

Geïntegreerde vollegrondsgroenteteelt

ZUIDOOST NEDERLAND



PRAKTIJKONDERZOEK
PLANT & OMGEVING

PPO-BEDRIJFSSYSTEMEN - 2002 N° 7

WAGENINGEN UR

Inhoud

pag. 1	Voorwoord	pag. 44	Conclusies en perspectieven
pag. 2	Effectieve innovatie van bedrijfssystemen	pag. 48	Bijlage 1; BRI en MBP
pag. 8	Geïntegreerde bedrijfssystemen in noord Limburg	pag. 50	Bijlage 2; Gewasbeschermingskaart
pag. 11	Samenvatting van de resultaten	pag. 51	Voor wie meer lezen/weten wil
pag. 15	Economisch perspectief voor geïntegreerde open teelten in zuidoost Nederland		
pag. 19	Geïntegreerde gewasbescherming en milieubelasting		
pag. 27	Onkruiden mechanisch en chemisch de baas		
pag. 31	Ziekte- en plaagbeheersing; conflict tussen milieu en productkwaliteit		
pag. 35	Bemesting; stikstofuitspoeling blijft knelpunt		
pag. 39	Alternatieve strategieën voor stikstofbemesting		

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 betaalopdracht: **de bestelcode**, het gewenste **aantal** exemplaren en uw volledige **adres**. Voor verzending naar het buitenland wordt € 7,- extra in rekening gebracht. De swiftcode luidt: RABONL-2U.

© 2002 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeveelvoudigd, 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: 90-807565-2-0

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 onderzoeksprogramma '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 de uitvoerders. 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 voldoen. Dit kan alleen door een intensieve samenwerking van zowel systeemonderzoekers als teelt- en discipline-gerichte onderzoekers aangevuld met de regiospecifiek kennis van de locatiemedewerkers. De onderzoekers komen niet alleen van PPO, maar ook van andere instituten zoals PRI, Alterra, LEI en RIVM. 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 dient hier het team genoemd te worden dat in de afgelopen tien jaar in meer of mindere mate betrokken was bij het onderzoek op proeftuin Meterik, te weten Brigitte Kroonen-Backbier, Mark van de Burgt, Patrick Koot, Pascal Wanten, Wijnand Sukkel, Janjo de Haan, Anna Zwijnenburg en Paulien van Asperen.

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 het team van Huub Coenen en zijn medewerkers: Martin van de Homberg, Johan Spreeuwenberg, Jos Wilms, Peter Colbers, Marius Linsen, Harrie Linsen, Martien Janssen, Frits Verstegen en de vele 'losse' arbeidskrachten.

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

Wijnand Sukkel

Effectieve innovatie van bedrijfssystemen

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

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

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

Ontwikkelen van meer duurzame systemen

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

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

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

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

Locatie	Regio	Grondsoort	Sector ¹⁾	Aantal varianten	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

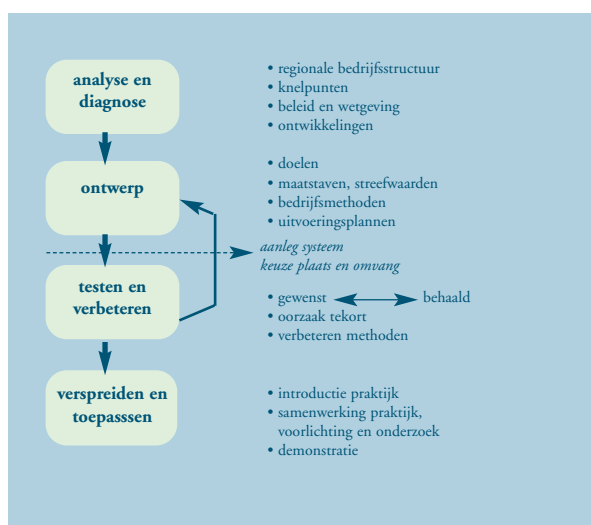
Voortbouwend op het bedrijfssystemenonderzoek op het OBS te Nagele (1978 tot heden), werd in de loop de jaren een gestructureerde methodiek voor de ontwikkeling van meer duurzame bedrijfssystemen ontworpen: het prototyperen (figuur 1). Bij deze methodiek wordt uitgegaan van een profiel van eisen (gekwantificeerde 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 duurzame

geïntegreerde bedrijfssystemen voor de vollegrondsgroenteteelt op de lichte zandgrond in noord Limburg en is een verslag van vier jaar onderzoek op de PPO-locatie Meterik. In een serie artikelen worden de verschillende aspecten van het geïntegreerde systeem toegelicht. De eerste vier artikelen gaan in op de opzet en resultaten van het systeem. Getoond wordt in hoeverre het bedrijf aan de

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 milieucompartimenten: bodem water en lucht is niet altijd direct kwantificeerbaar. Daarom wordt deels gewerkt met afgeleide maatstaven zoals bij het onderdeel waterkwaliteit voor nutriënten. Daar wordt gekeken naar het gebruik van meststoffen (balansoverschot) en de kritische grenswaarde voor de hoeveelheid stikstof in het profiel aan het begin van het 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 milieuresultaten. De daarop volgende artikelen gaan in op de manier waarop deze resultaten bereikt zijn, waarbij de strategieën voor gewasbescherming en bemesting worden uitgewerkt. Deze uitgave wordt afgesloten met een aantal conclusies en een doorkijk naar de toekomst. Omdat niet op alle aspecten even diep ingaan kan worden, is achterin een literatuurlijst opgenomen 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 kalibodemvruchtbaarheid. 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	< 12 (afhankelijk van systeemtype)

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

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

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 oppervlakte-waterleven.

De BRI kwantificeert de emissies van pesticiden naar de verschillende milieucompartmenten. 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 milieubelasting.

De streefwaarden zijn afgeleid uit de overheidsdoelstellingen en expertkennis. De streefwaarde van

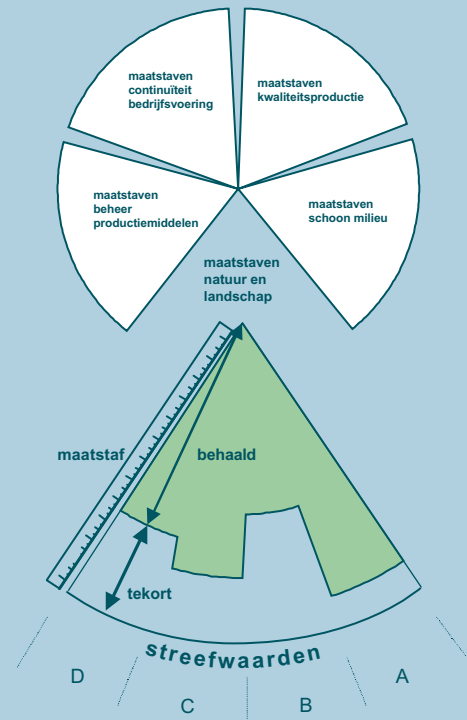
BRI-lucht van < 0,7 kg a.s./ha betekent een vermindering van de emissie naar de lucht met 90% ten opzichte van de MJPG referentie periode 1984-88. De grondwaterbelasting is de EU norm (streefwaarde) voor grondwater dat drinkwaterkwaliteit moet hebben (dat is volgens het MilieuBeleidsPlan uit 1992 in Nederland voor al het niet zoute grondwater het geval). De BRI-bodem streefwaarde van 200 is een waarde waarbij de bodem minimaal belast wordt met persistente stoffen. Door het aantal toepassingen van actieve stof dat de grenswaardes overschrijdt voor schade aan bodem en waterleven terug te brengen tot nul kan, voor zover de huidige kennis strekt, het ecotoxicologische risico voor oppervlaktewater- en bodemorganismen tot een absoluut minimum worden teruggedrongen.

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

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

Weergave resultaten

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



Patrick Koot, Pieter de Wolf en Pascal Wanten

Geïntegreerde bedrijfssystemen in noord Limburg

In 1990 is gestart met bedrijfssystemenonderzoek in de vollegrondsgroenteteelt op de proeftuin in Meterik (noord Limburg). De periode 1990 tot 1996 was experimenteel en verkennend van karakter, de periode 1997 tot en met 2000 was meer gericht op optimalisatie en de toepasbaarheid voor de praktijk. Het vormgeven van het bedrijfssysteem is afgestemd op regionale bedrijfskenmerken en de specifieke problemen met bodem, nutriënten, pesticiden en kwaliteitsproductie.

De vollegrondsgroenteteelt heeft te maken met sterk wijzigende teeltvoorwaarden. Niet alleen doordat de afzetmarkt zich sterk wijzigt, maar ook door de steeds strengere wetgeving op het gebied van meststoffen- en pesticidengebruik. De uitdaging voor onderzoek en praktijk is om een economisch gezonde bedrijfsvoering te ontwikkelen onder alle bestaande randvoorwaarden. Omdat deze randvoorwaarden in eerste instantie niet op teelniveau maar op bedrijfsniveau ingrijpen, is door het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO) het bedrijfssystemenonderzoek (BSO) ontwikkeld, met proeflocaties voor verschillende sectoren in de regio's waar deze sectoren geconcentreerd zijn. Het zuidoostelijk zandgebied is vanouds een belangrijke regio voor de vollegrondsgroenteteelt. De vollegrondsgroenteteelt in de regio kent specifieke problemen met stabiliteit van de productie, problemen met de bodemgezondheid en een

hoge inzet en emissie van meststoffen en pesticiden. De proeftuin Meterik, inmiddels onderdeel van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, is in 1990 gestart met het bedrijfssystemenonderzoek voor vollegrondsgroenten, waarvan het eerste project in 1996 werd beëindigd. Dit bestond uit drie geïntegreerde bedrijfssystemen met verschillende rotaties met aflopende intensiteiten van 1 op 3, 1 op 4 en 1 op 6. Deze eerste fase was sterk experimenteel van karakter, waarbij bewust risico's werden genomen. In deze fase werden de grenzen afgetast van wat teelt- en milieutechnisch mogelijk is. Het tweede project liep van 1997 tot en met 2000. Hierbij lag de nadruk meer op uitvoering en optimalisatie van teeltsystemen die met behulp van de resultaten van de eerste onderzoeksfase waren ontwikkeld. In de deze onderzoeksfase werd één biologisch systeem en twee geïntegreerde systeemtypen opgezet. De resultaten van de laatstgenoemde systemen worden in deze uitgave besproken.



Kwaliteitsproductie is een belangrijk thema in de vollegrondsgroenteteelt voor de versmarkt. Hier wordt prei gesorteerd naar klasse

Prioriteiten in het onderzoek

Aansluitend bij regionale problemen is per onderzoeksthema (zie het inleidende artikel) een aantal regio-specifieke accenten in het onderzoek aangebracht. Deze worden hieronder kort behandeld.

Kwaliteitsproductie en continuïteit van de bedrijfsvoering
Alle onderzoeksthema's staan in het kader van een economisch gezonde bedrijfsvoering. Belangrijkste factor in het bedrijfseconomisch resultaat is de kwaliteitsproductie. Productkwaliteit speelt in de vollegrondsgroenteteelt

groenteteelt voor de verse markt een prominente rol. Voor elk gewas wordt gestreefd naar een opbrengst- en kwaliteitsniveau dat in de regio gemiddeld als goed wordt ervaren. Een belangrijke kostenpost is arbeid. De toegepaste nieuwe strategieën en bedrijfsmethoden mogen geen of weinig meer arbeid kosten dan de gangbare methoden.

Nutriënten- en pesticidengebruik

De hoge inzet van (dierlijke) meststoffen in de regio zorgt voor grote overschotten van fosfaat en kali. Daarnaast zorgen de grondsoort en het type gewassen, in combinatie met het gebruik van dierlijke mest, voor hoge risico's op stikstofuitspoeling. Het pesticidengebruik in de vollegrondsgroenteteelt ligt erg hoog door grote problemen met onkruiden, ziekten en plagen. De emissie- en de schade-risico's van de toegepaste pesticiden in de vollegrondsgroenteteelt zijn op de zandgronden dan ook hoog.

Duurzaam bodembeheer

Door de hoge inzet van (dierlijke) meststoffen is regionaal de bodemvoorraad voor fosfaat erg hoog. Daarnaast zijn er incidenteel risico's van een daling van het organische stofgehalte in de bodem door het uitsluitende gebruik van kunstmest en drijfmest die geen, respectievelijk weinig, organische stof bevatten.

Een specifiek regionaal probleem is de algemene bodemgezondheid. In het bijzonder de aanwezigheid van plantparasitaire aaltjes (wortelknobbel-, worteltesie- en vrijlevende aaltjes). Het worteltesieaaltje (*Pratylenchus penetrans*) komt ook op de percelen in Meterik voor. Dit aaltje kan veel schade veroorzaken aan peen en aardbei en bij hoge niveaus ook aan prei en sla. De beheersing van het worteltesieaaltje is een specifiek onderzoeksthema voor de locatie Meterik.

Optimalisatie

De bovengenoemde doelen staan vaak op gespannen voet met elkaar. Als voorbeeld: kwaliteitsproductie wordt bedreigd door ziekten en plagen, die in een aantal gevallen chemisch bestreden moeten worden. Hierdoor komen de streefwaarden voor de inzet van actieve stof en de milieubelasting in gevaar.

De bedrijfsstrategie is er dus op gericht om alle doelen te optimaliseren: Garanderen van voldoende opbrengst en kwaliteit onder voorwaarde van relatief lage inzet van meststoffen en pesticiden, terwijl de hoeveelheid handarbeid beperkt blijft. Uiteindelijk moet alles leiden tot een aanvaardbaar economisch resultaat over de lange termijn.

De strategie is onder te verdelen in schaalniveaus:

- het strategische niveau, meestal het bedrijfsniveau. Op dit niveau worden beslissingen genomen over gewassenkeus, vruchtopvolging en mechanisatie.
- het tactische niveau (meestal teeltniveau), waarbij keuzes worden gemaakt voor bemesting, onkruid-, ziekte- en plaagbeheersing. De strategieën op teeltniveau worden verder uitgewerkt in volgende artikelen.
- het handelingsniveau, waarbij keuzes worden vertaald naar handelingen. De frequentie en het tijdstip van onkruid-, ziekte- en plaagbestrijding en de bepaling van plant-, zaai- en oogstmomenten wordt op dit niveau vastgesteld. Voor verdere uitwerking wordt verwezen naar volgende artikelen.

Bedrijfstypen

Voor de geïntegreerde systemen is aansluiting gezocht bij bedrijfstypen en gewassen die kenmerkend zijn voor de zandgronden van zuidoost Nederland. De teelt van prei is in die regio prominent aanwezig, gevolgd door aardbeien en bladgewassen. De rotatie is vaak erg nauw. In sommige gevallen zelfs 1 op 1. In de proefopzet kunnen meerdere gewascombinaties in een bijbehorend teeltplan vergeleken en geëvalueerd worden. Er is gekozen voor twee hoofdbedrijfstypes, beide met een 1 op 3 rotatie. Vanwege problemen met ziekten, plagen en nitraatuitspoeling is voor de meeste groentegewassen een nog ruimere rotatie dan 1 op 3 te verkiezen. Een 1 op 3 rotatie is echter een compromis tussen het reduceren van deze problemen en het voldoen aan de randvoorwaarde van een economisch gezonde (efficiënte) bedrijfsvoering (zie ook het artikel over ziekte- en plaagbeheersing). Een bedrijfstype is gebaseerd op een vruchtwisseling van prei en aardbei, het andere type gaat uit van een rotatie met prei en kropsla. Bij de keus van een derde gewas in de rotatie zijn verschillende varianten gemaakt (zie tabel 1), waardoor vijf subtypes ontstaan. Sommige genoemde gewassen kennen meerdere



In zuidoost Nederland wordt veel prei geteeld. De teelt kent veel problemen, onder andere met trips en diverse schimmelaantastingen

Tabel 1. Vruchtwisseling Meterik geïntegreerde systemen

Jaar	Bedrijfstype	
	Prei-Aardbei	Prei-Sla
1	Aardbei	Prei
2	Prei	Kropsla
3	Knolvenkel/Chinese kool	Knolvenkel/Chinese kool/Bospeen

teelten binnen een jaar die zoveel mogelijk zijn opgenomen in de onderzoeksopzet om de specifieke problematiek per gewas zo goed mogelijk te verkennen (tabel 2). De strategieën en resultaten van het prei-aardbeien en het prei-sla-systeem worden, indien nodig, apart behandeld in deze uitgave.

Bij de bospeenteelt is een 1 op 3 rotatie niet wenselijk in verband met het voorkomen van het worteltesiaaltje en andere bodemziekten. Daarom is bospeen in een 1 op 6 rotatie geteeld. Hierbij zijn twee 1 op 3 rotaties van het prei-sla-systeem in elkaar geschoven, waarbij alle gewassen in een 1 op 3 rotatie worden geteeld en alleen bospeen in

Tabel 2. Opgenomen gewassen en teelten en gevoeligheid voor het worteltesiaaltje

Gewas	Rotatie	Teelten	Pp-gevoelig
Prei	1 op 3	zomer herfst winter laat winter	weinig
Aardbei	1 op 3	gekoelde of verlate teelt	ja
Kropsla	1 op 3	vroeg bedekt vroeg zomer herfst	matig
Chinese kool	1 op 3	vroeg zomer herfst	nee
Knolvenkel	1 op 3	vroeg zomer herfst	matig
Bospeen	1 op 6	vroeg herfst	ja

een 1 op 6 rotatie. De knolvenkel is bewust buiten deze rotatie gelaten, omdat ze tot dezelfde familie behoort als de bospeen. Om het worteltesiaaltje actief te bestrijden wordt tagetes (afrikaantje) geteeld als voorvrucht voor bospeen en indien nodig ook op andere momenten in de rotatie. Hiertoe werd zo nodig bijvoorbeeld een Chinese kool teelt vervangen voor tagetes.

Om uitspoeling na een teelt te beperken worden zo mogelijk groenbemesters ingezaaid, die de achtergebleven en vrijkomende minerale stikstof kunnen opnemen.

Proeflocatie Meterik

Oppervlakte systemen	2,2 ha, 1 ha biologisch + 1,2 ha geïntegreerd (2000)
Oppervlakte Percelen	720 m ² /perceel
Grondsoort	lichte zandgrond, 16-18% leem (0-30 cm)
Organisch stof gehalte	2,8%
Pw	127
K-getal	18
pH	5,9

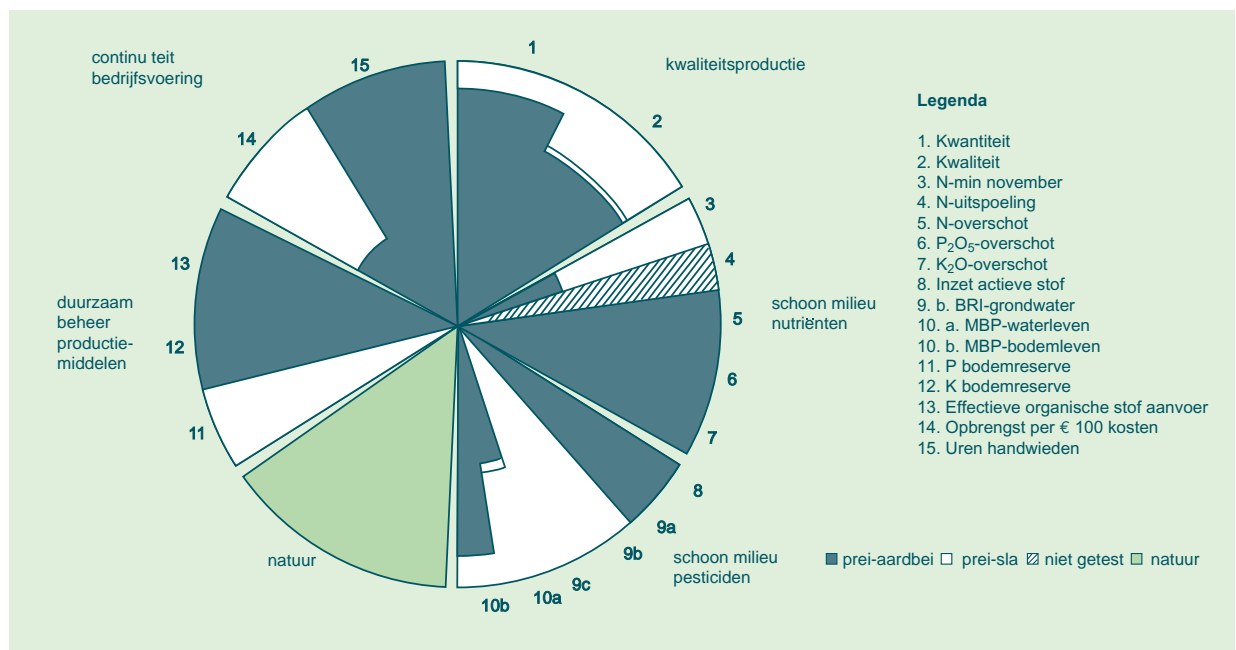
Samenvatting van de resultaten

Het geïntegreerde bedrijfssysteem in Meterik bevestigt dat met gelijkblijvende economische resultaten een forse reductie van het gebruik en emissie van nutriënten en pesticiden mogelijk is. De onderzochte systemen voldoen echter niet aan de sterk toekomstgerichte streefwaarden voor kwaliteitsproductie, uitspoeling van nitraat en emissie van pesticiden.

Vergeleken met de gekwantificeerde ambitieuze doelen (streefwaarden) vertonen de geïntegreerde bedrijfssystemen in Meterik zowel economisch als milieutechnisch (pesticiden- en nitraatmissies) nog belangrijke tekorten (figuur 1 en tabel 1). Worden de resultaten vergeleken met prestaties van (begeleide) praktijkbedrijven, dan zijn de

Kwaliteitsproductie

Het totaalbeeld van de kwaliteitsproductie in vergelijking met de streefwaarden is gemiddeld redelijk. De resultaten van het gewas kropsla waren ronduit slecht. Ze beïnvloeden in sterke mate het totaalbeeld (tabel 2). Om



Figuur 1. Cirkeldiagram resultaten geïntegreerde systemen Meterik 1997 tot en met 2000

economische prestaties van de onderzochte systemen vergelijkbaar met de praktijk. Op het thema schoon milieu scoren de onderzochte systemen beduidend beter dan begeleide praktijkbedrijven. Onderstaand wordt dieper ingegaan op de resultaten per thema. Economie, gewasbescherming en bemesting worden in deze uitgave in detail behandeld in aparte artikelen.

de streefwaarden en de resultaten waar mogelijk in een realistisch licht te plaatsen, is de vergelijking gemaakt met resultaten van praktijkbedrijven. Er is hier gebruik gemaakt van resultaten over van bedrijven die in de

¹ Bron: *Duurzame vollegrondsgroenteteelt; spanning tussen telers, markt en maatschappij. Themaboekje nr. 23, PAV-Lehystad, juli 2000.*

Tabel 1. Resultaten biologisch bedrijfssysteem (1997-2000)

	Thema	Dimensie	Streefwaarde	Prei-sla	Prei-aardbei
1	Kwantiteit	-	1	0,79	0,91
2	Kwaliteit	-	1	0,72	0,70
Schoon milieu					
3	N-min november	kg/ha (0-90 cm)	< 45	138	102
4	N-uitspoeling	mg/l	< 50	niet gemeten	niet gemeten
5	N-overschot	kg/ha	< 100	118	115
6	P ₂ O ₅ -overschot	kg/ha	< 20	-41	-29
7	K ₂ O-overschot	kg/ha	< 40	-47	22
8	Actieve stof inzet	kg/ha	6,1	4,1	4,2
9a	BRI-lucht	kg a.s.	< 0,7	0,46	0,43
9b	BRI-grondwater	ppb	< 0,5	1,07	2,53
9c	BRI-bodem	kg dagen/ha	< 200	344	316
10a	MBP-waterleven	% toepassingen >10	0	46	49
10b	MBP-bodemleven	% toepassingen >100	0	20	12
Natuur					
Maatstaven voor natuur zijn niet vastgesteld op locatie Meterik.					
Duurzaam beheer productiemiddelen					
11	P-bodemreserve	Pw (0-30 cm)	20-30	118	136
12	K-bodemreserve	K-getal (0-30 cm)	10-19	18	18
13	Effectieve o.s.-aanvoer	kg/ha	> 2000	2792	2061
Continuïteit bedrijfsvoering					
14	Opbrengst per € 100 kosten	€	> 100	83	84
15	Uren handwieden	uren/ha	< 15	8	11

periode 1996 tot en met 1998 deelnamen aan het project 'verbreding duurzame vollegrondsgroenteteelt'.¹⁾ De resultaten van deze praktijkbedrijven zijn wat betreft economisch en kwaliteitsproductie redelijk vergelijkbaar met de gemiddelde praktijk. Op de milieuthema's scoren deze bedrijven beter dan de gemiddelde praktijk.

In vergelijking met de praktijk scoort de productie van prei goed. De eigen streefwaarde wordt gehaald, de gemiddelde productie van de praktijkbedrijven ruimschoots overtroffen. De kwaliteit laat echter een omgekeerd beeld zien: hoewel ook in de praktijk geen hoge kwaliteit wordt gehaald, is de kwaliteit van de prei op de proeftuin nog lager. Trips en bladvlekken bleken de belangrijkste oorzaken van de lage kwaliteit. De chemische bestrijding leek onvoldoende effectief of onvoldoende frequent te zijn. De teelt van kropsla was jaar op jaar problematischer: door problemen met uniformiteit, luis en smet was zowel het oogstpercentage als de kwaliteit laag. Vanwege de teeltproblemen en het sterk ingekrompen areaal is dit gewas met ingang van 2001 dan ook vervangen door ijsbergsla. De kwaliteit (omvang) van Chinese kool werd negatief beïnvloed door rups, *Alternaria*, smet en natrot (*Erwinia*). Hierdoor konden de kolen soms niet voldoende uitgroeien

of moest er meer omblad worden verwijderd. Geen van de aantastingen was een daadwerkelijk probleem. Maar als zij in combinatie optraden, kon de opbrengstderving oplopen. Met name doordat het gemiddelde gewicht te laag bleef.

Voor knolvenkel bestaat de indruk dat het gewas te lijden had onder een gebrekkige vochtvoorziening. Daardoor bleef zowel de opbrengst als de kwaliteit achter. In vergelijking met de beschikbare praktijkresultaten blijken



Natrot (Erwinia) bracht flinke schade toe aan Chinese kool

Tabel 2. Kwaliteitsproductie per teelt voor het geïntegreerde systeem, gemiddeld over 1997 tot en met 2000.

Gewas	Kwantiteit ¹⁾				Kwaliteit			
	Dimensie	Streef- waarde	Behaald	Praktijk	Dimensie	Streef- waarde	Behaald	Praktijk
Prei	ton/ha	34	34	25	% klasse I	80	47	65
- zomer	ton/ha	40	49	33	% klasse I	80	42	77
- herfst	ton/ha	40	38	26	% klasse I	80	49	51
- winter	ton/ha	25	22	17	% klasse I	80	43	56
- laat winter	ton/ha	30	26	25	% klasse I	80	55	74
kropsla	oogst%	84	46		% klasse I	100	66	-
- vroeg bedekt	oogst%	80	61	-	% klasse I	100	100	-
- vroeg	oogst%	85	53	-	% klasse I	100	85	-
- zomer	oogst%	90	49	-	% klasse I	100	78	-
- herfst	oogst%	80	19	-	% klasse I	100	0	-
Chinese kool	ton/ha	41	34	39	%> 800g	80	61	-
- vroeg	ton/ha	32	40	48	%> 800g	80	67	-
- zomer	ton/ha	50	36	-	%> 800g	80	53	-
- herfst	ton/ha	40	28	30	%> 800g	80	63	-
Knolvenkel	ton/ha	20	16	12	%> 80 mm	80	56	-
- vroeg	ton/ha	18	16	13	%> 80 mm	80	56	-
- zomer	ton/ha	20	14	12	%> 80 mm	80	43	-
- herfst	ton/ha	22	18	11	%> 80 mm	80	69	-
Bospeen	bos/m ²	40	35	37	% klasse I	100	83	98
- vroeg	bos/m ²	44	41	45	% klasse I	100	100	99
- herfst	bos/m ²	35	30	29	% klasse I	100	67	97
Aardbei	ton/ha	18	20	-	% klasse I	88	81	-
- gekoeld	ton/ha	20	24	-	% klasse I	90	85	-
- gekoeld laat	ton/ha	15	16	-	% klasse I	85	77	-

¹⁾ Kwantiteit is weergegeven als vermarktbaar netto opbrengst

de prestaties voor opbrengst in ieder geval in een ander daglicht te staan: de streefwaarde blijkt ambitieus, maar de resultaten in Meterik zijn beter dan de praktijkresultaten. De opbrengstresultaten voor bospeen zijn vergelijkbaar met de praktijk, maar de kwaliteit is soms minder goed. Dat is deels te verklaren door het optreden van meeldauw net voor de oogst in één jaar, waardoor de gehele oogst werd afgekeurd.

Bij aardbei werd vrijwel volledig voldaan aan de streefwaarden voor kwantiteit. De kwaliteit vraagt nog de aandacht. De verwachting is dat met een nog uitgekiendere bemesting en Botrytis bestrijding het percentage klasse 1 zal stijgen.

In het algemeen blijken de grootste problemen te liggen bij de kwaliteit, juist het punt waar de praktijkbedrijven soms beter lijken te scoren²⁾. De verklaring hiervoor bevat een aantal elementen: in het onderzoek wordt geprobeerd om te voldoen aan strenge milieucriteria. Vanzelfsprekend worden alleen toegelaten toepassingen gebruikt en

²⁾ Hierbij moet wel aangetekend worden dat de kwaliteitsnormen streng zijn gehanteerd, terwijl de telers en afnemer soms soepel met de normen omgaan, afhankelijk van de omvang en kwaliteit van het aanbod.

middelen met een hoge milieubelasting komen minder snel in aanmerking. Daarnaast wordt op het scherp van de snede gewerkt. Dit betekent soms krappere bemesting, minder bespuitingen of lagere doseringen. Mede hierdoor wordt in een aantal gevallen de vereiste kwaliteit net niet behaald.

Schoon milieu

De intensieve vollegrondsgroenteteelt heeft lange teeltseizoenen. Sommige teelten vinden laat in het jaar of zelfs in de winter plaats. Daarnaast hebben gewassen als prei en sla een hoge bemestingsbehoefte en gaan weinig efficiënt met de aangeboden nutriënten om. Om een bevredigende opbrengst te halen is het nodig voldoende nutriënten beschikbaar te stellen. In het najaar betekent dat een verhoogd risico op uitspoeling van met name stikstof. Dit blijkt ook uit de resultaten. De hoeveelheid minerale stikstof in de bodem in het najaar en het stikstofoverschot op de balans voldoen niet aan de streefwaarden. De Minas normen voor zowel het stikstof als het fosfaatoverschot worden wel ruimschoots gehaald.

Het fosfaat- en kaligehalte van de bodem gaven aanleiding om de aanvoer van fosfaat en kali te minimaliseren. De

streefwaarden hiervoor zijn gehaald, maar in het vervolg (artikel bemesting) van deze uitgave zal blijken dat alleen het kaligehalte van de bodem merkbaar is gedaald.

Het huidige gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen blijft binnen de grenzen van de streefwaarde voor actieve stof inzet, maar voldoet niet aan de MBP- en BRI-streefwaarden. De inzet van fungiciden voor de bestrijding van ziekten draagt in grote mate bij aan deze overschrijding. Wanneer de vergelijking wordt gemaakt met de eerder genoemde verbredingsbedrijven (zie artikel Geïntegreerde gewasbescherming en milieubelasting) valt op dat voor actieve stof gebruik een aanzienlijke reductie is bereikt. Er is echter aanleiding te veronderstellen dat deze reductie deels ten koste is gegaan van de kwaliteit van de producten (prei), omdat deze soms lager scoort dan in de praktijk.

De conclusie lijkt gerechtvaardigd dat afdoende beheersing van diverse ziekten en plagen niet goed mogelijk is onder de geformuleerde streefwaarden voor emissie en schade-risico's en met het huidige middelenpakket. In een poging om een weg te vinden in dit spanningsveld, zijn in Meterik concessies gedaan aan zowel milieubelasting als productkwaliteit.

Duurzaam beheer productie-middelen

Hoewel de streefwaarde voor de het overschot op de fosfaatbalans ruimschoots gehaald is, er is zelfs een negatief overschot, is de Pw niet noemenswaardig veranderd. Het streeftraject van 20-30 lijkt op korte termijn een utopie, gezien de extreem hoge Pw van 120 en de minimale veranderingen onder de huidige bedrijfs-strategie. De strategie heeft echter wel een verdere groei van de al zeer ruime fosfaatreserves voorkomen.

Voor het K-getal is het verhaal enigszins anders. Hoewel ook op de kalibalans een klein overschot beoogd was, ontstond hier ook een flink tekort in de jaren 1997 tot en met 1999. Dat resulteerde in een lager K-getal, waardoor de uitkomst sinds 2000 net binnen het streeftraject ligt. Voor de komende jaren lijkt een overschot van circa 40 kg/ha voldoende om de onvermijdbare kaliverliezen te compenseren.

De organische stof aanvoer is voldoende om de berekende afbraak van bijna 2000 kg/ha per jaar te compenseren. De aanvoer op het prei-slabeledrijf is aanzienlijk hoger door het hogere gebruik van perspotten.

Continuïteit bedrijfsvoering

De opbrengst €100 kosten is voor beide bedrijfstypen vrijwel gelijk, ongeveer €84. Dit betekent dat het economische resultaat niet voldoet aan de streefwaarde, hoewel het verschil met de praktijk minimaal is (zie verder het artikel Economisch perspectief voor geïntegreerde open teelten in zuidoost Nederland). De te lage financiële opbrengst wordt zeer waarschijnlijk veroorzaakt door de achterblijvende kwaliteitsproductie bij een aantal gewassen. De inzet van handwiedwerk blijft in beide systemen onder de 15 uur/ha, voornamelijk als gevolg van de geslaagde chemische en mechanische onkruidbestrijdingen.

Samenvattend

De kwaliteit van de producten blijkt in beide bedrijfstypen problematisch. Dat is vooral gerelateerd aan het optreden van ziekten en plagen in verschillende gewassen. Bij beide bedrijfstypen blijft het dan ook noodzakelijk gebruik te maken van fungiciden en insecticiden, die samen verantwoordelijk zijn voor de achterblijvende resultaten voor BRI en MBP. Het blijkt moeilijk om met de spanning tussen toegestane middelen, milieubelasting en productkwaliteit om te gaan.

De overschotten op de werkelijke stikstofbalans voldoen niet aan het gestelde doel. De hoeveelheid minerale stikstof aan het begin van het uitspoelingsseizoen heeft een nauwere relatie met de uitspoeling. Voor deze maatstaf wordt de norm van 45 kg/ha niet gehaald. Voor fosfaat en kali zijn de balansen gunstiger en voldoen de overschotten zowel aan de Minas norm (20 kg/ha fosfaat) als de in het onderzoek gehanteerde normen. Het is in beide systemen niet gelukt om de hoge Pw te verlagen, maar het K-getal is wel binnen het streeftraject gekomen.

Vanuit een bedrijfseconomisch standpunt is het economische resultaat onvoldoende. Sinds jaar en dag accepteren agrarische ondernemers echter een lagere beloning voor eigen arbeid en/of geen rente op eigen vermogen. De systeemresultaten komen overeen met de resultaten van praktijkbedrijven. De problemen met ziekten en plagen hebben duidelijk negatieve invloed gehad op de resultaten van beide bedrijfstypen. Verschillen komen aan het licht bij de productkwantiteit, waar het prei-aardbei-systeem duidelijk beter scoort. Dit komt voornamelijk door een beter resultaat van aardbeien ten opzichte van kropsla.

Economisch perspectief voor geïntegreerde open teelten in zuidoost Nederland

De economische resultaten van de bedrijfssystemen op Meterik zijn vergelijkbaar met de resultaten van het gemiddelde vollegrondsgroentebedrijf volgens het LEI. De opbrengst van sla valt echter tegen. Bij het toepassen van fertigatie en folie in aardbeien is een meeropbrengst van 10 tot 15% haalbaar. Dit weegt echter niet op tegen de extra kosten. Arbeidsbesparende technieken kunnen deze teelttechniek misschien wel rendabel maken.

Voor het geïntegreerde bedrijfssysteem op Meterik is er door middel van een studie een economische evaluatie gemaakt over de jaren 1997 tot en met 2000. In de studie werden twee bedrijfstypen doorgerekend. Daarnaast werd voor één van de twee bedrijven bekeken of fertigatie in aardbeien een meerwaarde kon leveren.

Voor beide bedrijven is uitgegaan van een bedrijfsgrootte van 15 ha (exclusief erf, kavelpad en sloten) in eigendom. Het bedrijf Meterik 1 kan worden gedefinieerd als een prei-aardbei-bedrijf en Meterik 2 als een prei-kropsla-bedrijf. Naast deze hoofdteelten bevatten de bouwplannen

ook nog diverse andere gewassen. De bouwplannen en de vruchtopvolgingen staan vermeld in tabel 1 en tabel 2.

Beide bedrijven hebben een schuur voor de verwerking van de prei en een werktuigenberging voor de stalling van machines. Ook is op beide bedrijven een koelcel aanwezig. Die is nodig voor de bewaring van winterprei en voor de kortdurende opslag van verse producten. Op beide bedrijven is naast een ondernemer één vaste werknemer in dienst. Het overige werk wordt uitgevoerd door losse arbeidskrachten. Het bedrijf Meterik 1 heeft door de

Tabel 1. Bouwplan Meterik 1 (prei-aardbei-bedrijf)

Jaar	Gewas en Teeltschema	Oppervlakte (ha)
1	Prei continu teelt: herfst vroeg t/m winter laat (5 ha)	5
2	Knolvenkel zomer teelt (2,5 ha) + Tagetes (2,5 ha) Chinese kool vroeg (2,5 ha) + zomer (2,5 ha) + Tagetes (2,5 ha)	5
3	Aardbei gekoeld continu teelt (5 ha) + Bladrammenas (2,5 ha) en Rogge* (2,5 ha)	5
Totaal		15

*Rogge als groenbemester

Tabel 2. Bouwplan Meterik 2 (prei-sla-bedrijf)

Jaar	Gewas en Teeltschema	Oppervlakte (ha)
1	Prei continu teelt: zomer t/m winter laat (5 ha) + Kropsla herfst (1,25 ha)	5
2	Kropsla vroeg bedekt (2,5 ha) + vroeg (2,5 ha) + zomer (4,5 ha) + herfst (2,5 ha)	5
3	Knolvenkel vroeg (2 ha) + zomer (1,5 ha) + herfst (2,5 ha) Bospeen vroeg (1,25 ha) + herfst (1,25 ha) Triticale (1,25 ha) + Chinese kool (1,25 ha)	5
Totaal		15

aardbeiteelt ruim 4.500 arbeidsuren meer in te vullen dan bedrijf Meterik 2. Dat is 2,2 manjaren. Dit grote verschil komt door de arbeidsintensieve teelt van aardbeien. Er is gerekend met 100% eigen vermogen.

Resultaten

In tabel 3 worden de bedrijfssaldo's van beide bedrijven vergeleken met Kwantitatieve Informatie 2002 (KWIN). De bruto geldopbrengst blijft op beide bedrijven, maar vooral op Meterik 2, duidelijk achter ten opzichte van KWIN. Dit komt door de lagere fysieke opbrengsten die voor de verschillende gewassen werden behaald. Voor een aantal teelten zoals onder andere kropsla en Chinese kool, is de achterblijvende opbrengst te wijten aan de beperkte mogelijkheden voor de bestrijding van ziekten en plagen. De gemiddelde kosten voor bemesting zijn vergelijkbaar. Bij de aardbeienteelten wordt Agroblen toegepast als meststof. Dit kostte meer dan €700/ha en vertekent daardoor de vergelijking met KWIN. De kosten voor gewasbescherming waren minimaal 20% lager dan in KWIN. De hogere kosten voor brandstof en smeermiddelen worden veroorzaakt door de extra bewerkingen die nodig waren voor de geïntegreerde technieken (voornamelijk mechanische onkruidbestrijding). De afzet en overige productgebonden kosten zijn deels afhankelijk van de behaalde fysieke opbrengst en daardoor lager dan in KWIN.

Vergelijking bedrijfsresultaten met het LEI

In tabel 4 zijn van beide geïntegreerde bedrijven de bedrijfsresultaten vergeleken met het gemiddeld vollegrondsgroentebedrijf op zandgrond volgens het LEI. De cijfers zijn berekend per ha, omdat de bedrijfsgrootte van het LEI-bedrijf afwijkt van de bedrijfsgrootte van beide geïntegreerde bedrijven. De bedrijven Meterik 1 en Meterik 2 blijven wat betreft de bruto geldopbrengst achter bij het LEI-bedrijf. De kosten voor uitgangsmateriaal liggen bij het LEI iets lager. De kosten voor bemesting en gewasbescherming zijn duidelijk hoger. Dat komt doordat in het gemiddelde bedrijf van het LEI het aandeel aardbei groter is. Dit uit zich ook in hogere arbeidskosten/ha voor het LEI-bedrijf. Ondanks dat het netto bedrijfsresultaat bij het LEI-bedrijf lager is, zijn de opbrengsten/€100 kosten vergelijkbaar. Dit kengetal ligt bij Meterik 1 op €84 bij Meterik 2 op €83 en bij het LEI-bedrijf op €84, wat voor alle drie de bedrijven wijst op een matige rendabiliteit. Bij €100 opbrengsten/€100 kosten worden de inzet van eigen arbeid en eigen kapitaal volledig vergoed. Een lagere waarde betekent dus een niet optimale vergoeding.

Tabel 3. Saldoberekening voor Meterik 1 en 2 ten opzichte van KWIN (€)

	Meterik 1 (prei-aardbei)			Meterik 2 (prei-sla)		
	Bedrijf	KWIN	%Bedrijf/ KWIN	Bedrijf	KWIN	%Bedrijf/ KWIN
Bruto geld opbrengst	307.396	336.835	91	264.400	351.697	75
Uitgangsmateriaal	57.835	65.302	89	55.823	58.419	96
Bemesting	5.969	2.616	228	3.922	4.019	98
Onkruid bestrijding	1.448	2.023	72	640	2.188	29
Ziekten & plagen	5.319	8.080	66	5.647	7.118	79
Brandstof & smeermiddelen	4.788	4.268	112	4.631	4.351	106
Overige grond & hulpstoffen	12.041	13.118	92	5.716	5.760	99
Afzet kosten	32.398	34.416	94	39.300	50.760	77
Overige productgebonden kosten	10.333	14.198	73	13.098	21.301	61
Totaal toegerekende kosten	130.141	144.024	90	128.769	153.913	84
Saldo EM	177.255	192.811	92	135.631	197.783	69
Loonwerk	4.034	4.034	100	2.423	2.423	100
Saldo LW	173.221	188.777	92	133.207	195.360	68

Tabel 4. Bedrijfsresultaten van Meterik 1 en 2 t.o.v. het gemiddeld vollegrondsgroentebedrijf op zandgrond volgens het LEI (€/ha)

	LEI*	Meterik 1 (prei-aardbei)	Meterik 2 (prei-sla)
Bruto geldopbrengst	24.825	20.493	17.627
Uitgangsmateriaal	3.386	3.856	3.722
Meststoffen	533	398	261
Gewasbescherming	734	451	419
Arbeid	13.939	11.503	8.068
Totale kosten	29.388	24.488	21.145
Netto bedrijfsresultaat	-4.563	-3.995	-3.518
Opbrengsten/€ 100 kosten	84	84	83
Oppervlakte cultuurgrond	7,28	15	15
Benodigde arbeid in mensjaren (VAK)	4,78	7,03	4,81

* Bron: Bedrijven-Informatienet van het LEI, 2001. Resultatenrekening van het gemiddelde vollegrondsgroentebedrijf naar regio, 1996 t/m 1999 (gemiddeld).

Fertigatie in aardbei

Voor Meterik 1 (het prei-aardbei-bedrijf) is gekeken naar de effecten van fertigatie in de aardbeienteelten. Het toepassen van fertigatie ging in combinatie met het bedekken van de bodem met zwart folie. De geconstateerde meeropbrengst van 10 tot 15% is dus niet alleen toe te schrijven aan de toepassing van fertigatie, maar misschien ook aan de toepassing van grondbedekking door folie. Tegenover de hogere opbrengsten stonden ook hogere kosten voor grond en hulpstoffen, alsmede hogere afzet- en overige kosten (zie tabel 5).

Op saldoniveau was de meeropbrengst nog 5 tot 10%. Echter door het toepassen van fertigatie en grondbedekking nam de arbeidsbehoefte ook flink toe: met ruim 10% op bedrijfsniveau. Dit resulteerde in een lager netto bedrijfsresultaat en slechts €81,77 opbrengsten/€100 kosten tegenover €83,69 bij het bedrijf zonder folie. De extra uren waren nodig om de meeropbrengst te oogsten, de folie en T-tape te leggen, de planten door de folie te halen en voor het verwijderen van folie en druppelleiding na de teelt. In tabel 6 worden de belangrijkste verschillen weergegeven voor de arbeidsinzet tussen wel of geen fertigatie.

Tabel 5. Saldoberekeningen aardbeien met en zonder fertigatie (€/ha)

	Aardbei (gekoeld)		Aardbei (gekoeld laat)	
	Zonder fertigatie	Met fertigatie	Zonder fertigatie	Met fertigatie
Fysieke opbrengst (kg/ha)	23.500	27.100	16.200	18.000
Bruto geldopbrengst	40.914	43.956	29.468	32.742
Uitgangsmateriaal	7.994	7.994	7.827	7.827
Bemesting	851	166	826	140
Onkruidbestrijding	84	0	84	0
Ziekten & plagen	299	299	294	294
Brandstof & smeermiddelen	622	721	522	592
Overige grond & hulpstoffen	962	2.917	962	2.917
afzetkosten	2.944	3.271	2.069	2.299
Overige productgeb. kosten	1.574	1.679	1.301	1.337
Totaal toeg. kosten	15.331	17.047	13.886	15.406
Saldo EM	25.583	26.909	15.582	17.336
Loonwerk	310	310	311	311
Saldo LW	25.274	26.599	15.271	17.025

Tabel 6. Verschil in arbeidsbehoefte met en zonder fertigatie (uren/ha)

	Aardbei gekoeld			Aardbei gekoeld laat		
	Zonder fertigatie	Met fertigatie	Vershil	Zonder fertigatie	Met fertigatie	Vershil
Folie + T-tape leggen	0	3	3	0	3	3
Planten doorhalen	0	60	60	0	60	60
Onkruid bestrijding	1	50	49	1	50	49
Doosjes plaatsen	78	89	12	53	59	6
Plukken aardbei	1.880	2.168	288	1.474	1.638	164
Opruimen folie	0	50	50	0	50	50
Oprollen T-tape	0	5	5	0	5	5
Totaal	2.056	2.522	465	1.626	1.961	335

Door het toepassen van biologisch afbreekbaar folie kan op bedrijfsniveau €2.010 aan arbeidskosten worden bespaard, aangezien alleen nog de T-tape en niet het plastic en de planten met de hand hoeven te worden verwijderd. De meerkosten voor de biologisch afbreekbare folie zijn echter ruim €2.430. De besparing op de loonkosten compenseert dus niet de meerkosten van de folie. Het verschil van €420 is dan de prijs die wordt betaald om 'milieuvriendelijker' te werken.

Discussie en conclusies

De twee geïntegreerde bedrijfssystemen op Meterik behaalden vergelijkbare bedrijfsresultaten als het gemiddelde LEL-vollegrondsgroentebedrijf op zand. De inzet en kosten van gewasbeschermingsmiddelen waren duidelijk lager dan bij de gangbare teelten, de bemestingskosten waren ongeveer gelijk. Bij met name sla waren de opbrengst en/of kwaliteit niet optimaal. Dat kwam doordat er onvoldoende mogelijkheden waren om binnen strenge milieurandvoorwaarden en met het toegelaten middelenpakket tot een effectieve bestrijding te komen. Een verruiming van het pakket aan effectieve instrumenten zoals bijvoorbeeld resistente rassen en een voldoende breed pakket van veilige en weinig milieu-belastende pesticiden kan hierbij zowel een verlaging van de milieubelasting als een verbetering van de kwaliteitsproductie opleveren.

Bij de hoogsalderende groentegewassen levert een ver doorgevoerde geïntegreerde manier van werken soms nog risico's op. Een ruimere inzet van bestrijdingsmiddelen kan deze risico's vaak wat verlagen, terwijl de kosten van deze toepassingen erg laag zijn ten opzichte van het gewassaldo. Een goedkope verzekeringspremie dus. Daarnaast vraagt de geïntegreerde manier van werken een aantal inspanningen die moeilijk in de bedrijfseconomische

evaluatie is te waarden zoals extra kennis, vakmanschap en soms investeringen. Dit gegeven, samen met de conclusie dat de geïntegreerde groenteteelt vooralsnog geen economisch voordeel oplevert, maakt de brede praktijktoepassing van geïntegreerde methoden niet vanzelfsprekend. Belanghebbende partijen zoals overheden, afnemers en belangenbehartigers zullen deze ook voor hun waardevolle wijze van produceren dan ook bewust moeten stimuleren

Het blijkt dat de opbrengsten door toepassing van fertigatie met grondbedekking toe kunnen nemen met 10 tot 15%. Tegelijkertijd nemen echter de kosten zodanig toe dat de meeropbrengst niet opweegt tegen de meerkosten. De meerkosten bestaan voornamelijk uit kosten voor de folie, de druppelleiding en de extra benodigde arbeid. Op het materiaal valt weinig te bezuinigen tenzij er goedkopere alternatieven op de markt komen. De arbeidsbehoefte zou nog wel kunnen worden verlaagd door verdere mechanisatie van het folie leggen en planten en daarmee ook de loonkosten. Het toepassen van biologisch afbreekbaar folie kan een behoorlijke besparing op de arbeidsbehoefte opleveren. De besparing op de arbeidskosten kan op bedrijfsniveau oplopen tot ruim €2.000. De meerkosten voor de folie zijn echter hoger (€2.400). Hierdoor is het toepassen van biologisch afbreekbaar folie alleen interessant als er geen arbeid beschikbaar is, of als men wil investeren in milieuvriendelijker teelten. Teelttechnieken als fertigatie en bodembedekking kunnen interessant worden zodra of enerzijds de kosten voor de materialen afnemen, of anderzijds de benodigde arbeid voor het toepassen van deze technieken kan worden verlaagd. Grondbedekking met folie lijkt op dit moment vrijwel noodzakelijk, omdat door het verdwijnen van chemische middelen er vrijwel geen andere mogelijkheden meer zijn voor een effectieve onkruidbestrijding.

Geïntegreerde gewasbescherming en milieubelasting

Preventie is de basis van de geïntegreerde gewasbescherming. Pas als alle preventieve maatregelen ten volle benut zijn, worden gewasbeschermingsmiddelen ingezet. Uit de beoordeling van de milieukundige effecten van het pesticidengebruik blijkt dat er in het onderzochte systeem een aantal hardnekkige knelpunten overblijft.

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 gewasbeschermingsmiddelen spelen twee aspecten een rol: enerzijds een zorgvuldige selectie van een middel op basis van milieu- en agronomische eigenschappen, anderzijds het minimaliseren en optimaliseren van het gebruik ervan door gebruik te maken van zaadbehandeling, rij- of planttoepassing en goede spuitentechniek en het gebruik van de kennis over de relatie weer-werkzaamheid.

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

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

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

Tabel 1. De belangrijkste elementen van de gewasbeschermingsstrategie

1 Preventie

a. Strategisch:

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

b. Tactisch en operationeel

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

2 Vaststellen bestrijdingsnoodzaak

- regelmatige gewasinspectie;
- gebruik van schaderepels en beslissingsondersteunende systemen;

3 Bestrijdingsmethoden

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



Goede afwatering van de percelen is belangrijk voor de instandhouding van de bodemstructuur en bodemgezondheid

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 meer bepaald door de voorraden in de omgeving en de intensiteit van dooradering van de productie-oppervlakte (grootte en vorm percelen in relatie tot 'groene aders'). Ook de keuze van het tijdstip en type van de hoofdgrondbewerking heeft een belangrijke invloed op de mate van veronkruiding en het overblijven van ziekten en plagen.

Tactische en operationele preventie

De teeltfase begint bij een goede voorbereiding (tactisch: rassenkeuze, gezond uitgangsmateriaal) en inrichting (zaai/planttijdstip, rijenafstanden, plantdichtheid) van de teelt. Dit wordt voortgezet met een zorgvuldige gewasverzorging (operationeel: bemesting, beregning, onkruidbestrijding, oogsttechniek). Een vlotte weggroei en een uniform gewas zijn essentieel voor een geslaagde teelt. Bij diverse gewassen kan er eventueel door een aangepast zaaien/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.

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, moeten afvalhopen afgedekt zijn en moet transport van mogelijk aangetast materiaal naar andere percelen 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

Bestrijdingsnoodzaak en bestrijding

Bij het vaststellen van de noodzaak tot bestrijding, spelen schadedrempels, signaleringssystemen en in toenemende mate beslissingsondersteunende systemen een belangrijke rol. Het hanteren van schadedrempels verlangt regelmatige gewasinspectie. Is een bestrijding nodig, dan hebben niet-chemische technieken de voorkeur. Bij de onkruidbestrijding gaat het dan om mechanische of thermische 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

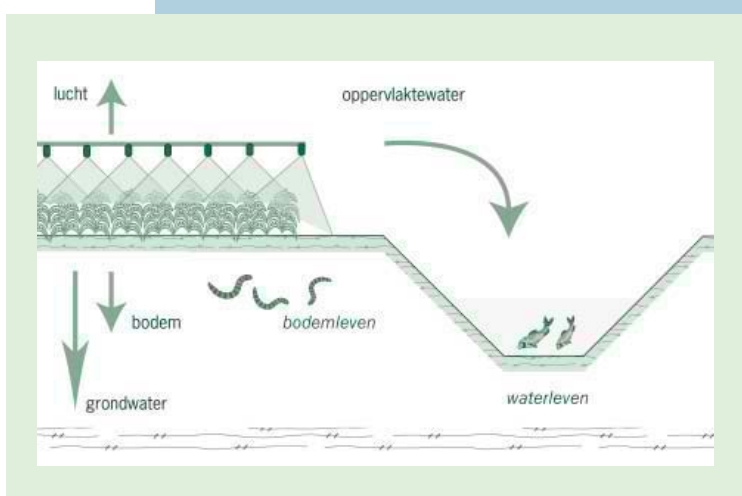
(effectiviteit) ook ecologische (selectiviteit) en milieutechnische overwegingen (zie verderop) een hoofdrol. Economische overwegingen vormen in de aanpak binnen het bedrijfssystemenonderzoek een sluitpost. In de huidige situatie is zelf niet eens voor iedere belager een adequaat middel voorhanden. Bij de toepassing wordt gekeken naar de mogelijkheden om via zaadontmetting, lage dosering of rij- pleks- en/of plantwijze 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 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 weerwerkzaamheid, 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. Dat is 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 wordt onderscheid gemaakt tussen emissie naar de milieucompartmenten (bodem, water en lucht) enerzijds en de daar optredende schade aan levende organismen anderzijds (zie figuur). Beide effecten zijn met moderne instrumenten te bepalen, zoals de Blootstellings-RisicoIndex (BRI, emissie, bodem, water en lucht) en de MilieuBelastingsPunten (MBP, schade, water- en bodemleven). De BRI wordt uitgedrukt als een

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

Jaarlijks wordt de inzet van gewasbeschermingsmiddelen gekwantificeerd met behulp van de bovenstaande vijf maatstaven (drie BRI en twee MBP). Om een voortschrijdende vermindering van de milieubelasting te realiseren, moeten de gevonden 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 (MBP) kan aangegeven worden voor welke middelen met voorrang naar alternatieve strategieën gezocht moet worden. In het bedrijfssystemenonderzoek wordt ook bij de pesticideselectie 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



Effecten van gewasbeschermingsmiddelen

gekwantificeerd kan worden, zoals bij de effecten op het oppervlaktewaterleven, wordt dat criterium meegenomen in de afwegingen. Sluitpost in de overwegingen is de ophoping in de bodem en de mogelijke schadelijke gevolgen daar.

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

Om een goede afweging van de middelenkeuze te maken wordt gebruik gemaakt van de zogenaamde gewas-beschermingskaarten. 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.

Beperking milieubelasting

Samenvattend zijn er verschillende manieren om de emissie en schade door het gebruik van pesticiden te verlagen:

- a. Reductie in gebruik. Inzetten van niet-chemische alternatieven, resistente rassen, andere teelten, ruimere vruchtwisseling, verlaagde dosering, signaleringssystemen, schadedrempels etc. Voor een verdere uitwerking van deze begrippen wordt verwezen naar de artikelen over onkruid-, ziekte- en plaagbeheersing.
- b. Middelenkeuze (zie kader Middelenkeuze en milieubelasting). Voor sommige gebruikte middelen bestaan alternatieven die minder milieubelastend zijn. Helaas is de beschikbaarheid van alternatieve middelen de laatste jaren aanzienlijk afgenomen: Bestaande middelen zijn gesaneerd omdat ze niet voldeden aan milieucriteria, maar er komen nauwelijks nieuwe middelen voor in de plaats. Dat komt onder andere door de schaal van de teelt: Een aanvraag tot toelating betreft altijd de toepassing van een middel in een bepaalde teelt. De kosten van een aanvraag zijn hoog, waardoor grotere teelten in het voordeel zijn. Het uitbreiden van de toelating naar een ander gewas is eenvoudiger, vooral wanneer het gelijkende teelten of gewassen betreft (bijvoorbeeld uien en prei).
- c. Wijze van toepassing. Een plaatselijke bespuiting, bijvoorbeeld in de rij, reduceert het middelengebruik en de milieubelasting. De spuittechniek kan helpen om effectief met een lagere dosering te kunnen werken en drift te reduceren.

¹⁾ Bron: *Landbouw, Milieu en Economie, editie 1998. Rapport van het Landbouw Economisch Instituut, Den Haag, februari 1999.*

Milieuresultaten toegepaste strategieën

Hoe de gewasbeschermingsstrategie op zowel bedrijfs als gewasniveau zijn uitgevoerd, staat vermeld in de artikelen over onkruidbeheersing en ziekte en plaag beheersing. De volgende paragraaf geeft een gedetailleerd inzicht in de resultaten van het gebruik, emissie en schaderisico van pesticiden. Tabel 2 geeft een overzicht van de resultaten voor de actieve stof inzet en de milieubelasting ten opzichte van de streefwaarden. Voor de berekening is uitgegaan van een sjabloon voor iedere teelt, die gebaseerd is op de ervaringen tijdens de proefperiode (1997 tot en met 2000).

Inzet van actieve stof

De streefwaarden zijn afgeleid van een combinatie van het momenteel technisch maximaal haalbare en van de normen van het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJP-G) voor 2000. Deze streefwaarden houden een sterke reductie in van het middelengebruik zoals dat in de praktijk plaatsvond.

Uit tabel 2 blijkt dat de inzet van actieve stof beneden de streefwaarde blijft voor het totale bedrijfssysteem. Fungiciden leveren de grootste bijdrage. Over het algemeen werd (in 1996) op Nederlandse vollegrondsgroenteteeltbedrijven 1,1 kg herbiciden, 4,6 kg fungiciden en 2,9 kg insecticiden, samen 8,6 kg actieve stof, ingezet.¹⁾ De proeflocatie in Meterik zit op krap de helft van deze waarde. Daarbij komt dat er geen nematiciden worden ingezet, terwijl dat in de praktijk nog eens 8,6 kg a.s. bedroeg in 1996. Het blijkt dat voor de maatstaf 'inzet actieve stof' winst is behaald ten opzichte van de praktijk in de vollegrondsgroenteteelt. Dat wordt onder andere veroorzaakt door preventie, het gebruik van LDS (lage dosering systeem) bij onkruidbestrijding, bestrijding

Tabel 2. Resultaten en streefwaarden actieve stofinzet, BRI en MBP voor Meterik geïntegreerd

Parameter	Dimensie	Prei-aardbei		Prei-sla	
		Streefwaarde	Resultaat	Streefwaarde	Resultaat
Actieve stof inzet	kg/ha				
• herbiciden			1,20		0,96
• fungiciden			2,28		1,93
• insecticiden			0,73		1,16
Totaal		4,5	4,22	6,1	4,06
BRI-lucht	kg a.s./ha				
• herbiciden			0,02		0,15
• fungiciden			0,35		0,20
• insecticiden			0,06		0,11
Totaal		0,5	0,43	0,5	0,46
BRI-bodem	kg dagen/ha				
• herbiciden			60		39
• fungiciden			216		228
• insecticiden			37		78
Totaal		60	314	60	344
BRI-grondwater	ppb				
• herbiciden			0,54		0,38
• fungiciden			1,92		0,51
• insecticiden			0,07		0,18
Totaal		0,5	2,53	0,5	1,07
MBP-waterleven	% toep. > 10	0	48	0	46
MBP-bodemleven	% toep. >100	0	5	0	7

Tabel 3. Actieve stofinzet per gewas (kg/ha), streefwaarde en resultaten over de periode 1997 tot 2000, vergeleken met praktijkcijfers uit het verbredingsproject (1996 tot en met 1998)

	Herbiciden			Fungiciden			Insecticiden			Totaal		
	Streef- waarde	Met. ¹⁾	Verbr. ²⁾	Streef- waarde	Met.	Verbr.	Streef- waarde	Met.	Verbr.	Streef- waarde	Met.	Verbr.
Prei	1,4	0,9	1,4	3,9	3,2	4,4	0,7	2,2	2,1	6,0	6,4	8,0
Kropsla	0,2	0,2	-	3,0	1,4	-	0,7	0,6	-	3,9	2,2	-
Chinese kool	0,0	0,0	1,3	0,3	0,3	0,9	0,5	0,1	0,9	0,8	0,4	3,0
Knolvenkel	0,3	0,1	0,7	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2	0,1	0,7	0,4	0,8
Bospeen	1,2	1,0	1,2	0,3	0,0	0,2	1,0	0,3	1,0	2,5	1,2	2,4
Aardbei	1,2	1,4	-	2,4	3,2	-	0,2	0,2	-	3,8	4,8	-
Tagetes	2,0	1,8	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	2,0	1,8	-

1) Met. = resultaten van het geïntegreerde systeem te Meterik

2) Verbr. = resultaten van praktijkbedrijven uit het project 'Verbreding geïntegreerde vollegrondsgroenteteelt'

op basis van waarneming en het hanteren van schade-drempels.

De actieve stof inzet op het totale bedrijf hangt nauw samen met de gewassen in de vruchtwisseling. Vandaar dat er ook een vergelijking gemaakt moet worden op

gewasniveau, waar wel duidelijke knelpunten aan te wijzen (tabel 3). Tabel 3 is gebaseerd op de werkelijke resultaten tijdens de proefperiode, waarbij tegelijk de vergelijking wordt gemaakt met gegevens van de verbredingsbedrijven in Brabant en Limburg over de periode 1996 tot en met

Tabel 4. Belangrijkste vijf middelen in het prei-sla-systeem die bijdragen aan de milieubelasting in volgorde van aandeel in BRI-waarde (%) en actieve stofinzet (%) op bedrijfsniveau of het aantal MBP-punten per toepassing

BRI-lucht	MBP-waterleven*	BRI-grondwater	BRI-bodem	MBP-bodemleven*	Actieve stof
Corbel 21	Eupareen 120	Lentagran 34	Folicur 46	Pirimor 302	Mesurool 16
Dosanex 16	linuron 102	Eupareen 28	Pirimor 11	Dimethoaat 47	PrevicurN 14
ChloorIPC 15	Pirimor 63	Pirimor 14	Mesurool 11	linuron 27	Rovral aquaflo 10
Pirimor 10	Decis 62	Folicur 14	Rovral aquaflo 7	Folicur 16	Pirimor 8
Ronilan 8	Dosanex 36	Kenbyo 4	PrevicurN 4	Exact 7	Ronilan 6

* De toepassingen van de vetgedrukte middelen overschrijden de norm van resp 10 (MBP-waterleven) en 100 (MBP-bodemleven) MBP-punten.

1998. (PPO, verbredingsproject geïntegreerde vollegrondsgroenteteelt, niet gepubliceerde resultaten). Deze bedrijven werden intensief begeleid en hadden een lager pesticidengebruik dan de gemiddelde praktijk.

De preiteelt kent een aantal problemen. Trips zorgt voor een hoge inzet van insecticiden, fungiciden worden ingezet tegen bladvlekken. Door problemen met Botrytis in aardbeien was de inzet van fungiciden noodzakelijk. Graanopslag zorgde in een deel van de aardbeiteelten ook voor de nodige inzet van herbiciden en Botrytis voor een hoge inzet van fungiciden.²⁾ De MJP-G-norm voor fungicideninzet in prei ligt op 9,0 kg en voor insecticiden op 0,7 kg. Voor aardbeien ligt de MJP-G-norm op 1,2 kg herbiciden (gelijk aan de gehanteerde streefwaarde) en op 5,2 kg fungiciden. Vergeleken met de verbredingsbedrijven is te zien dat in alle teelten aanzienlijke winst wordt behaald. Daarbij kan nog worden aangetekend dat de deelnemende bedrijven ten opzichte van het landelijk gemiddelde gunstig afsteken: Gemiddeld wordt per ha prei 10 kg actieve stof gebruikt,³⁾ terwijl de bedrijven in het verbredingsproject 'slechts' 8 kg inzetten.

Emissie en schade

Terwijl voor de inzet van actieve stof de algemene streefwaardes werden gehaald is dit voor de milieubelasting duidelijk anders. Tabel 2 laat zien dat de meeste streefwaardes voor BRI en MBP ver worden overschreden. Hierbij moet worden vermeld dat deze streefwaardes voor de vollegrondsgroenteteelt zeer ambitieus en sterk toekomstgericht zijn. BRI-lucht is het enige criterium waarbij het resultaat onder de streefwaarde blijft. Ook bij de milieubelasting leveren fungiciden veruit de grootste bijdrage. De reductie van de actieve stof inzet was onvoldoende om de milieubelasting onder de norm te krijgen. Het gebruik van minder milieubelastende middelen hebben de overschrijding van de streefwaardes voor BRI en MBP evenmin kunnen voorkomen. Er is wel een aantal winstpunten behaald op dit gebied; een illustratie daarvan wordt gegeven in de kaders over de aardbeiteelt en slateelt.

Knelpunten zijn duidelijk aan te wijzen aan de hand van de top-5 berekening op bedrijfsniveau (tabel 4 en 5). Per criterium worden de stoffen genoemd die het grootste aandeel in de totaalwaarde van tabel 2 hebben.

Tabel 5. Belangrijkste vijf middelen in het prei-aardbei-systeem die bijdragen aan de milieubelasting in volgorde van aandeel in BRI-waarde (%) en actieve stofinzet (%) op bedrijfsniveau of het aantal MBP-punten per toepassing

BRI-lucht	MBP-waterleven*	BRI-grondwater	BRI-bodem	MBP-bodemleven*	Actieve stof
Corbel 36	Nomolt 137	Kenbyo 50	Folicur 35	Pirimor 302	PrevicurN 12
Scala 23	Eupareen 120	Eupareen 19	Paraat 9	Nomolt 67	Goltix 11
Eupareen 13	linuron 102	Lentagran 18	Mesurool 8	Dimethoaat 47	Mesurool 10
Dimethoaat 6	Pirimor 63	Folicur 4	Corbel 7	linuron 27	Eupareen 9
PrevicurN 6	Decis 62	Pirimor 3	fenmedifam 6	Paraat 24	fenmedifam 7

* De toepassingen van de vetgedrukte middelen overschrijden de norm van resp 10 (MBP-waterleven) en 100 (MBP-bodemleven) MBP-punten.

²⁾ Voor een verdere uitwerking van de strategieën en resultaten van onkruid-, ziekte- en plaagbeheersing wordt verwezen naar de desbetreffende artikelen.

³⁾ Bron: Duurzame vollegrondsgroenteteelt; spanning tussen telers, markt en maatschappij. Themaboekje nr. 23, PAV Lelystad, juli 2000.

Fungiciden komen, zoals verwacht, frequent voor in de top-5. Net als insecticiden. Het middel Kenbyo is oorspronkelijk ingezet als milieuvriendelijk alternatief voor Eupareen in prei. Dit geldt alleen als het middel voor 1 september wordt ingezet⁴⁾. In de late preiteelten valt niet te voorkomen dat juist ook na die datum schimmelbestrijdingen moeten worden uitgevoerd. Kenbyo is dan vanuit het oogpunt van milieubelasting geen goed alternatief. De late preiteelten komen vooral voor in het prei-aardbei-systeem, waar Kenbyo bovenaan staat voor BRI-grondwater (tabel 5). Wanneer het middel vroeger in de preiteelt wordt toegepast blijft het schaderisico beperkt, zoals te zien is in tabel 4.

Insecticiden (Mesurol, Pirimor en Decis) zijn met name schadelijk voor waterleven en bodemleven. De inzet van deze middelen was niet te voorkomen omdat trips in prei en luis in sla de gewassen ernstige schade toebrechten. Voor sla is wel een aanzienlijke reductie gerealiseerd dankzij de inzet van resistente rassen (zie kader Reductie milieubelasting in de slateelt).

Een aantal herbiciden komt in de top-5 opsommingen voor: Dosanex en ChloorIPC voor BRI-lucht, linuron en Dosanex voor MBP-waterleven, Lentagran voor BRI-grondwater en linuron voor MBP-bodemleven. De herbiciden leveren op bedrijfsniveau (tabel 2) echter

slechts een zeer bescheiden bijdrage aan de milieubelasting. Toch is ook hier verdere reductie wellicht mogelijk door alternatieve middelenkeus of verdergaande toepassing van alternatieve onkruidbestrijdingsmethoden (zie verder het artikel over onkruidbeheersing).

Samenvattend

Het algemene beeld is dat de toepassing van geïntegreerde gewasbeschermingsstrategieën een positief effect heeft op de reductie van de emissie- en schaderisico's ten gevolge van pesticidengebruik. Het heeft echter nog niet geleid tot de gewenste reductie van de milieubelasting. De actieve stof inzet is lager dan op de bedrijven die deelnamen aan het verbredingsproject, die op hun beurt weer minder actieve stof inzetten dan gemiddeld in de Nederlandse vollegrondsgroenteteelt. De wat achterblijvende productkwaliteit geeft ook aan dat een verdere reductie van het gebruik, schade en emissie met het huidige middelenpakket en de huidige techniek moeilijk haalbaar is. Kortom: de kwaliteitseisen moeten naar beneden of er moeten betere technieken/middelen beschikbaar komen. Voor sommige teelten zijn specifieke knelpunten aan te wijzen. Met name schimmelziekten in prei en aardbei,

Reductie milieubelasting in de slateelt

Luisen hebben grote schade veroorzaakt aan sla gedurende de eerste helft van de proefperiode. Vanaf 1999 werd echter in de zomer- en herfstteelt een luisresistent ras gebruikt, waardoor er minder insecticiden nodig waren. Hierdoor is de milieubelasting voor de slateelt en voor het totale bedrijf gedaald (zie tabel).

De keus voor een resistent ras blijkt volgens onderstaande tabel op vrijwel alle punten aanzienlijke winst op te leveren. Op teeltniveau is een aanzienlijke daling gerealiseerd van actieve stof inzet en milieubelasting, die zelfs zichtbaar doorwerkt op bedrijfsniveau. Verdere daling is ook op teeltniveau nog gewenst, omdat vooral het risico van schade aan waterleven en bodemleven nog steeds ver boven de streefwaarde ligt.

Vergelijking milieubelasting slateelt zonder (1997 en 1998) en met (1999 en 2000) luisresistente rassen op teeltniveau en op bedrijfsniveau in de periode 1997 en 1998, en de periode 1999 en 2000

Dimensie	Slateelt zomer		Slateelt herfst		Prei-sla-bedrijf		
	Zonder resistentie	Met resistentie	Zonder resistentie	Met resistentie	Zonder resistentie	Met resistentie	
Inzet insecticiden	kg a.s./ha	1,05	0,50	0,79	0,26	1,34	1,16
BRI-lucht	kg a.s./ha	0,17	0,09	0,24	0,16	0,48	0,46
BRI-bodem	kg dagen/ha	142	76	168	104	366	344
BRI-grondwater	ppb	0,52	0,25	0,39	0,13	1,16	1,07
MBP-waterleven	% >10	93	87	67	47	48	46
MBP-bodemleven	% >100	75	70	45	26	22	20

⁴⁾ Kenbyo is toegelaten voor maximaal 3 bespuitingen/teelt. Het middel spoelt echter gemakkelijk uit naar het grondwater, wat voornamelijk gebeurt in de najaar- en winterperiode, bij een groot neerslagoverschot. Bij inzet voor 1 september scoort Kenbyo daarom laag voor met name BRI-grondwater.

Reductie actieve stof inzet in de aardbeienteelt

Door het gebruik van zwarte folie als grondbedekking zijn de problemen met onkruiden en graanopslag sterk verminderd. Sinds 1999 zijn twee late aardbeiteelten naast elkaar uitgevoerd: één met en één zonder zwarte folie. Naar verwachting zal er geen of minder chemische onkruidbestrijding meer nodig zijn wanneer zwarte folie wordt gebruikt. De onkruiden die in de plantgaten opkomen, kunnen echter niet voldoende mechanisch bestreden worden. Dat vraagt handmatige bestrijding. Of zwarte folie ook besparend werkt voor het gebruik van fungiciden is nog de vraag. Bij zwarte folie wordt net als bij teelten direct op de grond ook stro gebruikt voor een betere vruchtkwaliteit c.q. minder rotte

vruchten. In een natte periode blijft het stro op folie droger dan op de grond. De verminderde infectiekans voor Botrytis kan eveneens worden veroorzaakt door minder bovenover te beregenen (water en mest wordt via T-tape slangen in de grond gegeven = fertigatie). Of dat ook scheelt in de besmetting, is niet bekend. Reductie in fungiciden-gebruik is wel haalbaar met een waarschuwingssysteem voor Botrytis, zo blijkt uit ervaringen in 2001 en 2002. Tot slot moet nog worden opgemerkt dat het gebruik van traditionele zwarte folie ook milieubelastend is. Inmiddels is er afbreekbare folie op zetmeelbasis beschikbaar.

trips in prei en onkruiden in aardbei zorgen voor een aanzienlijke inzet van chemische middelen in deze teelten. De keuze voor resistente rassen blijkt in de teelt van kropsla aanzienlijke milieuwinst op te leveren. Uit onderzoek moet blijken of andere alternatieve strategieën zoals zwarte folie als bodembedekker onder aardbeien, in

staat zijn om het middelengebruik verder te reduceren. Voor sommige problemen zijn nog geen goede alternatieve oplossingen gevonden. Daar kan een breder pakket van 'milieuvriendelijke' middelen bijdragen aan een reductie van de milieubelasting.

Onkruiden mechanisch en chemisch de baas

Bij de onkruidbestrijding is uit economische overwegingen bij de meeste gewassen gekozen voor een combinatie van mechanisch en chemisch. In de meeste teelten bleek dit succesvol gezien de geringe onkruidproblemen en de lage inzet van handwiedwerk. De mogelijkheden voor mechanische bestrijding nemen snel toe zodat op korte termijn het aantal chemische toepassingen mogelijk verder kan worden teruggedrongen.

Op bedrijfsniveau is er een aantal mogelijkheden die bijdragen aan een effectieve onkruidbeheersing. Ploegen, als kerende grondbewerking brengt onkruidzaden en groeiende onkruiden onder in de bouwvoor. Dat voorkomt zaadvorming en concurrentie met een volgend gewas. De meeste grondbewerkingen hebben als neveneffect dat onkruidzaden kiemen (vals zaaibed). Dit effect kan worden uitgebuit door de kiemplantjes te bestrijden in een periode van zwarte braak na de hoofdgrondbewerking en nog voor zaai of planten. Door het bereiden van een vals zaaibed kan de zaadbank worden uitgeput. In Meterik werd deze strategie na het ploegen toegepast (wanneer er voldoende tijd was) door een bewerking met de wiedege of de cultivator. Voorwaarde is wel dat er dan ook weinig onkruidzaden bijkomen. De

bedrijfsstrategie is dan ook gericht op het voorkomen van zaadsetting. Voor een aantal snelgroeiende onkruiden, zoals muur en straatgras, is dit moeilijk. Met name in een teelt waarin de mogelijkheden voor een effectieve onkruidbestrijding beperkt zijn.

Teeltniveau

De strategie op teeltniveau wordt samengevat in tabel 1, waar naar voren komt dat mechanische en chemische bestrijding beide worden toegepast. Verder worden resultaten vermeld, die hierna per gewas worden besproken.

Tabel 1. Toegepaste strategieën per gewas voor onkruidbeheersing en hun resultaat (waarden tussen haakjes zijn resultaten van Meterik biologisch)

	Aantal bewerkingen										Resultaat
	Eggen	Schoffelen	Schoffelen + aanaarden	Vingerwieder	Thermisch	Chemisch volvelds	Actieve stof inzet (kg/ha)	Handwieden (uren/ha)			
Prei zomer	- (*)	- (*)	- (*)	- (-)	- (*)	2	0,67	10 (*)	++ (*)		
Prei laat herfst	- (3)	1 (3)	1 (1)	- (2)	- (-)	2,5 LDS**	0,92	15 (27)	+ (++)		
Prei winter	- (*)	2 (*)	1 (*)	- (-)	- (*)	2LDS	0,76	20 (*)	++ (*)		
Prei laat winter	- (*)	1,5 (*)	0,5 (*)	- (-)	- (*)	2 LDS	0,76	60 (*)	+ (*)		
Kropsla vroeg bed.	- (*)	0,25 (*)	- (*)	- (-)	- (*)	1	1,6	0 (*)	++ (*)		
Kropsla	- (-)	1,6 (1,5)	- (-)	- (-)	- (-)	0	0	4 (4)	+ (++)		
Chinese kool bed.	- (-)	1,5 (2)	- (-)	- (-)	- (-)	0	0	0 (4)	++ (++)		
aardbei gekoeld	- (1)	- (2,5)	- (-)	- (1)	(1,5)	2	1,25	0 (0)	+ (-)		
bospeen	- (-)	- (2)	- (1)	- (-)	- (-)	2 LDS	1,11	0 (65)	++ (++)		
Tagetes	- (-)	- (2,5)	- (1)	- (-)	- (-)	2	1,8	0 (0)	++ (+)		
knolvenkel bed.	- (*)	1 (*)	1 (*)	- (-)	- (*)	1,5 LDS	0,12	0 (*)	++ (*)		
knolvenkel	- (*)	2 (*)	1 (*)	- (-)	- (*)	1,5 LDS	0,18	0 (*)	++ (*)		

* gewas niet opgenomen in het biologische systeem; - bewerking niet uitgevoerd; ** LDS: Lage Dosering System

Er is bewuste gekozen voor de combinatie chemisch/mechanisch. Dit is een economische optimalisatie. Volledig niet-chemische onkruidbestrijding is vaak erg arbeidsintensief en kost ook veel aandacht van de teler. Daardoor is chemische onkruidbestrijding in een aantal gevallen economisch en arbeidstechnisch aantrekkelijker. Ook de keuze om bijvoorbeeld rijenbespuiting in een aantal gewassen achterwege te laten is een economische afweging. Rijenbespuiting is effectief zoals in de vorige onderzoeksperiode is aangetoond. De extra mechanisatie is echter relatief duur en heeft een vrij lage capaciteit. Het vraagt dus een hogere inzet van arbeidsuren. Daarnaast reduceert de rijenspuit, in vergelijking met het LDS-systeem, de actieve stofinzet nauwelijks. Door in een vroeg ontwikkelingsstadium van het onkruid (kiemblad) een bestrijding uit te voeren kan met een lage dosering van het middel worden volstaan. Het LDS-systeem bij de bestrijding van onkruiden blijkt succesvol: de onkruidbestrijding doet niet onder voor 'gangbare' chemische bestrijding, terwijl er een aanzienlijke reductie in het herbicidegebruik valt waar te nemen. De gebruikte middelen en hoeveelheden zijn in enkele gevallen nog milieubelastend (zie artikel Geïntegreerde gewasbescherming en milieubelasting, en opmerkingen bij de gewassen). In de tabel staan de resultaten van een volledige mechanische bestrijding zoals die uitgevoerd is in het biologische systeem ook vermeld. Het blijkt dat in de meeste gewassen een volledig mechanische onkruidbestrijding tot een goed resultaat kan leiden, maar dat dit veel extra bewerkingen en extra handwerk vraagt. Bij de combinatie van chemische en mechanische onkruidbestrijding wordt meestal chemisch gestart. Gemiddeld zijn twee bespuitingen voldoende om de gewassen voor langere tijd onkruidvrij te houden. Later in de teelt wordt pas geschoffeld, waarbij veelal een goede onkruidbestrijding in de rij mogelijk is met bijvoorbeeld aanaardend schoffelen (dus geen vingerwieder nodig). Voor beide bestrijdingsmethoden geldt dat zij het meest effectief zijn tijdens het kiembladstadium van het onkruid. De juiste keuze van het bestrijdingsmoment is cruciaal voor het slagen van de bestrijding. Wordt er te vroeg bestreden, dan kiemen vrij snel weer veel nieuwe onkruiden. Bij een te late bestrijding worden veelal de grotere onkruiden niet afdoende bestreden. In beide gevallen zal snel een tweede bestrijding nodig zijn of snel moeten worden herhaald of in een later stadium meer handwiedwerk nodig zijn. Bij verminderde inzet van chemische middelen zullen de bewerkingen met eg (voor en aan het begin van de teelt) en vingerwieder vaker toegepast moeten worden, zoals te zien is in het biologische systeem. De arbeidskosten nemen dan toe door extra uren voor het uitvoeren van mechanische bewerkingen en handwiedwerk.

Op bedrijfs- en teelniveau blijkt het belangrijk om onkruiden in een zeer vroeg stadium te bestrijden. Aan het

einde van de teelt moet zaadvorming worden voorkomen. Doordat op vollegrondsgroentebedrijven plant- en oogstwerkzaamheden continu aandacht vragen, komt de tijdigheid van bewerkingen vaak onder druk. Daarnaast kunnen weersomstandigheden conflicteren met tijdige bestrijding van kleine onkruiden. Vooral de najaarsteelten hebben vanwege de grotere kans op neerslag hieronder te lijden. Over het algemeen zijn er op de zandgrond echter meestal voldoende momenten voor een effectieve bestrijding.

In het algemeen zijn de gekozen strategieën op teelniveau geslaagd. Met uitzondering van de late winterteelt van prei, treden in geen enkel gewas grote problemen op. Per gewas zijn er echter bijna altijd verbeterpunten te noemen. Vooral als het gaat om een verdere reductie van het gebruik van herbiciden en het terugbrengen van de uren handwiedwerk. In tabel 1 is te zien dat eggen en vingerwieden niet in de geïntegreerde strategie zijn opgenomen. Beide zijn wel geprobeerd maar voegden niet veel toe aan de combinatie chemisch-mechanisch.

Bij een verdere reductie van de beschikbaarheid of het gebruik van herbiciden bieden deze technieken echter zeker perspectief.

Prei

De zomerteelt van prei wordt in het begin afgedekt met acryldoek. Dat maakt mechanische bestrijding erg moeilijk. De meest effectieve manier die overblijft is chemische onkruidbestrijding, waarvoor het doek tijdelijk wordt verwijderd. Later in de teelt, als het doek permanent verwijderd is, is mechanische bestrijding moeilijk door de korte rijafstand (vier rijen/bed) en doordat het gewas dan al vrij groot is. De populaties straatgras, varkensgras en hanepoot nemen echter tijdens de zomerteelt toe. Hoewel ze geen problemen veroorzaken tijdens de preiteelt, kunnen ze wel zaden produceren en zo problemen veroorzaken in volgteelten.

In de late herfstteelt en beide wintersteelten werd zowel mechanische als chemische onkruidbestrijding toegepast. Bij de late winterprei heeft de strategie, gezien de hoge arbeidsinzet voor handwieden, onvoldoende gewerkt. De problemen worden veroorzaakt door natte omstandigheden tijdens de teelt en veronkruiding aan het eind van de teelt (in februari-april) als het gewas weer wordt bemest en hergroeit. Het onkruid doet hetzelfde! Wellicht is een aanvullende chemische of mechanische bestrijding voldoende om dit probleem te verhelpen.

Alle bespuitingen werden met LDS techniek uitgevoerd met een combinatie van de herbiciden Butisan en Lantagran WP. Lantagran staat bovenaan in de top-5 van uitspoelingsgevoelige middelen (zie artikel Geïntegreerde gewasbescherming en milieubelasting), zodat een toepassing van Lantagran in de late teelten zoveel mogelijk beperkt moet blijven. Daarbij komt dat Lantagran op termijn verdwijnt. De fabrikant vraagt geen verlenging van

de toelating meer aan. In alle preiteelten wordt ook handmatig onkruid bestreden. Vooral in de gewasrijen. Mechanische onkruid-bestrijdingsmethoden zijn tot op heden niet in staat om onkruiden in de rij effectief (volledig) te bestrijden, maar de vingerwieder kan een groot deel van het handwiedwerk overnemen. Daardoor is een aanzienlijke arbeidsbesparing te realiseren. Op het biologische bedrijf wordt de vingerwieder met succes gebruikt. De hoeveelheid handwiedwerk blijft beperkt tot 27 uur/ha. Dit resultaat geeft aanleiding om de geïntegreerde strategie nog eens kritisch tegen het licht te houden. Zonder chemische middelen blijkt een goed resultaat ook mogelijk.

Kropsla

In de slateelt werd alleen gebruik gemaakt van mechanische en handmatige onkruidbestrijding. Soms bleek er toch teveel muur voor te komen (zaadvorming!), waardoor deze strategie niet helemaal succesvol lijkt. Wellicht zijn maatregelen op bedrijfsniveau nodig om een onkruid als muur effectief te bestrijden. Het onkruid is namelijk in staat om in korte tijd zaad te vormen, waardoor de zaadpopulatie zeer snel kan opbouwen bij een minder succesvolle bestrijding. Dit levert problemen op in volgende teelten.

Vanaf 2001 is de vingerwieder met succes ingezet in ijsbergsla. De plantjes worden hiertoe wel extra diep geplant en de vingerwieder wordt ruim afgesteld aan het begin van de teelt. De praktijk past deze methode ook toe.

Chinees kool

De onkruidbestrijding in Chinese kool is bijzonder succesvol. Er wordt een goed resultaat bereikt met alleen schoffelen (in de teelt van Chinese kool zijn geen herbiciden toegelaten). Deze bewerking wordt doorgaans slechts een keer per teelt twee maal op dezelfde dag uitgevoerd. Dit resultaat was ook te zien in het biologische systeem. Er wordt meestal wat langer gewacht met schoffelen dan bij de andere gewassen. Het onkruid is dan wel wat groter, maar kan nog afdoende worden bestreden. Het gewas groeit vervolgens snel dicht, waardoor onkruiden geen probleem meer vormen voordat het gewas

wordt geogst. Bij de vroege teelt wordt het acryldoek en bij de overige teelten het insectengaas tijdelijk (één dag) verwijderd voor het uitvoeren van de bewerkingen. Hierdoor ontstaat er helaas een kans op aantasting door koolvlieg.

Aardbeien

In de aardbeiteelt is een tweedeling te zien. In 1997 is gestart met de teelt in de grond met stro bedekking zoals die ook in de praktijk het meest gangbaar is. Vanaf 1999 is in een deel van de aardbeiteelt zwarte folie gebruikt als bodembedekking (met stro daar weer op en fertigatielangen in de grond). Voor de (beide) teelten wordt een vals zaaibed aangelegd door zo vroeg mogelijk te ploegen (is ook nodig voor bezakking van de grond). Daarna wordt tweemaal geëgd om het opgekomen onkruid te bestrijden. Chemische bestrijding van onkruiden (gras) is lastig vanwege het wegvallen van Simazin als herbicide, hoewel extra bespuitingen worden uitgevoerd met fenmedifam. Deze actieve stof werkt echter niet tegen grassen.

Na het planten is mechanische onkruidbestrijding moeilijk, omdat het plantbed regelmatig vochtig moet worden gehouden voor een goede aanslag van de planten. In de teelt met folie kan voor het folie leggen nog mechanisch worden gewerkt met schoffels en vingerwieders. Het gebruik van folie als bodembedekker lijkt een goede oplossing voor onkruidbestrijding. Onkruiden in plantgaten en langs de folieranden zijn echter lastig te bestrijden.

Bij gebruik van folie zijn de problemen met graanopslag gereduceerd ten opzichte van de teelt zonder folie. Graanopslag is bij de teelt zonder folie een probleem, omdat de opslag eerst gekiemd moet zijn voordat een bespuiting zin heeft. De wachttijd van het middel Targa (drie weken) is daarvoor echter te lang. Immers, de eerste pluk valt meestal al binnen die drie weken. Bij gebruik van grondfolie krijgt de graanopslag minder kans om te kiemen doordat het niet op een vochtige grond licht. Als het wel kiemt kan het vervolgens niet met de wortels de grond in. Het gevolg is dat de opslag niet verder kan groeien.



Vóór het leggen van de folie in aardbeien wordt onkruid in de rij bestreden met de vingerwieder. Door het gebruik van folie wordt chemische onkruidbestrijding overbodig



Bospeen

De strategie in bospeen is uitsluitend gericht op het gebruik van herbiciden (Dosanex). Deze strategie was tijdens de proefperiode succesvol, maar door het wegvallen van dit middel, waarschijnlijk per 1 juli 2003, dreigt de bestrijding van met name straatgras om een andere oplossing te vragen. Er zijn nog drie andere middelen toegelaten: linuron werkt onvoldoende tegen grassen, Fusilade werkt niet tegen straatgras en Centium 360CS werkt eveneens niet tegen straatgras.

De niet-chemische onkruidbestrijding in biologische bospeen bleek goed mogelijk maar kost opbrengst, extra tijd en aandacht. Bovendien kan incidenteel, als de bestrijding minder goed is geslaagd, veel handwiedwerk nodig zijn. Vandaar dat in het geïntegreerde systeem nog steeds herbiciden worden ingezet.

Knolvenkel

Schoffelen en aanaarden blijkt in combinatie met herbiciden (linuron) een geschikte strategie om onkruidproblemen in knolvenkel te voorkomen. Handwieden is overbodig omdat onkruiden in de rij afdoende bestreden worden door aanaarden. Linuron is uitspoelingsgevoelig, zoals blijkt uit het artikel 'pesticidenselectie en milieubelasting'. Daarom is de overstap op mechanische bestrijding een overweging. Zoals uit de praktijk blijkt, is het mogelijk om onkruid volledig mechanisch te bestrijden. Herbiciden zijn tot op heden echter het meest in trek bij telers. Er zijn geen ervaringen met volledig mechanische onkruidbestrijding op het biologische systeem in Meterik, omdat knolvenkel niet was opgenomen in de rotatie. Gezien de ervaringen met de andere gewassen en de ervaringen in Westmaas met knolvenkel wordt verwacht dat volledige mechanische bestrijding goed mogelijk is. Het gebruik van de vingerwieder in combinatie met aanaardend schoffelen kan de onkruiden in de rij voldoende bestrijden.

Tagetes

Onkruiden zijn bij volvelds zaai van Tagetes alleen te bestrijden met herbiciden (Betanal (niet meer toegelaten) en Goltix). De inzet van herbiciden bij Tagetes is hoog in



In knolvenkel wordt gebruik gemaakt van aanaardend schoffelen. De onkruiden in de gewasrij worden bestreden door bedekking met grond

vergelijking met andere gewassen. Dit is jammer, omdat het gewas wordt ingezet om het gebruik van grondontsmettingsmiddelen te reduceren of overbodig te maken. Er zijn mogelijkheden voor mechanische onkruidbestrijding in Tagetes. Op het biologische bedrijf is dit met redelijk succes uitgevoerd. Tagetes wordt op perspotten gezaaid en machinaal in rijen geplant, waarna kan worden geschoffeld. Deze oplossing is helaas een vrij kostbare ten opzichte van gewoon zaaien en spuiten.

Perspectief

De gehanteerde strategieën blijken redelijk succesvol, maar zijn nog voor verbetering vatbaar. Vergeleken met de aanpak op het biologische systeem blijkt dat een verdere reductie van herbicidengebruik in een aantal gewassen mogelijk is, zonder al te grote concessies te doen aan het bestrijdingsresultaat. De hoeveelheid handwiedwerk neemt dan vaak toe, evenals het aantal mechanische bewerkingen en de daarvoor benodigde uren.

De hoeveelheid handwiedwerk is voor een aantal teelten nog te hoog. In sommige teelten is het onkruid mechanisch lastig beheersbaar. Mechanische onkruidbestrijding is onder natte omstandigheden weinig succesvol, zodat in de late teelten soms uitgeweken moet worden naar chemische onkruidbestrijding. Wanneer mechanische bestrijding wel toegepast kan worden is de methode meestal vrij effectief.

Ook in de vollegrondsgroenteteelt gaat de ontwikkeling van verbeterde mechanische methoden snel. De verdere ontwikkeling van mechanische onkruidbestrijding zal op de korte tot middellange termijn het gebruik van herbiciden verder kunnen terugdringen. Bij de onkruidbestrijding tussen de gewasrijen gaat het met name om verbetering van de schoffelapparatuur. Met actieve of zelfsturende schoffelsystemen kan nauwkeuriger gewerkt worden waardoor de capaciteit toeneemt en de te schoffelen oppervlakte wordt vergroot. Daarnaast komen er meer machines beschikbaar die ook in de rij werken. Denk hierbij aan vingerwieders, torsiewieders, rotorwieders, wiedzacraat en 'high tech' oplossingen zoals camerabesturing (beeldherkenning) eventueel in combinatie met een wiedrobot.

Voor een geslaagde praktijkimplementatie van deze technieken in de geïntegreerde teelt is het wel een voorwaarde dat ze relatief goedkoop zijn en een effectiviteit, arbeidsinzet en robuustheid hebben die de chemische bestrijding benaderd. Uit economische overwegingen gaat tot op heden in veel gevallen de voorkeur nog uit naar een chemische bestrijding.

Ziekte- en plaagbeheersing; conflict tussen milieu en productkwaliteit

Ziekten en plagen in vollegrondsgroentegewassen kunnen tot grote opbrengst- en kwaliteitsverliezen leiden. Kleine beschadigingen maken een product al snel onverkoopbaar. Uit het systeemonderzoek in Meterik blijkt dat voldoende productkwaliteit en ambitieuze milieudoelstellingen in de vollegrondsgroente- teelt nog moeilijk samen gaan.

In tegenstelling tot onkruidbeheersing is de beheersing van ziekten en plagen nog steeds grotendeels afhankelijk van chemische bestrijdingsmiddelen. Toch is er inmiddels een aantal niet-chemische mogelijkheden en methoden beschikbaar die ingezet kunnen worden in de geïntegreerde en biologische teelt. Deze methoden dragen bij aan een reductie van de inzet van chemische middelen en de daardoor veroorzaakte milieubelasting.

Een geïntegreerde gewasbeschermingsstrategie begint bij een uitgekende vruchtwisseling en een goede gewaskeuze en vruchtopvolging. Om bodemboden ziekten en plagen zo weinig mogelijk kans te geven is gekozen voor een 1 op 3 rotatie (1 op 6 voor bospeen) met daarin opgenomen gewassen uit verschillende plantenfamilies. Zelfs bij de keuze van groenbemesters wordt met dit principe rekening gehouden. Daarom wordt zo mogelijk graan ingezet, niet behorend tot een van de families waartoe de groentegewassen behoren. Deze vruchtwisseling is een compromis tussen wat wenselijk is vanuit een goede preventie van ziekten en plagen en de economische noodzaak tot specialisatie en intensivering.

Een andere belangrijke preventieve maatregel is een goede rassenkeuze, waarbij zoveel mogelijk gebruik gemaakt wordt van rassen die resistent of tolerant zijn tegen de belangrijkste ziekten en plagen. Bij de rassenkeuze is hier zoveel mogelijk rekening gehouden. Het gebruik van luisresistentie bij kropsla en hybride preirassen die tolerant zijn voor schimmelziekten, zijn hier concrete voorbeelden van.

Bedrijfshygiëne is een belangrijke preventieve strategie. Een snelle inwerking van gewasresten bij bijvoorbeeld Chinese kool en kropsla heeft alle aandacht gekregen. Om de vatbaarheid voor ziekten en plagen zoveel mogelijk te beperken, is zoveel mogelijk gezorgd voor een regelmatige groei en een voldoende nutriënten en vochtvoorziening. Bodembedekking speelt een belangrijke rol bij het voorkomen van ziekten, zoals vruchtrot in aardbei. De plantafstand bij onder meer prei is aan de ruime kant gehouden om het microklimaat in het gewas ongunstiger te maken voor schimmelziekten. De ruimtelijke spreiding

van percelen met hetzelfde gewas van invloed is op de verspreiding van ziekten en plagen binnen het bedrijf. Er is zoveel mogelijk voorkomen dat gewassen worden geteeld op percelen die grenzen aan percelen waar het voorafgaande jaar hetzelfde gewas heeft gestaan.

Bestrijdingsnoodzaak

Voordat tot een bestrijding wordt overgegaan, wordt eerst de noodzaak ervan vastgesteld. Een regelmatige gewasinspectie is hiervoor dan ook noodzakelijk. Indien schadedrempels beschikbaar zijn, worden die bij aantasting van een gewas gebruikt. Omdat de tolerantie voor aantastingen zeer laag is, wordt in de meeste gevallen echter bestreden op basis van eerste waarneming van ziekten. Voor enkele schimmelziekten wordt preventief ingegrepen op basis van waarschuwingssystemen of weersomstandigheden (zie tabel 1). Daarnaast helpen verschillende beslissingsondersteunende computermodellen bij de afweging van wel of niet en wanneer bestrijden. In Meterik wordt gebruik gemaakt van GEWIS en bij aardbei van OPTIBOL. Bij deze modellen wordt aan de hand van metingen (o.a. bladnat, neerslag, temperatuur, wind) en weersvoorspellingen de bestrijding scenario's afgewogen.

Bestrijding

Als bestrijding in een gewas nodig is, worden eerst de mogelijkheden voor een niet-chemische bestrijding (bijvoorbeeld biologisch) toegepast. Helaas verkeren veel van de strategieën op gebied van biologische bestrijding nog in de onderzoeksfase. De nog overblijvende problemen worden bestreden met chemische gewasbeschermingsmiddelen.

Bij de chemische bestrijding gaat de voorkeur uit naar middelen met het laagste risico voor emissie (zie voor toelichting artikel Geïntegreerde gewasbescherming en

milieubelasting) Hierbij wordt vanzelfsprekend rekening gehouden met de landbouwkundige effectiviteit van de middelen. De middelen worden onder de meest gunstige weers-omstandigheden en -verwachtingen en stand van het gewas toegepast om met de laagst mogelijke dosering een zo effectief mogelijke bestrijding te verkrijgen. Het programma GEWIS levert hierbij een goede onder-steuning.

In tabel 1 en 2 zijn de strategieën en de belangrijkste daarbij behorende ervaringen op gewasniveau verder uitgewerkt. De resultaten voor kwaliteitsproductie per gewas dienen mede als maatstaf voor het resultaat van de ziekte- en plaagbeheersingsstrategie (tabel 2 in artikel 'samenvatting van de resultaten').

Prei

In prei spelen bodemgebonden ziekten zoals papiervlekken en Fusarium en in mindere mate aaltjes een rol. Sporen van papiervlekkenziekte overleven in de bodem en worden overgebracht op het gewas door opspattend water. Verder zijn de meeste ziekten en plagen in staat om te overleven doordat meerdere teelten achter elkaar (en gedeeltelijk tegelijk of naast elkaar) plaatsvinden. Een nauwe rotatie of continueelt, gebruikelijk in de praktijk, is daarom problematisch. Een 1 op 3 rotatie met voldoende tijd en ruimte tussen de opeenvolgende teelten, is een compromis tussen preventie van ziekten en plagen en een aanvaardbaar economisch resultaat.

Tabel 1. Toegepaste strategieën voor ziektebestrijding per gewas

Gewas	Ziekte	Preventie				Bestrijding			
		Vrucht-wisseling	Beregening	Plant-afstand	Rassen-keuze	Na signalering	Preventief	Schade-drempel	Geleide bestrijding
Prei	purpervlekken	-	-	X	X	X	-	-	-
	roest	-	-	X	X	X	-	X	X
Aardbei	papiervlekken	X	-	X	X	-	X	-	-
	Phytophthora	X	-	-	-	-	X	-	-
	Verticilium	X	-	-	-	-	-	-	-
	Botrytis	-	-	X	-	-	X	-	-
Kropsla	meeldauw	-	-	-	-	X	-	-	-
	smet	X	-	X	X	-	X	-	-
Chinese kool	meeldauw	-	-	-	X	X	-	-	-
	Alternaria	-	-	X	X	X	-	-	-
Knolvenkel	smet	X	-	X	X	-	-	-	-
	Sclerotinia	X	-	-	-	-	-	-	-
Bospeen	Alternaria	-	-	X	X	X	-	-	-
	meeldauw	-	X	-	-	X	-	-	-

Tabel 2. Toegepaste strategieën voor plaagbestrijding per gewas

Gewas	Plaag	Preventie		Bestrijding				
		Vrucht-wisseling	Rassen-keuze	Na signalering	Preventief	Schade-drempel	Geleide bestrijding	Gewas-bedekking
Prei	trips	-	-	X	X *	-	-	-
	preimot	-	-	X	-	-	-	-
Aardbei	trips	-	-	X	-	X	X	-
	luizen	-	-	X	-	X	-	-
Kropsla	luizen	-	X	X	-	-	-	-
	rups	-	-	X	-	-	-	-
Chinese kool	koolvlieg	X	-	X	-	-	-	X
	luizen	-	-	X	-	-	-	-
	rups	-	-	X	-	-	-	-
Knolvenkel	luizen	-	-	X	-	X	-	-
	wortelvlieg	X	-	X	X *	X	X	-
Bospeen	luizen	-	-	X	-	X	-	-

* zaadcoating

De problemen met bladvlekken zorgen, naast trips, voor verlaging van de productkwaliteit, ondanks de uitgevoerde bespuitingen met verschillende middelen. De milieubelasting en pesticidenemissie op bedrijfsniveau wordt sterk bepaald door de fungicidenbespuitingen in prei. De middelen Corbel, Eupareen, Folicur en Kenbyo staan hoog in de top-5 voor zowel BRI als MBP (zie artikel 'geïntegreerde gewasbescherming en milieubelasting'). De nieuwe preihybriden die de laatste jaren in het systeem opgenomen zijn, lijken door een hoger resistentie niveau perspectief te bieden voor een verbeterde kwaliteit en lagere inzet van pesticiden.

Trips is het tweede grote probleem in de preiteelt. De inzet van insecticiden (Decis, Mesurol) was onvermijdelijk, hoewel het resultaat niet bevredigend is. De gebruikte middelen dragen ook sterk bij aan het plaatje voor de milieubelasting van het bedrijf.

Het lijkt vooralsnog ondenkbaar dat bij gelijk blijvende kwaliteitseisen de preiteelt zonder chemische middelen kan plaatsvinden. Ervaringen in de biologische teelt bevestigen dit.

Aardbei

Een ruimere rotatie voorkomt niet alle schimmelziekten in aardbei. Aantastingen van Phytophthora en Verticilium zijn te beperken of te voorkomen met een ruime vruchtwisseling. Worteltesieaaltjes fungeren als vector voor Verticilium, zodat een ruime rotatie en een tagetesteelt indirect effect heeft op Verticilium-aantasting. Voor Phytophthora, dat mogelijk al in het plantmateriaal zit, bleek een preventieve bespuiting met Paraat onvermijdelijk. Voor Botrytis, het grootste probleem in de aardbeiteelt, geldt dat de vruchtwisseling nauwelijks van invloed is. De kwaliteitsproductie had ook met name te lijden onder Botrytisaantasting, hoewel er een aantal malen een bespuiting is uitgevoerd met de fungiciden Eupareen, Ronilan (niet meer toegelaten) en Scala. Meeldauw werd, indien nodig, bestreden met Nimrod. De ziekte zorgde echter nooit echt voor grote problemen. Vrijwel alle bespuitingen waren rijenbespuitingen. Dat leverde, hoewel het meer arbeid kost, een aanzienlijke middelenbesparing op.

Het gebruik van folie als bodembedekking kan mogelijk een gunstige invloed op het verminderen van schimmelziekten hebben, omdat het strobed sneller droog is. Dit is echter nog niet aangetoond, omdat folie nog maar sinds 1999 gebruikt wordt. Het waarschuwingssysteem OPTIBOL voor Botrytis werd succesvol toegepast.

Zodra in meerdere bloemen trips werden waargenomen, werden deze bestreden met Decis. Twee bespuitingen waren veelal voldoende. Luis werd met Pirimor bestreden zodra er meerdere exemplaren in de jonge opgevouwen blaadjes werden waargenomen. Andere plagen zoals rups, spint en de aardbeibloesemkever leverde nooit tot vrijwel nooit problemen op.



De resultaten van de teelt van kropsla waren onbevredigend, voornamelijk door de problemen met ziekten en plagen

Kropsla

De kwaliteitsproductie van kropsla was over het geheel genomen onbevredigend. De uniformiteit van het gewas was te laag en de sla was aangetast door luizen en smet. In 1999 en 2000 ontstonden er ook steeds meer problemen vanwege het doorbreken van de meeldauwresistenties van de rassen. Door de rotatie te verruimen kunnen problemen met smet verkleind worden, maar met de gekozen 1 op 3 rotatie en de inzet van fungiciden (Rovral aquaflo en Ronilan) bleek het niet mogelijk om het probleem op te lossen. Luizen zorgden in 1997 en 1998 voor lage kwaliteit en een hoge insecticideninzet (Pirimor en Decis). Vanaf 1999 werd een luisresistent ras ingezet. Daardoor daalde het middelengebruik aanzienlijk (zie artikel Geïntegreerde gewasbescherming en milieubelasting). Ondanks al deze maatregelen bleek de kwaliteitsproductie van kropsla niet voldoende te verbeteren.

Bospeen

Bij bospeen is nadrukkelijk gekozen voor een 1 op 6 rotatie om problemen met het worteltesieaaltje, Pythium en bacterieziekten te voorkomen. Daarnaast wordt afrikaantje (tagetetes) in de rotatie opgenomen voor de teelt van bospeen en zo nodig ook op andere momenten in de rotatie om worteltesieaaltjes actief te bestrijden. Deze strategie blijkt succesvol, want alleen het eerste jaar toen nog geen tagetes vooraf was geteeld is schade van het worteltesieaaltje ontdekt.

Dat is anders met de schade van meeldauw. In één jaar trad net voor de oogst een zware meeldauwaantasting op. Door de lange veiligheidstermijn van de fungiciden was het niet mogelijk om voor de oogst nog een bespuiting uit te voeren. Uiteindelijk werd de kwaliteit van de hele oogst tot nul gereduceerd. Met een goede vochtvoorziening (beregening wanneer nodig) aan het einde van de teelt kan meeldauw echter doorgaans goed worden voorkomen.

Luizen werden na signalering bestreden met Pirimor. Daarbij werd een schadedrempel gehanteerd. Luisbestrijding is niet alleen vanwege kwaliteitsderving noodzakelijk, maar ook omdat luizen virus kunnen overbrengen. Virussen zorgen voor bladverkleuring, waardoor de kwaliteit van het product

sterk daalt. Op het biologische bedrijfssysteem kwamen deze problemen ook voor.

Ter preventieve bestrijding van de wortelvlieg werd gecoat zaad gebruikt. De wortelvlieg veroorzaakte geen problemen. Bij monitoring met plakvallen en bij de biologische peen bleek dat de vlieg wel voorkwam, maar dat de populatie nooit schadelijke niveaus bereikte.

Chinese kool

Gemiddeld genomen had de teelt van Chinese kool geen grote problemen. Behalve in de vroege teelt was het nodig om een bespuiting met Rovral aquaflo uit te voeren tegen *Alternaria*. Koolvlieg was geen probleem, maar luis en rupsen (o.a. van de knobbelbladwesp) daarentegen moesten soms chemisch bestreden worden met Decis, Pirimor of Nomolt. In sommige teelten traden ook problemen op met smet en natrot. De kwaliteit (en dan met name de omvang) van het geoogste product heeft in een aantal gevallen duidelijk geleden onder deze ziekten en plagen. Uit een vergelijking met de resultaten van het biologische systeem blijkt dat rupsen daar soms ook grote schade hebben aangericht.

Knolvenkel

Knolvenkel heeft weinig te lijden van ziekten en plagen. Alleen *Sclerotinia* en luizen kunnen het gewas schade toebrengen. De bestrijding van luis werd gedaan met Pirimor na signalering, waarbij een schadedrempel werd gehanteerd. Om onduidelijke redenen is de kwaliteitsproductie toch achtergebleven op de streefwaarde. Dit bleek echter niet het gevolg van ziekten en plagen. Verbeteringen kunnen mogelijk bereikt worden door aanpassingen in de beregeningsstrategie. In vergelijking met de praktijk was de kwaliteitsproductie overigens voldoende.

Hoe nu verder?

In de meeste teelten waar opbrengst- of kwaliteitsverlies optreedt, is dit te wijten aan ziekten en plagen. Met name trips en bladplekken in prei en luizen en meeldauw in sla zijn nog moeilijk beheersbaar. Rupsenbestrijding vraagt bij sla en Chinese kool steeds meer de aandacht. Voor prei worden oplossingen gezocht in teeltopvolging en ruimtelijke spreiding en waarschuwingssystemen. De problemen met het wortelziekaaltje zijn grotendeels ondervangen door een 1 op 6 rotatie van peen en het opnemen van *Tagetes* in het teeltplan. Bij aardbei is *Botrytis* goed beheersbaar door gebruik te maken van het model OPTIBOL. De vele ziekten en plagen bij dit gewas vragen echter nog volop de aandacht.

Naast de optredende kwaliteitsverliezen is ook de milieubelasting door de pesticideninzet hoger dan nagestreefd (zie artikel 'geïntegreerde gewasbescherming en milieubelasting'). De juiste balans tussen beide doelstellingen blijft moeilijk te vinden. Verdere

verbeteringen op deze thema's zijn afhankelijk van de beschikbaarheid van een verder verbeterd instrumentarium voor de beheersing van ziekten en plagen. Zo kunnen resistente rassen een belangrijke bijdrage leveren. Daarnaast zullen er bij gelijkblijvende kwaliteitseisen vooralsnog pesticiden nodig blijven voor een voldoende kwaliteitsproductie. De beschikbaarheid van een voldoende effectief middelenpakket met een lage milieubelasting blijft dan ook een belangrijke voorwaarde voor een economische rendabele geïntegreerde teelt. De beschikbaarheid van dit soort middelen komt steeds meer in de knel. De toelating en ontwikkeling van deze middelen specifiek voor de groenteteelt blijkt voor de chemische concerns momenteel weinig interessant te zijn. Een totaal andere insteek is het gezamenlijk met ketenpartijen zoeken naar oplossingen op het gebied van kwaliteitseisen. Een voorbeeld is de tripsschade bij prei. De kwaliteitschade zit vooral in het blad dat later toch verwijderd wordt. Wanneer ingekorte prei geleverd kan worden, is tripsschade mogelijk een minder groot probleem.

De in het systeemonderzoek gebruikte instrumenten en technieken vragen nog veel kennis. Voor toepassing in de praktijk zullen de toegepaste technieken verder vertaald moeten worden naar eenvoudig toepasbare instrumenten. Een verdere toetsing en verbetering van de technieken zal op praktijkbedrijven moeten plaatsvinden zoals momenteel voor een aantal regio's gebeurt in projecten als 'Telen met Toekomst.' Grote belemmeringen bij deze praktijkimplementatie zijn de relatief slechte economische situatie op veel bedrijven, de afwezigheid van een financiële beloning voor geïntegreerde productie en de noodzakelijke investeringen in kennis.

Kortom, ondanks vele belemmeringen en knelpunten zijn er genoeg aangrijpingspunten om in de vollegrondsgroenteteelt tot een meer maatschappelijk aanvaardbare gewasbescherming te komen. Dit zal echter wel de inspanning van alle betrokken actoren vergen.



Chinese kool is een aantrekkelijk gewas voor de geïntegreerde teelt, er zijn weinig problemen met ziekten en plagen en de kwaliteit was goed

Bemesting; stikstofuitspoeling blijft knelpunt

De invulling van de bemestingsstrategie is sterk gericht op de regionale problemen met stikstofuitspoeling en fosfaat-, kali- en organische stof gehalten van de bodem. Met de uitgevoerde bemestingsstrategie zijn de nutriëntoverschotten sterk geminimaliseerd en blijft het organische stof gehalte op peil. De risico's op stikstof- en fosfaatuitspoeling blijven echter te hoog.

Bij een geïntegreerde bemestingsstrategie wordt een goed en kwalitatief gezond gewas geteeld, waarbij rekening wordt gehouden met minimale verliezen van nutriënten en handhaving van de bodemvruchtbaarheid. Vanzelfsprekend worden de economische aspecten niet uit het oog verloren. De hoofdpunten van een geïntegreerde bemesting zijn:

- de bemestingstoestand van de grond wordt op een economisch en ecologisch verantwoord peil gehandhaafd.
- dosering en toepassing van meststoffen is gericht op een optimale benutting door een gewas en een zo laag mogelijke emissie naar het milieu.
- waar mogelijk wordt kunstmest vervangen door organische mest. Enkele redenen hierbij zijn:
 - verbetering en handhaving van de bodemvruchtbaarheid
 - sluiten van kringlopen
 - kosten
- maximale inzet groenbemesters ter verlaging van de uitspoeling.

Bemestingsstrategie in Meterik

De specifieke problemen met het zeer hoge fosfaatgehalte in de bodem vraagt om een strategie, waarbij geen organische mest wordt gebruikt en geen fosfaat wordt aangevoerd met kunstmest. Het achterwege laten van organische mest kan problemen opleveren voor het op peil te houden van het percentage organische stof van de bodem. Uit de organische stof balans blijkt echter dat met perspotten, gewasresten en groenbemesters ook veel organische stof wordt aangevoerd. Het kaligetal te Meterik lag bij de start van het systeem in 1996 iets boven het streeftraject en het organische stof gehalte lag in 1996 met een percentage van 2,8 op een voldoende hoog niveau.

Op basis van de bodemreserves heeft de bemestingsstrategie voor het bedrijfssysteem in Meterik de volgende doelen:

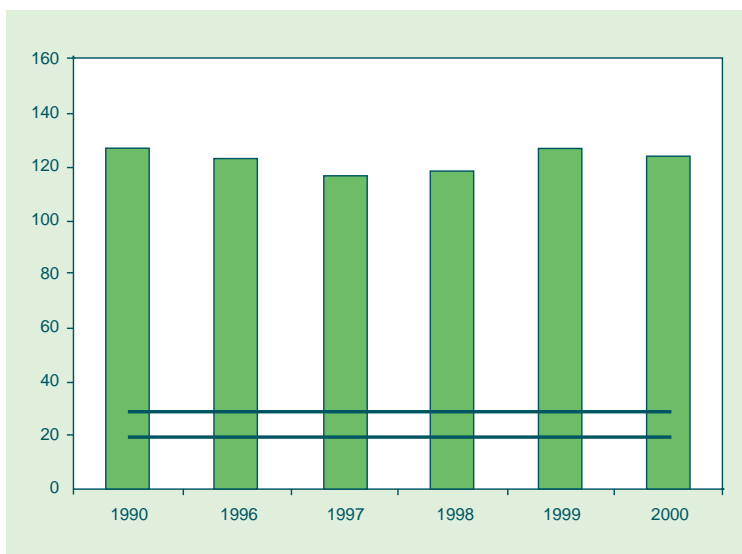
1. het reduceren van de hoeveelheid fosfaat in de bodem (hoge Pw)
2. op peil houden van de bodemvoorraad kali
3. het reduceren van de stikstofuitspoeling
4. ten minste in stand houden van het organische stof gehalte door de berekende afbraak minimaal te compenseren door aanvoer van organisch materiaal.

Fosfaat

De zandgronden in zuidoost Nederland hebben vaak milieukundig onaanvaardbare fosfaatgehalten. Uit het project 'verbreding geïntegreerde vollegrondsgroenteteelt' bleek dat bij de deelnemende bedrijven op de zandgronden in Brabant en Limburg ongeveer 80% van de percelen een Pw hoger dan 50 had en in Limburg zelfs ongeveer de helft van de percelen een Pw hoger dan 100.

De oorzaak van het hoge fosfaatgehalte is de al jaren voortgaande aanvoer van dierlijke mest, eventueel nog aangevuld met extra fosfaat bemestingen. Deze zeer fosfaatrijke gronden gaan op den duur fosfaat lekken naar het grondwater. De Pw te Meterik is zeer hoog (figuur 1). Bij dit niveau is bemesting met fosfaat niet zinvol voor een goede gewasgroei.

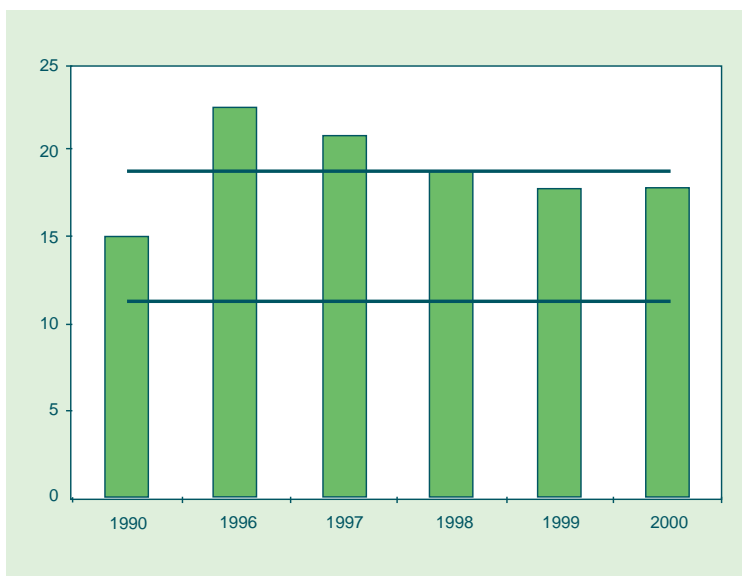
Vanwege het hoge fosfaatgehalte van de bodem is ervoor gekozen om geen dierlijke mest te gebruiken en geen fosfaat via mest aan te voeren (tabel 1). Aanvoer van fosfaat is echter niet geheel te vermijden. Vooral het stro in de aardbei geeft nog een relatief hoge aanvoerpost. Uit figuur 1 blijkt dat de strategie in ieder geval geen verdere toename van het fosfaatgehalte sinds 1990 heeft veroorzaakt. Het streeftraject van Pw 20-30 is op korte of middellange termijn echter niet haalbaar.



Figuur 1. Verloop van de Pw op het geïntegreerde bedrijfssysteem in Meterik (lijnen geven streeftraject weer)

Kali

Voor wat betreft het kaligehalte van de bodem is het beeld gunstiger. Deze waarde was niet zo extreem hoog als de Pw, waardoor het streeftraject van 10-19 meer binnen het bereik lag. De bedoeling was om een overschot van 40 kg/ha kali te creëren op de balans, dit ter compensatie van de onvermijdbare verliezen (vnl. uitspoeling) (tabel 2). In de meeste jaren is de balans negatief uitgekomen. Pas in 2000 treedt voor het eerst een klein overschot op doordat aanvankelijk de afvoer te laag was ingeschat en er daarom te weinig kali werd aangevoerd.



Figuur 2. Verloop van het K-getal op het geïntegreerde bedrijfssysteem in Meterik van 1996-2000 (lijnen geven streeftraject weer)

Tabel 1. Fosfaatbalans(kg/ha fosfaat) voor beide geïntegreerde bedrijfstypes

	Prei-aardbei	Prei-sla
aanvoer	10	1
afvoer	29	41
overschot	-20	-41

In figuur 2 wordt het verloop van het K-getal weergegeven. De stijging van het K-getal over de periode 1990 tot en met 1996 wordt veroorzaakt doordat vanaf 1990 alle percelen volledig werden gebruikt voor groenteteelt en er gericht met kali werd bemest volgens de toen geldende adviezen voor groenteteelt. Vanaf 1996 zijn deze adviezen naar beneden bijgesteld volgens de akkerbouw adviezen. Vanaf 1997 daalde het kaligehalte daardoor tot binnen het streeftraject. Vanaf 1999 is de strategie er op gericht om het K-getal binnen het streeftraject te houden.

Stikstof

Voor stikstof is geprobeerd het overschot en het minerale stikstofgehalte van de bodem in het najaar terug te dringen om zo uitspoeling te voorkomen. Een heel scala aan maatregelen wordt daartoe ingezet, zoals gewasgerichte bemesting met behulp van het Stikstof Bijmest Systemen (NBS), rijenbemesting en zaai van groenbemesters.

Stikstofoverschot

In tabel 4 is de stikstofbalans weergegeven voor beide bedrijfstypen, waarbij ook de depositie en fixatie is meegenomen.

De aan- en afvoerposten zijn voor het prei-sla-systeem duidelijk hoger. Dat komt door de gewasverschillen tussen sla en aardbei. Bij sla worden veel meer kilogrammen product geoogst. De teelt vindt gedeeltelijk laat in het jaar plaats; een periode waarin de verliezen groter zijn. De aanvoer is daarom ook afgestemd op de stikstofbehoefte van het gewas.

De Minas-norm voor 2003 voor uitspoelingsgevoelige zandgronden bedraagt 60 kg stikstof/ha. Aan deze norm

Tabel 2. Kalibalans (kg/ha kali) voor beide geïntegreerde bedrijfstypes

	Prei-aardbei	Prei-sla
aanvoer	161 *	165
afvoer	139	212
overschot	22	-47

* aanvoer incl. kali in stro t.b.v. grondbedekking aardbeien

Tabel 3. Stikstofbalans (kg/ha stikstof) voor beide geïntegreerde bedrijfstypes in Meterik

	Prei-aardbei		Prei-sla	
	Werkelijk	Minas	Werkelijk	Minas
aanvoer	162	162	203	203
depositie	42		42	
fixatie	0	0	0	0
afvoer (werkelijk/forfaitair)	89	165	128	165
overschot (werkelijk)	115		118	
overschot MINAS		- 3		38

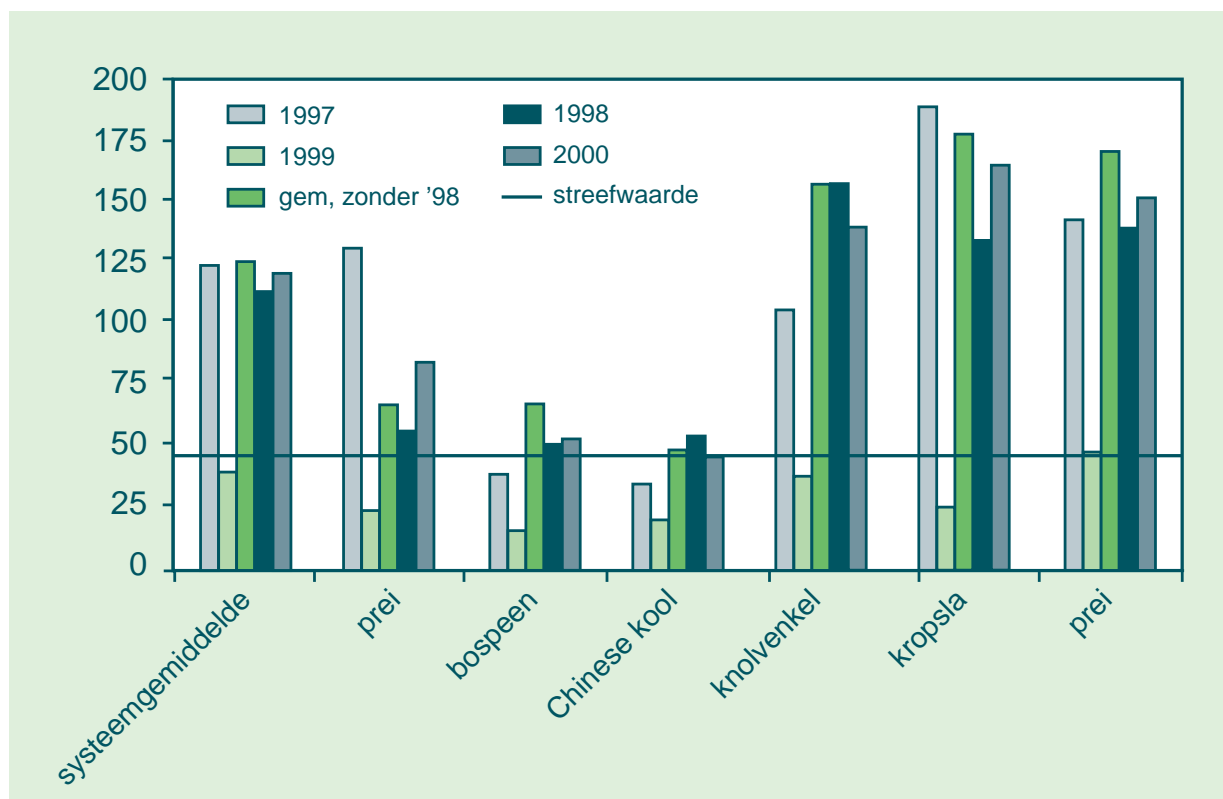
wordt ruimschoots voldaan. Het gemiddelde werkelijke overschot bedraagt ongeveer 115 kg/ha stikstof, ongeveer 15 kg/ha hoger dan de streefwaarde. Het stikstofoverschot is bij de vollegrondsgroenteteelt op zandgrond om verschillende redenen moeilijk verder te verlagen. De teelt van veel groentegewassen in het najaar is moeilijk te combineren met een hoge stikstofefficiëntie. Door de grote hoeveelheid neerslag verdwijnt veel minerale stikstof naar diepere bodemlagen of naar het grond- en oppervlaktewater, waardoor het voor gewassen onbereikbaar wordt. Dit effect wordt alleen maar versterkt wanneer verschillende teelten van een gewas met een lage stikstofefficiëntie na elkaar op het zelfde perceel staan.

Stikstof die bij een vorige teelt al dieper is gezakt blijft onbereikbaar voor een volggewas. De verliezen worden dan een optelsom van twee tot drie teelten samen.

Verdere aanscherping van de bemestingsstrategieën en mogelijk ingrijpende wijziging van het teeltsysteem zijn noodzakelijk om het stikstofoverschot terug te dringen.

Een soortgelijke conclusie is te trekken uit de resultaten voor de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem in het najaar, waar met name de late gewassen een grote bijdrage leveren aan de bodemvoorraad in het najaar. Deze is weergegeven in figuur 3, per gewas en gemiddeld voor het gehele geïntegreerde bedrijfssysteem. In 1998 is de N-min in november lager dan de andere jaren. Dat wordt veroorzaakt door het extreem hoge neerslagoverschot in september en oktober van dat jaar. De uitspoeling van stikstof heeft dus al plaatsgevonden voor de stikstofbepaling in november. Gezien deze sterke afwijking zijn de waarden van 1998 niet meegenomen in het gemiddelde.

In figuur 3 valt op dat de gemiddelde waarden vrijwel altijd ruim boven de norm van 45 kg/ha uitkomen. Dit betekent dat met deze systemen zeer waarschijnlijk niet aan de drinkwaternorm van 50 ppm nitraat kunnen voldoen. Ook al wordt aan de Minas-norm ruimschoots voldaan en wordt bij de werkelijke stikstofbalans de streefwaarde bijna gehaald. De gewassen hebben duidelijk een verschillend aandeel in de uitspoeling. Aardbei en bospeen hebben een vrij lage stikstofbehoefte en laten



Figuur 3. Hoeveelheid minerale stikstof (kg/ha, 0-90 cm) in november op het geïntegreerde systeem in Meterik in de periode van 1997 t/m 2000 (lijn is maximum streefwaarde 45 kg/ha)



Om langere tijd in de behoefte van het gewas te voorzien en om de uitspoeling te beperken wordt een slow-release meststof gebruikt

weinig gewasresten na. Bovendien is er na deze gewassen veelal voldoende ruimte voor een groenbemester. Het effect hiervan op de verlaging van de N-min in november is bijzonder groot! Chinese kool kan door zijn beter ontwikkelde wortelstelsel ook in de herfst stikstof in de bodem beter benutten dan bijvoorbeeld sla en prei. Na de minder efficiënte en herfstgewassen knolvenkel, kropsla en prei kan de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem sterk oplopen en de norm wel vier keer overschrijden. Het stikstofmanagement van het vollegrondsgroentesysteem in Meterik verdient aandacht, omdat hier nog flinke verbeteringen nodig zijn (zie ook artikel Strategieën stikstofbemesting).

Organische stof

Op basis van het organische stof gehalte van 2,8% is een jaarlijkse afbraak van 1.960 kg/ha effectieve organische stof (e.o.s) berekend ¹⁾. De netto aanvoer is berekend op basis van aanvoer van organisch materiaal, zoals dierlijke mest, gewasresten, plantmateriaal en groenbemesters. Er is gestreefd om de aanvoer tenminste zo groot te laten zijn als de berekende afbraak. De uitkomst voor het prei-sla-systeem met een aanvoer van 2.792 kg/ha e.o.s. voldoet ruimschoots aan de doelstelling, maar de aanvoer van het prei-aardbei-systeem (2.061 kg/ha e.o.s.) is maar nauwelijks voldoende. Het verschil wordt met name veroorzaakt door het hogere gebruik van perspotten in het prei-sla-systeem. Wanneer de beide balansen een zo verschillende uitkomst hebben, kan het niet anders dat het organische stof gehalte verschillend ontwikkelt. Dit is in een periode van vier jaar echter nauwelijks meetbaar.

1) Berekend volgens methode uit H. Bosch en P. de Jonge. Handboek voor de akkerbouw en groenteteelt in de vollegrond 1989. PAGV Lelystad, juni 1989.

Samenvatting en perspectief

De gehanteerde bemestingsstrategie heeft niet op alle punten tot het gewenste resultaat geleid. De Pw is niet noemenswaardig gedaald. Het stikstofoverschot is al sterk teruggedrongen. De hoeveelheid minerale stikstof in de bodem in november overschrijdt echter nog ver de norm. Verdere aanscherping van de bemestingsstrategie is noodzakelijk om de streefwaarde te bereiken. De organische stof balans is onder de gehanteerde aannames positief, zodat de bemestingsstrategie in dit opzicht succesvol lijkt.

Een deel van de positieve resultaten is bereikt door het achterwege laten van dierlijke mest. Dit is in de praktijk voor veel telers geen haalbare optie omdat ze veelal vastzitten aan mestafzetcontracten. Daarnaast is dierlijke mest een goedkope aanvulling op de minerale bemesting en organische stof voorziening. In het vervolg van het systeemonderzoek in Meterik zal dan ook dierlijke mest aangevoerd worden in een aantal systeem varianten.

Voor een verdere verlaging van het risico op stikstofuitspoeling zijn er nog diverse aangrijpingspunten. Te noemen zijn: fertigatie, toepassing van gefractioneerde mest, rijenbemesting en geleidelijk vrijkomende meststoffen. Vanaf 1999 zijn er in het systeem in Meterik al enkele nieuwe technieken beproefd die perspectief bieden. Zie hiervoor volgend artikel over alternatieve bemestingsmethoden. Daarnaast zijn er voor de periode 2001 tot en met 2005 nieuwe systemen opgezet waarin in het kader van het project 'Telen met Toekomst', ruimschoots aandacht besteed wordt aan de efficiënte toepassing van dierlijke mest en aan een verdere verlaging van de uitspoeling van nutriënten.

Alternatieve strategieën voor stikstofbemesting

Op zandgrond in Meterik wordt met een strak uitgevoerd NBS ruimschoots aan de Minas-norm van 60 kg/ha stikstofoverschot voldaan. Het uitspoelingsrisico van nitraat ligt echter nog te hoog. Bemestingsmethoden zoals Cultan en Fertigatie kunnen bijdragen aan het verlagen van de overschotten en uitspoelingsrisico. Uit de eerste resultaten in Meterik blijkt dat vooral fertigatie milieutechnisch positief scoort. De meerkosten worden echter nog niet gecompenseerd door meeropbrengsten.

Voordat op andere bemestingsmethoden wordt overgegaan, moet worden gekeken of andere beschikbare maatregelen ter beperking van stikstofinzet en -uitspoeling al optimaal zijn benut. Via het hier weergegeven stappenplan zijn deze mogelijkheden weergegeven. Elke stap verder betekent een toename van kosten en/of inspanning.

- | | |
|---|---|
| 1 Bemesting volgens advies, toepassen NBS | Op basis van N-min bepaling. Rekening houden met werkzame stikstof uit dierlijke mest, groenbemesters, gewasresten en bodemmineralisatie. |
| 2 Groenbemesters als vang-gewas | Als het bouwplan en de aaltjessituatie het toelaten een groenbemester zaaien om op deze wijze aanwezige of mineraliserende stikstof vast te houden. Groenbemester niet bemesten. |
| 3 Optimalisatie gebruik van dierlijke mest | Mesthoeveelheid afstemmen op de stikstofbehoefte van het gewas en in geval van najaarstoepassing op kleigrond afstemmen op de stikstofopname mogelijkheid van een groenbemester. Eventueel afzien van dierlijke mestgift.
Maatregelen treffen om de het percentage werkzame stikstof uit de mest te verhogen om zodoende de aanvullende stikstofkunst-mestgift te kunnen verlagen: keuze van mestsoort (bewerkte mest), emissiearm aanwenden, tijdstip van uitrijden, doseren op basis van stikstofgehalte en stikstofkwaliteit etc. |
| 4 Gebruik mineraalarme compost | Als hoogte van stikstofbemesting en de organische stof aanvoer een knelpunt vormt de dierlijke mest te vervangen door mineraalarme compost. |
| 5 Keuze van de meststof en optimalisatie van de toedieningstechniek | Vervanging van NO_3 -meststoffen door NH_4 -meststoffen en gebruik van slow-release meststoffen (Cultan, Entec, Agrobien etc.), rijenbemesting, fertigatie, vloeibare meststoffen. |
| 6 Aanpassing bouwplan | Slim bouwplan om stikstofbenutting in bouwplanverband te verbeteren. Stikstofbehoefte gewassen vervangen door gewassen met een lagere stikstofbehoefte (let ook op rasverschillen) |
| 7 Suboptimaal bemesten | Voor intensieve groenteteeltbedrijven is dit geen reële optie, productkwaliteit moet altijd 100% zijn. |

Bemestingsmethoden

Om te komen tot verdere verlaging van het overschot en het uitspoelingsrisico van stikstof bleek het in Meterik noodzakelijk om, behalve de al toegepaste strategie, andere bemestingsmethoden te onderzoeken. Een verdere verfijning van NBS is fertigatie waarbij nutriënten worden toegevoegd aan het irrigatiewater en giften van bijvoorbeeld 5 kg/ha stikstof perkeer mogelijk zijn. Een andere mogelijkheid is te kiezen voor meststoffen die minder snel uitspoelen of geleidelijk vrijkomen. Voorbeelden hiervan zijn Agroblen en ammoniumwater zoals Cultan. Met deze meststoffen wordt voor de teelt een bepaalde hoeveelheid stikstof toegediend.

Beide bemestingsmethoden zijn een combinatie van preciezere plaatsing (in de rij) en een vorm van gedeelde stikstofgift tijdens de teelt. Naast milieutechnische voordelen kunnen deze technieken mogelijk ook leiden tot een meer stabielere productie, een hogere opbrengst en/of een verbeterde kwaliteit.

Cultan

In het bedrijfssystemenonderzoek is bij de gewassen prei, knolvenkel en kropsla Cultan toegepast en vergeleken met NBS (tabel 1). Bij de Cultanmethode wordt ammoniumwater (oplossing van zwavelzure ammoniak en ureum) tijdens of na planten van het gewas naast of tussen de plantrijen in de grond geïnjecteerd. Er wordt op deze wijze een zogenaamd depot van ammoniumstikstof gecreëerd dat als zodanig minder uitspoelingsgevoelig is. Het gewas neemt stikstof op uit het depot. Voorafgaand aan de teelt wordt vastgesteld hoe groot het depot moet zijn; dit wordt in een keer toegediend. De hoogte van de gift wordt net zoals bij fertigatie bepaald aan de hand van de

opnamecurve van het gewas. Daarnaast is gekeken naar de gemiddelde stikstofgift bij NBS binnen bedrijfssystemenonderzoek in de afgelopen jaren om de bovengrens te bepalen. Voor prei, knolvenkel en kropsla kwam dit respectievelijk uit op 140, 100 en 100 kg/ha stikstof per teelt. Zo wordt ook indirect rekening gehouden met de gemiddeld mineraliserende stikstof tijdens de teelt, omdat deze wordt gemeten bij NBS.

De stikstofinzet is met NBS gelijk of lager dan bij Cultan. Aanvankelijk zijn voorzichtigheidshalve voor Cultan vrij hoge stikstofgiften aangehouden. Er was nog weinig bekend over de werking van deze meststof. Na het eerste jaar bleek echter dat de gift lager kon. Dan nog blijft de gift bij knolvenkel (100 kg/ha stikstof) en kropsla (100 kg/ha stikstof) gelijk of hoger dan NBS. Alleen bij prei (140 kg/ha stikstof) komt Cultan lager uit dan NBS. Met NBS kan beter ingespeeld worden op de actuele stikstof voorraad dan bij Cultan. De verschillende N-min waarden aan het einde van de teelt en in november vormen een onduidelijk beeld. Bij Cultan kan stikstof nog in ammoniumvorm aanwezig zijn. Op een later tijdstip kan deze omgezet worden in nitraat en dus alsnog uitspoelen zoals bij knolvenkel. Het is onduidelijk waar de stikstof blijft. Dit vraagt meer en gedetailleerder onderzoek.

Bij de opbrengsten komen geen grote verschillen naar voren. Opvallend was dat de sla compacter groeide, steviger en zwaarder was bij gebruik van Cultan.

Vooralsnog lijkt Cultan het meest geschikt voor een langere teelt zoals prei. De stikstof inzet is dan gelijk en met de nieuw toegepaste niveaus lager dan bij NBS. Bij een langere teelt is het ook zekerder dat het depot wordt opgebruikt. Dit is onder andere afhankelijk van de groei van het gewas, (bodem)temperatuur en vocht. Voor kortere teelten bleek het gebruik van Cultan op deze manier niet geschikt. De sla kon soms niet voldoende

Tabel 1. Vergelijking resultaten (1999 en 2000) toepassing Cultan en NBS bij prei, knolvenkel en kropsla.

Planting Oogst Methode	Prei		Knolvenkel		Kropsla			
	Juni		Juli		Juli		Augustus	
	November		September		Augustus		Oktober	
	Cultan	NBS	Cultan	NBS	Cultan	NBS	Cultan	NBS
Stikstofaanvoer (kg/ha N)	170*	174	125*	95	120*	77	120*	55
N-min einde teelt (kg/ha N; 0-90 cm)	80	163	112	137	188	196	247	232
N-min november (kg/ha N; 0-90 cm)	58	132	191	215	- **	- **	204	195
Opbrengst (ton/ha)	39,5	42,0	19,1	19,2	32,0	28,5	15,0	13,5

* Strategie is later aangepast, gift is nu respectievelijk voor prei 140, knolvenkel en kropsla 100 kg/ha stikstof in de vorm van Cultan

** Deze kropsla wordt gevolgd door de 2e teelt in augustus; er is geen N-min november voor deze teelt.

stikstof opnemen uit het depot. Daarnaast was de stikstofgift nog te hoog in vergelijking met het NBS. Er wordt nog onderzocht of een combinatie van een lage startgift met Cultan en een bijbemesting volgens NBS mogelijkheden biedt. Hierbij wordt nu ook de startgift verminderd met de reeds aanwezige minerale stikstof in de bodem.

Fertigatie en Agroblen

Bij fertigatie wordt middels druppelsslagen of T-tape, die langs de gewasrij en in de grond liggen, water met nutriënten toegediend. Wekelijks of meerdere malen per week kan de stikstofbehoefte van het gewas gegeven worden. Ook de gift van andere nutriënten en de hoeveelheid water kan steeds afgestemd worden op de vraag van het gewas en de voorraad in de bodem. Met een goed gepland fertigatieschema zijn er gedurende de teelt altijd voldoende nutriënten en water voor het gewas beschikbaar. Bovendien kan de bodemvoorraad (buffer) op een laag niveau worden gehouden, zodat bij eventuele neerslag er weinig nutriënten kunnen uitspoelen. Na de eerstvolgende fertigatiebeurt heeft het gewas vervolgens de benodigde nutriënten gelijk weer beschikbaar.

In de gewassen prei en aardbei is fertigatie toegepast en vergeleken met het NBS (tabel 2). Per gewas is de totale stikstofbehoefte en verdeling in de tijd afgeleid van de opnamecurve die ook bij het NBS gebruikt wordt. Daarnaast is gekeken naar de gemiddelde stikstofgift in het bedrijfssystemenonderzoek in de afgelopen jaren om de bovengrens te bepalen. Voor prei en aardbei kwam dit uit op respectievelijk 140 en 70 kg/ha stikstof.

De gift per week is afhankelijk van het opnameverloop. Bij prei bijvoorbeeld wordt in de eerste 8 weken 0 tot 5 kg stikstof/ha per week toegediend en in de daaropvolgende 7 weken 10 tot 15 kg stikstof/ha per week. Daarna wordt de gift geleidelijk afgebouwd. Gedurende de teelt is op het fertigatieperceel en op het NBS-perceel de N-min in de



Door fertigatie kunnen op ieder gewenst moment water en nutriënten worden toegediend. In Meterik wordt fertigatie toegepast bij aardbeien, in combinatie met zwarte folie. De onkruidproblemen zijn daardoor ook minder en beregening is overbodig geworden, waardoor de problemen met vruchttrot ook minder zijn geworden

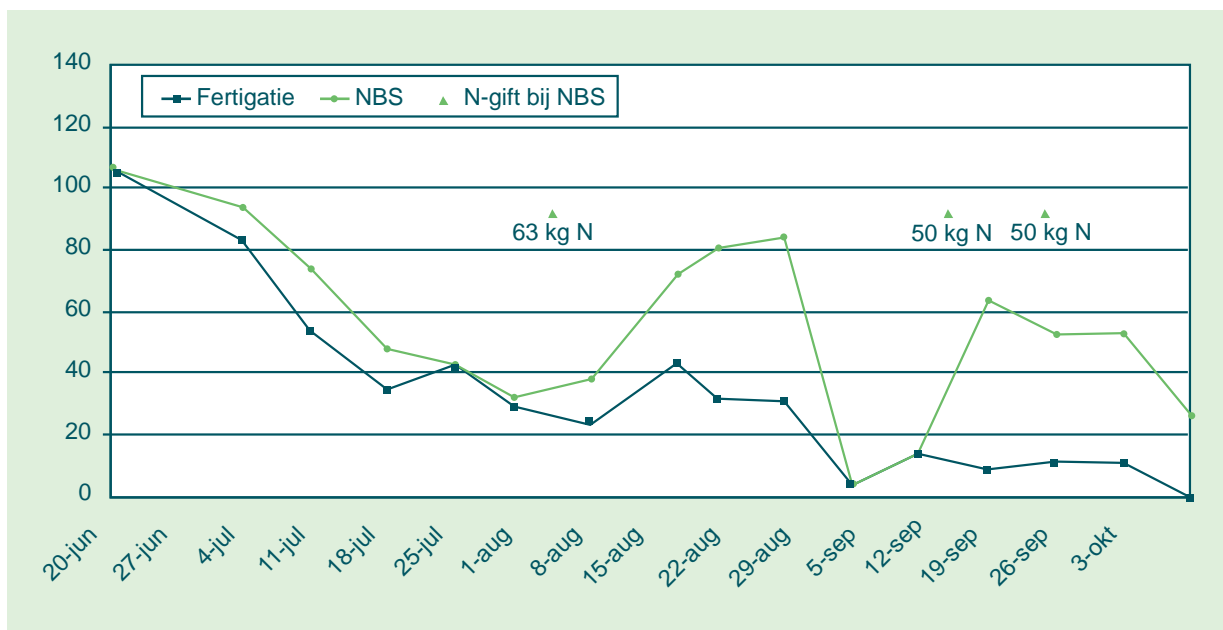
bewortelbare diepte gemeten om het verloop te volgen en indien nodig het schema aan te passen (figuur 1).

Bij NBS is bijbemest wanneer de N-min onder de voor dat moment vastgestelde streefwaarde kwam. Deze bijbestedingen vonden plaats op 4 augustus, 14 en 24 september. Na de eerste en tweede bijbemesting neemt het N-min gehalte in de bodem weer toe. Na een regenbui eind augustus daalt door uitspoeling de N-min in een keer fors. Bij fertigatie is het N-min verloop vlakker en bevindt zich op een laag niveau, wat veel lager is dan de buffers die bij NBS aangehouden worden. Ook hier is eind augustus een daling van de N-min waarneembaar, echter minder fors dan bij NBS. De daling in deze periode wordt met name bepaald door de sterke groei en dus stikstof opname van de prei in deze periode. In deze periode van half augustus tot eind september krijgt het gewas dan ook het grootste deel (circa 80 kg/ha stikstof) van de totale stikstofgift.

Bij aardbei wordt op het NBS perceel bij de start van de teelt 60 kg/ha stikstof in de vorm van een geleidelijk

Tabel 2. Vergelijking resultaten (1999 en 2000) fertigatie en NBS bij prei en aardbei

Planting Oogst Methode	Prei		Aardbei			
	Juni Oktober		Mei Juli-augustus		Juni Augustus-september	
	Fertigatie	NBS	Fertigatie	NBS -Agroblen	Fertigatie	NBS -Agroblen
Stikstof aanvoer (kg/ha N)	123	141	94	111	81	126
N-min einde teelt (kg/ha N; 0-90 cm)	87	192	87	93	87	139
N-min november (kg/ha N; 0-90 cm)	95	176	22	26	44	98
Opbrengst netto Klasse 1 (ton/ha)	43,8	43,5	27,1	27,2	19,2	18,4



Figuur 1. Verloop van N-min (kg/ha stikstof; 0-90 cm) en stikstofgift (kg/ha stikstof) bij NBS bij de late herfstteelt van prei met toepassing van NBS en fertigatie (resultaten 2000)

vrijkomende meststof (Agroblen) gegeven. Hierdoor worden stikstofverliezen al beperkt in vergelijking met het uitsluitend toepassen van NBS. Stikstofbemonsteringen blijven echter noodzakelijk, omdat de Agroblen op kan zijn en dan moet worden bijmesten.

De stikstofinzet bij fertigatie is 15 tot 45 kg/ha lager dan bij NBS. De netto opbrengsten en de kwaliteit zijn bij beide methoden nagenoeg gelijk. Het relatief lage stikstofniveau dat bij fertigatie wordt aangehouden is dus niet nadelig voor de opbrengst. De N-min in de laag 0 tot 90 cm aan het einde van de teelt en bij aanvang van het uitspoelingsseizoen (begin november) is bij fertigatie lager dan bij NBS. De grootte van dit verschil en waardoor dit precies wordt veroorzaakt is niet altijd duidelijk. Dit zal uit verder onderzoek moeten blijken.

De meerkosten voor de aanschaf en het aanleggen van de fertigatie moeten uiteraard worden terugverdiend. De aanlegkosten variëren sterk afhankelijk van het type installatie, inrichting van de percelen en perceelsgrootte. In Meterik is gebruik gemaakt van een eenvoudig systeem dat direct op de vaste beregeningsinstallatie is aangesloten. Met een venturi worden de benodigde meststoffen meegezogen en via de druppelslangen aan het gewas toegediend. De vaste jaarkosten voor een dergelijke installatie bedragen circa € 140/ha. Bij twee slangen per 1,5 m bedbreedte zijn de jaarkosten ongeveer € 800/ha. De prijs van druppelslangen varieert echter sterk afhankelijk van de kwaliteit (eenmalig-, meermalig gebruik). Een belangrijk punt is nog dat het ijzergehalte van het water niet hoger mag zijn dan ongeveer 1 mg/liter, omdat anders de leidingen verstopt raken. Is er geen water

van goede kwaliteit beschikbaar, dan moet er rekening worden gehouden met een extra investering voor een ontijzeringsinstallatie. Arbeid voor het aanleggen van de slangen en bij aardbei het leggen van de folie is nog een belangrijke kostenpost.

Bij aardbei ligt het toepassen van fertigatie voor de hand als vanwege de beperkte mogelijkheden voor onkruidbestrijding op plastic wordt geteeld. Voor de watergift is het dan vrijwel noodzakelijk waterslangen te gebruiken. Een geringe meeropbrengst aardbeien is voldoende voor het dekken van de gemaakte kosten. Bij prei is een aanzienlijk hogere meeropbrengst nodig om de kosten terug te verdienen.

Voordelen van fertigatie kunnen behalve voor de opbrengst ook op een ander vlak liggen. Door betere sturing van de water- en nutriëntengift kan mogelijk een kwalitatief beter product worden geteeld. Bovendien kan de ziektedruk worden beperkt doordat minder bovenover wordt beregend. Dit is in Meterik echter niet aangetoond.

Telen met behulp van fertigatie is ook bedrijfszekerder. Tijdens de teelt kunnen op elk gewenst moment en op eenvoudige wijze water en nutriënten worden aangewend. Dit levert arbeidsbesparing op en geeft meer rust. Op basis van deze twee verkennende onderzoeksjaren blijkt dat in vergelijking met NBS bij fertigatie de stikstofinzet lager kan en daarmee de kans op uitspoeling wordt beperkt. Gedetailleerd onderzoek moet leiden tot optimalisatie van fertigatie en meer duidelijkheid geven over de uitspoeling.

Perspectief

De onderzoekservaringen met Cultan en Fertigatie hebben bijgedragen tot een beter inzicht van de potenties van deze technieken. Echter, deze ervaringen beperken zich tot één locatie en twee onderzoeksjaren. Een verdere optimalisatie moet daarom mogelijk zijn. De toepassing van Cultan lijkt enig perspectief te bieden voor wat langere teelten zoals prei. De milieueffecten lijken echter vrij beperkt. Fertigatie lijkt duidelijke milieuvoordelen te bieden maar de hogere kosten van deze toepassing worden vooralsnog niet terugverdiend door een meeropbrengst. Beide technieken zullen verder worden beproefd en geoptimaliseerd in de volgende onderzoeksperiode die loopt tot 2005. Het blijft daarnaast van belang om te zoeken naar breed toepasbare en kostenefficiënte bemestingsystemen. Voor een nog scherpere stikstofbemesting kan naar de volgende punten worden gekeken:

- betere vaststelling stikstofbehoefte (opnamecurve) per gewas en per ras: gegevens hierover zijn soms verouderd of niet bekend.
- mineralisatie modellen vaststellen zodat beter de tijdens de teelt vrijkomende stikstof kan worden bepaald.
- stikstofgiften verder opdelen of meer werken met minder uitspoelingsgevoelige meststoffen.
- toetsen van andere eenvoudig toepasbare methoden of meststoffen zoals Entec en fracties van dierlijke mest.
- rijntoepassing kunst- en dierlijke mest kort voor of na zaai of planten.
- verbetering en toetsing van bemonstering en analyse technieken.
- hoogte stikstofbuffer verlagen: Bij lagere buffer is er een verhoogd risico op tekorten, maar bij toepassing van bovenstaande punten wordt dit risico minder.
- toepassing van de nieuwe inzichten m.b.t. stikstofbehoefte, -modellen en -buffer door alle adviserende instanties.

Deze zaken krijgen in het systeemonderzoek te Meterik binnen het in 2001 gestarte project 'Telen met Toekomst' volop de aandacht.

Conclusies en perspectieven

Het onderzochte systeem geeft aan wat er onder de huidige randvoorwaarden haalbaar is voor de geïntegreerde productiewijze van vollegrondsgroenten op de zandgronden in zuidoost Nederland. Met inzet van veel kennis zijn er in opzichte van de gemiddelde praktijk grote verbeteringen mogelijk.

Verschillende toekomstgerichte doelstellingen worden echter niet gehaald.

De voorgaande artikelen hebben geleerd dat de resultaten van het geïntegreerde bedrijfssysteem in Meterik op veel punten voldoet, maar dat sommige cruciale onderdelen verbetering behoeven. De behaalde resultaten zijn vergeleken met een set van ambitieuze en toekomstgerichte doelstellingen waaruit het beeld ontstaat dat er nog een lange weg te gaan is. Een vergelijking met de resultaten in de praktijk, zoals naar voren komt uit praktijkbedrijven projecten en de beperkt beschikbare statistische gegevens, levert een veel positiever beeld. De getoetste geïntegreerde systemen leren dan dat er in de praktijk potentieel nog veel milieuwinst geboekt kan worden.

In de voorgaande artikelen zijn potenties en knelpunten van de geïntegreerde productie op de zuidoostelijke zandgronden besproken. Voor verschillende knelpunten zijn mogelijke oplossingen aangedragen. Per thema zijn de belangrijkste technische knelpunten en ontwikkelingen:

Kwaliteitsproductie en schoon milieu pesticiden

In de meeste teelten waar opbrengst- of kwaliteitsverlies optreedt, is dit te wijten aan ziekten en plagen. Daarom worden deze thema's gezamenlijk behandeld. Met name trips en bladplekken in prei en luizen en meeldauw in sla zijn nog moeilijk beheersbaar met de huidig beschikbare instrumenten. De grote aandacht voor preventie blijkt met het huidige rassen- en pesticidenpakket bij deze gewassen niet voldoende om een stabiele kwaliteitsproductie te garanderen. Daarnaast komt nog dat veel van de huidige toegelaten middelen nog een te hoge milieubelasting veroorzaken. Voor een betere beheersing van ziekten en plagen is er een aantal aangrijpingspunten.

De nadruk op preventie kan verder geïntensiveerd worden. De mogelijkheden voor een ruimere vruchtwisseling op bedrijfsniveau en teeltplanning op gebiedsniveau zijn nog

niet uitgeput. De diepe continuteelt van vooral prei in het gebied betekent dat er vrijwel altijd inoculum van verschillende ziekten en plagen aanwezig is. Een slimme planning van teelten, gericht op het doorbreken van deze continuteelt, kan mogelijk een bijdrage leveren aan een betere beheersing van ziekten en plagen in prei. Dit soort ingrepen conflicteren op bedrijfsniveau echter vaak met de economische noodzaak tot specialisatie, schaalvergroting en intensivering. Een planning op gebiedsniveau lijkt moeilijk te organiseren.

Een verder verbeterd rassensortiment met een hoge resistentie tegen ziekten en plagen kan een grote bijdrage leveren. De noodzaak voor ontwikkeling van resistente rassen was tot voor kort niet groot. Er waren immers voldoende effectieve bestrijdingsmiddelen beschikbaar. Door het verdwijnen van veel middelen zal de aandacht voor resistentieveredeling en resistente rassen weer toenemen. Grote verbeteringen worden op korte termijn niet verwacht. Er zal eerder sprake zijn van een geleidelijke verbetering van het resistentieniveau op de middellange termijn.

Bewuste toepassing van functionele agrobiodiversiteit (FAB; natuurlijke vijanden, antagonisten) biedt mogelijk aangrijpingspunten voor preventie en eventueel bestrijding. Gebieds- en bedrijfsinrichting spelen hierbij een rol. Daarnaast kan de inzet van pesticiden mogelijk meer afgestemd worden op de instandhouding van natuurlijke vijanden. Het bewust uitzetten van natuurlijke vijanden is een ander instrument dat mogelijk toepasbaar is. Er is momenteel veel aandacht voor verschillende aspecten van functionele agrobiodiversiteit. Op de middellange termijn kan dit mogelijk tot een aantal toepasbare instrumenten leiden.

Een voldoende ruim pakket van effectieve bestrijdingsmiddelen met een lage milieubelasting blijft een noodzaak. Mogelijk levert de versterkte aandacht voor biologische bestrijdingsmiddelen op de korte tot middellange termijn bruikbare instrumenten op. Daarnaast blijven synthetische

pesticiden voorsnog een belangrijke rol spelen in de beheersing van ziekten en plagen. Helaas zijn de groentegewassen vaak weinig interessant voor de chemische concerns om hiervoor middelen te ontwikkelen en toelatingen aan te vragen.

De onkruidbestrijding kon in grote lijnen effectief, zonder inzet van veel handwerk en met een lage milieubelasting uitgevoerd worden. De combinatie van mechanische en chemische bestrijding voldeed goed en lijkt ook praktisch toepasbaar. Er is veel aandacht voor de verdere ontwikkeling van mechanische bestrijding. Naar verwachting zal op korte termijn de input van herbiciden verder teruggedrongen kunnen worden en kan de mechanische bestrijding effectief en met weinig extra arbeid ingezet worden. Als noodmaatregel (en voor speciale omstandigheden) blijft de beschikbaarheid van een aantal effectieve en veilige herbiciden wenselijk. Voor een geslaagde praktijkimplementatie van deze technieken in de geïntegreerde teelt is het wel een voorwaarde dat ze relatief goedkoop zijn en een effectiviteit, arbeidsinzet en robuustheid hebben die de chemische bestrijding benaderd. Uit economische overwegingen gaat tot op heden in veel gevallen de voorkeur nog uit naar een chemische bestrijding.

Schoon milieu nutriënten en duurzaam bodembeheer

De gehanteerde bemestingsstrategie is, in vergelijking met de praktijk, succesvol. De milieuwinst van bemesting volgens een aangescherpt en consequent uitgevoerd NBS is groot, hoewel de streefwaarden voor het stikstofoverschot en de stikstofvoorraad in de bodem in het najaar nog niet gehaald worden. Om het stikstofoverschot en de N-min voorraad in de bodem in het najaar verder te reduceren, is verdere aanscherping van de bemestingsstrategie nodig. Er is een aantal mogelijkheden:

- gebruik van geschikte meststoffen, bijvoorbeeld slow-release meststoffen als Entec of gefractioneerde dierlijke mest met bekende gehalten.
- toediening van meststoffen in de rij, bijvoorbeeld met fertigatie of rijenbemesting.
- nauwkeurige timing van de toediening, met behulp van fertigatie of rijtoepassing na het planten.
- accurate bepaling van de stikstofbehoefte gedurende de teelt door bemonstering en gebruik van computermodellen.

Er is momenteel veel aandacht voor de verder ontwikkeling en het praktijkrijp maken van deze technieken. Naar verwachting zal de toepassing hiervan de stikstofoverschotten en de risico's op uitspoeling van nitraat verder kunnen worden teruggedrongen. De norm

voor nitraatuitspoeling lijkt voor de vollegrondsgroenteteelt op zandgronden zonder zeer ingrijpende maatregelen echter nauwelijks haalbaar.

Een verdere groei van de zeer hoge fosfaat bodemreserves in de regio kan vrij eenvoudig voorkomen worden. De noodzakelijke afbouw van deze bodemreserves conflicteert met de toepassing van organische mest en zal een lange periode in beslag nemen.

Bedrijfscontinuïteit

Een wezenlijk knelpunt is het magere economische resultaat van de geïntegreerde bedrijfssystemen, hoewel het vergelijkbaar is met de resultaten van praktijkbedrijven. Het economische resultaat is waarschijnlijk de grootste drempel voor een grote omslag naar geïntegreerde productiemethoden. Belangrijke onderdelen voor de bedrijfscontinuïteit zijn de omvang en kwaliteit van de productie, de marktprijs voor de producten en de grote kostenposten als arbeid en mechanisatie. Daarnaast speelt het ondernemerschap van de teler een zeer grote rol. De verbeteringen die het systeemonderzoek kan aandragen richten zich vooral op de kwaliteitsproductie, de mechanisatie en de benodigde arbeidsinzet voor de teelt. De kostprijs van producten kan waarschijnlijk verder verlaagd worden door verdere specialisatie en schaalvergroting. Dit zijn dan ook ontwikkelingen die reeds lang in de praktijk plaatsvinden. Deze ontwikkeling kan conflicterend zijn met de noodzaak tot het toepassen van een voldoende ruime vruchtwisseling. Oplossingen zullen gezocht moeten worden in de uitruil van grond en samenwerking tussen ondernemers.

De meeste van de ontwikkelde geïntegreerde technieken voor de vollegrondsgroenteteelt zijn kostenneutraal of vragen een beperkte extra arbeidsinzet of investering in mechanisatie en kennis. Een beperkt aantal inspanningen levert daadwerkelijk kostenbesparing op. Een voorbeeld



De kwaliteit van prei heeft te lijden onder aantastingen van trips en schimmelsekten, waardoor het pesticidengebruik relatief hoog is. De doelstellingen voor kwaliteitsproductie conflicteren hierdoor met de gewenste reductie van de milieubelasting

hiervan is de sterke beperking van de inzet van minerale meststoffen. De kostenbesparing is echter slechts zeer gering ten opzichte van het totale saldo. Daarnaast is de beleving van het risico op grote opbrengst of kwaliteitsderving een belangrijke motivatie om bij de aanwending van pesticiden en meststoffen aan de veilige (hoge) kant te gaan zitten.

De kwaliteitsproductie in de geïntegreerde teelt vertoont nauwelijks verbetering en soms zelfs een lichte verslechtering ten opzichte van de gangbare praktijk. Kortom, een op het scherp van de snede uitgevoerde geïntegreerde teelt heeft een neutraal of licht negatief effect op de kosten en opbrengsten. Alleen wanneer de randvoorwaarden voor productie veranderen, zal de praktijk opschuiven richting geïntegreerde productie-technieken. Randvoorwaarden kunnen hierbij zijn: een beloning voor geïntegreerde productie of een vergaande beperking van de toelating van pesticiden met een hoge milieubelasting. Dit laatste is momenteel gaande door de sanering van het toegelaten middelenpakket.

Hoe nu verder?

Kortweg zijn twee conclusies uit het systeemonderzoek gerechtvaardigd. De eerste is dat er nog veel aangrijpingspunten zijn voor praktijkbedrijven om de duurzaamheid van de vollegrondsgroenteteelt te verbeteren. De tweede conclusie is dat er nog een aantal hardnekkige knelpunten zijn, waardoor de geïntegreerde vollegrondsgroenteteelt op zandgrond momenteel niet aan alle doelstellingen kan voldoen.

Voor het behalen van sterk toekomstgerichte doelstellingen zijn op verschillende onderdelen nieuwe instrumenten en is nieuwe kennis nodig. Hier ligt een belangrijke taak voor het onderzoek en het toeleverende bedrijfsleven.

Zoals al eerder genoemd is er grote behoefte aan meer resistente rassen. De ontwikkeling hiervan ligt in handen van het veredelingsbedrijfsleven. De inspanningen hiervoor zijn sterk afhankelijk van het verwachte marktaandeel voor dergelijke rassen.

Ook in vruchtwisseling, bedrijfsinrichting en gebiedsinrichting is waarschijnlijk nog winst te halen. Om aan dit soort aspecten invulling te geven, ontbreekt echter nog veel basiskennis. Daarnaast vergt de ontwikkeling van instrumenten op dit terrein om een multidisciplinaire aanpak. Zelfs bij intensieve aandacht voor preventieve aspecten zal er onder de huidige (kwaliteits)randvoorwaarden in veel gevallen bestrijding nodig blijven. Het is hierbij een eerste vereiste dat er voldoende mogelijkheden zijn om vast te stellen dat er bestrijding noodzakelijk is. Het pakket aan detectiemogelijkheden, schadegrempels en instrumenten voor geleide bestrijding moet hiervoor uitgebreid worden. Voor veel vollegrondsgroenten is er op dit gebied nog vrij weinig beschikbaar.

Ook bij de uiteindelijke bestrijding ligt er nog potentie in een pakket van niet chemische en weinig milieubelastende bestrijdingsmogelijkheden zoals bijvoorbeeld biologische bestrijding. Alleen als deze methoden betrouwbaar, effectief en betaalbaar zijn, zullen ze een alternatief bieden voor pesticiden. Maar om de steeds strenger wordende regelgeving bij te houden, is nog veel extra onderzoek nodig.

In een aantal gevallen zal er geen ander alternatief zijn dan bestrijding met pesticiden. Een voldoende ruim pakket aan effectieve en weinig milieubelastende pesticiden is hiervoor noodzakelijk. Een eenzijdige inzet van één middel kan gemakkelijk tot resistentieontwikkeling bij het pathogeen leiden. Daarnaast leidt in de praktijk het ontberen van middelen voor de resterende knelpunten gemakkelijk tot oneigenlijk gebruik van niet toegelaten middelen.

Wat betreft de nutriëntenproblematiek is het hoge risico op uitspoeling van nitraat het belangrijkste knelpunt bij de vollegrondsgroenteteelt op zandgrond. Dit vraagt om een verdere ontwikkeling van technieken waarbij een efficiënte bemesting uitgevoerd kan worden met een minimum aan uitspoelingsrisico. Voorwaarde hierbij is dat de extra kosten ten opzichte van de gangbare bemestingsystemen grotendeels terugverdiend moeten kunnen worden door bijvoorbeeld een verbeterde (financiële) opbrengst.

Voor een verdere verduurzaming van de productie op praktijkbedrijven is een aantal vervolgstappen noodzakelijk. De toe te passen technieken en strategieën verlangen vaak veel kennis en vragen voor verschillende bedrijfsomstandigheden een vertaalslag om efficiënt toegepast te kunnen worden. Een belangrijk vervolg is dan ook de verdere ontwikkeling, gezamenlijk met telers, van deze technieken op praktijkbedrijven. Daarbij zullen de ontwikkelde technieken vertaald moeten worden naar voor de praktijk goed toepasbare instrumenten. Praktijkbedrijvenprojecten en demoprojecten zijn dan ook een



De inzet van tagetes in de vruchtwisseling ter bestrijding van het wortelziekteaaltje was succesvol in combinatie met een ruime rotatie: zowel aardbeien als peen hadden in de proefperiode niet te maken met aantastingen

onmisbaar vervolg op de ontwikkeling van geïntegreerde systemen op proeflocaties.

Verdere ontwikkeling op praktijkbedrijven, communicatie en kennisoverdracht zijn echter niet voldoende om daadwerkelijk een omslag in de praktijk te laten plaatsvinden. Zoals al eerder genoemd leveren de geïntegreerde productiemethoden nauwelijks enig voordeel op voor de ondernemer maar kosten wel de nodige inspanning. De economische situatie van vele vollegrondsgroentebedrijven draagt verder ook niet bij aan de noodzakelijke omslag. Vanuit afzet en overheid zullen de nodige randvoorwaarden moeten worden geschapen om tot een meer maatschappelijk aanvaarde productiewijze te komen. Een beloning voor gedane inspanningen in de vorm van

bijvoorbeeld een kleine meerprijs, belastingvoordeel of meer afzetmogelijkheden voor duurzaam geteelde producten, zijn mogelijke oplossingsrichtingen.

Andere mogelijkheden liggen er in een andere waardering van de productkwaliteit vanuit de afnemers, een verminderde aandacht voor de cosmetische kwaliteit (bijv. tripsschade prei) en een grotere aandacht voor intrinsieke kwaliteit zoals bijvoorbeeld de afwezigheid van pesticidenresidu of een verbeterde smaak.

De groei naar meer maatschappelijk aanvaardbare en duurzame productiemethoden vergt niet de inspanning van de teler alleen. Duidelijk is dat ook partijen als overheden, afnemers, consumenten, toeleverende bedrijven en onderzoek een belangrijke bijdrage moeten leveren.

Bijlage 1; Blootstellings Risico Index en Milieu Belasting Punten

Definities

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

De basisgegevens van pesticiden die gebruikt worden voor de BRI en MBP berekeningen zijn:

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

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

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

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

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

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

Technische details

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Bijlage 2; Gewasbeschermingskaart

Voorbeeld voor zomerteelt van spruitkool

Zomertoepassingen (1 maart - 1 september)												
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	wv_kdd	2,2	1,0	5	,0	,0	,0	115	0	0	0
lentagran wp	1	wv_kdd	2,2	,0	4	,9	,14	,0	20	0	0	0
Herfst en Winterprei												
chloorprofam	5	wv_kdd	2,2	1,0	5	,0	,0	,0	115	0	0	0
butisan s	1,25	wv_kdd	2,2	,03	3	,0	,0	,0	16	0	0	0
butisan s	0,4	wv_kdd	2,2	,01	1	,0	,0	,0	5	0	0	0
+ lentagran wp	0,5	wv_kdd	2,2	,0	2	,45	,07	,0	10	0	0	0
butisan s	1	wv_kdd	2,2	,03	3	,0	,0	,0	13	0	0	0
+ lentagran wp	0,75	wv_kdd	2,2	,0	3	,68	,1	,0	15	0	0	0
lentagran wp	1,5	wv_kdd	2,2	,01	6	1,35	,2	,0	30	0	1	1
Ziektebestrijding												
Papiervlekkenziekte (Phytophthora porri)												
previcur n	1,5	wv_kdd	2,2	,05	0	,0	,0	,0	28	3	3	3
eupareen-spuitskorrels	2,5	wv_kdd	2,2	,19	220	,38	,01	,0	14	2	2	2
kenbyo	0,75	wv_kdd	2,2	,0	10	,08	,01	,0	15	1	1	1
captan 480 sc	2	wv_kdd	2,2	,48	14	,03	,03	,03	10	12	12	12
Purper- en fluweelvlekkenziekte												
(Alternaria porri en Cladosporium)												
folicur 25 wg	1,2	wv_kdd	2,2	,0	24	,3	,02	,0	326	16	16	16
daconil 500 vloeibaar	3	wv_kdd	2,2	,08	183	1,44	,07	,0	100	918	882	445
horizon ew	1	wv_kdd	2,2	,0	20	,25	,01	,0	272	14	14	14
kenbyo	0,75	wv_kdd	2,2	,0	10	,08	,01	,0	15	1	1	1
Roest												
corbel	1	wv_kdd	2,2	,38	3	,0	,0	,0	53	2	1	0
tilt 250 ec	1	wv_kdd	2,2	,01	3	,0	,0	,0	35	1	1	0
exact	5	wv_kdd	2,2	,0	1	,63	,02	,0	17	12	13	7
folicur 25 wg	1,2	wv_kdd	2,2	,0	24	,3	,02	,0	326	16	16	16
kenbyo	0,75	wv_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	wv_kdd	2,2	,04	116	,13	,0	,0	31	302	264	154
dimethoat	0,5	wv_kdd	2,2	,03	1	,0	,0	,0	1	31	31	31
mesurool 500 sc	1,25	wv_kdd	2,2	,03	7	,0	,0	,0	35	3	1	1
decis	0,3	wv_kdd	2,2	,0	114	,0	,0	,0	0	0	0	0
sumicidin super	0,2	wv_kdd	2,2	,0	440	,0	,0	,0	0	46	26	13

Voor wie meer lezen/weten wil:

Vakbladartikelen

Algemeen

Dekking, A.J.G. BSO op geïntegreerde én biologische toer. Groenten en Fruit/Vollegroondsgroenten, 21 juli, Vol. 10, No. 29, Pag. 24, 2000.

Haan, J.J. de. Organische stof aanvullen vaak niet nodig. Groenten en Fruit/Vollegroondsgroenten, 24 november, Vol. 10, No. 47, Pag. 20-21, 2000.

Kroonen-Backbier, B.M.A. en P.A.C. Koot. Tagetes inzetten tegen worteltesieaaltjes en stikstofuitspoeling. Reductie worteltesieaaltje met 90% mogelijk. Ekoland, Vol. 18, No. 5, Pag. 10, 1998.

Kroonen-Backbier, B.M.A. en P.A.C. Koot. Afrikaantjes maken bodem schoon van worteltesieaaltjes. Siergewas kan gunstig uitpakken in bouwplan van groenteteler. Oogst Tuinbouw, 25 juni, Vol. 12, No. 25, Pag. 42-43, 1999.

Kroonen-Backbier, B.M.A. en P.A.C. Koot. Resultaten geïntegreerde prei-aarbeibedrijf '97-'99. PAV Bulletin Vollegroondsgroenten, april, Vol. 4, No. 1, Pag. 11-16, 2000.

Kroonen-Backbier, B.M.A. en P.A.C. Koot. Resultaten geïntegreerde prei-kropsla bedrijf '97-'99. PAV Bulletin Vollegroondsgroenten, juli, Vol. 4, No. 2, Pag. 7-12, 2000.

Economie

Stokkers, R. Geïntegreerd telen op klei biedt perspectief, Groenten en Fruit/Vollegroondsgroenten, 6 maart, Pag. 22-23, 1998.

Stokkers, R. Geïntegreerd telen bij aardbei succes; niet bij prei en sla. Groenten en Fruit/Vollegroondsgroenten, 22 mei, Pag. 8-9, 1998.

Stokkers, R. Financieel resultaat geïntegreerde groenteteelt nog sterk wisselend. PAV Bulletin Vollegroondsgroenten, mei, Vol. 2, No. 2, Pag. 9-12, 1998.

Teeltinrichting

Asperen, P. van en B.M.A. Kroonen-Backbier. Preiteelt wil af van predikaat "milieubelastend". Groenten en Fruit/Vollegroondsgroenten, 7 juli, Vol. 10, No. 27, Pag. 17-18, 2000.

Asperen, P. van en B.M.A. Kroonen-Backbier. Plantprei, de toekomst op een rijtje. PAV Bulletin Vollegroondsgroenten, november, Vol. 4, No. 3, Pag. 27-31, 2000.

Kroonen-Backbier, B.M.A. Peen: Geïntegreerd telen goed voor (milieu en) portemonnee. Groenten en Fruit/Vollegroondsgroenten, 27 november, Vol. 8, No. 48, Pag. 16-17, 1998.

Kroonen-Backbier, B.M.A. en J.A.J.M. Rovers. Geïntegreerde preiteelt biedt perspectief. PAV Bulletin Vollegroondsgroenten, augustus, Vol. 2, No. 3, Pag. 18-23, 1998.

Kroonen-Backbier, B.M.A. en M.H. Zwart-Roodzant. Geïntegreerde koolteelten concurrerend. PAV Bulletin Vollegroondsgroenten, mei, Vol. 2, No. 2, Pag. 23-26, 1998.

Rovers, J.A.J.M. en B.M.A. Kroonen-Backbier. Geïntegreerde teelt van sla vraagt nog alle aandacht. PAV Bulletin Vollegroondsgroenten, november, Vol. 2, No. 4, Pag. 12-16, 1998.

Sukkel, W., e.a. Geïntegreerde groenteteelt dient meerdere doelen. PAV Bulletin Vollegroondsgroenten, oktober, Vol. 3, No. 3, Pag. 9-14, 1999.

Ziekten/Plagen

Koot, P. en B.M.A. Kroonen-Backbier. Creatief omgaan met wortelziekten binnen de rotatie. Aaltje acht jaar bestudeerd binnen het bedrijfssystemen-onderzoek in Meterik. PAV Bulletin Vollegrondsgroenten, juni, Vol. 3, No. 2, Pag. 38-40, 1999.

Bemesting

Kroonen-Backbier, B.M.A. en P.A.C. Koot. Fertigatie houdt stikstof in bodem in toom. Groenten en Fruit/Vollegrondsgroenten, 12 januari, Vol. 84, No. 2, Pag. 16-17, 2001.

Kroonen-Backbier, B.M.A. en W.K. van Leeuwen-Haagsma. N in vollegrondsgroenten is kwestie van bijbemesten. Oogstplus, 18 augustus, No. 33, Pag. 18-19, 1997.

Kroonen-Backbier, B.M.A. en J.A.J.M. Rovers. Stikstofverliezen ook op zandgrond te beperken. Zes jaar onderzoek bij acht vollegrondsgroentegewassen. Oogstplus, 9 mei, Pag. 6-7, 1997.

Bedrijfssystemenonderzoek en methodiek

Dekking, A.J.G. en W. Sukkel. Onderzoeksmethodiek toegepast in BSO. Doelen, thema's, maatstaven en streefwaarden. PAV Bulletin Vollegrondsgroenten, april, Vol. 4 No. 1, Pag 9-10, 2000.

Kroonen-Backbier, B.M.A., H. Bosch e.a. Bedrijfssystemenonderzoek vollegrondsgroenten Meterik; evaluatie 1991-1996. PAV publicatie, december, No. 92, 87 pp, 1998.

Sukkel, W., B.M.A. Kroonen-Backbier, J.A.J.M. Rovers, R. Stokkers en M.H. Zwart-Roodzant. Farming systems research on field produced vegetables in de Netherlands. 2000.

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

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

Wijnands, F.G. PAV doet bedrijfssystemenonderzoek biologische landbouw. Ekoland No. 1 Pag. 14-15, 1999.

Wijnands, F.G. De ontwikkeling van biologische bedrijfssystemen voor de akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt in Nederland. Bijdrage aan het symposium: Biologische landbouw binnen het agrarisch onderwijs. Uitgave Misset, 8pp, 1997.

Wijnands, F.G. Crop rotation in organic farming: theory and practice. Olesen, J.E., R. Eltun, M.J. Gooding E.S. Jensen and U. Köpke (eds). Designing and testing crop rotations for organic farming. DARCOF Report no. 1 Pag. 21-37, 1999.

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

Wijnands, F.G. Continuous innovation of organic agriculture, from theory to practice. In: "Von Leit-Bildern zu Leit-Linien. Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Herausgegeben von Hans Jürgen Reents. KLV, Wageningen, 13 juni Pag. 9-27, 76 pp, 2001.

Studiedagen

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

Innovatieprojecten

Introductie geïntegreerde akkerbouw

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

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.

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

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 etc. No. 26, 47 pp, 1994.

Wijnands, F.G., P. van Asperen, G.J.M. van Dongen, S.R.M. Janssens, J.J. Schröder. Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw: technische en economische resultaten. In: Zwanepol, S (Red). Jaarboek 1994/1995, afgesloten onderzoek. PAGV Publikatie, No. 78A, Pag.140-145, 1995.

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

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

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

Wijnands, F.G., S.R.M. Janssens, P. van Asperen en K. van Bon. Bedrijfssystemen voor een akkerbouw met toekomst. Introductie geïntegreerde akkerbouw in de praktijk. PAGV Themaboekje No. 14, Pag. 182-196, 1992.

Verbreding BSO Vollegrondsgroententeelt

Embrechts, A.J.M. Stikstof bemesten met beperkingen. Groenten en Fruit/Vollegrondsgroenten, 10 juli, Vol. 8 No. 28, Pag. 14-15, 1998.

Embrechts, A.J.M. Onkruid minder chemisch bestrijden vereist ervaring. Groenten en Fruit/Vollegrondsgroenten, 3 juli, Vol. 8, No. 28, Pag. 8-9, 1998.

Embrechts, A.J.M. Praktijk overtreft normen gewasbescherming. Groenten en Fruit/Vollegrondsgroenten, 26 juni, Vol. 8, No. 26, Pag. 16-17 1998.

Embrechts, A.J.M. Negentien telers steken hun nek uit. Groenten en Fruit/Vollegrondsgroenten, 26 november, Vol. 9, No. 47, Pag. 16-17, 1999.

- Embrechts, A.J.M., B.M.A. Kroonen-Backbier, J.A.J.M. Rovers, R. Stokkers en W. Sukkel. Vollegrondsgroente telen met perspectief. PAV Themaboekje, januari, No. 20, 45 pp, 1998.
- Embrechts, A.J.M. en J.A.J.M. Rovers. Geïntegreerde teelt in de praktijk. Evenwichtsbemesting fosfaat en kali haalbaar, afhankelijkheid pesticiden blijft. PAV Bulletin Vollegrondsgroenten, december, Vol. 3 No. 4 Pag. 15-19 1999.
- Embrechts, A.J.M. en J.A.J.M. Rovers. Minasnormen op meeste bedrijven haalbaar. Groenten en Fruit/Vollegrondsgroenten, 10 december, Vol. 9, No. 49, Pag. 14-16, 1999.
- Embrechts, A.J.M. en J.A.J.M. Rovers. Besparen op middelen lukt niet in elk gewas. Groenten en Fruit/Vollegrondsgroenten, 3 december, Vol. 9, No. 48, Pag. 6-8, 1999.
- Embrechts, A.J.M. en J.A.J.M. Rovers. Goed product telen kan met veel minder fosfaat. Groenten en Fruit/Vollegrondsgroenten, 7 januari, Vol. 10, No. 1, Pag. 6-9, 2000.
- Rovers, J.A.J.M. Kali beter in balans met milieu dan fosfaat. Groenten en Fruit/Vollegrondsgroenten, 31 oktober, No. 44, Pag. 6-7, 1997.
- Rovers, J.A.J.M. Evenwichtsbemesting wint aan vertrouwen. Groenten en Fruit/Vollegrondsgroenten, 19 juni, Vol. 8, No. 25, Pag. 16-17, 1998.
- Rovers, J.A.J.M. en A.J.M. Embrechts. Geïntegreerde vollegrondsgroenteteelt in de praktijk bemoedigend. PAV Bulletin Vollegrondsgroenten, september, Pag. 15-17, 1997.
- Rovers, J.A.J.M. en A. Embrechts. Nitraatuitspoeling en MINAS. Betekenis voor de vollegrondsgroenteteelt. PAV Bulletin Vollegrondsgroenten, april, Vol. 4, No. 1, Pag. 37-39, 2000.
- Rovers, J.A.J.M. en B.M.A. Kroonen-Backbier. Teeltplan speelt hoofdrol bij nitraatuitspoeling. Groenten en Fruit/Vollegrondsgroenten, 14 mei, Pag. 8-10, 1999.
- Sukkel, W. Milieu: duurzaam telen vraagt vakmanschap en lef. Groenten en Fruit/Vollegrondsgroenten, 10 april Vol. 8, No. 15, Pag. 10-11, 1998.
- Sukkel, W. Duurzame vollegrondsgroenteteelt. Spanning tussen telers, markt en maatschappij. PAV Themaboekje, juli, No. 23, 63 pp, 2000.
- Wijnands, F.G. De ontwikkeling van geïntegreerde en biologische bedrijfssystemen voor de akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt in Nederland. Bijdrage aan de studie en vervolmakingsdag: Biologische land- en tuinbouw een volwaardig alternatief. Technologisch instituut, Genootschap Plantenproductie & Ecosfeer, Werkgroep Plantenteelt. No. 72, 42 pp, pag. 25-31, 1998.
- VEGINECO**
- Sukkel, W. Onderzoek over landsgrenzen heen getild. Groenten en Fruit/Vollegrondsgroenten, 26 juni, Vol.8, No. 26, Pag. 20-21, 1998.
- Sukkel, W. en F.G. Wijnands. "VEGINECO" Europees onderzoek naar duurzame bedrijfssystemen. Ekoland, september, Vol. 19, No. 9, Pag. 9-10, 1999.
- Wijnands, F.G. en W. Sukkel. Prototyping organic vegetable farming systems under different European conditions. Proceedings 13th IFOAM Scientific Congress, eds: Alfoldi, T., Lockeretz W. & U. Niggli. Pag. 202-205, 762 pp, 2000.

Telen met toekomst (www.telenmettoekomst.nl)

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

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

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

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

Kroonen-Backbier, B.M.A. en P.A.C. Koot. Fertigatie houdt stikstof in bodem in toom. Groenten en Fruit/Vollegroondsgroenten, 12 januari, Vol. 84, No. 2, Pag. 16-17, 2001.

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



ISBN 90-807565-2-0



9 789080 756526