een gangbare aanpak zoals uitgevoerd in het zogenaamde MJPG-systeem.

In figuur 1a, b, c en tabel 1 worden de resultaten van de geïntegreerde systemen weergegeven.

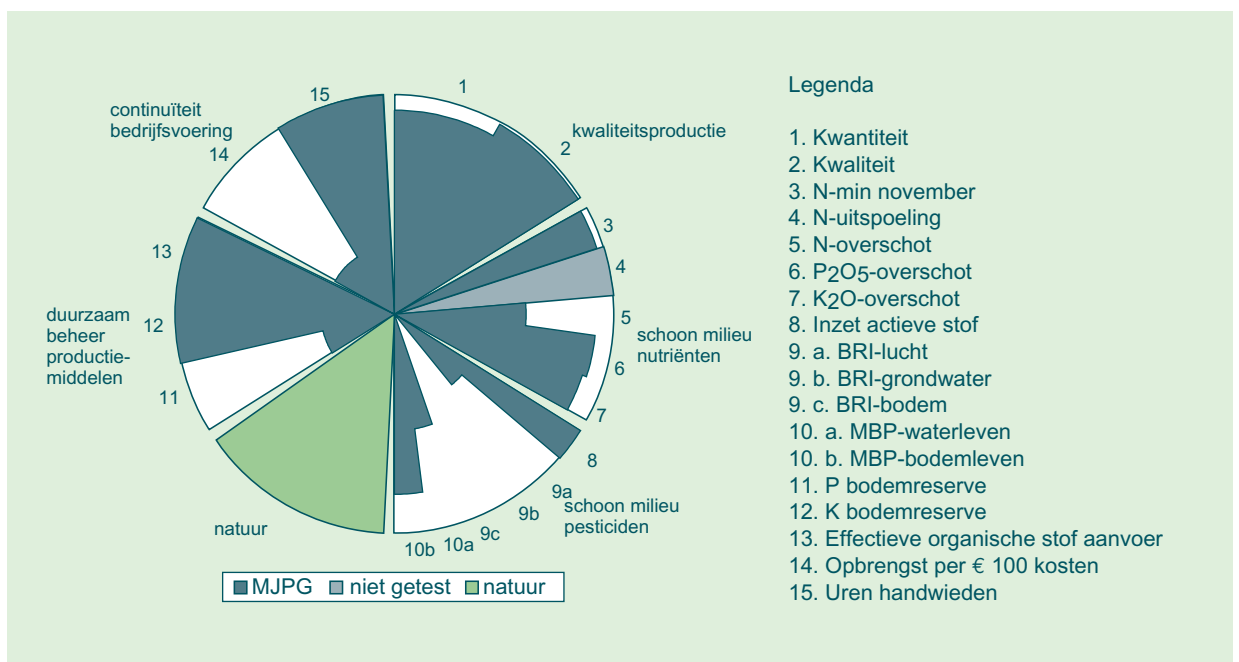
Kwaliteitsproductie

Door de aanwezigheid van diverse soorten aaltjes op de proeflocatie Vredepeel is de kwaliteitsproductie van de gewassen in meer of mindere mate beïnvloed (tabel 2). Door een uitgekende vruchtwisseling, het inpassen van braak, latere zaaidatum of door toepassen van nematiciden in het MJPG-systeem, is geprobeerd de schade te voorkomen en de aaltjessituatie te beheersen. Ondanks dat de schade in het veld niet altijd zichtbaar is, kan het

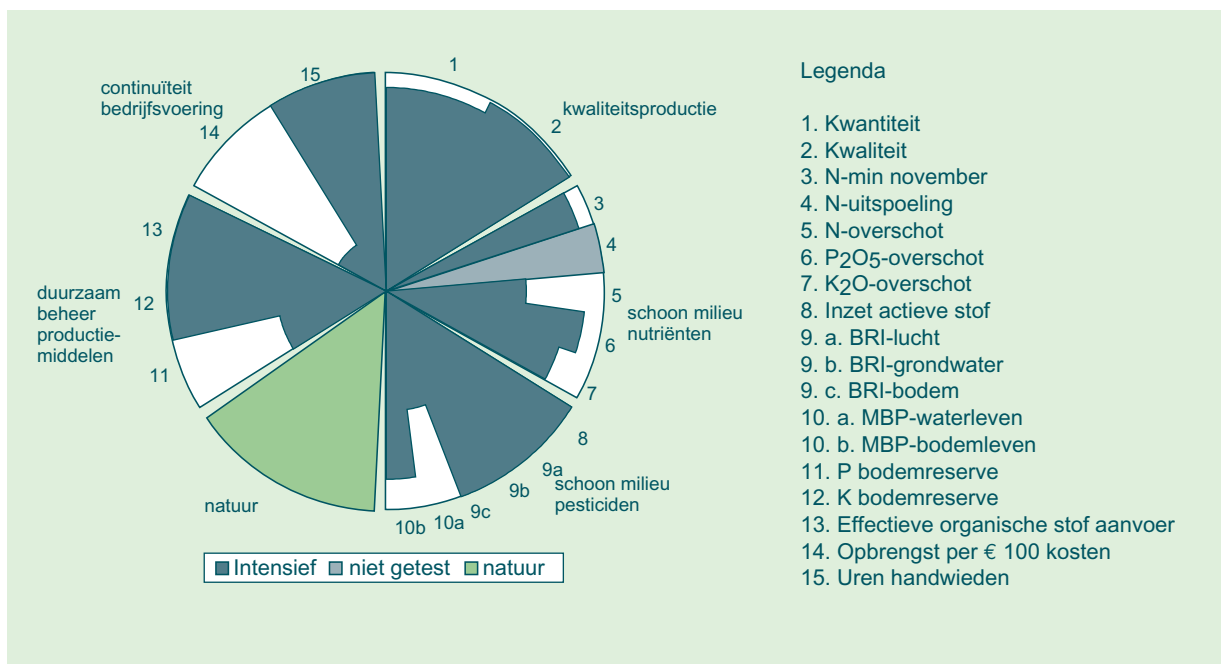
voorkomen van aaltjes het opbrengstniveau drukken. Opbrengstverschillen kunnen niet altijd toegeschreven worden aan de gevolgde bedrijfsstrategie. Soms zijn ze een gevolg van de toevallige toekenning van percelen aan het systeem.

Bij het thema kwaliteitsproductie wordt zowel de kwantiteit als de kwaliteit beoordeeld. De opbrengsten en de kwaliteitcijfers zijn onderling vergeleken en vergeleken met streefwaarden. Deze streefwaarden zijn zeer ambitieus.

Over alle gewassen gemiddeld was de gerealiseerde opbrengst 93% van de streefwaarde voor de intensieve systemen MJPG en Geïntegreerd intensief. Bij een vergelijkbaar bouwplan en vruchtwisseling leidt een geïntegreerde bedrijfsvoering niet



Figuur 1a. Resultaten geïntegreerde bedrijfssystemen Vredepeel 1993 tot en met 1999: MJPG



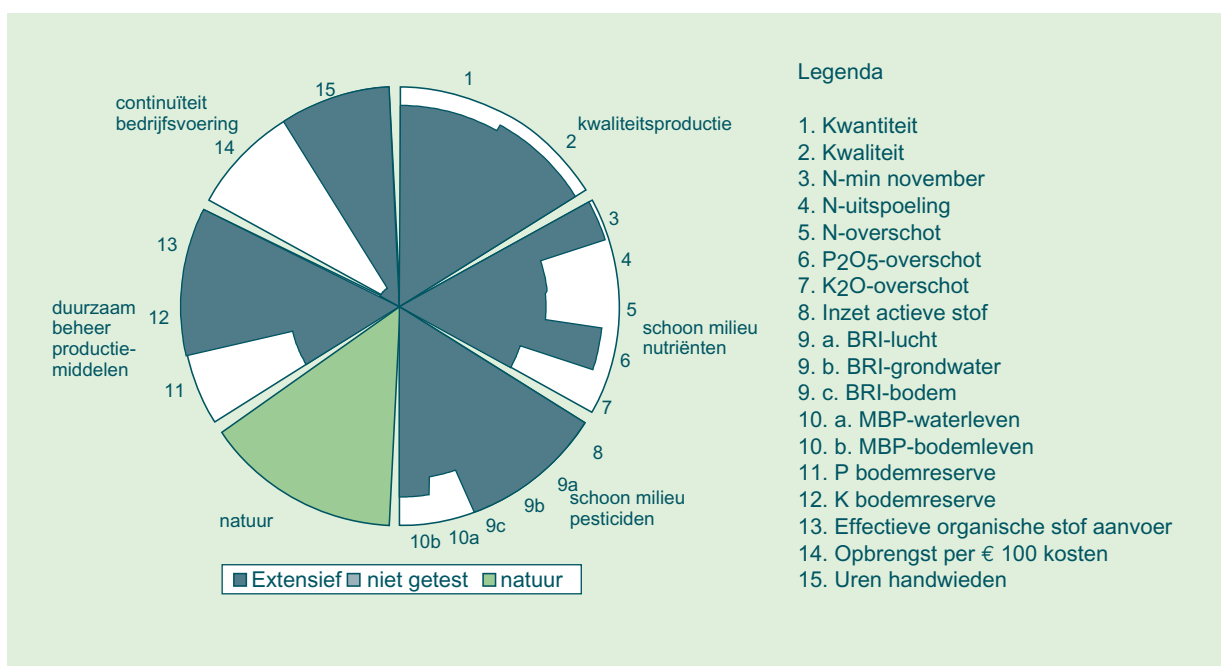
Figuur 1b. Resultaten geïntegreerde bedrijfssystemen Vredepeel 1993 tot en met 1999: Geïntegreerd intensief

tot lagere fysieke opbrengsten. Het extensieve systeem haalde 92% van de streefopbrengsten.

Er zijn enkele opvallende zaken. In de intensieve systemen bleef de suikeropbrengst zo'n 15% achter bij het streven. Met name *Rhizoctonia*, die in beide systemen meer voorkwam dan in het extensieve systeem, is hier debet aan. Verder vermeerderd aardappel, de voorvrucht voor biet, het aaltje *Meloidogyne hapla* sterk waardoor mogelijk schade ontstaan is

in het voor dit aaltje gevoelige volgewas suikerbiet. In het extensieve systeem krijgt *M. hapla* minder kans.

De waspeen in de intensieve systemen kwam niet verder dan 80% van de streefwaarde. De afkeuring in verband met pok in één van de zeven jaren is hiervan de oorzaak. Gedeeltelijk werden de gedeerde opbrengsten opgevangen door uitkeringen uit het zogenaamde pokfonds (conservenindustrie). Bij de aardappelteelt werd in de



Figuur 1c. Resultaten geïntegreerde bedrijfssystemen Vredepeel 1993 tot en met 1999: Geïntegreerd extensief

Tabel 1. Resultaten bedrijfssystemen Vredepeel 1993 tot en met 1999: MJPG, Geïntegreerd intensief en Geïntegreerd extensief

Thema	Maatstaf	Dimensie	Streefwaarde	MJPG	Geïntegreerd intensief	Geïntegreerd extensief
Kwaliteitsproductie						
1	Kwantiteit	-	100	0,93	0,93	0,92
2	Kwaliteit	-	100	0,99	0,99	0,95
Schoon milieu nutriënten						
3	N-min najaar	N-min (0-100 cm)	< 45	48	52	46
4	N-uitspoeling	ppm NO ₃ -	< 50	niet gemeten	niet gemeten	66
5	N-overschot	kg/ha	< 60	140	136	133
6	P-overschot	kg/ha	< 20	28	29	27
7	K-overschot	kg/ha	< 40	50	57	82
Schoon milieu pesticiden						
8	actieve stof inzet	kg/ha	alara	4,8	1,9	1,6
9a	BRI-lucht	kg a.s./ha	< 0,7	1,11	0,42	0,34
9b	BRI-grondwater	ppb	< 0,5	9,35	0,11	0,07
9c	BRI-bodem	kg dagen/ha	< 200	328	199	160
10a	MBP-waterleven	% toep. >10	0	47	45	21
10b	MBP-bodemleven	% toep. >100	0	18	14	13
Natuur						
Maatstaven voor natuur zijn vastgesteld op een ander schaalniveau. Zie artikel Agrarisch Natuurbeheer verderop in deze uitgave.						
Duurzaam beheer productiemiddelen						
11	Pw-getal	Pw (0-30 cm)	20-30	50	45	45
12	K-getal	K-getal (0-30 cm)	11-17	9	9	8
13	Effectieve o.s.-aanvoer	kg/ha	> 1500	1866	1749	1869
Continuïteit bedrijfsvoering						
14	Opbrengsten/€ 100 kosten	€	> 100	77	75	70
15	Uren handwieden	uren/ha	< 5	4,6	4,8	3,8

intensieve systemen nagenoeg voldaan aan de gestelde streefwaarden van 50 ton/ha voor de vroege teelt en 58 ton/ha voor de late teelt. In het extensieve systeem, waar alleen een late teelt voorkomt, blijft de opbrengst bijna 10% achter. Mogelijk is een hogere besmetting door aaltjes oorzaak, maar dit is onvoldoende duidelijk geworden.

Conservenerwtten in het extensieve systeem brachten beduidend minder op dan de streefwaarde. In de intensieve systemen lukte dit nagenoeg wel. Schade door het aaltje *M. chitwoodi* in twee van de zeven jaren leidde tot een opbrengstderving van 20%. In één jaar werd een vergelijkbare schade geleden als gevolg van *Pratylenchus penetrans*. In het geïntegreerd intensief systeem kwamen deze aaltjes ook voor. De schade bleef beperkt tot 10 à 15% in twee van de zeven jaren.

Bij de stamslabonen wordt in beide geïntegreerde systemen de gewenste opbrengst niet gehaald. Wellicht heeft de gevolgde aanpak voor de onkruidbestrijding geleid tot opbrengstderving. Daarnaast werd in één van de jaren 10% schade als gevolg van een *M. chitwoodi* en bietencysteaaltjesbesmetting waargenomen.

De kwaliteit van de afgeleverde producten was goed. In het MJPG- en Geïntegreerd intensief systeem bleef bij de suikerbieten het suikergehalte 0,3 tot 0,4% achter bij de streefwaarde en werd bij waspeen net niet voldaan aan het gewenste percentage klasse I. In het extensief systeem lag de aardappeltarra iets aan de hoge kant. Dit werd met name veroorzaakt door een slechte kwaliteit in het laatste jaar. Bij de overige gewassen werd voldaan aan de gestelde kwaliteitseisen.

Tabel 2. Kwaliteitsproductie in de bedrijfssystemen

Gewas	Streefwaarde	Gerealiseerd		
		MJPG	Geïntegreerd intensief	Geïntegreerd extensief
Aardappel vroeg	50 ton/ha	49,2	50,6	
owg*	> 390	410	402	
product tarra	< 4%	2,7	1,8	
Aardappel laat	58 ton/ha	56,8	56,4	52,9
owg	> 390	408	412	409
product tarra	< 4%	3,5	3,3	6,8
Suikerbiet	60 ton/ha	51,3	51,7	54,4
suiker%	> 16,5	16,2	16,1	16,6
win	> 90	91,0	91,0	91,5
Graan	7 ton/ha	6,6	7,6	6,4
Waspeen	50 ton/ha	40,3	41,4	50,2
klasse I	> 70%	68	68	69
Snijmaïs	15,5 ton ds/ha	16,4	16,6	16,0
% droge stof	> 31	34,8	32,3	34,0
Conservenerwt vroege teelt	6 ton/ha	6,1	5,7	4,6
Stamslaboon nateelt	11 ton/ha	11,3	8,9	9,1

*owg = onderwater gewicht, ds = droge stof, win = Winbaarheidsindex

Schoon milieu nutriënten

Bij het thema schoon milieu zijn de prestaties van de bedrijfssystemen beoordeeld op de hoogte van de mineralenoverschotten, de N-min voorraad in november en de stikstofuitspoeling. Het werkelijke stikstofoverschot, aanvoer inclusief depositie en fixatie en afvoer op basis van werkelijke cijfers, overschrijdt de streefwaarde van 100 kg stikstof/ha in ruime mate. Deze varieert tussen de 133 en 140 kg stikstof/ha. Het werkelijk fosfaatoverschot ligt iets boven de gestelde norm van 20 kg fosfaat/ha. Voor kali is een streefwaarde van 40 kg kali/ha gesteld. Deze wordt overschreden wanneer veel reparaties nodig zijn bij te lage K-getallen. Het overschot varieert van 50 kg kali/ha in het MJPG-systeem tot 82 kg in het extensief systeem. Bij berekening van de overschotten volgens Minas wordt in alle systemen wel voldaan aan de eindnormen voor 2003 van respectievelijk 60 kg stikstof en 20 kg fosfaat/ha.

De N-min voorraad in november voldoet net niet aan de streefwaarde van 45 kg/ha stikstof in de laag 0-100 cm. Voor MJPG, Geïntegreerd intensief en Geïntegreerd extensief bedraagt deze respectievelijk 48, 52 en 46 kg stikstof/ha. Ook de stikstofuitspoeling gemeten als nitraatconcentratie in het bovenste grondwater voldoet niet aan de norm van 50 mg nitraat/l. Deze is in het extensieve systeem gemeten en bedroeg gemiddeld 66 mg nitraat/l. Aangenomen wordt dat het intensieve geïntegreerde systeem met vergelijkbare bemestingsstrategieën hier niet ver van afwijkt. Verder beperken van de uitspoeling is mogelijk door de teelt van groenbemesters. Dit staat echter vaak nog haaks op een goede strategie voor aaltjesbeheersing.



Door intensieve bemesteringen, N-min in de laag 0-100 cm, worden de milieuprestaties van het bedrijf bepaald

Schoon milieu pesticiden

Bij het thema schoon milieu pesticiden wordt gekeken naar de milieukundige gevolgen van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Deze evaluatie is pas na afloop van de onderzoeksperiode uitgevoerd. Bij de opzet van het onderzoek werden per systeem doelen gesteld voor te bereiken reducties in de inzet van actieve stof voor herbiciden, fungiciden, insecticiden en nematiciden. Deze doelen, die afgeleid zijn van het MJPG-2000, zijn gehaald. Achteraf zijn de resultaten ook geëvalueerd met de BRI- en MBP-maatstaven die inzicht geven in de emissie en schaderisico's van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. De emissies naar de lucht (BRI-lucht) voldoen met een resultaat van 0,42 en 0,34 kg actieve stof voor respectievelijk geïntegreerd intensief en extensief ruimschoots aan de streefwaarde van 0,7 kg actieve stof. Door gebruik van nematiciden ligt de BRI-lucht in het MJPG-systeem ruim boven de norm.

Bij BRI-grondwater is de EU-streefwaarde 0,5 ppb. Met een zeer lage waarde van 0,11 en 0,07 ppb wordt in beide systemen ruim aan de norm voldaan. Het MJPG-systeem scoort met 9,35 ppb hoog. Dit wordt met name veroorzaakt door het grondontmettingsmiddel Nematrap. Bij MBP-waterleven voldoen in het MJPG- en Geïntegreerd intensief systeem bijna de helft van de toepassingen niet aan de norm van 10 MBP. In het Geïntegreerd extensief is dit met 20% veel lager. Het percentage toepassingen boven de 100 MBP is in alle systemen gering (1-3%). Bij MBP-bodemleven voldoen in alle systemen 15 tot 20% van de toepassingen niet aan de norm van 100 MBP. De streefwaarde van 200 kg dagen voor BRI-bodem wordt in beide geïntegreerde systemen gehaald. Het MJPG-systeem scoort bijna tweemaal zo hoog. De grote verschillen in milieubelasting betreffen dus vooral de emissie naar de lucht en het grondwater en de belasting van de bodem.

Duurzaam beheer productiemiddelen

Bij het thema 'duurzaam beheer productiemiddelen' wordt gekeken naar bodemvruchtbaarheid en de organische stof balans. Aan de gestelde streefwaarden wordt niet voldaan. De Pw's zijn nog te hoog. Door de toegepaste strategie, aanvoer is gelijk aan afvoer plus een stukje onvermijdbaar verlies, daalt de Pw geleidelijk van gemiddeld 65 in 1989 tot 45 in het jaar 2000. Het streeftraject van 20-30 is nog niet in zicht. Het K-getal ligt met gemiddeld 8 tot 9 beneden het streeftraject. Ondanks grote kali-overschotten zijn deze nog niet voldoende gestegen. Er spoelt dus meer kali uit dan wordt aangenomen (verlies van 40 kg kali/ha)

Aangenomen wordt dat jaarlijks 1.500 kg effectieve organische stof aangevoerd moet worden om het organische stof gehalte op peil te houden. Met de aanvoer van organische mest en gewasresten wordt hier ruimschoots aan voldaan. Desondanks daalt het organische stof gehalte met een paar tiende procent en is wellicht een grotere aanvoer van effectieve organische stof noodzakelijk. Ook hier geldt dat uitbreiding van de teelt van groenbemesters in verband met de aaltjesbeheersing niet wenselijk is.

Continuïteit bedrijfsvoering

Dit thema bevat twee verschillende maatstaven: opbrengst/€ 100 kosten en het aantal uren handwieden. Het geïntegreerd intensieve bedrijf behaalt gemiddeld € 75 opbrengst/€ 100 kosten. Dit economische resultaat is vergelijkbaar met het gangbare (MJPG) systeem. Hierbij is uitgegaan van een bedrijfsoppervlakte van 30 ha en een 0,5 volwaardige arbeidskracht. Extensivering betekent een verslechtering van het bedrijfsresultaat tot € 70 opbrengst/€ 100 kosten. Het lage economische rendement is een knelpunt voor alle systemen. Een groter aandeel beter salderende gewassen is noodzakelijk om de continuïteit van de bedrijfsvoering veilig te stellen. Dat kan of via intensivering op het eigen bedrijf of via uitbreiding van het areaal op ruil of huurland. Dat is in de praktijk ook meestal het geval. Intensivering op het eigen bedrijf ligt namelijk niet voor de hand gezien de te verwachten problemen met beheersing van bodemgebonden ziekten en plagen. Het aantal uren handwieden bleef in alle systemen onder de streefwaarde van 5 uur/ha.

Bedrijfsresultaat geïntegreerd vergelijkbaar met gangbaar

Het geïntegreerde teeltsysteem in Vredepeel behaalt gemiddeld € 75 opbrengst/€ 100 kosten. Dit is vergelijkbaar met een gangbare aanpak. Extensivering drukt het bedrijfsresultaat. De bruto geldopbrengst van alle gewassen samen is in alle onderzochte systemen relatief laag. Voor een rendabele bedrijfsvoering is een hoger aandeel beter salderende gewassen nodig. Dat kan door goed salderende gewassen te verbouwen op ruil- of huurland.

Op basis van de technische resultaten van de geïntegreerde systemen over de jaren 1993 tot en met 1999 zijn met behulp van een modelstudie de economische perspectieven in kaart gebracht. Ter vergelijking zijn de resultaten van het MJPG-systeem genomen. Dit systeem komt het meest overeen met de gangbare praktijk. De systemen worden hier nog even kort gekarakteriseerd.

- Meerjarenplan Gewasbescherming (MJPG): dit systeem is vergelijkbaar met de goede gangbare praktijk, rekening houdend met het Meerjarenplan Gewasbescherming en met Minas-normen, indien nodig wordt er ontsmet,
- Geïntegreerd intensief: volgt de geïntegreerde strategie, geen grondontsmetting,
- Geïntegreerd extensief: heeft een extensiever bouwplan (vanwege aaltjesbeheersing), geen grondontsmetting en een verder verlaagde inzet van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen.

Bij MJPG en Geïntegreerd intensief is een 4-jarige vruchtwisseling aangehouden en bij Geïntegreerd extensief een 1 op 6 teelt (zie tabel 1).

Het zuidoostelijk zandgebied kent veel bedrijven met een beperkte oppervlakte akkerbouwgewassen. De gemiddelde berekende oppervlakte akkerbouw (op basis van CBS-gegevens) van bedrijven met als hoofdactiviteit akkerbouw is 23,2 ha. Grond wordt geruimd of gehuurd om hoog salderende gewassen in een groter aandeel in het bouwplan te kunnen telen. Bij de opzet van het onderzoek te Vredepeel is gekozen voor een min of meer modelmatige benadering van het bedrijf en bouwplan op de „eigen“ grond. Het economisch resultaat is hierdoor wellicht lager dan in de praktijk bereikt kan worden. Bij de economische verkenning is van dit „eigen“ bedrijf model uitgegaan. De resultaten moeten dan ook relatief gezien worden. De verschillende bedrijfssystemen zijn doorgerekend met een oppervlakte cultuurgrond van 30 ha.

Vrijwel alle producten worden direct af-land geleverd. Er is dus geen bewaar- of sorteerruimte nodig. De consumptie-aardappelen die industrieel worden afgezet, worden voor de helft in de kuil bewaard en voor de helft direct afgezet. Deze kuilbewaring brengt geen extra vaste kosten met zich mee. Alle oogstwerkzaamheden en het zaaien van maïs, peen en bieten zijn in loonwerk uitgevoerd. Er is zoveel mogelijk gerekend met gemiddelde, plaatselijke, loonwerktarieven.

Bij de verschillende bedrijfssystemen wordt uitgegaan van 0,5 volwaardige arbeidskracht (VAK). Bij deze bedrijfsopzet zou een volledige vaste arbeidskracht maar voor ongeveer 55% benut worden en het is ook de praktijk in dit gebied dat men er een bedrijfstak of een part-time baan bij heeft.

Tabel 1. Aandeel (%) gewassen in bouwplan geïntegreerde systemen en MJPG (gangbaar) systeem

Gewas	MJPG (gangbaar) Geïntegreerd intensief	Geïntegreerd extensief
Aardappel	25	17
Suikerbiet	25	17
Peen	12,5	17
Conservenerwt & stamslaboon	12,5	17
Snijmaïs	12,5	17
Triticale	12,5	17

Tabel 2. Fysieke opbrengst (kg/ha tenzij anders vermeld) van de gewassen in de geïntegreerde systemen en het MJPG (gangbaar) systeem

	MJPG (gangbaar)	Geïntegreerd intensief	Geïntegreerd extensief
Consumptie aardappel, directe afzet	53.763	54.706	52.862
Consumptie aardappel, bewaring	53.086	53.841	50.748
Snijmais (m ³)	126	132	124
Waspeen	40.343	41.431	50.178
Conservenerwt	6.068	5.667	4.601
Stamslaboon	11.260	8.923	9.118
Suikerbiet	51.261	51.720	54.359
Triticale	6.578	7.605	6.373
Financiële opbrengst (€/bedrijf), 30 ha	86.882	84.132	76.550

Fysieke en financiële opbrengsten

Bij de gewassen aardappel, suikerbiet, waspeen, snijmais en triticale is de fysieke opbrengst in het geïntegreerd intensief systeem gelijk of zelfs iets hoger dan gangbaar (zie artikel Resultaten geïntegreerde bedrijfssystemen en tabel 2). Door een iets lagere kwaliteit (onderwater-gewicht aardappel, suiker% en winbaarheid biet), is de financiële opbrengst van deze gewassen van beide systemen echter weer vergelijkbaar. Bij de stamslabonen en conservenerwten blijft de fysieke opbrengst in het geïntegreerde systeem achter bij gangbaar. Dat is toe te schrijven aan de aanpak in de onkruidbestrijding bij de boon en aan aaltjesproblemen bij de erwt. Daarnaast is in de helft van de jaren in het geïntegreerde systeem gekozen voor zwarte braak in plaats van triticale met een veel lagere financiële opbrengst (braakpremie). Voor alle gewassen inclusief braak tezamen ligt de bruto geldopbrengst daardoor voor het geïntegreerd intensief systeem iets lager dan voor het MJPG (gangbaar) systeem.

Bij het Geïntegreerd extensieve systeem worden bij erwt, boon en aardappel lagere opbrengsten gerealiseerd dan bij Geïntegreerd intensief. De verklaring voor de erwt en boon is hierboven al gegeven, bij aardappel is er geen duidelijk aanwijsbare oorzaak. Hogere opbrengsten worden gerealiseerd bij biet en waspeen. De suikerbieten werden minder geplaagd door *Rhizoctonia* en *M. hapla* (deels systeemeffect), de waspeen kende geen afgekeurde oogsten door pok in tegenstelling tot de intensieve systemen (weer deels systeemgebonden).

Gewas- en bedrijfssaldo

Uit tabel 3 blijkt dat consumptieaardappelen, waspeen en suikerbieten de best salderende gewassen binnen de bouwplannen zijn. De bewaarde aardappelen geven een fors hoger saldo dan de aardappelen die direct worden afgezet. Dat komt door een hogere opbrengstprijis en de geringere extra kosten voor kuilbewaring. De aardappel, suikerbiet, waspeen, snijmais en triticale realiseren in het

Tabel 3. Gewas- en bedrijfssaldi (inclusief loonwerk, €/ha) en aandeel in het bouwplan (%) van de gewassen in de geïntegreerde systemen en het MJPG (gangbaar) systeem

Gewas	MJPG (gangbaar)	Aandeel	Geïntegreerd intensief	Aandeel	Geïntegreerd extensief	Aandeel
Cons.aardappel, directe afzet	1.923	12,5	1.921	12,5	1.407	8,3
Cons.aardappel, bewaar	2.672	12,5	2.667	12,5	2.127	8,3
Suikerbiet	1.364	25,0	1.475	25,0	1.765	16,7
Waspeen	1.505	12,5	1.564	12,5	2.031	16,7
Conservenerwt	776	12,5	692	12,5	417	16,7
Stamslaboon	370	12,5	168	12,5	204	16,7
Snijmais	1.048	12,5	1.096	12,5	888	16,7
Triticale	600	12,5	765	6,3	645	8,3
Zwarte braak	-	-	247	6,3	247	8,3
Bedrijf	1.453		1.446		1.253	

Tabel 4. Bedrijfsresultaat (€/bedrijf van 30 ha) van de geïntegreerde systemen en het MJPG (gangbaar) systeem

	MJPG (gangbaar)	Geïntegreerd intensief	Geïntegreerd extensief
Totaal bruto geldopbrengst	86.882	84.132	76.550
Totaal toegerekende kosten	43.673	41.073	39.468
uitgangsmateriaal	11.766	11.733	10.349
bemesting	4.363	4.047	3.893
onkruidbestrijding	2.562	1.719	1.343
ziekten & plagen	4.294	3.629	3.367
energie	4.037	3.957	3.730
overig	3.924	3.966	4.276
loonwerk	12.723	12.030	12.479
Bedrijfssaldo	43.159	43.059	37.082
Totaal niet-toegerekende kosten	69.745	71.541	69.541
Totaal kosten	113.418	112.614	109.009
Netto bedrijfsbedrijfsresultaat	-26.532	-28.482	-32.459
Arbeidsopbrengst	-9.486	-11.436	-15.414
Opbrengst/€ 100 kosten	77	75	70

Geïntegreerd intensief systeem bij een vergelijkbare financiële opbrengst en lagere toegerekende kosten (zie ook tabel 4) vergelijkbare of hogere saldi dan in het MJPG (gangbaar) systeem. Bij lagere opbrengsten in het Geïntegreerd intensief systeem, zoals bij stamslaboon en erwten, wordt dit niet volledig goed gemaakt door een besparing op kosten. Het gemiddeld bedrijfssaldo is, mede door de zwarte braak (laag saldo) uiteindelijk weer vergelijkbaar met het MJPG (gangbaar) systeem.

Door lagere opbrengsten blijven de saldi van aardappel en erwten van het Geïntegreerd extensief systeem achter bij die van de intensieve variant. Voor suikerbieten en waspeen geldt het omgekeerde. Het saldo van snijmaïs blijft achter vanwege de veel hogere kosten. In het zesjarig bouwplan wordt in het jaar van de maïs ook reparatie bekalking uitgevoerd. In de intensieve systemen gebeurt dit in het suikerbietenjaar. Door extensivering hebben bij Geïntegreerd extensief de beter salderende gewassen echter een kleiner aandeel in het bouwplan dan bij Geïntegreerd intensief (met uitzondering van waspeen), wat het bedrijfssaldo verslechtert.

Om problemen met aaltjes te voorkomen is in het geïntegreerd intensief systeem in de helft van de jaren zwarte braak in plaats van triticale toegepast. In het MJPG-systeem is gekozen voor grondontsmetting binnen de wettelijke kaders. In de periode van 7 jaren is er twee keren ontsmet. Een keer na triticale en een keer na bonen op de helft van het perceel. De gemiddelde kosten voor grondontsmetting in deze periode (middel, loonwerk en vergunningaanvraag) bedroegen gemiddeld op bouwplanniveau: € 20/ha. Door het braken in het geïntegreerd intensief systeem werd ca. € 30/ha opbrengst (in bouwplanverband) misgelopen. De twee strategieën zijn bedrijfseconomisch concurrerend.

Kosten

De totale kosten van het Geïntegreerd intensief en MJPG (gangbaar) systeem zijn vergelijkbaar. De verdeling in kostenposten is echter verschillend (tabel 4). De toegerekende kosten liggen bij het Geïntegreerd intensief systeem € 2600 lager dan bij het MJPG (gangbaar)

Tabel 5: Niet-toegerekende kosten voor de geïntegreerde systemen en het MJPG (gangbaar) systeem

	MJPG (gangbaar)	Geïntegreerd intensief	Geïntegreerd extensief
Grondkosten	26.186	26.186	26.186
Onroerend goed	9.455	9.564	9.532
Werktuigkosten	10.350	11.905	10.232
Betaald loon	1.564	1.700	1.400
Algemene kosten	955	955	955
Overige kosten	21.235	21.231	21.236
Totaal	69.745	71.541	69.541

Tabel 6. Arbeidsbehoefte (uren/ha) per gewas in de geïntegreerde systemen en in het MJPG (gangbaar) systeem

Gewas	MJPG (gangbaar)	Geïntegreerd intensief	Geïntegreerd extensief
Cons. aardappel, directe afzet	24,3	24,6	24,4
Cons. aardappel, bewaar	32,6	33,5	32,8
Suikerbiet	30,3	27,3	29,5
Waspeen	12,2	12,7	12,8
Conservenerwt	7,4	7,4	7,4
Stamslaboon	11,0	17,1	17,6
Snijmaïs	8,5	8,3	18,1
Triticale	8,2	8,5	8,3
Braak		7,7	7,7

systeem, maar de niet-toegerekende kosten bijna € 1800 hoger. De besparing in toegerekende kosten wordt met name gerealiseerd bij bemesting, onkruidbestrijding en de bestrijding van ziekten en plagen. Daar staat weer tegenover dat de besparing op middelen bij de onkruidbestrijding weer uitgegeven wordt aan extra machinekosten en arbeid. De niet-toegerekende kosten zijn daardoor in het Geïntegreerd intensief systeem hoger (tabel 5). Door extensivering en verdere vermindering van inzet van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen ligt het niveau van toegerekende kosten in het Geïntegreerd extensief systeem nog lager. Het niveau van de niet-toegerekende kosten is daarentegen vergelijkbaar. Dat resulteert in lagere totaal kosten.

Meer arbeid nodig

De geïntegreerde aanpak van onkruidbestrijding met meer mechanische technieken en toepassing van chemische middelen in de rij leidt tot iets meer inzet van arbeid (tabel 6). In de suikerbieten is er nauwelijks verschil in arbeidsuren, terwijl bij de stamslabonen ruim 6 uren/ha



Verhogen van het aandeel hoog salderende gewassen, zoals waspeen, kan economisch aantrekkelijk zijn

meer arbeid nodig is om de onkruidbestrijding rond te zetten. Ook bij de snijmaïs in het Geïntegreerd extensief systeem zijn meer uren nodig. Dit wordt enerzijds veroorzaakt door de volledig mechanische aanpak van de onkruidbestrijding en anderzijds door de bestrijding van aardappelopslag in de maïs in dit systeem. In de intensieve systemen gebeurt dit in de suikerbieten. Het aantal handwieduren ligt in alle systemen op een vergelijkbaar niveau van gemiddeld 4 à 5 uur/ha.

Rendabiliteit

Uit tabel 4 blijkt dat de onderzochte teeltsystemen een negatief bedrijfsresultaat opleveren. Er worden zelfs behoorlijk negatieve arbeidsopbrengsten behaald. De resultaten van Geïntegreerd intensief zijn iets slechter dan de gangbare standaard MJPG. Bij vergelijkbare kosten wordt een lagere bruto geld opbrengst behaald (zie ook tabel 3). Geïntegreerd extensief levert een slechter bedrijfseconomisch resultaat op dan de intensieve variant. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door het extensievere bouwplan.

Discussie

Doordat in het zuidoostelijk zandgebied de meeste bedrijven met akkerbouw er een neventak bij hebben is het niet eenvoudig om een uitspraak te doen over de rentabiliteit van het bedrijf. Het bedrijfseconomisch resultaat van de bedrijfssystemen, zoals op Vredepeel aangelegd, is te laag. De fysieke opbrengst van de geteelde gewassen ligt weliswaar op een voldoende hoog niveau, echter het aandeel hoog salderende gewassen is te laag. Het bijhuren of ruilen van grond om bijvoorbeeld meer consumptieaardappelen te kunnen telen kan economisch aantrekkelijk zijn. Het is ook de gangbare wijze waarop bedrijven tot een hoger aandeel hoog salderende gewassen komen. Ook zou een relatief slecht salderende teelt als erwten en/of bonen vervangen kunnen worden door een gewas dat een beter saldo oplevert. Daarbij kan ook gekeken worden naar de effecten op de aanwezige aaltjes. Belangrijkste conclusie blijft dat de, voor het zuidoosten representatieve teelten, in bedrijfsverband geïntegreerd op een concurrerende manier geteeld kunnen worden met een gangbare aanpak.

Resultaten van de geïntegreerde bemestingsstrategie

In de geïntegreerde systemen voor de zandgronden in zuidoost Nederland wordt dierlijke mest zo efficiënt mogelijk ingezet. De gerealiseerde mineralenbalans is nog niet bevredigend, al is de Minas-norm 2003 haalbaar. De Europese nitraatrichtlijn voor grondwater wordt nog niet gehaald. Verdere reductie van uitspoeling is mogelijk door de teelt van groenbemesters. Dat wordt echter nog belemmerd door de aanwezigheid van grondgebonden ziekten en plagen.

De belangrijkste doelen van de bemestingsstrategie zijn optimale kwaliteitsproductie met minimale milieubelastende verliezen en het handhaven van de bodemvruchtbaarheid. Bij het vaststellen van de mestgiften wordt eerst de totale behoefte aan fosfaat, kali en (werkzame) stikstof van het bouwplan berekend. Deze behoefte wordt bepaald door de gewassen als door de eisen ten aanzien van het 'beheersen' van de bodemvruchtbaarheid. Vervolgens wordt ingeschat in hoeverre deze gedekt wordt door aanvoerposten anders dan meststoffen (fixatie, gewasresten, eventuele groenbemesters en minerale bodemvoorraad). Het verschil tussen deze twee posten is de bemestingsbehoefte.

De hoeveelheid toegediende organische mest wordt afgestemd op de fosfaat- en kalibehoeft van het bouwplan. De streeftrajecten voor de bodemvoorraden fosfaat (Pw 20-30) en kali (K-getal 11-19) zijn gebaseerd op zowel agronomische (geen productiebeperking) als milieutechnische argumenten (beheersbare verliezen). In de eerste jaren werd een streeftraject voor fosfaat van 35-45 aangehouden. Wanneer Pw en K-getal zich binnen het gewenste streeftraject bevinden, is de behoefte aan fosfaat gelijk aan de afvoer plus 20 kg/ha fosfaat en 40 kg/ha kali om de voorraden op peil te houden. Bij een bodemvruchtbaarheid lager dan het streeftraject moeten reparatiegiften gegeven worden. Ligt de bodemvruchtbaarheid boven het streeftraject dan wordt alleen de afvoer gecompenseerd. Daarnaast moet natuurlijk voldaan worden aan wettelijke beperkingen, zoals de regelgeving over uitrijperiodes, de onderwerk verplichtingen en de Minas-normen.

Organische mest gebruik en stikstof bemesting

Er wordt zoveel mogelijk met organische mest bemest. Deze is in het gebied ruim voorhanden en goedkoop. Bovendien verbetert het de bodemvruchtbaarheid en -structuur, het bespaart energie en eindige grondstoffen en voert ook nog veel organische stof aan. De mestkeuze wordt met name afgestemd op de beschikbaarheid in de regio en daarnaast op fosfaat/kali verhouding van de bemestingsbehoefte. Daarom is gekozen voor met name vleesvarkendrijfmest en beperkt gebruik van runderdrijfmest. De mest wordt in het voorjaar voor het ploegen via mestinjectie toegediend. De fosfaatbehoefte wordt zo volledig gedekt. Alleen aan de vroege teelt van conservenerwten wordt een startgift fosfaat gegeven in de vorm van kunstmest en bij maïs indien de Pw te laag is. De fosfaatbehoefte op bouwplanniveau is tevens de limiterende factor voor de totale hoeveelheid organische mest. De drijfmest wordt gegeven aan de gewassen die er het meeste baat bij hebben, vleesvarkendrijfmest aan de aardappelen en suikerbieten en runderdrijfmest aan maïs en waspeen. Na deze planning blijft nog een stikstof- en kalitekort over dat met kunstmest ingevuld wordt. De kalikunstmest wordt met name toegediend aan de waspeen en de dubbelteelt van conservenerwten en stamslabonen.

De stikstofbemesting is gewasgericht en perceels- en jaarspecifiek. De stikstofbehoefte van de gewassen is gebaseerd op algemeen geldende adviezen en ervaringen in de regio. Dosering en aanwending zijn afgestemd op een optimale benutting en een acceptabel niveau aan minerale

Tabel 1. De stikstof bemestingsadviezen voor de diverse gewassen (kg/ha)

Gewas	Bemestingsadvies	Bemonsterde laag (cm)	Opmerkingen
Aardappel vroeg	220 - N-min	0-30	
Aardappel laat	200 - N-min	0-30	bijbemesting op basis bladsteeltjesonderzoek
Suikerbiet	200 - 1.7*N-min	0-60	
Snijmais	200 - N-min (GI intensief) 180 - N-min (GI extensief)	0-60	aanvullende kunstmest in de rij toegepast
Triticale	110 - N-min ; 2e gift 40-60	0-60	hoogte 2e gift afhankelijk gewasstand
Waspeen	80 - N-min	0-60	bijbemesting op basis grondmonsters Nitracheck
Conservenerwt	startgift 40		
Stamslaboon	100 - N-min	0-30	rekening houdend met de nawerking van erwtenloof werd standaard 54 stikstof gegeven

stikstof in de bodem aan het eind van het jaar. Een optimale stikstofbenutting wordt bereikt door:

- uit te gaan van het standaard stikstofadvies (inclusief N-min voorraad);
- de verwachte extra mineralisatie in mindering te brengen;
- rekening te houden met de nawerking groenbemester en gewasresten in mindering brengen;
- gebruik te maken van stikstofbijmestingsystemen;
- giften te delen indien bijmestingsystemen niet voorhanden zijn;
- meststoffen toe te dienen zo kort mogelijk voor de zaaien of planten;
- groenbemesters te telen waar mogelijk.

In het MJPG-systeem is uitgegaan van het standaardstikstofadvies. In het Geïntegreerd extensief systeem wordt in een aantal gewassen een aangescherpte bemesting gevolgd. In tabel 1 staan de gebruikte stikstofbemestingsadviezen weergegeven.

Waar mogelijk worden groenbemesters geteeld. Deze hebben meerdere doelen: fixatie; het vastleggen van stikstof die door de gewassen in het profiel is achtergelaten (vanggewas) en het verhogen van de organische stof aanvoer. De mogelijkheden voor groenbemesters zijn echter (nog) beperkt vanwege het voorkomen van diverse soorten aaltjes die door diverse groenbemesters vermeerderd kunnen worden.

Strategie op gewasniveau

De bemestingsstrategie kan beoordeeld worden door de stikstofbehoefte te vergelijken met de hoeveelheid werkzame stikstof die elk gewas tot zijn beschikking heeft. Deze vergelijking is terug te vinden in de tabellen 2 en 3. Hierin is de behoefte gecorrigeerd met de minerale stikstof in het bodemprofiel bij aanvang van het teeltseizoen. Proefondervindelijk wordt uitgegaan van 15 kg stikstof/ha in de laag 0-30 en 20 kg in de laag 0-60 cm. Bij toediening van de organische mest kort voor de teelt is uitgegaan van

Tabel 2. Bemestingsstrategie Geïntegreerd intensief systeem; stikstofbehoefte en -beschikbaarheid (kg/ha) uit verschillende bronnen

Gewas	Meststoffen		Groenbemester*	Bladresten*	Beschikbaar Totaal	Behoefte	Tekort
	Organisch	Kunstmest					
Aardappel vroeg	134	73	0	0	207	205	-2
Aardappel laat	134	92	10	0	236	235	-1
Suikerbiet	129	58	0	0	187	186	-1
Snijmais	143	25	0	15	183	178	-5
Triticale	0	138	0	15	153	140	-13
Waspeen	54	72	0	0	126	118	-8
Conservenerwt	0	35	0	0	35	40	5
Stamslaboon	0	57	0	40	97	85	-12

* nawerking

Tabel 3. Bemestingsstrategie Geïntegreerd extensief systeem; stikstofbehoefte en beschikbaarheid (kg/ha) uit verschillende bronnen

Gewas	Meststoffen		Groenbemester*	Bladresten*	Beschikbaar Totaal	Behoefte	Tekort
	Organisch	Kunstmest					
Aardappel laat	146	86	0	0	232	235	3
Suikerbiet	146	39	0	0	185	186	1
Snijmaïs	127	49	0	0	176	160	-16
Triticale	0	132	0	15	147	140	-7
Waspeen	54	68	0	0	126	118	-8
Conservenerwt	0	35	0	0	35	40	5
Stamslaboon	0	63	0	40	103	85	-18

*nawerking

een werkingscoëfficiënt van 65% voor runderdrijfmest en 70% voor vleesvarkendrijfmest. Uit de cijfers blijkt dat de beschikbare stikstof de behoefte goed kon dekken. Bij een paar gewassen is het aanbod iets aan de hoge kant.

De aardappelen worden voor het poten bemest met vleesvarkendrijfmest (25-27 m³). Bovenop de werkzame stikstof uit deze mest wordt met kunstmest aangevuld tot 220 – N-min bij de vroege aardappel en tot 200 – N-min bij de late aardappel. Deze kunstmestgift wordt twee tot drie weken na poten bij het aanaarden toegediend. Bij de late teelt wordt op basis van de bladsteeltjesmethode vastgesteld of een bijbemesting noodzakelijk is. Hierbij wordt het sap uit de bladstelen geanalyseerd op het nitraatgehalte. Deze waarde wordt vervolgens vergeleken met een normlijn en zo kan worden vastgesteld of de 'stikstofstatus' van het gewas voldoende is om een goede opbrengst te realiseren. Een bijbemesting was altijd nodig. In sommige jaren zelf twee keer. De nawerking van een geteelde groenbemester in het voorgaande jaar komt tot uiting in de bladsteeltjes.

Bij de suikerbieten wordt uitgegaan van het standaard bemestingsadvies. Voor het ploegen wordt bemest met vleesvarkendrijfmest (24-27 m³). Hiermee wordt circa 70% van de behoefte voorzien. De resterende stikstof wordt in de vorm van kunstmest toegediend. Bovendien wordt met natrium landbouwsout en borium bemest om kwaliteitsproblemen te voorkomen.

De snijmaïs wordt bemest met runderdrijfmest (40-45 m³) voor het ploegen. De resterende stikstof wordt in de vorm van kunstmest toegediend. Daarbij wordt voor nawerking van bietenblad in het intensieve systeem 15 kg stikstof in mindering gebracht. De kunstmest wordt bij zaai in de rij toegediend in de vorm van KAS. Bij een te lage Pw wordt gekozen voor MaïsMAP om ook fosfaat toe te dienen. In het geïntegreerd extensief systeem wordt een verlaagd advies aangehouden van 180 – N-min in plaats van 200 – N-min. Toch is in de uitvoering hieraan niet voldaan.

De triticale wordt in het najaar gezaaid, en in het voorjaar twee keer bemest met KAS. Bij de eerste gift wordt uitgegaan van 110 – N-min met een maximum van 80 kg

stikstof. De hoogte van de tweede gift is afhankelijk van de gewasstand. In alle jaren is de hoogste gift toegediend.

De waspeen wordt ruim voor het zaaien bemest met 400 kg/ha kali-60. Deze kaliumgift is als bouwplanaanvulling bedoeld, naast de kali uit de dierlijke mest. Aangezien waspeen een kalibehoeftig gewas is, wordt de bodemvoorraad voorafgaand aan deze teelt weer op peil gebracht. Er wordt voor het ploegen 17 m³ runderdrijfmest uitgereden. De verdere stikstofbehoefte wordt pas tijdens het groeiseizoen vastgesteld op basis van een grondmonster. In twee tot drie kleine giften, maximaal 30 kg stikstof per keer, wordt bijbemest. Bovendien wordt er met borium bemest, om kwaliteitsproblemen te voorkomen.

De erwten en bonen worden in hetzelfde jaar achter elkaar geteeld (dubbelteelt). Beide zijn vlinderbloemigen en dus in staat om door middel van een symbiose met Rhizobium bacteriën stikstof direct uit de lucht te binden. Dit is echter beperkt. Een kleine startgift van 40 kg stikstof lijkt nodig voor een vlotte start. Bovendien wordt bij dit vroege gewas ook een startgift fosfaat gegeven bij een te lage Pw. Bij de bonenteelt wordt in principe uitgegaan van een gift van 100 – N-min. Door rekening te houden met een nawerking uit de stikstofrijke bladresten van erwten van circa 40 kg/ha komt dit uit op circa 50 kg stikstof als startgift. Dit is elk jaar toegediend.

Resultaten

De opbrengst en kwaliteit van de gewassen in de verschillende systemen was redelijk tot goed (zie artikel Resultaten geïntegreerde bedrijfssystemen). Tekorten zijn vooral toe te schrijven aan schade door aaltjes en ziekten, maar niet of nauwelijks door de gevolgde bemestingsstrategie.

De eindnormen voor Minas 2003 zijn haalbaar, maar de werkelijke balansen liggen ruim boven de streefwaarde. De werkelijke emissie van stikstof naar het grondwater, gemeten als nitraatconcentratie in het ondiepe grondwater, overschrijdt de norm van 50 mg nitraat/l nog met 30%.

Tabel 4. Mineralenbalansen werkelijk en volgens Minas (kg/ha) voor de verschillende systemen

Geïntegreerd intensief	Werkelijk			Minas	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅
Totaal aanvoer	259	74	223	200	65
organische mest	132	65	143		
kunstmest	68	8	75		
depositie	49	2	5		
N-binding	10				
Totaal afvoer (standaard gehalte)	123	46	166	165	65
Overschot	136	29	57	35	0
Streefwaarde	100	20	40	60	20
MJPG	Werkelijk			Minas	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅
Totaal aanvoer	272	79	222	213	69
organische mest	140	69	150		
kunstmest	73	8	67		
depositie	49	2	5		
N-binding	10				
Totaal afvoer (standaard gehalte)	132	50	172	165	65
Overschot	140	28	50	48	4
Streefwaarde	100	20	40	60	20
Geïntegreerd extensief	Werkelijk			Minas	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅
Totaal aanvoer	245	69	231	183	54
organische mest	116	54	130		
kunstmest	68	13	96		
depositie	49	2	5		
N-binding	13				
Totaal afvoer (standaard gehalte)	112	42	149	165	65
Overschot	133	27	82	18	-11
Streefwaarde	100	20	40	60	20

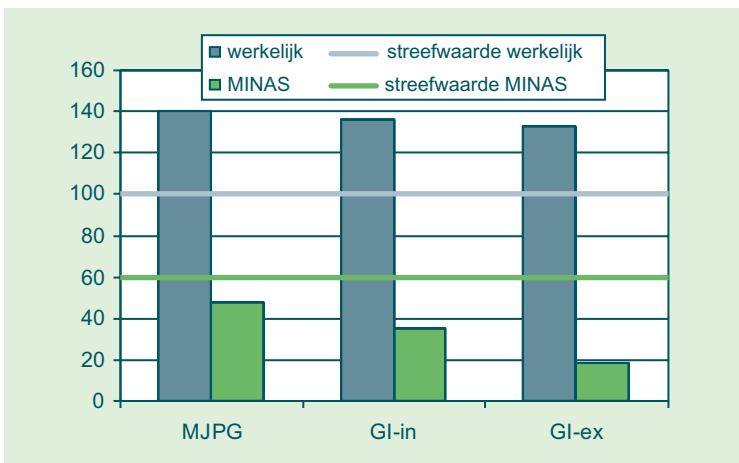
Mineralenbalansen

Het werkelijk stikstofoverschot ligt bij alle drie systemen tussen de 130 en 140 kg stikstof/ha (tabel 4). De streefwaarde van 100 kg/ha wordt daarmee fors overschreden (figuur 1). Bij het werkelijk overschot wordt naast aanvoer via meststoffen ook de aanvoer uit depositie en stikstofbinding door vlinderbloemige gewassen meegerekend en wordt uitgegaan van de werkelijke afvoer.

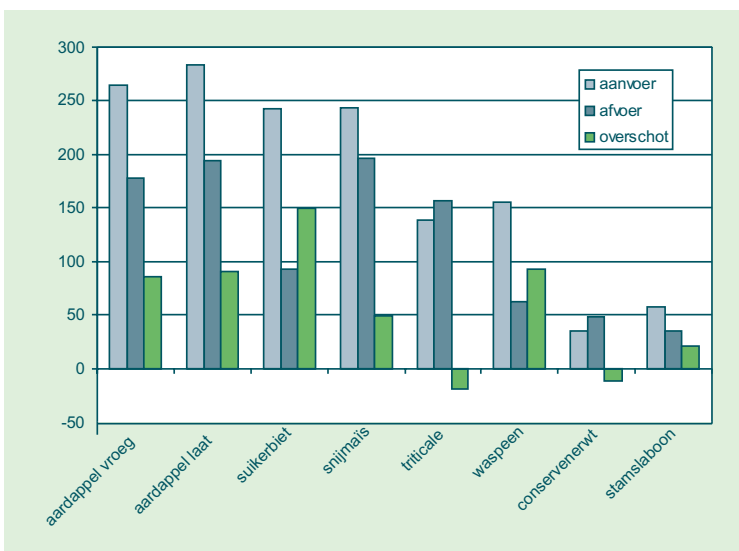
Met name in de aanvoer via organische mest bestaat er verschil tussen de systemen. Deze bedraagt in het MJPG-systeem 140 kg stikstof/ha en respectievelijk 132 en 116 kg/ha voor het Geïntegreerd intensief- en -extensief

systeem. De stikstofinzet uit kunstmest is in de drie systemen nagenoeg gelijk. In het MJPG-systeem wordt uitgegaan van de standaard stikstofadviezen. In de geïntegreerde systemen werden deze verder geoptimaliseerd door onder andere rekening te houden met extra mineralisatie, nawerking groenbemesters en stikstofbijmestsystemen. Groenbemesters werden echter nauwelijks geteeld.

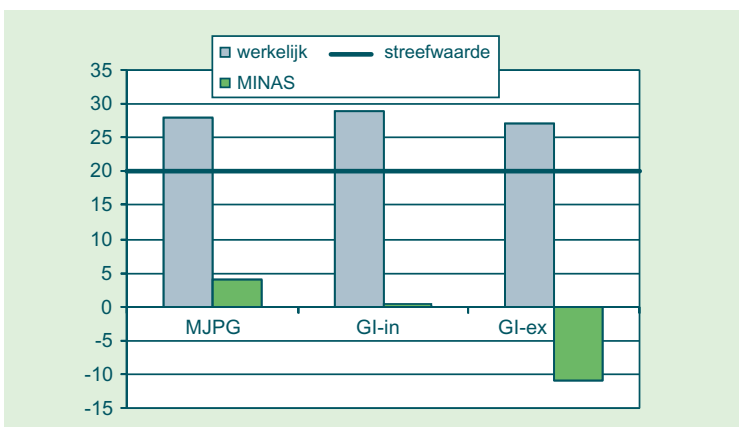
De verschillen tussen de systemen in aanvoer van stikstof zijn gering. De afvoer ligt in beide intensieve systemen 10 tot 15 kg hoger dan in het extensieve systeem, waardoor het overschot op een redelijk vergelijkbaar niveau uitkomt in de drie systemen.



Figuur 1. Stikstofoverschot werkelijk en volgens Minas (kg stikstof/ha)



Figuur 2. Stikstofaanvoer (meststoffen), -afvoer en -overschot per gewas (kg/ha), Geïntegreerd intensief systeem



Figuur 3. Fosfaatoverschot werkelijk en volgens MINAS (kg fosfaat/ha), diverse systemen

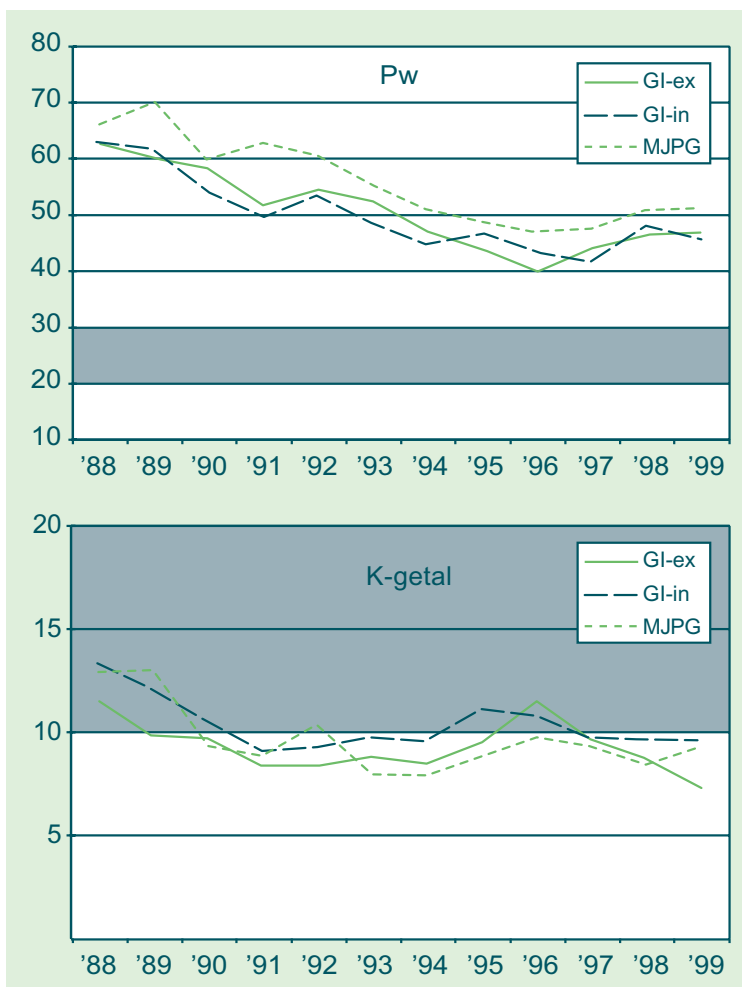
Op gewasniveau zijn er grote verschillen in het werkelijk stikstofoverschot (figuur 2). Met name suikerbiet scoort hoog. Een groot deel van de aangevoerde stikstof blijft achter in het bietenblad en wordt niet afgevoerd. Bij waspeen is dit ook het geval, maar daar ligt de hoeveelheid wat lager. Door in een volgend jaar rekening te houden met de nawerking van het bietenblad worden de verliezen beperkt. Bij aardappelen wordt het hoge overschot veroorzaakt door een slechte benutting van stikstof door dit gewas, onder andere door een geringe bewortelingsdiepte. Bijmestsystemen zijn in dit gewas dan ook nodig om de inzet te beperken. In het MJPG-systeem, waar niet gewerkt wordt met een bijmeststelsel, lag het overschot bij een vergelijkbare opbrengst 20 kg stikstof hoger. Bij de overige gewassen waren de overschotten in beide systemen nagenoeg gelijk.

Het stikstofoverschot op bedrijfsniveau volgens MINAS (figuur 1), voldoet aan de norm van 60 kg/ha (eindnorm voor MINAS 2003 voor droge zandgronden). Dit geldt ook voor het fosfaatoverschot volgens MINAS (figuur 3), waar de eindnorm 20 kg fosfaat/ha bedraagt.

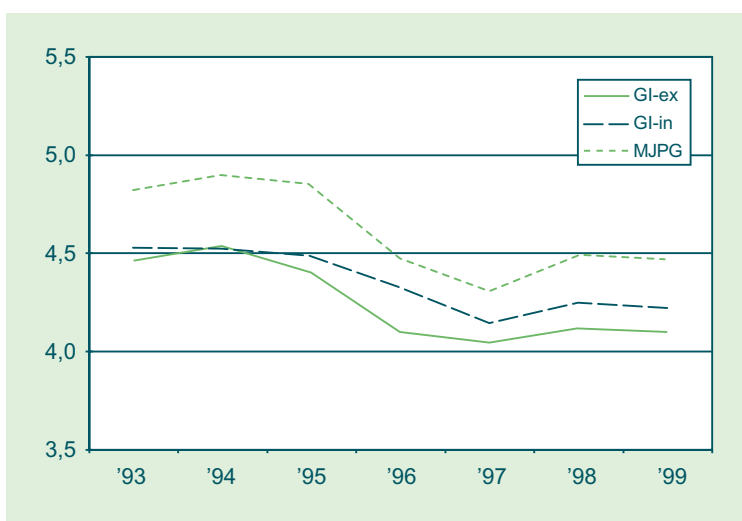
Het werkelijk fosfaatoverschot ligt net boven norm van 20 kg/ha. Er is bij de bemesting uitgegaan van aanvoer is afvoer plus een onvermijdbaar verlies van 20 kg fosfaat. Deze werd voor 80 tot 90% gedekt door aanvoer uit organische mest. Door het niet bereiken van de gewenste opbrengsten is de werkelijke afvoer lager dan gepland, waardoor het overschot hoger uitvalt. Het werkelijk kali-overschot ligt veel hoger dan de streefwaarde van 40 kg kali/ha. Het kali-overschot varieerde van 50 kg/ha in het MJPG-systeem tot 82 kg/ha in het Geïntegreerd extensief systeem. Desondanks steeg het K-getal nauwelijks. De onvermijdbare verliezen zijn dus hoger dan totnogtoe aangenomen (40 kg/ha)

Duurzaam beheer productie-middelen

Bij de bemesting is handhaving van bodemvruchtbaarheid binnen het streeftraject (Pw 20-30, K-getal 11-19) het uitgangspunt. In de eerste jaren is bemest op evenwichtsprincipe (aanvoer = afvoer), waarbij nog uitgegaan werd van het streeftraject Pw 35-45. Omdat de Pw (figuur 4) versneld daalde, is vanaf 1996 gekozen om de evenwichtsbemesting te verhogen met 20 kg fosfaat/ha (zogenaamd onvermijdbaar verlies). De Pw is ondanks een hoger overschot dan 20 in de afgelopen jaren toch licht gedaald. De Pw ligt nog niet in het streeftraject en verdere daling is dus gewenst. Dit kan gerealiseerd worden door niet meer, of zelfs minder dan de afvoer, aan te voeren. De



Figuur 4. Verloop van de Pw en het K-getal gedurende de periode 1988 tot en met 1999 in de diverse systemen



Figuur 5. Verloop van het organische stof gehalte (kg/ha) in de verschillende systemen gedurende de periode 1993 tot en met 1999

hoeveelheid organische mest die aangevoerd kan worden, neemt daardoor wel af.

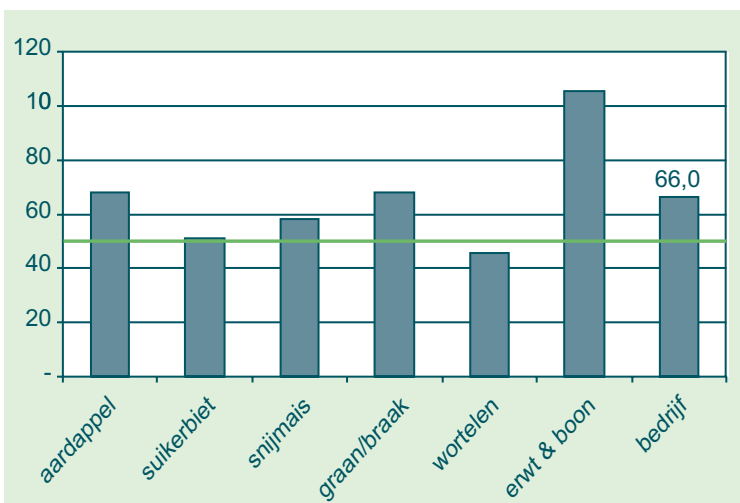
Ook bij kali is evenwichtsbemesting altijd het uitgangspunt geweest. Hier wordt echter direct 40 kg/ha extra gegeven vanwege de te verwachten uitspoeling (onvermijdbaar verlies). Daarnaast is er ook reparatie nodig vanwege te lage K-getallen. Ondanks hoge overschotten blijkt het moeilijk het K-getal te verhogen (figuur 4).

Door het gebruik van organische mest, gewasresten en teelt van groenbemesters (beperkt) wordt er in de systemen jaarlijks variërend van 1.750 tot 1.870 kg/ha effectieve organische stof aangevoerd. Ervan uitgaande dat een aanvoer van 1.500 kg effectieve organische voldoende moet zijn voor het op peil houden van het organische stofpercentage, is de balans positief. Echter uit de afname van het organische stofpercentage gedurende de jaren met een paar tiende procenten (figuur 5) lijkt een hoger aanvoer van organische stof wenselijk. Een vaker genoemde hoeveelheid van 2.000 kg/ha effectieve organische stof lijkt realistischer. De aanvoer kan verhoogd worden door meer groenbemesters te telen. Dit staat echter nog op gespannen voet met de aaltjesbeheersingsstrategie.

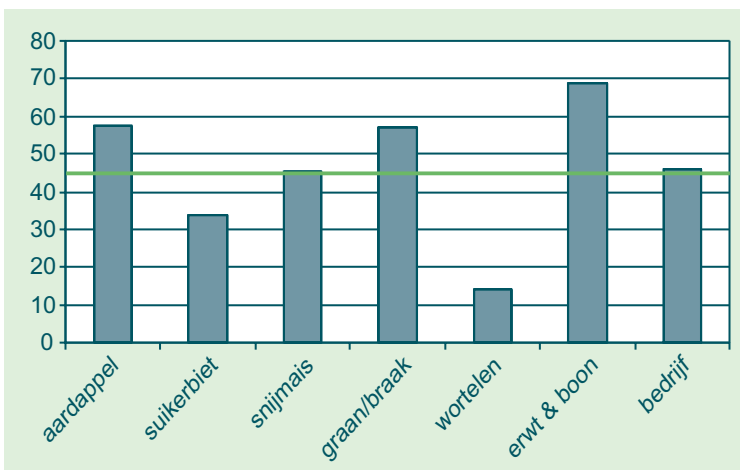
N-min najaar en uitspoeling

Metten van de waterkwaliteit zegt iets over de daadwerkelijke emissies van stikstof. De Europese nitraatrichtlijn stelt dat de concentratie van nitraat in het grondwater maximaal 50 mg nitraat/l mag bedragen. In het geïntegreerd-extensief systeem is in vijf van de zeven onderzoeksjaren in het voorjaar de nitraatconcentratie in het ondiepe bovenste grondwater gemeten (figuur 6). Duidelijk is dat het systeem nog niet voldoet aan de normen. Het bedrijfsgemiddelde bedraagt 66 mg nitraat/l. In twee van de vijf meetjaren werd de norm gehaald. Aangenomen wordt dat het intensieve geïntegreerde systeem met vergelijkbare bemestingsstrategieën hier niet ver van afwijkt. De uitspoeling onder het biologisch bedrijfssysteem met een vergelijkbaar bouwplan als geïntegreerd extensief lag ruim 10% hoger.

De nitraatconcentraties in het grondwater per gewas laten een zelfde beeld zien als de N-min voorraad in november in de laag 0-100 cm (figuur 6 en 7). De dubbelteelt van conservenerwten en stamslabonen zorgt voor de hoogste uitspoeling en de hoogste N-min. Gevolgd door aardappelen, graan/braak en snijmaïs. Deze scores op of boven de streefwaarde van 50 mg nitraat/l voor uitspoeling en 45 kg stikstof voor de N-min november. De gewassen suikerbieten en waspeen scoren onder de norm. Het hoge overschot op de werkelijke mineralenbalans bij suikerbieten en waspeen is hier dus niet terug te vinden. Bij de dubbelteelt conservenerwten en stamslabonen is het



Figuur 6. Concentratie nitraat (mg/l) in het bovenste grondwater onder het Geïntegreerd extensief systeem (gemiddelde van 1993 tot en met 1995 en 1998-1999).



Figuur 7. N-min november (0-100 cm) in het Geïntegreerd extensief systeem

omgekeerde aan de hand. Het stikstofoverschot is zelfs negatief en de uitspoeling zeer hoog. Deze twee vlinderbloemigen leggen stikstof vast uit de lucht, de bewortelingsdiepte is beperkt en stikstof uit de gewasresten komt snel vrij. Opvallend is dat zelfs na granen nog een hoge N-min gemeten wordt. In de lange periode na graan kan er wellicht nog veel stikstof mineraliseren. Op bedrijfsniveau wordt de norm van 45 kg stikstof in de laag 0-100 cm net niet gehaald. Voor MJPG, Geïntegreerd intensief en -extensief bedraagt deze respectievelijk 48, 52 en 46 kg stikstof/ha. Groenbemesters kunnen wellicht resterende en na de teelt vrijkomende stikstof (gedeeltelijk) opvangen. Vanwege de aaltjesproblemen is dit maar sporadisch toegepast.

Perspectief

Een aanhoudend probleem op het zand van zuidoost Nederland is het rondzetten van een productief teeltsysteem met beperkte verliezen van nutriënten. Door de uitspoelingsgevoeligheid van deze grondsoort, is het zeer moeilijk om met name stikstof in het systeem te houden en te werken met nalevering van voorgaande gewassen. Daarnaast zorgt de aaltjessituatie voor beperkte mogelijkheden voor de inzet van groenbemesters die de stikstof in de winter vast zouden kunnen houden. Misschien dat ontwikkelingen in de nematologie (resistente gewassen, biologische bestrijdingsmethoden) hierin oplossingen kunnen bieden.

Mogelijke verbeteringen op teeltniveau kunnen worden gerealiseerd door de benuttingsgraad van de gewassen nog verder te verhogen. Dat kan door hogere opbrengsten (meer afvoer), bijvoorbeeld met behulp van nieuwe rassen. Ook (nieuwe) bemestingstechnieken (slowreleasers, crop scan, stikstofvensters, rijenbemesting, fertigatie) zouden hieraan bij kunnen dragen.

In de nieuwe periode van het onderzoek naar duurzame bedrijfssystemen op locatie Vredepeel wordt in het kader van het project 'Telen met toekomst' extra aandacht besteed aan beperken van de uitspoeling van nutriënten naar grond- en oppervlaktewater. Daarbij wordt zowel naar stikstof als fosfaat gekeken.

De opzet van het bedrijf is zo gekozen dat er ruimte is voor drie systemen. Een zogenaamd synthese systeem wat veel lijkt op het geïntegreerd-intensief systeem. Met dit verschil dat er nu wordt gekozen voor een fosfaatbalans met een overschot van nul om de Pw te stabiliseren of verder af te bouwen. De inzet van groenbemesters is nog steeds beperkt en wordt alleen dan ingezet wanneer er geen schade in het volggewas verwacht wordt. De andere twee systemen zijn zogenaamde analyse-systemen. Een van de systemen voert slechts de helft van de fosfaatafvoer aan. Inzet van organische mest wordt gewaarborgd door te kiezen voor een verwerkte mestsoort met een laag gehalte aan fosfaat. In het andere analyse systeem wordt geen fosfaat meer aangevoerd om versneld de Pw te verlagen. In dit systeem komt ook geen organische mest voor. Verder worden groenbemesters zoveel mogelijk ingezet ook al worden risico's gelopen voor schade in de volggewassen. Ook worden aangescherpte stikstofbemesting systemen in dit systeem getoetst. Daarnaast wordt getracht de mineralisatie beter in kaart te brengen om deze te kunnen gebruiken in de stikstofbemestingsadviezen. Uit het zeer intensief meetprogramma in de systemen zal moeten blijken of de nitraatnorm van 50 mg nitraat in het ondiepe grondwater op de zandgronden haalbaar is.

Geïntegreerde gewasbescherming 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 gewasbeschermingsstrategie 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 teeltmaatregelen. 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 noodzakelijk, 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.



Bedrijfshygiëne is één van de belangrijkste strategische elementen van de gewasbeschermingsstrategie

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.

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.

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 productieoppervlakte (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.



Bij aardappel is een terdege rassenkeuze van belang. Naast afzet spelen resistenties voor o.a. Phytophthora, wratziekte en aardappelmoeheid een rol

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 nul-tolerantie. 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 agronomische (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 zaadontmetting, lage dosering of rij- pleks- 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.

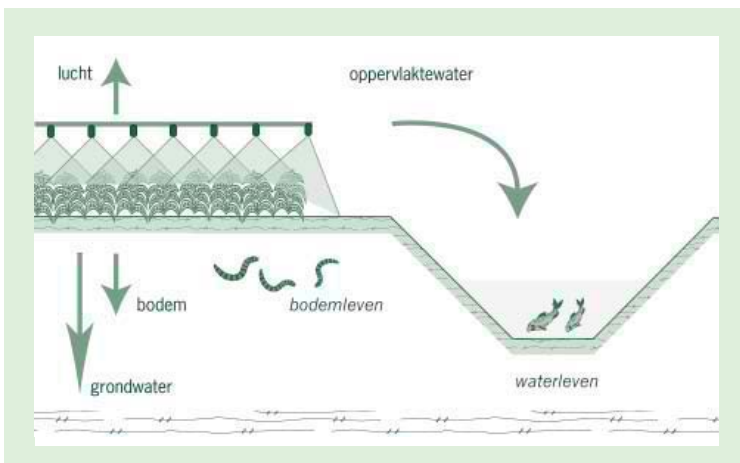
Middelenkeuze en milieubelasting

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 milieucapaciteiten (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 BlootstellingsRisico-Index (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, 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. In bijlage 1 wordt verder op het concept van BRI/MBP ingegaan.

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 waarden 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



Door rijentoepping kan de inzet van chemische middelen verder beperkt worden



Figuur 1. Emissie routes en effecten van gewasbeschermingsmiddelen

(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 prioriteitsvolgorde; 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 prioriteitsvolgorde voor de sanering. Deze is minder urgent als de betreffende maatstaf al zijn streefwaarde gehaald heeft. Bovendien worden middelen niet als prioriteit gezien indien ze zeer weinig bijdragen aan de totale belasting. Tabel 4 is een voorbeeld van een dergelijke

weergave. Voor alle ziekten en plagen wordt continue naar een verdere verbetering van de geïntegreerde gewasbeschermingsstrategie 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.

Resultaten op bedrijfsniveau

Bij de opzet van het onderzoek in 1993 zijn voor de gewasbescherming reductiedoelstellingen voor actieve stof inzet in de verschillende systemen geformuleerd. Het oude gangbare systeem (1989 tot en met 1992) fungeerde daarbij als referentiesysteem. De gestelde doelen en behaalde resultaten staan in tabel 2 weergegeven. Bij het MJPG-systeem kwamen de doelen overeen met de in het MJPG aangegeven reductie percentages.

In alle systemen werden de gestelde doelen voor inzet actieve stof gehaald. Zoals vermeld is bij het evalueren van de inzet van gewasbeschermingsmiddelen de aandacht verschoven van actieve stof inzet naar milieubelasting. Hier is tijdens de periode 1993 tot en met 1999 niet op gestuurd. Wel kunnen de systemen hierop beoordeeld worden. In tabel 3 staan de resultaten weergegeven.

Opvallend is de mate waarin de (scherpe) streefwaarden in de geïntegreerde systemen reeds gerealiseerd zijn. Met uitzondering van MBP-waterleven en MBP-bodemleven voldoen de systemen aan de streefwaarden. In het MJPG-systeem wordt aan geen van de gestelde streefwaarden voldaan.

Tabel 2. Reductiedoelstellingen en gerealiseerde reducties in % voor gebruik van actieve stof

	Doelstelling			Gerealiseerd		
	MJPG	Geïntegreerd intensief	Geïntegreerd extensief	MJPG	Geïntegreerd intensief	Geïntegreerd extensief
Herbiciden	45	60	75	67	77	77
Fungiciden	25	35	50	76	73	80
Insecticiden	25	50	50	80	99	99
Nematiciden	70	100	100	88	100	100

Tabel 3. Resultaten milieubelasting op bedrijfsniveau

Maatstaf	Eenheid	Streefwaarde	Resultaat		
			MJPG	Geïntegreerd intensief	Geïntegreerd extensief
BRI-lucht	kg a.s./ha	0,7	1,11	0,42	0,34
MBP-waterleven	%	0% toepassingen > 10	47	45	21
	%	0% toepassingen > 100	3	2	1
BRI-grondwater	ppb	0,5	9,35	0,11	0,07
BRI-bodem	kgdagen/ha	200	328	199	160
MBP-bodemleven	%	0% toepassingen > 100	18	14	13
Actieve stof	kg a.s./ha		4,9	1,9	1,6

De resultaten van de geïntegreerde systemen worden hier verder besproken.

De BRI-lucht voldoet met een resultaat op bedrijfsniveau van respectievelijk 0,42 kg en 0,34 kg actieve stof/ha voor Geïntegreerd intensief en Geïntegreerd extensief 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.

Bij BRI-grondwater is de EU-streefwaarde 0,5 ppb. Met een zeer lage waarde van 0,11 en 0,07 ppb wordt hier in

beide systemen ruim aan voldaan. Slechts enkele toepassingen, die bovendien niet elk jaar gebruikt hoeven te worden, overschrijden de de EU-streefwaarde van 0,1 ppb op toepassingsniveau. Daarmee is de drinkwaterkwaliteit bijna gerealiseerd.

Het streven voor MBP-waterleven: geen toepassingen boven de 10 MBP lijkt in alle systemen moeilijk te realiseren. Bij deze streefwaarde wordt, voor zover de huidige kennis strekt, het ecotoxicologische risico voor oppervlaktewater- tot een absoluut minimum teruggedrongen. Wel is het aantal toepassingen boven de 100 MBP zeer laag. Er zijn dus weinig ernstige over-

Tabel 4. Belangrijkste middelen die bijdragen aan de veroorzaakte milieubelasting (vetgedrukte middelen overschrijden de streefwaarde) in volgorde van hun aandeel in het resultaat

MJPG	Middel 1	Middel 2	Middel 3	Middel 4	Middel 5
BRI-lucht	Nematrap	Shirlan flow	Dosanex	Ronilan flow	Basagran
MBP-waterleven	Sumicidin	Reglone	Lido Sc	Decis	Dosanex
BRI-grondwater	Nematrap	Curzate M	Titus	LidoSc	Basagran
BRI-bodem	Reglone	Shirlan flow	Nematrap	Betanal Trio Of	Bavistin
MBP-bodemleven	Nematrap	LidoSc	Birlane gran.	Reglone	Pirimor
Geïntegreerd intensief	Middel 1	Middel 2	Middel 3	Middel 4	Middel 5
BRI-lucht	Shirlan flow	Dosanex	Ronilan flow	CurzateM	Basagran
MBP-waterleven	Sumicidin	Reglone	Lido Sc	Decis	Dosanex
BRI-grondwater	Curzate M	Titus	LidoSc	Basagran	Fusilade
BRI-bodem	Shirlan flow	Reglone	Betanal Trio Of	Bavistin	Lido Sc
MBP-bodemleven	Lido Sc	Reglone	Pirimor		
Geïntegreerd extensief	Middel 1	Middel 2	Middel 3	Middel 4	Middel 5
BRI-lucht	Shirlan flow	Dosanex	Ronilan	Basagran	Curzate M
MBP-waterleven	Sumicidin	Reglone	Decis	Dosanex	Pirimor
BRI-grondwater	Curzate M	Basagran	Fusilade		
BRI-bodem	Reglone	Shirlan flow	Betanal Trio Of	Rovral	Basagran
MBP-bodemleven	Reglone	Pirimor			

Tabel 5. Overzicht van de belangrijkste resterende milieubelastende middelen

Middel	Gewas	Soort middel	Aantal toepassingen
Sumicidin	aardappel	Insecticide	in 3 van de 7 jaar tegen vuilboom en/of wegedoornluis
Reglone	aardappel	Loofdoding	in 2 van de 7 jaar in late teelt
Lido Sc*	snijmaïs	Herbicide	1 keer per jaar
Decis	aardappel	Insecticide	in 2 van de 7 jaar in aardappel tegen coloradokever
	suikerbiet		in 1 van de 7 jaar in suikerbiet tegen rups
Dosanex	waspeen	Herbicide	3 keer per jaar LDS (lage dosering)
Pirimor	aardappel	Insecticide	in 1 van de 7 jaar aardappel late teelt
	conservenerwt		1 keer per jaar in erwt
	triticale		in 2 van de 3 jaar in triticale
	waspeen		in 1 van de 7 jaar in waspeen

* alleen in Geïntegreerd intensief

schrijdingen. MBP-waterleven wordt mede bepaald door het driftpercentage. Hoe groter de teeltvrije zone (bufferstoken) langs de sloten hoe lager de waarden. Op Vredepeel is uitgegaan van een teeltvrije zone van drie meter breed, die ingericht is als permanente grasbaan in het kader van agrarisch natuurbeheer. Ook bij toepassingen in rijenspuit en gebruik van driftarme doppen bij de volveldsspuit wordt de drift beperkt.

De streefwaarde van 200 kg dagen/ha voor BRI-bodem wordt in beide geïntegreerde systemen gehaald. Bij MBP-bodemleven wordt de norm wel overschreden. Van alle bespuitingen overschrijdt slechts 15% de norm. In het intensief systeem betreft het drie middelen in het extensief systeem 2 middelen.

In tabel 4 staan per maatstaf (prioriteitenvolgorde) de vijf middelen die het meeste bijdragen aan het resultaat op bedrijfsniveau. Dit is ook voor het MJPG-systeem weergegeven om aan te geven welke middelen met een geïntegreerde aanpak gesaneerd kunnen worden. Bij BRI-lucht, en BRI-bodem wordt in beide geïntegreerde systemen aan geen middel meer prioriteit gegeven, de streefwaarde op bedrijfsniveau is immers bereikt. Bij BRI-

grondwater is de streefwaarde op bedrijfsniveau bereikt. In die zin is er geen prioriteit meer. Op toepassingsniveau zijn er echter nog enkele knelpunten (middelen noemen, dus vetgedrukt). Bij MBP-bodem- en waterleven zijn de normen nog niet gehaald. De vet afgedrukte middelen dragen substantieel bij aan deze toestand en hebben dus prioriteit bij de verdere sanering.

In tabel 5 is weergegeven in welke gewassen de te saneren middelen worden toegepast. In tabel 6 tenslotte staan mogelijke oplossingsrichtingen besproken. Door pas te spuiten na waarneming en de noodzaak van de bespuiting af te wegen is de inzet al redelijk beperkt. Oplossingsrichtingen worden in latere hoofdstukken besproken.

Tabel 6. Oplossingsrichtingen

Middel	Gewas	Oplossingsrichting	
		Niet-chemisch	Chemisch
Sumicidin super	aardappel		Plenum
Reglone	aardappel	Mechanische loofdoding	
Lido Sc	snijmaïs	Volledig mechanische onkruidbestrijding	
Decis	suikerbiet	Geen	Geen
	aardappel		
Dosanex	waspeen	Geen	Zo laag mogelijke dosering
Pirimor	diversen	Geen	Zo laag mogelijke dosering

Onkruidbestrijding: goede mechanisatie en lage dosering

De strategie voor onkruidbestrijding in het geïntegreerde bedrijf is gericht op een effectieve bestrijding van onkruid met minimale kosten, risico's en milieubelasting. Door een goed gekozen inzet van chemische en mechanische technieken kan dit doel bereikt worden. De geïntegreerde strategie is over het algemeen effectief. Het aantal uren handwerk blijft onder de gestelde streefwaarde van 5 uur/ha.

De gevolgde aanpak van de onkruidbestrijding op het geïntegreerde bedrijf was in de jaren '90 gericht op het realiseren van een effectieve bestrijding met een minimale inzet van herbiciden uitgedrukt in actieve stof. Een randvoorwaarde was dat het met zo minimale extra arbeids- en mechanisatiekosten en zo laag mogelijke risico's moest gebeuren. Dat in tegenstelling tot de eerste periode van het onderzoek (1989 tot en met 1992) toen de grenzen verkend werden. Die rol was in de jaren '90 weggelegd voor het experimentele geïntegreerde (extensief) systeem waar een zo vergaand mogelijke reductie van de milieubelasting centraal stond. Als doel werd 75% herbicidenreductie gesteld in tegenstelling tot 60% reductie in het geïntegreerd intensief systeem. De tolerantie van onkruiden op de geïntegreerde bedrijven is in alle gewassen laag. Veronkruiding in het ene gewas kan immers tot problemen in volggewassen leiden.

Preventie en bestrijding

De basis voor een geïntegreerde onkruidaanpak ligt bij gewaskeuze en vruchtopvolging. Hierbij wordt al zoveel mogelijk rekening gehouden met onkruidbeheersing. Door opname van granen in de vruchtwisseling zijn de eenjarige en meerjarige onkruiden succesvol te bestrijden. Dat legt een goede basis voor de andere gewassen. Om aardappelopslag effectief aan te pakken worden suikerbieten (Geïntegreerd intensief) of snijmaïs (Geïntegreerd extensief) na de aardappelen geteeld. Een belangrijk onderdeel van de onkruidbestrijdingsstrategie is de kerende groundbewerking (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 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). Echter, bij de opzet van het onderzoek is in eerste instantie gewerkt aan een reductie van de actieve stof inzet. In het referentiesysteem, het oude gangbare systeem van de eerste periode, bedroeg de herbiciden inzet 3 kg actieve stof/ha. Als doel voor het MJPG-, Geïntegreerd intensief- en Geïntegreerd extensief systeem werd een reductie van respectievelijk 45, 60 en 75% gesteld. Achteraf zijn de systemen beoordeeld op milieubelasting, zijn de knelpunten geïnventariseerd en zijn oplossingsrichtingen aangegeven. In tabel 1 is per gewas de strategie voor onkruidbestrijding en de gemiddelde benodigde inspanning weergegeven.

De strategieën die nodig zijn om in het MJPG-systeem de gewenste reductie te bereiken zijn weergegeven in tabel 1. Ten opzichte van een 'gangbaar' bedrijf is een aantal machines extra nodig: een eg (aardappelen, snijmaïs en conservenerwten), een anaarder (aardappelen) en een schoffel voor 50 cm rijafstand (suikerbieten). De schoffel is meestal op een 'gangbaar' bedrijf aanwezig. Een rijenspuit wordt in dit systeem niet ingezet. De besparing die gerealiseerd kan worden is weliswaar groot, echter op de relatief kleine bedrijven in het zuidoostelijk zandgebied minder snel rendabel. Mechanische onkruidbestrijding in aardappelen lijkt het meest perspectief te bieden. Een eg

Tabel 1. Onkruidbestrijdingsstrategie en aantal bewerkingen per gewas

Gewas	Systeem	Rijen afstand (cm)	Mechanisch				Chemisch		
			Eggen	Schoffelen	Aanaardend schoffelen	Aanaarden	Hand wieden	Rijen toepassing	Volvelds toepassing
Aardappel	MJPG / GI	75	2	-	1	1*	0	-	-
Suikerbiet	MJPG	50	-	-	1	-	17**	-	4
Suikerbiet	GI	50	-	1-1,5***	1-1,5	-	12-17**	4	-
Triticale	MJPG / GI	15	-	-	-	-	0	-	1/5 - 1/3****
Snijmaïs	MJPG / GI-in	75	2	-	-	-	1	-	1
Snijmaïs	GI-ex	75	5	-	2	-	7,5**	-	-
cons.erwt	MJPG / GI	15/30	1	-	-	-	0	-	1
Stamslaboon	MJPG	50	-	-	2/7	-	2	-	4
Stamslaboon	GI	50	1	1***	1	-	2,5-3,0	4	-
Waspeen	MJPG / GI	12 rijen	-	-	-	-	0 - 0,5	-	4

* visgraatschoffel; ** inclusief aardappelopslag aanstippen 5 uur/ha; *** kantschoffel; **** circa eenmaal in de drie tot vijf jaar

kan bovendien in meerdere gewassen effectief ingezet worden.

In het geïntegreerde systeem zijn meerdere machines noodzakelijk om de aangegeven strategie uit te voeren. Tabel 2 geeft een overzicht van de gebruikte apparatuur. Met een volveldspuit, een rijenspuit van 50 cm, een eg, een schoffelbalk van 50 cm en een van 75 cm (Geïntegreerd extensief) een aanaardraam en diverse schoffelnatuur wordt de hele bestrijding uitgevoerd. In peen, erwten, bonen en bieten worden lage doseringssystemen aangehouden, waarbij in suikerbieten en bonen dit in een rijenspuit op 50 cm wordt uitgevoerd. Kenmerkend is dat aardappelen en triticale zonder herbiciden onkruidvrij worden gehouden. In Geïntegreerd extensief wordt ook de maïs volledig mechanisch schoon gehouden. De eg wordt in veel gewassen ingezet, vaak ook om voor opkomst de eerste net kiemende onkruiden aan te pakken.

Strategie per gewas

Aardappelen

Bij de aardappelen wordt gebruik gemaakt van het systeem van afwisselend eggen en aanaarden en verlate rugopbouw. Door de lichte grond is het goed mogelijk de ruggen pas tijdens en zelfs na de opkomst van het gewas op te bouwen. De schoonlandeg wordt gemiddeld twee keer ingezet. Deze eg volgt het veld goed waardoor ook aan de zijkanen van de rug het onkruid goed bestreden worden. De eg kan agressiever ingesteld worden door deze met een ketting te verzwaren. Het eggen wordt afgewisseld met aanaarden. Daarbij wordt eventueel de visgraatschoffel ingezet om dieper wortelend onkruid beter te bestrijden. Later kan er dan met de visgraatschoffel en het aanaardraam, eventueel in één werkgang, alsnog een rug opgebouwd worden. Dit systeem is zo succesvol dat er geen inzet van chemie en of handwiedwerk meer nodig is. Het is toegepast in alle drie de systemen.

Tabel 2. Werktuigen ten behoeve van de onkruidbestrijding

Werktuig	Werkbreedte (m)	Ingezet in
Volveldspuit	18-24	snijmaïs (GI-in), erwt, waspeen
Eg (schoonland)	9	aardappel, graan, snijmaïs, erwt, stamslaboon
Aanaarder	3	aardappel; visgraatschoffel op aanaardraam
Schoffel (50 cm)	6	suikerbiet, stamslaboon; meestal aanwezig; kantschoffels, aanaardschoffels e.d. zijn extra investeringen
Rijenspuit (50 cm)	6	suikerbiet, stamslaboon
Extra in GI-extensief		
Schoffel (75 cm)	3	snijmaïs; ombouwen aanaardbalk mogelijk; investeren in extra schoffelelementen

Suikerbieten

In de suikerbieten wordt in alle systemen gekozen voor het zogenaamde lage doseringssysteem. Bij het aanwezige onkruidbestand is het middel Betanal Trio OF het meest geschikt. In het MJPG-systeem wordt dit met de volveldspuit toegepast. In de geïntegreerde systemen wordt gekozen voor toepassing in de rijenspuit. Daarbij wordt 40% van de oppervlakte gespoten met de helft van de hoeveelheid middel. In totaal wordt vier keer gespoten. Bij de laatste bespuiting wordt Targa toegevoegd voor de bestrijding van hanepoot. In de geïntegreerde systemen worden de onkruiden tussen de rij met een schoffel bestreden. De eerste bewerking wordt uitgevoerd met een zogenaamde kantschoffel. Daardoor kan kort langs de gewasrij gewerkt worden en worden er geen onkruiden of grond in de rij geduwd. Daarna wordt bij voldoende gewasgrootte aanaardend geschoffeld.

In het volveldssysteem wordt ook een keer aanaardend geschoffeld. Aanvullend is er nog zo'n 12 uur/ha handwerk nodig voor resterende onkruiden en schieters te bestrijden. Omdat in de intensieve systemen de suikerbieten na de aardappelen geteeld worden, is er ook handwerk nodig om de aardappelopslag te bestrijden. Gemiddeld werd hier 5 uur/ha aan besteed.

Snijmaïs

In de snijmaïs wordt intensief gebruik gemaakt van de schoonlandeg. In het extensieve systeem wordt geëgd (gemiddeld vijf keer) totdat het gewas voldoende groot is om aanaardend te schoffelen. Daarbij wordt het onkruid tussen de rijen afgeschoffeld en het onkruid in de rij ondergedekt. Gemiddeld wordt twee keer geschoffeld. Voor de meeste onkruiden blijkt deze strategie voldoende. Op de kopeinden valt het effect vaak tegen. Gemiddeld is 2,5 uur/ha nodig om deze met de hand op te schonen. Omdat de snijmaïs in het extensieve systeem het volgewas van aardappelen is, is er gemiddeld 5 uur/ha aan het aanstippen van aardappelopslag besteed.

In de intensieve systemen (MJPG en Geïntegreerd intensief) wordt minder geëgd. Voor en rond opkomst

wordt met twee keer eggen het eerste onkruid bestreden. Na opkomst wordt een bespuiting uitgevoerd met Lido Sc plus Titus met uitvloeier. Het aantal handwieduren blijft beperkt tot 1 uur/ha.

Waspeen

Mechanische onkruidbestrijding in waspeen is vanwege het teeltsysteem niet mogelijk. Daarom wordt in alle drie de systemen alleen gebruik gemaakt van volveldstoepassing van herbiciden in lage dosering. Er wordt drie keer gespoten met Dosanex plus uitvloeier in een dosering van 0,4 tot 1,0 kg/ha per keer. De dosering is afhankelijk van grootte van het onkruid en (weers)omstandigheden. Grassen worden apart bestreden met Fusilade. Het aantal handwieduren in het gewas peen is verwaarloosbaar.

Conservenerwtten

In de vroege erwteenteelt wordt één keer rond opkomst geëgd en na opkomst Basagran (0,75 l/ha) plus uitvloeier gespoten. Mede door de korte teeltduur is deze bestrijding afdoende. Aanvullend handwerk is niet nodig. Onkruidbestrijding zonder inzet van het herbicide Basagran, waarmee in het extensieve systeem geëxperimenteerd is, lijdt tot onvoldoende resultaat. Ook telen op een ruimere rijafstand van 30 cm om schoffelen mogelijk te maken, lijdt tot teveel schade. De strategie van alleen eggen, vijf tot zes bewerkingen, geeft ook onvoldoende resultaat. Met enkel mechanische bewerkingen is het niet mogelijk het onkruid afdoende te bestrijden zonder gewasschade te veroorzaken.

Stamslabonen

In de stamslabonen wordt in alle systemen gekozen voor het zogenaamde lage doseringssysteem, waarbij het middel Basagran plus uitvloeier ingezet wordt. In het MJPG-systeem wordt dit met de volveldspuit toegepast. In de geïntegreerde systemen wordt gekozen voor toepassing in de rijenspuit. Daarbij wordt 40% van de oppervlakte gespoten met de helft van de hoeveelheid middel. In totaal wordt drie keer gespoten in een dosering van 0,25 tot 0,75



Afwisselend eggen, met veertandeg of schoonlandeg, en aanaarden bestrijdt het onkruid in aardappelen goed

l/ha. Voor hanepoot wordt een extra bestrijding uitgevoerd met Fusilade. In de geïntegreerde systemen worden voor opkomst geëgd. Na opkomst worden de onkruiden tussen de rij door middel van schoffelen bestreden. De eerste bewerking wordt uitgevoerd met de kantschoffel, Daarna wordt bij voldoende gewasgrootte aanaardend geschoffeld. In het volveldsysteem wordt in een beperkt aantal jaren nog een keer aanaardend geschoffeld. Handwiedwerk blijft in alle systemen beperkt tot 2 à 3 uur/ha. De geïntegreerde aanpak heeft wellicht tot enige opbrengstderiving geleid. Opbrengstverschillen tussen MJPG en beide geïntegreerde systemen kunnen niet door andere verschillen in teeltaanpak verklaard worden.

Triticale

Door de relatief late zaai van de triticale wordt kieming van onkruiden in het najaar voorkomen. Omdat de triticale zich vrij snel ontwikkeld in het voorjaar, onderdrukt dit gewas het onkruid zeer goed. Onkruidbestrijding is dan meestal niet noodzakelijk. In de geïntegreerde systemen wordt uitgegaan van eggen. Bij te natte omstandigheden of te groot onkruid wordt chemisch ingegrepen. In het MJPG-systeem wordt indien noodzakelijk uitgegaan van een chemische ingreep. Uiteindelijk werd in alle systemen in één van de jaren een chemische bestrijding uitgevoerd. De eg werd niet ingezet.

In de geïntegreerde systemen werd in de helft van de jaren triticale geteeld en in overige jaren gebraakt. In het geval van zwarte braak zijn er ruime mogelijkheden voor mechanische bewerkingen om onkruiden te bestrijden.

In de stoppel van de triticale worden voorkomende wortelonkruiden, zoals (akker)melkdistels en akkermunt aangepakt. Hiervoor worden de middelen Roundup en 2,4-D Amine ingezet. Indien mogelijk beperkt tot een pleksgewijze aanpak.

Resultaten en perspectieven

Teelttechnisch zijn de resultaten van de gevolgde strategie over het algemeen goed: effectieve en volledige beheersing van het onkruid. In alle systemen blijft de hoeveelheid handwiedwerk onder de streefwaarde van 5 uur/ha. De tolerantiegrens voor onkruid ligt zeer laag. De gewassen



Rijenbespuiting in combinatie met aanaardend schoffelen is een optie voor onkruidbestrijding in stamslabonen

moeten goed schoon zijn. Het meeste werk is nodig in de suikerbieten. Een groot deel van de uren wordt besteed aan de bestrijding van aardappelopslag. Een belangrijk aspect binnen de gehele aaltjesbeheersing. In het geïntegreerd extensief systeem, waar snijmaïs volgt na aardappelen, worden deze uren in snijmaïs besteed. In vergelijking met het MJPG-systeem zijn in beide geïntegreerde systemen niet meer wieden noodzakelijk. Rijenspuiten in de suikerbieten en stamslabonen in combinatie met (aanaardend) schoffelen levert een vergelijkbare onkruidbestrijding als de volveldstoepassing van de lage dosering van middelen. Volledig mechanische onkruidbestrijding in maïs (Geïntegreerd extensief) levert alleen op de kopeinden problemen, waarvoor extra wiewerk nodig is. Naast 5 uur/ha bestrijding van aardappelopslag werd in de maïs gemiddeld 2,5 uur besteed aan de handmatige bestrijding van zaadonkruiden.

De gewenste reducties in actieve stof van 45, 60 en 75% in respectievelijk het MJPG-, Geïntegreerd intensief- en Geïntegreerd extensief- systeem werden ruimschoots gehaald. In het MJPG-systeem werd de inzet met 67% gereduceerd. In beide geïntegreerde systemen werd een reductie van 77% bereikt. In tabel 3 staat een overzicht van de milieubelasting van de gebruikte herbiciden. Voor de BRI's staat aangegeven wat de absolute bijdrage is van de herbiciden in het resultaat op bedrijfsniveau. Voor de

Tabel 3. Bijdrage herbiciden in milieubelasting

	BRI-lucht kg a.s*/ha	MBP-waterleven % > 10	BRI-grondwater ppb	BRI-bodem kg dagen/ha	MBP-bodemleven % > 100	Actieve stof verbruik kg a.s./ha
Streefwaarde	0,7	0	0,5	200	0	
MJPG	0,15	21	0,05	165	10	1,0
Geïntegreerd intensief	0,13	26	0,04	89	10	0,7
Geïntegreerd extensief	0,16	24	0,01	93	6	0,7

*actieve stof

MBP's zijn de percentages normoverschrijdende bespuitingen weergegeven. De bijdrage van herbiciden valt mee met uitzondering van BRI-bodem.

Tussen de systemen zijn er vrij weinig verschillen met betrekking tot de belangrijkste milieu indicatoren. Het grootste verschil wordt bij BRI-bodem bereikt. Dit wordt met name veroorzaakt door het middel Reglone. Dit middel draagt voor 25 tot 40% bij aan het resultaat op bedrijfsniveau. In het MJPG-systeem werd dit middel vaker en in een hogere dosering ingezet. De meerwaarde van de rijenspuit in suikerbieten en stamslabonen komt met name tot uiting in de BRI-bodem. De volledig mechanische onkruidbestrijding in de maïs in Geïntegreerd extensief leidt tot lagere waarden bij met name het percentage toepassingen boven de norm bij MBP-waterleven en -bodemleven. Het toegepaste middel Lido Sc scoort 77 MBP-waterleven en 1297 MBP-bodemleven.

Er is een aantal knelpunten die resteren. In de top-5 van middelen per maatstaf voor milieubelasting van pesticiden komen in volgorde van prioriteit de volgende herbiciden voor: Reglone, Lido Sc (Geïntegreerd intensief), Dosanex, Basagran, Titus (Geïntegreerd intensief), Fusilade en Betanal Trio OF

In twee van de zeven jaren werd in de late aardappelteelt Reglone ingezet voor de loofdoding. De toegepaste dosering was met 1,5 l/ha laag. Hierbij is de ondergrens nagenoeg bereikt. In de vroege teelt werd in alle jaren

loofklappen toegepast. Indien chemisch noodzakelijk is, kan overwogen worden het minder belastende middel Finale in te zetten. Dit is afhankelijk van de aanwezigheid van Phytophthora, het geteelde ras en de weersomstandigheden.

De chemische onkruidbestrijding in snijmaïs werd uitgevoerd met Lido Sc en Titus. Een volledig mechanische onkruidbestrijding, zoals uitgevoerd in Geïntegreerd extensief, lijkt mogelijk. Daarvoor is wel een groot aantal bewerkingen nodig. Een andere optie is het toepassen van een lage dosering systeem met de nieuwe generatie middelen die een lagere milieubelasting hebben, zoals Mikado, Brophy en Samson.

Het middel Dosanex is voor de teelt van peen onmisbaar. Door het middel toe te passen in lage dosering, wordt een zo gering mogelijk verbruik nagestreefd. Gemiddeld werd drie keer gespoten en totaal bijna 2,0 kg Dosanex ingezet. Mogelijk kan door te starten met het 'nieuwe' middel Centium met een lagere belasting de inzet van Dosanex verder beperkt worden.

Bij de inzet van Basagran is de ondergrens bereikt. Alternatieven zijn er (nog) niet. Dit geldt ook voor de inzet van Betanal Trio OF in suikerbieten. Minimale inzet is bereikt door toepassen van LDS in rijenspuit. Het grassenmiddel Fusilade voor in de top-5 bij BRI-grondwater. De bijdrage is echter bijna verwaarloosbaar. Het is toegepast voor bestrijding van met name hanepoot in waspeen en stamslabonen. Het middel Targa prestige, dat in bieten toegepast wordt, is milieutechnisch een beter alternatief maar heeft in deze gewassen geen toelating.

Ziekten en plaagbestrijding

De geïntegreerde strategie voor de beheersing van ziekten en plagen streeft naar gezonde gewassen als basis voor een economisch haalbare kwaliteitsproductie bij een minimale milieubelasting. Bij de huidige stand van de techniek en de beschikbare middelen kunnen de meeste ziekten en plagen effectief beheerst worden. In diverse gewassen blijven aaltjes echter een probleem vormen. Ook kan *Rhizoctonia* in suikerbieten en pok in waspeen incidenteel tot problemen leiden.

Een uitgekende vruchtopvolging kan veel problemen voorkomen met voornamelijk bodemgebonden ziekten en plagen. Dat is op Vredepeel, maar ook voor een groot aantal bedrijven in het zuidoostelijk zandgebied, van extra groot belang vanwege de aanwezigheid van vele verschillende soorten aaltjes.

In het extensieve systeem wordt om problemen met aaltjes te voorkomen of te beheersen gebruik gemaakt van een 6-jarige vruchtwisseling. De gewasvolgorde is zo gekozen dat de verschillende aaltjespopulaties zich niet optimaal kunnen ontwikkelen. Bijvoorbeeld door geen waardplanten voor hetzelfde aaltje in twee opeenvolgende jaren te telen op hetzelfde perceel. Bovendien is er de mogelijkheid om te braken in de graanjaren (zie kader Wortelknobbelaaltjes).

Dit kan ook in het geïntegreerd intensief systeem waar een 4-jarige rotatie voor aardappelen en suikerbieten wordt aangehouden. Het aantal mogelijke braakjaren is beperkter en de opeenvolging van waardplanten is intensiever. Het risico voor aaltjes is daardoor in het intensieve bouwplan groter. In het MJPG-systeem is de mogelijkheid voor eens in de vijf jaar toepassen van een grondontsmetting opgenomen om aaltjesproblemen te voorkomen.

De vermeerdering en eventuele schade van aaltjes kan ook via andere maatregelen dan vruchtwisseling of -opvolging beïnvloed worden. Denk daarbij aan zaaitijdstip of groeiduur van gewassen. Zo kan door verlate zaai van waspeen de kans op schade door *Meloidogyne chitwoodi* en *M. fallax* beperkt worden. In de loop van de jaren is, in nauwe samenwerking met de nematologen, heel veel kennis opgedaan over optreden, vermeerdering en schade door aaltjes. Deze kennis is benut om de bedrijfs- en teeltinrichting steeds verder te verbeteren. Om ziekten en plagen te voorkomen, wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van rassen die resistent of tolerant zijn.

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.

Als ondanks deze maatregelen toch tot een bestrijding moet worden overgegaan, hebben niet-chemische technieken de voorkeur. De mogelijkheden hiervoor zijn echter beperkt. Denk aan de bestrijding van de uienvlieg in de uienteelt 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 terdege rekening te houden met de milieukundige aspecten is veel winst te behalen.

Strategie per gewas

In tabel 1 en 2 is de aanpak per gewas gekarakteriseerd. Daarbij is steeds onderscheid gemaakt in preventie en bestrijding. Aangegeven is welke (elementen van de) bedrijfsmethoden een belangrijke bijdrage leveren aan de preventie. 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.

Wortelknobbelaaltjes

De vruchtopvolging in het Geïntegreerd extensief systeem is zo opgezet dat er altijd graan (of maïs) geteeld wordt voor die gewassen (aardappelen en peen), die kwantitatief en kwalitatief veel schade kunnen ondervinden van de *Meloidogyne* soorten *M. fallax* en *M. chitwoodi*. Indien de besmetting met *M. fallax* of *M. chitwoodi* onacceptabel is voor de teelt van aardappelen, wordt in plaats van graan een braakjaar ingelast. Dit is in de helft van de jaren toegepast. Door de teelt van aardappelen kan de besmetting weer hoog oplopen, echter daarna volgt maïs, wat eventueel weer als braakjaar kan dienen. In het geval van *M. fallax* wordt onder maïs de populatie niet opgebouwd. Maïs is wel een goede waard voor

M. chitwoodi. Na peen, waarop *M. chitwoodi* en *M. fallax* matig vermeederen, volgen twee korte teelten. Daardoor zal de besmetting niet oplopen en kunnen suikerbieten zonder veel problemen geteeld worden.

Pratylenchus penetrans, die met name in peen veel schade kan veroorzaken wordt in deze gewasvolgorde onvoldoende beheerst. Snijmaïs vermeedert dit aaltje sterk. De besmetting is echter nog niet van grote omvang. Bij een te hoge besmetting zou een Tagetes (afrikaantjes) teelt in plaats van maïs een overweging kunnen zijn. Ook in aardappelen kan bij hoge aantallen schade optreden. Uit schaderelatie proeven is echter gebleken dat bij hoge aantallen *Pratylenchus penetrans* in waspeen geen schade aantoonbaar is.

Consumptieaardappelen

In aardappelteelt zijn Phytophthora en Rhizoctonia en aaltjes (aardappelcyste- en wortelknobbelaaltjes) de belangrijkste ziekten en plagen. Bij de rassenkeuze is naast Phytophthora-, AM- en later ook wratziekeresistentie, maar zeker ook de afzetbaarheid voor industriële verwerking, van belang. De rassen Asterix en Oscar voor de late teelt hebben een goede knolresistentie tegen Phytophthora. Hierdoor is zelfs bij een geringe aantasting weinig kans op zieke knollen. Voor de vroege teelt werd Première geteeld voor directe afzet en verwerking. Resistentie speelt dan een minder grote rol.

Aardappelopslag wordt bestreden op afvalhopen en in het veld (in de bieten en maïs, na de aardappelteelt). Het middel Shirlan staat aan de basis bij de Phytophthora-bestrijding. De strategie is erop gericht om met lage doseringen (0,30 in het intensieve en 0,25 in het extensieve systeem) en korte intervallen te werken. In de meeste gevallen bleek het constante gebruik van dit middel

voldoende te werken. Echter, in alle teeltsystemen ontstond op enig moment de noodzaak voor een curatieve behandeling. Hiervoor werd het middel Curzate M (2,5 kg/besparing) gebruikt. Overigens is dat middel op het moment van verslaglegging niet meer toegelaten.

Bij de beheersing van Rhizoctonia zijn een ruime vruchtwisseling en gezond pootgoed de belangrijkste preventieve maatregelen. Aangezien Rhizoctonia met name voorkomt als de omstandigheden voor gewasgroei niet optimaal zijn is een rustige gelijkmatige groei van het gewas van groot belang. Alleen in 1995 bleek ontsmetten op basis van een puntentelling (beslissingsondersteunend systeem) niet te vermijden. Hiervoor is Solacol gebruikt.

De ruime vruchtwisseling (1 op 6) in het extensieve systeem houdt de populatie aardappelcysteaaltjes in bedwang. Ook de 1 op 4 teelt in de intensieve systemen met AM-A resistente rassen is goed mogelijk. Het knobbelaaltje (met name *M. chitwoodi* / *M. fallax*) heeft echter veel meer waardplanten. Ernstige schade kan worden voorkomen door voorafgaand aan de aardappelen tritcale te telen, of zelfs te braken. Hierdoor wordt de besmetting sterk gereduceerd voordat de teelt begint. Dit is alleen mogelijk in het extensief systeem. In het intensieve systeem is de kans op schade in aardappelen groter. In de volgorde graan – waspeen – aardappelen kan bij een hoge besmetting het graan gebraakt worden voor het gevoelige gewas peen. Bij een eventueel hoog opgelopen besmetting na peen, kan bij aardappelteelt gekozen worden voor een vroege teelt om kwaliteitsschade in de knol te voorkomen.



Phytophthorabestrijding met een beperkte milieubelasting, verlangt op de eerste plaats een voldoende resistent ras

Suikerbieten

Ter voorkoming van aantasting door bietenvlieg, aardvlo en luizen wordt Gaucho-ontsmet zaai zaad gebruikt. In verband met het voorkomen van de bladvlekkenziekte Cercospora in suikerbieten is er in de intensieve systemen met Bavistin (carbendazim) gespoten. Hierbij is gebruik gemaakt van de daarvoor geldende schadedrempel (van

Tabel 1. Strategie ziektebestrijding en resultaten geïntegreerde systemen

Gewas	Ziekte	Preventie				Bestrijding				
		Vruchtwisseling	Bemesting	Uitgangsmateriaal	Rassenkeuze	Preventief	Schadedrempel	Na signalering	Aantal bespuitingen*	Middel
Aardappel	Rhizoctonia	X	-	X	-	-	X	-	1/7	Solacol
Aardappel vroeg	Phytophthora	X	X	X	X	X	-	-	10	Shirlan
Aardappel laat	Phytophthora	X	X	X	X	X	-	-	14	Shirlan
									2/7 x 2	Curzate M
Suikerbiet	Rhizoctonia	X	-	-	-	-	-	-	0	
Suikerbiet GI-in	Cercospora	X	-	-	-	-	X	-	2	Bavistin
Suikerbiet GI-ex		X	-	X	X	-	0	-	0	
Conservenerwt	Botrytis	-	X	-	-	X	-	-	0	
Stamslaboon	Botrytis	-	X	-	-	X	-	-	2	Ronilan
Waspeen	Alternaria	-	-	X	X	X	-	X	2	Rovral
Waspeen	Cavity spot	X	-	-	-	-	-	-	0	
Triticale	Afrijping	-	X	-	X	-	X	-	1/3	Allegro

X = speelt een rol en/of wordt gebruikt

* breukstreep geeft aan aantal jaren dat ziekte bestreden is, 2/7 = bijvoorbeeld twee van de zeven jaren

half juni tot half augustus: bij vlekjes op > 5% van de middelste bladeren een bespuiting uitvoeren; tweede bespuiting nodig bij uitbreiding tot > 50% aantasting; na half augustus: bij vlekjes op > 50% van de middelste bladeren). Nieuwe resistente rassen, zoals toegepast in het extensieve systeem, kunnen aantasting voorkomen.

Problemen met Rhizoctonia kunnen nagenoeg voorkomen worden door te kiezen voor resistente rassen. Deze waren in de periode 1993-1999 nog niet voorhanden.



Rhizoctonia in suikerbieten kan tot grote schade leiden

Conservenerwten

Door de vroege teelt, zaai in maart en oogst eind juni, en gematigde loofontwikkeling is een bestrijding van Botrytis niet nodig. Luizen vormen elk jaar rond de bloei een probleem. Een bespuiting met de helft van de dosering Pirimor: 0,25 kg/ha is voldoende om de luis te beheersen.

Stamslabonen

In de teelt van bonen, die na de conservenerwten volgt, wordt aantasting door bonenvlieg en kiemschimmels voorkomen door een standaard zaadontsmetting. Met name Botrytis en Sclerotinia kunnen aanleiding geven tot inzet van Ronilan. Als de omstandigheden rond het vallen van de bloemblaadjes ongunstig zijn (nat weer), is een bespuiting noodzakelijk. In de late teelt van bonen wordt twee keer een bestrijding uitgevoerd. Vermeerdering van het aaltje *Meloidogyne chitwoodi* is te voorkomen door een juiste rassenkeuze.

Waspeen

Bij peen zijn (naast de aaltjes) wortelvlieg, alternaria en pok de belangrijkste bedreigingen voor een geslaagde teelt. In het MJPG-systeem wordt de wortelvlieg bestreden door bij zaai Birlane-granulaat toe te passen. In de geïntegreerde systemen wordt dit achterwegen gelaten en wordt gebruik gemaakt van geleide bestrijding. Met behulp van

Tabel 2. Strategie plaagbestrijding en resultaten geïntegreerde systemen

Gewas	Plraag	Preventie		Bestrijding					Middel
		Vruchtwisseling	Rassenkeuze	Zaadbehandeling	Preventief	Schadedrempel	Na signalering	Aantal bespuitingen*	
Aardappel	Coloradokever	-	-	-	-	-	X	2/7	Decis
Aardappel	Vuilboomluis	-	-	-	-	-	X	2/7-3/7	Sumicidin
Aardappel vroeg	Bladluizen	-	-	-	-	X	-	0	
Aardappel laat	Bladluizen	-	-	-	-	X	-	1/7	Pirimor
Suikerbiet	Bietenflug	-	-	X-	-	-	-	1	Gaicho
Suikerbiet	Luizen	-	-	X	-	-	-	1	Gaicho
Conservenerwt	Luizen	-	-	-	-	-	X	1	Pirimor
Stamslaboon	Bonenvlieg	X	-	X	-	-	-	1	
Waspeen	Wortelvlug	X	-	-	-	X	-	0	
Waspeen	Luizen	-	-	-	-	-	X	1/7	Pirimor
Triticale	Luizen	-	-	-	-	X	-	2/3	Pirimor

X = speelt een rol en/of wordt gebruikt

* breukstreep geeft aan aantal jaren dat ziekte bestreden is 2/7 = bijvoorbeeld twee van de zeven jaren

plakvallen wordt de vlieg gesignaleerd en overzicht gehouden over de omvang van de populatie. Bij overschrijding van de schadedrempel wordt een bespuiting uitgevoerd met dimethoaat. Deze is in geen van de jaren nodig gebleken. De schimmelziekte *Alternaria dauci* wordt bestreden zodra de eerste aantasting waargenomen wordt. Vanwege de late zaai zijn er gedurende een groot deel van het groeiseizoen gunstige omstandigheden voor *Alternaria*. Gemiddeld wordt twee keer gespoten met Rovral.

Pok (ofwel Cavity spot) in peen heeft in één van de jaren in de intensieve systemen tot afkeuring heeft geleid. Pok wordt veroorzaakt door de schimmel *Pythium sulcatum* en treedt vaak pas aan het einde van het groeiseizoen op wanneer verzwakking van de plant optreedt. Veel neerslag bevordert de aantasting. De schimmel kan lang in de grond overleven. Een ruime vruchtwisseling is noodzakelijk. Door te kiezen voor een vroege teelt kunnen risicovolle perioden vermeden worden. Actieve afbraak lijkt mogelijk door de teelt van daarvoor geschikte groenbemesters. Het onderzoek hiernaar staat echter nog in de kinderschoenen.

De aaltjes *Meloidogyne chitwoodi* en *M. fallax* kunnen in waspeen zware schade veroorzaken. Door een verlate zaai, eind mei of begin juni, kan bij een beperkte besmetting schade voorkomen worden. De waspeen werd steeds in de tweede helft van mei gezaaid.

Snijmaïs

In de snijmaïs hoeven, in verband met de geringe vatbaarheid voor ziekten en plagen, geen maatregelen genomen te worden.

Triticale

Triticale past goed in een geïntegreerd bedrijfssysteem. Niet alleen omdat het goed onkruid onderdrukt, maar ook omdat het slechts weinig vatbaar is voor ziekten en plagen. Door de goede rassen te kiezen, zijn problemen met voeten afrijpingsziekten in veel gevallen te voorkomen. Slechts in één van de drie teeltjaren was een bespuiting tegen afrijpingsziekten noodzakelijk. Bovendien is het gewas geen goede waardplant voor de meeste aaltjes. Volgvruchten kunnen vanuit een redelijk schone bodemsituatie van start. Bij te hoge aantallen aaltjes wordt gekozen voor braak in plaats van de teelt van triticale. In de helft van de jaren is dit toegepast.

In twee van de drie jaren was luisbestrijding met Pirimor noodzakelijk (schadedrempel overschreden).

Milieutechnische aspecten

Essentieel onderdeel van de chemische bestrijding is de middelenkeuze. Door naast effectiviteit terdege rekening te houden met de milieukundige aspecten is veel winst te behalen (zie artikel gewasbescherming). Zoals eerder beschreven werden de gewenste reducties in actieve stof

werden in alle systemen ruimschoots gerealiseerd. Achteraf zijn de systemen beoordeeld op milieubelasting, zijn de knelpunten geïnventariseerd en zijn oplossingsrichtingen aangegeven.

Bij de aanpak van ziektebestrijding en middelenkeuze zijn er geen grote verschillen tussen het MJPG-systeem en de geïntegreerde systemen. Dit komt ook tot uiting bij de waarde voor de diverse milieu-indicatoren. De emissie naar de lucht uitgedrukt in BRI-lucht is met 0,42 en 0,34 kg actieve stof/ha voor respectievelijk het Geïntegreerd intensief en -extensief systeem lager dan de norm voor van 0,7 kg actieve stof/ha. Het middel Shirlan is voor respectievelijk 56 en 42% verantwoordelijk voor de resultaten op bedrijfsniveau. Per toepassing scoort dit middel weliswaar niet hoog: 0,09 kg actieve stof (zie tabel in kader Middelenkeuze Phytophthora), maar door het grote aantal toepassingen is de bijdrage groot. Het geïntegreerd extensief scoort iets lager vanwege de toepassing van Shirlan in een lagere dosering van 0,25 l/ha in plaats van 0,3 l/ha en het lager aandeel aardappelen in het bouwplan. Curzate M, het curatieve middel voor de bestrijding van Phytophthora, heeft ondanks het gering aantal toepassingen nog een bijdrage van 4% in het bedrijfsresultaat. Dit middel is op moment van schrijven niet meer toegelaten. Het alternatief TattooC scoort voor BRI-lucht veel lager maar voor de andere parameters hoger (tabel 3).

De streefwaarde van 0,5 ppb voor BRI-grondwater wordt in de geïntegreerde systemen ruimschoots gehaald. Het middel Curzate M staat op de eerste plaats in de top 5 en is voor 60 tot 80% verantwoordelijk voor het resultaat op bedrijfsniveau. Per toepassing wordt de norm voor een individuele toepassing overschreden (0,1 ppb). In twee van de zeven jaren waren deze bespuitingen nodig.

De bijdrage van fungiciden aan de emissie naar de bodem bedraagt 40 tot 50%. Op bedrijfsniveau wordt de doelstelling voor BRI-bodem in de geïntegreerde systemen echter gehaald. Ook hier is net zoals bij BRI-lucht het middel Shirlan voor een aanzienlijk deel (30-40%) debet aan het resultaat op bedrijfsniveau. In het Geïntegreerd intensief systeem heeft het middel Bavistin, ingezet tegen Cercospora in suikerbieten, ook nog een bijdrage van bijna 10%.

De norm van 10 voor MBP-waterleven wordt door geen van de fungicidentoepassingen fors overschreden. Het middel Shirlan scoort bij een dosering van 0,3 l/ha en een teeltvrije zone van drie meter met 11 punten net iets boven de norm. Bij een lagere dosering wordt de norm van 10 wel bereikt. Het middel Bavistin scoort ook net boven de norm. Voor MBP-bodemleven scoren geen van de toegepaste fungiciden boven de norm

In het MJPG-systeem is de aanpak van de plagen vrijwel identiek aan de geïntegreerde systemen, met uitzondering van de wortelvliegbestrijding. Hier wordt Birlane-granulaat ingezet. Dat scoort met 847 punten zeer hoog

Middelenkeuze Phytophthora

Bij de bestrijding van Phytophthora 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 3). Alleen Shirlan en het nieuwe middel Ranman

scoren goed. Bij een grotere teeltvrije zone van drie meter, zoals aangehouden op het proefbedrijf, worden de waarden beter dan in de 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 verder verlaagd naar 0,2 à 0,25 l/ha.

Middel	Werking	Dosering	Blootstellingen 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
Tattoo-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

voor MBP-bodemleven. In de geïntegreerde systemen wordt via plakvallen de noodzaak vastgesteld voor bestrijding met dimethoaat. Dit bleek in geen van de jaren nodig. In geen van de systemen werd schade waargenomen.

De bijdrage van insecticiden in de emissies naar lucht, grondwater en bodem zijn zeer gering. Alleen bij MBP-waterleven en -bodemleven veroorzaakt een aantal insecticiden overschrijdingen. Bij MBP-waterleven zijn dat Sumicidin super (196 punten), twee tot drie van de zeven jaar ingezet tegen vuilboomluis in aardappelen, Decis (51 punten), twee van de zeven jaar ingezet tegen coloradokever in aardappelen en Pirimor (26 punten), die in meerdere teelten ingezet werd. Pirimor geeft ook bij MBP-bodemleven met 132 punten overschrijding van de norm.

De nematiciden, die alleen in het MJPG-systeem toegepast zijn, scoren zeer hoog voor BRI-lucht en BRI-grondwater. De bijdrage op bedrijfsniveau is 0,66 kg actieve stof voor BRI-lucht en 9,25 ppb voor BRI-grondwater, terwijl de norm respectievelijk 0,7 kg actieve stof en 0,5 ppb bedraagt. Ook voor MBP-bodemleven scoort de toegepaste Nematrap zeer hoog: 28.170 MBP terwijl de norm 100 MBP bedraagt. In de geïntegreerde systemen is door een uitgekiende vruchtwisseling, inpassen van braak, latere zaaidatum etc. getracht schade te voorkomen en de aaltjessituatie te beheersen zonder inzet van chemie.

Resultaten en perspectieven

De ziektebestrijding was doorgaans effectief. Een aantal ziekten, waarvoor geen bestrijding mogelijk is, leidde tot problemen. Rhizoctonia in suikerbieten leidt tot opbrengstderving en kwaliteitsschade. In alle systemen kwam in vier van de zeven jaren lichte aantasting voor. Door eerst op zwad te rooien en rotte bieten te verwijderen, kon de kwaliteitsschade beperkt worden. In het MJPG-systeem werd in een jaar tot 50% reductie in suikeropbrengst waargenomen. In de periode 1993 tot en met 1999 kon nog geen gebruik worden gemaakt van resistente rassen. Deze kunnen een aantasting nagenoeg voorkomen. Pok, ofwel Cavity spot, in peen heeft in één jaar geleid tot afkeuring van het product in de intensieve systemen.

Het resultaat van de plaagbestrijding was steeds goed. Aaltjes hebben wel in meer of mindere mate tot schade geleid. Dit wordt in het artikel over nematoden uitvoerig beschreven.

Bij de fungiciden is de inzet van middelen tegen Phytophthora vooralsnog niet te vermijden. Door een uitgekiende middelenkeuze en de inzet van resistente rassen en het gebruik van lage doseringen is de inzet echter te beperken. Het aantal toepassingen en doseringen van de insecticiden is tot het minimum beperkt en alternatieven voor genoemde middelen zijn er nauwelijks of niet. De ondergrens is met het huidige middelenpakket nagenoeg bereikt. Er vindt wel steeds meer onderzoek plaats om ook in de open teelten met natuurlijke vijanden insecten te bestrijden. Zo wordt in aardappelen geëxperimenteerd met de inzet van sluipwespen en zweefvliegen om luizen aan te pakken.

Met 'kennis' zijn aaltjes zonder chemie te beheersen

Het op een slimme manier beheersen van aaltjes en andere bodemgebonden ziekten en plagen is altijd een speerpunt geweest in het bedrijfssystemenonderzoek in Vredepeel. Door de intensieve samenwerking met nematologen is er een schat aan ervaring en kennis opgedaan die het mogelijk maken de problemen beheersbaar te houden.

Toen het bedrijfssystemenonderzoek in 1988 in Vredepeel begon, werd de aaltjessituatie uitgebreid geïnventariseerd. De brede reeks aan soorten die werd aangetroffen (zie tabel 1), is kenmerkend voor de situatie in het zuidoostelijk zandgebied. Dit maakte Vredepeel tot een ideale locatie om kennis over aaltjes te vergaren en toe te passen in een semi-praktijksituatie. Er is de afgelopen jaren steeds sprake geweest van een kruisbestuiving tussen het nematologische onderzoek en het bedrijfssystemenonderzoek. Naar aanleiding van de ervaringen op Vredepeel werden aparte projecten opgezet om meer inzicht te krijgen in de waardplantstatus en schadegevoeligheid van akkerbouwgewassen en groenbemesters voor de belangrijkste aaltjessoorten. Zo startte het onderzoek naar *Meloidogyne fallax* in 1992 te Baexem. In 1995 werd in Smakt een proefveld gestart gericht op *M. chitwoodi*. *Pratylenchus penetrans* volgde in 1999 en tenslotte is in 2002 een begin

gemaakt met de Trichodoriden. Met de resultaten uit deze gespecialiseerde proeven werden aanpassingen doorgevoerd in het systeemonderzoek op Vredepeel. Andersom leidde menig discussie over het functioneren van de systemen tot onderzoeksobjecten in de diverse aaltjesproefvelden. De informatie die dit heeft opgeleverd, is opgenomen in de brochure aaltjesmanagement in de akkerbouw. In het voorjaar van 2000 is deze brochure breed verspreid (zie foto).

Dit artikel gaat in op de aanpak en de resultaten van het aaltjesonderzoek op Vredepeel, waarbij de nadruk ligt op de periode 1993-1999.

Aaltjesbeheersingsstrategie

Op basis van de aanpak die ontwikkeld werd in de systemen en de specifieke aaltjesprojecten, is een Aaltjes-BeheersingsStrategie (ABS) ontwikkeld. De ABS vermindert afhankelijkheid van grondontsmetting en voorkomt aaltjesproblemen.

Hierin wordt de volgende aanpak gehanteerd:

- inventariseren van mogelijke problemen op basis van grondsoort, gewassen binnen de vruchtwisseling en voorvrucht;
- inventariseren van de actuele stand van zaken op basis van historische informatie, gewaswaarneming zonodig aangevuld met grondbemonstering;
- op basis van de bevindingen wordt een bouwplan samengesteld, waarbij rekening wordt gehouden met de waardplantgeschiktheid en de schadegevoeligheid voor de aangetroffen aaltjessoorten;
- naast de aaltjes worden andere facetten als bemesting en economie in de discussie betrokken;
- aanvullende maatregelen als zwarte braak, aangepaste zaai en oogsttijdstippen, vanggewassen en grondontsmetting worden zonodig ingepast.

Tabel 1. Aaltjessoorten aangetroffen binnen systeemonderzoek Vredepeel 1988

Latijnse naam	Nederlandse naam
<i>Globodera rostochiensis</i>	geel aardappelcysteaaltje
<i>Globodera pallida</i>	wit aardappelcysteaaltje
<i>Heterodera trifolii</i> f.sp. <i>beta</i>	geel bietencysteaaltje
<i>Heterodera avenae</i>	havercysteaaltje
<i>Meloidogyne hapla</i>	noordelijk wortelknobbelaaltje
<i>Meloidogyne chitwoodi</i> *	maïswortelknobbelaaltje
<i>Meloidogyne fallax</i> *	(bedrieglijk) maïswortelknobbelaaltje
<i>Pratylenchus penetrans</i>	wortellesieaaltje
<i>Pratylenchus crenatus</i>	graanwortellesieaaltje
<i>Pratylenchus neglectus</i>	wortellesieaaltje
<i>Rotylenchus</i> sp.	
<i>Trichodorus</i> sp.	vrijlevend wortelaaltje
<i>Tylenchorynchus</i>	

* pas later onderkend

Bemonstering bedrijfssystemen

Ten behoeve van het onderzoek werd een bemonsteringsplan opgesteld. De hoofdbemonstering werd jaarlijks in de eerste helft van maart uitgevoerd. De achtergrond hiervan is dat de correlatie tussen de gevonden aaltjesaantallen en de gewasopbrengsten op basis van voorjaarsbemonsteringen het beste zijn. Wortelresten van het vorige gewas zijn dan vrijwel verteerd, waardoor onderschatting van met name endoparasieten als worteltesieaaltjes (*Pratylenchus sp.*) wordt beperkt. Daarnaast wordt de onzekere factor van de wintersterfte uitgesloten. Door van voorjaar tot voorjaar te meten, wordt zowel het gewaseffect als de bijbehorende winterafbraak meegenomen. Elke fase van het bouwplan is elk jaar aanwezig zodat er in totaal 28 percelen van 0,7 ha in onderzoek liggen. Elk perceel werd voor de bemonstering opgedeeld in twee delen van ongeveer een derde ha. De grondmonsters werden door het BedrijfsLaboratorium voor Grond en Gewasonderzoek te Oosterbeek volgens het protocol 'standaardonderzoek landbouw' verwerkt.

Gedurende het seizoen werd via grond- en wortelmonsters nagegaan of aaltjes de oorzaak waren van waargenomen afwijkingen in gewasgroei en ontwikkeling. De omvang van groeiremming en afwijkingen bij de oogst werden op

plattegronden ingetekend. Op deze manier kon de omvang van schade die aan aaltjes moest worden toegeschreven worden ingeschat.

Systeemonderzoek Vredepeel

1989 - 1993

Op basis van de inventarisatie najaar 1988 bleek dat het gele bietencystealtje (huidige naam *Heterodera betae*) en naar de toenmalige kennis als Noorderlijk wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne hapla*) benoemde soort, de twee aaltjes waren waaraan moest worden gewerkt. De teeltfrequentie van bieten werd verlaagd naar 1 op 4, de veldbonen verdwenen uit het bouwplan. Dit bleek voor de beheersing van het gele bietencystealtje voldoende.

Zware schade in schorseneren en aardappelen na granen en grassen maakte duidelijk dat het Noorderlijk wortelknobbelaaltje onmogelijk de oorzaak kon zijn. Eerst werd gedacht aan het maïswortelknobbelaaltje *Meloidogyne chitwoodi*, maar bij gebrek aan vermeerdering op maïs was dit uitgesloten. Nader onderzoek, op onder andere het proefveld te Baexem, maakte duidelijk dat het ging om een niet eerder beschreven soort die uiteindelijk in 1996 tot *M. fallax* gedoopt is.

De volgorde wintergraan-schorseneer-aardappel blijkt een fatale combinatie in geval van een besmetting met *M. fallax*. De schadedrempel voor schorseneren ligt rond de 1 larve/100 cc grond. De conservenindustrie is vrij algemeen overgegaan tot een verplichte bemonstering op basis waarvan al dan niet een contract wordt aangegaan. Het blijkt dat er bij 20 tot 30% van de monsters een zodanig aantal aaltjes voorkomt dat een perceel niet geschikt wordt bevonden voor de teelt van peen of schorseneren. Doordat deze percelen worden gemeden, behoren problemen bij de oogst grotendeels tot het verleden.

M. fallax bleek een streep te halen door de rekening van de in 1989 gestarte opzet. De analyse van de aaltjescijfers liet zien dat systemen alleen uit elkaar lopen als gevolg van de keuze van gewassen binnen de rotatie. Niet vanwege verschillen in teeltwijze of behandeling van de gewassen.

Systeemonderzoek Vredepeel

1993 - 1999

De nieuwe opzet concentreerde zich op de beheersing van *M. fallax*. Voor de nieuwe opzet werd gebruikt gemaakt van de eerste gegevens van het proefveld Baexem.

Door in het MJPG- en Geïntegreerd intensief systeem de dubbelteelt van erwten en bonen te kiezen, worden populaties van *M. fallax* afgebroken. Dat biedt een goede uitgangspositie aan aardappelen. Hierdoor kan een laat ras worden geteeld. Suikerbiet tolereert hogere dichtheden,



Aaltjesinfo, mede gebaseerd op de BSO-aanpak, wordt verspreid naar de praktijk (maart 2000)

waardoor de voorvrucht aardappel geen problemen oplevert. Laat gezaaide waspeen blijkt weinig gevoelig voor schade. De uitgangspositie voor aardappel na peen is minder gunstig. Met de keuze van een vroege aardappel is de kans op symptoomdragende knollen bij de oogst zo klein mogelijk. Als de populatie erg hoog is, kan eventueel het graanjaar voor de peen vervangen worden door zwarte braak. Dit is een zeer effectieve methode om *M. fallax* terug te brengen tot een zeer laag niveau. De helft van de graanjaren is gebrakt.

Het uitgangspunt voor de zesjarige rotatie van het Geïntegreerd extensief systeem en het biologisch systeem is dat een aardappelteeltfrequentie van 1 op 6 met een volledige bestrijding van aardappelopslag afdoende moet zijn om aardappelmoehed (AM) het hoofd te bieden. Hier is gekozen voor graan als voorvrucht van aardappel. Wanneer er een *M. fallax* besmetting is, wordt het graan vervangen door zwarte braak. Dit werd in de helft van de jaren toegepast. Snijmaïs is niet gevoelig voor schade en vermeerderd niet, zodat de peen ook eventueel vroeg gezaaid kan worden.

Resultaten 1993 -1999

Op basis van de vermeerderingscijfers van de verschillende aaltjessoorten op de verschillende gewassen, werd een indruk gekregen van de mate van waardplantgeschiktheid per soort aaltje. Omdat de verschillende aaltjessoorten niet op alle percelen voorkomen en omdat door de vaste vruchtvolgorde van de gewassen de beginbesmetting van



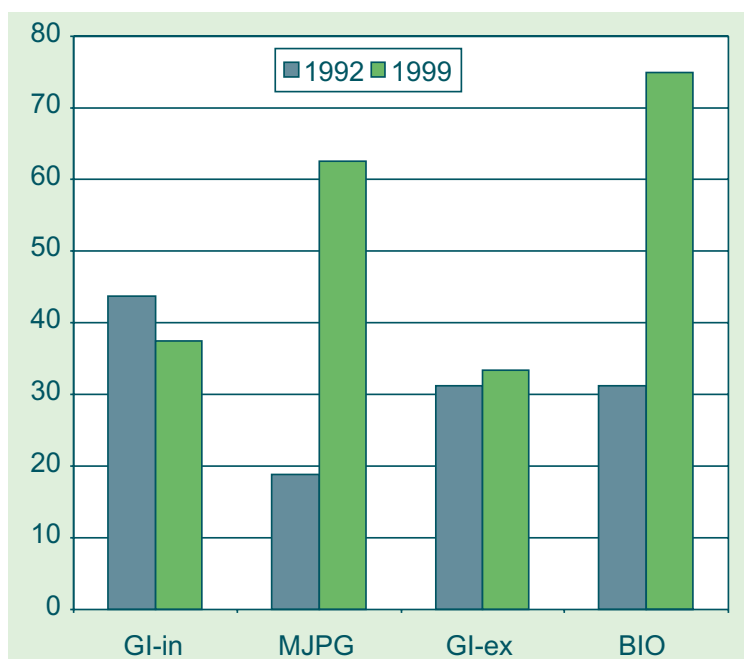
Meloidogyne fallax de noodzaak voor een andere aanpak

een aaltje steeds of hoog of laag is, kunnen er geen definitieve uitspraken gedaan worden voor de waardplantstatus. Wel werden de gegevens gebruikt voor de keuze van objecten in de afzonderlijke aaltjesprojecten. Ook de informatie uit de aaltjesproeven op waarde getoetst binnen de rotatie. De in 1988 gevonden plantparasitaire aaltjessoorten komen nog steeds egaal over het hele bedrijf voor. *Pratylenchus penetrans* lijkt de enige soort die ruimtelijk gezien scheef verdeeld is en zich vooral concentreert in één hoek van het bedrijf. Tot op heden is de factor die daarvoor verantwoordelijk is nog niet duidelijk.

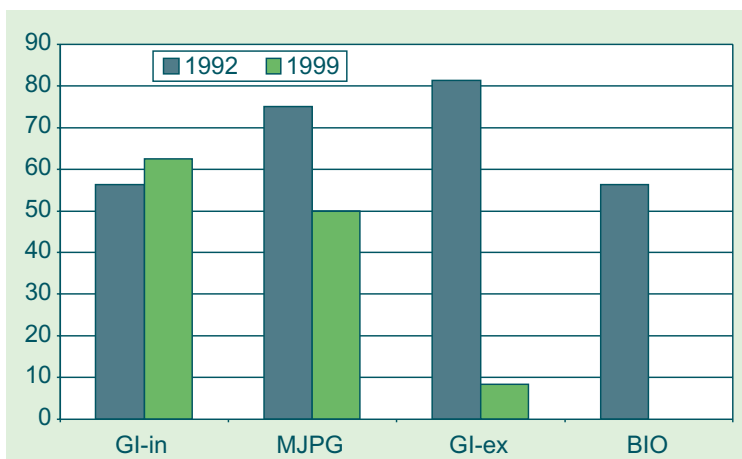
Populatieverloop en schade

Cysteaaaltjes

Aardappelmoehed raakt steeds wijder verspreid over de bedrijfssystemen. Dit geldt vooral voor het MJPG- en biologisch systeem (figuur 1). In beide systemen werden AM vatbare rassen geteeld. Voor MJPG betrof het de voorkeurskeuze van de praktijk. De rassenkeuze voor het biologisch systeem was gebaseerd op phytophthora-resistenties, wratziekte en afzet. Minder op AM. De verklaring is dat in beide teeltsystemen zoveel mogelijk vatbare rassen worden geteeld, wat opbouw en daarmee verspreiding in de hand werkt. Voor het biologisch systeem moet de voorzichtige conclusie worden getrokken dat ondanks een 1 op 6 teeltfrequentie de AM situatie toch verslechtert. Mogelijk is de opslagbestrijding in maïs niet afdoende. Verder is de natuurlijke sterfte mogelijk toch lager dan de waarden waarmee wordt gerekend. Binnen MJPG wordt zonodig omgeschakeld op een resistent ras. De besmettingsniveaus zijn wel redelijk onder controle zodat schade van betekenis door AM in de tweede periode niet meer is voorgekomen. Het gele bietencysteaaaltje blijkt met de in 1989 ingezette verruiming ook in deze tweede periode geen probleem meer te zijn (figuur 2).



Figuur 1. Percentage met aardappelcysteaaaltje (*Globodera*) besmette perceelsdelen in 1992 en 1999



Figuur 2. Percentage met het gele bietencysteaaltje (*Heterodera betae*) besmette perceelsdelen in 1992 en 1999

Wortelknobbelaaltjes

M. fallax blijkt binnen het systeemonderzoek te Vredepeel de meest voorkomende soort, ongeacht het bedrijfs-systeem. Dit aaltje is inmiddels op 75% van de perceelsdelen te vinden. *M. chitwoodi* is inmiddels ook aangetoond. Op één perceel zelfs in overmaat. Het bewijs werd geleverd doordat het besmettingsniveau sterk opliep na de teelt van maïs met als gevolg schade in de erwten het jaar daarop. Op de helft van de perceelsdelen komt ook *M. hapla* voor. Met name in het MJPG-systeem nemen de besmettingsniveaus toe. De volgorde erwten en boon – aardappel – biet is hier debet aan. De vermeerdering na de dubbelteelt erwten en boon valt vaak nog mee. Het is de biet die met name na de late aardappel te lijden heeft van *M. hapla*, al dan niet in combinatie met één van de andere wortelknobbelaaltjes.

Wortellesieaaltjes

Zowel het graanwortellesieaaltje, *Pratylenchus crenatus*, als het bietenlesieaaltje, *P. neglectus* en het wortellesieaaltje *P. penetrans* komen voor. *P. crenatus* is in alle percelen in hoge aantallen te vinden, maar kon tot op heden niet gerelateerd worden aan schade. Het valt echter niet uit te sluiten dat door zijn algemene aanwezigheid de eventuele opbrengstdrukkende effecten niet worden gesignaleerd. De verspreiding van het bietenlesieaaltje is veel beperkter. Ook deze soort kon niet met schade in relatie worden gebracht.

P. penetrans komt ongeveer in één derde van de perceelsdelen voor, geconcentreerd in een hoek van het bedrijf. De oorzaak hiervan is nog niet opgehelderd. Met name peen en erwten en bonen zorgen voor hoge besmettingsniveaus. Tot op heden werd er bij hoge dichtheden binnen het systeemonderzoek geen opvallende groeiremming geconstateerd. Toch is het aannemelijk dat er aardappelopbrengsten verloren gaan door de hoge dichtheden. Een proef met Tagetes binnen

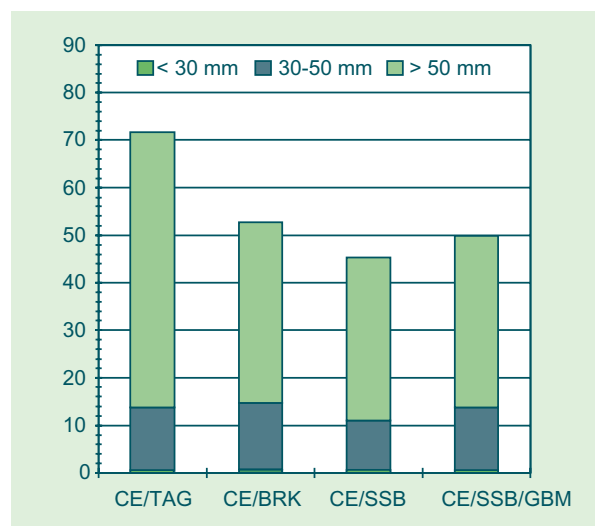
het systeemonderzoek toonde aan dat er opbrengstverbeteringen van 10 ton en meer mogelijk zijn wanneer *P. penetrans* wordt uitgeschakeld. In deze opzet werd in 1997 de standaard dubbelteelt erwten en bonen (CE/SSB) vergeleken met erwten gevolgd door tagetes (CE/TAG), erwten gevolgd door braak (CE/BRK) en erwten en bonen gevolgd door triticale als groenbemester (CE/SSB/GBM). In 1998 werd aardappel geteeld (ras Nika) waarbij tagetes als voorvrucht sensationele opbrengstverbetering te zien gaf (figuur 3). Na de teelt van tagetes werden in het voorjaar van 1998 geen wortellesieaaltjes meer gemeten terwijl de standaard dubbelteelt erwten en bonen een begindichtheid van 100 *P. penetrans*/100 ml te zien gaf. Vlinderbloemigen blijken voor veel aaltjessoorten sterk verziekend te werken. Zeker voor lesieaaltjes is dit het geval. Wanneer vlinderbloemigen voor binding van stikstof noodzakelijk zijn, dienen ze zeer doordacht binnen de rotatie te worden ingezet om schade in de volgvruucht te voorkomen.

Trichodoriden

De Trichodoriden worden met regelmaat in de monsters aangetroffen. Meestal in lage aantallen. Sporadisch veroorzaakte dit aaltje opkomstproblemen, met name in aardappelen. De schade bleef in deze periode echter beperkt.

Geconstateerde schadesituaties

Op vrijwel alle percelen komen aaltjes in meer of mindere mate voor. De kans op schade is dus aanwezig, maar niet altijd uit te drukken in opbrengstderving. In een aantal gevallen was de schade duidelijk toe te schrijven aan



Figuur 3. Aardappelopbrengsten 1998 (Nika) bij vervanging in 1997 van stamslaboon (SSB) door Tagetes (TAG), braak (BRK) of aanvulling met Triticale als groenbemester (GBM) in de standaard combiteelt conservenerwt (CE)/stamslaboon(SSB).

Tabel 2. Ingeschatte opbrengstderving als gevolg van aaltjes (bron; systeemonderzoek Vredepeel)

Systeem MJPG	Jaar	Veroorzaker	Begindichtheid (aantal/100 cc grond)	Opbrengst derving (%)
Aardappel	1996	<i>M. hapla</i>	170	6
Geïntegreerd intensief				
Aardappel	1992	<i>Trichodorus sp.</i>	85	12
Conservenerwt	1993	<i>M. chitwoodi</i>	50	11
Conservenerwt	1997	<i>P. penetrans</i>	150	16
Stamslaboon	1993	<i>M. chitwoodi</i> + <i>H. trifolii beta</i>	50 / 300	10
Suikerbiet	1995	<i>M. fallax</i> + <i>M. hapla</i>	400 / 250	16
Geïntegreerd extensief				
Aardappel	1992	<i>M. fallax</i> + <i>Trichodurus sp.</i>	15 / 700	22
Aardappel	1997	<i>P. penetrans</i>	100	9
Conservenerwt	1993	<i>M. chitwoodi</i>	80	20
Conservenerwt	1998	<i>M. chitwoodi</i>	115	22
Conservenerwt	1996	<i>M. fallax</i>	20	0
Conservenerwt	1994	<i>P. penetrans</i>	250	20
Stamslaboon	1993	<i>M. chitwoodi</i> + <i>H. trifolii beta</i>	80 / 250	10
BIO				
Conservenerwt	1993	<i>M. chitwoodi</i>	15	0
Conservenerwt	1999	<i>M. chitwoodi</i>	160	54

aaltjes. Hiervan is de geconstateerde schade uitgedrukt in opbrengstderving (tabel 2). In de meeste gevallen was dit echter niet mogelijk. Er waren andere ziekten of plagen die ook invloed hadden op de opbrengst zoals *Rhizoctonia* in suikerbieten en pok in peen. In sommige gevallen bleef de schade beperkt tot een kleine valplek.

In het MJPG-systeem is er in de periode in twee jaren ontsmet. In 1994 zijn twee percelen ontsmet omdat de *M. chitwoodi* populatie zo hoog was opgelopen dat voor de volggewassen, erwt en peen, moest worden gevreesd. In 1997 werd een perceel gedeeltelijk ontsmet omdat de AM-cijfers te hoog lagen. Dit was het gevolg van een verkeerde rassenkeuze bij de aardappelteelt in 1994.

In de geïntegreerde en biologische systemen werd in de helft van de graanjaren braak toegepast.

Schadegevallen in het biologisch systeem vielen mee. Wellicht speelt hier ook mee dat er bij de suikerbietenteelt uitgegaan wordt van geplante bieten in paperpots. Hierdoor valt schade bij de start van het gewas door bijvoorbeeld *Meloidogyne hapla* mee. Verder voorkomt de vroege oogst van de aardappel (eind juli) dat een besmetting van *Meloidogyne chitwoodi* en *M. fallax* leidt tot kwaliteitschade. Door de snelle beginontwikkeling kan schade bij de start van het gewas wellicht ook voorkomen worden.

Perspectieven voor de toekomst

Met het verworven inzicht in waardplantstatus kunnen calamiteiten worden voorkomen. Het huidige aaltjesonderzoek is vooral gericht op het vaststellen van schadedrempels voor de belangrijkste gewassen en aaltjessoorten. Op basis van dergelijke kennis kan er nog meer op het scherp van de snede geteeld worden.

Aanvullende maatregelen die in geval van lastige aaltjescombinaties kunnen worden ingezet, blijven gewenst. De verandering van strategie, ingezet vanaf 1993, heeft het gewenste resultaat gehad. De problemen met *M. fallax* zijn onder controle. Het aaltjesverloop vanaf 1988 blijkt steeds systeemafhankelijk en te herleiden tot de gewas- en rassenkeuze. De wijzigingen die vanaf 2000 zijn doorgevoerd zijn erop gericht ook de potentiële problemen met *P. penetrans*, *M. hapla*, *M. chitwoodi* en Trichodoriden blijvend te voorkomen.

Het systeemonderzoek Vredepeel laat zien dat door het toepassen van kennis in plaats van chemie, er ook met een breed assortiment aan aaltjessoorten 'goed te boeren' valt. Overdracht van deze kennis is één van de zwaartepunten in de komende jaren, want het blijft een ingewikkelde puzzel.

Agrarisch natuurbeheer positieve invloed op akkerbouw

In 1998 startte PPO met het project 'Agrarisch natuurbeheer' op de proefboerderijen Kooijenburg, OBS, Westmaas en Vredepeel. Doel van het project is inzicht krijgen in de gevolgen van agrarisch natuurbeheer voor de bedrijfsvoering en de natuurwaarden op het bedrijf. In Vredepeel zijn verschillende elementen aangelegd: akkerranden, een mantelvegetatie en een heidepad. Om de ontwikkelingen te volgen vindt jaarlijks monitoring plaats van onder andere vegetatie en insecten.

Het creëren van ruimte voor flora en fauna binnen het agrarisch gebied en het toegankelijk maken hiervan voor recreanten, wordt door de overheid en de samenleving als belangrijk ervaren. De natuurbeleidsnota 'Natuur voor mensen, mensen voor natuur' onderstreept dit. In deze nota worden agrariërs opgeroepen om een belangrijke bijdrage te leveren aan het beheer van een voor natuur waardevol en voor recreanten toegankelijk landschap.

Helaas is er tot nu toe weinig inzicht in de bedrijfsmatige consequenties van agrarisch natuurbeheer voor individuele bedrijven. Ook is nog onvoldoende bekend over de meerwaarde van agrarisch natuurbeheer voor natuur en landschap. Met het in 1998 gestarte project 'Agrarisch Natuurbeheer' proberen we de gevolgen beter in beeld te krijgen. Het onderzoek beoogt:

natuur- en landschapselementen binnen een bedrijf in verschillende regio's in Nederland te ontwerpen, in te richten, te beheren en te ontwikkelen, te evalueren welke inspanningen voor beheer hierbij nodig zijn, wat de effecten op de agrarische activiteiten zijn en hoe de natuurwaarde zich ontwikkeld.

Ecologisch infrastructuur

In de productiegebieden van Nederland is dringend behoefte aan een ecologische infrastructuur van natuurlijke elementen dat goed ingepast kan worden in de bedrijfsvoering en in het gebied. Centraal daarbij staat dat bedrijfsspecifieke natuurplannen ontwikkeld worden die goed passen in en bij het gebied. In 1998 is het project 'Agrarisch Natuurbeheer' van start gegaan met het

opstellen van bedrijfsnatuurplannen. In 1999 zijn de proefboerderijen (her)ingericht om de ecologische infrastructuur te verbeteren en de natuurpotenties zo goed mogelijk te benutten. Hierbij is rekening gehouden met de bedrijfsvoering, het landschap waarin het bedrijf ligt en het beleid dat in de regio van kracht is. Er zijn rondom akkers bufferranden aangelegd en houtige elementen aangeplant. De volgende stap was een aangepast beheer van natuur- en landschapselementen en het volgen van de ontwikkelingen door middel van monitoring.

Elementen op Vredepeel

De inrichtingsmaatregelen op Vredepeel hebben in 1999 plaatsgevonden op de huiskavels (circa 36 ha). Er zijn verschillende elementen aangelegd: akkerranden, een mantelvegetatie en een heidepad (figuur 1).

Akkerranden

Er zijn rondom de akkers verschillende typen, drie meter brede, permanente akkerranden aangelegd (tabel 1). Deze akkerranden vergroten de hoeveelheid en kwaliteit van natuur op het bedrijf en reduceren de vermessing en drift vanuit de akker naar de sloot. De randen zijn een nuttige invulling van teeltvrije zones en tegelijk een biotoop voor natuurlijke vijanden van plaaginsecten. Akkerranden creëren verbindingen tussen aanwezige biotopen (houtwallen, bosjes) voor zowel flora als fauna en geven dekking aan kleine zoogdieren en vogels.

Tabel 1. Omschrijving, doelstelling en verwachte ontwikkeling van de verschillende typen randen op Vredepeel

Type rand	Omschrijving	Hoofddoelstelling	Verwachte ontwikkeling
Bermentype (2440m)	Mengsel met vooral langzaam groeiende roodzwenkgrassen	Ontwikkelen van bloemrijk grasland	Door de lage productie is de grasmatten open en kunnen aantrekkelijk bloeiende soorten zich relatief makkelijk vestigen
Engels raaitype (320m)	100% Engels raaigras	Ontwikkelen van bloemrijk grasland	Door hoge productie en snelle stikstofafvoer worden de omstandigheden geschikt voor planten van een schraler milieu
Rietzwenktype (320m)	Mengsel met vooral pollenvormende grassen als rietzwenkgras, beemdlangbloem en kroppaar	Bevorderen van natuurlijke vijanden van plaaginsecten	Door de aanwezigheid van pollenvormende grassen is er een geschikte overwinteringsplaats voor natuurlijke vijanden (o.a. loopkevers) waardoor deze in het groeiseizoen meer aanwezig zullen zijn
Faunarand (140m)	Zelfde mengsel als rietzwenktype, maar ander beheer	Creëren van (winter)dekking voor fauna	Door in juli te maaien is in de winter een hoog opgaand gewas aanwezig dat dekking biedt aan fauna
Graanrand (140m)	Ieder jaar wintergraan op dezelfde plaats	Specifieke akkerflora	Door geen mechanische en chemische onkruidbestrijding toe te passen en niet te bemesten kan specifieke akkerflora zich ontwikkelen

Mantelvegetatie

Er is een mantelvegetatie aangeplant (250m) langs een bestaande houtsingel aan de noordkant van het bedrijf. Met de aanleg van de mantelvegetatie ontstaat er een geleidelijke overgang van de houtsingel naar de akker. Deze overgangzone is waardevol voor onder andere vogels en vlinders. De aanplant bestaat uit wilde lijsterbes, vogelkers, sleedoorn, hazelaar, hondsroos en Gelderse roos. 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. Ook is rekening gehouden met de waardplantstatus voor schadelijke insecten

Heidepad

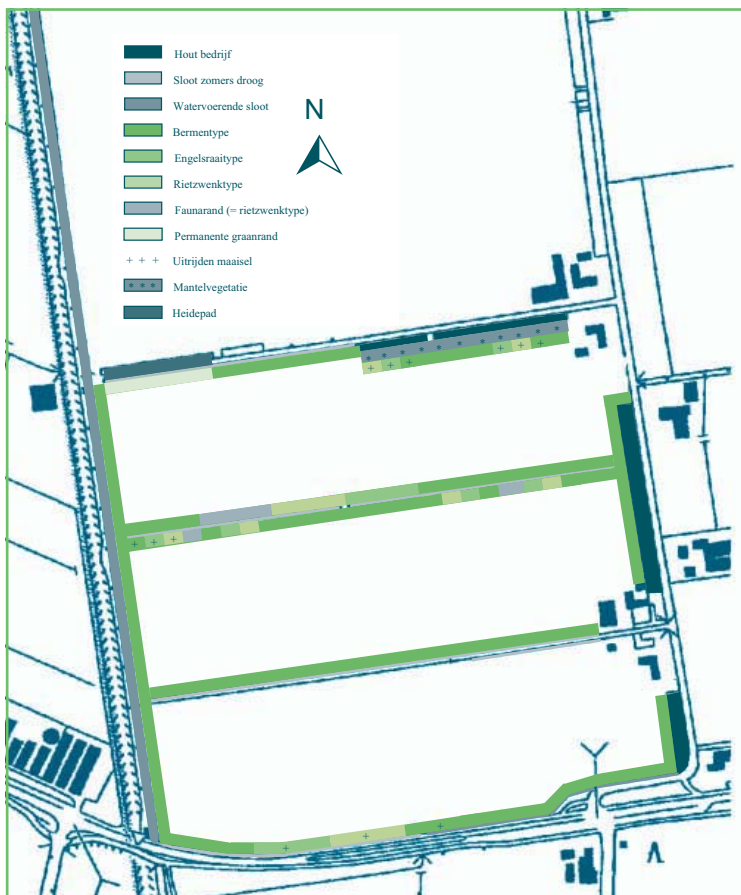
Aan de noordwestkant van het bedrijf is een rijkpad omgevormd tot heidepad (140m). Voor de aanleg van het heidepad is heidemaaisel van de nabij gelegen Luchtmachtbasis De Peel gehaald. Na een lichte grondbewerking is het maaisel verdeeld over het pad en aangereden (figuur 2). Het maaisel is niet verwijderd van het pad.

Beheer

Na de aanleg van natuur- en landschapselementen moeten deze ook goed beheerd worden. Daardoor kan de ontwikkeling gestuurd worden. Naast het beheer van nieuwe elementen, wordt ook het beheer van bestaande elementen geoptimaliseerd.

Akkerranden

De akkerranden worden niet bemest en er vindt geen onkruidbestrijding plaats. De graanrand wordt elk jaar na de oogst opnieuw ingezaaid. Het beheer van de met graszaadmengsels ingezaaide randen bestaat uit maaien en afvoeren om de randen te verschralen en een waardevolle vegetatie te ontwikkelen (bloemrijk grasland). De faunarand wordt één keer per jaar begin juli gemaaid, waarbij het maaisel niet wordt afgevoerd. Er vindt dan het minst verstoring voor fauna plaats (broedende vogels) en de vegetatie kan nog voldoende doorgroeien om in de wintermaanden dekking te bieden.



Figuur 1. Kaart met de uitgevoerde inrichtingsmaatregelen op Vredepeel

Slootkanten

De slootkanten worden net als de akkerranden verschaald door te maaien en af te voeren (figuur 3). Ook hier wordt geprobeerd bloemrijk grasland te ontwikkelen.

Mantelvegetatie

Na de aanplant van de mantelvegetatie is de vegetatie rondom de struiken kort gehouden. Dit om concurrentie met grassen en kruiden te beperken. De mantelvegetatie vraagt niet vaker dan eens in de vijf jaar onderhoud door selectief te dunnen.

Houtsingels

De houtsingels op het bedrijf zijn de afgelopen jaren in verschillende fasen door IKL (Instandhouding Kleine Landschapselementen) gedund. De singels hebben daarom de komende jaren niet of nauwelijks beheer nodig.

Heidepad

Het beheer van het heidepad bestaat uit het enkele malen jaar maaien van de vegetatie, waarbij het maaisel niet wordt afgevoerd.

Monitoring

Om de ontwikkelingen op de proefboerderijen te volgen, wordt vanaf 1999 jaarlijks gemonitord. Er worden vegetatieopnamen van de akkerranden en de slootkanten gemaakt en onkruidtellingen verricht op verschillende afstanden in het gewas. Dit wordt gedaan om te ontdekken of de aanleg van de randen leidt tot veronkruiding. Met behulp van deze gegevens wordt ieder jaar een totaalijst van hogere planten (grassen en kruiden) opgesteld. Daarnaast worden jaarlijks in de akkerranden gewasmonsters genomen om de afgevoerde stikstof en droge stofproductie te bepalen. Om het jaar worden in de akkerranden insectentellingen gedaan met behulp van potvallen en piramidevallen (figuur 4). Op deze manier kan de ontwikkeling van de insectenpopulaties gevolgd worden. Er worden ook aaltjesmonsters genomen om de ontwikkeling van schadelijke aaltjes te volgen.

Resultaten en discussie

De verzamelde gegevens zijn statistisch getoetst voor alle proefbedrijven samen. De resultaten die hieronder worden besproken hebben dan ook betrekking op de bedrijven samen, tenzij anders staat aangegeven. Er wordt alleen over toe- of afname gesproken als dit statistisch is aangetoond.

Vegetatieopnamen in de slootkanten

Het gemiddeld aantal plantensoorten in de slootkanten is gelijk gebleven. Wel is er een afname in bodembedekking van stikstofminnende soorten zoals kweek en brandnetel waargenomen (figuur 5).



Figuur 2. Het heidepad met daarop het aangereiden heidemaaisel



Figuur 3. Slootkant en akkerrand op Vredepeel waarop een verschraalbeheer ligt

Vegetatieopnamen in de akkerranden

Het gemiddeld aantal plantensoorten in de akkerranden is in 2001 afgenomen ten opzichte van 2000. Met name doordat het aantal eenjarige onkruiden is gedaald (figuur 6). Door het verschraalbeheer worden de omstandigheden voor akkeronkruiden ongunstiger. Mede door de concurrentie van de nieuwe vegetatie zullen de eenjarige akkeronkruiden uiteindelijk uit de vegetatie verdwijnen.

Onkruidtellingen in het gewas

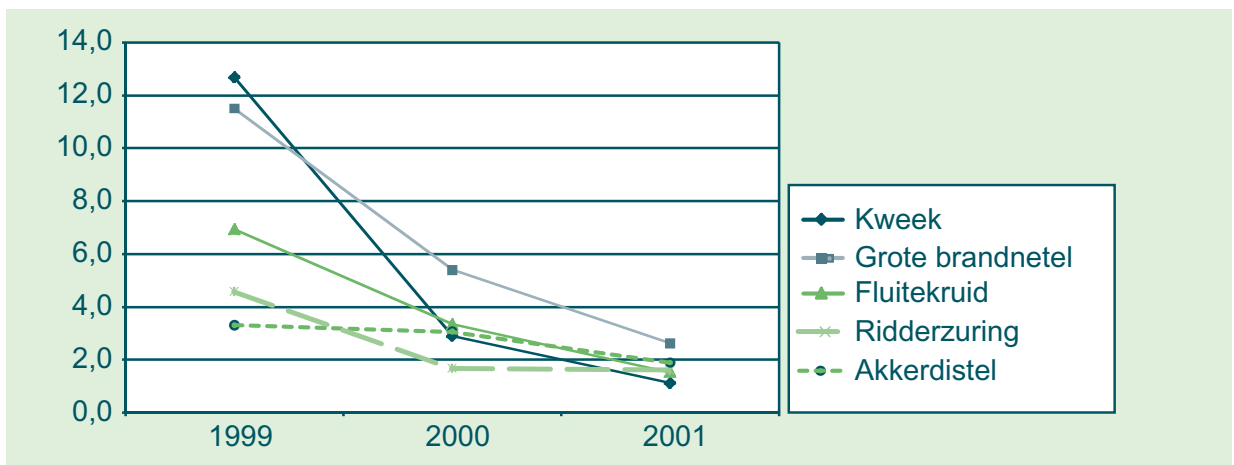
De hoeveelheid onkruid in het gewas op 1 meter van de rand liet voor de proefboerderijen samen een toename in de tijd zien. Op Vredepeel was de hoeveelheid onkruid in 2000 en 2001 hoger dan in 1999 (tabel 2). Deze toename wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door kieming van zaad afkomstig van onkruiden die eerder in de akkerranden aanwezig zijn geweest. De verwachting is dat met het schraler worden van de akkerranden de onkruiden grotendeels verdwijnen uit de akkerranden. Hierdoor zal er vanuit de randen niet of nauwelijks onkruid in de akker komen.



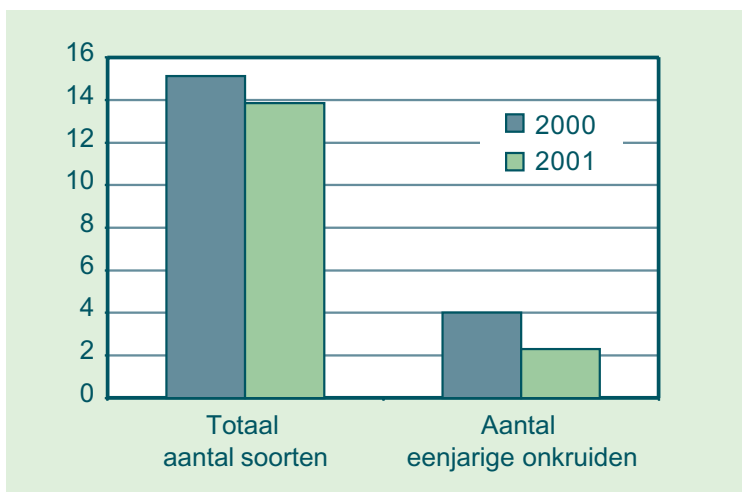
Figuur 4. Een piramideval in een akkerrand op Vredepeel

Totaallijst hogere planten

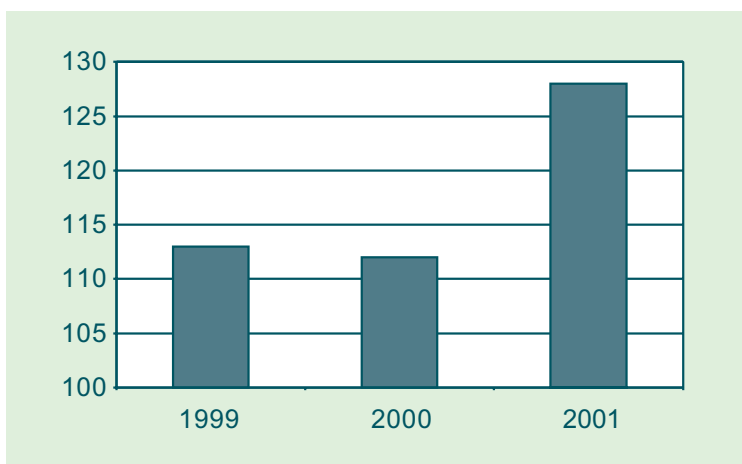
Het totaal aantal plantensoorten op Vredepeel is in 2001 met ruim 13% toegenomen ten opzichte van 1999 (figuur 7). Dit is bijna zeker het gevolg van de aanleg van de akkerranden en het gevoerde verschraalbeheer.



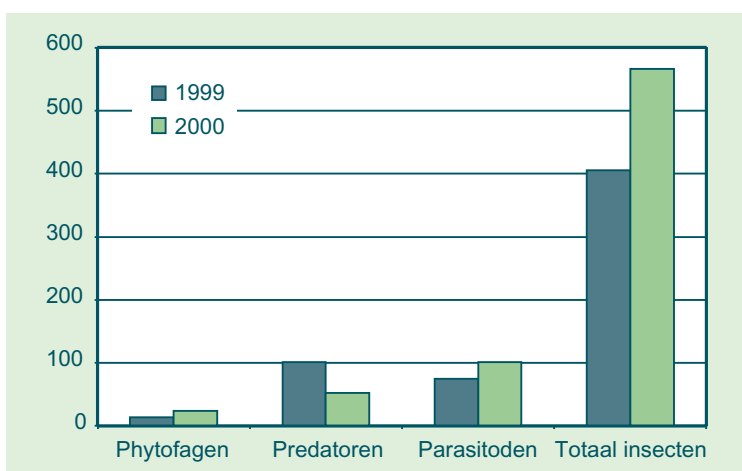
Figuur 5. Gemiddelde bodembedekking (%) van een aantal stikstofminnende plantensoorten in de slootkanten op de proefboerderijen (1999 tot en met 2001)



Figuur 6. Het totaal aantal soorten en het aantal eenjarige onkruiden (gemiddeld/4 m²) in de akkerranden op de proefboerderijen (2000 tot en met 2001)



Figuur 7. Het totaal aantal plantensoorten op Vredepeel (1999 tot en met 2001)



Figuur 8. Het gemiddeld aantal met piramidevallen gevangen insecten/m² op de proefboerderijen (1999 en 2001)

Tabel 2. Het gemiddeld aantal onkruidplanten in het gewas/m² op Vredepeel (1999 tot en met 2001)

Jaar	1m in het gewas
1999	12,0
2000	52,0
2001	49,6

Stikstof- en droge stofbepalingen

De hoeveelheid afgevoerde stikstof en de droge stofproductie in de akkerranden zijn niet veranderd in de tijd. Deze resultaten zijn hier niet weergegeven. De vegetatie was in 2001 aanzienlijk minder hoog dan in 1999 en 2000. De verwachting is dat de hoeveelheid stikstof en droge stofproductie de komende jaren zal gaan afnemen.

Insectentellingen

Naarmate de vegetatie in de akkerranden en de slootkanten zich verder ontwikkelt, komen er meer plantensoorten voor. Dat betekent meer en gevarieerder voedsel voor meer soorten plantetende insecten (phytofagen). Deze planteneters trekken weer meer roofinsecten (predatoren) en sluipwespen (parasitoïden) aan. Dit resultaat zien we terug in de piramidevallen die in de akkerranden staan (figuur 8). Alleen een (onverklaarbare) afname van het aantal spinnen wijkt af van dit beeld. Het aantal natuurlijke vijanden (predatoren en parasitoïden) ligt duidelijk hoger dan het aantal planteneters (phytofagen). De toename van het aantal planteneters in de akkerranden vormt daarom geen probleem.

Aaltjesmonsters

Er zijn geen veranderingen in de tijd waargenomen voor zowel het totaal aantal aaltjes als het aantal schadelijke aaltjes¹⁾. Wat wel opvalt is een sterke toename van vrijlevende *Paratylenchus* wortelaaltjes, die als waardplant grassen hebben. Omdat de akkerranden zijn ingezaaid met gras, permanent zijn en niet bewerkt worden, is er voor deze groep aaltjes steeds voldoende voedsel beschikbaar. Op de meeste locaties is een sterke afname van saprofage aaltjes waargenomen. De meeste aaltjes in deze groep voeden zich met bacteriën en in mindere mate met schimmels. Omdat de bodem van de akkerranden niet wordt bewerkt en bemest, is er minder voedsel beschikbaar en neemt de dichtheid van deze groep af.

1) Dit betreft *Heterodera* larven, *Meloidogyne*-groep, *Pratylenchus penetrans* en *Trichodoridae*

Ontwikkelingen

De in dit artikel beschreven resultaten bestrijken slechts twee of drie jaar. De akkerranden zijn zich nog aan het ontwikkelen, waardoor de situatie niet stabiel is. Door de korte meetreeksen zijn de waargenomen ontwikkelingen moeilijk te interpreteren en is het nog te vroeg om eenduidige conclusies te trekken. Er zijn echter al wel verschillende ontwikkelingen waargenomen:

- afname stikstofminnende soorten in slootkantvegetaties;
- afname éénjarige onkruiden en aantal plantensoorten in de akkerranden;
- toename hoeveelheid onkruid in de akker direct naast de akkerranden;
- toename totaal aantal plantensoorten op de bedrijven;
- toename aantal planteneterende insecten, aantal parasitoïden en totaal aantal insecten in de akkerranden;
- toename aaltjes met als waardplant grassen;
- afname bacterie-eterende aaltjes;

Er is voor de bedrijfsvoering één negatieve ontwikkeling geconstateerd. Dat is de toename van de hoeveelheid onkruid direct naast de akkerrand. De hoeveelheid onkruid in de akkerranden is echter afgenomen, waardoor de onkruiddruk vanuit de akkerranden de akker in zal afnemen. De hoeveelheid schadelijke aaltjes in de

akkerranden is niet veranderd en vormt daarom geen probleem wanneer de akkerranden eventueel weer in productie worden genomen.

Doordat natuurelementen permanent zijn, is het voor de vegetatie mogelijk om zich te ontwikkelen en te stabiliseren. Ook verschillende diersoorten zullen hiervan profiteren. Door de elementen gericht te beheren kan worden gestuurd in de ontwikkeling. De eerste jaren is het belangrijk om akkerranden te versralen (maaïen en afvoeren), omdat de bodem nog erg rijk is. Met het schraler worden van de bodem zullen onkruiden en ruigtekruiden in dichtheid afnemen en kan zich een ecologisch waardevolle en aantrekkelijke vegetatie ontwikkelen.

Over enkele jaren, wanneer de meetreeksen langer zijn, kunnen duidelijkere uitspraken worden gedaan over de resultaten van het agrarisch natuurbeheer op de proefboerderijen. Het ontwikkelen van waardevolle natuur kost nu eenmaal tijd. Daarom zullen de metingen nog enkele jaren worden voortgezet. Ook zal nader onderzoek worden gedaan naar de benodigde arbeid en kosten en baten van agrarisch natuurbeheer. Maar het lijkt er nu al wel op dat we op de goede weg zijn.

Perspectieven en vooruitblik

Het geïntegreerde systeem op proefbedrijf combineert goede teelttechnische prestaties met een sterke vermindering van de milieubelasting. Economisch is de geïntegreerde aanpak concurrerend met de gangbare. Grootste knelpunt is het behalen van de gewenste waterkwaliteit. In de nieuwe onderzoeksperiode is het onderzoek naar de oplossingen voor dit knelpunt aanzienlijk versterkt.

Op het proefbedrijf Vredepeel kan zowel de teelttechnische, economische als milieukundige waarde van een geïntegreerd teeltsysteem goed geëvalueerd worden. Er wordt gewerkt onder praktijkomstandigheden met de daarbij horende regionale problematiek van ziekten en plagen (aaltjes, Rhizoctonia etc.). De nutriëntenverliezen kunnen relatief eenvoudig gemeten worden in het ondiepe grondwater. En wat betreft gewasbeschermingsmiddelen kan met een relevante en goed hanteerbare set aan maatstaven gewerkt worden.

Het meest opvallende aan de, in deze uitgave besproken, resultaten van het geïntegreerde systeem is dat:

- het pesticidengebruik in termen van actieve stof drastisch verminderd kan worden door een zorgvuldige en consequent uitgevoerde geïntegreerde gewasbeschermingsstrategie. De reductie gaat verder dan de doelen van het Meerjarenplan Gewasbescherming voor 2000. In vergelijking met het oude gangbare systeem (1989-1992) op locatie Vredepeel wordt zelfs een reductie bereikt van ruim 80% voor herbiciden, fungiciden en insecticiden en van 100% voor nematiciden,
- de emissie van actieve stof naar de lucht met meer dan 90% verminderd is ten opzichte van de landbouwbreed gemiddelde emissie in de referentieperiode van het MJPG (1984 tot en met 1988),
- de grondwaterbelasting met pesticiden onder de EU normen ligt en de bodembelasting minder is dan de gestelde maxima,
- het ecotoxicologisch risico voor oppervlaktewater beperkt is: het aantal overschrijdingen boven de 100 MBP betreft maar 1 à 2% van de toepassingen, 25% van de toepassingen overschrijdt de 10 MBP-grens. Voor de streefwaarde van 10 liggen er nog een aantal knelpunten,
- MINAS 2003 goed haalbaar is,
- de nitraatconcentraties in het grondwater met 66 mg nitraat/l weliswaar boven de EU drinkwaternorm ligt, maar dat door de toegepaste bemestingsstrategieën de uitspoeling meer dan gehalveerd is ten opzichte van het gangbare systeem in de beginperiode (1989-1992).

Daarbij werd toch optimaal gebruik gemaakt van, de in het gebied ruim voorhanden zijnde, dierlijke mest,

- geïntegreerde onkruidbestrijding niet tot meer uren handwiedwerk leidt en dat de benodigde 5 uren/ha weinig is,
- door toepassen van kennis in plaats van chemie, er ook met een breed assortiment aan aaltjessoorten „goed te boeren“ valt,
- het economisch resultaat van een geïntegreerd bedrijfssysteem vergelijkbaar is met gangbaar bij eenzelfde bouwplan. De ingezette methoden en technieken zijn gericht op zo min mogelijk extra kosten voor machines en arbeid.

Gewasbescherming

De strategieën voor geïntegreerde gewasbescherming in de akkerbouw zijn voor het zuidoostelijk zandgebied sinds 1989 in ontwikkeling. De grootste stappen werden in de eerste jaren gemaakt. In de periode erna werden ze jaarlijks getoetst en bijgesteld. Nieuwe elementen werden toegevoegd. De jaarlijkse cyclus van testen en verbeteren leidt tot resultaten die direct toepasbaar zijn op praktijkbedrijven. Een aantal agronomische en milieutechnische knelpunten resteren echter anno 2002. Agronomisch liggen de problemen bij Phytophthora, aaltjes, Rhizoctonia en pok. Wat betreft aaltjes is een voortdurende inzet van alle beschikbare kennis essentieel. Een niet-chemische aanpak moet perceelsspecifiek zijn. Zo komt het in de praktijk vaak voor dat vanwege de verwachte problemen besloten wordt een gewas op een ander perceel te verbouwen of door landruil en/of -huur het probleem te omzeilen. Een dergelijke aanpak kon in de vaste opzet van het systeemonderzoek te Vredepeel niet gevolgd worden. Als meest bedreigend, de meeste aandacht vragend worden de Meloidogyne soorten gezien (*M. hapla*, *M. chitwoodi* en *M. fallax*). Ze kunnen in tal van gewassen behoorlijke kwantitatieve en kwalitatieve schade doen. De aaltjessituatie op veel bedrijven verhindert bovendien de

verbouw van groenbemesters, wat het probleem van stikstofverlies weer vergroot. De mogelijkheden voor het inpassen van groenbemesters op zandgrond met beperkte risico's voor aaltjesvermeerdering lijkt in zicht. Binnen de proeven naar de waardplantstatus van *Meloidogyne chitwoodi* en *M. fallax* worden diverse groenbemesters getoetst. Daarop volgend zijn veredelings programma's opgezet om voor o.a. bladrammenas, die perspectiefvol lijkt, de juiste rassen te ontwikkelen. Ook is het inpassen van *Tagetes*, om *Pratylenchus penetrans* actief te bestrijden, mogelijk. Tijdige zaai, voor half juli, is dan echter gewenst. Bij aanwezigheid van Trichodoriden is *Tagetes* geen goede keus. De Rhizoctonia problemen in suikerbieten zijn met de komst van resistente rassen beheersbaar geworden, al kan met de nu beschikbare rassen niet altijd meer een topopbrengst gerealiseerd worden. Pok in peen blijft een probleem waarvoor geen goede oplossing gegeven is. Het is sterk bepaald door de bodemomstandigheden.

De milieutechnische knelpunten rond gewasbescherming liggen vooral op het terrein van de belasting van het waterleven. Voor een aantal middelen zoals Reglone, Decis en Pirimor is bij de huidige stand van de techniek de ondergrens bereikt van het verminderen van de inzet en zijn alternatieven (nog) niet voorhanden. Voor een andere groep middelen zijn de problemen te verminderen doordat nieuwe (op komst zijnde) chemische alternatieven minder belastend zijn. Zo kan het insecticide Sumicidin super mogelijk vervangen worden door Plenum en kan het herbicide Centium ingepast worden in de waspeenteelt waardoor de dosering van Dosanex omlaag kan. In de maïs kan door volledig mechanische bestrijding (Geïntegreerd extensief) gebruik van het middel Lido Sc voorkomen worden. De nieuwe generatie middelen voor onkruidbestrijding in maïs bieden ook perspectief voor een benadering die mechanisch en chemische technieken combineert.



Aaltjes bepalen in sterke mate of er een groenbemester geteeld wordt en welke groenbemester geteeld wordt. Zwarte braak is in een aantal gevallen een betere keus

De ecologische belasting van het waterleven wordt mede bepaald door het driftpercentage. Hoe groter de teeltvrije zone langs de sloten is hoe lager de belasting. Op Vredepeel is uitgegaan van een teeltvrije zone van 3 meter breed, die ingericht is als permanente grasbaan in het kader van agrarisch natuurbeheer. Om economische redenen zal, zolang er geen praktijkbrede regeling voor natuurlijk randenbeheer is, de praktijk vasthouden aan de wettelijke teeltvrije zones. Dat betekent dat het aantal toepassingen dat de norm overschrijdt in de praktijk hoger zal liggen. Daar staat weer tegenover dat niet alle praktijkpercelen in het zuidoosten een belendende watervoerende sloot hebben. Ook toepassingen in de rij, zoals toegepast in suikerbiet en stamslaboon scoren lager voor deze parameter. In de praktijk blijkt dit echter ondermeer vanwege de extra kosten en de lagere capaciteit geen opgang te maken.

Er mag verwacht worden dat door vernieuwingen in het pakket gewasbeschermingsmiddelen de totale milieubelasting in de komende jaren blijft afnemen. Bij het wegvallen van sleutelmiddelen voor de huidige geïntegreerde strategie kan het effect echter ook zijn dat er weer meer gespoten moet worden met andere middelen. Een breed middelenpakket is daarom essentieel als basis voor het uitvoeren van de ontwikkelde strategieën. Ook zou natuurlijk de ziektedruk kunnen toenemen of nieuwe epidemieën tot ontwikkeling kunnen komen, waardoor vaker ingegrepen moet worden. Zo neemt de druk van Phytophthora in de afgelopen jaren toe en kan daardoor niet altijd vastgehouden worden aan een volledig Shirlandschema in lage dosering. Het verhogen van het aantal bespuitingen en/of de dosering en een grotere inzet van curatieve middelen leidt vervolgens tot een verhoging van de milieubelasting.

Bemesting

De MINAS-normen 2003 voor droge zandgronden zijn goed haalbaar. Ook bij een bemestingstrategie met dierlijke mest aan de basis. Een knelpunt ligt echter nog op het terrein van de (grond-) waterkwaliteit. Ten opzichte van het gangbare bedrijf (1989-1992) is er grote vooruitgang geboekt. Toen werd een nitraatconcentratie van 150 mg nitraat/l gemeten. In het geïntegreerde systeem werd in die jaren ruim 70 mg nitraat/l grondwater gemeten. Verdere vooruitgang bleek moeilijk te realiseren. Zo werd in de periode 1993-1999 gemiddeld concentratie gemeten van 66 mg nitraat/l. De Europese norm van 50 mg nitraat/l lijkt in zicht, het resterende gat is echter hardnekkig. Voor fosfaat ligt er ook een risico voor de waterkwaliteit. De Pw ligt namelijk op een hoger niveau dan landbouwkundig nodig is, waardoor onnodig milieu risico's ontstaan. In deze situatie dient de fosfaataanvoer lager te zijn dan de afvoer zodat de Pw wordt afgebouwd.

De ondergrens van het bemestingsniveau voor stikstof is bij de diverse gewassen bereikt. Mogelijke verbeteringen kunnen nog worden bereikt door de benuttingsgraad van de gewassen te verhogen. Dat kan door, bij gelijke bemestingsniveau's, hogere opbrengsten (meer afvoer) te realiseren. Wellicht dat de rassenveredeling hier nog een bijdrage kan leveren.

Een andere oplossingsrichting ligt in het beter rekening houden met de jaarspecifieke natuurlijke omstandigheden: wanneer is stikstof echt nodig (crop scan, stikstofvensters, mineralisatieschatting). Ook kunnen de potentiële verliezen door bijvoorbeeld uitspoeling bij een te grote beschikbaarheid van stikstof beperkt worden door gebruik te maken van slow-release meststoffen en/of fertigatie). Verder kan de keuze voor een mestsoort met een hogere werkingscoëfficiënt of zelfs alleen kunstmest wellicht enig soelaas bieden. Veel aandacht is op zijn plaats voor het „beheer“ van de stikstof buiten de gewasperiode, denk daarbij aan het gebruik van groenbemesters of het inzetten van stro als vangervan stikstof. De eerste resultaten van de nieuwe opzet van het bedrijfssystemen onderzoek op Vredepeel in het kader van het project „Telen met toekomst“, bieden daarvoor enige aanknopingspunten. Mogelijk dat de grens van 50 mg nitraat bij een combinatie van de verschillende opties in zicht kan komen. Groenbemesters werden totnogtoe maar zeer beperkt ingezet vanwege de aanwezigheid van diverse soorten aaltjes. Een oplossing voor dit dilemma lijkt in zicht.

Intensief onderzoek naar de mogelijkheden om nutriëntenverliezen (zowel stikstof als fosfaat) te beperken staat centraal bij de nieuwe opzet van het systeemonderzoek van Vredepeel zoals dat in 2002 van start is gegaan. Het betreft een meerjarige onderzoeksopzet die ontwikkeld is in het kader van en in nauwe samenwerking met het project Telen met toekomst.

De opzet van het bedrijf is zo gekozen dat er plek is voor drie systemen. Er is een, zogeheten synthese systeem, dat in zekere zin de voortzetting is van het in deze bundel besproken Geïntegreerd intensief systeem. Met dit verschil dat er nu wordt gekozen voor een fosfaatbalans met een overschot van nul om de Pw te stabiliseren of verder af te bouwen. De inzet van groenbemesters wordt nog steeds beperkt (vanwege de aaltjes) tot die situaties waarin geen schade in het volggewas verwacht wordt. De andere twee systemen zijn zogeheten analyse systemen. In een van de twee wordt slechts de helft van de fosfaatafvoer gecompenseerd, in het andere wordt zelfs helemaal geen fosfaat aangevoerd (maximaal versnellen verlaging Pw). In het eerste geval wordt de inzet van organische mest gewaarborgd door te kiezen voor een verwerkte mestsoort met een laag gehalte aan fosfaat. In beide systemen worden groenbemesters zoveel mogelijk ingezet ook al worden daarmee risico's gelopen voor schade in de volggewassen.

Het gaat in deze systemen immers om het analyseren van de mogelijke bijdrage van de verschillende opties om de nutriëntenverliezen te beheersen. Ook worden aangescherpte stikstofbemesting systemen in deze systemen beproefd. Daarnaast wordt getracht de mineralisatie beter in kaart te brengen om deze te kunnen gebruiken in de stikstofbemestingsadviezen. Uit het intensieve meetprogramma van PRI en Alterra zal moeten blijken of de nitraatnorm van 50 mg nitraat in het ondiepe grondwater op de zandgronden haalbaar is..

Vanwege het grote aandeel gemengde bedrijven in zuidoost Nederland is het drastisch beperken van de inzet van organische mest niet erg perspectiefrijk. In het synthese systeem zal dan ook het optimaliseren van de inzet van organische mest, mede vanwege economische redenen, een uitgangspunt blijven.

Rendabiliteit

Het bedrijfsresultaat van een geïntegreerd bedrijf, zoals uitgevoerd op Vredepeel is vergelijkbaar met gangbaar. Extensivering van het bouwplan, vanwege een betere aaltjesbeheersing, drukt het bedrijfsresultaat. Doordat in het zuidoostelijk zandgebied de meeste bedrijven met akkerbouw er een neventak bij hebben is het niet eenvoudig om een uitspraak te doen over de rendabiliteit van het bedrijf. Het bedrijfseconomisch resultaat van de bedrijfssystemen, zoals op Vredepeel aangelegd is te laag. De fysieke opbrengst van de geteelde gewassen ligt weliswaar op een voldoende hoog niveau, echter het aandeel hoog salderende gewassen is laag. Het bijhuren of ruilen van grond om bijvoorbeeld meer consumptie-aardappelen te kunnen telen kan economisch aantrekkelijk zijn. Het is ook de gangbare wijze in de regio om te komen tot een hoger aandeel hoog salderende gewassen

Implementatie in de praktijk

Het geïntegreerde systeem is in principe goed overdraagbaar naar de praktijk. Het project „Telen met toekomst“ waar adviseurs en onderzoekers samen met 33 praktijkbedrijven (akkerbouw, vollegrondsgroente, boomteelt en bollenteelt) geïntegreerde strategieën toepassen laat dit zien. In het zuidoostelijk zandgebied blijkt dat de deelnemende akkerbouwerbedrijven op tal van terreinen tot vergelijkbare resultaten kunnen komen als in de geïntegreerde systemen op Vredepeel.

Geïntegreerde landbouw realiseer je niet van de een op de andere dag. De ervaring met nieuwe technieken moet groeien. Er is echter veel mogelijk. Strategieën, waarbij de risicobeleving te groot is of waar teveel arbeid voor nodig is worden gemeden. Verdere beperking van de inzet van organische mest dan door de wetgeving (Minas) wordt

gevraagd is met name op de gemengde bedrijven (nog) niet bespreekbaar.

Op weg zijn naar duurzame landbouwsystemen doe je niet alleen. Daarvoor is samenwerking noodzakelijk van een groot aantal partijen. Daarbij moet niet alleen de technische kennis voorhanden zijn, maar moet er ook een gezamenlijke visie bestaan van het na te streven bedrijf van de toekomst. De vele organisaties rond de ondernemer (bedrijfsleven, overheden en maatschappelijke organisaties) moeten deze ontwikkeling steunen en stimuleren. Pas als het hele netwerk mee-innoveert kan geïntegreerde landbouw succesvol verbreed en uitgevoerd worden. In Telen met toekomst wordt aan dit proces gewerkt. Op Vredepeel zijn we ondertussen bezig aan een nieuwe generatie technieken en methoden die de resterende problemen tot een oplossing moeten brengen.

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 EC50 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 LC50 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 dampspanning zijn vertaald in een fractie (emissiefactor) die zal verdampen. De emissiefactor ligt tussen 0 en 100 %.

$$BRI\text{-lucht (kg/ha)} = \text{verbruik kg actieve stof/ha} \times (\text{emissiefactor}/100)$$

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)												
Merksnaam	Hoev. middel (kg/ha)	Toe-diening	Drift (%)	BRI lucht (kg as/ha)	MBP waterleven	BRI grondwater (mg/l)			BRI bodem (kgdagen/ha)	MBP bodemleven		
						Voorjaar	Zomer	4		2	3	4
Onkruidbestrijding												
Zomerprei												
chloorprofam	5	vw_kdd	2,2	1,0	5	,0	,0	,0	115	0	0	0
lentagran wp	1	vw_kdd	2,2	,0	4	,9	,14	,0	20	0	0	0
Herfst en Winterprei												
chloorprofam	5	vw_kdd	2,2	1,0	5	,0	,0	,0	115	0	0	0
butisan s	1,25	vw_kdd	2,2	,03	3	,0	,0	,0	16	0	0	0
butisan s	0,4	vw_kdd	2,2	,01	1	,0	,0	,0	5	0	0	0
+ lentagran wp	0,5	vw_kdd	2,2	,0	2	,45	,07	,0	10	0	0	0
butisan s	1	vw_kdd	2,2	,03	3	,0	,0	,0	13	0	0	0
+ lentagran wp	0,75	vw_kdd	2,2	,0	3	,68	,1	,0	15	0	0	0
lentagran wp	1,5	vw_kdd	2,2	,01	6	1,35	,2	,0	30	0	1	1
Ziektebestrijding												
Papiervlekkenziekte (Phytophthora porri)												
previcur n	1,5	vw_kdd	2,2	,05	0	,0	,0	,0	28	3	3	3
eupareen-spuitskorrels	2,5	vw_kdd	2,2	,19	220	,38	,01	,0	14	2	2	2
kenbyo	0,75	vw_kdd	2,2	,0	10	,08	,01	,0	15	1	1	1
captan 480 sc	2	vw_kdd	2,2	,48	14	,03	,03	,03	10	12	12	12
Purper- en fluweelvlekkenziekte												
(Alternaria porri en Cladosporium)												
folicur 25 wg	1,2	vw_kdd	2,2	,0	24	,3	,02	,0	326	16	16	16
daconil 500 vloeibaar	3	vw_kdd	2,2	,08	183	1,44	,07	,0	100	918	882	445
horizon ew	1	vw_kdd	2,2	,0	20	,25	,01	,0	272	14	14	14
kenbyo	0,75	vw_kdd	2,2	,0	10	,08	,01	,0	15	1	1	1
Roest												
corbel	1	vw_kdd	2,2	,38	3	,0	,0	,0	53	2	1	0
tilt 250 ec	1	vw_kdd	2,2	,01	3	,0	,0	,0	35	1	1	0
exact	5	vw_kdd	2,2	,0	1	,63	,02	,0	17	12	13	7
folicur 25 wg	1,2	vw_kdd	2,2	,0	24	,3	,02	,0	326	16	16	16
kenbyo	0,75	vw_kdd	2,2	,0	10	,08	,01	,0	15	1	1	1
Fusarium culmorum												
carbendazim	4	zd	,0	,1	0	,52	,0	,0	271	529	529	529
topsin m vloeibaar	4	zd	,0	,02	0	30,0	20,0	8,0	13	1633	1633	1633
Plagbestrijding												
Bladluizen, preimot, trips en uienmineervlieg												
pirimor	0,5	vw_kdd	2,2	,04	116	,13	,0	,0	31	302	264	154
dimethoat	0,5	vw_kdd	2,2	,03	1	,0	,0	,0	1	31	31	31
mesuroi 500 sc	1,25	vw_kdd	2,2	,03	7	,0	,0	,0	35	3	1	1
decis	0,3	vw_kdd	2,2	,0	114	,0	,0	,0	0	0	0	0
sumicidin super	0,2	vw_kdd	2,2	,0	440	,0	,0	,0	0	46	26	13

Voor wie meer lezen/weten wil:

Vakbladartikelen

Teeltinrichting

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

Gewasbescherming

Wijnands, F.G., J. Smid en J.J.T.I. Boesten. Uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen vermijdbaar. Teelttechnische alternatieven kosten beperkte extra inspanning en geld. PAV Bulletin Akkerbouw, Vol. 2, No. 3, Pag. 26-28, 1998.

BRI/MBP

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

Wijnands, 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, 1999.

Vruchtwisseling

Rovers, J.A.J.M. en B.M.A. Kroonen-Backbier. Vruchtwisseling inzetten als strategisch wapen. PAV Bulletin Vollegrondsgroenten, Vol. 3, No. 3, Pag. 22-26, 1999.

Bemesting

Leeuwen-Haagsma, W.K. van en H. Versteegen. Fosfaatgetal daalt snel bij evenwichtsbemesting. Oogst, Vol. 10, No. 11, Pag. 46, 1997.

Wijnands, F.G. en M.J.D. Hack-ten Broeke. Uitspoeling op zandgronden bijna beheersbaar. Geïntegreerde aanpak noodzakelijk. PAV Bulletin Akkerbouw, Vol. 2, No. 3, Pag. 26-28, 1998.

Molendijk, L.P.G. Een aaltjesbeheersingsstrategie in de praktijk. Aaltjesmanagement in de Akkerbouw, Kerngroep MJP-G Brochure, Pag. 34-35, pp. 36, 2000.

Bedrijfssystemenonderzoek en methodiek

Sukkel, W., B.M.A. Kroonen-Backbier, J.A.J.M. Rovers, R. Stokkers and M.H. Zwart-Roodzant. Farming systems research on field produced vegetables in the Netherlands. Abstracts of the XXV International Horticultural Congress (IHC) Brussels 2-7 august 1998.

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

Vereijken, P.H. Manual for prototyping integrated and ecological arable farming systems (I/EAFS) in interaction with pilot farms. Cereales Uitgeverij, Wageningen, 53 pp., 1999. (<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), Pag. 365-391. Initiatieven zum Umweltschutz Band 15, Erich Schmidt Verlag, Berlin, 421 pp., 1999.

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

Innovatieprojecten

Introductie geïntegreerde akkerbouw

Bon, K.B., F.G. Wijnands, I.A. Schonherr en I. Hidding. Telen met perspectief, teeltstrategieën gericht op een duurzame akkerbouw. Kerngroep MJP-G, IKC-agv uitgave, No. 21, 75 pp., 1994.

Wijnands, F.G., S.R.M. Janssens, P. van Asperen en K. van Bon. Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw: Opzet en eerste resultaten. PAGV verslag, No. 144, 87 pp., 1992.

Wijnands, F.G., P. van Asperen, G.J.M. van Dongen, S.R.M. Janssens, en J.J. Schröder. Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw, beknopt overzicht technische en economische resultaten. PAGV verslag, No. 196, 126 pp., 1995.

Janssens, S.R.M., J.G. Groenwold en F.G. Wijnands. Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw. Bedrijfseconomische en milieutechnische resultaten 1990-1993. Mededeling LEI-DLO No. 618, 81 pp., 1998.

Schröder, J.J., P. van Asperen, G.J.M. van Dongen en F.G. Wijnands. Nutriëntenbenutting en -verlies op de innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw, resultaten 1990-1993. Deelstudie voor het project introductie geïntegreerde akkerbouw. Rapport AB-DLO, No. 26, 47 pp., 1994.

Nieuwenhuize, W., J. Proost en F.G. Wijnands. Geïntegreerde akkerbouw, een gezonde toekomst voor sector en milieu. Lessen uit het innovatieproject geïntegreerde akkerbouw Speciale uitgave, 24 pp., 2001.

Wijnands, F.G., P. van Asperen and 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 & Diseases. Pag. 1115-1124, 1998.

Telen met toekomst Internetsite: www.telenmettoekomst.nl

Buck, A.J., F.J. de Ruijter, F.G. Wijnands, 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.

Dijk, W. van, F.G. Wijnands en J.J. Neeteson. Voorwaarts: heldere en ambitieuze doelen. PAV Bulletin Akkerbouw/Vollegroondsgroenten, Vol. 4, No. 3, Pag. 18-23, 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, 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 knelpunten. PPO-Bulletin, Vol. 5, No. 2, Pag. 26-31, 2001.

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

Telen met toekomst, kansen en knelpunten in zicht. Jaaroverzicht 2001. September 2002.



ISBN 90-807565-1-2



9 789080 756519