Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw
en de Vollegrondsgroenteteelt

Perspectieven geïntegreerde akkerbouw in Noordoost-Nederland

(op basis van gegevens uit het bedrijfssystemen-onderzoek te Borgerswold)

Publicatie nr. 87

februari 1998

isn = 91593
isn-serie, 75077

Auteurs: Y. Hofmeester
A. Bos
A. Grunefeld
B.J.M. Meijer
F.G. Wijnands

Redactie: sectie PRI

Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt
Postbus 430
8200 AK Lelystad
telefoon: 0320 29 11 11
telefax: 0320 23 04 79

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0967 2045

Inhoud

LIJST VAN GEBRUIKTE AFKORTINGEN **6**

SAMENVATTING **7**

SUMMARY **10**

INLEIDING **12**
Doel van het verslag 12
Opbouw van het verslag 12

DEEL A BEDRIJFSTYPEN (SCENARIO'S) **14**
De bouwplannen 14
De kaders 16
Kengetallen/teeltgegevens 17
Teeltdoorsnede fabrieksaardappel 18
Teeltdoorsnede suikerbiet 24
Teeltdoorsnede wintertarwe 28
Teeltdoorsnede winterrogge 34
Teeltdoorsnede vezelhennep 35
Teeltdoorsnede zomergerst 35
Teeltdoorsnede groenbemester 37
De bedrijfsomvang 37
Varianten aardappelmoeheidsbeheersing 39

SIMULATIE VARIANTEN AM-BEHEERSING **40**
Uitgangspunten 40
Resultaten simulaties 42
G. pallida-2 populatie 42
G. pallida-3 populatie 43
Borgerswold-populatie 44
Geschikte varianten 46

RESULTATEN OP BOUWPLANNIVEAU **49**
De uitgangspunten 49
Scenariovergelijking ongeacht bedrijfsgrootte 50
Milieukundige analyse 50
Economische analyse van de scenario's 58

VERGELIJKING SCENARIO'S PER BEDRIJFSOMVANG **64**
Een 45 ha bedrijf 65
Bouwplansaldi 65
Niet toegerekende kosten 65
Netto bedrijfsresultaat 68
Een 70 ha bedrijf 69
Bouwplansaldi 69

Niet toegerekende kosten ... 69
Netto bedrijfsresultaat ... 72
Een 100 ha bedrijf ... 73
Bouwplansaldi ... 73
Niet toegerekende kosten ... 73
Netto bedrijfsresultaat ... 75

SLOT EN CONCLUSIES ... 79
Milieukundige resultaten ... 79
Uitgangspunten aardappelmoeheidsbeheersing ... 80
Bedrijfseconomische resultaten ... 81
Geïntegreerde benadering ... 82
Aaltjesbeheersing en bouwplan-extensivering ... 83

DEEL B SYSTEMEN TE BORGERSWOLD 1992-1995 ... 85
Vernieuwde opzet en gevolgen ... 85
Gevolgen opzetwijziging ... 86
Resultaten op bedrijfsniveau ... 87
Milieukundige aspecten ... 87
Economische aspecten ... 93

AALTJES TE BORGERSWOLD ... 95
Gegevensverzameling en -verwerking ... 95
Resultaten aardappelmoeheid ... 96
Resultaten verloop overige plantparasitaire aaltjes ... 102

NITRAATCONCENTRATIES IN HET GRONDWATER, 1992-1995 ... 106
Inleiding ... 106
Werkwijze ... 106
Weersgegevens ... 107
Meetresultaten ... 107
Modelberekeningen ... 110

POPULATIEDYNAMICA VAN ONKRUIDEN ... 111
Inleiding ... 111
Methode ... 111
Resultaten ... 112
Eenjarige onkruiden ... 112
Discussie ... 117

VOORTZETTING BEDRIJFSSYSTEMEN-ONDERZOEK ... 119
Invulling geïntegreerd systeem ... 120
Invulling biologisch systeem ... 121
Conclusie ... 121

LITERATUUR ... 123

BIJLAGEN

1. Schadegevoeligheid en waardplantgeschiktheid van akkerbouwgewassen voor een aantal vrijlevende aaltjessoorten 125

2 t/m 4 zijn vanwege de omvang niet in deze publicatie opgenomen. Deze zijn wel opvraagbaar bij het PAV.

5. Saldoberekeningen gewassen 126

LIJST VAN GEBRUIKTE AFKORTINGEN

aca	aardappelcystenaaltje(s)
AM	Aardappelmoeheid
a.s.	actieve stof
BLGG	Bedrijfs Laboratorium voor Grond en Gewas analyse
BRI	Blootstellings Risico Index
CPRO	Centrum voor Plantenveredelings- en Reproduktie Onderzoek
CTB	Commissie Toelating Bestrijdingsmiddelen
HLB	H.L. Hilbrandslaboratorium voor bodemziekten
KWIN	Kwantitatieve Informatie voor de akkerbouw en groenteteelt in de vollegrond
MINAS	Mineralen Aangifte Systeem
MJPG	Meer Jaren Plan Gewasbescherming

SAMENVATTING

In de regio Noordoost-Nederland werd in de periode van 1986-1995 onderzoek verricht naar de perspectieven van geïntegreerde akkerbouw. In het bedrijfssystemen-onderzoek te Borgerswold werd systematisch een geïntegreerd systeem ontwikkeld en vergeleken met een gangbare aanpak. In dit onderzoeksverslag wordt op grond van de resultaten van 1992-1995 een perspectief geschetst voor de toepassing van geïntegreerde systemen voor akkerbouwbedrijven in het Noordoostelijk zand- en dalgebied. Dit is gedaan voor verschillende bedrijfstypes, die verschillen in vruchtwisseling, aanpak van de bemesting, onkruidbestrijding en ziekten- en plagenbestrijding (scenario's). Bovendien is rekening gehouden met verschillen in bedrijfsomvang. Alle gebruikte gegevens zijn gebaseerd op de resultaten van het onderzoek te Borgerswold.
De scenario's bestaan uit een 1:2, een 1:3 en een 1:4 bouwplan (steeds met 25% suikerbieten en opgevuld met graan (1:2, 1:3 en 1:4) en hennep (1:3 en 1: 4). Voor de beheersing van aardappelmoeheid zijn verschillende strategieën meegenomen, uitgaande van verschillen in rassenkeuze en een verschillende mate van granulaatgebruik en grondontsmetting.
Allereerst wordt per teelt besproken welke technische mogelijkheden er zijn om de inzet van bestrijdingsmiddelen en meststoffen terug te dringen. Aangegeven wordt wat daarbij aan ervaringen is opgedaan en welke knelpunten er nog bestaan. Aan de hand van de resultaten van Borgerswold wordt iedere aanpak gekwantificeerd met meerjarige gemiddelde resultaten.
Op grond van een uitvoerige analyse van de populatie-ontwikkeling van aardappelmoeheid bij de verschillende scenario's en beheersingsstrategieën komt slechts een beperkt aantal varianten als duurzaam naar voren. Een variant wordt als duurzaam betiteld wanneer gedurende 12 jaar schadevrij aardappelen kunnen worden verbouwd en het gebruik van natte grondontsmetting kan worden voorkomen. Omdat aardappelopslag vrijwel nooit 100% bestreden wordt en het populatieremmende effect van nematiciden in de praktijk (om redenen van uiteenlopende aard) veelal minder is dan de veronderstelde 30% voor granulaten en 80% voor natte grondontsmetting worden op dalgrond, uitgaande van een *Globodera pallida* 3-populatie, alleen de volgende varianten als duurzaam beschouwd:
- bij een 1:2 teelt het telen van uitsluitend Florijn, hetzij het afwisselen van Florijn met Elles of Karnico samengaand met 1:4 granulaatgebruik,
- bij een 1:3 teelt het telen van uitsluitend Florijn of Elles met 1:3 granulaat of Elles afgewisseld met Florijn,
- bij een 1: 4 teelt uitsluitend Elles of Florijn.

De hoeveelheid pesticiden die in de verschillende scenario's wordt ingezet, is ten nauwste gekoppeld aan de intensiteit van het bouwplan. De inzet van actieve stof blijkt in alle scenario's meer dan gehalveerd ten opzichte van de referentieperiode (gangbaar Borgerswold 1986-1990) en voldoet daarmee aan de eisen van het MJPG. Verschillen in bedrijfsstrategie binnen een en hetzelfde bouwplan leiden tot extra besparingen van respectievelijk 17 en 60% voor fungiciden en herbiciden wanneer de inzet van de meer milieu gerichte varianten vergeleken wordt met de varianten die tot doel hebben te voldoen aan de MJPG-normen. Wanneer met een nieuwe en innovatieve methode gekeken wordt naar de potentiële emissie-risico's van de ingezette middelen (Blootstellingsrisicoindex) dan blijkt dat milieuvriendelijke

teeltmethoden meer opleveren dan bouwplan-extensivering. Dat geldt zeker voor de emissie-risico's naar de lucht en het grondwater en in mindere mate voor de emissies naar de bodem (persistentie). Hieruit blijkt dat in de toekomst de middelenkeuze meer centraal dient te staan.
De inzet van N en K_2O is gekoppeld aan de bouwplanintensiteit. Het in de verschillende scenario's gerealiseerde overschot op de mineralenbalans van 90-110 kg N en 20 kg P_2O_5 per ha per jaar voldoet ruimschoots aan de MINAS-normen voor 2002 (balans inclusief depositie als input).
De toegerekende kosten in de diverse systemen hangen voor de posten uitgangsmateriaal en bestrijding ziekten en plagen ten nauwste samen met de bouwplanintensiteit en wat de bemesting en beheersing van onkruid betreft met de gekozen teeltstrategie.
In een gedetailleerde deelstudie zijn de bedrijfseconomische resultaten van de diverse scenario's voor een bedrijfsgrootte van 45, 70 en 100 ha doorgerekend. Uit de integrale analyse van de resultaten uit de aaltjesbeheersing en de bedrijfseconomische deelstudies blijkt het volgende:

- De bedrijfsuitkomsten van alle scenario's zijn bij alle bedrijfsgroottes (zwaar) negatief. Dit is niet anders dan uit de LEI-cijfers blijkt en terug te voeren op de lage saldi van de gewassen en de relatief hoge vaste kosten.
- Bedrijven van een grotere omvang hebben betere perspectieven.
- Als binnen een 1:2-bouwplan de aaltjes te beheersen zijn met 1:4 granulaat dan is dat het beste scenario voor bedrijven van 45 en 70 ha. Bij 100 ha is een 1: 3-benadering met meer geïntegreerde teeltechniek concurrerend.
- Wanneer niet aan bovengenoemde voorwaarde voldaan wordt, is bouwplanextensivering naar 1:3 al snel voordeliger en duurzamer dan toepassing van natte grondontsmetting.
- Een aanpak gericht op geïntegreerde teelttechniek levert altijd meer op dan de behoudende teeltechniek-varianten en spaart bovendien het milieu.

Voortbouwend op deze conclusies is voor een nieuwe onderzoeksperiode een nieuw geïntegreerd systeem opgezet op proefbedrijf het Kompas (Valthermond). De opzet wordt in het slothoofdstuk van dit verslag beschreven evenals de opzet van een biologisch systeem op proefbedrijf Kooyenburg (Rolde).

Een aantal deelonderwerpen worden in dit verslag met meer diepgang behandeld. Uit jarenlang gedetailleerd populatie-dynamisch onderzoek aan de verschillende typen aaltjes blijkt het volgende:

- De aardappelcystenaaltjes-populatie van Borgerswold bevindt zich qua agressiviteit ergens in tussen die van *Globodera pallida* 2 en *G. pallida* 3. Verschillen in agressiviteit tussen populaties in de verschillende systemen konden niet worden aangetoond.
- Bestrijding van aardappelopslag moet volledig zijn om werkelijk toe te komen aan een substantiële afname van de vermeerdering.
- De natte grondontsmetting heeft te Borgerswold in de gehele onderzoeksperiode niet de verwachte dodende werking gehad op aardappelcystenaaltjes; daardoor werd de vermeerdering onder het vatbare ras niet gecompenseerd.
- Rassenkeuze is de betrouwbaarste peiler voor een gezonde en milieuvriendelijke aanpak van aardappelmoeheid. Steeds hetzelfde afdoende resistente ras heeft gedurende 10 veldjaren de aardappelmoeheid onder controle gehouden en nog niet tot verschuivingen in de agressiviteit van de populaties geleid.
- Het verloop in de tijd van de andere plantparasitaire aaltjes wordt volledig verklaard vanuit de waardplantgeschiktheid van de geteelde gewassen, de aaltjes

zelf speelden in de 10 jaar Borgerswold geen rol van betekenis.
- In de laatste jaren nam de Trichodorus-populatie wel toe, zodat deze op termijn wellicht voor problemen zou kunnen zorgen.

Door het SC-DLO werden de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater gemeten.
De resultaten geven aan dat de concentraties onder percelen van geïntegreerde teelt gemiddeld lager zijn dan onder percelen met gangbare teelt. In dit laatste systeem waren de concentraties ongeveer twee keer hoger dan de EU-norm voor grondwater, tegenover slechts 1,2 maal hoger onder geïntegreerde bedrijfsvoering. De gemeten concentraties van NO_3 in het grondwater in het voorjaar tonen een relatie met de bodemreserves aan minerale N in november van het jaar eraan voorafgaand. Hoe lager de N-mineraalreserves zijn, hoe onduidelijker de relatie wordt. Er is niet direct een relatie af te leiden tussen N-mineraal en gemeten uitspoeling.
Uit gedetailleerde karteringen van de onkruidpopulaties gedurende enige jaren is een geleidelijke toename te zien van de eenjarige onkruiden in de geïntegreerde systemen. Dit leidde vooralsnog niet tot extra problemen. Wel is het noodzakelijk de gemiddelde effectiviteit van de geïntegreerde aanpak te verhogen. In een praktijksituatie waar minder risicodragend te werk wordt gegaan dan in het onderzoek worden geen problemen verwacht.

SUMMARY

In the period from 1986-1995 the perspectives of integrated arable farming were studied for the Northeast sandy region of the Netherlands. In the farming systems research on the experimental farm Borgerswold an integrated system was systematically developed and compared with a conventional approach. In this research report the perspectives for integrated farming for farms in the region are described based on the results of Borgerswold from 1992-1995. The perspectives are given for different crop rotations, for different farm sizes and for different approaches in cropping strategies. The latter refers to different levels of applying methods and techniques that minimise input of nutrients and pesticides (an environment oriented integrated approach versus more conventional approaches). The cropping plans that are considered are: 50% potato (completed with cereal and sugar beet), 33% potato (with sugar beet (25%), cereal and hanf (8%)) and 25 % potato (with cereal, sugar beet (25%) and hanf (12.5%)). Per crop an inventory is given of the technical possibilities in the cropping techniques quantified based on the Borgerswold experiments.

Potato cyst nematodes are the major problem of this region due to the intensive cropping of potatoes for the starch industry. Different strategies for the control of those nematodes were formulated and calculated on a mid term basis. The control strategies vary in cultivator choice and use of nematicides (both fumigants and granulates). The desired result of the calculations is a damage free potato crop for the next 12 years without the necessity of using fumigants. All combinations of crop rotations and variants in control strategy were calculated. In the final analysis the following considerations played a major role:

- potato volunteer control is never sufficient in practical situations (less than 100%),
- the efficacy of nematicides is less than assumed (30% for granulates and 80% for fumigants).

Only a limited amount of variants could achieve the desired result when a *Globodera pallida* 3 population is taken as starting point.

The amount of active ingredient used is closely related to the intensity of the crop rotation. In all cropping plans the input is reduced with more than 50% compared to the reference conventional input of Borgerswold during 1986-1990. The most far reaching technical variants (integrated) reduce the input of respectively fungicides and herbicides with 17 and 60% compared to the less far going variants (more conventional). Extensifying pesticide input on crop level (different cropping technique with less pesticide input) decreases the emission risks of pesticides to air and groundwater more than extensifying the rotations. This was calculated using a new concept of quantifying the Environment Exposure to Pesticides. The input of N and K_2O is related to the crop rotation. The surplus on a full nutrient balance on farm level amounts to some 90-110 kg N per ha and to 20 kg P_2O_5 per ha. These surpluses meet every policy norm for the coming 10 years.

Some aspects of the research were carried out in much more details. From monitoring the NO_3 leaching by measuring the concentration in the upper layer of the groundwater it became evident that the concentrations under conventional management are twice and under integrated land use only 1.2 times the EU drinking water norm guideline of 50 mg NO_3 per litre.

The allocated costs of fertilisation and weed control are closely related to the intensity of the cropping technique whilst the costs of

pest and disease control are mainly related to the intensity of the crop rotation. The farm economic perspectives were studied in relation to the results of the calculations for the control of potato cyst nematodes. The results show that:

- the farm results of all variants is negative due to the low gross margins of the crops grown in this region and the relatively high fixed costs (confirmed by independent survey result of the national agricultural economics institute);
- the larger the farm the better the perspectives;
- when the nematode population can be controlled in an 50% potato rotation with only once in 4 years granulate nematicide use, then this variant gives the best results for 45 and 70 ha farms. On 100 ha the 33% variant is competitive;
- however when the mentioned preconditions cannot be met extensification of the crop rotation quickly becomes more interesting and sustainable than the introduction of fumigants;
- integrated cropping techniques always pay off and are less benign to the environment.

Based on these results a new integrated system was formulated for a new research period and laid out in 1997. A description is given of this new prototype. A new element in the research is the development of an organic system for this region in the years to come.

Par of these studies (N dynamics and leaching) were carried out with financial support from the Commission of the European Communities, Agriculture and Fisheries (ENVIRONMENT) specific RTD programme, EV5↓CT94-0480 "Risk analysis of the impact of agrochemicals on soil and water quality under farming systems with different land use practices". It does not necessarily reflect its views and in no way anticipates the Commission's future policy in this area.

INLEIDING

Doel van het verslag

In dit verslag wordt het bedrijfssystemen-onderzoek dat van 1992 - 1995 in de regio Noordoost Nederland (Borgerswold) plaats vond 'vertaald naar de praktijk'. Dat betekent niet zo zeer een opsomming van onderzoeksresultaten (historische analyse) als wel dat op basis van die onderzoeksresultaten een schets gegeven zal worden van het perspectief voor akkerbouwbedrijven in het noordoostelijk zand- en dalgrondgebied. Dit is gedaan voor verschillende bedrijfstypen. Bedrijfstypen die verschillen in vruchtwisseling, aanpak van de bemesting, onkruidbestrijding en ziekte- en plaagbestrijding (scenario's). Omdat akkerbouwbedrijven in Noordoost Nederland sterk variëren in omvang is bovendien rekening gehouden met kleine, middelgrote en grote bedrijven (45, 70 en 100 ha).
Een volledige bedrijfseconomische perspectievenstudie (die voor het Noordoosten in 1998 gemaakt zal worden) richt zich niet alleen op de akkerbouw maar verkent ook de mogelijkheden tot neventakken, gemengde bedrijven en samenwerking tussen bedrijfstypen. Een dergelijke studie wordt verricht op basis van teeltgegevens uit de betreffende regio en cijfermateriaal van het LEI en KWIN.
Deze scenario studie beperkt zich weliswaar tot akkerbouwbedrijven, maar onderscheidt zich van de gebruikelijke perspectievenstudies door verschillende niveaus van input (verschillen in teelt- en bedrijfsstrategie) te hanteren. De gegevens daarvoor zijn afkomstig uit het bedrijfssystemen-onderzoek te Borgerswold.
Een historische bedrijfseconomische analyse van de systemen te Borgerswold is in dit verslag niet te vinden. Prijzen van producten en middelen, wet- en regelgeving en middelenkeuze voor gewasbescherming uit de periode 1992-1995 zijn anno 1996 niet meer actueel. Ook de beperkte bedrijfsomvang (maximaal 10 ha) verstoort een goede bedrijfseconomische analyse.
Een tweede doel van dit verslag is aan te geven hoe in de toekomst op duurzame wijze in de diverse bedrijfstypen met schadelijke aaltjes, waaronder aardappelcystenaaltjes maar ook wortelknobbelaaltjes, wortellesieaaltjes en Trichodoriden te leven valt. De beheersing van deze schadelijke aaltjes is voor bedrijven in het gebied van groot belang voor het toekomstperspectief.

Opbouw van het verslag

Dit verslag valt uiteen in twee delen. Het eerste deel bevat de scenario studie. In het 1e hoofdstuk, Bedrijfstypen (scenario's), wordt uiteengezet welke scenario's in aanmerking komen, binnen welke kaders gewerkt wordt en hoe de scenario's verschillen in bouwplan, teeltwijze (kengetallen) per gewas en beheersing van aardappelmoeheid. Iedere teeltbeschrijving (paragraaf Kengetallen/teeltgegevens) is tot stand gekomen door de onderzoeksresultaten uit de periode 1992-1995 te Borgerswold te evalueren. De afwegingen die daarbij gemaakt zijn worden in die paragraaf vermeld.
Omdat de aardappelmoeheidsproblemen en de aanpak ervan nogal kunnen verschillen, is met behulp van modelstudies voor een scala aan varianten in aanpak het aardappelcystenaaltjes-verloop berekend (2e hoofdstuk, Simulatie varianten AM-beheersing). Er is daarbij een (relatief eenvoudige) relatie gelegd met de schade, hetgeen tot nu toe steeds achterwege is gebleven in dit soort verslagen.
De scenario's waarin aaltjes afdoende be-

heersbaar blijken, worden in het 3e hoofdstuk, Resultaten op bouwplanniveau, op hun milieukundige en economische waarde op bouwplanniveau beoordeeld.
In het 4e hoofdstuk, Vergelijking scenario's per bedrijfsomvang, volgt per bedrijfsgrootte een economische analyse. Aan de hand daarvan kan afgewogen worden welke consequenties bouwplanextensivering dan wel andere teeltstrategieën in eenzelfde bouwplan hebben. Vergelijking van scenario's is het onderwerp van het laatste hoofdstuk van deel A, Slot en conclusies, en eigenlijk de kern van dit verslag.

Om niet geheel voorbij te gaan aan de historische onderzoeksresultaten van de periode 1992-1995 te Borgerswold worden in deel B de drie bedrijfssystemen op hoofdlijnen geanalyseerd.

In de genoemde onderzoeksperiode werd aanvullend onderzoek verricht op het gebied van populatieontwikkeling van plantparasitaire aaltjes, stikstofuitspoeling en populatiedynamica van onkruiden. In het hoofdstuk Aanvullend onderzoek van deel B zijn de resultaten daarvan beschreven.

Het verslag eindigt met een "tot besluit" waarin de nieuwe opzet van het bedrijfssystemen-onderzoek zoals dat in 1997 voortgezet werd, behandeld wordt.

Vanwege de omvang van het verslag is besloten de meeste bijlagen op te nemen in een los rapport (opvraagbaar bij het PAV), bijlagen I (vermeerdering en waardplantgeschiktheid van diverse plantparasitaire aaltjes en gewassen) en V (saldoberekeningen gewassen) zijn wel in dit verslag opgenomen.

DEEL A
BEDRIJFSTYPEN (SCENARIO'S)

ir. Y Hofmeester, ing. A. Bos, ing. A. Grunefeld, drs. ing. B.J.M. Meijer en ir. F.G. Wijnands, PAV Lelystad

Om de economische perspectieven voor duurzame akkerbouw in het noordoostelijk zand- en dalgrondgebied te schetsen was het zinvol meer scenario's door te rekenen dan de drie bedrijfssystemen die te Borgerswold gelegen hebben.
Als voorwerk voor een dergelijke studie is beantwoording van de volgende vragen van belang:

- welke bouwplannen komen in aanmerking (teeltfrequentie fabrieksaardappel en keuze overige gewassen);
- binnen welke kaders moeten de scenario's uitgevoerd worden (wet- en regelgeving);
- welke kengetallen worden gebruikt om de teelten te karakteriseren (niveau van in- en output en teeltmethoden);
- welke bedrijfsomvang is interessant;
- welke scenario's voor aardappelmoeheidsbeheersing zijn mogelijk?

De bouwplannen

Uit de vorige perspectievenstudie (op basis van de gegevens van Borgerswold over de periode 1986-1990) bleek dat naast het economisch doorrekenen van een bouwplan met 1:2 en 1:4 fabrieksaardappelen ook behoefte bestond aan een 1:3 variant (Hofmeester en anderen, 1995).
De gewaskeuze wordt grotendeels bepaald door economische motieven en de actualiteit van het 'vierde'gewas in het Noordoostelijk zand- en dalgrondgebied. Veldboon en koolzaad, die in het onderzoek te Borgerswold opgenomen waren van 1992-1995, vallen daardoor af. Ook engels raaigras komt niet meer in aanmerking. Dit gewas blijkt namelijk een goede tot uitstekende waardplant te zijn voor *Meloïdogyne chitwoodi*, *Pratylenchus penetrans* en Trichodoriden. Dit zijn aaltjes waarmee serieus rekening gehouden wordt in deze perspectievenstudie omdat de verwachting in het gebied is dat deze meer en meer een rol gaan spelen bij afnemende grondontsmettingsfrequentie. Economisch met graszaad vergelijkbare gewassen zijn vezelhennep en zomergerst.
De teelt van vezelhennep is actueel in het gebied. Het regionale areaal is twee maal zo groot als dat van Engels raaigras. Het is een sterk onkruidonderdrukkende teelt die weinig arbeid vergt. Over de waardplantgeschiktheid van vezelhennep is nog niet veel bekend. Tegen *M. hapla* zijn resistente henneprassen beschikbaar. Vermoedelijk is de vermeerdering van *M. chitwoodi* niet hoog (vergelijkbaar met die onder suikerbiet, mondelinge mededeling Roosjen (HLB)). Pratylenchus soorten (*P. penetrans* en *P. crenatus*) vermeerderen vermoedelijk wel sterk. Momenteel wordt in een veldproef waardplantgeschiktheid en vermeerdering van Pratylenchus spp. onderzocht. Over Trichodoriden in relatie tot hennep is nog niets bekend.
Ook zomergerst staat de laatste tijd sterk in de belangstelling, met name door de afzetmogelijkheid als brouwgerst. Het is evenals Engels raaigras geen waardplant voor *M. hapla*. *P. penetrans* kan zich matig vermeerderen (vermoedelijk minder dan onder hennep), evenals *M. chitwoodi*. Ook Trichodoriden kunnen zich matig vermeerderen onder zomergerst en bovendien is schade hier-

door mogelijk.
De gewasvolgorde binnen de verschillende bouwplannen is sterk afhankelijk van het voorkomen van andere aaltjes dan aardappelcystenaaltjes en wordt per bouwplan besproken. Het effect van de teeltfrequentie van aardappel op aardappelcystenaaltjes komt aan de orde in de paragraaf Aardappelmoeheidsbeheersing.

1:2
Voor een 1:2 teelt van fabrieksaardappelen is het bouwplan voor de hand liggend: fabrieksaardappel -suikerbiet - fabrieksaardappel - wintertarwe (zoals van 1986 t/m 1995 te Borgerswold).
Bij aanwezigheid van Trichodoriden loopt met name de aardappel na de suikerbiet risico op schade, omdat het aaltje zich sterk kan vermeerderen op suikerbiet. *M. chitwoodi* vormt een groter gevaar dan *M. hapla* voor de aardappel omdat de vermeerdering van *M. chitwoodi* op zowel suikerbiet als wintertarwe plaats vindt. *M. hapla* kan zich op wintertarwe niet vermeerderen. *P. penetrans* kan door de hoge teeltfrequentie van aardappel voor problemen zorgen in dit gewas, het meest na de wintertarwe. In scenario's van dit bouwplan waarin grondontsmettingsmiddelen een plaats krijgen (voor de beheersing van aardappelcystenaaltjes) worden daarmee ook de overige plantparasitaire aaltjes bestreden. Bij granulaatgebruik (1/4 dosering in de rij) is schade in aardappel door Pratylenchus spp. en wortelknobbelaaltjes te voorkomen (Veninga en Velema, 1995); invloed op de vermeerdering van de aaltjes hebben de granulaten alleen bij een volveldsdosering, niet bij toepassing in de rij. Over de relatie tussen schade door Trichodoriden en het gebruik van granulaten is nog betrekkelijk weinig bekend.

1:3
De gewaskeuze en -volgorde voor het 1:3 bouwplan is fabrieksaardappel - suikerbiet/vezelhennep (75%/25%) - wintertarwe. Het bouwplanaandeel suikerbieten is op 25% gesteld, vergelijkbaar met dat in het 1:2 bouwplan. Het quotum van de meeste telers in het gebied zal gelijk of lager zijn. Voor de overige 8,3% van dit blok in de rotatie is gekozen voor vezelhennep.
In verband met Trichodoriden komt de suikerbiet, waaronder deze aaltjes zich sterk kunnen vermeerderen na de voor dit aaltje schadegevoelige aardappel. Bovendien kan aardappelopslag in de suikerbiet eenvoudiger bestreden worden dan in wintertarwe. *Pratylenchus crenatus* vermeerdert zich hoofdzakelijk onder granen en veroorzaakt nauwelijks schade in de genoemde gewassen.
P. penetrans en wortelknobbelaaltjes zijn schadelijk voor de aardappel. De keuze voor wintertarwe als voorvrucht van aardappelen houdt een zeker risico in voor schade door *P. penetrans* in aardappel (onder graan vermeerdert *P. penetrans* zich meer dan onder suikerbiet). Voor *M. hapla* is de gekozen volgorde wel het gunstigst. Als het om vermeerdering van *M. chitwoodi* gaat zijn graan en suikerbiet als voorvrucht voor aardappel vergelijkbaar. Mocht dit aaltje een doorslaggevende rol spelen dan zou de keuze van het graan zomertarwe of zomergerst moeten zijn (voor zover de Amerikaanse onderzoeksgegevens vertaalbaar zijn naar onze situatie, zie bijlage I).

1:4
Voor het bouwplan met 1:4 fabrieksaardappelen wordt evenals in de andere bouwplannen als uitgangspunt 25% suikerbieten genomen. Deze variant lag ook vanaf 1991 te Borgerswold (systeem 2). Als wintergranen worden wintertarwe en winterrogge opgenomen. De teeltgegevens zijn bekend vanuit het onderzoek te Borgerswold. Vijfde en zesde gewas zijn vezelhennep en zomergerst.
In de gewasvolgorde fabrieksaardappel - suikerbiet - wintertarwe - zomergerst - fabrieksaardappel - vezelhennep - suikerbiet - winter-

rogge is bewust gekozen voor verschillen in de twee driejarige perioden na aardappel.
Aardappelopslag is beter in suikerbiet te bestrijden dan onder hennep, maar krijgt bij een geslaagde hennepteelt mogelijk ook geen kans te ontwikkelen. De kans op schade in de suikerbiet door *M. hapla* is met voorvrucht hennep waarschijnlijk nihil.
Om *P. penetrans* schade in aardappel te beperken heeft een graan waarschijnlijk de voorkeur boven hennep als voorvrucht, maar zeker is dat niet. Trichodoriden schade in aardappel wordt beperkt wanneer de suikerbiet (sterke vermeerdering) niet vlak voor de aardappel geteeld wordt. Onzekere factor in deze keuze is het effect van hennep op Trichodoriden.

Voor *M. chitwoodi* maakt de voorvrucht van fabrieksaardappel niet uit (granen vermeerderen naar schatting evenveel). Schade aan de suikerbiet door *M. chitwoodi* is waarschijnlijk na fabrieksaardappel groter dan na hennep.

De gekozen gewasvolgorde biedt de mogelijkheid in vier van de acht jaren een groenbemester te zaaien. Na de granen kan bladrammenas nog behoorlijk effectief zijn om de populatiedichtheid van met name Trichodoriden te doen dalen. Overigens wordt in alle bouwplannen zo optimaal mogelijk gebruik gemaakt van groenbemesters (zie ook paragraaf Kengetallen/teeltgegevens groenbemester).
De bouwplannen die verder voor studie in aanmerking komen zijn samengevat in tabel 1.

De kaders

Ten opzichte van de onderzoeksperiode 1992-1995 worden op afzienbare termijn of zijn reeds de kaders waarbinnen akkerbouw bedreven kan worden beperkt. Met de volgende wet- en regelgeving is rekening gehouden in deze perspectievenstudie.

- Binnen de regulering grondontsmettingsmiddelen (Anonymus, 1993) is vastgelegd dat vanaf het jaar 2001 een natte grondontsmetting maximaal 1 keer in de 5 jaar op hetzelfde perceel mag plaatsvinden. Daarop anticiperend is de frequentie van 1:5 als uitgangspunt gekozen.
- Het Meerjaren Plan Gewasbescherming-2000 (Anonymus, 1991) stelt eisen aan het pesticidengebruik in kg actieve stof per hectare. Ten opzichte van het referentieverbruik te Borgerswold in de periode 1986-1990 geldt dat de maximum inzet van nematiciden 21,4 kg a.s./ha mag bedragen. Voor herbiciden ligt de grens bij 1,49 kg a.s./ha , voor fungiciden bij 5,18

Tabel 1. Vruchtopvolging in de drie bouwplannen.

1:2 fabrieksaardappel	1:3 fabrieksaardappel	1:4 fabrieksaardappel
fabrieksaardappel	fabrieksaardappel	fabrieksaardappel
suikerbiet	suikerbiet/vezelhennep	suikerbiet
fabrieksaardappel	wintertarwe	wintertarwe
wintertarwe		zomergerst
		fabrieksaardappel
		vezelhennep
		suikerbiet
		winterrogge

kg a.s. /ha en voor insecticiden bij 0,075 kg a.s./ha.
Voor de middelenkeuze van de nematiciden heeft dit consequenties. De adviesdosering Telone-cis (85 liter/ha) kan eens in de vijf jaar toegepast worden, maar het middel Monam niet. Door de hoge actieve stof inhoud bij toepassing van de adviesdosering van 300 liter/ha, kan dit maximaal eens in de 7 tot 8 jaar ingezet worden. In de scenario studies wordt daarom uitgegaan van Telone-cis, hoewel een verbod van dit middel op relatief korte termijn niet ondenkbeeldig is. Bij deze berekening is uitgegaan van grondontsmetting van gehele percelen. Bij perceelsdeelbehandeling zijn de mogelijkheden iets groter, afhankelijk van de omvang van het perceelsdeel.

- Op het gebied van bemesting geldt de algemene beperking van maximaal 110 kg P_2O_5/ha/jaar uit dierlijke mest in 1997 aflopend naar 80 kg P_2O_5/ha/jaar vanaf 2002. Als maximaal overschot op de mineralenbalansen geldt voor stikstof 175 kg N/ha en voor fosfaat 40 kg P_2O_5/ha in 1998. In 2002 worden deze normen verlaagd naar respectievelijk 125 en 30 kg/ha (Anonymus, 1997).

Kengetallen/teeltgegevens

Vanuit de onderzoeksperiode 1992-1995 te Borgerswold zijn de teeltgegevens bekend van alle genoemde gewassen en groenbemesters (met uitzondering van vezelhennep en zomergerst) bij verschillende niveaus van input (met name meststoffen, pesticiden en arbeid) met bijbehorende teelttechnieken en output (opbrengst). Voor vezelhennep en zomergerst zijn deze samengesteld op basis van ervaring van derden (teelthandleidingen en mondelinge mededelingen). De gemiddeld representatieve weergave van de teelten is vastgelegd in de zogeheten teeltsjablonen (bijlage II). Volledigheidshalve zijn deze ook van de gewassen veldboon, koolzaad en graszaad opgenomen, hoewel die niet in deze perspectievenstudie voorkomen. Bij sommige teelten zijn enkele correcties ten opzichte van de historische werkelijkheid aangebracht wat betreft middelenkeuze als daarmee tenminste enkele jaren ervaring was opgedaan (bijvoorbeeld Shirlan bij aardappel en Ally en Puma-super in wintertarwe dan wel wintergraan).
Door de wijzigingen in de vruchtopvolging van de door te rekenen bouwplannen, veranderden ook voorvruchteffecten ten opzichte van de werkelijkheid. Dit had gevolgen voor de te verrekenen hoeveelheid stikstof (nawerking van N uit groenbemesters en grondontsmetting) en voor de herbicidenkeuze (in bijvoorbeeld de fabrieksaardappel na winterrogge in plaats van na graszaad).
Door oorzaken van uiteenlopende aard werd in een aantal gevallen niet ieder teeltjaar meegenomen om tot de gemiddelde weergave van een teelt te komen. In bijlage II is per systeem en per teelt vermeld welk jaar buiten beschouwing is gelaten en waarom.
Uit die teeltsjablonen zijn gewasdoorsneden samengesteld. Dit zijn overzichten van de meest belangrijke gegevens per gewas aan de hand waarvan de teelt van dat gewas besproken wordt in relatie tot het niveau van input. Dit zijn in feite teeltevaluaties van de onderzoeksperiode 1992-1995 en tegelijk beschrijvingen van de teelten zoals deze in de scenario's zijn verwerkt.

De in de 1e paragraaf genoemde bouwplannen worden met de teeltgegevens afkomstig van de systemen 1, 2 en 3 van Borgerswold doorgerekend en vervolgens aangeduid met scenario MJPG2, MJPG3, GI3e, GI4e en GI4m zoals tabel 2 aangeeft.
Op deze manier kan het effect van bouwplanextensivering bij een zelfde niveau van input vergeleken worden (1:2, 1:3), maar worden ook de gevolgen van een meer milieu-

Tabel 2. Aanduiding en herkomst van gebruikte gegevens voor de scenario studie.

Borgerswold 1992-1995	frequentie FA	systeem 1	systeem 2	systeem 3
methode		MJPG	GI-economie	GI-milieu
scenario				
MJPG2	1:2	x		
GI3e	1:3		x	
MJPG3	1:3	x		
GI4e	1:4		x	
GI4m	1:4			x

vriendelijker aanpak bij een vergelijkbaar bouwplan (voor zowel 1:3 als 1:4) in kaart gebracht.

Teeltdoorsnede fabrieksaardappel

In systeem 1 werden rassen die verschillen in de mate van resistentie tegen aardappelcystenaaltjes afgewisseld, in systeem 2 en 3 werd steeds het afdoende resistente ras Elles geteeld (zie ook deel B, paragraaf Uitgangspunten). Door de iets nauwere pootafstand in systeem 1, was 7% meer pootgoed nodig dan in de systemen 2 en 3. Het pootgoed werd behandeld met Solacol-poeder wanneer uit de Rhizoctonia-index bleek dat dat noodzakelijk was. De grenswaarde in systeem 1 en 2 lag daarvoor lager (index 10) dan in systeem 3 waar een adviesmodel gebruikt werd (Lamers en Campmans, 1993). Dit betekende dat in systeem 1 en 2 de partijen Elles in 75% van de jaren werden gepoederd, in systeem 3 in 25% van de gevallen. De rassen Karnico en Florijn bleken gezonder qua uitgangsmateriaal en werden in de helft van het aantal jaren behandeld (tabel 3). Met uitzondering van de aardappel na suikerbiet in systeem 1, werd aan alle fabrieksaardappelen mestvarkendrijfmest toegediend vlak voor poten. Na de bietenteelt blijft zoveel kali achter in het blad, dat een drijfmestgift daarna niet verantwoord is in verband met de negatieve beinvloeding van het onderwatergewicht. Afhankelijk van de hoogte van de drijfmestgift werd voor poten nog kunstmest-N toegediend tot een N-werkzaam niveau van 150 kg N/ha. Rond opkomst werd in systeem 1 aangevuld tot ongeveer 180-200 kg N/ha werkzaam. Na de wintertarwe werd met 40 kg N/ha rekening gehouden uit een groenbemester.
In systeem 2 en 3 werd de aanvulling afhankelijk gesteld van de uitkomst van N-analyses van grond (systeem 2) of grond- en gewasmonsters (systeem 3), de zogeheten N-bijmest- en bladsteeltjesmethode.
In systeem 3 kreeg één van de beide aardappelen een aanzienlijk lagere drijfmestgift (i.v.m. de hoge fosfaattoestand van de bodem). Ondanks het laagste N-werkzaam niveau in systeem 3, was de benutting niet beter. Ten opzichte van zowel systeem 1 als 2 bleef de opbrengst en daarmee de afvoer teveel achter. Door het kleinere aandeel varkendrijfmest in de totale N-voorziening in systeem 1 is de benutting, ondanks de iets lagere afvoer, beter dan in systeem 2.
De onkruidbestrijding in systeem 1 bestond uit een volveldsbespuiting rond opkomst, aangevuld met een schoffelbewerking eind mei en tenslotte het aanaarden. De herbicideninzet kan eenvoudig worden gehalveerd door in de rij te spuiten, zoals in systeem 2 gebeurde. In de helft van het aantal gevallen

Tabel 3. Fabrieksaardappel-teeltdoorsnede.

	MJPG2	MJPG2	GI4e/GI3e	GI4m	GI4m	MJPG3	GI3e
ras	Karnico	Elles	Elles	Elles	Elles	Elles	
teeltfrequentie	1:2	1:2	1:4/1:3	1:4	1:4	1:3	
voorvrucht	wintertarwe	suikerbiet	wintergraan	wintergraan	wintergraan	wintergraan	
pootgoed	2255	2391	2152	2152	2152	2255	
pootafstand	32	35	35,5	37	37	34	
stikstof							
aantal m^3 MDM	20,9		21,5	12,9	24,5	20,9	
N-kunstmest	50	202	65	93	31	50	
N-werkzaam	168 + 40	202	184	164	164	168	
N-totaal inzet meststoffen	208	202	229	192	218	208	
N-afvoer	149	147	154	134	145	148	
N-overschot	105	101	121	104	119	107	
N-benutting	0,59	0,59	0,56	0,56	0,55	0,59	
N-min na oogst (0-60)							
N-min november (0-90)	64	63	66	76	76		
pesticiden-inzet							
herbiciden	1,34	1,01	0,60	0,02	0,02	1,18	
fungiciden	3,15	3,16	2,56	2,54	2,54	3,16	
insecticiden	0,04	0,00	0,00	0,00	0	0,00	
totaal	4,53	4,17	3,16	2,56	2,56	4,34	
aantal bestrijdingen							
onkruid(chemisch)							
volvelds	1,7	1,3	0,6	0,6	0,6	1,3	
rij 50%			1,0				
onkruid (mechanisch)							
eggen				2,0	2		
schoffelen	1,0	1,0	1,5	2,0	2	1,0	
aanaardend schoffelen							
aanaarden	1,0	1,0	1,0	1,0	1	1,0	
subtotaal onkruid	3,7	3,3	4,1	5,6	5,6	3,3	
ziekten en plagen (chemisch)							
schimmels	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3	
insecten	0,3						
totaal chemisch	14,3	13,6	13,9	12,9	12,9	13,6	
totaal mechanisch	2,0	2,0	2,5	5,0	5	2,0	
totaal bewerkingen	16,3	15,6	16,4	17,9	17,9	15,6	
aantal uren handwerk							
wieden		0,4	0,3	0,3	1,3		
aardappelopslag							
overig (toestoppen na eggen)				1,7	1,3		

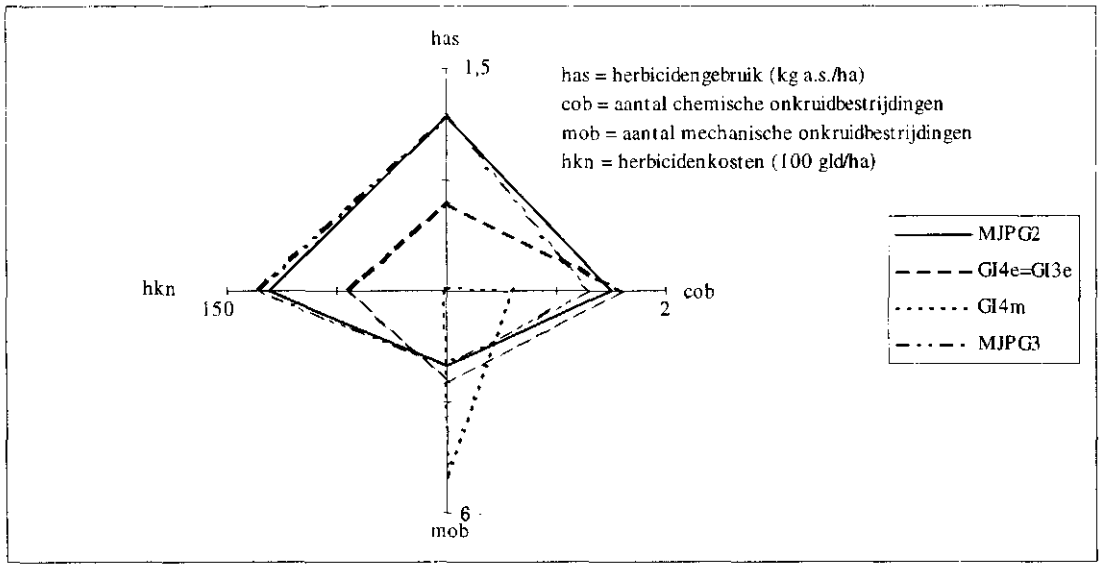
Tabel 3. Fabrieksaardappel teeltdoorsnede, vervolg.

	MJPG2	MJPG2	GI4e/GI3e	GI4m	GI4m	MJPG3	GI3e
ras	Karnico	Elles	Elles	Elles	Elles	Elles	
teeltfrequentie	1:2	1:2	1:4/1:3	1:4	1:4	1:3	
voorvrucht	wintertarwe	suikerbiet	wintergraan	wintergraan	wintergraan	wintergraan	
opbrengsten							
netto opbrengst	38406	38898	40191	34768	36908	38652	
owg	466	473	461	467	467	470	
uitbetalingsgewicht	46878	48408	48544	42661	45238	47643	
prijs	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	
bruto geldopbrengst	5352	5527	5542	4870	5165	5439	
toegerekende kosten							
herbiciden	154	90	66	3	3	128	
overige pesticiden	519	526	379	351	351	526	431
N-meststoffen	170	204	178	156	156	165	
zaaizaad of pootgoed	830	880	792	792	792	830	
totaal toegerekende kosten	2552	2568	2293	2170	2211	2484	2262
saldo EM	2800	2959	3249	2701	2953	2955	3280

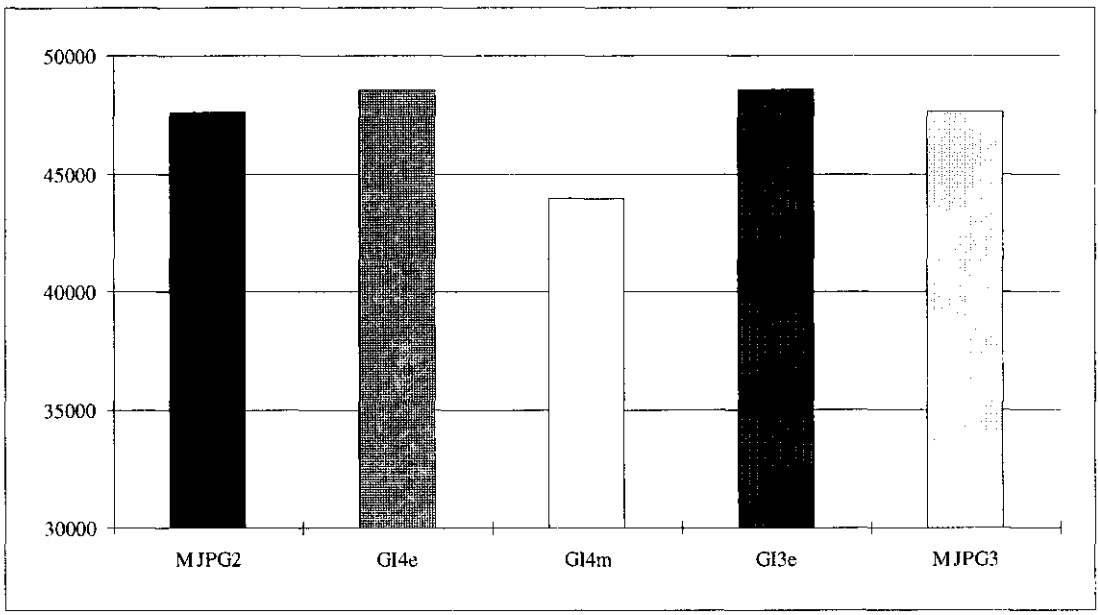
(jaarsafhankelijk) bleek daardoor een extra (vroegere) schoffelbewerking op de zijkant van de ruggen noodzakelijk. Een volledig mechanische aanpak van het onkruid bleek ook goed mogelijk. Eggen afgewisseld door schoffelen en uiteindelijk aanaarden leverde een vergelijkbaar resultaat. Het aantal werkgangen voor de bestrijding van het onkruid nam daarmee toe met 1,5 tot 2, maar de besparing op herbicidenkosten liep afhankelijk van de middelenkeuze op tot ruim 100 gulden/ha (figuur 1).

Bij een volledig mechanische onkruidbestrijding is iets dieper poten raadzaam. Lukt dit niet dan is de kans groot dat bij de eerste egbewerking een deel van de aardappelen bovenop de rug komt te liggen. In alle systemen werd pleksgewijs, veelal op de kopakkers, in augustus eenmaal met Sencor (soms met MCPA) gespoten tegen overgebleven groot onkruid.

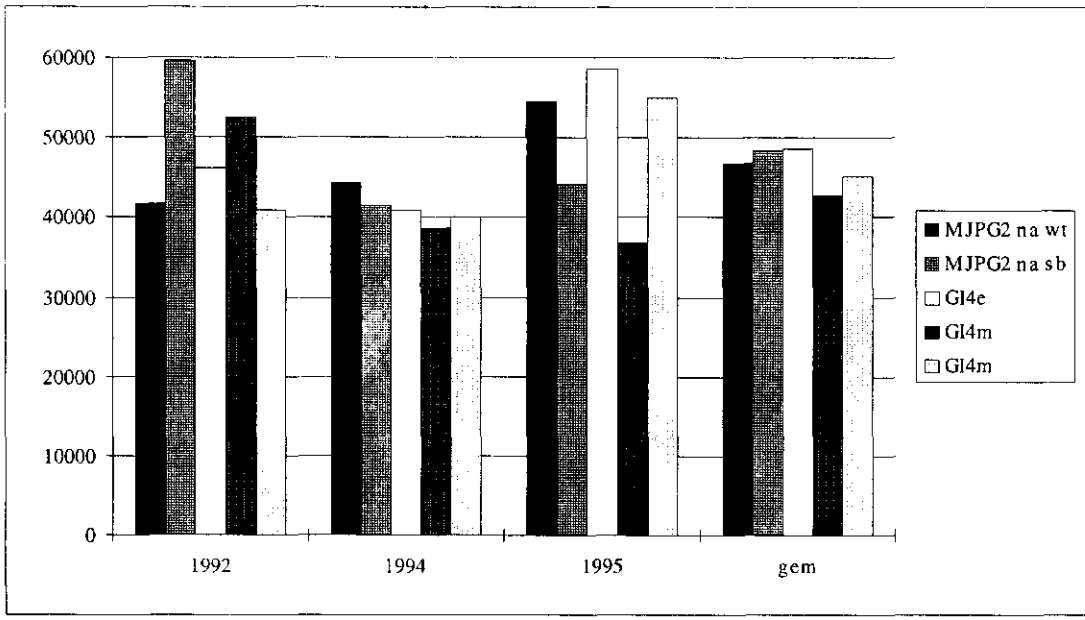
Phytophthora infestans is nog altijd een ziekte waartegen met grote regelmaat gespoten moet worden om een infectie te voorkomen of te bestrijden. Sinds de komst van het nieuwe laaggehaltige middel Shirlan is de totale hoeveelheid actieve stof die daarmee gemoeid is behoorlijk gereduceerd (65% ten opzichte van een vergelijkbaar aantal bespuitingen met Trimastan), maar de afhankelijkheid van het middel is nog onverminderd aanwezig. Verschil tussen systeem 1 enerzijds en de systemen 2 en 3 anderzijds bestond uit het verlagen van de dosering van het middel Shirlan op grond van de resistentie in het loof tegen *Phytophthora*. In systeem 1 werd deze mogelijkheid niet ten volle benut, omdat de reductie-doelstelling dat niet vereiste. In alle systemen werd aan het begin van het seizoen met een 0,05 kg/ha lagere dosering gespoten dan later in het seizoen. In ruim 60% van de jaren werd eenmaal met een licht curatief middel gespoten. Verlaging van de dosering op grond van resistentie in het loof tegen



Figuur 1. Relatie tussen herbicidengebruik (in kg a.s./ha), de kosten daarvan (in gld/ha) en het aantal chemische en mechanische bewerkingen voor de onkruidbestrijding in fabrieksaardappel.



Figuur 2. Gemiddeld uitbetalingsgewicht van fabrieksaardappel per scenario (in kg/ha).



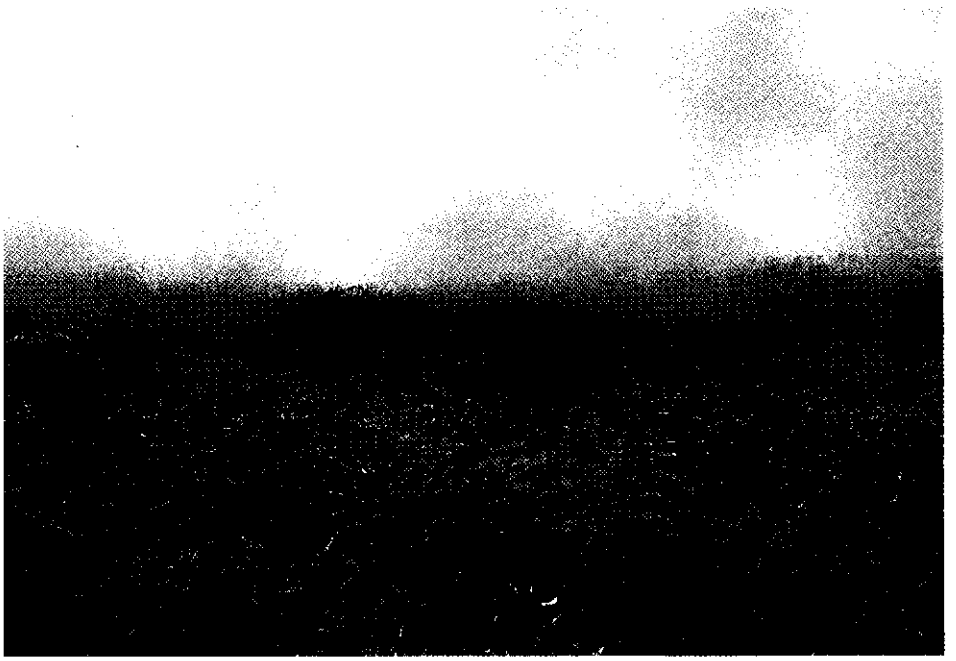
Figuur 3. Uitbetalingsgewicht van fabrieksaardappel in 1992, 1994 en 1995 van de systemen 1, 2 en 3 te Borgerswold (in kg/ha).

P. infestans leverde een besparing op van 20% van de fungiciden-inzet en een nog grotere besparing op de kosten. Luizen overschreden alleen in systeem 1 in 30% van de jaren de schadedrempel (50 luizen per samengesteld blad) zodat daartegen gespoten werd.

De uitbetaling van systeem 1 en 2 was nagenoeg vergelijkbaar (systeem 2 2% hoger). Het veldgewicht van systeem 1 was weliswaar lager, maar door het hogere onderwatergewicht werd dit verschil grotendeels gecompenseerd (figuur 2). Droogte bleek door de jaren heen een belangrijke factor in de opbrengstverschillen. Systeem 1 bleef daardoor eenmaal aanzienlijk achter in opbrengst, maar profiteerde ook eenmaal van een relatief beter perceel (1995 en 1992). Systeem 2 was in 1995 hierdoor bevoordeeld, terwijl systeem 3 in 1995 beduidend achterbleef op een perceel (door een combinatie van droogte en aaltjes (aardappelcystenaaltjes, maar vooral Trichodoriden). Het verschil met alle andere percelen bedroeg toen ruim 30% in uitbetalingsgewicht (figuur 3). 1994 was een uitgesproken slecht aardappeljaar door de slechte structuur als erfenis van de natte voorafgaande winter, de droogte in de zomer van 1994 en de slechte kwaliteit van het pootgoed (vooral van Elles).

In systeem 3 bleek vaker een aantasting door *Rhizoctonia solani* en zwartbeen (*E. carotovora subsp. carotovora*) op te treden. Niet altijd kon, wat betreft *Rhizoctonia*, het verband met niet poederen van het pootgoed gelegd worden. Het is dus moeilijk te zeggen of de actiedrempel voor poederen te laag was.

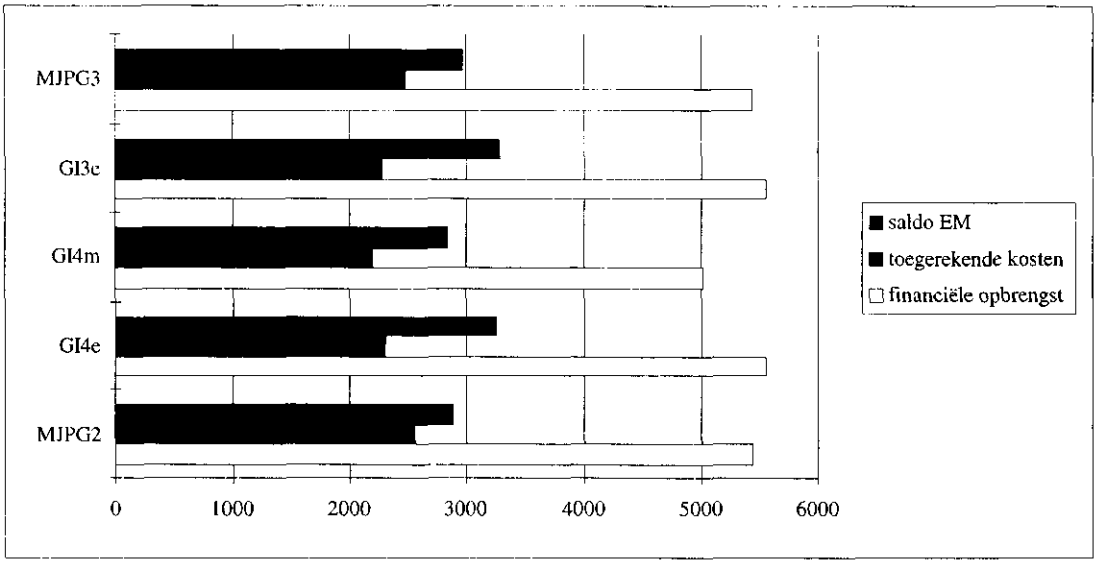
Gemiddeld over de jaren bleef de financiële opbrengst van systeem 3 zo'n 8-9% achter bij die van de andere twee systemen. Door een kostenbesparing van 15%, vooral op de pesticiden, was het gewassaldo van systeem 3 vrijwel vergelijkbaar met dat van systeem 1.



Stuiven in de Veenkoloniën.



Zomergerst als stuifbestrijding in systeem 3 = GI4m.

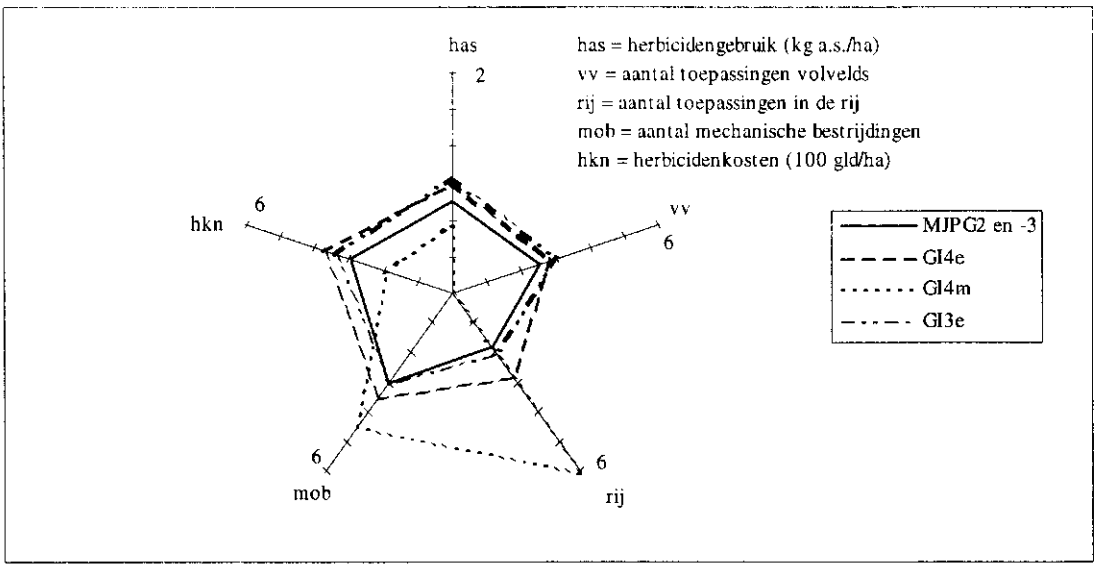


Figuur 4. Bruto geldopbrengst, toegerekende kosten en gewassaldo (eigen mechanisatie) van fabrieksaardappel per scenario (in gld/ha).

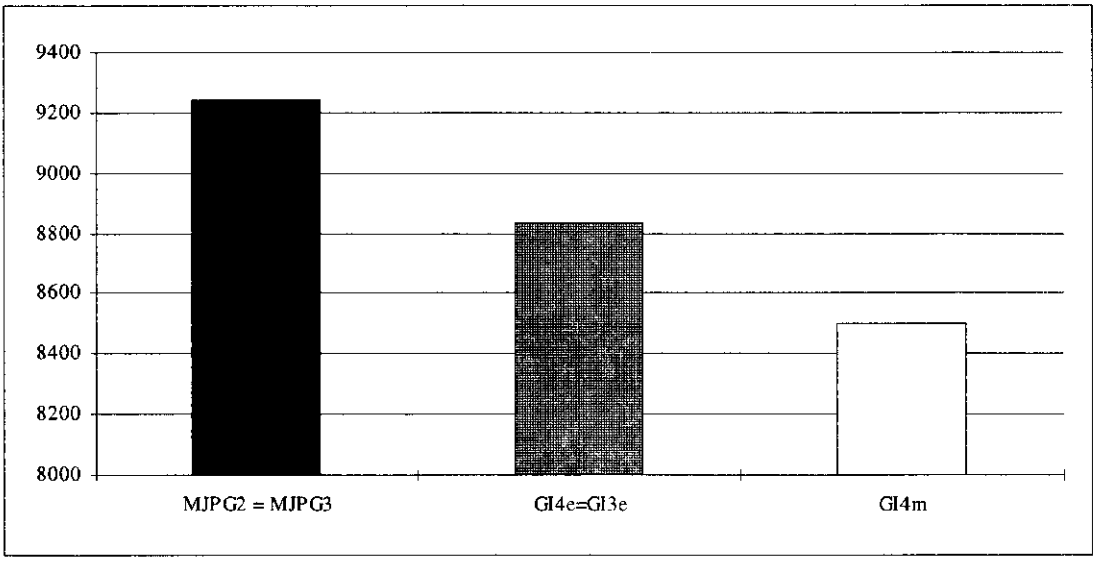
Systeem 2 kende het hoogste gewassaldo van 3250 gulden/ha (figuur 4).

Teeltdoorsnede suikerbiet

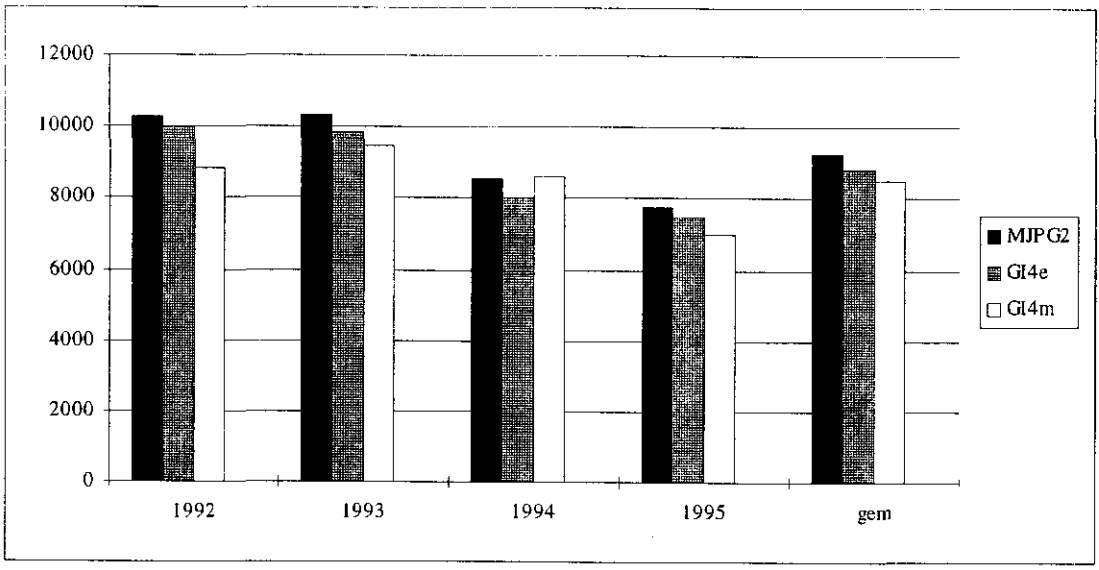
In alle systemen werd de eerste twee jaar Cordelia geteeld, later Fiona omdat dit ras bij een vergelijkbare suikeropbrengst, een hogere financiële opbrengst kent.
Bemesting vond in alle systemen plaats met varkendrijfmest aan de basis. Met chili als kunstmeststof werd aangevuld tot een niveau van ongeveer 150 kg werkzame N/ha.
Ondanks de iets lagere opbrengsten in systeem 3 kwam het N-overschot het laagst uit door het groter aandeel van kunstmeststikstof in de N-aanvoer. Er kon minder mestvarkendrijfmest toegepast worden in verband met de relatief hoge fosfaat-toestand van de grond (sanering).
In absolute zin is het N-overschot in alle systemen hoog. Veel opgenomen stikstof zit in het bietenblad, dat achterblijft op het land (tabel 4).
De onkruidbestrijding in systeem 1 en 2 is opgebouwd uit aanvankelijk volvelds chemische bestrijdingen in het lage dosering systeem (LDS), gevolgd door een combinatie van schoffelen en spuiten in de rij. Door pas later in het seizoen te schoffelen blijft het risico op stuifschade aan de bieten gering. Het aantal volvelds bespuitingen is gerelateerd aan de noodzaak om zomergerst als anti-stuif preventie al dan niet mee dood te spuiten. Dit bleek namelijk zeer effectief bij een volveldsbespuiting, maar moeizaam bij een rijenbespuiting. Het verschil in het aantal chemische onkruidbestrijdingen tussen systeem 1 en 2 komt voor een deel voort uit het verschil in hoofdgrondbewerking (ploegen in systeem 1 en ploegen of vaste tand in systeem 2). Een andere verklaring daarvoor is de toegepaste natte grondontsmetting in systeem 1 in de jaren 1992-1994 , waardoor er minder onkruid opkwam. Correctie daarvoor is in de scenario studies niet uitgevoerd omdat dit effect niet



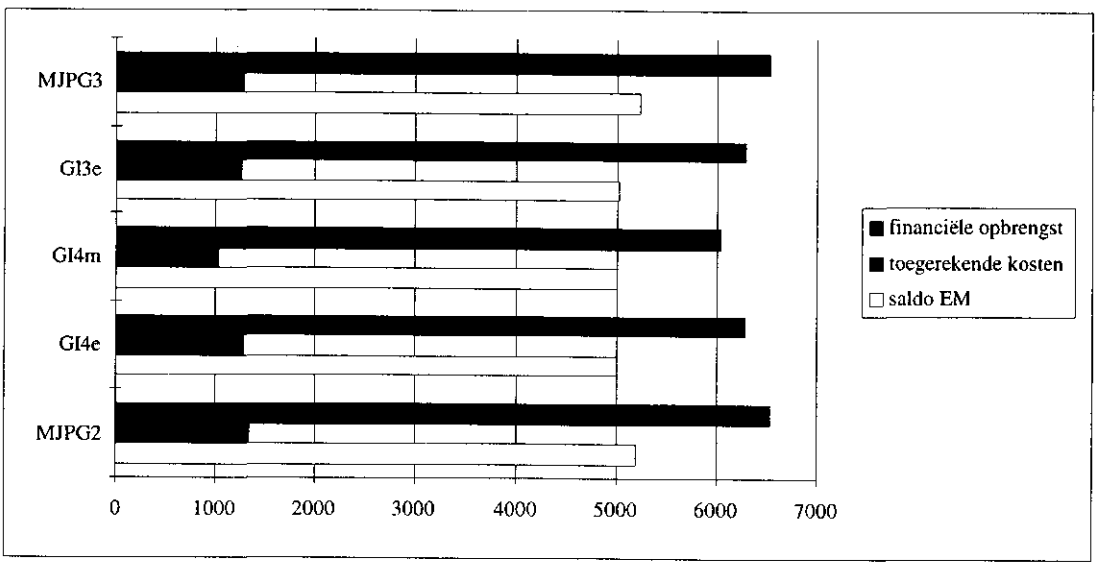
Figuur 5. Relatie tussen herbicidengebruik (in kg a.s./ha), de kosten daarvan (in gld/ha) en het aantal chemische en mechanische bewerkingen voor de onkruidbestrijding in suikerbiet.



Figuur 6. Gemiddelde suikeropbrengst per scenario (in kg/ha).



Figuur 7. Suikeropbrengst van 1992 t/m 1995 van de systemen 1, 2 en 3 te Borgerswold (in kg/ha).



Figuur 8. Bruto geldopbrengst, toegerekende kosten en gewassaldo (eigen mechanisatie) van suikerbiet per scenario (in gld/ha).

Tabel 4. Suikerbiet-teeltdoorsnede.

	MJPG2/MJPG3	GI4e	GI4m	GI3e	MJPG3 afw. MJPG2
ras	Cordelia/Fiona	Cordelia/Fiona	Cordelia/Fiona	Cordelia/Fiona	
teeltfrequentie	1:4/1:3	1:4	1:4	1:3	
voorvrucht	fabrieksaardap.	Hennep/z.gerst	hennep/z.gerst	fabrieksaardap.	
Anti-stuifmaatregel-frequentie	0,5	0,5	0,03	0,5	
zaaizaad-eenheden	1,17	1,17	1,14	1,17	
stikstof					
aantal m^3 MDM	19,9	19,6	14,4	19,6	
N-kunstmest	47	43	73	43	
N-werkzaam	156	151	152	151	
N-totaal inzet meststoffen	212	204	195	204	
N-afvoer	89	85	81	85	
N-overschot	162	159	153	159	
N-benutting	0,36	0,35	0,35	0,35	
N-min na oogst (0-60)					
N-min november (0-90)	29	29	34	29	
pesticiden-inzet					
herbiciden	1,67	2,10	1,28	2,07	
fungiciden					
insecticiden	0,04				
totaal	1,71	2,10	1,28	2,07	
aantal bestrijdingen					
onkruid(chemisch)					
volvelds	2,5	2,8	0,0	3,0	
rij 40%	1,8	2,8	6,0	2,0	
onkruid (mechanisch)					
eggen	0,0	0,0	0,0	0,0	
schoffelen	1,0	1,5	2,5	1,0	
aanaardend schoffelen	1,0	1,0	1,0	1,0	
aanaarden	1,0	1,0	1,0	1,0	
subtotaal onkruid	7,3	9,1	10,5	8,0	
ziekten en plagen (chemisch)					
schimmels	0,0	0,0	0,0	0,0	
insecten	0,3	0,0	0,0	0,0	
totaal chemisch	4,6	5,6	6,0	5,0	
totaal mechanisch	3,0	3,5	4,5	3,0	
totaal bewerkingen	7,6	9,1	10,5	8,0	
aantal uren handwerk					
wieden	8,7	10,2	15,7	10,2	
aardappelopslag	1,9	3,1	1,7	3,1	

Tabel 4. Suikerbiet-teeltdoorsnede, vervolg.

	MJPG2/MJPG3	GI4e	GI4m	GI3e	MJPG3 afw. MJPG2
ras	Cordelia/Fiona	Cordelia/Fiona	Cordelia/Fiona	Cordelia/Fiona	
teeltfrequentie	1:4/1:3	1:4	1:4	1:3	
voorvrucht	fabrieksaardap.	Hennep/z.gerst	hennep/z.gerst	fabrieksaardap.	
opbrengsten					
netto opbrengst	54706	52202	49706	52202	
suiker%	16,9	17,0	17,1	17,0	
suikeropbrengst	9245	8874	8500	8874	
prijs	0,119	0,120	0,122	0,120	
bruto geldopbrengst	6523	6283	6045	6283	
toegerekende kosten					
herbiciden	297	370	193	338	
overige pesticiden	2	0	0	0	
N-meststoffen	158	146	144	146	153
zaaizaad of pootgoed	298	298	291	298	
totaal toegerekende kosten	1327	1285	1040	1255	1285
saldo EM	5196	4998	5004	5028	5238

met zekerheid gekwantificeerd kon worden. Door uitsluitend in de rij te spuiten (systeem 3) werd een besparing van 25-35% behaald op de actievestofinzet van herbiciden.
Er moest dan eerder begonnen worden met schoffelen om het onkruid tussen de rij niet te groot te laten worden, met als resultaat 1-1,5 mechanische bewerking meer, waaronder soms een frees- in plaats van schoffelbewerking (figuur 5).
Ook het aantal uren handwerk nam daarmee toe, maar bleef op een acceptabel niveau. Anti-stuif-maatregelen waren in systeem 3 (onder andere door de niet kerende grondbewerking) slechts in één van vier jaar op een zandkop van een perceel noodzakelijk.

Insecticiden werden in een kwart van de jaren ingezet tegen aardvlooien in systeem 1. De suikeropbrengst van systeem 2 bleef 4% achter bij die van systeem 1 (figuur 6). Dit wordt grotendeels verklaard uit perceelseigenschappen in combinatie met het weer (droogtegevoeligheid, structuurschade uit voorgaande winter (figuur 7)). Het opbrengstverschil tussen systeem 3 en systeem 1 (8%) hangt nauw samen met de intensievere onkruidbestrijding en voor een kleiner deel met genoemde perceelseigenschappen. Door de hogere opbrengstprijs (betere kwaliteit) in systeem 3 werd dit verschil in financieel opzicht iets kleiner.
Door de kostenbesparing op vooral herbiciden is het gewassaldo van systeem 3 vergelijkbaar met dat van systeem 2. De totaal toegerekende kosten in systeem 1 zijn slechts weinig hoger dan die in systeem 2, waardoor het gewassaldo 4% hoger uitkomt (figuur 8).

Teeltdoorsnede wintertarwe

In alle systemen werd het ras Estica geteeld; in systeem 3 werd dit gemengd met de rassen

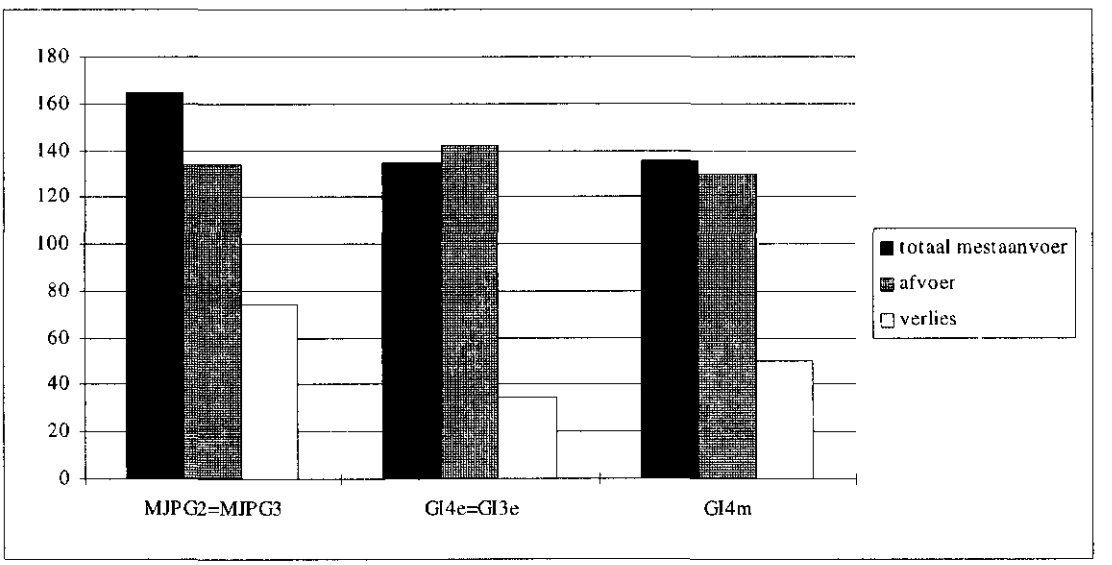
Eifel en Greiff, om de meeldauwdruk verder te verlagen. Er werd gezaaid op 25 cm rijafstand met een vergelijkbare hoeveelheid zaaizaad als in de andere systemen. Daardoor stonden de planten in de rij dichter, zodat deze beter bestand waren tegen het eggen. Egbewerkingen moesten wel redelijk agressief worden uitgevoerd om het aanwezige onkruid effectief te bestrijden.

De stikstof werd toegediend in twee (systeem 1) of zo nodig drie (systemen 2 en 3) giften. De eerste gift in systeem 1 was 20 kg/ha hoger dan in de systemen 2 en 3. Negatieve N-vensters waren het hulpmiddel om hoogte en tijdstip van de volggiften vast te stellen.

De tweede N-gift in de systemen 2 en 3 was circa 10 kg lager dan in systeem 1 en een derde gift bleek niet noodzakelijk, waardoor de N-totaal inzet van meststoffen en daarmee ook het N-overschot in systeem 2 en 3 ongeveer 30 kg/ha lager was dan in systeem 1 (figuur 9). Door achterblijven van de opbrengst van systeem 3 bleef de N-benutting achter bij die van systeem 2. Die van systeem 1 was nog lager door en een eveneens achterblijvende opbrengst en een hogere N-inzet.

De onkruidbestrijding in systeem 1 en 2 bestond uit een volledig chemische aanpak. Eenmaal een volveldsbespuiting tegen de voorkomende onkruiden en aanvullend in sommige jaren een pleksgewijze volveldsbespuiting, veelal aan het eind van de teelt. In systeem 3 werd uitsluitend geëgd. In de helft van het aantal jaren werd aanvullend een gecombineerde eg/schoffelbewerking uitgevoerd op delen van het perceel. De minieme hoeveelheid herbiciden (tabel 5) werd pleksgewijs ingezet. Het bestrijdende effect van de mechanische aanpak was vergelijkbaar met de chemische. Het eggen bleef helaas niet altijd zonder schadelijke gevolgen voor het gewas. Bij de eerste maal eggen werden regelmatig planten ondergedekt, waardoor de groei tijdelijk wat stagneerde.

Meeldauw werd in systeem 1 en 2 bestreden zodra de schadedrempel van het adviserings-



Figuur 9. Beknopte stikstofbalans van wintertarwe per scenario (in kg N/ha).

Tabel 5. Wintertarwe-teeltdoorsnede.

	MJPG2/MJPG3	GI4e/GI3e	GI4m	MJPG3 afw. MJPG2
ras	Estica	Estica	mengsel	
teeltfrequentie	1:4/1:3	1:8/1:3	1:8	
voorvrucht	f.aard./sb-hennep	sbiet/sb-hennep	suikerbiet	
zaaizaadhoeveelheid	142	139	143	
stikstof				
aantal m^3 MDM	0	0	0	
N-kunstmest	165	135	136	
N-werkzaam	165	135	136	
N-totaal inzet meststoffen	165	135	136	
N-afvoer	134	142	130	
N-overschot	74	35	50	
N-benutting	0,64	0,80	0,72	
N-min na oogst (0-60)	42	40	32	
N-min november (0-90)	22	66	41	
pesticiden-inzet				
herbiciden	0,35	0,44	0,01	
fungiciden	0,38	0,38	0,56	
insecticiden	0,03	0,03	0,03	
totaal	0,76	0,85	0,60	
aantal bestrijdingen				
onkruid(chemisch)				
volvelds	1,5	1,8	0,3	
rij 40%				
onkruid (mechanisch)				
eggen			5,0	
schoffelen			0,5	
aanaardend schoffelen				
aanaarden				
subtotaal onkruid	1,5	1,8	5,8	
ziekten en plagen (chemisch)				
schimmels	1,0	1,0	2,0	
insecten	0,5	0,5	0,5	
totaal chemisch	3,0	3,3	2,8	
totaal mechanisch	0,0	0,0	5,5	
totaal bewerkingen	3,0	3,3	8,3	
aantal uren handwerk				
wieden		1,1	0,5	
aardappelopslag				

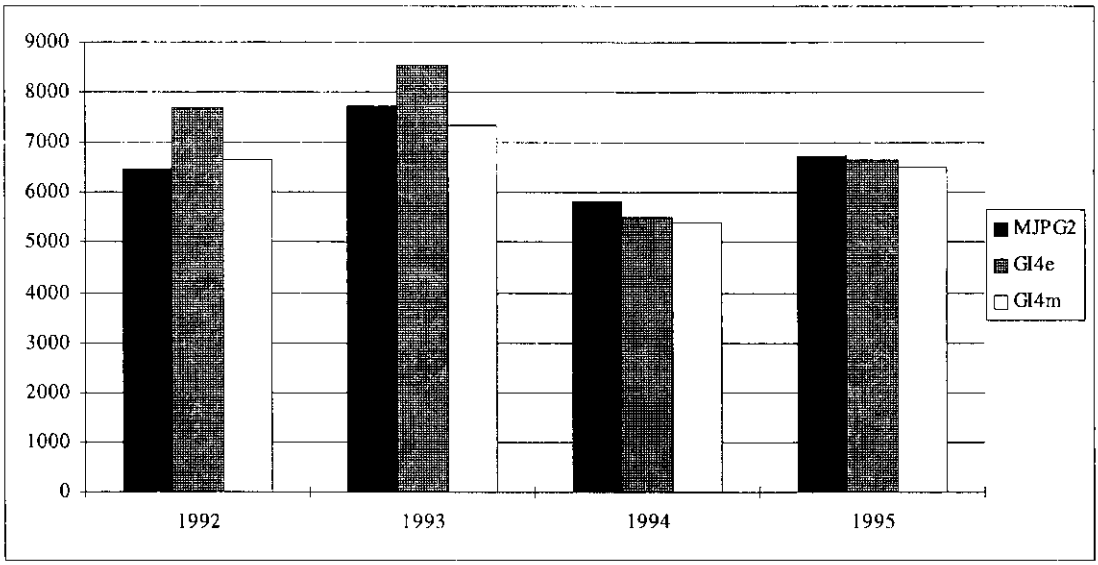
Tabel 5. Wintertarwe-teeltdoorsnede, vervolg.

	MJPG2/MJPG3	GI4e/GI3e	GI4m	MJPG3 afw. MJPG2
ras	Estica	Estica	mengsel	
teeltfrequentie	1:4/1:3	1:8/1:3	1:8	
voorvrucht	f.aard./sb-hennep	sbiet/sb-hennep	suikerbiet	
zaaizaadhoeveelheid	142	139	143	
opbrengsten				
netto opbrengst bij 16% vocht	6683	7102	6480	
DKG	42,1	44,3	44,7	
prijs	0,27	0,27	0,27	
bruto geldopbrengst (incl. hectaretoeslag)	2408	2522	2354	
toegerekende kosten				
herbiciden	197	193	6	
overige pesticiden	124	124	107	
N-meststoffen	167	130	129	162
zaaizaad of pootgoed	146	143	147	
totaal toegerekende kosten	821	709	466	793
saldo EM	1588	1813	1887	1615

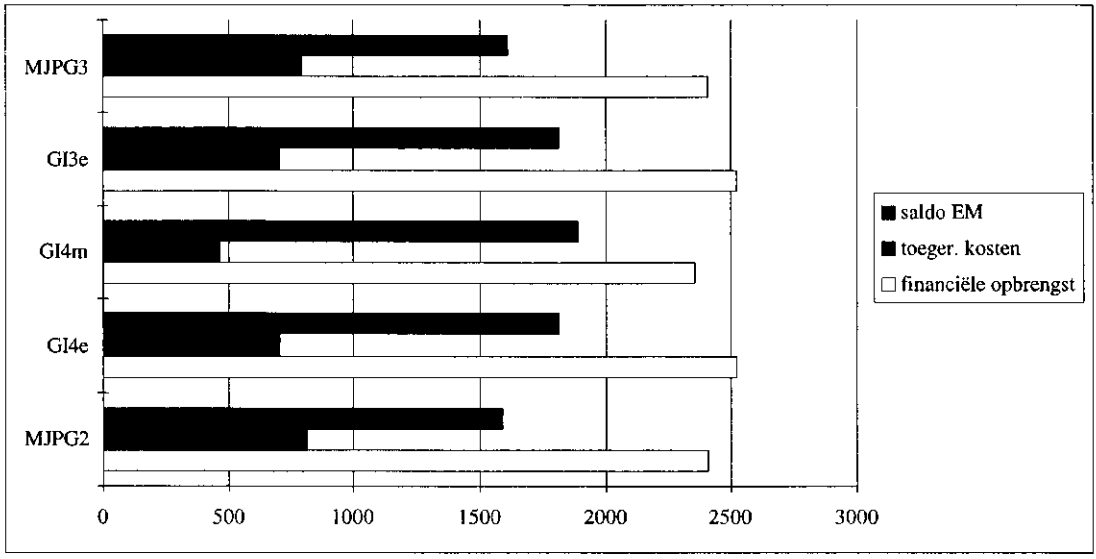
systeem EPIPRE daartoe aanleiding gaf. Eenmaal spuiten met het middel Matador, dat relatief lang werkzaam is, bleek voldoende. In systeem 3 werd de laatste twee jaar in een lage-doserings-systeem gespoten op basis van experimentele adviessystemen (Schepers en Bouma, 1995). De eerste keer werd gespoten met een middel dat bij uitstek geschikt is voor meeldauwbestrijding (Corbel), daarna ook met Matador. De ervaringen hiermee waren positief. Een explosieve ziekteontwikkeling werd voorkomen doordat de ziekte al in een zeer vroeg stadium geremd werd.

Een besparing op actieve stof leverde het echter niet op, omdat de eerste keer met een relatief hooggehaltig middel werd gespoten. In alle systemen werd in de helft van het aantal jaren tegen luis een bespuiting uitgevoerd. De teelt van systeem 3 leverde een behoorlijke kostenbesparing op herbiciden op (circa 190 gulden/ha), maar vergde wel vijf-bewerkingen meer.

De opbrengsten varieerden vooral de eerste twee jaar sterk tussen de systemen (figuur 10). Droogtestress (1992) en pleksgewijze legering (1993) speelden in systeem 1 een rol in de achterblijvende opbrengsten. Systeem 3 werd in 1993 benadeeld door een niet systeemspecifieke factor (een gasbuis onder het perceel waardoor de tarwe in een strook eerder afrijpte en dus vervroegd uitviel). 1994 was een slecht tarwejaar. De voorafgaande winter was zeer nat en koud, waardoor de tarwe in alle systemen een moeilijke en trage voorjaarsontwikkeling doormaakte. Gemiddeld genomen bleef de opbrengst van systeem 1 6% achter bij die van systeem 2, terwijl systeem 3 weer 3% onder het niveau van systeem 1 bleef (door het eggen). De besparing op de totaal toegerekende kosten (vooral op herbiciden) in systeem 3 (35-45% ten opzichte van de andere systemen), resulteerde



Figuur 10. Netto wintertarwe opbrengst (bij 16% vocht) van 1992 t/m 1995 van de systemen 1, 2 en 3 te Borgerswold (in kg/ha).



Figuur 11. Bruto geldopbrengst, toegerekende kosten en gewassaldo (eigen mechanisatie) van wintertarwe per scenario (in gld/ha).

Tabel 6. Winterrogge-teeltdoorsnede.

	GI4e	GI4m
ras	Marder	Marder
teeltfrequentie	1:8	1:8
voorvrucht	suikerbiet	suikerbiet
zaaizaadhoeveelheid	92	91
stikstof		
aantal m^3 MDM		
N-kunstmest	73	75
N-werkzaam	73	75
N-totaal inzet meststoffen	73	75
N-afvoer	88	91
N-overschot	28	27
N-benutting	0,76	0,77
N-min na oogst (0-60)	30	31
N-min november (0-90)	14	27
pesticiden-inzet		
herbiciden	0,75	
fungiciden	0,03	
insecticiden		
totaal	0,78	0,00
aantal bestrijdingen		
onkruid(chemisch)		
volvelds	0,8	
rij 40%		
onkruid (mechanisch)		
eggen		0,8
schoffelen		
aanaardend schoffelen		
aanaarden		
subtotaal onkruid	0,8	0,8
ziekten en plagen (chemisch)		
schimmels	0,3	
insecten		
totaal chemisch	1,1	0,0
totaal mechanisch		0,8
totaal bewerkingen	1,1	0,8
aantal uren handwerk		
wieden		0,1
aardappelopslag		

Tabel 6. Winterrogge-teeltdoorsnede, vervolg.

	GI4e	GI4m
ras	Marder	Marder
teeltfrequentie	1:8	1:8
voorvrucht	suikerbiet	suikerbiet
opbrengsten		
netto opbrengst bij 16% vocht	6316	6486
DKG	34,3	34,8
prijs	0,27	0,27
bruto geldopbrengst (incl. hectaretoeslag)	2309	2355
toegerekende kosten		
herbiciden	68	0
overige pesticiden	19	0
N-meststoffen	71	71
zaaizaad of pootgoed	95	94
totaal toegerekende kosten	327	239
saldo EM	1982	2116

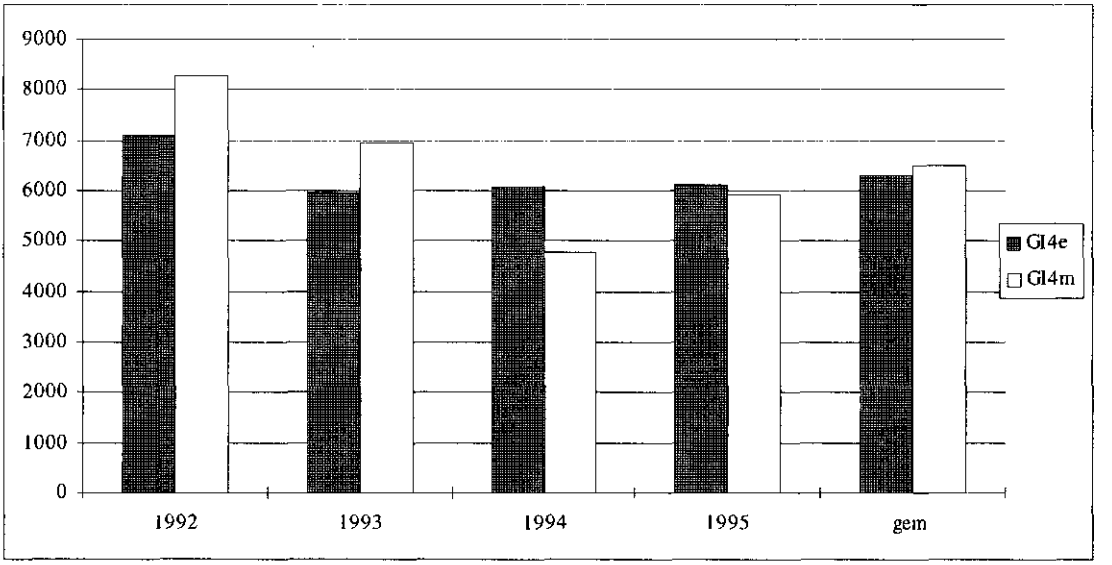
in het hoogste gewassaldo. Systeem 2 blijft daar niet veel op achter, maar het gewassaldo van systeem 1 is 16% lager (figuur 11).

Teeltdoorsnede winterrogge

In beide systemen werd gekozen voor de hoog opbrengende hybride Marder, die bovendien een goede ziekteresistentie heeft tegen bruine roest.

De stikstofbemesting vond evenals bij de wintertarwe gedeeld plaats (in twee giften, gebaseerd op negatieve N-vensters). Hierin bestond geen verschil tussen de systemen (tabel 6). De onkruidbestrijding in systeem 2 is doorgerekend met een volveldsbespuiting in drie van de vier jaren, terwijl in systeem 3 in 75% van de jaren eenmaal geëgd wordt. De werkelijkheid te Borgerswold was anders, maar winterrogge bleek zeker onder droge omstandigheden minder goed in staat te zijn de onkruid te onderdrukken dan vooraf ver wacht. Daardoor vervuilden de winterrogge percelen soms te sterk.

Wanneer bruine roest voor de bloei aanwezig was werd in systeem 2 hiertegen gespoten. Dit gebeurde in een kwart van de jaren. De noodzaak daarvan lijkt niet duidelijk.
De opbrengsten varieerden van jaar tot jaar zeer sterk (figuur 12). Vochtvasthoudend vermogen van de grond bleek wederom een doorslaggevende factor te zijn. De eerste twee jaar was systeem 2 hierdoor in het nadeel (in 1993 in combinatie met veronkruiding). In 1994 trof systeem 3 het aanzienlijk minder (combinatie van uitwintering, droogte en veronkruiding). Gemiddeld genomen ontliepen de opbrengsten (fysiek en financieel) van systeem 2 en 3 elkaar niet veel. Door de kostenbesparing op pesticiden was het gewassaldo van systeem 3 7% hoger dan dat van systeem 2.



Figuur 12. Netto winterrogge-opbrengst (bij 16% vocht) van 1992 t/m 1995 van de systemen 2 en 3 te Borgerswold (in kg/ha).

Teeltdoorsnede vezelhennep

De teelt van vezelhennep is gebaseerd op literatuurgegevens (Van Berlo, 1993 en Van der Werf en Van Geel, 1994) en ervaringen uit het gebied (ROC-'t Kompas). De voorkeur gaat uit naar Hongaarse rassen vanwege hun hoge bastaandeel, maar deze zijn in Nederland nog niet verkrijgbaar.

Verschillen in teeltstrategie tussen de systemen zijn er niet, omdat in dit gewas onkruid-, noch ziektenbestrijding noodzakelijk geacht wordt (tabel 7). De stikstof wordt toegediend in kunstmestvorm (125 kg N/ha). De opbrengst is gesteld op 10 ton droge stof/ha. Verschillen in gewassaldi tussen de systemen zijn er nagenoeg niet.

Teeltdoorsnede zomergerst

De teelt van zomergerst is gebaseerd op literatuurgegevens (Timmer, 1992) en proefgegevens uit de regio Noordoost Nederland. Vanwege de goede brouwkwaliteit, opbrengst en ziekteresistentie is gekozen voor het ras Reggae. De N-bemesting is bij beide systemen op 85 kg N/ha gesteld. De onkruidbestrijding in systeem 2 bestaat uit een volveldsbespuiting tegen breedbladigen.

Omdat het gewas in het voorjaar gezaaid wordt, wordt bestrijding van windhalm niet noodzakelijk geacht. In systeem 3 wordt vier keer geëgd. Daartoe is de rijafstand evenals bij wintertarwe verruimd naar 25 cm en is iets meer zaaizaad gebruikt (tabel 7).

Een ziektenbestrijding, voornamelijk tegen netvlekken en bladvlekken wordt in beide systemen uitgevoerd met Opus-Team. Dit lijkt in 75% van de jaren noodzakelijk. In de helft van de jaren worden luizen bestreden.
Het verschil in gewassaldo tussen de beide systemen berust voornamelijk op het verschil in onkruidbestrijding.

Tabel 7. Vezelhennep en zomergerst-teeltdoorsneden.

	hennep		zomergerst	
	GI4e/GI4m	**GI3e/MJPG3**	**GI4e**	**GI4m**
ras			Reggae	Reggae
teeltfrequentie	1:8	1:12	1:8	1:8
voorvrucht	fabrieksaardap	fabrieksaardap	fabrieksaardap	fabrieksaardap
zaaizaadhoeveelheid	30	30	110	120
stikstof				
aantal m^3 MDM				
N-kunstmest	125	125	85	85
N-werkzaam	125	125	85	85
N-totaal inzet meststoffen	125	125	85	85
N-afvoer	100	100	83	83
N-overschot	64	64	46	46
N-benutting	0,61	0,61	0,64	0,64
N-min na oogst (0-60)				
N-min november (0-90)				
pesticiden-inzet				
herbiciden			0,08	
fungiciden			0,40	0,40
insecticiden			0,03	0,03
totaal			0,51	0,43
aantal bestrijdingen				
onkruid(chemisch)				
volvelds			1,0	
rij 40%				
onkruid (mechanisch)				
eggen				4,0
schoffelen				
aanaardend schoffelen				
aanaarden				
subtotaal onkruid			1,0	4,0
ziekten en plagen (chemisch)				
schimmels			0,8	0,8
insecten			0,5	0,5
totaal chemisch			2,3	1,3
totaal mechanisch			0,0	4,0
totaal bewerkingen			2,3	5,3
aantal uren handwerk				
wieden				
aardappelopslag				

Tabel 7. Vezelhennep en zomergerst-teeltdoorsneden, vervolg.

	hennep			zomergerst	
	GI4e/GI4m	GI3e/MJPG3		GI4e	GI4m
ras				Reggae	Reggae
teeltfrequentie	1:8	1:12		1:8	1:8
voorvrucht	fabrieksaardap	fabrieksaardap		fabrieksaardap	fabrieksaardap
opbrengsten					
netto opbrengst bij 16% vocht				5500	5500
netto d.s.	10000	10000			
prijs	140	140		0,33*	0,33*
bruto geldopbrengst (incl. hectaretoeslag)	3100	3100		2419	2419
toegerekende kosten		MJPG3	GI3e		
herbiciden	0	0		71	0
overige pesticiden	0	0		113	113
N-meststoffen	120	123	121	82	81
zaaizaad of pootgoed	240	240		120	131
totaal toegerekende kosten	479	495	482	456	394
saldo EM	3021	3005	3018	1963	2025

* 80% voor 0,35 en 20% voor 0,27

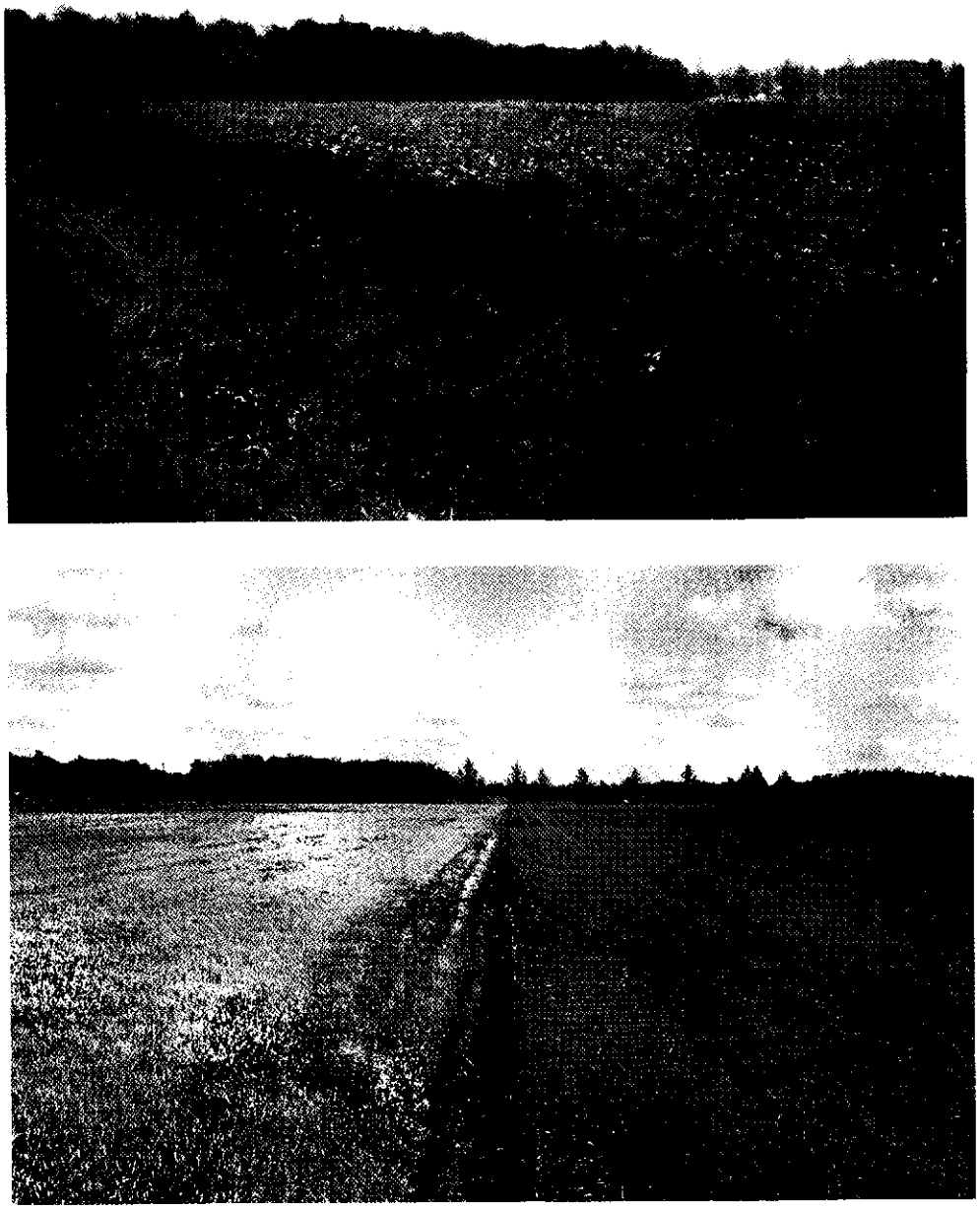
Teeltdoorsnede groenbemester

In alle scenario's wordt na de wintergranen bladrammenas en na de vezelhennep gele mosterd geteeld als groenbemester (als het volggewas tenminste geen wintergewas is). Uitgangspunt is dat op de stuifgevoelige gronden al het mogelijke gedaan moet worden om de structuur te verbeteren en organische stof toe te voegen.

De raaigrassen en bladrogge komen niet in aanmerking met het oog op vermeerdering van Trichodoriden, *M. chitwoodi* en *P. penetrans*. In de praktijk kan met rassenkeuze van de groenbemester ingespeeld worden op de meest probleem veroorzakende aaltjes (bijlage I).

De bedrijfsomvang

De door te rekenen bedrijfsgroottes zijn 45, 70 en 100 hectare. Een bedrijfsomvang van 45 ha komt in het Noordoostelijk zand- en dalgrondgebied vrij veel voor. De grens voor een eenmansbedrijf dat wil zeggen zonder structurele arbeidsinzet van derden ligt ongeveer bij een bedrijfsgrootte van 70 ha bij een 1:2 bouwplan. Een bedrijfsgrootte van 100 ha is in deze scenario studie gekozen omdat de overblijvende bedrijven in de regio steeds groter worden. In welke mate extra arbeid structureel noodzakelijk is hangt niet alleen van de bedrijfsomvang maar ook van het bouwplan af. In hoofdstuk 4 blijkt in welke scenario's extra arbeid ingezet dient te worden.



Goed geslaagde groenbemesters op Borgerswold.

Tabel 8. Varianten in beheersing van AM die zinvol geacht werden voor nadere bestudering.

rassenkeuze	1:2 teelt FA	1:3 teelt FA	1:4 teelt FA
afwisselen Elles-Karnico	+/- gom +/- ¼ granulaat		
continu Elles	+/- gom +/- ¼ granulaat	+/- gom +/- ¼ granulaat	- gom - /+ ¼ granulaat
afwisselen Karnico-Florijn	+/- gom +/- ¼ granulaat		
afwisselen Elles-Florijn	+/- gom +/- ¼ granulaat	- gom +/- ¼ granulaat	
continu Florijn	- gom - /+ ¼ granulaat	- gom +/- ¼ granulaat	- gom - ¼ granulaat

+ = met, - = zonder, gom = natte grondontsmetting

Varianten aardappelmoeheidsbeheersing

Hoewel de teelt en gewasvolgorde in de scenario's nu vastligt, is de vraag van rassenkeuze van fabrieksaardappel nog niet beantwoord. Dit is van doorslaggevend belang in de beheersing van aardappelmoeheid en daarmee in de economische potentie van een scenario. Eigenlijk is het niet alleen de rassenkeuze, maar ook het nematicidengebruik en de virulentie van de aardappelcystenaaltjespopulatie (agressiviteit) die mede bepalen of een bedrijfssysteem tot een duurzame beheersing van aardappelmoeheid (AM) leidt. Om vast te stellen in welke gevallen welke combinatie van populaties, rassen, middelen en teeltfrequentie voldoen aan de eis van duurzame beheersing van AM , is met behulp van simulatie van het populatieverloop een aantal varianten per scenario doorgerekend.

Afwisselend telen van Elles en Karnico in een 1:2 frequentie met grondontsmetting en granulaatgebruik is het MJPG-systeem van Borgerswold (1992-1995). Het continu kiezen voor Elles in een 1:4 teeltfrequentie is wat in de systemen 2 en 3 te Borgerswold gebeurde. Ter vergelijking is een aantal varianten opgenomen, waarvan vooraf gedacht werd dat deze interessant zouden zijn (tabel 8).
Gezien de beperking van de grondontsmettingsfrequentie tot 1:5 wordt de afwisseling Karnico/Florijn bij een 1:2 teelt als meest waarschijnlijke variant genoemd, die binnenkort representatief zal worden voor het gebied. Dit betekent namelijk een afwisseling van een ras met goede bewaareigenschappen met de teelt van een hoog resistent ras.
Voor alle duidelijkheid: de genoemde rassen zijn in de varianten opgenomen omdat hiervan daadwerkelijk Borgerswold-gegevens beschikbaar waren. In dit soort studies staan ze model voor aardappelrassen met een vergelijkbare relatieve vatbaarheid.

SIMULATIE VARIANTEN AM-BEHEERSING

Uitgangspunten

Het aaltjesverloop in de opgestelde varianten is gesimuleerd op basis van een aantal aannames voor de agressiviteit (mate van virulentie) van de aaltjespopulatie, de vermeerdering, de schade, raseigenschappen en de werking van nematiciden. Deze worden eerst puntsgewijs besproken.
Een variant wordt als duurzaam betiteld wanneer gedurende 12 jaar schadevrij aardappelen kunnen worden verbouwd. Deze periode wordt als minimaal noodzakelijk beschouwd om weer nieuwe, hoger resistente rassen te ontwikkelen voor het geval het huidige rassenarsenaal niet meer voldoet.

Populatiekenmerken
Er is gerekend met drie populaties die verschillen in agressiviteit, hetgeen tot uiting komt in de mate van Relatieve Vatbaarheid (RV) van aardappelrassen voor deze populaties. Deze RV wordt bepaald door bij een lage beginpopulatie de maximale vermeerdering van een ras te delen op de maximale vermeerdering van een volledig vatbaar standaardras. Dit quotiënt x 100% heet RV van een ras.
De karakterisering van de populaties staat in tabel 9. Voor pallida-2 en -3 populaties is een norm aangehouden (Nijboer en Molendijk, 1996), voor de Borgerswoldpopulatie de werkelijk gemeten gegevens die in deel B, paragraaf Resultaten aardappelmoeheid van dit verslag worden besproken.

De gemiddelde relatieve vatbaarheid van het ras Karnico voor ruim 1000 uit het gebied getoetste populaties bedroeg 31%, voor het ras Elles 15% (Veninga en Roosjen, 1993). In het Noordoostelijk zand- en dalgrondgebied worden de meeste voorkomende aardappelcystenaaltjespopulaties dus getypeerd als tussen die van *G. pallida-2* en *G. pallida-3* in, hetgeen ook voor Borgerswold zo bleek te zijn.
Voor deze simulatie is verondersteld dat de agressiviteit van de populaties constant blijft en dus niet verschuift na verloop van tijd. Proeven van het HLB/CPRO laten zien dat onder veldomstandigheden deze verschuivingen bij het continu (1:1) telen van aardappelen na 4 teelten nog niet aantoonbaar zijn.

De vermeerdering
Uitgangspunt is dat de vermeerdering van de aaltjes op een volledig vatbaar aardappelras 20 maal bedraagt. Dit betekent dat een resistent(er) ras met een RV=10% een vermeerdering kent van 2 maal.

Onder niet-waardplanten neemt een aardappelcystenaaltjespopulatie af. Voor de palli-

Tabel 9. Relatieve vatbaarheid (%) van drie rassen voor de drie genoemde typen aardappelcysten-aaltjespopulaties.

	G. pallida-2	*G. pallida-3*	**Borgerswold**
Karnico	8	37	33
Elles	3	27	9
Florijn	2	4	4



Aardappelopslag in wintertarwe; een bron van vermeerdering van aaltjes.

da-2 en 3 populaties is gerekend met een vermeerdering van 0,66 maal (een algemeen aanvaarde norm: 33% afname). Er wordt dus aangenomen dat er geen aardappelopslag in de volgteelt van aardappel voorkomt.
Voor de Borgerswoldpopulatie is de werkelijk berekende afname genomen. De afname onder de niet-waardplanten bleek te variëren. Suikerbiet na de teelt van Elles vermeerderde 0,7 maal, na de teelt van het meer vatbare ras Karnico bedroeg de vermeerdering 0,9 maal. Dit betekent in feite dat aardappelopslag in de suikerbiet voor deze vermeerdering zorgde en deze varieert met het daarvoor geteelde aardappelras. Onder wintertarwe en winterrogge werd een afname gemeten overeenkomstig de verwachting: 33% respectievelijk 30%. Er is dus gerekend met vermeerderingen van 0,66 en 0,7 maal bij de wintergranen.

Schade
Schade aan aardappel door aardappelcystenaaltjes is niet alleen afhankelijk van de dichtheid van die aaltjes. Ook de tolerantie van het ras en de omstandigheden waaronder het geteeld wordt (bijvoorbeeld de zuurgraad van de bodem en gebruik van granulaten) spelen daarbij een belangrijke rol. Hiermee is in deze simulaties geen rekening gehouden. De schaderelatie die gebruikt is, is die volgens Seinhorst (1986).
De eis van schadevrij telen gedurende 12 jaar geldt bij een 1:2 frequentie voor zes aardappelteelten, bij een 1:3 frequentie voor vier en bij een 1:4 frequentie voor drie aardappelteelten. De term schadevrij heeft betrekking op een rendabele nematicidentoepassing. Dat wil zeggen dat de nematiciden pas ingezet worden wanneer de financiële schade die door de aaltjes ontstaat wanneer deze niet bestreden zouden worden, groter is dan de kosten van de nematicidentoepassing.

Effect van nematiciden
In de berekeningen voor de pallida-2 en 3 populaties is uitgegaan van een dodende werking van natte grondontsmetting van 80%. Voor de werking van granulaten is uitgegaan

Tabel 10. Vermeerdering van verschillende typen aardappelcystenaaltjespopulaties in teeltcycli van 4 (1:2 en 1:4) en 3 jaar (1:3) bij het telen van vermelde aardappelrassen(combinaties).

		populatie		
teeltfrequentie	**ras (combinatie)**	**Pallida-2**	**Pallida-3**	**"Borgerswold"**
1:2	Elles/Karnico	0,42	17,40	7,10
	Elles	0,16	12,70	1,50
	Karnico/Florijn	0,28	2,60	3,10
	Elles/Florijn	0,11	1,90	0,67
	Florijn	0,07	0,28	0,30
1:3	Elles	0,26	2,40	0,83
	Elles/Florijn	0,21	0,91	0,55
	Florijn	0,17	0,35	0,36
1:4	Elles	0,17	1,60	0,72
	Florijn	0,12	0,23	0,32

van een werkingspercentage van 30%. Dit is gebaseerd op de werking van granulaat op dalgrond (Veninga en Roosjen, 1991). Voor de Borgerswoldpopulatie werd een werking van granulaten gemeten van 58%. Het gebruikte analysemodel heeft deze waarde mogelijk iets overschat. Toch worden dergelijke waarden in de praktijk op zandgrond wel gemeten.
Het grootste deel van Borgerswold was echter dalgrond, vandaar dat er met 30% is gerekend. Het effect voor grondontsmetting kon niet afgeleid worden uit de monsternames en werd in de simulaties op 80% gesteld. In de door te rekenen varianten vond een granulaattoepassing altijd plaats met 7,5 kg /ha Temik in de rij tijdens het poten.

Als nat grondontsmettingsmiddel werd Telone-cis doorgevoerd omdat met 300 liter Monam eens per vijf jaar een hogere hoeveelheid actieve stof zou worden ingezet dan volgens het MJPG-2000 is toegestaan (gerelateerd aan het verbruik te Borgerswold van 1986-1990).

De rekenregels
Bij iedere door te rekenen variant is een beginpopulatiedichtheid van 200 levende larven en eieren per 100 gram grond verondersteld (de dichtheid waarboven schade kan optreden). De vermeerdering van een teeltcyclus werd eenvoudig berekend. Voor de schaderelatie (Seinhorst, 1986) werd een meer complexe rekenmethode gehanteerd. Voor detailinformatie wordt verwezen naar bijlage III.

Resultaten simulaties

Simulaties van de in tabel 8 genoemde varianten leidden tot zeer uiteenlopende resultaten. In tabel 10 zijn de vermeerderingsgetallen per teeltcyclus vermeld van de drie beschouwde populaties (zonder de inzet van nematiciden).

G. pallida-2 populatie

In alle varianten met een pallida-2 populatie blijken de aardappelcystenaaltjes onderdrukt te worden, ongeacht teeltfrequentie van aardappel en rassenkeuze. In alle gevallen is de vermeerdering namelijk lager dan 1 en is er sprake van een afname van de populatiedichtheid.

Tabel 11. Vermeerdering (per rotatiecyclus), populatiedichtheid (per 100cc grond) en schade (% van opbrengst aardappel) van het pallida-3 type in de varianten die aan de duurzaamheidseis voldoen (uitgangspopulatie 200/100 cc grond).

		na 12 jaar		na 24 jaar	
variant	vermeerdering/cyclus	populatie	schade %	populatie	schade %
1:2 E (gom, 1:2 gran)	1,6	1310	1	3800	9
1:2 F/K (1:4 gran)	1,8	875	geen	2215	2
1:2 E/F (1:4 gran)	1,3	270	2	330	4
1:2 F	0,28	4	geen	0,1	geen
1:3 E (1:3 gran)	1,6	1170	geen	3800	9
1:3 E/F	0,91	109	geen	67	geen
1:3 F	0,35	3	geen	0,04	geen
1:4 E	1,6	650	geen	1850	2
1:4 F	0,23	2	geen	0,03	geen
1:2 E/K (1:2 gran)	1,9	1081	geen	3401	4
1:2 E (1:2 gran)	1,4	445	geen	901	geen

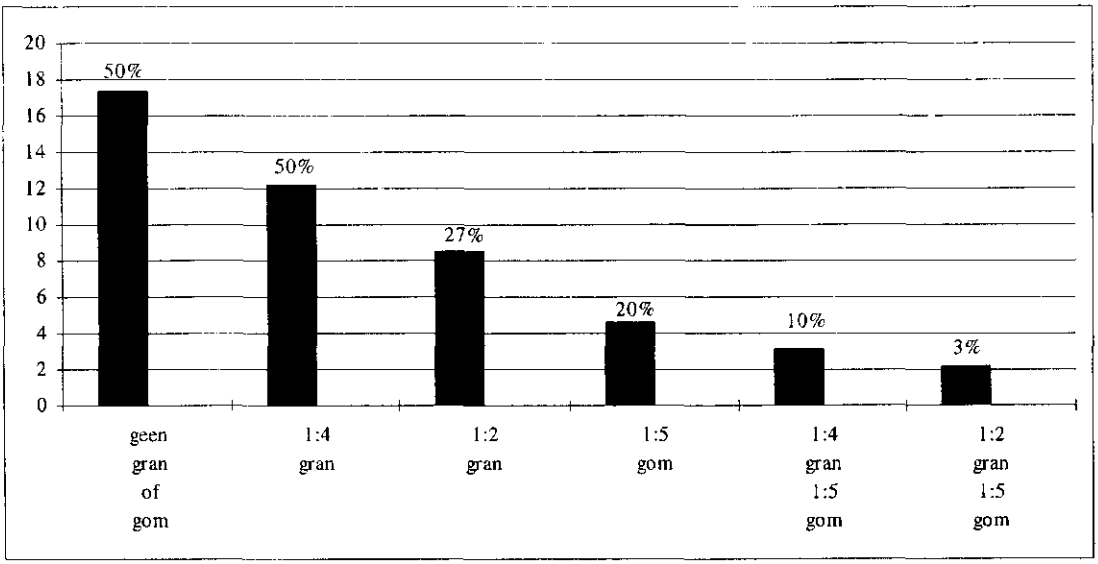
1:2 aanduiding teeltfrequentie aardappel, F = Florijn, E = Elles, K = Karnico, gran = granulaat in rijentoepassing, gom = grondontsmetting eens per vijf jaar

De relatieve vatbaarheid van de gekozen rassen is voor dit type populatie zodanig laag dat altijd een daling in de dichtheid op zal treden. Er zal onder deze omstandigheden beslist geen schade in de aardappel optreden door het aardappelcystenaaltje.

G. pallida-3 populatie

Voor de pallida-3 populatie blijken alleen de varianten met uitsluitend telen van Florijn te leiden tot een stevige daling in de populatiedichtheid. De afwisseling van Elles en Florijn in een 1:3 frequentie leidt eveneens tot een daling, zij het in veel geringere mate. De vrijheid van rassenkeuze lijkt dus zeer beperkt. Door inzet van nematiciden blijken meer varianten duurzaam.

Varianten die aan de duurzaamheidseis op dalgrond voldoen zijn in tabel 11 samengevat. Meer nematiciden inzetten in deze varianten is overbodig. De varianten 1:2 Elles/Florijn met 1:4 granulaat en 1:2 Elles met natte grondontsmetting en 1:2 granulaat ondervinden na 12 jaar geringe schade. Tevens is in de tabel aangegeven hoe de populatie zich nog eens 12 jaar later ontwikkeld zou hebben en welke schade dan zou ontstaan. Omdat op zandgrond de werking van granulaten hoger is dan op dalgrond, is in tabel 11 in de lichtgrijze arcering aangegeven welke varianten dan extra mogelijk zijn op zandgrond. Geen enkele variant uit het bovenste deel van tabel 11 zou op zandgrond tot schade hebben geleid, zelfs niet na 24 jaar.
De vermelde dichtheden in tabel 11 zijn ontstaan ná die 12 of 24 jaar. Het kan voorkomen dat het schadepercentage verschillend is, bij min of meer vergelijkbare dichtheden (bijvoorbeeld de dichtheid na 24 jaar in de variant 1:3 Elles met granulaat levert een schadepercentage van 9%, terwijl in de variant 1:2 Elles/Karnico met 1:2 granulaat de schade slechts 4% bedraag bij min of meer vergelijkbare dichtheid (3400) na 24 jaar).



Figuur 13. Vermeerdering en schade(%) na 12 jaar bij verschillend nematicidengebruik in 1:2 teeltfrequentie van afwisselend Elles en Karnico.Gran = granulaat ; Gom = natte grondontsmetting

De oorzaak van een dergelijk verschil zit in een verschil in dichtheid voor de teelt van dat 24e jaar, waardoor de aardappel in de variant 1:3 Elles meer te lijden had van de aaltjes (grotere schade).

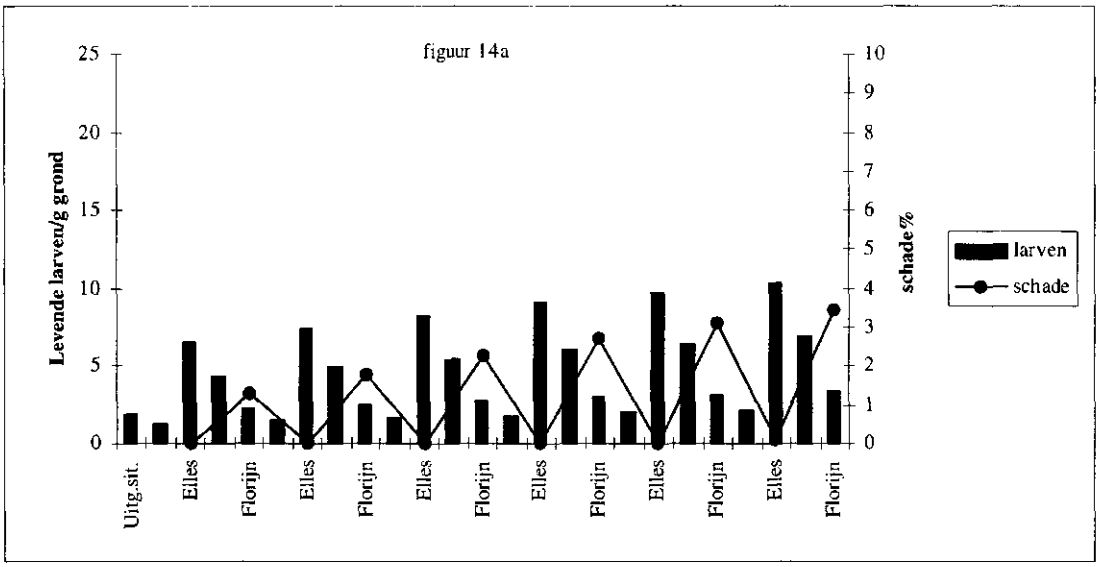
Het effect van nematiciden wordt in figuur 13 geïllustreerd voor de variant 1:2 Elles/-Karnico. Boven iedere kolom is aangegeven welk schadepercentage na 12 jaar bereikt wordt.

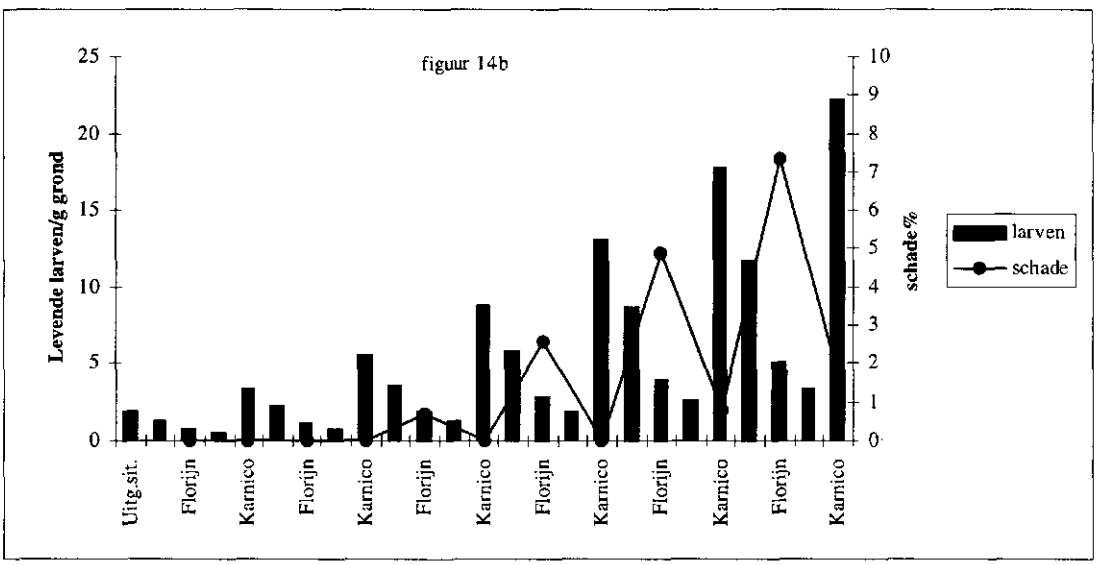
Zelfs bij een maximale nematicideninzet is er na 12 jaar in deze variant sprake van schade, zij het in lichte mate (3%). Dit geldt ook voor de variant met steeds het ras Elles.
In bijlage III zijn de volledige verlopen in de tijd van de varianten uit tabel 11 voor een pallida-3 populatie op dalgrond opgenomen.

Borgerswold-populatie

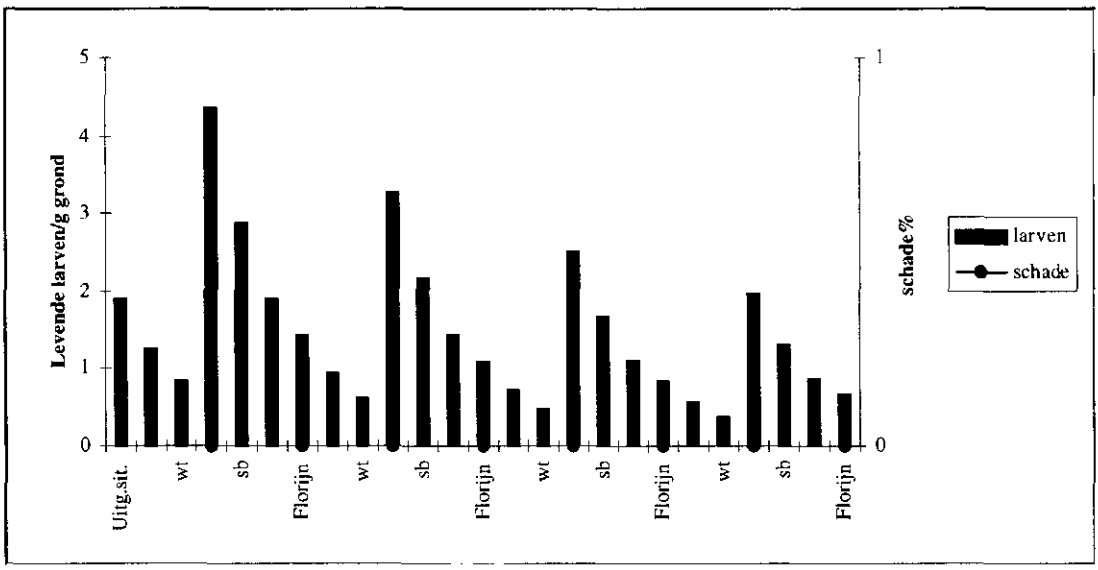
Het valt op dat de vermeerdering van de Borgerswoldpopulatie onder de verschillende scenario's lager is dan die van de pallida-3 populatie wanneer het ras Elles erin voorkomt (tabel 10). Dit is logisch gezien de lagere RV van Elles voor de populatie. In een dergelijke situatie is ook het scenario 1:2 teelt van Elles mogelijk zonder nematicideninzet en kan de afwisseling van Elles met Karnico in een 1:2 frequentie met één granulaattoepassing minder toe (zie ook bijlage III).
Tegelijkertijd valt op dat het scenario Karnico-Florijn een iets hogere vermeerdering laat zien, terwijl de relatieve vatbaarheden van deze rassen voor een pallida-3 en de Borgerswoldpopulatie gelijk zijn.

Dit wordt verklaard vanuit de geringe afname onder het gewas suikerbiet (slechts 10% na de teelt van Karnico door opslag in de suikerbiet, die voor de Borgerswold populatie werd gemeten). In de praktijk is dit ook een reëel gevaar.





Figuur 14a en b. Populatie-ontwikkeling en schade % over 24 jaar in 1:2 teeltfrequentie van afwisselend Karnico met Elles (a) of Karnico met Florijn (b), beide met 1:4 granulaattoepassing in de rij.



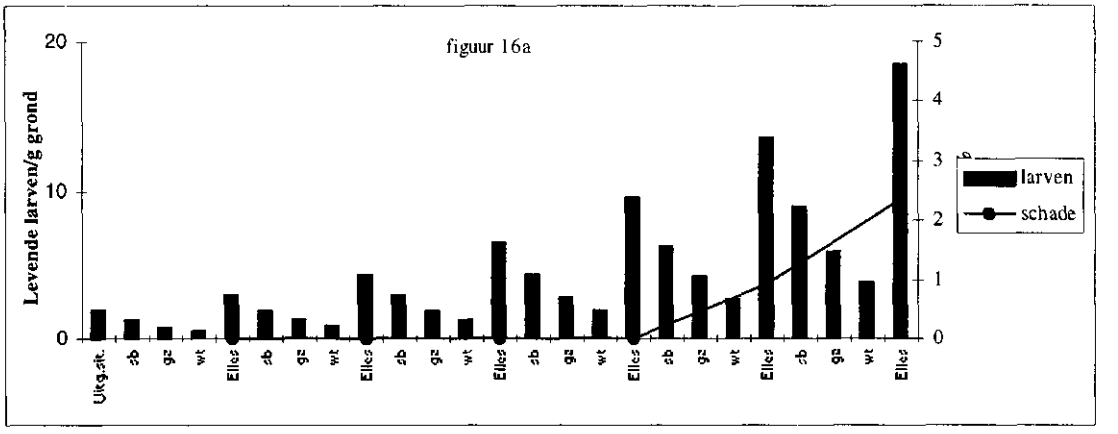
Figuur 15. Populatie-ontwikkeling en schade % over 24 jaar in 1:3 teeltfrequentie van afwisselend Elles met Florijn.

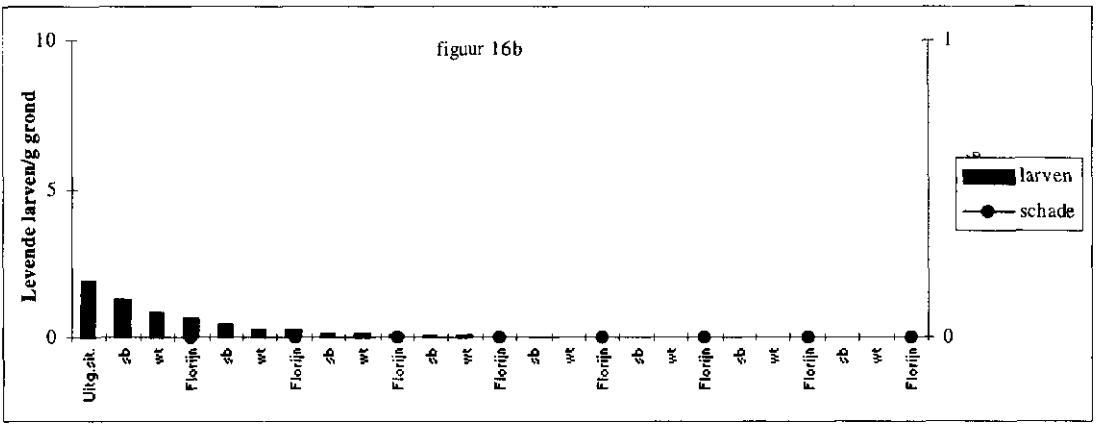
Geschikte varianten

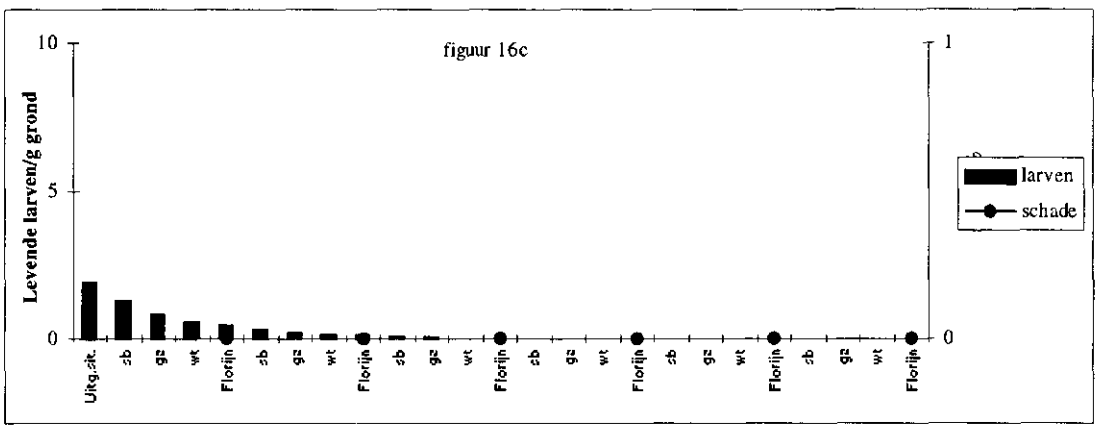
Vergelijking van de resultaten met een pallida-3 populatie en de populatie van Borgerswold leert dat een aantal veronderstellingen zoals die voor de pallida-3 varianten zijn gemaakt gevaarlijk kunnen zijn voor de praktijk.
In de **eerste** plaats is het niet reëel om geen aardappelopslag in de volgteelt van aardappel te veronderstellen. In bouwplannen met suikerbiet na de aardappel is opslag relatief eenvoudig te bestrijden. Toch bleek te Borgerswold (zie paragraaf Resultaten aardappelmoeheid deel B) dat ook dan geen 100% bestrijding te realiseren is in verband met andere werkzaamheden (met name schoffelen). Wanneer een ander gewas na aardappel geteeld wordt (graan of hennep) mag de verstikking door die teelt nog zo hoog worden ingeschat, het voorkomt nooit alle opslagplanten.

Ten **tweede** is het effect van granulaten variabel met de grondsoort waarop dit wordt toegediend (op zandgrond twee maal effectiever dan op dalgrond). Frequent granulaatgebruik kan de effectiviteit doen afnemen (adaptatie); daarom worden varianten met 1:2 granulaatgebruik niet als duurzaam beschouwd (de varianten die op zandgrond extra mogelijk leken). In paragraaf "Economische analyse" van het 3^{e} hoofdstuk, "Resultaten op bouwplanniveau" wordt wel een overzicht gegeven van de kosten die een dergelijk gebruik met zich mee zou brengen. Als **derde** gevaarlijke veronderstelling voor de praktijk in de gemaakte simulaties is de werking van grondontsmetting van 80%.
Ervaringen te Borgerswold, maar ook uit de praktijk leren dat dit effect veelal minder groot is. Dit kan veroorzaakt worden door adaptatie, niet optimale weersomstandigheden of onvoldoende dichtdrukken van de toplaag.

Omdat het in deze studie om een reële vertaalslag naar de praktijk gaat zijn die varianten die zeer sterk leunen op dat grondont-







Figuur 16 a, b en c. Populatie-ontwikkeling en schade % over 24 jaar in 1:4 teeltfrequentie van Elles (a), 1:3 en 1:4 teeltfrequentie van Florijn (b en c).

smettingseffect niet als perspectiefvol beschouwd (variant 1:2 Elles met grondontsmetting en 1:2 granulaat valt af). Hoewel pas een beperkt deel van de populaties (3%, mondelinge mededeling Roosjen, 1996) in het gebied daadwerkelijk het type pallida-3 betreft, is van deze situatie wel uitgegaan voor de verdere studie ("worst case benadering"). Op veel percelen zitten namelijk wel pleksgewijze virulente bronnen die snel tot een besmetting over aanzienlijke delen van een perceel kunnen leiden.

Afwisseling van Florijn met Karnico leidt op de langere termijn (na 15 jaar en later) tot iets meer schade dan afwisseling met Elles (figuur 14 a en b). Een keer extra granulaat kan dit voorkomen. Ook hier geldt weer dat aardappelopslag, zeker van de relatief vatbare rassen, absoluut bestreden moet worden. Zo niet dan kan ook in deze varianten de grondontsmetting (incidenteel) noodzakelijk worden.
De variant met 1:3 Elles vereist een granulaattoepassing. Zo niet dan wordt in het twaalfde jaar ongeveer 10% schade geleden (bijlage III). Afwisseling van Elles met Florijn in een 1:3 systeem is goed mogelijk zonder nematicideninzet (figuur 15). De variant 1:4 Elles kan zonder nematicideninzet schadevrij doorgevoerd worden. Dit geldt uiteraard ook voor de varianten 1:3 en 1:4 Florijn (figuren 16 a, b en c).

Als in de praktijk toch rassen met een lager niveau van resistentie gekozen (moeten) worden om andere redenen dan aardappelmoeheidsbeheersing (bijvoorbeeld vanwege de bewaring of vroegheid), moet nadrukkelijk rekening worden gehouden met kosten van natte grondontsmetting.
Het is in alle gevallen zaak een goede dichtheidsbepaling uit te voeren na iedere aardappelteelt. Een agressiviteitstoets biedt inzicht in de virulentie van de populatie(s) en kan herhaald worden wanneer de populatie sterk blijkt te stijgen. Met deze informatie kan voorkomen worden dat rassen met een zeer hoge resistentie worden ingezet als dat nog niet strikt noodzakelijk is.

Conclusie:

Omdat aardappelopslag vrijwel nooit 100% bestreden wordt en het populatieremmende effect van nematiciden in de praktijk (om redenen van uiteenlopende aard) veelal minder is dan de veronderstelde 30% voor granulaten en 80% voor natte grondontsmettingsmiddelen worden alleen onderstaande varianten als duurzaam beschouwd (op dalgrond en uitgaande van een pallida-3 populatie) :

1:2	*Florijn afwisselen met Elles en 1:4 granulaat*
1:2	*Florijn afwisselen met Karnico en 1:4 granulaat*
1:2	*uitsluitend Florijn*
1:3	*Elles met 1:3 granulaat*
1:3	*Elles afwisseling met Florijn*
1:3	*uitsluitend Florijn*
1:4	*uitsluitend Elles*
1:4	*uitsluitend Florijn*

Deze varianten worden in het volgende hoofdstuk economisch doorgelicht.

RESULTATEN OP BOUWPLANNIVEAU

De uitgangspunten

De varianten die op het gebied van aardappelmoeheid duurzaam bleken te zijn worden toegepast in de genoemde vijf scenario's. Daardoor ontstaan bij de scenario's MJPG2, GI3e en MJPG3 varianten met en zonder granulaat.
De teeltgegevens per scenario liggen vast in de sjablonen (reeds besproken in de paragraaf kengetallen/teeltgegevens). Per scenario zijn alle bewerkingen met behulp van taaktijden (Kwantitatieve informatie voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond, Anonymus, 1995b) omgezet in een arbeidsfilm.
Een aantal gegevens is niet in de teeltsjablonen weergegeven. Eventueel nematicidengebruik, bekalking en P en K-bemesting uit kunstmest worden op bouwplanniveau ingerekend.

Nematicidengebruik
Al naar gelang het type scenario wordt een Temik behandeling (7,5 kg in de rij) doorgevoerd. Het granulaatgebruik wordt aan de aardappelteelt toegerekend. Natte grondontsmetting bleek in de gekozen duurzame varianten niet structureel noodzakelijk.

Bekalking
De hoeveelheid schuimaarde die in werkelijkheid te Borgerswold werd toegediend is in de scenariostudie opgenomen. Toediening gebeurde steeds voor de suikerbiet. Voor de scenario's met een 1:3 teeltfrequentie van aardappel is uitgegaan van dezelfde bekalking als bij een 1:2 teelt.

P en K-bemesting
Omdat in de scenariostudie niet alle in werkelijkheid geteelde gewassen uit de periode 1992-1995 worden weergegeven, moet een omrekening van de hoeveelheden P en K plaatsvinden. Daartoe is de volgende werkwijze gehanteerd:
Als fosfaatoverschot wordt gesteld 20 kg P_2O_5/ha, gelijk voor alle scenario's, (overeenkomstig de beleidsnorm van onvermijdbaar fosfaatverlies bij een P_w-getal van 40-50). Kali is een uitspoelingsgevoelig element. Wanneer in het derde en vierde jaar na de laatste grondbemonstering niet opnieuw vastgesteld wordt hoeveel kali er nog beschikbaar is voor een gewas (en dat is veelal praktijk), wordt een hoeveelheid van 50 kg K_2O/ha standaard geadviseerd (BLGG) om uitspoelingsverliezen te compenseren. Daarom is voor alle scenario's een overschot van 50 kg K_2O/ha gesteld.
De afvoer van de meeste gewassen is bekend uit metingen en voor hennep en zomergerst gebaseerd op literatuurgegevens.
Terugrekening van totaal aanvoer minus aanvoer van zaaizaad en pootgoed en depositie levert de totaal aanvoer P en K uit meststoffen op. Aangenomen is dat vervanging van graszaad en veldboon door hennep en zomergerst weinig verandert in de aanvoerpost zaaizaad en pootgoed.
Vanuit de sjablonen is bekend hoeveel P en K reeds via dierlijke mest is toegediend. Er is gerekend met een vastgesteld nutriëntengehalte voor N, P_2O_5 en K_2O van 7,6 4,6 en 7,9 kg/ton varkensdrijfmest. Na aftrek van de hoeveelheid fosfaat en kali uit schuimaarde en varkensdrijfmest is te berekenen hoeveel er resteert om in de vorm van kunstmest te verdelen over de gewassen (naar rato van de werkelijkheid). In bijlage IV is per scenario deze berekeningswijze opgenomen.
De P- en K-kunstmesthoeveelheden worden berekend op basis van de behoefte (scenario MJPG2 en MJPG3) dan wel afvoer van de

gewassen (scenario's GI3e, GI4e en GI4m). In werkelijkheid werd de P- en K-kunstmest op de meest slimme plek in het bouwplan toegediend, inclusief eventuele correctiegiften. Dit is in de arbeidsberekeningen opgenomen. Uit bijlage IV valt per scenario op te maken bij welke gewassen zo'n kunstmestgift van toepassing is.

Prijzen
De prijsvaststelling van de nutriënten (die verschilt per systeem) gaat als volgt:
De prijs van de nutriënten in kunstmestvorm is een vast gegeven (Anonymus, 1995b). Wanneer per nutriënt meerdere kunstmeststoffen gebruikt worden, is een prijs naar verhouding van de inzet van die meststoffen berekend.
De prijs van de nutriënten in dierlijke mestvorm wordt berekend als:
prijs = ((a x b x c)/d)/a
waarbij:
a = de hoeveelheid van dat nutriënt uit dierlijke mest
b = de prijs per nutriënt in kunstmestvorm
c = totaalprijs van de dierlijke mest (per ton + uitrijden)
d = de som van (a x b) per nutriënt.
Bij stikstof gaat het dan om het werkzame gedeelte uit de dierlijke mest te weten 70%.
De kunstmest en dierlijke mestprijs per nutrient vermenigvuldigd met de hoeveelheid van die nutriënten uit de twee meststofsoorten op bedrijfsniveau levert de gehanteerde prijs per scenario op van de nutriënten. Deze zijn vermeld in tabel 12.
De prijzen van alle overige producten en productiemiddelen zijn geactualiseerd naar het prijspeil van 1996 voor zover dat mogelijk was (Anonymus, 1995a). Van de prijzen van machines en werktuigen waren geen andere bekend dan uit 1995 (Anonymus, 1995b). Voor de granen zijn de prijzen afgestemd op het EU-markt- en prijsbeleid. De hectaretoeslagen zoals die gelden voor het gebied zijn in de saldoberekeningen opgenomen. Er is geen rekening gehouden met de braakverplichting.

Uitgangsmateriaal
In alle scenario's is een klein deel van het fabrieksaardappel areaal gereserveerd voor de vermeerdering van eigen pootgoed voor het volgende jaar. Een aparte saldoberekening van pootgoed is opgenomen in bijlage V.

Scenariovergelijking ongeacht bedrijfsgrootte

In deze paragraaf worden de scenario's onderling vergeleken op onderdelen die niet bepaald worden door de bedrijfsomvang. Zaken als machines, gebouwen en arbeid die wel in relatie tot de bedrijfsgrootte staan komen in het 4e hoofdstuk Vergelijking scenario's per bedrijfsomvang, aan de orde.

Milieukundige analyse

De inzet van pesticiden en de mineralenbalansen worden gebruikt als graadmeters voor de milieubelasting van een scenario.

Tabel 12. Prijzen van de nutriënten per scenario (gld/kg).

	MJPG2	MJPG3	GI3e	GI4e	GI4m
N	1,01	0,98	0,97	0,97	0,95
P_2O_5	0,54	0,53	0,54	0,55	0,54
K_2O	0,71	0,52	0,44	0,42	0,44

Pesticideninzet

De inzet van gewasbeschermingsmiddelen verschilt per scenario aanzienlijk (tabel 13). Scenario MJPG2 kent de hoogste inzet voor alle categorieën middelen. Dit wordt met name veroorzaakt door de fungiciden, die weer nauw gerelateerd zijn aan het aandeel fabrieksaardappelen in het scenario. Scenario MJPG3 wijkt per teelt nauwelijks af van scenario MJPG2, maar door de andere teeltfrequenties komt de pesticideninzet op bedrijfsniveau lager uit (33% aardappelen in plaats van 50% en gelijk blijvend suikerbiet aandeel). De gewasbeschermingsstrategie in scenario GI4e en GI3e is gericht op verminderde inzet van pesticiden met behoud van economisch rendement. Bij een 1:3 bouwplan leidt dit tot een besparing van 13% door het onkruid meer in de rij te bespuiten en verlaagde dosering toe te passen bij de *Phytophthora* bestrijding. Bouwplanverruiming naar 1:4 reduceert de (sub)totale pesticideninzet met nog eens 17% (GI4e t.o.v. GI3e), hetgeen voornamelijk met het aandeel aardappelen in het bouwplan en daarmee met de fungicideninzet samenhangt (figuur 17).

Uit de pesticideninzet van scenario GI4m blijkt dat op het terrein van de fungicideninzet niet veel verder gereduceerd kan worden (nagenoeg gelijk aan die van scenario GI4e). Middelenkeuze bij de bestrijding van meeldauw in de wintertarwe leidde zelfs tot een iets hogere inzet in scenario GI4m dan GI4e. In alle scenario's blijkt de aardappel de grootverbruiker van fungiciden te zijn (in scenario MJPG2 zelfs goed voor 94% van alle fungiciden inzet; bestrijding van *Phytophthora infestans* neemt daarvan 99% voor haar rekening).

Het herbicidengebruik komt naarmate de scenario's een extensiever en meer milieuvriendelijk karakter hebben steeds meer voor rekening van de suikerbiet. Rijenspuiten in aardappel (scenario GI3e) vermindert het aardappelaandeel in herbiciden, waardoor het bietaandeel automatisch stijgt. Verdergaande extensivering (scenario GI4e) wijzigt niet veel in het suikerbietaandeel omdat de vervangende gewassen (met name winterrogge) vergelijkbare hoeveelheden herbiciden vereisen. In scenario GI4m daarentegen is de reductie in het herbicidengebruik aanzienlijk groter, door het zoveel mogelijk toepassen van mechanische bewerkingen (voornamelijk eggen en schoffelen). De suikerbietenteelt is dan de enige teelt die beslist niet zonder herbicideninzet kan, hetgeen blijkt uit het gewasaandeel (98%, zie figuur 18). Bij de overige teelten was de herbicideninzet bijzonder laag en slechts ten behoeve van pleksgewijze bestrijdingen.

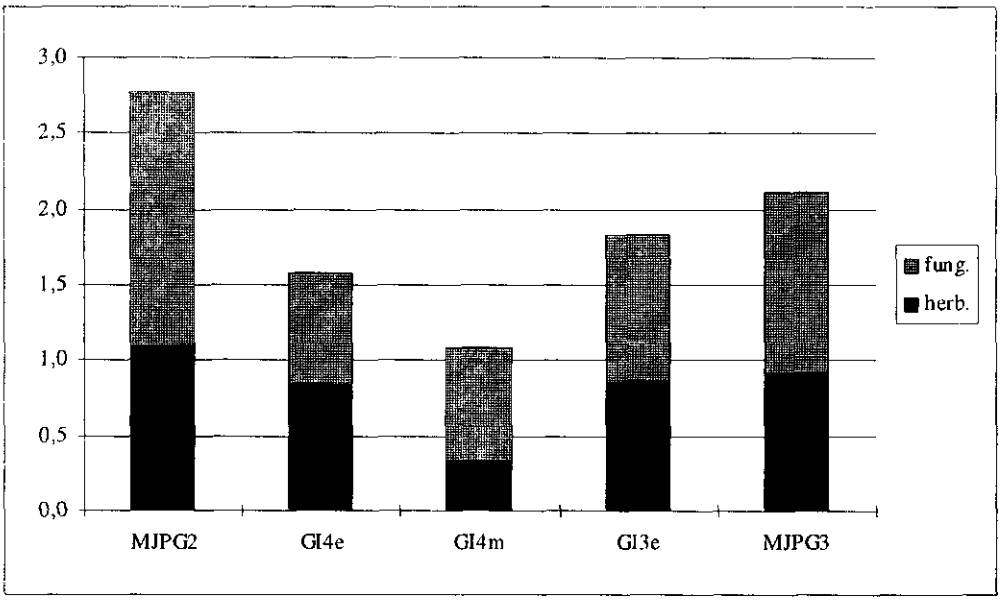
Milieubelasting door pesticiden

De ingezette hoeveelheid actieve stof (a.s.) is slechts een "registratie" parameter. Dit geeft inzicht in het gebruikte volume. Bij een vergelijkbaar bouwplan en een zelfde middelenpakket betekent minder a.s. ook minder "milieubelasting". Dit is echter slechts de eerste stap. Na toepassing van pesticiden

Tabel 13. Pesticideninzet (in kg a.s./ha) onderverdeeld naar middelencategorie voor de vijf scenario's.

	MJPG2	MJPG3	GI3e	GI4e	GI4m
herbiciden	1,1	0,93	0,86	0,84	0,33
fungiciden	1,67	1,18	0,98	0,74	0,76
insecticiden	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01
subtotaal	2,79	2,12	1,85	1,54	1,08
nematiciden*	0,19	0,25	0,25		

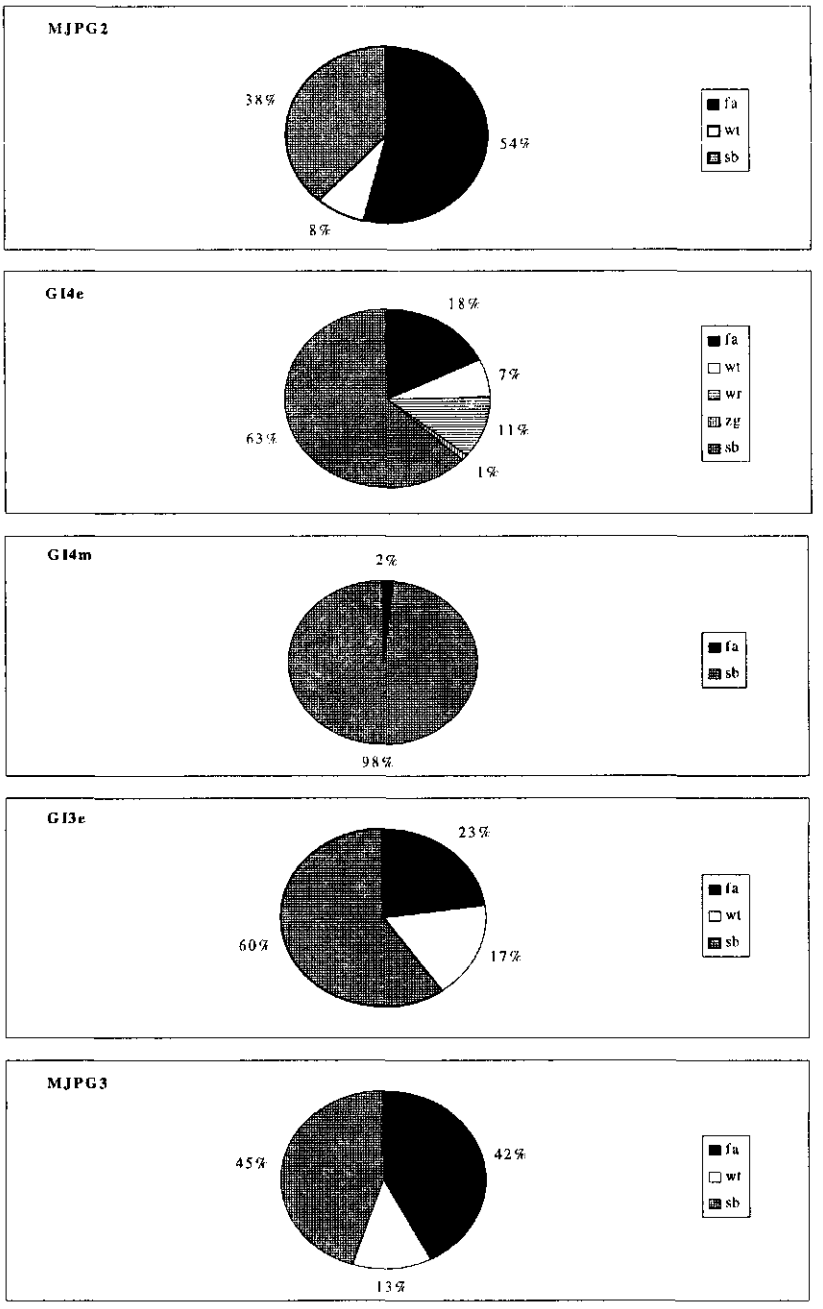
* = afhankelijk van de variant in scenario MJPG2, GI3e en MJPG3



Figuur 17. Herbiciden- en fungicideninzet per scenario (in kg a.s./ha).

kunnen zij in bodem, lucht en/of grond- en oppervlaktewater terechtkomen. De mate waarin middelen in deze compartimenten terecht kunnen komen of kunnen blijven, wordt naast de toepassingsomstandigheden sterk bepaald door de middeleigenschappen, zoals persistentie, binding aan organische stof en dampspanning.
De Blootstellings Risico Index (BRI) (Wijnands, 1996) maakt gebruik van deze eigenschappen om het risico te berekenen dat een middel in een van de drie milieucompartimenten, lucht, bodem of grondwater terechtkomt. De middeleigenschappen van de meeste toegelaten middelen zijn vastgesteld onder geconditioneerde omstandigheden (bron: CTB). BRI-lucht is de hoeveelheid actieve stof van een middel maal de dampspanning. BRI-bodem wordt bepaald aan de hand van de persistentie (DT-50) en de gebruikte hoeveelheid actieve stof en de BRI-grondwater is een maat voor het mogelijk uitspoelen van een middel, bepaald door DT-50, KOM (mate waarin het middel adsorbeert aan de gronddelen) en hoeveelheid product.

De BRI-gegevens geven inzicht in het risico dat middelen deel gaan uitmaken van het milieu. Daar zijn ze potentieel een bedreiging voor al het leven. Over deze effecten is slechts zeer beperkte kennis aanwezig. In een geïntegreerde aanpak wordt principieel gekozen voor preventie, voorkomen dat middelen in het milieu terecht komen. Dat betekent dat dit aspect bij de middelenkeuze in de toekomst een belangrijke rol zal gaan spelen.
Emissiebeperking wordt de belangrijkste prioriteit in de toekomst. In de afgelopen onderzoeksperiode is niet op deze manier bewust met de middelenkeuze omgegaan. Toch is het zinvol, als illustratie, om de BRI's van de scenario's te kwantificeren. Deze zijn in tabel 14a weergegeven. De vermelde waarden zijn sommaties van het middelengebruik naar rato van de teeltfrequenties van de gewassen die in de scenario's voorkomen. Het granulaat Temik is hierin niet meegenomen, maar daar wordt later op teruggekomen.



Figuur 18. Gewasaandeel in herbicideninzet per scenario.

Tabel 14a. BRI's voor de vijf scenario's.

	MJPG2	MJPG3	GI3e	GI4e	GI4m
BRI-bodem	178	156	135	90	74
BRI-lucht (x 10^{-3})	2,63	2,50	1,96	1,98	1,35
BRI-grondwater (x 10^{-1})	3,96	3,97	3,40	2,67	1,55

Tabel 14b. BRI's per gewas voor de scenario's MJPG2, GI4e en GI4m.

	bodem			lucht (x10^{-3})			grondwater (x10^{-1})		
	MJPG2	GI4e	GI4m	MJPG2	GI4e	GI4m	MJPG2	GI4e	GI4m
fabrieksaardappel	232	158	150	1,5	0,9	0,1	2,1	1,2	0,6
suikerbiet	57	70	56	7,2	6,2	4,1	5,2	4,3	2,4
wintertarwe	192	196	121	0,3	0,3	1,3	6,5	5,7	3,2
winterrogge		9	1		0,2	0,0		1,8	1,3
zomergerst		62	59		1,1	1,1		2,6	1,9

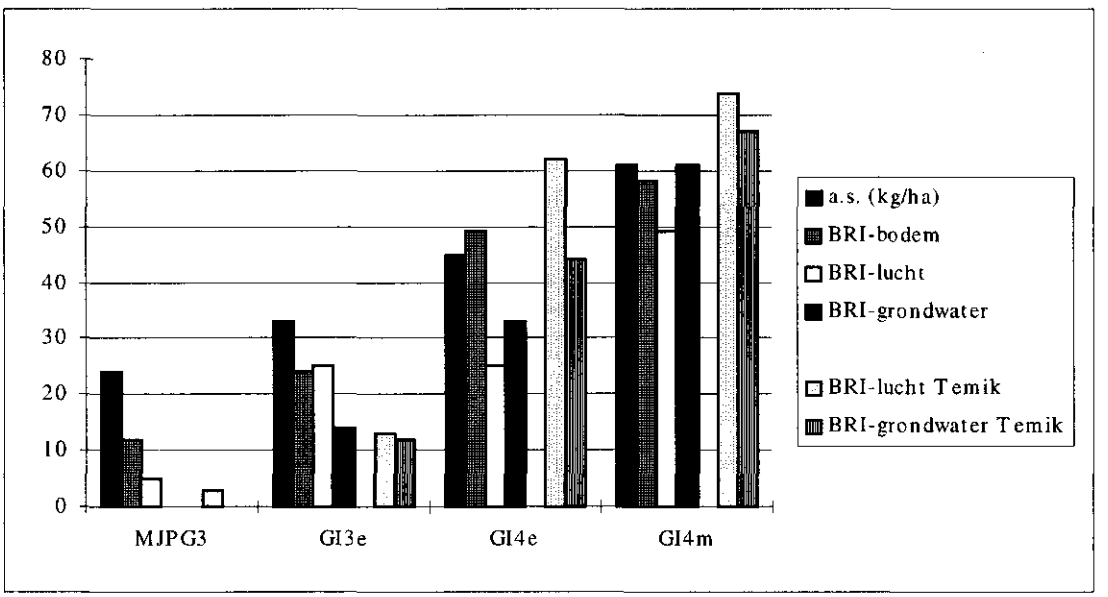
Uit tabel 14a blijkt dat de milieubelasting van de bodem zowel vermindert door bouwplanextensivering als door de overstap naar meer milieuvriendelijke teeltmethoden. De BRI-lucht en -grondwater blijken nauwelijks beïnvloed te worden door bouwplanextensivering van 1:2 naar 1:3, de volgende stap naar 1:4 is wel merkbaar.
Meer milieuvriendelijke teeltmethoden betekenen voor de belasting van lucht en grondwater wel een verbetering. De winst voor het milieu van GI4e naar GI4m is procentueel groter dan van MJPG3 naar GI3e.

In tabel 14b wordt een uitsplitsing van de BRI's naar gewas gemaakt voor de scenario's MJPG2, GI4e en GI4m. Voor scenario MJPG3 gelden nagenoeg dezelfde gewaswaarden als voor scenario MJPG2. De waarden van scenario GI4e zijn ook in scenario GI3e verwerkt.
Ook uit deze tabel blijkt dat voor vrijwel elk gewas afzonderlijk geldt dat naarmate de teeltwijze milieuvriendelijker is, de milieubelasting afneemt. Uitzonderingen daarop zijn de wintertarweteelt van GI4m voor wat betreft de BRI-lucht. Dit wordt veroorzaakt door de inzet van het middel Corbel (tegen meeldauw), met een relatief hoge BRI-lucht waarde. De suikerbietenteelt vertoont voor wat betreft de BRI-bodem weinig verschil tussen de scenario's. Dit hangt vooral samen met de verbruikte hoeveelheid Goltix en Pyramin voor de onkruidbestrijding.
Bij de fabrieksaardappelteelt speelt de dosering van het middel Shirlan voor de bestrijding van Phytphthora een belangrijke rol bij alle BRI's. Voor de BRI-lucht en -grondwater is ook het herbicidengebruik (vergelijk GI4e met GI4m (nagenoeg zonder herbicideninzet)) van belang.
Uit tabel 14b blijkt dat de aardappel- en wintertarweteelt de 'grootverbruikers' zijn in de BRI-bodem. De belasting van de lucht is in alle scenario's voor 70-80% toe te schrijven aan de suikerbietenteelt. Bij de BRI-grondwater ligt het accent op de wintertarwe- en suikerbietenteelt. De vervangende teelten van winterrogge en zomergerst brengen een relatief lage milieubelasting met zich mee

Tabel 15. Bedrijfsaandeel (%) van meest milieubelastende middelen in scenario MJPG2.

	middel	type	bestanddeel	gewas	BRI-bodem	BRI-lucht	BRI-grond-water
1.	Shirlan-flow	F	fluazinam	fa	58	0	5
2.	Matador	F	tebuconazool	wt	23	0	17
3.	Goltix WG	H	metamitron	sb	4	42	17
4.	Gramonol	H	monolinuron	fa	3	23	6
5.	Matador	F	triadimenol	wt	2	1	7
6.	Herbogil	H	dinoterb	fa	2	2	11
7.	Betanal Progress	H	ethofumesaat	sb	2	0	8
8.	Curzate-M	F	mancozeb	fa	2	2	0
9.	Betanal Progress	H	fenmedifam	sb	1	0	1
10.	Pyramin	H	choridazon	sb	1	0	6
	subtotaal				98	70	78

(met uitzondering van de BRI-bodem van zomergerst, hetgeen door het middel Opus-team veroorzaakt wordt).
De meest gevaarlijke stoffen kunnen aan de hand van deze analyse eenvoudig worden aangewezen. De top-tien van middelen in scenario MJPG2 is opgenomen in tabel 15. Deze middelen zijn verantwoordelijk voor 98% van de totale milieubelasting gemeten in BRI-bodem. Ook voor de BRI-lucht en -grondwater nemen deze middelen een aanzienlijk deel voor hun rekening. Voor de BRI-



Figuur 19. Reductie (%) in actieve stof en in die van de drie BRI's ten opzichte van MJPG2.

lucht is het zaadontsmettingsmiddel Tachigaren bij biet verantwoordelijk voor nog eens 25% van de totale BRI-lucht naast de vermelde aandelen in tabel 15. De BRI-grondwater van scenario MJPG2 wordt vrijwel tot 100% aangevuld door Starane (10%, herbicide) en Panoctine (7%) als zaadontsmettingsmiddel, beide in wintertarwe.
Wanneer ook Temik in de rij wordt toegepast (in varianten van scenario's MJPG2, GI3e en MJPG3) verandert er bijna niets aan de BRI-bodem. De totale BRI-lucht en -grondwater nemen daardoor wel sterk toe en worden ongeveer 2,7 respectievelijk 1,3 keer hoger dan wanneer geen nematiciden worden toegepast. In de top-tien van meest milieubelastende middelen staat Temik dus zeker wat betreft de BRI-lucht bovenaan in die scenario's waar het toegepast wordt.
Scenario MJPG3 lijkt erg sterk op scenario MJPG2. In de overige scenario's treden verschuivingen op naar andere middelen. Toch zijn in alle scenario's de middelen Shirlanflow en Matador verantwoordelijk voor het grootste deel van de milieubelasting van de bodem (varieert van 62% in scenario GI4m tot 81% in scenario MJPG2).
De lucht wordt het meest belast door de middelen Goltix, Tachigaren (samen goed voor gemiddeld 75%) en voor een kleiner deel (circa 20%) door Gramonol.
De BRI-grondwater kent geen echte uitschieters. Goltix, Matador, Starane, Herbogil, Betanal Progress en Panoctine zijn de middelen die in een of meerdere scenario's meer dan 10% van het bedrijfsaandeel innemen.
Uit het voorgaande wordt duidelijk dat de hoeveelheid actieve stof niet meer dan een indicatie voor de mate van milieubelasting is.
In figuur 19 is de reductie in hoeveelheid actieve stof en in die van de drie BRI's voor de 1:3 en 1:4 scenario's weergegeven ten opzichte van scenario MJPG2.
Daaruit blijkt dat de hoeveelheid actieve stof in de meeste gevallen een sterkere reductie laat zien dan de milieubelastingsindici. Dit

Conclusie:

De hoeveelheid ingezette pesticiden op bedrijfsniveau is nauw gekoppeld aan de bouwplanextensivering. Verschil in bedrijfsstrategie bij een vergelijkbaar bouwplan leidt bij de fungicideninzet tot een besparing van maximaal 17% (GI3e t.o.v. MJPG3). Bij de herbiciden loopt dit op tot 60% (GI4m t.o.v. GI4e). De absolute hoeveelheid actieve stof die in de scenario's ingezet wordt, betekent in alle gevallen een reductie van 50% of meer ten opzichte van het referentiescenario uit de Borgerswoldperiode 1986-1990. Daarmee wordt in alle scenario's ruimschoots voldaan aan de eisen van het MJPG-2000 (zie ook paragraaf 1.2).

Meer milieuvriendelijke teeltmethoden zijn effectiever voor de verlaging van de milieubelasting dan bouwplanextensivering. Dit geldt zeker voor de BRI-lucht en -grondwater en in iets mindere mate voor de BRI-bodem.
Het granulaat Temik is zeer zwaar belastend voor de lucht (BRI-lucht).
De 'nieuwere' middelen Shirlan en Matador mogen door hun relatief lage actieve stof inzet een vooruitgang worden genoemd (ten opzichte van de jaren tachtig), maar de milieubelasting van deze middelen is hoog.
BRI is een betere maat voor de milieubelasting dan de hoeveelheid actieve stof alleen. In deze studies blijkt de actieve stof reductie in de intensievere bouwplannen groter te zijn dan de reductie in termen van milieubelasting (BRI). Dit onderstreept het belang van een scherpere middelenkeuze voor de toekomst.

Tabel 16. N-balans voor de vijf scenario's (in kg N/ha).

scenario	MJPG2	MJPG3	GI3e	GI4e	GI4m
aanvoer meststoffen	197	188	183	161	153
totaal aanvoer	240	231	225	203	195
afvoer	130	124	128	111	105
verlies	110	107	97	92	90
efficiëntie	0,54	0,54	0,57	0,55	0,54

geldt zeker voor de scenario's MJPG3 en GI3e. Pas in scenario's met een 1:4 teelt fabrieksaardappelen houdt de reductie van de BRI's redelijk gelijke tred met die van de actieve stof.
Wanneer Temik ook meegerekend wordt blijken die scenario's waarin het granulaat toegepast wordt met hun BRI-reductie sterk achter te blijven bij die van de hoeveelheid actieve stof, terwijl de scenario's zonder granulaten (GI4e en GI4m) dan een lagere milieubelasting met zich meebrengen dan het reductiepercentage a.s. doet vermoeden.

Mineralenbalansen

Stikstof

De stikstofbalansen van de vijf scenario's zijn beknopt weergegeven in tabel 16. Het N-verlies van het meest intensieve bouwplan (scenario MJPG2) is het hoogst, op de voet gevolgd door dat van scenario MJPG3. Het verlies in scenario GI3e is 10 kg N/ha lager door een lagere aanvoer en een iets hogere afvoer dan in het scenario met vergelijkbaar bouwplan. Door verdergaande bouwplanextensivering verandert hierin niet veel. Hoewel de aanvoer in scenario GI4m lager was dan in scenario GI4e, is het verlies niet afwijkend. De opbrengsten in scenario GI4m vielen in een aantal gevallen wat tegen. De totaal aangevoerde hoeveelheid N werd het efficiëntst benut in scenario GI3e.
Een hoog N-verlies op de balans betekent niet automatisch een hoge milieubelasting. In paragraaf Nitraat concentraties in het grondwater, 1992-1995, deel B wordt nader ingegaan op de relatie N-verlies en stikstofuitspoeling op basis van de werkelijke metingen.

Het N-verlies blijkt voor 70-80% veroorzaakt te worden door fabrieksaardappel en suikerbiet. De verdeling over deze gewassen varieert slechts weinig per scenario. De overige

Tabel 17. Fosfaatbalans voor de vijf scenario's (in kg P_2O_5/ha).

scenario	MJPG2	MJPG3	GI3e	GI4e	GI4m
aanvoer meststoffen	65	64	65	61	55
totaal aanvoer	68	67	68	64	58
afvoer	47	49	50	47	45
verlies	21	18	18	17	13
efficiëntie	0,69	0,73	0,74	0,73	0,78

Tabel 18. Kali-balans voor de vijf scenario's (in kg K_2O/ha).

scenario	MJPG2	MJPG3	GI3e	GI4e	GI4m
aanvoer meststoffen	192	168	168	156	144
totaal aanvoer	202	176	177	164	152
afvoer	147	127	129	119	112
verlies	55	49	48	45	40
efficiëntie	0,73	0,72	0,73	0,73	0,74

gewassen zijn verantwoordelijk voor 20-30% (figuur 20).

Fosfaat en kali

Verschillen tussen de scenario's in fosfaat balans zijn uiterst gering (tabel 17). Dat wordt veroorzaakt door een gemiddeld vergelijkbare afvoer van alle gewassen die in de scenario's voorkomen (circa 50 kg P_2O_5). Aangezien er bemest wordt op basis van aanvoer = afvoer, bij een Pw-getal in het streeftraject van 30 tot 50, ontstaat er ook nauwelijks verschil in aanvoer en dus ook niet in verlies. In scenario GI4m werd op een aantal percelen minder fosfaat toegediend omdat het Pw-getal hoger dan 50 bleek te zijn. Dit resulteert in een iets lager verlies en een hogere efficiëntie.

Bij de kalibalansen bestaat wel duidelijk een relatie met de bouwplanintensiteit (tabel 18). Zowel de aanvoer als de afvoer zijn hoger naarmate het aandeel rooivruchten hoger is. In scenario GI4m is de aanvoer lager ten opzichte van scenario GI4e door het toepassen van kleinere hoeveelheden dierlijke mest (om reden genoemd bij de fosfaat balans). Verschil in benutting is er nauwelijks.

Economische analyse van de scenario's

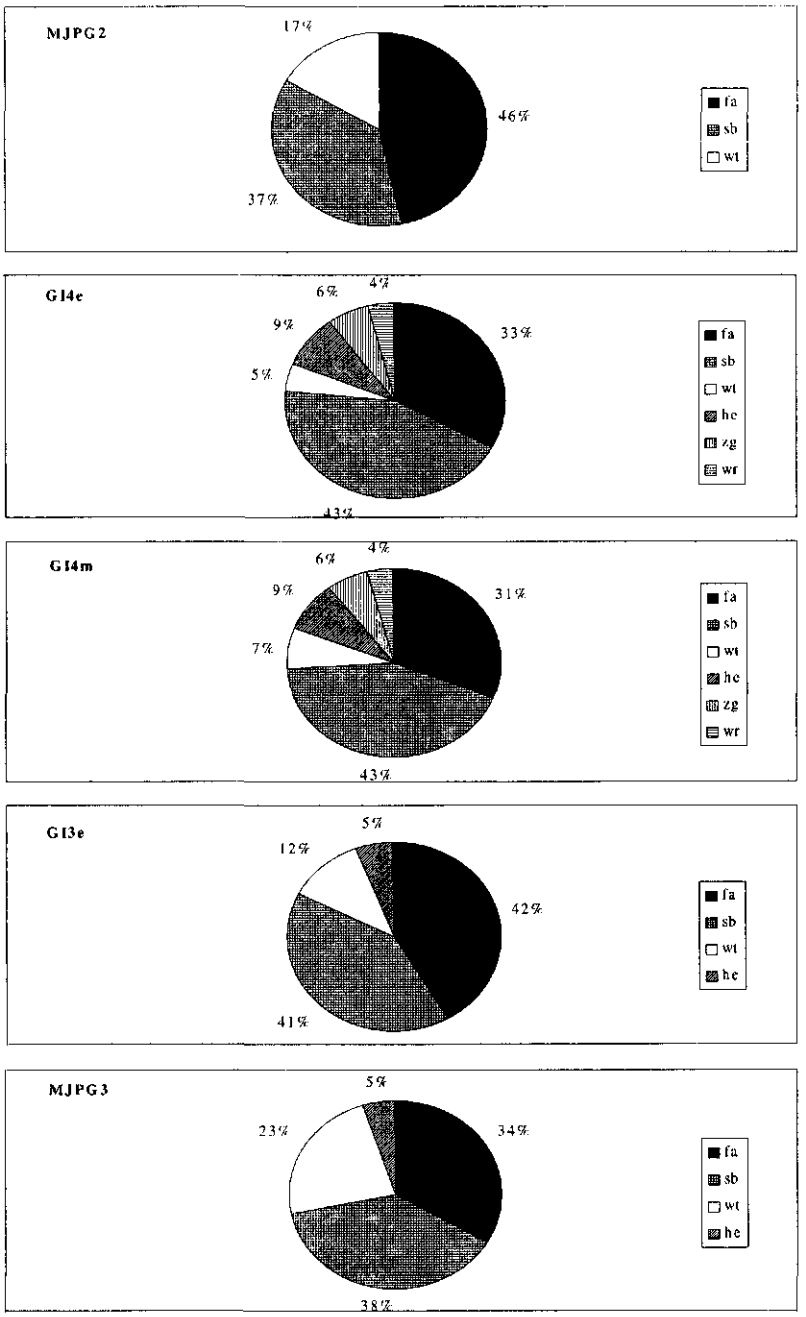
Bouwplansaldo

Voor de economische berekeningen op bouwplanniveau is het goed om het aandeel van de gewassen per scenario nog eens te presenteren (zie tabel 19).

In het 1e hoofdstuk zijn de technische en economische resultaten per gewas beschreven. Uit het 2e hoofdstuk, paragraaf "Geschikte varianten" is gebleken dat de volgende scenario's een reëel perspectief bieden voor het gebied:
1:2 bouwplan met een 1:4 granulaat toepassing (scenario MJPG2), 1:3 bouwplan

Tabel 19. Gewasaandeel per scenario (%).

	MJPG2	MJPG3	GI3e	GI4e	GI4m
fabrieksaardappel	50	33,3	33,3	25	25
suikerbiet	25	25	25	25	25
wintertarwe	25	33,3	33,3	12,5	12,5
zomergerst				12,5	12,5
hennep		8,3	8,3	12,5	12,5
winterrogge				12,5	12,5



Figuur 20. Gewasaandeel in N-verlies per scenario.

Conclusie:

De inzet van stikstof varieert van bijna 200 kg N/ha in scenario MJPG2 tot 160 kg N/ha in scenario GI4e en GI4m.
Ook bij kali is sprake van een relatie tussen inzet en bouwplanintensiteit (190 kg K_2O/ha in MJPG2 tot circa 150 kg K_2O/ha in de scenario's GI4e en GI4m).

Bij fosfaat daarentegen is de inzet niet zozeer gekoppeld aan de bouwplanintensiteit, maar veel meer aan de bemestingsstrategie.
De verliezen van stikstof (90 - 110 kg N/ha) en fosfaat (max. 21 kg P_2O_5/ha) voldoen ruimschoots aan de normen zoals die in het Mineralen Aangiftesysteem worden genoemd (resp. 125 en 30 kg/ha in het jaar 2002).
Voor kali bestaat nog geen norm.
Een verlies van rond de 50 kg/ha lijkt acceptabel.

met of zonder een 1:3 granulaat toepassing (scenario GI3e en MJPG3 (deze twee zijn varianten met granulaat, daarnaast zijn deze twee varianten ook doorgerekend zonder granulaat maar in dit verslag niet expliciet vermeld)).

1:4 bouwplan zonder granulaat (scenario GI4e en GI4m). Bij de vertaling van de economische resultaten (saldi per ha per gewas) naar bouwplanniveau, ontstaat voor de verschillende scenario's het overzicht zoals is weergegeven in tabel 20.

Brutogeldopbrengst
Scenario MJPG2 kent de hoogste bruto geldopbrengst. Scenario GI3e en MJPG3 blijven daar zo'n 10% op achter. Scenario GI4e en GI4m hebben een bruto geldopbrengst die 15 tot 20% per hectare lager is. Bij verruiming van het aandeel fabrieksaardappelen in het bouwplan, is de financiële opbrengst van de vervangende gewassen onvoldoende om de brutogeldopbrengst per hectare op peil te houden. De bedrijfsstrategie in scenario GI3e die gericht is op minder milieubelasting dan die van

Tabel 20. Bouwplansaldo per scenario met uitsplitsing van de toegerekende kosten per hectare.

	MJPG2	MJPG3	GI3e	GI4e	GI4m
bruto geldopbrengst	5080	4590	4600	4310	4120
totaal toegerekende kosten	2030	1680	1580	1300	1170
bouwplansaldo *	3050	2910	3010	3010	2950
totaal toegerekende kosten					
uitgangsmateriaal	640	510	500	440	440
bemesting	360	310	260	250	240
onkruidbestrijding	200	240	190	160	60
ziekten en plagen	390	290	290	150	140
overige kosten	430	330	350	290	290

* tengevolge van presentatie van afronding van getallen lijkt de sommatie van kosten en saldo niet altijd correct

Tabel 21. Toepassing en de kosten (per ha) van granulaat en natte grondontsmetting binnen het 1:2, 1:3 en 1:4 bouwplan.

bouwplan	granulaat	natte grond-ontsmetting	scenario	kosten/ha (in gld)
1:2	1:2	1:5	MJPG2+G+NO	132+247
1:2	1:2	-	MJPG2	132
1:2	1:4	-	MJPG2-G	66
1:3	1:3	-	GI3e en MJPG3	87

scenario MJPG3 betekent geen verlies in financiële opbrengst. Door fysiek lagere opbrengsten in scenario GI4m ontstaat er wel een verschil in bruto-geldopbrengst tussen scenario GI4e en GI4m, hoewel deze een vergelijkbaar bouwplan hebben.

Toegerekende kosten

Ook bij de toegerekende kosten is een duidelijke samenhang met het aandeel fabrieksaardappelen in het bouwplan waarneembaar. De toegerekende kosten van scenario MJPG2 zijn aanzienlijk hoger dan die van de scenario's GI3e en MJPG3 (15-20% lager), die vervolgens weer hoger zijn dan die van scenario's GI4e en GI4m (35-40% lager dan MJPG2). Scenario GI3 heeft iets lagere toegerekende kosten dan MJPG3. Dit is het gevolg van de meer milieugerichte benadering dan scenario GI3e, waardoor de kosten van onkruidbestrijding en bemesting lager zijn. Evenzo zijn de toegerekende kosten van scenario GI4m, de milieuvriendelijke variant van het 1:4 bouwplan, lager dan die van GI4e, de meer economische variant. In beide gevallen (1:3 en 1:4) scheelt dit slechts 70-100 gulden per hectare. Van de toegerekende kosten zijn die van uitgangsmateriaal en de overige kosten (energie, overige productgebonden kosten en overige grond- en hulpstoffen) gekoppeld aan de bouwplansamenstelling, ongeacht de bedrijfsstrategie. De kosten voor bemesting, onkruidbestrijding en ziekten en plagen zijn niet alleen veel meer bepaald door de gekozen strategie van de betreffende scenario's, dan door de bouwplanintensiteit.

De verschillen in kosten voor onkruidbestrijding worden voornamelijk veroorzaakt door verschillen in herbicidengebruik in de suikerbietenteelt. De hoogte van de kosten voor de bestrijding van ziekten en plagen wordt voornamelijk veroorzaakt door de *Phytophthora* bestrijding in fabrieksaardappelen.

Bouwplansaldo

Het uiteindelijke bouwplansaldo, dat wordt verkregen door de brutogeldopbrengst te verminderen met de toegerekende kosten, blijkt voor alle scenario's dicht bij elkaar te liggen (maximaal 4%). Het verschil in toegerekende kosten heeft het verschil in brutogeldopbrengst grotendeels te niet ge-

Conclusie:

Bouwplansamenstelling is belangrijk voor de financiële opbrengst en de kosten: overig, uitgangsmateriaal en ziekten en plagen.
Voor de kosten van bemesting en onkruidbestrijding is met name de teeltstrategie bepalend.

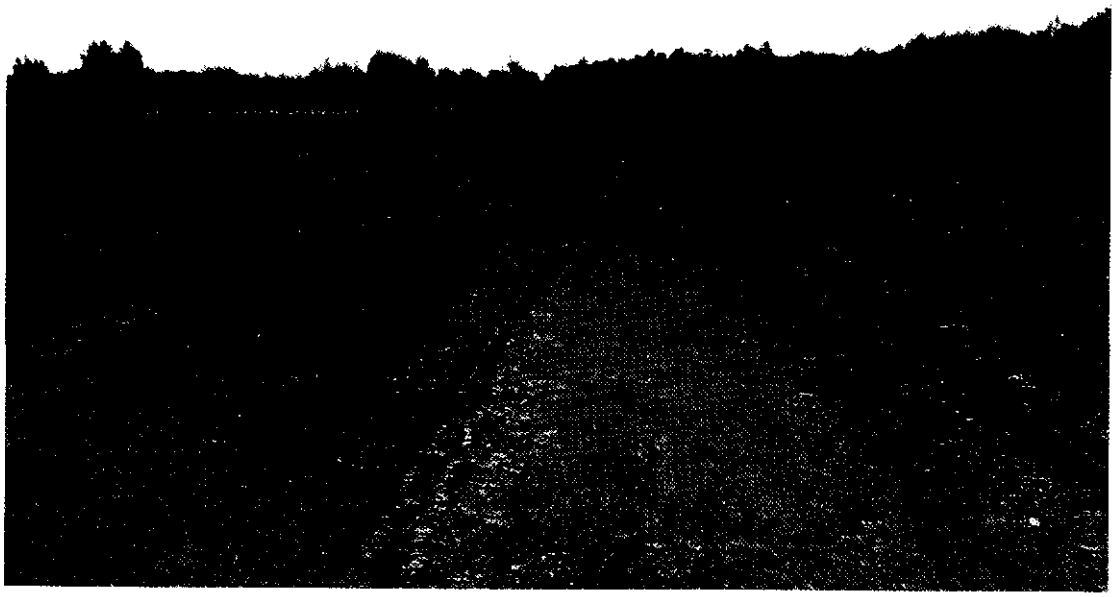
Tabel 22. Aantal uren per bewerking voor gewasverzorgingsactiviteiten op bouwplanniveau in de verschillende scenario's (uren/ha).

	MJPG2	MJPG3	GI3e	GI4e	GI4m
volvelds spuiten	3,3	2,6	2,4	1,9	1,5
rijenspuit	0,4	0,4	0,7	0,6	1,5
schoffelen	0,7	0,8	0,7	0,7	1,0
aanaardend schoffelen	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
eggen					0,8
subtotaal	4,8	4,0	4,0	3,3	5,0
handwerk	2,3	2,3	3,0	2,8	4,6
aardappelopslag	0,5	0,5	0,8	0,8	0,4
totaal	7,6	6,8	7,8	6,9	10

daan. Scenario MJPG2 heeft een nauwelijks hoger bouwplansaldo dan scenario GI3e, dat een kleiner aandeel fabrieks-aardappelen heeft. Dit wordt veroorzaakt door het bijna 400 gulden hogere saldo van fabrieksaardappelen in scenario GI3e. Het bouwplansaldo van scenario MJPG3 is 100 gulden lager dan scenario GI3e. Het lagere saldo van fabrieksaardappelen wordt gedeeltelijk gecompenseerd door het hogere saldo van suikerbieten in scenario MJPG3.
Bij de opschaling naar bedrijfsniveau zal moeten blijken of en in welke mate de bereikte bouwplansaldi voldoende zijn om een gelijke dekking van de niet-toegerekende kosten te krijgen als in de uitgangssituatie.
In tabel 21 is voor de volledigheid ook aangegeven wat de kosten zouden zijn van intensiever nematicidengebruik (in geval er vatbaarder rassen gebruikt worden dan in het 2e hoofdstuk, paragraaf "Geschikte varianten", aangegeven is).

Arbeid gewasverzorging
De benodigde uren voor de gewasverzorging zijn in tabel 22 weergegeven voor de verschillende scenario's. Binnen de arbeidsbegroting is uitgegaan van taaktijden voor de bewerkingen en van werkelijk gemaakte uren in de onderzoeksperiode 1992-1995 voor de uren handwerk.
Het aantal uren machinale gewasverzorging wordt voornamelijk bepaald door het aandeel fabrieksaardappelen. Dat hangt samen met het grote aantal bespuitingen dat voor *Phytophthora* nodig is.

Scenario GI3e kan met evenveel uren worden uitgevoerd als scenario MJPG3. Een meer geïntegreerde benadering kost hier dus niet meer machine-uren. In scenario GI4m wordt de chemische onkruidbestrijding voor 88% in de rij uitgevoerd (in GI4e voor 40%). Dit kost meer tijd. Bovendien zijn daardoor ook meer schoffelbewerkingen noodzakelijk.
Daarnaast draagt ook het eggen, dat in wintergranen de volveldsbespuitingen vervangt en in aardappelen naast het schoffelen wordt uitgevoerd als vervanging van de chemie inzet, bij tot het grotere aantal benodigde uren. Toch is op bouwplanniveau het aantal benodigde uren in scenario GI4m slechts 0,2 hoger dan in MJPG2. Scenario GI4e is het meest arbeidsextensief (laagste aandeel fabrieksaardappelen).
De post handwerk verandert het totaalbeeld. Het bouwplaneffect blijft herkenbaar, maar door verschil in handmatige onkruidbestrijding komt scenario GI3e nu iets hoger uit dan MJPG3. In scenario GI4m worden aanzienlijk



Grondontsmetting kan niet altijd uit qua actieve stof en kosten.

meer uren besteed aan handmatige onkruidbestrijding omdat onkruid minder chemische bestreden wordt. Dit resulteert uiteindelijk in een totaalverschil met de overige scenario's van minstens 2 uur/ha.

In hoofdstuk "Vergelijking scenario's per bedrijfsomvang", wordt onder andere ingegaan op de vraag wat deze verschillen voor effecten kunnen veroorzaken bij opschaling naar bedrijfsgroottes van 45, 70 en 100 hectare.

VERGELIJKING SCENARIO'S PER BEDRIJFSOMVANG

In dit hoofdstuk wordt een vergelijking van de verschillende scenario's bij verschillende praktijkbedrijfsgroottes van 45, 70 en 100 hectare. Factoren die het totale bedrijfsresultaat beïnvloeden, afhankelijk van de bedrijfsomvang, zijn de niet toegerekende kosten en de benodigde arbeid.
Alvorens in te gaan op deze bedrijven worden enkele uitgangspunten besproken die voor alle groottes gelden.

Een volledige lijst van machines en werktuigen die binnen de scenario's gebruikt worden is weergegeven in bijlage VI. Tussen alle systemen is er tenminste één machine verschillend (zie tabel 23).
Daarnaast wordt eens in de twee jaar een strokenfrees gehuurd voor een onkruidbestrijding in de suikerbieten van scenario GI4m.
Voor elke bedrijfsgrootte wordt uitgegaan van een ondernemer. Het tekort aan arbeid wordt aangevuld met losse arbeid (*f* 37,50 per uur). Uitgangspunt voor de arbeidsberekeningen is dat in iedere tweewekelijkse periode 80 uur gewerkt wordt. In piekperioden wordt in de berekeningen uitgegaan van 100 uur per periode.

De fabrieksaardappelen worden voor 1/3 direct afgeleverd en 2/3 in de kuil bewaard. Op het 100 ha bedrijf is doorgerekend hoeveel bewaring in de schuur kost.
Op een bedrijf waar het areaal graan meer



Vaste-tand-cultivater en vorenpakker als vervanger van de ploeg.

Tabel 23. Lijst van die machines die in genoemde scenario's specifiek voorkomen.

	MJPG2	MJPG3	GI3e	GI4e	GI4m
rondgaande ploeg	x	x	x	x	
triltandcultivator	x	x			
woelpoot	x	x			
rijenspuit fa			x	x	
veertandeg					x
granulaatstrooier	x	x	x		

dan 25 hectare beslaat wordt een tweedehands maaidorser opgevoerd. Dit heeft tevens consequenties voor de arbeid, waarbij een losse arbeidskracht ingezet wordt voor het transport.

Een 45 ha bedrijf

Bouwplansaldi

In tabel 24 staan de bedrijfsresultaten van de verschillende scenario's voor het 45 ha bedrijf weergegeven. Worden de verschillen in bruto-geldopbrengst tussen de scenario's vooral bepaald door bouwplanintensiteit, voor de uiteindelijke bouwplansaldi zijn ook de verschillen in teeltstrategie van grote invloed zoals ook reeds beschreven in het vorige hoofdstuk. Het bouwplansaldo van de scenario's MJPG2, GI3e en GI4e is nagenoeg gelijk. De verruiming van het bouwplan 1:2 naar 1:3 wordt in voldoende mate gecompenseerd door een hoger saldo per hectare fabrieksaardappelen (ca. 400 gld) in scenario GI3e. Door lagere totaal toegerekende kosten als gevolg van bouwplanintensiteit en achterwege laten van granulaten komt het scenario GI4e ook op hetzelfde niveau als MJPG2 en GI3e.

Het bouwplansaldo van scenario MJPG3 is duidelijk lager ten opzichte van de meer milieugerichte variant met hetzelfde bouwplan, scenario GI3e. Het verschil van ongeveer 5.000 gulden ontstaat door lagere toegerekende kosten van scenario GI3e.

De toegerekende kosten van scenario GI4m zijn lager dan die van scenario GI4e maar deze kostenbesparing is onvoldoende om de lagere opbrengsten te kunnen compenseren.

Niet toegerekende kosten

Hieronder worden de verschillende niet toegerekende kosten besproken.

Conclusie:

Scenario's MJPG2, GI3e en GI4e hebben een vergelijkbaar bouwplansaldo. De lagere opbrengsten door bouwplanextensivering worden gecompenseerd door fabrieksaardappelsaldo (1:3) en lagere toegerekende kosten (1:3 en 1:4).
GI4m blijft iets achter bij GI4e (2%). MJPG3 laat het afweten ten opzichte van GI3e (5%) doordat de hogere toegerekende kosten niet gecompenseerd worden door hogere opbrengsten.

Tabel 24. Bedrijfsresultaten voor de scenario's van het 45 ha bedrijf.

	MJPG2	MJPG3	GI3e	GI4e	GI4m
totaal bruto geldopbrengst	228.370	206.370	206.770	193.860	185.190
totaal toegerekende kosten	91.150	75.420	71.150	58.360	52.320
bouwplansaldo (a)	137.220	130.950	135.620	135.500	132.870
niet toegerekende kosten					
arbeidskosten	75.750	75.000	77.960	75.450	80.510
machines en werktuigen	52.140	51.830	52.340	52.340	50.550
loonwerk	12.600	20.500	20.500	23.400	23.900
grond en gebouwen	63.570	63.570	63.570	63.570	63.570
overige kosten	16.500	16.080	16.030	16.460	16.370
tot. niet toegerek. kosten (b)	220.570	226.980	230.400	231.220	234.900
netto bedrijfsresultaat (a-b)	- 83.340	- 96.340	- 95.100	- 95.720	-102.040
arbeidsopbrengst	- 13.340	- 26.340	- 25.100	- 25.720	- 32.040
ondernemersinkomen 100%	44.790	29.650	31.190	29.340	21.720
ondernemersinkomen 70%	21.940	4.940	8.280	6.430	- 1.040

Arbeid

De arbeidskosten die vermeld staan in tabel 24 zijn opgebouwd uit de beloning voor de ondernemer en de kosten voor de losse arbeid. Bij bouwplanextensivering neemt het aantal arbeidsuren af, voornamelijk door het grote aandeel dat fabrieksaardappelen in de arbeidsuren heeft (vergelijk MJPG2, MJPG3). Door een meer geïntegreerde aanpak neemt het aantal uren echter weer toe (GI3e t.o.v. MJPG3 en GI4m ten opzichte van GI4e) met name in de gewasverzorging.

Met name in GI4m/GI3e is dan extra losse arbeid nodig, wat leidt tot een toename in arbeidskosten. Uiteindelijk heeft de meest geïntegreerde benadering van het meest extensieve bouwplan (1:4) evenveel arbeid nodig als MJPG2.

De totale arbeidsfilms per scenario staan weergegeven in bijlage VII.

In tabel 26 is aangegeven in welke situaties het arbeidsaanbod in de bedrijfsbegroting is verruimd van 80 uur naar 100 uur per tweewekelijkse periode en de reden daarvan.

Voor scenario GI3e is het in geen van de periodes nodig het arbeidsaanbod te verruimen. In periode 13 en 16 is uitgegaan van losse arbeid om het arbeidstekort voor onkruidwieden in suikerbieten op te lossen. Zou dit niet al gedaan zijn, dan zou er wel een arbeidspiek zijn ontstaan, die de 100 uur per periode overschrijdt.

Machines en werktuigen

De machines die gebruikt worden op het 45 ha bedrijf staan weergegeven in bijlage VI (zie voor specifieke machines per scenario tabel 23).

De verschillen in werktuigkosten zijn beperkt (max. 2000,- gulden). De machinekosten per hectare komen overeen met de kosten zoals

Tabel 25. Totaal overzicht van de arbeidsbehoefte van het 45 ha bedrijf in de verschillende scenario's.

	MJPG2	MJPG3	GI3e	GI4e	GI4m
gewasgebonden uren					
- vaste arbeid	985	852	831	835	896
- losse arbeid	20	0	79	15	147
totaal	1005	852	910	850	1043
algemene werkzaamheden	625	625	625	625	625
totaal benodigde uren	1630	1477	1535	1475	1668

Tabel 26. Perioden waarin 100 uur per hectare vaste arbeid gepland staat in de verschillende scenario's.

scenario	periode	reden
MJPG2	8, 12	In 8: poten fabrieksaardappel en ploegen In 12: bestrijding onkruid en aardappelopslag suikerbiet
MJPG3	12	Bestrijding onkruid en aardappelopslag in suikerbiet
GI4e	13	Onkruidbestrijding in suikerbiet
GI4m	13	Onkruidbestrijding in suikerbiet, waarbij al een deel voor losse arbeid is ingepland

deze geregistreerd zijn op LEI-praktijkbedrijven uit de regio (Van Dijk e.a., 1996).
Sommige machines worden in samenwerking geëxploiteerd. Zo wordt het aardappelrooien in samenwerking met de buurman uitgevoerd. Op de machinelijst komt dan ook de rooier en de loofklapper slechtst voor de helft voor rekening van het bedrijf. Het transport van suikerbieten gebeurt ook in samenwerking.

Loonwerk
Het verschil in kosten voor loonwerk wordt alleen veroorzaakt door het verschil in gewasaandeel binnen een bouwplan (zie tabel 18). Voor alle scenario's wordt het zaaien van suikerbieten en hennep, het verspreiden van schuimaarde, de oogst van granen, suikerbieten en hennep volledig in loonwerk gedaan. Het uitrijden van de organische mest zit verrekend in de mestprijs die opgevoerd wordt in het saldo. Daarnaast wordt voor het rijenfrezen in scenario GI4m huurkosten opgevoerd. Omdat in het 1:4 bouwplan de oppervlakte granen en hennep het hoogst is, zijn ook de loonwerkkosten van de scenario's GI4e en GI4m het hoogst, zelfs dubbel zo hoog als in MJPG2 (12.000 gulden meer).

Grond en gebouwen
De kosten voor grond en gebouwen zijn voor alle scenario's gelijk verondersteld.

Overige kosten
In de post overige kosten zitten de kosten van niet-toegerekend loonwerk (bijvoorbeeld sloten maaien), niet-toegerekende gewasbeschermingsmiddelen (toepassing in bedrijfsverband), niet-toegerekende bemesting (kalkmeststof) en de algemene kosten voor het bedrijf (boekhouding, auto, lidmaatschap etc.) In de begrotingen voor het 45 ha bedrijf zijn de kosten voor alle scenario's vrijwel gelijk gehouden met uitzondering van de niet-toegerekende meststoffen. Binnen het bouw-

Conclusie:

- *Bouwplansaldo van de scenario's MJPG2, GI3e en GI4e zijn vrijwel gelijk.*
- *Het meest intensieve bouwplan heeft de hoogste arbeidsbehoefte samenhangend met het aandeel aardappelen. Extensivering vermindert de arbeidsbehoefte, een meer geïntegreerde aanpak vergroot dit weer. Er treedt verschuiving op van plant/zaai- en oogstwerkzaamheden naar gewasverzorging. Extra losse arbeid moet met name in GI4m worden aangetrokken, ondanks hetzelfde aantal uren als MJPG2 zijn daardoor de arbeidskosten het hoogst.*
- *In de niet toegerekende kosten is loonwerk de belangrijkste post van verschil tussen de scenario's, samenhangend met het bouwplanaandeel. Werktuigkosten verschillen slechts zeer weinig.*

plan wordt schuimaarde gebruikt en deze varieert in hoeveelheid per hectare per scenario (zie bijlage II teeltsjabloon van suikerbiet).

Netto bedrijfsresultaat

Het netto bedrijfsresultaat wordt verkregen door het bouwplansaldo te verminderen met de niet toegerekende kosten.
Het netto bedrijfsresultaat is voor alle scenario's negatief. Dit betekent dat de kosten niet goed gemaakt worden door de opbrengsten.

Het netto bedrijfsresultaat van scenario MJPG2 met 1:4 granulaat is 12.000 tot 13.000 gulden hoger dan van scenario's MJPG3, GI3e en GI4e. Het scenario GI4m blijft zelfs 19.000 gulden achter. In tabel 27 zijn de scenario's met varianten van AM-aanpak weergegeven op volgorde van netto-bedrijfsresultaat. In deze tabel is alleen rekening gehouden met de extra kosten van

Tabel 27. Nettobedrijfsresultaat voor de alternatieven zonder en met granulaat en natte grondontsmetting uitgaande van Scenario MJPG2 met 1:4 granulaat (-83.340).

scenario	bouwplan	netto-bedrijfresultaat t.o.v. MJPG2 met 1:4 granulaat
MJPG2 1:4 granulaat *	1:2	0
GI3e met granulaat *	1:3	- 11.750
GI4e zonder *	1:4	- 12.380
MJPG3 met granulaat *	1:3	- 12.990
GI4m zonder *	1:4	- 18.700
GI3e zonder	1:3	- 7.510
MJPG3 zonder	1:3	- 8.740
MJPG2 1:2 granulaat	1:2	- 2.960
MJPG2 1:5 natte grondontsmetting en 1:2 granulaat	1:2	- 14.070
MJPG2 zonder nematiciden	1:2	+ 3.260

* scenario's die steeds nader besproken zijn/worden

Conclusie:

- *Het netto-bedrijfsresultaat van het praktijkbouwplan (MJPG2) geeft het beste resultaat. Dit komt met name door de laagste loonwerkkosten (samenhangend met de gewaskeuze).*
- *Wanneer echter natte grondontsmetting nodig is bij MJPG2 is extensivering naar GI 1:3 al snel aantrekkelijk.*
- *Bouwplanextensivering naar 1:3 (GI3e en MJPG3) of 1:4 (GI4e) kost ongeveer 12.000 gulden bij een economisch verantwoorde, milieuvriendelijke teeltstrategie.*
- *Het milieu verdergaand ontzien (GI4m) kost 6.000 gulden.*

nematiciden en niet met extra opbrengsten die gerealiseerd kunnen worden, omdat hier geen harde gegevens van beschikbaar zijn.

Scenario GI4m geeft het slechtste resultaat, enerzijds door lagere financiële opbrengsten en anderzijds door hogere arbeid- en loonwerkkosten (tabel 24).
Bij gebruik van uitsluitend hoog resistente rassen of in situaties zonder besmettingen met aardappelmoeheid kunnen betere bedrijfsresultaten geboekt worden door het achterwege laten van granulaatgebruik. Dit is echter voor het gebied in zijn algemeenheid geen optie. Wanneer door rassenkeuze een natte grondontsmetting noodzakelijk is, is bouwplanverruiming naar 1:3 met granulaat (GI3e en MJPG3) of 1:4 zonder granulaat (GI4e) financieel aantrekkelijker. Een geïntegreerde aanpak levert dan ook nog een licht voordeel op (vergelijk GI3e en MJPG3).

Het netto bedrijfsresultaat is een maat voor de winstgevendheid van het bedrijf als alle arbeid, productiemiddelen en vermogen worden beloond. In tabel 6 staan ook nog de post arbeidsopbrengst en ondernemersinkomen. Arbeidsopbrengst is de vergoeding die de ondernemer uit het bedrijf verdient met zijn inzet in het bedrijf. Het ondernemersinkomen is weergegeven voor 100% en 70% eigen vermogen. Het ondernemersinkomen bij 100% eigen vermogen drukt uit wat het totale inkomen van de ondernemer is, inclusief de beloning van het eigen vermogen. In het gebied blijkt de verhouding eigen vermogen /vreemd vermogen op 70% te liggen, zodat dit ook voor deze scenario's is doorgerekend.

In de paragraaf "Economische analyse" in het hoofdstuk "Resultaten op bouwplanniveau", werd de vraag gesteld of de bouwplansaldi van de verschillende scenario's voldoende bijdrage konden leveren aan de niet-toegerekende kosten om een gelijk of beter bedrijfsresultaat te behalen ten opzichte van scenario MJPG2. Geen van de andere scenario's kan hieraan voldoen. Dit komt vooral door hogere kosten van loonwerk en losse arbeid.

Een 70 ha bedrijf

Bouwplansaldi

In tabel 28 staan de bedrijfsresultaten voor het 70 ha bedrijf weergegeven.

De verschillen in bouwplansaldi tussen de scenario's zijn behoudens het schaalgrootte-effect van gelijke grootte als die van het 45 ha bedrijf.

Niet toegerekende kosten

Hieronder worden de verschillende posten van de niet toegerekende kosten besproken.

Tabel 28. Bedrijfsresultaten voor de scenario's van het 70 ha bedrijf.

	MJPG2	MJPG3	GI3e	GI4e	GI4m
totaal bruto geldopbrengst	355.130	320.790	321.410	301.580	288.040
totaal toegerekende kosten	141.690	117.180	110.550	90.740	81.400
bouwplansaldo (a)	213.440	203.610	210.860	210.840	206.640
niet toegerekende kosten					
arbeidskosten	81.710	78.110	78.380	79.880	87.190
machines en werktuigen	63.080	62.520	63.020	71.770	68.950
loonwerk	22.800	31.900	31.900	27.800	28.500
grond en gebouwen	91.140	91.140	91.140	91.140	91.140
overige kosten	21.230	20.560	20.500	21.160	21.030
tot. niet toegerek. kosten (b)	279.960	284.230	284.940	291.750	296.810
netto bedrijfsresultaat (a-b)	- 66.520	- 81.190	- 74.640	- 80.910	- 90.160
arbeidsopbrengst	3.480	- 11.190	- 4.640	- 10.910	- 20.160
ondernemersinkomen 100%	88.950	70.920	77.850	71.590	60.320
ondernemersinkomen 70%	54.970	34.040	44.740	37.240	26.180

Arbeid

In tabel 29 staan de gewasgebonden uren en de algemene uren weergegeven.

Bij het 70 ha bedrijf vragen meer werkzaamheden geplande losse arbeid. Voor het onkruidwieden met de hand in suikerbieten is voor scenario MJPG2, GI3e, GI4e en MJPG3 50% ingepland met losse arbeid. Het wieden in suikerbieten in scenario GI4m moet volledig worden uitbesteed.

In scenario MJPG2 komt ook de oogst in de knel en wordt het transport van suikerbieten niet meer in samenwerking uitgevoerd (transport vraagt twee personen). Dit betekent dat transport voor 50% wordt uitgevoerd door losse arbeid. Bij scenario GI4e en GI4m is het areaal granen groter dan 25 hectare. De oogst van de granen zal dan niet meer in loonwerk uitgevoerd worden maar in eigen beheer. Dit vraagt tijdens de oogst een persoon extra voor het transport van het graan. Dit verschil komt met name tot uitdrukking in de kosten tussen GI3e en GI4e.

De gegevens uit tabel 30 zijn afkomstig uit de begroting na correctie voor perioden waarbij 100 uur per periode noodzakelijk is. In deze tabel staan de perioden weergegeven waar een correctie is uitgevoerd en waarom.

Conclusie:

- *Scenario's MJPG2, GI3e en GI4e hebben een vergelijkbaar bouwplansaldo.*
- *De milieugerichte variant 1:4 (scenario GI4m) heeft een 2% lager en die van het 1:3 op praktijk gerichte bouwplan (scenario MJPG3) een 5% lager bouwplansaldo.*

Tabel 29. Totaal overzicht van de arbeidsbehoefte van het 70 ha bedrijf.

	MJPG2	MJPG3	GI3e	GI4e	GI4m
gewasgebonden arbeid					
- vaste arbeid	1170	1076	1121	1052	1176
- losse arbeid	179	83	90	151	339
totaal	1349	1158	1211	1204	1516
algemene werkzaamheden	750	750	750	750	750
totaal benodigde arbeid	2099	1908	1961	1954	2266

Tabel 30. Perioden waarin 100 uur per hectare vaste arbeid gepland staat in de verschillende scenario's voor het 70 ha bedrijf.

scenario	periode	reden
MJPG2	7,8,12	In 7: Ploegen fabrieksaardappel en suikerbiet
		In 8: Poten en ploegen fabrieksaardappel
		In 12: Bestrijding onkruid en aardappelopslag suikerbiet
MJPG3	12, 19-22	In 12: Bestrijding onkruid en aardappelopslag suikerbiet
		In 19-22: Oogst fabrieksaardappel en suikerbiet
GI3e	13,16,19-22	In 13: Onkruidwieden in suikerbieten met hand
		In 16: Onkruid in suikerbiet en oogst tarwe en gerst
		In 19-22: Oogst fabrieksaardappel en suikerbiet
GI4e	13,19	In 13: Onkruidbestrijding in suikerbiet
		In 19: Oogst suikerbiet en fabrieksaardappel
GI4m	12,13,19	In 12: Nemen van bladstelen in fabrieksaardappel
		In 13: Onkruidbestrijding in suikerbiet, waarbij al een deel voor losse arbeid is ingepland voor handwerk
		In 19: Oogst suikerbiet en fabrieksaardappel

De perioden waar pieken blijven ondanks correctie naar 100 uur per periode zijn in scenario 1: 8,12 en 21 en voor MJPG3 in periode 12. Bij de andere scenario's is al meer losse arbeid gepland waardoor er geen pieken voorkomen met vaste arbeid. De arbeidsfilm van de scenario's is weergegeven in bijlage VII.

Machines en werktuigen

De machines die gebruikt worden op het 70 ha bedrijf staan weergegeven in bijlage VI (zie voor specifieke machines tabel 23).

Ook op dit bedrijf wordt de aardappeloogst in samenwerking uitgevoerd. Daar waar het gezien de bedrijfsorganisatie mogelijk is wordt het transport van suikerbieten in samenwerking gedaan.

Binnen het 70 ha-bedrijf is een aantal machines en werktuigen anders dan op het 45 ha-bedrijf. Er is een 5-schaar rondgaande ploeg, een bredere kunstmeststrooier en volveldspuit, 6 m-rijenspuit in de suikerbiet, 6 m-trilschoffel, 4-rijige pootmachine en 4-

Conclusie:

- *De arbeidskosten van GI4m zijn het hoogst omdat veel losse arbeid aangetrokken moet worden. Bij scenario MJPG2 moet met name in het oogstseizoen extra losse arbeid aangetrokken worden.*
- *De belangrijkste post van verschil in niet-toegerekende kosten tussen de scenario's blijft het loonwerk, samenhangend met het bouwplan en de mogelijkheid om de oogst in eigen beheer uit te voeren.*

rijige loofklapper. Bij scenario GI4e en GI4m, waar het areaal granen groter is dan 25 hectare, wordt het maaidorsen in eigen beheer gedaan.

Dit veroorzaakt ook een omslagpunt in de machine- en werktuigkosten ten opzichte van het 45 ha-bedrijf, waar de kosten voor GI3e en GI4e vrijwel gelijk waren. Op het 70 ha bedrijf worden de kosten van GI4e groter dan GI3e (ongeveer 8.000 gulden).

Loonwerk
De kosten voor loonwerk zijn voor GI4e en GI4m lager dan bij het 45 ha-bedrijf doordat de graanoogst in eigen beheer wordt uitgevoerd.

Overig
De kosten voor grond en gebouwen en de overige kosten laten hetzelfde beeld zien als bij een 45 ha-bedrijf.

Netto bedrijfsresultaat

Het netto bedrijfsresultaat is voor alle scenario's negatief. Het resultaat is gemiddeld 15 tot 20.000 gulden beter dan dat van het 45 ha. Hieruit blijkt een stuk schaalvoordeel. De verschillen in netto bedrijfsresultaat tussen de scenario's bedragen ongeveer 10.000 tot 25.000 gulden.
Op bedrijfsniveau heeft het scenario MJPG2 (1:2) het beste financiële resultaat. Het scenario GI3e (1:3 milieugericht) ligt er

Tabel 31. Netto bedrijfsresultaat voor de alternatieven zonder en met granulaat en natte grondontsmetting uitgaande van Scenario MJPG2 met 1:4 granulaat (-66.520).

scenario	bouwplan	netto bedrijfresultaat t.o.v. MJPG2 met 1:4 granulaat
MJPG2 1:4 granulaat *	1:2	0
GI3e met granulaat *	1:3	- 8.120
MJPG3 met granulaat *	1:3	- 14.670
GI4e zonder *	1:4	- 14.390
GI4m zonder *	1:4	- 23.640
GI3e zonder	1:3	- 1.440
MJPG3 zonder	1:3	- 7.990
MJPG2 1:2 granulaat	1:2	- 4.580
MJPG2 1:5 ngo en 1:2 granulaat	1:2	- 21.870
MJPG2 zonder nematiciden	1:2	+ 5.170

* zijn de scenario die nader besproken zijn/worden

Conclusie:

- *Het netto bedrijfsresultaat van MJPG2 is het hoogst. Wanneer echter natte grondontsmetting nodig is bij MJPG2 is extensivering naar GI 1:3 al snel aantrekkelijk.*
- *Bouwplanextensivering naar 1:3 (GI3e) kost ongeveer 8.000 gulden.*
- *Achterwege laten van een geïntegreerde aanpak bij een 1:3 bouwplan (MJPG3) kost meer dan extensiveren naar 1:4 (GI4e).*
- *Verder extensiveren naar 1:4 (GI4e) kost nog eens 6000 gulden*
- *De meerkosten om het milieu verdergaand (GI4m) te ontzien zijn daar bovenop nog eens 10.000 gulden.*

8.000 onder door hogere kosten voor loonwerk. Scenario GI4e en MJPG3 hebben een vergelijkbaar resultaat dat 7.000 lager ligt dan scenario GI4e, vergelijkbaar met het verschil in bouwplansaldo. Scenario GI4m ligt nog eens 11.000 gulden lager.
In vergelijking met het 45 ha-bedrijf zijn de verschillen tussen MJPG2 en GI3e door het schaalvoordeel kleiner geworden. Het verschil GI3e enerzijds en GI4e en MJPG3 anderzijds, is sterk toegenomen doordat bij het scenario MJPG3 de lagere opbrengsten van fabrieksaardappelen (300 gulden per hectare) meer mee spelen en bij scenario GI4e de hogere kosten voor machines en werktuigen (8000 gulden voor het bedrijf).

Door de hoge arbeidskosten van GI4m neemt bij schaalvergroting de achterstand ten opzichte van de andere scenario's toe.

In navolging van tabel 27 (netto bedrijfsresultaat 45 ha-bedrijf) worden in tabel 31 de extra kosten voor de nematiciden weergegeven voor het 70 ha-bedrijf.

Een 100 ha bedrijf

Bouwplansaldi

De bruto geldopbrengst van scenario MJPG2 blijft het hoogst. Het verloop van de totaal niet toegerekende kosten en het netto bedrijfsresultaat van het 100 ha-bedrijf is hetzelfde als die van het 45 en 70 ha-bedrijf (zie tabel 32).

Niet toegerekende kosten

Hieronder worden de verschillende niet toegerekende kosten besproken.

Arbeid
In deze paragraaf wordt aangegeven hoe de arbeid op bedrijfsniveau eruit ziet. In tabel 33 staan de uren gebonden aan het gewas en de algemene uren weergegeven.
De totaal benodigde uren hebben voor het 100 hectare bedrijf een zelfde verloop als bij het 45 en 70 ha-bedrijf.

Conclusie:

- *Het bouwplansaldo van het scenario MJPG2 is het hoogst, vrijwel direct gevolgd door GI3e en GI4e. De bouwplansaldi van scenario GI4m en MJPG3 liggen respectievelijk 3% en 5% lager dan die van MJPG2.*

Tabel 32. Bedrijfsresultaten voor de scenario's van het 100 ha-bedrijf.

	MJPG2	MJPG3	GI3e	GI4e	GI4m
totaal bruto geldopbrengst	511.650	461.350	462.300	433.020	413.460
totaal toegerekende kosten	206.540	170.450	161.020	131.950	118.190
bouwplansaldo (a)	305.110	290.900	301.280	301.070	295.270
niet toegerekende kosten					
arbeidskosten	103.690	92.290	96.600	91.460	109.870
machines en werktuigen	74.220	73.660	74.170	74.170	71.340
loonwerk	24.300	34.500	34.500	39.600	40.800
grond en gebouwen	123.560	123.560	123.560	123.560	123.560
overige kosten	26.900	25.950	25.850	26.800	26.610
tot. niet toegerek. kosten (b)	352.670	349.960	354.680	355.590	372.180
netto bedrijfsresultaat (a-b)	- 47.560	- 59.060	- 53.400	- 54.520	- 76.910
arbeidsopbrengst	22.440	10.930	16.590	15.470	- 6.920
ondernemersinkomen 100%	145.560	123.450	129.770	123.760	98.050
ondernemersinkomen 70%	98.140	76.050	82.320	76.310	50.800

Bij het 100 ha-bedrijf zijn er weer meer werkzaamheden die geplande losse arbeid vragen. Op deze bedrijfsgrootte wordt zowel in kuil als in de schuur bewaard.
De oogst van de granen wordt in alle scenario's in eigen mechanisatie uitgevoerd.

De gegevens uit tabel 34 zijn afkomstig uit de begroting na correctie voor perioden waarbij 100 uur per periode noodzakelijk is. In deze tabel staan de perioden weergegeven waar een correctie is uitgevoerd en de reden waarom.

Tabel 33. Totaal overzicht van de arbeidsbehoefte van het 100 ha-bedrijf.

	MJPG2	MJPG3	GI3e	GI4e	GI4m
gewasgebonden arbeid					
- vaste arbeid	1502	1335	1414	1288	1464
- losse arbeid	523	386	382	371	686
totaal	2025	1721	1796	1659	2150
algemene werkzaamheden	900	900	900	900	900
totaal benodigde arbeid	2925	2621	2696	2559	3050
alg. werkz tekort vast	242	75	194	68	240
losse arbeid	523	386	382	371	686
totaal los gewas en algemeen	765	461	576	439	930

Tabel 34. Perioden waarin 100 uur per hectare vaste arbeid gepland staat in de verschillende scenario's.

	Periode	Reden
MJPG2	7,8,12,19-22	In 7: Ploegen fabrieksaardappel en suikerbiet
		In 8: Poten en ploegen fabrieksaardappel
		In 12: Bestrijding onkruid en aardappelopslag suikerbiet
		In 19-22 Oogst fabrieksaardappelen en suikerbieten
MJPG3	7,8,12, 19 en 22	In 7,8: Ploegen en poten fabrieksaardappel
		In 12: Bestrijding onkruid en aardappelopslag suikerbiet
		In 19 en 22: Oogst fabrieksaardappel en suikerbiet
GI3e	8,12,13,16,19,22	In 8: Poten fabrieksaardappelen
		In 12, 13: Onkruidbestrijding suikerbieten
		In 16: Onkruidbestrijding suikerbieten en oogst wintertarwe
		In 19 en 22: Oogst fabrieksaardappel en suikerbiet
GI4e	8,12,13,16,19 en 22	In 8 Ploegen en poten fabrieksaardappel
		In 12: Onkruidbestrijding in suikerbiet
		In 13: Onkruidbestrijding in suikerbiet
		In 16: Onkruidbestrijding in suikerbiet en graanoogst
		In 19: Oogst suikerbiet en fabrieksaardappel
		In 22: Oogst suikerbiet en fabrieksaardappel
GI4m	8,9,12,13,19	In 8,9: Poten fabrieksaardappel; land klaarmaken suikerbiet en rijenspuiten in biet
		In 12: Nemen van bladstelen in fabrieksaardappel
		In 13: Onkruidbestrijding in suikerbiet, waarbij al een deel voor losse arbeid is ingepland voor handwerk en bladstelen fabrieksaardappel
		In 19: Oogst suikerbiet en fabrieksaardappel

Op het 100 ha-bedrijf is de arbeid van de ondernemer niet meer toereikend in alle perioden. Daarnaast blijkt dat de ondernemer niet meer aan het algemeen werk toekomt en daar ook losse arbeid voor in moet plannen (zie tabel 33). De knelpunten worden binnen scenario MJPG2 door de intensieve aardappelteelt veroorzaakt. Extensivering van 1:2 naar 1:3 bouwplan verlaagt het totaal aantal benodigde uren met 300 uur. Tussen GI3e en MJPG3 is nauwelijks verschil in totaal benodigde arbeid. Scenario GI4e vraagt nog steeds de minste arbeid terwijl de milieu variant van dit scenario, GI4m, nog steeds het meeste arbeid nodig blijkt te hebben.

Overig

De kosten voor machines, grond en gebouwen en de overige kosten laten hetzelfde beeld zien als op het 70 hectare bedrijf.

Netto bedrijfsresultaat

Het netto bedrijfsresultaat blijft voor alle scenario's negatief. Het netto bedrijfsresultaat voor het scenario MJPG2 is het hoogst. Scenario GI3e en GI4e hebben een 14% lager netto bedrijfsresultaat. Deze scenario's zijn dichter bij elkaar komen te liggen ten opzichte van het 70 ha-bedrijf doordat scenario GI3e nu meer losse arbeid vraagt. Scenario MJPG3 heeft een netto bedrijfsresultaat dat 24% lager ligt dan scenario MJPG2. GI4m geeft het slechtste resultaat. In navolging van het 45 en 70 ha-bedrijf zijn in onderstaande tabel de extra kosten voor nematiciden weergegeven.

Hierna wordt kort ingegaan op de mogelijk-

Tabel 35. Netto bedrijfsresultaat voor de alternatieven zonder en met granulaat en natte grondontsmetting uitgaande van Scenario MJPG2 met 1:4 granulaat (-47.570).

scenario	bouwplan	netto bedrijfresultaat t.o.v. MJPG2 met 1:4 granulaat
MJPG2 1:4 granulaat *	1:2	0
GI3e met granulaat *	1:3	- 5.850
MJPG3 met granulaat *	1:3	- 11.510
GI4e zonder *	1:4	- 6.960
GI4m zonder *	1:4	- 29.360
GI3e zonder	1:3	+ 2.890
MJPG3 zonder	1:3	- 2.760
MJPG2 1:2 granulaat	1:2	- 6.560
MJPG2 1:5 natte grondontsmetting en 1:2 granulaat	1:2	- 31.260
MJPG2 zonder nematiciden	1:2	+ 7.130

* zijn de scenario die nader besproken zijn/worden



Op een 100 ha-bedrijf worden aardappelen zowel in een kuil als in een schuur bewaard.

Conclusie zonder bewaring:

- *In het netto-bedrijfsresultaat worden de aanvankelijke verschillen in bouwplansaldo in de meeste gevallen groter door verschillen in kosten voor machines en werktuigen, loonwerk en arbeid. Zo blijft scenario MJPG2 uiteindelijk het beste resultaat houden gevolgd door scenario GI3e en GI4e (beide 14% lager), vervolgens scenario MJPG3 (24% lager). Scenario GI4m kwam bij het bouwplansaldo er niet als slechtste vanaf maar binnen dit scenario is veel losse arbeid extra nodig waardoor dit scenario het slechtste financiële resultaat heeft.*
- *Het netto-bedrijfsresultaat van MJPG2 is het hoogst. Wanneer echter natte grondontsmetting nodig is bij MJPG2 is extensivering naar 1:3 aantrekkelijk.*
- *Bouwplanextensivering van 1:2 naar 1:3 (GI3e) of 1:4 (GI4e) kost ongeveer 6.000 gulden. Zonder geïntegreerde aanpak kost de extensivering naar 1:3 (MJPG3) 11.500 gulden.*
- *Het verdergaand ontzien van het milieu (GI4m) kost bijna 30.000 gulden ten opzichte van MJPG2. Dit komt door het arbeidsintensieve karakter bij deze bedrijfsomvang waardoor veel losse arbeid nodig is.*

heid om alsnog de aardappelen voor tweederde te bewaren in een schuur.

Bewaren aardappelen op eigen bedrijf

In de praktijk zijn de laatste paar jaar steeds meer bewaarschuren gebouwd. Voor het 100 hectare bedrijf worden de kosten en eventuele hogere financiële opbrengsten weergegeven voor die bewaring (tabel 36). Er is geen rekening gehouden met minder bewaarverliezen.

Uitgaande van bewaring in de schuur zijn er vergoedingen gerekend op basis van deze bewaarmethode. AVEBE rekent een andere vergoeding voor bewaring in kuil dan voor schuurbewaring.

Tevens zijn de kosten in kaart gebracht voor bewaring, kosten voor extra benodigde arbeid en kosten aan machines en werktuigen. In het bouwplansaldo zijn de eventuele direct toe te rekenen kosten en extra opbrengsten verrekend. Het bewaren vraagt een inschuurlijn. De machines en werktuigenlijst wordt uitgebreid met een stortbak, een transporteur en een boxenvuller. Hierdoor komen de kosten ongeveer 9.500 gulden hoger te liggen dan op het 70 ha-bedrijf.

Voor de arbeid heeft schuurbewaring consequenties. De oogstorganisatie van de fabrieksaardappelen komt er nu anders uit te

Tabel 36. Hogere opbrengsten en kosten en het netto-bedrijfsresultaat van een 100 ha-bedrijf met een schuur voor de bewaring van fabrieksaardappelen.

	MJPG2	MJPG3	GI3e	GI4e	GI4m
hogere opbrengsten	15.140	10.080	10.270	7.730	6.990
hogere kosten	52.830	41.400	41.400	37.040	37.040
- arbeid	1.200	1.610	1.610	1.840	1.840
- gebouwen	41.830	29.990	29.990	25.410	25.410
- machines en werktuigen	9.800	9.800	9.800	9.800	9.800
netto bedrijfsresultaat	-85.250	-90.940	-85.110	-83.840	-106.970

Conclusie met bewaring

- *Een bewaarinrichting op het eigen bedrijf kost afhankelijk van de teeltfrequentie zo'n 30.000 (1:3 en 1:4 bouwplannen à 40.000 gulden (MJPG2).*

zien. Er wordt nog steeds samengewerkt. Bij het deel dat direct afgeleverd wordt, zijn voor de oogst maar twee personen nodig. De fabrieksaardappelen worden aan de hoop gestort, net als bij het 45 ha en 70 ha-bedrijf.
Het andere deel van de fabrieksaardappelen wordt bewaard. Het inschuren vraagt twee personen extra, één voor transport en één voor het schuurwerk.

Voor de andere gewassen heeft deze bewaring alleen consequenties voor de suikerbietenteelt. Oogstwerkzaamheden kunnen niet meer in samenwerking worden uitgevoerd.
In de praktijk wordt eenderde van de fabrieksaardappelen direct afgeleverd en tweederde van de totale opbrengst bewaard.
In tabel 37 staan de kosten en de hoeveelheid te bewaren product aangegeven.

Tabel 37. Hoeveelheid te bewaren fabrieksaardappelen en de daaraan verbonden jaarkosten.

	MJPG2	MJPG3	GI3e	GI4e	GI4m
totaal ton te bewaren	1.610	1.080	1.080	810	810
jaarkosten (in gld)	41.830	29.990	29.990	25.410	25.410

SLOT EN CONCLUSIES

In voorgaande hoofdstukken zijn de uitgangspunten voor deze studie vastgelegd en is met behulp van eenvoudige simulatie aangegeven welke aanpakken van aardappelmoeheid teelttechnisch verantwoord zijn bij een teeltfrequentie van fabrieksaardappelen van 1:2, 1:3 en 1:4. Vervolgens zijn de scenario's teelttechnisch en milieukundig doorgelicht, waarna de resultaten bedrijfseconomisch doorgerekend zijn op verschillende bedrijfsgroottes. In dit hoofdstuk zal geprobeerd worden een vertaling van deze studie te geven naar de praktijk.

Alvorens op het geheel in te gaan wordt nog eens kort in de tabel 38 aangegeven welke scenario's berekend zijn met welke bouwplannen en met welke strategie de teelt is uitgevoerd.

Milieukundige resultaten

De teelttechnische verschillen tussen de MJPG en de GI-e scenario's zijn relatief klein. De pesticideninzet echter is aanzienlijk verschillend (zie tabel 39).

Een weloverwogen rassenkeuze (vooral van fabrieksaardappel), een bemestingsplan dat zonder risico's voor de teelten gebruik maakt

Tabel 38. Overzicht van de bouwplannen en de scenario's.

scenario	**1**			**2**		**3**		**4**	**5**
methode	**MJPG**			**MJPG**		**GI**		**GI**	**GI-Milieu**
frequentie FA	**1:2**			**1:3**		**1:3**		**1:4**	**1:4**
bouwplan	1. f-aardappel 2. suikerbiet 3. f-aardappel 4. wintertarwe			1. f-aardappel 2. sbiet/hennep 3. wintertarwe		1. f-aardappel 2. sbiet/hennep 3. wintertarwe		1. f-aardappel 2. suikerbiet 3. wintertarwe 4. zomergerst 5. f-aardappel 6. hennep 7. suikerbiet 8. winterrogge	1. f-aardappel 2. suikerbiet 3. wintertarwe 4. zomergerst 5. f-aardappel 6. hennep 7. suikerbiet 8. winterrogge
variant	MJPG2 +G+NO	**MJPG2**	MJPG2	**MJPG3**	MJPG3 -G	**GI3e**	GI3-G	**GI4e**	**GI4m**
natte grond-ontsmetting (NO) 1:5	+	-	-	-	-	-	-	-	-
granulaat (G)	+	+	-	+	-	+	-	-	-

Met de in de tabel vetgedrukte varianten zijn in de voorgaande twee hoofdstukken de berekeningen op bouwplan en bedrijfsniveau uitgevoerd.

Tabel 39. Pesticideninzet (in kg a.s./ha) onderverdeeld naar middelencategorie voor de vijf scenario's.

	MJPG2	MJPG3	GI3e	GI4e	GI4m
herbiciden	1,1	0,93	0,86	0,84	0,33
fungiciden	1,67	1,18	0,98	0,74	0,76
insecticiden	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01
subtotaal	2,79	2,12	1,85	1,54	1,08
nematiciden*	0,19	0,25	0,25		

* = afhankelijk van de variant in scenario MJPG2, GI3e en MJPG3

van gedeelde N-giften, verlaagde doseringen van fungiciden en een rijenspuit voor fabrieksaardappel zijn eigenlijk "kleine" teeltaanpassingen die milieukundig gezien al 13% winst opleveren (vergelijking pesticiden inzet subtotaal MJPG3 en GI3e). Bouwplanverruiming betekent daar bovenop nog een verdere verlaging van actieve stof inzet.

Ook voor de milieubelasting gemeten in de blootstellingsrisico index (BRI) voor de bodem geldt: hoe milieuvriendelijker de teelt en hoe extensiever het bouwplan hoe lager de BRI.
Bij BRI-lucht speelt extensiveren geen rol maar wel de geïntegreerde teeltstrategie. Voor BRI-grondwater speelt extensiveren alleen van 1:3 naar 1:4, de geïntegreerde aanpak is wel in het voordeel.

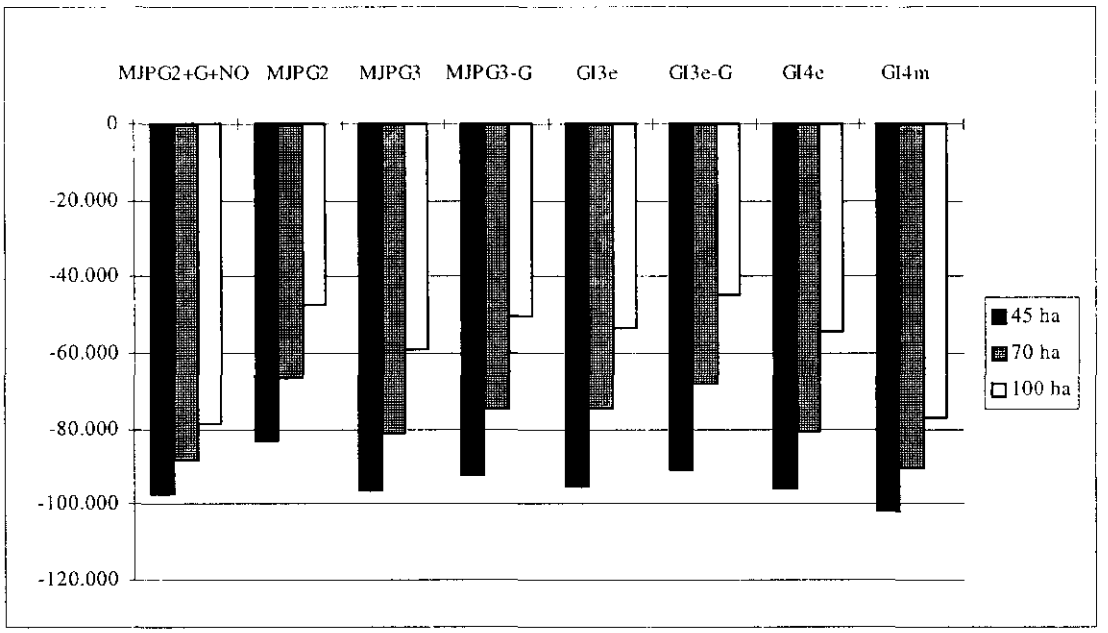
Kortom een verstandig geïntegreerde aanpak betekent: het milieu minder belasten door minder middel toe te passen.

Het milieu kan door een verdergaande aanpassing van de teelten (vooral mechanische onkruidbestrijding) en een bewustere keuze voor meer milieuvriendelijke middelen nog 30% minder belast worden met hoeveelheid actieve stof per hectare (ook BRI's zijn lager). Of dit economisch nog tot acceptabele resultaten leidt blijkt uit een volgende paragraaf.

Uitgangspunten aardappelmoeheidsbeheersing

Een probleem bij de vertaling van scenariostudies naar de praktijk is dat geen enkel praktijkbedrijf exact 'gerund' zal worden zoals deze scenario's beschrijven. Daarom kunnen de gepresenteerde (bedrijfseconomische) resultaten beter gezien worden als grenswaarden waartussen veel praktijkbedrijven zich zullen begeven.

Zeer bedrijfsspecifiek is de aardappelmoeheidsbesmetting die, zoals gebleken is, een groot stempel drukt op de bedrijfsresultaten.
In deze scenariostudie is uitgegaan van de noodzaak een granulaat in de rij toe te passen bij een 1:2 teeltfrequentie van fabrieksaardappel. Dit is gebaseerd op de gemiddeld vastgestelde agressiviteit van aardappelcystenaaltjes-populaties in het Noordoostelijk zand- en dalgrondgebied en de rassenkeuzemogelijkheden van dit moment. Alleen wanneer de geteelde rassen een RV lager dan 10% hebben is het mogelijk granulaatgebruik achterwege te laten. Dat is op dit moment geen reële veronderstelling voor de praktijk.
Voor de 1:3 teeltfrequentie is ook de toepassing van granulaat als uitgangspunt genomen alhoewel de RV van de rassen hier iets hoger mag zijn (15%) om nog schadevrij (= duurzaam) te telen.



Figuur 21. Netto bedrijfsresultaat (guldens) van de verschillende scenario's

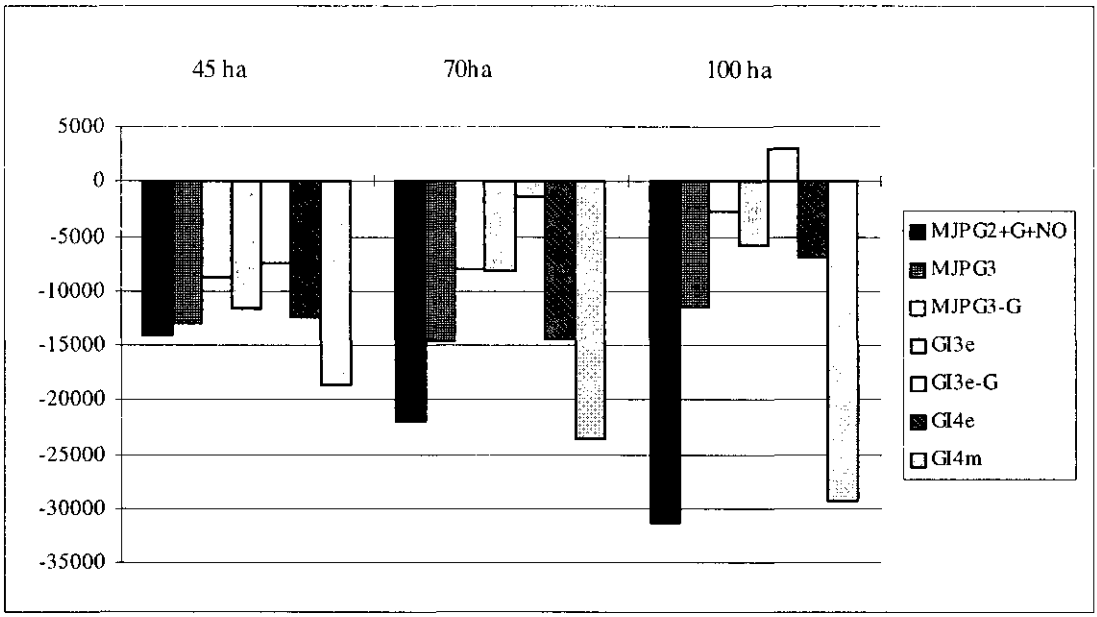
Bij de 1:4 teelt is een granulaat bij vergelijkbare rassen als in de 1:2 en 1:3 scenario's niet meer nodig.

Omdat het kan voorkomen dat in een bedrijfsspecifiek geval rassen met een hogere relatieve vatbaarheid (RV) (moeten) worden geteeld dan wenselijk is voor de AM-beheersing, is in deze studie aangegeven welke extra kosten dan gemaakt moeten worden om via chemie de populatie-ontwikkeling te corrigeren.

Komt op een bedrijf geen aardappelmoeheid voor van het type Pallida-3 dan zou zelfs bij alle genoemde teeltfrequenties van fabrieksaardappelen zonder granulaat gewerkt kunnen worden.
Op basis van de gegevens van het eigen bedrijf is met behulp van de berekende scenario's inzicht te krijgen in de meest geschikte opties voor de eigen bedrijfssituatie.

Bedrijfseconomische resultaten

Opvallend is dat de berekende bedrijfseconomische resultaten van alle scenario's negatief zijn (zie figuur 21). Dit is niet anders dan uit de gemiddelde LEI-cijfers voor het gebied blijkt. De belangrijkste reden is de lage financiële opbrengst van een bouwplan met de traditionele gewassen en de te hoge vaste kosten. Bij de mechanisatie is deels reeds uitgegaan van tweede hands machines; in de praktijk zijn ook niet alle machines nieuw. De resultaten van het 70 ha-bedrijf zijn bij alle scenario's beter dan bij het 45-ha bedrijf. Dit wordt veroorzaakt door de daling van de vaste lasten per ha. Dit effect zet zich door op een 100 ha-bedrijf (in figuur "bedrijf" aangeduid met 100). Wordt nu een bewaarschuur voor 2/3 van de aardappelproductie



Figuur 22. Verschil in netto bedrijfsresultaat van een scenario ten opzichte van het 1:2 bouwplan met 1:4 granulaat (MJPG2). Het betreft relatieve cijfers, de absolute cijfers staan in figuur 21, vergelijking over de scenario's is niet mogelijk!

ingerekend voor het 100 ha-bedrijf dan drukken deze kosten zo zwaar (in figuur bedrijf aangeduid met 100+) dat bij een 1:2 bouwplan het netto-bedrijfsresultaat slechter is dan op een 45 ha bedrijf met hetzelfde bouwplan.

Zoals in de vorige paragraaf reeds is aangegeven is het scenario met een 1:2 bouwplan voor fabrieksaardappelen en een 1:4 granulaattoepassing het uitgangspunt voor de verdere vergelijking. In figuur 22 worden de netto bedrijfsresultaten vergeleken met dit scenario. Bovendien zijn daarin ook de varianten met natte grondontsmetting bij 1:2 en zonder granulaat bij 1:3 opgenomen.
Zowel het scenario met natte grondontsmetting en 1:2 granulaat gebruik (MJPG2+G+NO) als het scenario met de milieugerichte geïntegreerde teelt (GI4M-G) laten slechte bedrijfsresultaten zien. De tussenliggende scenario's bieden meer perspectief.

Geïntegreerde benadering

Een geïntegreerde benadering van het 1:3 bouwplan is aantrekkelijker dan een MJPG benadering van dit bouwplan. Het levert circa 25 tot 90 gulden per ha en 10% milieuwinst op in termen van actieve stof (a.s.). Een 1:4 bouwplan met geïntegreerde teelt (GI4e) is zelfs bedrijfseconomisch aantrekkelijker dan een MJPG-benadering van het 1:3 bouwplan. Een verdergaande geïntegreerde benadering (GI4m) betekent een aanzienlijke verslechtering van het netto bedrijfsresultaat (bijna vergelijkbaar met MJPG2+G+NO).
Bij 45 ha is een geïntegreerde benadering van het 1:3 bouwplan niet concurrerend met het 1:2 bouwplan als daar met 1:4 granulaat volstaan kan worden. Bij het 70 ha ligt het netto-bedrijfsresultaat in dat geval slechts 20 gulden per ha lager dan het 1:2 bouwplan met 1:4 granulaat. Bij het grotere bedrijf (100

ha) is 1:3 zonder granulaat (GI3-G) voordeliger. Het voordeel is echter minimaal (30 gulden per ha).
Uit dit geheel zou geconcludeerd kunnen worden dat een 1:2 bouwplan met 1:4 granulaat, als de aaltjespopulatie het toestaat, voor de praktijk goed gehandhaafd kan blijven met name voor de kleinere bedrijven. Bij grotere bedrijven en wanneer milieu aspecten een grotere rol spelen is een 1:3 bouwplan ook economisch een goed alternatief.

Aaltjesbeheersing en bouwplanextensivering

Het is voor ieder bedrijf noodzakelijk te weten met welke aaltjespopulatie het te maken heeft. Dit is bepalend voor de rassenkeuze in samenhang met de teeltfrequentie. De populatie is te bepalen met een agressiviteitstoets die door verschillende instellingen (NAK, BLGG, PD, e.a.) aangeboden wordt.
Volledig achterwege laten van natte grondontsmetting kan alleen als alle te telen rassen een relatieve vatbaarheid (RV) onder de 10% hebben. Er is echter een beperkte beschikbaarheid van rassen met een RV< 10%. Bovendien zijn de bewaareigenschappen van deze rassen onvoldoende bekend. Zo blijft een gedeeltelijke grondontsmetting nodig voor die rassen met een RV>10% als aan een 1:2 bouwplan wordt vastgehouden en dus is extensivering al snel aantrekkelijk.
Zolang echter in een 1:2 bouwplan de beschikbare rassen zonder natte grondontsmetting geteeld kunnen worden, is dit de economisch beste oplossing voor vrijwel alle bedrijfsgroottes. Alleen bij 100 ha is het geïntegreerde scenario met 1:3 bouwplan (GI3-G) bedrijfseconomisch aantrekkelijker. In milieutermen is de winst van actieve stof t.o.v 1:2 MJPG dan 30-35 %.
Wanneer grondontsmetting nodig is bij de 1:2 teelt, is extensivering (naar 1:3) die leidt tot het achterwege kunnen laten van die grondontsmetting altijd interessant. Naarmate het bedrijf groter is neemt het economisch voordeel toe. Dit gaat op bij ontsmetting van het volledige bedrijfsareaal fabrieksaardappelen. In de praktijk zullen niet alle percelen gelijke AM-besmettingen hebben en zullen slechts delen ontsmet behoeven te worden. Daarom is een iets meer genuanceerde benadering noodzakelijk. Bij 45 hectare ligt het economisch omslagpunt voor bouwplanextensivering van 1:2 naar 1:3 bij 50% van het areaal van aardappelen te ontsmetten. Tussen 50 en 85% is een 1:3 teelt zonder granulaat aantrekkelijker. De aaltjespopulatie moet dit echter wel toelaten. Bij meer dan 85% komen alle 1:3 varianten beter uit de bus.
Bij het 70 ha-bedrijf is het omslagpunt 5% voor een 1:3 teelt zonder granulaat toepassing en 35% voor alle 1:3 varianten. Dat betekent dus dat veel eerder extensivering aantrekkelijker is. Bovendien is de bijbehorende resultaat verbetering aanzienlijk groter dan bij het 45 ha-bedrijf.
Bij 100 ha is geïntegreerd 1:3 zonder granulaat altijd voordeliger, zoals we eerder gezien hebben.
Deze studie is verricht op basis van de huidige prijzen, toegestane productie-omvang, middelenkeuze en -toelatingen. In de toekomst kunnen veranderingen hierin een sterke wending in de bedrijfsresultaten betekenen.
Factoren die mede bepalend zijn voor het gebied zijn ontwikkelingen binnen het MJPG op het gebied van terugdringen en de afhankelijkheid van gewasbeschermingsmiddelen, met name het saneren van milieukritische stoffen zoals de grondontsmettingsmiddelen. Als granulaten en natte grondontsmetting op de tocht komen te staan, blijkt uit de studie dat er mogelijkheden zijn met een 1:3 geïntegreerde teelt, mits de aaltjespopulatie het toelaat, op een groter bedrijf (70 en 100 ha) zonder dat het netto bedrijfsresultaat sterk onder druk komt te staan.
Onzekere factoren in de toekomst zijn de productiecontingentering en de mogelijke prijsdalingen.

Conclusies\verwachtingen

- *Bedrijven van grote omvang hebben het beste economisch perspectief (bij de gewasinvulling zoals beschreven).*
- *Als binnen een 1:2 bouwplan met 1:4 granulaat de aaltjesbeheersing afdoende is, levert dit bouwplan het beste netto-bedrijfsresultaat op bij 45 en 70 hectare. Bij 100 hectare is de 1:3 geïntegreerde variant net iets beter.*
- *Zodra de aaltjes met 1:4 granulaat in het 1:2 bouwplan niet meer onder controle te houden zijn is bouwplanextensivering naar 1:3 al snel voordeliger en duurzamer dan gebruik van natte grondontsmetting, zeker op grotere bedrijven.*
- *Een geïntegreerde aanpak levert dan altijd een financieel voordeel op en spaart bovendien het milieu met 10%.*
- *Eigen aardappelbewaring kan financieel niet uit bij een bedrijfsomvang van 100 hectare.*
- *Het milieu vergaand ontzien kost relatief veel geld. Op de grotere bedrijven kan het echter financieel aantrekkelijker zijn dan natte grondontsmetting toe te passen.*
- *Is de mogelijkheid aanwezig om een bedrijf te vergroten, dan biedt een extensiever bouwplan (1:3) perspectief, dit zowel voor de aaltjesbeheersing als voor het netto-bedrijfsresultaat.*

Om toch per bedrijfsomvang de situatie te schetsen is het geheel weergegeven in tabel 40.

Aaltjes niet beheersbaar betekent niet beheersbaar zonder natte grondontsmetting. De categorie beheersbaar gaat uit van 1:4 granulaatgebruik bij 1:2 teelt. Als granulaten niet langer gebruikt kunnen worden, vervallen alle bedrijfsomvangen in het staatje in categorie: niet-beheersbaar en gaan dus alle bedrijfsomvangen over naar geïntegreerde aanpak. Uitzondering daarop vormen de bedrijven die ook zonder gebruik van nematiciden geen problemen met AM hebben. Dat zullen er in de praktijk maar zeer weinig zijn.

Tabel 40. Overzicht per bedrijfsgrootte voor de beheersbaarheid van aaltjes en het bijbehorende economisch aantrekkelijkste bouwplan.

bedrijfsomvang	AM-alen	economisch aantrekkelijkste advies
45 hectare	beheersbaar	MJPG2
	niet beheersbaar (ngo>50%)	GI3e
70 hectare	beheersbaar	MJPG2
	niet beheersbaar (ngo>35%)	GI3e
100 hectare	beheersbaar	GI3e
	niet beheersbaar	GI3e of GI4e
eigen bewaring 100 hectare	beheersbaar	GI3e
	niet beheersbaar	GI3e en als granulaat wegvalt GI4m

ngo = natte grondontsmetting en % slaat op het fabrieksaardappel-areaal.

DEEL B
SYSTEMEN TE BORGERSWOLD 1992-1995

ir. Y. Hofmeester, PAV Lelystad

Vernieuwde opzet en gevolgen

Het bedrijfssystemen-onderzoek te Borgerswold (dat in 1986 gestart was) werd in 1991 geëvalueerd en gewijzigd in opzet. De belangrijkste redenen daarvoor waren:

- het Meerjarenplan Gewasbescherming: gericht op vermindering van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen (in volume en afhankelijkheid). In het gangbare systeem moesten dus aanpassingen plaats vinden, met name op het gebied van nematicidengebruik, in eerste instantie binnen de normen voor 1995.
- het in economische zin ver achterblijven

Tabel 1. Overzicht van systeemverschillen te Borgerswold van 1991-1995.

	systeem 1 (MJPG)	systeem 2 (GI-economisch)	systeem 3 (GI-milieu)
vruchtopvolging	fa-sb-fa-wt	fa-vb-sb-wr-fa-sb-wt-gsz	fa-vb-sb-wt-fa-wr-kz-gsz
economische doelstelling	maximale fysieke opbrengsten	optimalisatie economisch rendement	resultante van handelen binnen gestelde milieukundig strenge eisen
bemesting	volgens adviesbasis IKC (1992), voor zowel N, P en K optimaal gebruik dierlijke mest groenbemester na wintertarwe	bouwplanbemesting P en K op basis aanvoer=afvoer N-bemesting gewasspecifiek optimaal gebruik dierlijke mest groenbemester na veldboon, graan- en grasopslag benutten	bouwplanbemesting P en K op basis van aanvoer=afvoer N-bemesting gewasspecifiek, verlaagd t.o.v. systeem 2 dierlijke mest waar mogelijk groenbemester na veldboon, graan- en grasopslag benutten; bovendien nog extra wintergewas: koolzaad
max. nitraatemissie grondwater	--	--	50 mg NO_3^- /liter
max. inzet pesticiden (in kg a.s./ha)			
herbiciden	2, 00	1,45	0,56
fungiciden	5,80	3,40	2,04
insecticiden	0,085	0,05	0,02
nematiciden	34,90	0,00	0,00

van het geïntegreerde systeem ten opzichte van het gangbare systeem. Dat moest verbeteren om het geïntegreerde systeem voor de praktijk rijp te maken.
- dat versterkte aandacht nodig was om emissies van fosfaat en vooral nitraat te beperken. Het werd een uitdaging na te gaan of het mogelijk is de EG-nitraatnorm voor drinkwater in het grondwater (50 mg/liter) te behalen op veenkoloniale grond en de gevolgen in kaart te brengen van een bemestingsbeleid dat daarop gericht is.

Deze drie punten werden vertaald in een nieuwe opzet. Samengevat werden de volgende systemen aangelegd:
De maximaal toelaatbare inzet van pesticiden werd berekend met een nagestreefd reductiepercentage op het verbruik in het gangbare systeem in de periode 1986-1990. In systeem 1 werden de reductiepercentages van het MJPG-1995 gebruikt. In systeem 2 werd een reductiepercentage van respectievelijk: 50, 50, 50 en 100 % nagestreefd. Voor systeem 3 werden de doelen nog scherper gesteld, te weten 80, 70, 80 en 100 % ten opzichte van dezelfde referentieperiode 1986-1990.

Gevolgen opzetwijziging

Om zo weinig mogelijk in te grijpen in eventueel opgebouwde systeemeffecten in bodemstructuur, -vruchtbaarheid en -leven, werd systeem 1 voortgezet op de percelen van het gangbare systeem, systeem 3 op de percelen van het geïntegreerde systeem en systeem 2 op de percelen van het oude gangbaar-extensieve systeem. De belangrijkste veranderingen ten opzichte van de periode 1986-1990 worden hieronder besproken:

Gewaskeuze en -opvolging
Systeem 1 bleef ongewijzigd. In systeem 2 moesten om economische redenen wijzigingen worden doorgevoerd. Droge erwten en veldbonen brachten aan het eind van de tachtiger jaren financieel al 35% minder op dan in 1986 en het was te voorzien dat deze trend zich voortzette. De minst perspectiefvolle van deze twee peulvruchten werd vervangen door een extra suikerbietenteelt. Daarmee kwam de bietenteelt op dezelfde teeltfrequentie als in systeem 1. Zomertarwe werd vervangen door winterrogge. Deze twee gewaswijzigingen moesten voldoende zijn om het geïntegreerde systeem met systeem 1 te kunnen laten concurreren.
Ook in systeem 3 werd het zomergraan vervangen door winterrogge. Op de plaats van de droge erwt kwam koolzaad. Gewasdiversificatie en daarmee verschillende effecten op bodemvruchtbaarheid en -gezondheid en risicospreiding op economisch gebied waren daarvoor de belangrijkste redenen. Koolzaad leek als non-food gewas beter in een lange termijn strategie voor de akkerbouw te passen. Het gewas heeft een geringe pesticidenbehoefte en bedekt in de winter het veld waardoor het stuifgevaar verder beperkt wordt en tevens een bijdrage wordt geleverd aan een verminderde N-uitspoeling.

Aaltjesbeheersing
De beheersingsstrategie van aardappelmoeheid in systeem 1 werd geheel herzien. Afwisseling van aardappelrassen bleef een belangrijke peiler, maar geheel vatbare rassen pasten niet meer in de nieuwe strategie. De frequentie van grondontsmetting en granulaatgebruik werd teruggebracht tot 1:4.
In de systemen 2 en 3 werd steeds een afdoende resistent aardappelras verbouwd, zonder de inzet van nematiciden.

Onkruid-, ziekte- en plaagbestrijding
Per systeem werd nagegaan welke aanpassingen ten opzichte van de periode 1986-1990 noodzakelijk waren om de reductiedoelstellingen voor de verschillende pesticidengroepen te halen. In de bietenteelt van systeem 1 moest de rijenspuit ingezet worden om de

herbicideninzet niet te hoog te laten worden. Een verdergaande reductie was mogelijk (systeem 2) door in meer gewassen de rijenspuit te benutten. De risico's op nachtvorst en stuifschade werden daarbij zo klein mogelijk gehouden en het aantal benodigde machines kon beperkt blijven (bijvoorbeeld geen eg). In systeem 3 vormde mechanische onkruidbestrijding de basis. Daar werd chemie-inzet zo veel mogelijk beperkt.
Bij de zieken- en plaagbestrijding uiten zich de verschillen tussen de systemen met name in de beoordeling van de noodzaak tot bestrijden en de toegepaste doseringen van chemische middelen.

Bemesting
De hoogte van de bemesting in systeem 1 werd bepaald door de adviezen van IKC/DLV die ten opzichte van 1986-1990 enigszins waren gewijzigd. De geïntegreerde bemestingsstrategie werd toegepast op de systemen 2 en 3. Ten opzichte van systeem 2 werd in systeem 3 de N-gift verder verlaagd. Dit om de uitspoeling in systeem 3 zo klein mogelijk te houden. In systeem 3 werd bovendien de dierlijke mestgift bewust beperkt wanneer de bodemvruchtbaarheid van een perceel onaanvaardbaar hoog bleek te zijn.
Uitgebreide beschrijvingen van de systemen zijn te vinden in PAGV-verslag nr. 146 (Invulling gewijzigde voortzetting vanaf 1991, Boerma en Hofmeester, 1992).

Resultaten op bedrijfsniveau

Het teeltjaar 1991 was een overgangsjaar. Er werden nieuwe teelten ingevoerd (winterrogge, winterkoolzaad) waarmee vooral op het gebied van bemesting eerst ervaring moest worden opgedaan. In het voorafgaande najaar van 1990 werden nog natte grondontsmettingen uitgevoerd volgens de oude opzet. De aardappelteelt van systeem 1 mislukte daardoor in 1991 op een perceel. Mede daarom is besloten om in dit verslag alleen de periode 1992-1995 te beschouwen.
Om te bepalen of en in welke mate de nieuwe systemen in deze tweede onderzoeksperiode aan hun doelstellingen hebben voldaan worden de systemen doorgelicht aan de hand van de volgende karakteristieken:
- de inzet van pesticiden
- de mineralenbalansen en bodemvruchtbaarheid
- de stikstofuitspoeling
- de beheersing van aardappelmoeheid
- enkele economische parameters

Milieukundige aspecten

Pesticideninzet
Gemiddeld over de periode 1992-1995 konden in alle systemen voor alle pesticidengroepen de reductiedoelstellingen worden behaald (tabel 2). De reductie van de herbicideninzet was zelfs 20-30% groter dan noodzakelijk. Ook voor de fungiciden bleek nog een marge van 25-40% over te zijn en het volume aan insecticiden was aanzienlijk lager dan het gestelde maximum in ieder systeem. De doelstelling voor de nematicideninzet werd mede behaald doordat in 1995 geen natte grondontsmetting werd uitgevoerd. Deze wordt, anticiperend op de regulering grondontsmetting, vanwege de relatief lage besmettingsgraad van het te ontsmetten perceel achterwege gelaten. Was er wel ontsmet dan was de reductiedoelstelling niet behaald. In systeem 2 werd enkel op een aardappelperceel in 1993 een granulaat toegepast. Dat deze noodmaatregel nodig zou kunnen zijn, was opgenomen in de strategie van het systeem.

Het aantal benodigde bewerkingen voor het pesticidengebruik staat vermeld in tabel 3. Door de nauwere teeltfrequentie van de aardappel in systeem 1 was het aantal ziektenbe-

Tabel 2. Pesticideninzet (in kg a.s./ha) per middelengroep en per systeem in de periode 1992-1995 te Borgerswold.

	systeem 1	systeem 2	systeem 3
herbiciden	1,50 (46%)	1,17 (58%)	0,36 (87%)
fungiciden	4,51 (34%)	2,00 (71%)	1,35 (80%)
insecticiden	0,02 (80%)	0,01 (90%)	0,01 (90%)
subtotaal	6,08	3,21	1,72
nematiciden	29,7 (57%)	0,03 (>99%)	--

strijdingen in dat systeem veel hoger dan bij systeem 2 en 3. De bestrijding van *Phytophthora infestans* vroeg gemiddeld 13 bespuitingen en dat telt zwaar door op bouwplanniveau. Het verschil in aanpak van de onkruidbestrijding tussen systeem 3 enerzijds en systeem 1 en 2 anderzijds resulteerde in 1,5 tot 2 extra mechanische bewerkingen. Tegelijkertijd was het aantal chemische bewerkingen lager. Per saldo werden in de beide geïntegreerde systemen een gelijk aantal bewerkingen uitgevoerd. Het totaal aantal bewerkingen in systeem 1 was het hoogst.

In de periode 1986-1990 bleek dat door bouwplanextensivering in totaal ongeveer 2,5 bewerking werd bespaard. Een geïntegreerde aanpak maakte deze winst weer ongedaan. Ook in 1992 - 1995 werd bij extensivering 2,5 bewerking bespaard, maar blijkt er voor een geïntegreerde aanpak in het extensieve systeem 3 niet meer bewerkingen nodig te zijn. Verschil in teeltwijze per gewas leidt dus nauwelijks meer tot verschil in totaal aantal bewerkingen op bedrijfsniveau.

Mineralenbalansen

Stikstof

Het verschil in aanvoer van stikstof met meststoffen tussen systeem 1 enerzijds en de systemen 2 en 3 anderzijds wordt voornamelijk bepaald door de gewaskeuze en in mindere mate voor een deel door een andere bemestingsstrategie. Ook de hogere afvoer van systeem 1 is volledig gekoppeld aan de gewassen. De vergelijkbare gewassen aardappel, suikerbiet en wintertarwe kenden een vergelijkbare afvoer in systeem 1 en 2.

Tabel 3. Aantal bewerkingen ten behoeve van onkruid,-, ziekten- en plaagbestrijding in de drie systemen te Borgerswold gemiddeld over 1992-1995.

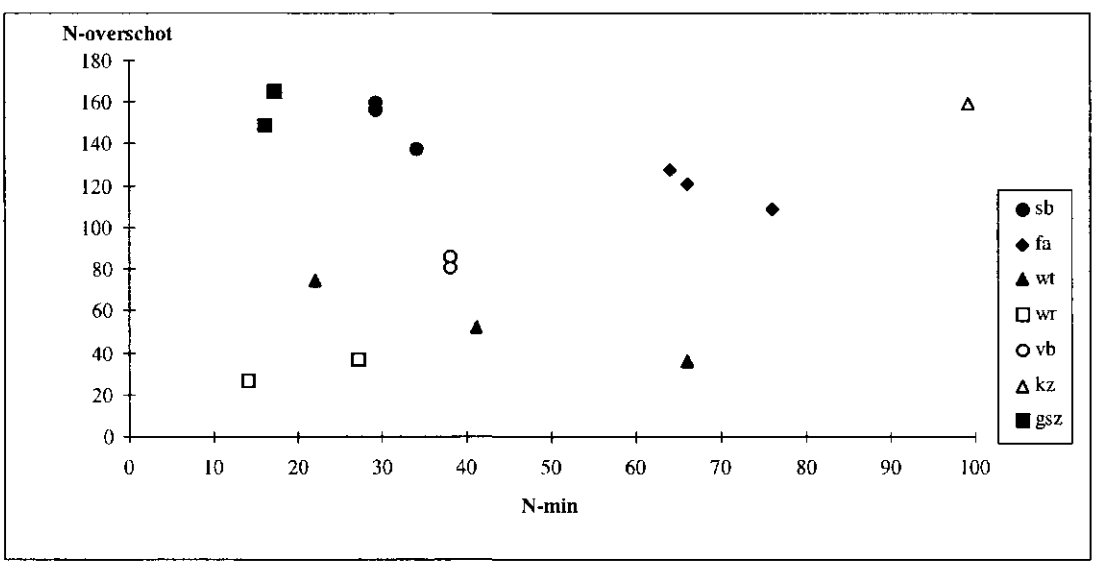
	systeem 1	systeem 2	systeem 3
chemisch			
ziekten en plagen	7,4	3,9	4,0
onkruid	2,4	2,8	1,3
totaal chemie	9,9	6,8	5,3
% rij (herbiciden)	20%	55%	66%
mechanisch			
eggen	0	0	1,6
schoffelen	1	1,3	1,3
totaal mechanisch	2	2,4	3,9
totaal bewerkingen	11,9	9,2	9,2

Tabel 4. N-balansen van de drie systemen te Borgerswold van 1992-1995 (in kg N/ha).

	systeem 1	systeem 2	systeem 3
aanvoer mest (1)	215	160	149
totaal aanvoer (2)	258	222	210
afvoer (3)	136	113	106
verlies (2) - (3)	122	109	104
efficiëntie (3)/(2)	0,53	0,51	0,51

Door de N-binding van veldboon (systeem 2 en 3) wordt het verschil in totale N-aanvoer tussen de systemen 1 enerzijds en 2 en 3 anderzijds kleiner dan op basis van de aanvoer met meststoffen. Het uiteindelijke N-verlies is in systeem 1 ruim 10% hoger dan in de andere twee systemen. In absolute zin is de N-bemesting in alle systemen beduidend efficienter geworden dan in de periode 1986-1990. Het N-verlies werd met zo'n 50 kg N/ha verminderd (tabel 4).

In figuur 1 is de relatie tussen N-verlies en N-mineraal in de bodem (0 - 90 cm) in november weergegeven. Suikerbiet en graszaad zijn gewassen met het hoogste verlies maar een lage N-min. Bij suikerbiet zit veel stikstof in het achterblijvende blad, bij graszaad in het hooi en de wortels. Het hoge N-verlies in aardappelen daarentegen is in november wel direct terug te vinden in de bodem (geen N-houdende gewasresten en geen efficiënte N-benutting). Winterrogge kent een laag verlies en een lage N-min. Wintertarwe is wat betreft gewaseigenschappen vergelijkbaar met winterrogge. Toch blijkt de N-min in het najaar hoger te zijn. In de onderzoeksperiode



Figuur 1. Relatie tussen N-overschot en N-mineraal in de bodem in november per gewas (gemiddeld over 1992-1995).

Tabel 5. Mineralenbalansen van de drie systemen te Borgerswold van 1992-1995 (in kg P_2O_5 en K_2O/ha).

	fosfaat			kali		
	S1	**S2**	**S3**	**S1**	**S2**	**S3**
aanvoer mest	79	60	48	162	101	99
totaal aanvoer	82	63	51	172	109	107
afvoer	49	45	40	156	106	87
verlies	34	18	11	17	3	20
efficiëntie	0,59	0,74	0,83	0,91	1,02	0,84

werd na wintertarwe in systeem 1 Italiaans raaigras als groenbemester ingezaaid, in systeem 2 Engels raaigras als hoofdteelt. Deze werden beide bemest (KAS) waardoor de N-min in november niet uitsluitend aan de voorafgaande wintertarweteelt is toe te schrijven.

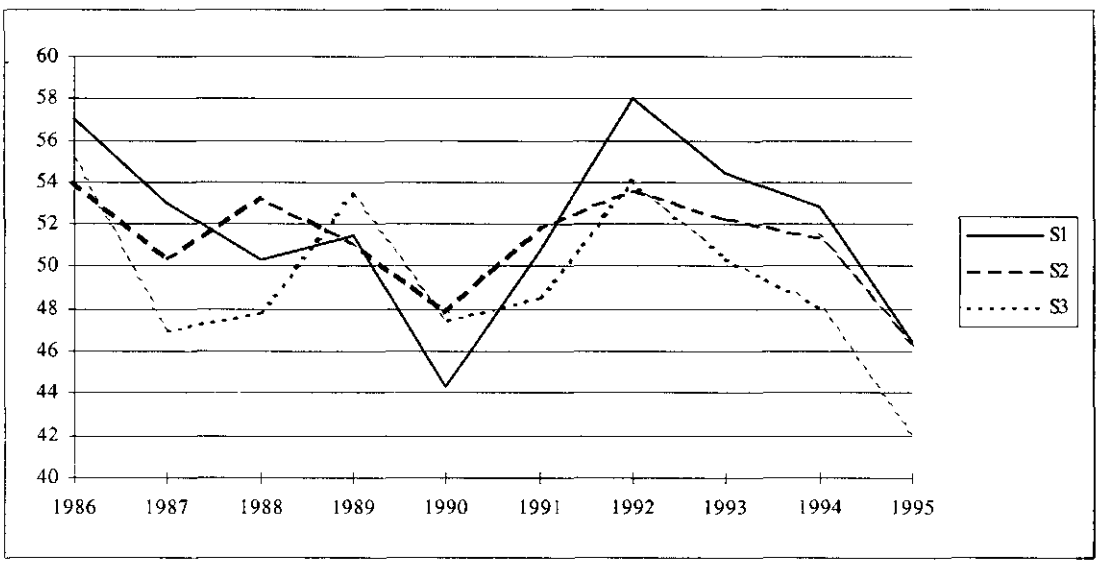
Fosfaat

Het fosfaatverlies van systeem 1 werd met ca. 30 kg P_2O_5/ha gereduceerd tot 34 kg P_2O_5/ha (tabel 5). Dit was het gevolg van de, ten opzichte van 1986 - 1990, aangescherpte adviesbasis.

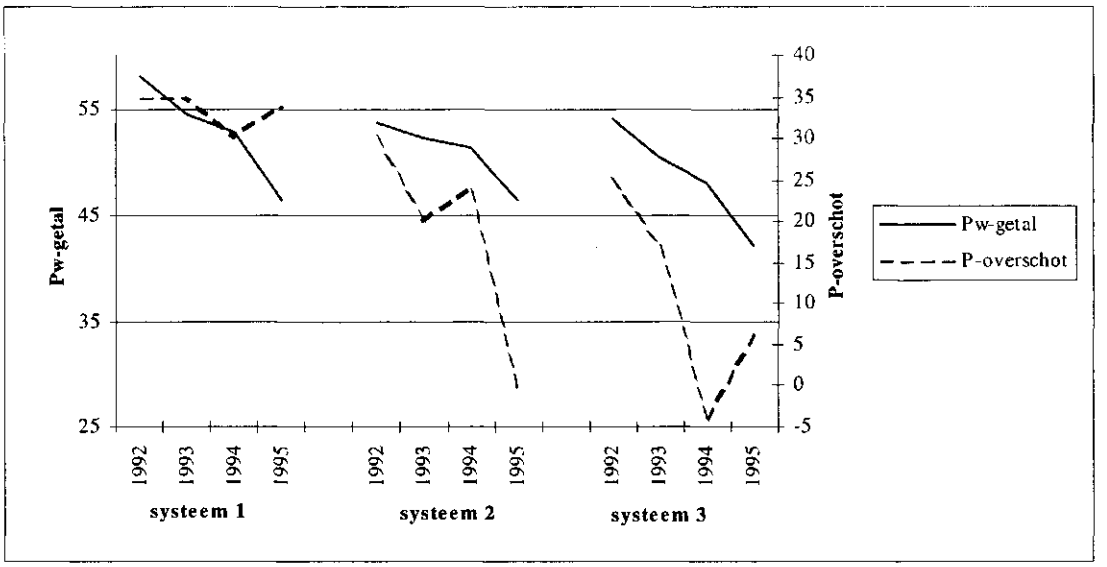
In de beide andere systemen was het verlies ongeveer de helft van systeem 1. Ook dit was een verbetering ten opzichte van de voorgaande vijfjaarsperiode. Een strenger sanerend bemestingsbeleid in systeem 3 leidde tot de laagste P-verliezen en tot de hoogste benutting.

In figuur 2 is het verloop van de fosfaattoestand in de drie systemen over de periode 1986-1995 weergegeven.

Opvallend is de fluctuatie in het Pw-getal over de jaren. De laatste jaren (1992-1995) lijkt het stringentere bemestingsbeleid in de



Figuur 2. Verloop van het Pw-getal van 1986-1995 in de drie systemen te Borgerswold.



Figuur 3. Verloop van Pw-getal en fosfaatverlies (in kg P_2O_5/ha) in de jaren 1992 t/m 1995 in de systemen 1, 2 en 3 te Borgerwold.

systemen 2 maar vooral 3 te leiden tot een daling van de fosfaattoestand van de bodem. Ook in systeem 1 daalde de fosfaattoestand, conform de verwachting bij het opvolgen van de adviesbasis.

Bij een verlies lager dan ongeveer 30 kg P_2O_5 /ha lijkt er geen verschil meer in invloed op het Pw-getal (figuur 3). Onbeantwoord moet helaas blijven of de ingezette daling voortgeduurd zou hebben bij het gevoerde bemestingsbeleid en tot welk niveau. In 1995 lijkt er sprake van een jaarsinvloed op de bemonsteringsuitslag (gezien de sterke daling in alle systemen).

Kali

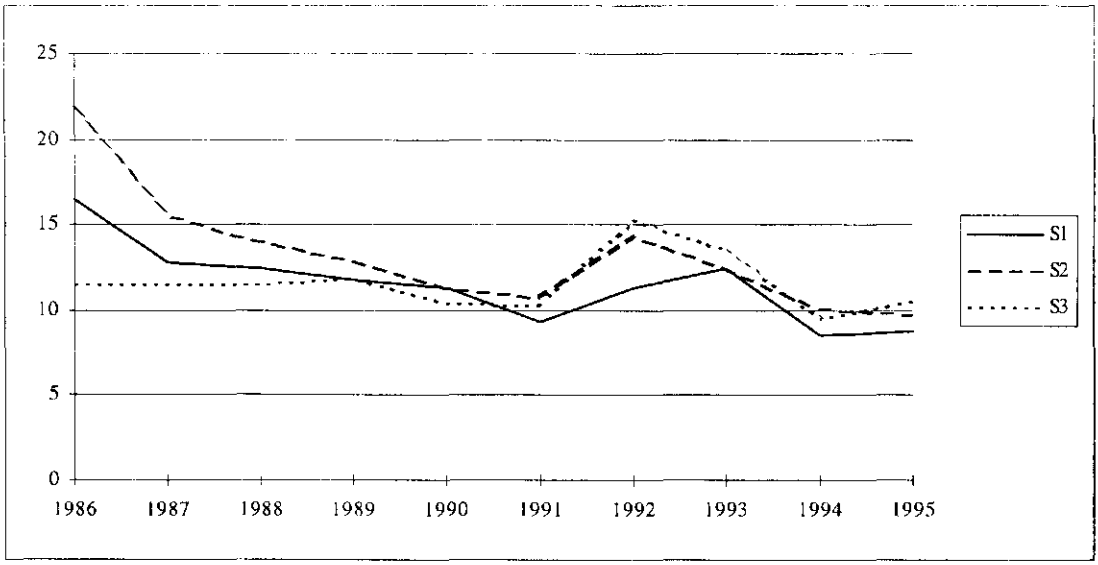
De kaliverliezen waren zeer vergelijkbaar met de eerste vijfjaarsperiode en in alle systemen laag (tabel 6). Achterblijvende fysieke opbrengsten van met name aardappel en suikerbiet resulteerden in een relatief groot kaliverlies in systeem 3 en dus tot een relatief laag benuttingscijfer.

K-uitspoelingsverliezen werden niet bij voorbaat gecompenseerd. Wanneer het K-getal onder de 11 daalde werd op het betreffende perceel extra kali toegediend. Dit resulteerde bijvoorbeeld in 1992 in een sterke stijging van het K-getal in systeem 2 en 3 (figuur 4). Bij toediening van een hoeveelheid kali overeenkomstig de afvoer blijkt zoals verwacht het K-getal te dalen (figuur 5).

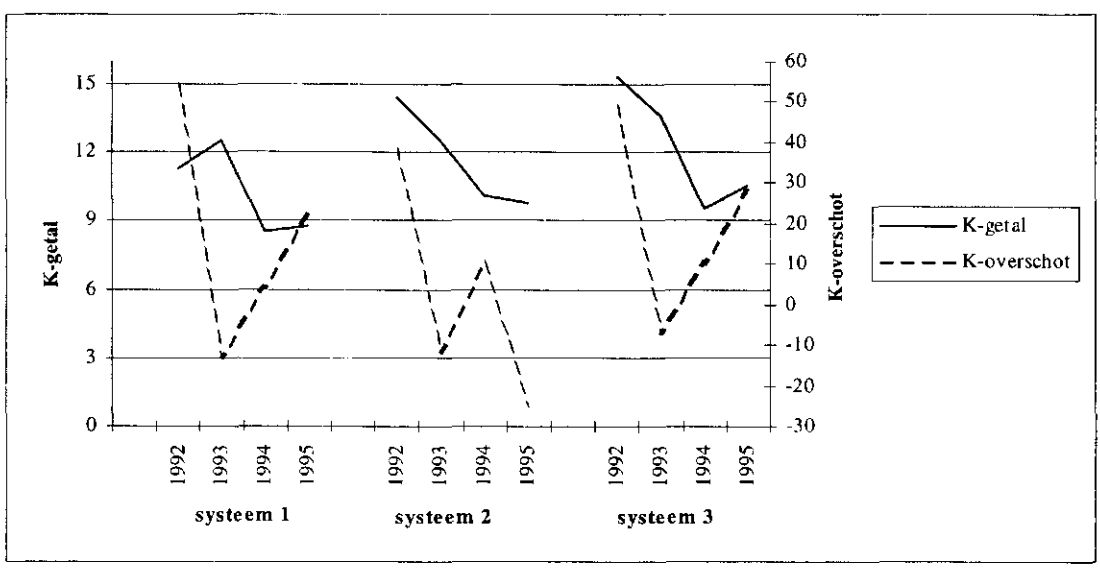
De streefwaarde van 11 wordt de laatste jaren gemiddeld niet meer gehaald. Dit toont aan dat het geven van meer kali dan de gewassen afvoeren op bouwplanniveau beslist noodzakelijk is om het K-getal op deze grondsoort op peil te houden. In systeem 1 is het K-getal zeker tot een landbouwkundig onaanvaardbaar niveau gedaald. Daarom is in de scenario studie rekening gehouden met een onvermijdbaar verlies van 50 kg K_2O/ha.

Beheersing van aardappelmoeheid

Een uitgebreid verslag van het aaltjesonder-



Figuur 4. Verloop van het K-getal van 1986-1995 in de drie systemen te Borgerswold.



Figuur 5. Verloop van K-getal en kaliverlies (in kg K_2O/ha) in de jaren 1992 t/m 1995 in de systemen 1, 2 en 3 te Borgerwold.

zoek is te vinden in paragraaf 2.1 van dit deel. De aardappelmoeheidsbeheersing in de beide geïntegreerde systemen is over de gehele onderzoeksperiode in de geïntegreerde systemen zonder problemen verlopen. Een goede bepaling van de populatiedichtheid aangevuld met een agressiviteitstoets leverde voldoende informatie om tot de juiste beheersing van aardappelmoeheid te komen zonder de inzet van nematiciden! De rassenkeuze bleek daarbij van essentieel belang (steeds een afdoende resistent ras).

Het inzetten van relatief vatbare rassen (niet volledig vatbaar) afgewisseld met afdoende resistente rassen bleek binnen een 1:2 teelt niet zonder de inzet van grondontsmetting en granulaten te kunnen. Bovendien is gebleken dat de natte grondontsmetting te Borgerswold niet de 80% dodende werking had, die deze verondersteld wordt te hebben. De populatiedichtheid nam gedurende de onderzoeksperiode dan ook sterk toe. De schade kon nog wel beperkt blijven dankzij de granulaten.

Economische aspecten

Hoewel geen volledige economische analyse van de Borgerswold-systemen plaats vindt, is wel kort iets te zeggen over een tweetal kostenposten (tabel 6).
Het verschil in meststoffen en pesticidenkosten tussen systeem 1 en 3 bedraagt 690 gulden/ha. Dit is nagenoeg gelijk aan het verschil dat tussen het oude gangbare en geïntegreerde systeem bestond in de periode 1986-1990. De aanpak van gewasbescherming en bemesting in systeem 1 is de laatste jaren (noodgedwongen) opgeschoven in de richting van een geïntegreerd systeem. De grondontsmettingsfrequentie bijvoorbeeld is meer dan gehalveerd ten opzichte van de voorgaande periode. Omdat het verschil tussen systeem 1 en 3 nog even groot is als in de periode 1986-1990 betekent dit dat ook systeem 3 zich qua kostenbeheersing verbeterd heeft ten opzichte van het oude geïntegreerde systeem.

Het kostenverschil tussen systeem 2 en 3 wordt geheel veroorzaakt door de hogere persticideninzet in systeem 2. Hoewel de totale N, P en K aanvoer met meststoffen in systeem 3 lager was dan in systeem 2 , komen de kosten ervan hoger uit door het groter aandeel duurdere kunstmest.
De economische analyse over 1986-1990 liet zien dat het bouwplansaldo van het gangbare systeem aanzienlijk hoger was dan dat van het geïntegreerde systeem. Het intensievere bouwplan was daarvoor grotendeels verantwoordelijk. De gewassaldi van de vergelijkbare gewassen waren in het geïntegreerde systeem hoger, met uitzondering van die van wintertarwe. De gewassaldi van systeem 2 komen ook in 1992-1995 gemiddeld hoger uit dan van systeem 1 (met uitzondering van suikerbiet), maar de verschillen zijn minder groot door de daling van de prijzen voor veel produkten en de kleinere verschillen bij de meeste gewassen in opbrengstniveaus tussen de systemen (zie ook bijlage V).

Ter illustratie : de prijzen voor fabrieksaardappel, wintergranen en veldboon daalden in

Tabel 6. Kosten van meststoffen en pesticiden in de drie systemen te Borgerswold, gemiddeld over 1992-1995 (in gld/ha).

	systeem 1	systeem 2	systeem 3
meststoffen	303	188	196
pesticiden	759	335	173
totaal	1062	523	369

de periode 1992-1995 ten opzichte van 1986-1990 gemiddeld met respectievelijk 15%, 25% en 40% (hierin is de MacSharry steunregeling reeds verrekend).
Bij de hernieuwde opzet was gekozen voor een bouwplanintensivering van systeem 2 (de suikerbiet werd ook 1:4 geteeld, net als in systeem 1). Met de gewassaldi anno 1990 werd berekend dat systeem 2 dan economisch moest kunnen concurreren met systeem 1. Gezien de prijsontwikkeling van de laatste jaren was dit niet het geval.

AALTJES TE BORGERSWOLD

ir. Y. Hofmeester en ir. L.P.G. Molendijk, PAV Lelystad

Gegevensverzameling en -verwerking

Sinds de start van het bedrijfssystemenonderzoek te Borgerswold heeft het bemonsteren van aaltjespopulaties veel aandacht gehad.
Alle verschillende bemonsteringstechnieken, van met name aardappelcystenaaltjes, zijn beschreven in het vorige verslag over de periode 1986-1990. Voor de nieuwe periode werd besloten verder te gaan met het standaardonderzoek landbouw, zoals dat door het Bedrijfs Laboratorium voor Grond en Gewasonderzoek te Oosterbeek wordt uitgevoerd. Het aaltjesonderzoek wordt over de periode 1986 - 1995 besproken aan de hand van de volgende bepalingen:

1. standaardonderzoek-landbouw-methode voor dichtheidsbepalingen van voorkomende plantparasitaire aaltjessoorten;
2. agressiviteitstoetsen (voorheen rassenkeuzetoetsen genaamd) ter bepaling van de virulentie van de populaties op de percelen;
3. adaptatie van een tweetal percelen voor nematiciden;
4. biotoetsen van alle percelen om het verloop in de tijd van wortelknobbelaaltjes vast te stellen (uitgevoerd door HLB).

Gegevensverwerking
In samenwerking met de Groep Landbouwwiskunde-DLO werd een analyseprogramma ontwikkeld (Thissen, 1995) waarmee de vermeerdering (quotiënt van de dichtheid na en de dichtheid voor een teelt) van de verschillende aaltjessoorten onder de verschillende gewassen en aardappelrassen bepaald werd. Door de enorme spreiding in ruimte en tijd in het voorkomen van de meeste aaltjessoorten, is hieruit niet de waardplantgeschiktheid van de geteelde gewassen ten aanzien van het voorkomende aaltjesspectrum af te leiden. Alleen bij aardappelcystenaaltjes, die in alle jaren op vrijwel alle percelen in behoorlijke aantallen voorkwamen, kon onderscheid gemaakt worden in vermeerdering ondere verschillende gewassen en aardappelrassen. In combinatie met de uitslagen van de agressiviteitstoetsen konden de virulentie(s) van aardappelcystenaaltjes die op Borgerswold voorkwamen worden bepaald.

Met behulp van speciale variantie-analyses (zie Hofmeester en anderen, 1995) werd aan de hand van dichtheidsbepalingen van het standaard-onderzoek-landbouw vastgesteld of er sprake was van toe- en afnames in de tijd binnen systemen en tussen systemen onderling (met een betrouwbaarheid van 95%). Dit werd gedaan voor aardappelcystenaaltjes, vrijlevende aaltjes, wortellesieaaltjes en *Tylenchorynchus spp.* De overige soorten kwamen in dusdanig lage aantallen voor dat analyses niet zinvol waren.

Het verloop van aardappelcystenaaltjes in de tijd kan gesimuleerd worden met behulp van rekenmodellen (zie paragraaf "Geschikte varianten" deel A). Hiermee kan aangegeven worden welk effect bijvoorbeeld een natte grondontsmetting, een andere rassenkeuze of een andere teeltfrequentie van aardappel heeft op dat verloop. Ook de virulentie van de aardappelcystenaaltjes zelf speelt hierin een belangrijke rol. Met de verzamelde gegevens over de aardappelcystenaaltjes te Borgerswold en een aantal aannames is het verloop onder de drie bedrijfssystemen met simulaties nagebootst. Verschillen tussen simulatie en metingen geven aan in welk sys-

teem welke factoren het belangrijkst waren in de beheersing van aardappelmoeheid. Hierdoor kunnen verklaringen van het gemeten verloop beter onderbouwd worden.

Resultaten aardappelmoeheid

Karakterisering van de aardappelcystenaaltjespopulatie(s) te Borgerswold
De karakterisering van de Borgerswoldpopulatie(s) vond plaats op twee manieren: uit de vermeerderingscijfers en uit de uitslagen van de agressiviteitstoetsen (voorheen rassenkeuzetoetsen, Van Beers et al., 1994).

Vermeerdering (Pf / Pi)
De vermeerdering van aardappelcystenaaltjes onder de verschillende gewassen en rassen werd als gemiddelde over alle jaren en systemen heen berekend. De resultaten staan weergegeven in tabel 7.

In onderstaande tabel is geen rekening gehouden met de begindichtheid (Pi). Het is bekend dat de vermeerdering heel hoog kan zijn bij zeer lage begindichtheden en heel laag bij zeer hoge begindichtheden. Voor het ras Astarte kwamen beide situaties voor. In het traject van een begindichtheid van 80 -1000 larven en eieren /100 cc grond kwam de vermeerdering onder het ras Astarte gemiddeld op 12,4 maal (berekend door de 10-log van de vermeerdering per begindichtheid te middelen en terug te transformeren). Voor de karakterisering van de Borgerswold populatie is dit vermeerderingsgetal aangehouden en niet het gemiddelde over alle waarnemingen. Bij de andere aardappelrassen kwamen de uitzonderlijk lage en/of hoge begindichtheden relatief weinig voor. Herberekening van de vermeerdering bij een Pi van 80 - 1000/100cc onder Karnico komt op 6,8 maal en voor Elles 1,8 maal hetgeen redelijk overeenkomt met de berekende vermeerderingscijfers op basis van alle waarnemingen.

Opvallend in tabel 7 is de hoge vermeerdering onder suikerbiet. De aardappelopslagbestrijding in de suikerbiet blijkt niet tot een zodanig effect te leiden dat de vermeerdering van aardappelcystenaaltjes onder biet lager is dan onder wintergranen (waarin de bestrijding moeilijker uitvoerbaar is). In systeem 3 is dat verklaarbaar uit het feit dat de mechanische onkruidbestrijding uitgevoerd werd op het moment dat nog niet alle opslagplanten bestreden waren (prioriteit lag bij onkruidbestrijding). In de beide andere systemen blijkt echter ook geen afdoende effect van de opslagbestrijding. Verbetering daarvan is in theorie mogelijk, maar het is de vraag of er in de praktijk meer aandacht voor de aardap-

Tabel 7. Vermeerdering van aardappelcystenaaltjes onder diverse rassen van fabrieksaardappel, andere gewassen en bij gebruik van granulaat te Borgerswold van 1986-1995.

gewas	ras	Pf/Pi	spreiding in de jaren en subvelden
aardappel	Astarte	7,9	5 - 12
	Karnico	7,5	5 - 12
	Elles	1,8	1,3 - 2,5
	Florijn	0,4	0,1 - 1,5
suikerbiet		0,9	0,7 - 1,2
graszaad		0,86	0,5 - 1,3
winterrogge		0,71	0,5 - 1,0
wintertarwe		0,66	0,5 - 0,8
granulaat		0,42	0,3 - 0,6

pelopslagbestrijding is dan onder deze proefomstandigheden.

Op grond van de vermeerderingsgegevens uit tabel 7 kan de Borgerswold-populatie gekarakteriseerd worden met relatieve vatbaarheden (RV) van diverse rassen. Immers de RV is de vermeerdering op een ras gedeeld door 20 (= vermeerdering op een vatbaar ras) maal 100%.

Vermeerdering van

Astarte	12,4dus RV=62
Karnico	6,8dus RV=34
Elles	1,8dus RV=9
Florijn*	0,8dus RV=4

*Van Florijn kon slechts eenmaal een vermeerdering worden gemeten, en wel bij een hoge begindichtheid. Daarom is een RV van 4 gesteld (afgeleid van die voor een pallida-3 populatie).

De vermeerdering onder de niet waardgewassen was in bijna alle gevallen gemiddeld hoger dan 0,66 (33% afname is de algemene standaard voor een niet-waardplant-effect). Dit wordt veroorzaakt door aardappelopslag. Hoewel aardappelopslag te Borgerswold steeds bestreden werd, is dat blijkbaar nooit volledig geweest. Omdat er verschil bestaat tussen opslag van vatbare en resistente aardappelrassen in hun effect op de vermeerdering, is op dezelfde wijze als bij de vermeerdering door de aardappelrassen dit effect vastgesteld. De suikerbiet na een Karnicoteelt vermeerderde gemiddeld 0,9 maal, terwijl na de teelt van Elles de vermeerdering onder de suikerbiet 0,7 bedroeg (30% afname).

Als laatste valt op dat de vermeerdering door toepassing van een granulaat sterk werd geremd (58%). Als kengetal voor dalgrond wordt 30% genoemd (Veninga en Roosjen , 1991). Ook hier speelt mogelijk het niet rekening houden met de beginddichtheid in het analyseprogramma een rol. Het effect van natte grondontsmetting kon niet goed worden vastgesteld. De dichtheid werd gemeten na iedere teelt. Grondontsmetting vond tussen die twee meetmomenten plaats, zodat de werkelijk ontstane dichtheid voor de teelt niet bekend is. Omdat bekend is dat de vermeerdering van aardappelcystenaaltjes dichtheidsafhankelijk is, worden de geschatte ontsmettingseffecten buiten beschouwing gelaten. In de simulaties is daarom in eerste instantie uitgegaan van de standaard 80% doding.

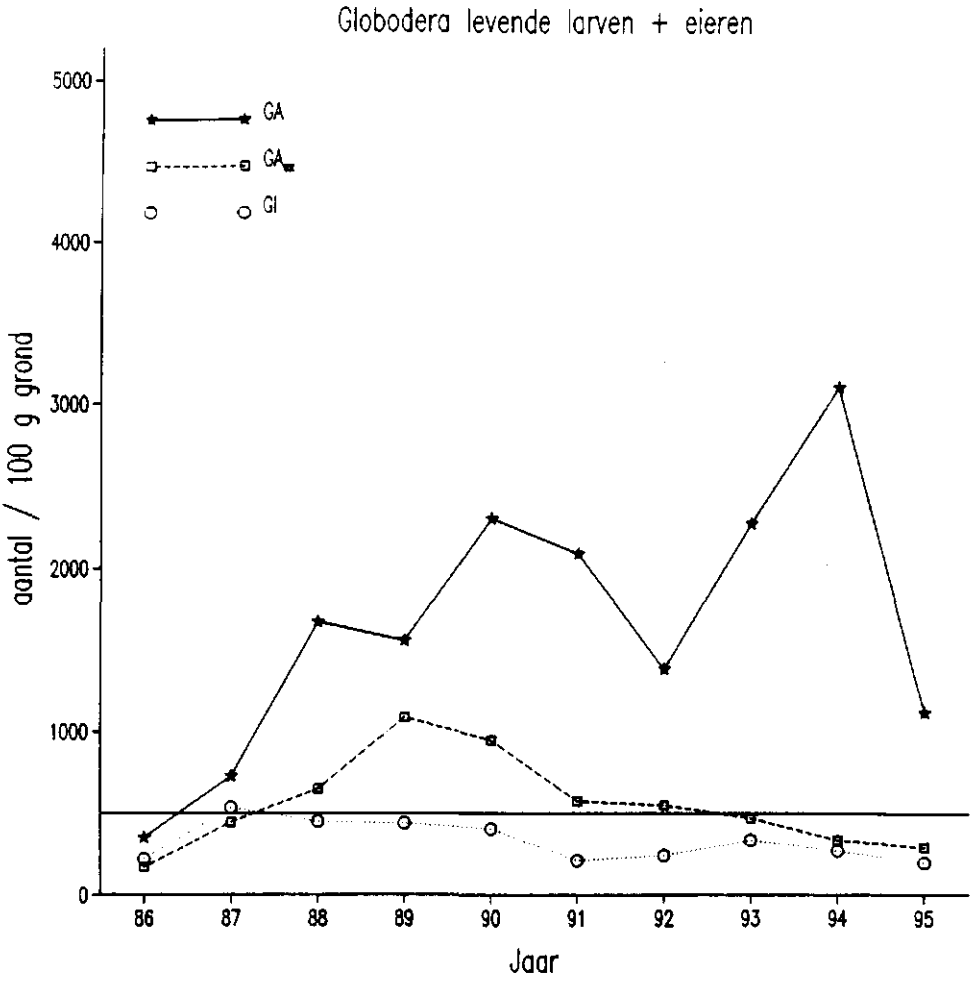
Agressiviteitstoetsen

Uit de agressiviteitstoetsen die in 1988 en van 1991 tot en met 1995 zijn uitgevoerd met grondmonsters van een steeds wisselend aantal percelen kan niet per perceel een absoluut getal voor de relatieve vatbaarheid van bepaalde rassen worden afgeleid. De betrouwbaarheid en slagingskans van de toetsen was in de beginjaren nog niet groot en van slechts enkele percelen is de toetsuitslag in een reeks van jaren beschikbaar.

Tabel 8. Relatieve vatbaarheden van verschillende rassen ten opzichte van het vatbare ras Mentor.

	Karnico	Elles	Seresta*
systeem 1	20 - 30	4 - 10	0 - 1
systeem 2	10 - 20	1 - 8	0 - 1
systeem 3	5 - 15	1 - 10	0 - 1

*Op het ras Seresta werden in systeem 1 op 75% van de percelen en in systeem 2 en 3 op 50% van de percelen incidenteel een cyste gevonden in één of meer toetspotjes/grondmonster.



Figuur 6. Verloop van aantal levende larven en eieren van het aardappelcystenaaltje (per 100 cc grond) in de drie bedrijfssystemen te Borgerswold van 1986-1995.

Daarom wordt volstaan met het aangeven van een bereik waarin de meeste van de gemeten relatieve vatbaarheden (RV) van de rassen Karnico, Elles en Seresta voorkwamen (tabel 8).

De RV van Karnico voor systeem 1 is hoger dan die voor systeem 2 en 3. De RV's van Elles zijn zeer vergelijkbaar. De uitslagen van de agressiviteitstoetsen geven een iets milder beeld van de Borgerswold-populatie dan de vermeerderingscijfers, maar globaal genomen stemmen beide methoden overeen.

Resultaten van verloop van aardappelcystenaaltjes in de tijd

Aardappelcystenaaltjes kwamen bij de start van het onderzoek voor op een gemiddeld niveau van 250-300 levende larven en eieren/100 cc grond. Deze uitgangssituatie was voor de drie systemen vergelijkbaar. Door het verschil in aanpak van aardappelmoeheid per systeem, ontwikkelden de populaties zich onder de drie systemen uiteenlopend.

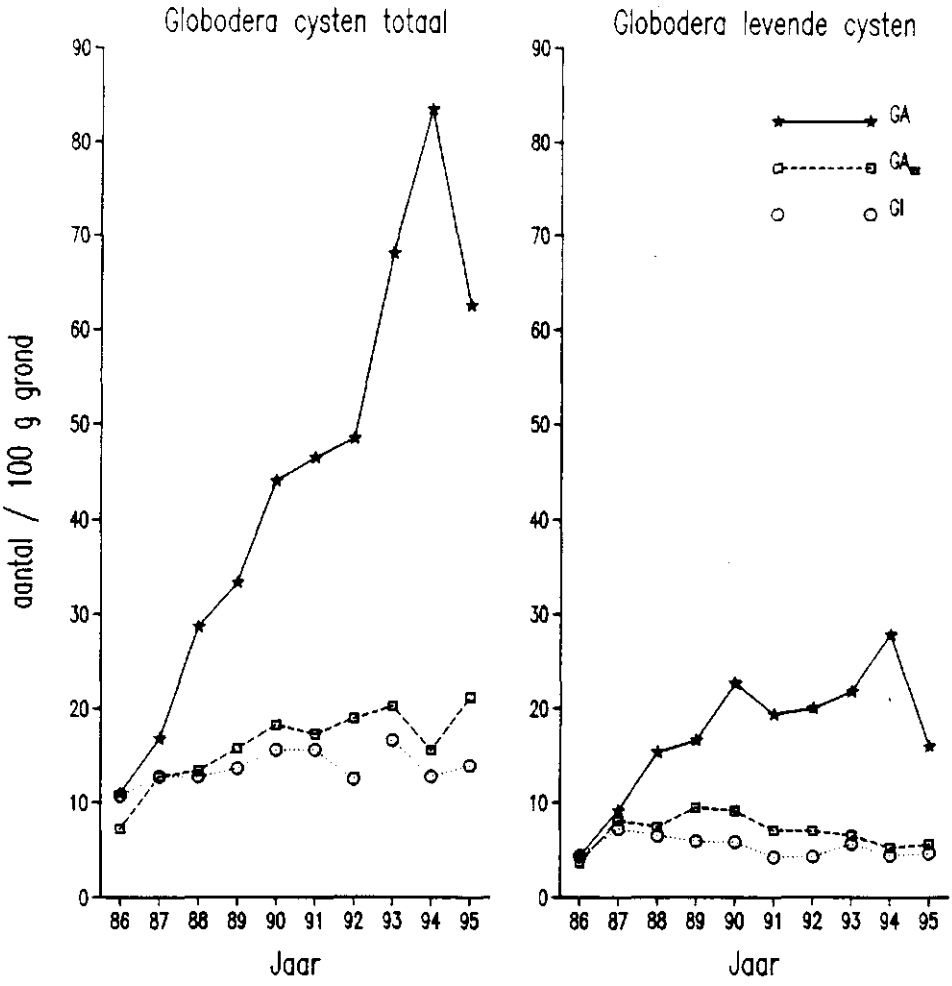
Systeem 1

Sinds de start van het onderzoek is het aantal

aardappelcystenaaltjes sterk toegenomen in systeem 1. De aantallen van 1500-3000 levende larven en eieren per 100 cc grond (figuur 6, periode 1988-1994) verschilden onderling niet significant. Pas in 1995 daalde het niveau ten opzichte van dat in 1994, maar het ligt nog niet op dat van 1986. Het verloop van zowel de levende cysten als het totaal aantal cysten vertoont een zelfde beeld.

Verklaringen voor het verloop van figuur 6 kunnen mede ondersteund worden aan de hand van de simulaties met de Borgerswold-gegevens.
Van 1986 t/m 1990 werd afwisselend het voor *G. pallida* vatbare ras Astarte en het gedeeltelijk D-resistente ras Elles geteeld. Iedere teelt werd voorafgegaan door een natte grondontsmetting. Het ras Elles kreeg een granulaattoepassing.
Het ras Astarte vermeerderde bij de lage begindichtheden 12,4 keer, het ras Elles kende een vermeerdering van 1,8. Onder de suikerbiet en de wintertarwe nam de populatie gemiddeld resp. 10 en 33% af. Voor een niet-waardplant voldeed wintertarwe aan de verwachting, maar blijkbaar heeft aardappelopslag van Astarte in de suikerbiet nog voor een goede instandhouding van de populatie gezorgd. Het effect van granulaat op de vermeerdering bedroeg 0,42 maal. Het grondontsmettingseffect is vooreerst op 80% gesteld. Op grond van deze gegevens wordt de vermeerdering in een vierjaarscyclus geschat op 0,22 maal (= 12,4 x 0,2 x 0,9 x 0,42 x 1,8 x 0,2 x 0,66). In werkelijkheid werd in de periode 1986-1990 een cyclusvermeerdering van 6,5 maal gemeten (figuur 6). De grondontsmetting heeft in werkelijkheid dus geen afname van de populatie bewerkstelligd (effect zelfs 1,08 keer).
De omschakeling van de oude naar de nieuwe onderzoeksopzet ging in 1991 gepaard met een frequenter grondontsmettingsgebruik op één perceel en het telen van het oude ras Astarte. Vanaf 1992 werd de nieuwe strategie toegepast, dat wil zeggen eens per vier jaar een natte grondontsmetting, eens per vier jaar een granulaattoepassing en afwisselend telen van Karnico en Elles. De daling in de mediane waarde in 1992 lijkt het positieve effect van de nieuw gekozen AM-strategie. De vermeerdering op het ras Karnico is aanzienlijk lager dan op Astarte (6,8 maal ten opzichte van 12,4 maal bij Astarte), maar tegelijkertijd wordt de frequentie van de grondontsmetting gehalveerd. In 1994 komt de populatie uit op een niet eerder bereikt niveau van gemiddeld meer dan 3000 levende larven en eieren/100 cc grond. De totale vierjaarscyclus-vermeerdering zou bij een grondontsmettingseffect van 80% 0,61 maal hebben bedragen (= 6,8 x 0,2 x 0,9 x 0,42 x 1,8 x 0,66). In werkelijkheid stijgt de populatiedichtheid (cyclusvermeerdering 1,5 maal). Het grondontsmettingseffect is in de periode 1991-1994 ten hoogste 60% afname geweest.
In 1995 blijkt uit de agressiviteitstoets dat het ras Karnico niet verantwoord geteeld kan worden op het perceel waar dan fabrieksaardappelen moeten komen. Dit zou een aanwijzing kunnen zijn dat er in de loop der jaren een verschuiving in de agressiviteit van de populatie is opgetreden (selectie). Omdat de betrouwbaarheid van de agressiviteitstoetsen in de beginjaren gering was, kan dit hieruit niet bevestigd worden. Om vast te houden aan het afwisselingsprincipe in systeem 1 wordt overgestapt op de rassen Elles/Florijn. Op dat betreffende perceel (18) halveert de

Conclusie:
Te Borgerswold is sprake van populatietypen die qua agressiviteit tussen die van Globodera pallida-2 en G. pallida-3 in zitten. Verschillen tussen systemen konden niet worden aangetoond. Bestrijding van aardappelopslag moet volledig zijn om de vermeerdering van aca substantieel te doen afnemen.



Figuur 7a en b. Verloop van totaal aantal (a) en aantal levende cysten (b) van het aardappelcystenaaltje (per 100 cc grond) in de drie bedrijfssystemen te Borgerswold van 1986-1995.

populatiedichtheid door de inzet van het ras Florijn. Op mediane schaal (maar ook in absolute zin) daalt het systeem-niveau dan ook drastisch, hetgeen zeer voor de hand liggend is bij de inzet van een hoog resistent ras.

Adaptatie?

In de onderzoeksperiode is van een tweetal percelen van systeem 1 grond onderzocht op de snelheid waarmee grondontsmettingsmiddelen worden afgebroken (adaptatie). Van perceel 13 bleek dat de grond geadapteerd was voor de actieve stof van het middel Monam. Dit middel werd in november van 1987, 1989 en 1991 gebruikt op dat perceel. Op perceel 10 bleek hier geen sprake van te zijn hoewel ook daar in het najaar van 1986 en 1988 en 1993 Monam werd toegepast (in 1990 werd Telone ingezet).

Op de andere percelen is de adaptatie niet gemeten, maar gezien het geringe effect van de grondontsmetting ligt het voor de hand dat

adaptatie in ieder geval een rol gespeeld heeft.

Systeem 2
Het verloop van de levende larven en eieren in systeem 2 laat een ander beeld zien. In de periode 1988 t/m 1993 was het populatieniveau significant hoger dan in het aanvangsjaar. De laatste twee jaar daalde het niveau weer significant ten opzichte van de topjaren 1989 en 1990. Dit geldt ook voor de levende cysten (figuur 6 en 7a en b).

Verklaringen:
Een eerste belangrijk verschil tussen systeem 1 en 2 is de teeltfrequentie van aardappel: deze bedroeg 1:2 in systeem 1 en 1:4 in systeem 2. In de jaren 1986-1990 werd aanvankelijk uitsluitend het ras Astarte geteeld, vanaf 1990 afgewisseld met het ras Elles. Natte grondontsmetting vond plaats voor iedere aardappelteelt. Vanaf 1991 was de inzet van nematiciden nihil en werd uitsluitend het ras Elles geteeld. Door het inzetten van dit afdoende resistente ras bleek de populatiedichtheid vanaf 1991 te dalen tot een significant lager niveau dan in 1989 en 1990. Simulatie van de eerste periode (met d gegevens uit tabel 8) komt op een vermeerdering uit van 1,2 (12,4 x 0,2 x 0,9 x 0,6 x 0,86). In werkelijkheid bedroeg de vermeerdering 5,5 maal. Ook hier wordt de grondontsmetting dus een groter effect toegedicht dan in werkelijkheid wordt gerealiseerd. Simulatie van de tweede periode met het ras Elles zonder grondontsmetting komt op een vierjaarscyclus-vermeerdering van 0,8 maal. In werkelijkheid blijkt de dichtheid in 1995 ten opzichte van die van 1991 zelfs nog sterker afgenomen (figuur 6).

Systeem 3
In dit systeem is het populatieniveau van aardappelcystenaaltjes wel enigszins aan schommelingen onderhevig, maar significante verschillen in aantallen door de jaren heen traden niet op, niet in levende larven en eieren en ook niet in het aantal cysten (levend of dood, figuur 6 en 7a en b).

Op grond van simulatie bedraagt de vermeerdering voor vier jaar 0,8 maal. In werkelijkheid bleef het mediane populatieniveau zo rond de 300 levende larven en eieren per 100 cc grond schommelen. Bij lage dichtheden is de vermeerdering onder Elles wellicht iets hoger dan de berekende 1,8 waardoor de vermeerdering voor een periode van vier jaar iets dichter tegen de 1 aankomt en het populatieniveau min of meer constant blijft.
Het consequent telen van het afdoende resistente ras Elles is een juiste keuze geweest.

Systeemvergelijking
Onderlinge vergelijking van de systemen leert dat systeem 1 vanaf 1988 een significant hogere populatie dichtheid kende dan de beide andere systemen; dit geldt voor larven, levende cysten en totaal aantal cysten. Alleen in 1991 was de inhoud van de levende cysten in systeem 1 significant hoger dan in systeem 3.

Conclusies:

De natte grondontsmetting heeft in systeem 1 en systeem 2 (voor de periode 1986-1991) niet de dodende werking op aardappelcystenaaltjes gehad als verwacht en kon de vermeerdering onder het vatbare ras niet compenseren.
Rassenkeuze is de belangrijkste betrouwbare peiler voor een gezonde en milieuvriendelijke aanpak van aardappelmoeheid. Steeds hetzelfde afdoende resistente ras heeft gedurende 10 veldjaren de aardappelmoeheid onder controle gehouden en nog niet tot verschuivingen in de agressiviteit van de populaties geleid.

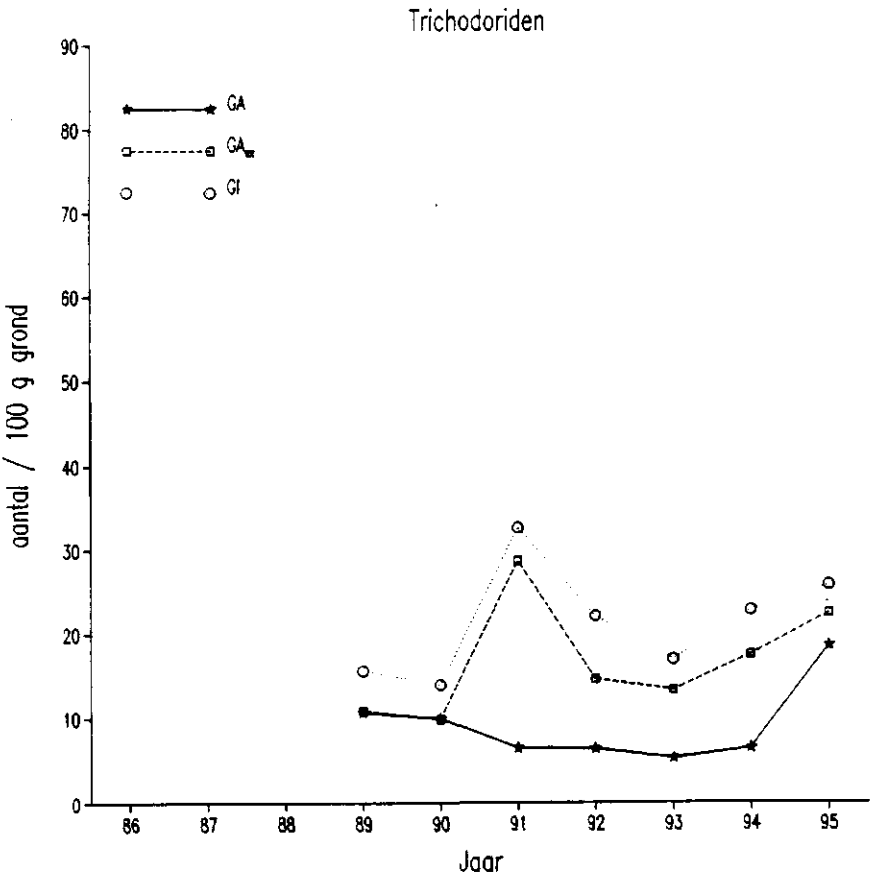
In de periode 1989-1991 lag het populatieniveau van systeem 2 boven dat van systeem 3 (larven en levende cysten). Daarna bestond, door de vergelijkbare aanpak , geen verschil meer tussen de systemen 2 en 3.

Resultaten verloop overige plantparasitaire aaltjes

Vrijlevende aaltjes

Trichodoriden, ook wel vrijlevende wortelaaltjes genoemd, kwamen in de beginjaren van het onderzoek te Borgerswold niet op een aantoonbaar niveau voor. Vanaf 1989 was dat wel het geval. In 1995 werd voor het eerst naar soort onderscheiden. *Paratrichodorus pachydermus* kwam het meest voor, gevolgd door *Trichodorus similis* en *Paratrichodorus teres*.

Binnen systeem 1 trad in 1995 een piek op, binnen systeem 2 in 1991 (figuur 8). Binnen systeem 3 bestonden tussen de jaren geen verschillen. In 1991-1994 waren de aantallen binnen systeem 1 lager dan in systeem 3. Dit kan verklaard worden uit het relatief geringe aandeel goede waardplanten in het 1:2 bouw-



Figuur 8. Verloop van het aantal Trichodoriden (per 100 cc grond) in de drie bedrijfssystemen te Borgerswold van 1986-1995.

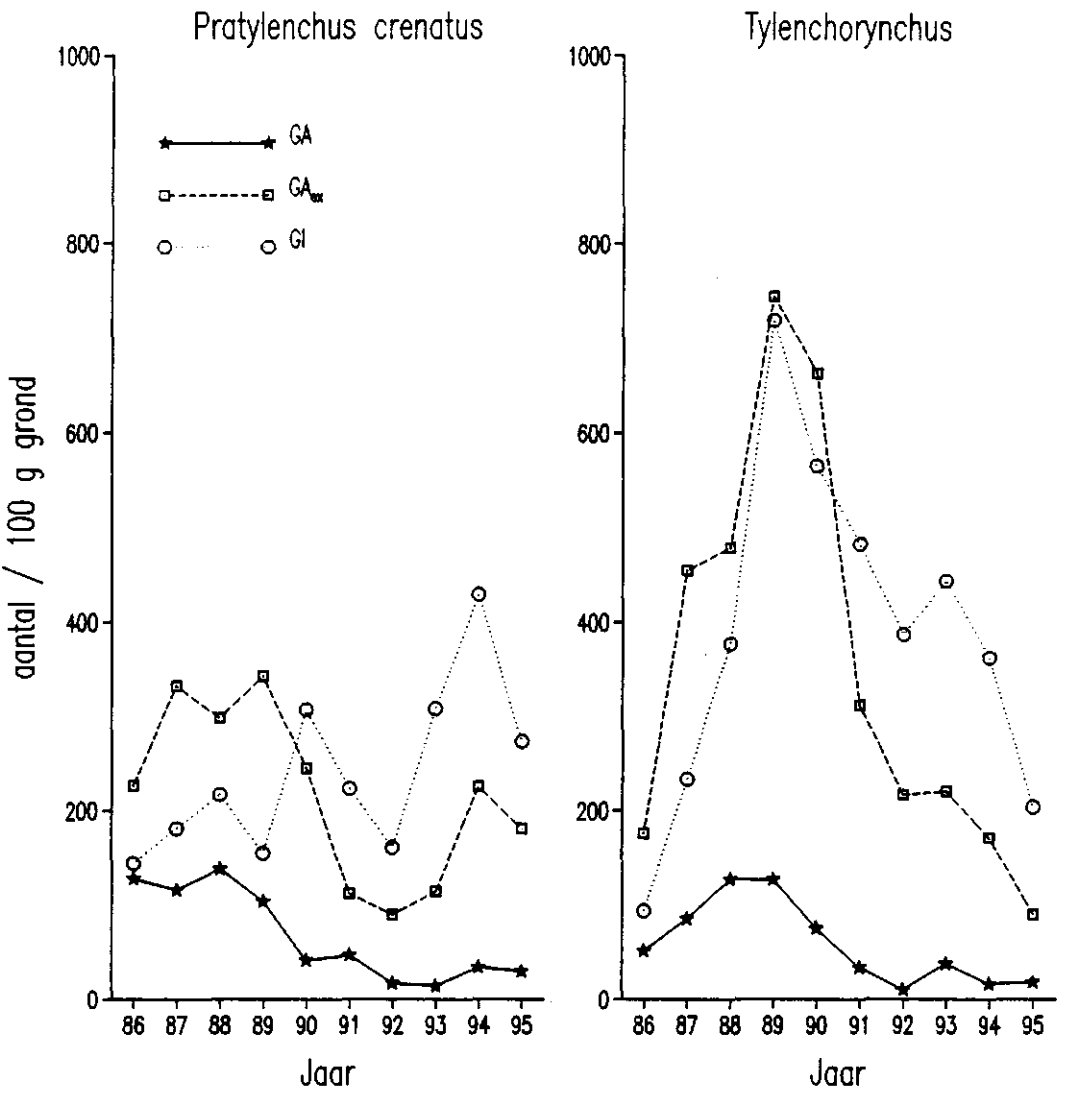
plan. De hoge aantallen Trichodoriden werden aangetroffen na de teelt van wintertarwe, graszaad, veldboon en koolzaad. Deze gewassen komen voor 50% van areaal voor in de systeem 3.
Hoewel de mediane waarden van 20-30 aaltjes/100 cc grond nog niet erg hoog zijn, is het wel opvallend dat het aantal besmette percelen binnen ieder systeem toeneemt. In 1989 werden twee tot drie percelen per systeem besmet gevonden, in 1995 komen de Trichodoriden op alle percelen van elk systeem voor. In 1995 werd schade in de fabrieksaardappels geconstateerd in systeem 3 bij een begindichtheid van 220/100 cc grond.

Wortellesieaaltjes
Van de wortellesieaaltjes kwamen te Borgerswold de soorten *Pratylenchus neglectus*, *P. penetrans* en *P. crenatus* voor. De dichtheid van *P. neglectus* varieerde sterk van jaar tot jaar. Dit aaltje vormt voor weinig akkerbouwgewassen een bedreiging. In wortels van granen kan het aaltje in grote aantallen voorkomen maar van schade is weinig tot niets bekend (Rensch, 1924). Het graanwortellesieaaltje, *P. crenatus*, kwam in de beginperiode van het onderzoek in alle systemen voor, zonder verschillen tussen de systemen. Ten opzichte van de systeem-eigen start was er vanaf 1992 sprake van een significante daling in aantallen/100 cc grond in systeem 1 (figuur 9). Dit kan verklaard worden uit de waardplantenreeks. In systeem 1 komt maar in één van de vier jaar een goede waardplant voor (wintertarwe). Monocotylen en veldboon, goed voor 50% van het bouwplan in systeem 2 en 3, zijn goede waardplanten voor *P. crenatus*. Het populatieniveau in deze systemen lag dan ook significant hoger dan in systeem 1 vanaf 1990. Binnen systeem 2 en 3 traden weliswaar significante dalingen (1991-1993) en stijgingen (1994) op, maar deze hingen samen met de perceelsdichtheid/gewas combinatie in die betreffende jaren. Ze werden later weer vereffend tot een gemiddeld niveau van 200-300 aaltjes per 100 cc grond (vergelijkbaar met de dichtheid in de eerste jaren).
Het meer gevreesde wortellesie-aaltje *P. penetrans*, dat schade in met name de aardappel kan doen, kwam op Borgerswold nauwelijks voor. Jaarlijks werd het op maximaal 3, steeds wisselende percelen aangetroffen. Analyse hierop was dus niet zo zinvol.

Tylenchorynchus spp.
Tylenchorynchus spp. laten een vergelijkbaar beeld zien als *P. crenatus* (figuur 10). Reeds vanaf 1988 was het populatieniveau van systeem 1 significant lager dan dat van de systemen 2 en 3, die op hun beurt onderling niet verschilden. De laatste jaren (1991-1995) lag het niveau binnen systeem 1 lager dan in de periode 1988-1989. Binnen de systemen 2 en 3 was het niveau van 1995 significant lager dan in de tussenliggende jaren 1988-1991. Ook hier lijkt het aandeel monocotylen een belangrijke rol te spelen, maar er is niet veel kennis omtrent waardplantgeschiktheid voor dit aaltje aanwezig. Opvallend in de beginjaren is een sterke stijging van de populatiedichtheid na de opvolging van erwt en graszaad. Aangezien de erwt sinds 1991 niet meer geteeld werd, ligt het voor de hand aan te nemen dat de opeenvolging van erwt en graszaad verantwoordelijk is voor de piek in 1989 in systeem 2 en 3.

In bijlage IX zijn alle mediane waarden van genoemde plantparasitaire aaltjes opgenomen.

Wortelknobbelaaltjes
Meloïdogyne spp. kwamen zeer grillig verdeeld voor op de percelen, zowel in de tijd als in de ruimte. Variantie-analyses op de aantallen larven en eieren waren daarom niet zinvol. De gevonden aantallen wijzen erop dat vooral het gewas veldboon tot een sterke vermeerdering van wortelknobbelaaltjes leidt. Dit klopt met de waardplantgeschiktheid



Figuur 9 en 10. Verloop van het aantal P. crenatus en Tylenchorynchus spp. (per 1200 cc grond) in de drie bedrijfssystemen te Borgerswold van 1986-1995.

(bijlage I) voor de soorten *M. hapla* en *M. chitwoodi*. Beide soorten kwamen voor te Borgerswold, maar *M .hapla* was duidelijk in de meerderheid.

Om meer over de vermeerdering op verschillende gewassen te kunnen zeggen zijn jaarlijks in voor- en najaar biotoetsen uitgevoerd met grond uit 5 vaste plekken per perceel. De resultaten daarvan waren teleurstellend. In slechts 10% van alle bemonsterde plekken kon met enige regelmaat in de tijd een besmetting worden vastgesteld. Ook hieruit bleek de gewasvolgorde fabrieksaardappel-veldboon-suikerbiet (systeem 2 en 3) of fabrieksaardappel-suikerbiet (systeem 1 en 2) in de meeste gevallen voor een sterke op-

Conclusie:

- *Het verloop in de tijd van andere plantparasitaire aaltjes dan aardappelcystenaaltjes wordt volledig verklaard uit de waardplantgeschiktheid van de gewassen.*
- *Deze hebben in de gehele onderzoeksperiode te Borgerswold geen rol van betekenis gespeeld.*
- *De laatste jaren kwamen Trichodoriden wel steeds meer en regelmatiger voor, zodat deze mogelijk op termijn een probleem zouden hebben kunnen worden.*

bouw van de populatie te zorgen. Incidenteel werd een populatiestijging waargenomen onder een wintergraan, hetgeen op het voorkomen van *M. chitwoodi* zou duiden. Het ging daarbij om dusdanig kleine oppervlakten, dat dit met gewone perceelsbemonsteringen niet kon worden vastgesteld. In een aantal jaren werd pleksgewijze schade waargenomen door *M. hapla*, onder andere in 1995 in de suikerbiet van systeem 1. Verschillen in gewasopbrengsten tussen systemen konden niet verklaard worden uit het voorkomen van wortelknobbelaaltjes. Deze hebben te Borgerswold geen rol van betekenis gespeeld.

NITRAATCONCENTRATIES IN HET GROND-WATER, 1992-1995

ir. M.J. Hack-ten broeke en ir. J.P. Dijkstra, DLO-Staring Centrum

Inleiding

Eén van de belangrijke aspecten van het bedrijfssystemen-onderzoek is het beheer van nutriënten, resulterend in verschillende bemestingsstrategieën voor de gangbare en de geïntegreerde akkerbouw. Geïntegreerde akkerbouw beoogt een zodanige vermindering van stikstofemissies dat aan de gestelde milieunormen voldaan kan worden. Voor grondwater wordt als norm een maximale concentratie van 50 mg/l nitraat (= 11,3 mg/l nitraat-N) gehanteerd.

Om te kunnen bepalen in hoeverre aan de verwachtingen omtrent de uitspoeling van nitraat naar het grondwater werd voldaan, is in een aantal achtereenvolgende jaren de concentratie in het grondwater gemeten. Met behulp van gegevens voor de jaren 1991-1993 is een validatie uitgevoerd van simulatiemodellen en tenslotte is met deze modellen het effect van een aantal management-opties op de nitraatuitspoeling voor die drie jaren doorgerekend.

Werkwijze

Uitspoeling van nitraat naar het grondwater speelt bij een gemiddelde weerssituatie vooral een rol in de winter als er sprake is van een neerslagoverschot. In diezelfde gemiddelde situatie is de bovenste laag van het grondwater in het voorjaar ongeveer gelijk aan de totale grondwateraanvulling gedurende de winter. Door bemonstering en analyse van die bovenste laag van het grondwater in het voorjaar is zodoende een beeld te verkrijgen van de nitraatconcentratie in het water dat gedurende de winter is aangevoerd. Omdat een gemiddelde weerssituatie nooit voorkomt is het belangrijk om een dergelijke bemonstering meerdere jaren te herhalen om tot een redelijke inschatting van de nitraatconcentratie te komen. Omdat het in dit onderzoek vooral ging om een vergelijking tussen het geïntegreerde en het gangbare systeem is deze relatief grove methode toch goed bruikbaar.

De grondwaterbemonstering is uitgevoerd volgens de zogenaamde boorgatenmethode op acht percelen van het bedrijf, waarvan vier onder gangbare teelt (systeem 1) en vier onder geïntegreerde teelt (systeem 3). Per perceel werd steeds het grondwater bemonsterd in acht boorgaten, die gelijkelijk over het perceel waren verdeeld (Hack-ten Broeke et al., 1993).

Met behulp van deze gegevens is een modelvalidatie uitgevoerd van de simulatiemodellen SWATRE en ANIMO voor respectievelijk de waterhuishouding in de onverzadigde zone van de bodem en de gerelateerde N-huishouding (Dijkstra et al., 1996) voor de jaren 1991, 1992 en 1993. Na de validatie zijn enkele management-opties (varianten) doorgerekend voor deze jaren om het effect ervan op de N-emissies na te gaan.

Modelberekeningen voor de jaren tot 1996 moeten nog worden uitgevoerd.

Tabel 9. Jaarlijkse neerslag (1 april - 31 maart) te Borgerswold.

jaar	neerslag (mm)
1991/1992	771
1992/1993	676
1993/1994	1085
1994/1995	1038

Weersgegevens

Vanwege het uitgangspunt dat een voorjaarsbemonstering van grondwater een beeld op moet leveren over het neerslagoverschot van de afgelopen winter, is het goed om de hoeveelheid neerslag van de beschouwde jaren te bekijken. Het uitgangspunt geldt immers voor een gemiddeld jaar en een gemiddeld jaar komt in de praktijk niet voor. In tabel 9 is de totale neerslag voor de perioden van 1 april tot 1 april (hydrologisch jaar) vanaf 1991/1992 gegeven.

De neerslagwaarnemingen zijn uitgevoerd op het proefbedrijf zelf. Gemiddeld valt er in Veendam in een jaar 737mm neerslag en daarmee vergeleken is het eerste meetjaar (1991/1992) dus het meest 'gemiddeld'. Voor-al de grote hoeveelheden neerslag in 1993/1994 en 1994/1995 zullen tot een groot overschot hebben geleid en tot verdunning. Dat betekent dat we verwachten dat de gemeten nitraatconcentraties in die jaren laag zullen zijn.

Meetresultaten

Tabel 10 geeft de gemeten voorjaarsconcentraties per perceel per jaar. Opvallend is dat de concentraties in 1994 en 1995 inderdaad duidelijk lager zijn dan in de eraan voorafgaande jaren als gevolg van de verdunning door de grote hoeveelheid neerslag.

De gemiddelden zijn in tabel 10 per perceel en per jaar gegeven, maar het was de bedoeling om een vergelijking te maken tussen gangbare en geïntegreerde teelt. De gemiddelde concentratie over alle jaren is voor systeem 2 22,0 mg/l nitraat-N en voor systeem 3 15,2 mg/l nitraat-N.

Evenmin als de verschillen tussen percelen is dit verschil significant, maar er lijkt sprake van een verminderde nitraatuitspoeling bij het geïntegreerde systeem. Mede vanwege de verschillende gewasrotaties zijn de resultaten per perceel eigenlijk niet goed vergelijkbaar. In tabel 11 zijn daarom de gemiddelde con-

Tabel 10. Gemiddelde nitraat-N concentraties per perceel per jaar.

perceel (systeem 2/systeem 3))	gemiddelde nitraat-N concentratie (mg/l)				
	1992	1993	1994	1995	gemiddeld*
3 (systeem 2)	45,2	29,0	7,0	7,8	22,3
4 (systeem 3)	9,8	25,1	12,9	9,0	14,2
7 (systeem 3)	13,8	6,4	16,2	8,6	11,3
10 (systeem 2)	40,6	22,6	22,7	20,3	26,6
13 (systeem 2)	24,5	26,8	7,1	12,6	17,8
15 (systeem 3)	24,4	34,2	3,2	3,7	16,4
17 (systeem 3)	34,7	22,5	5,4	12,1	18,7
18 (systeem 2)	46,2	20,3	13,9	5,0	21,4

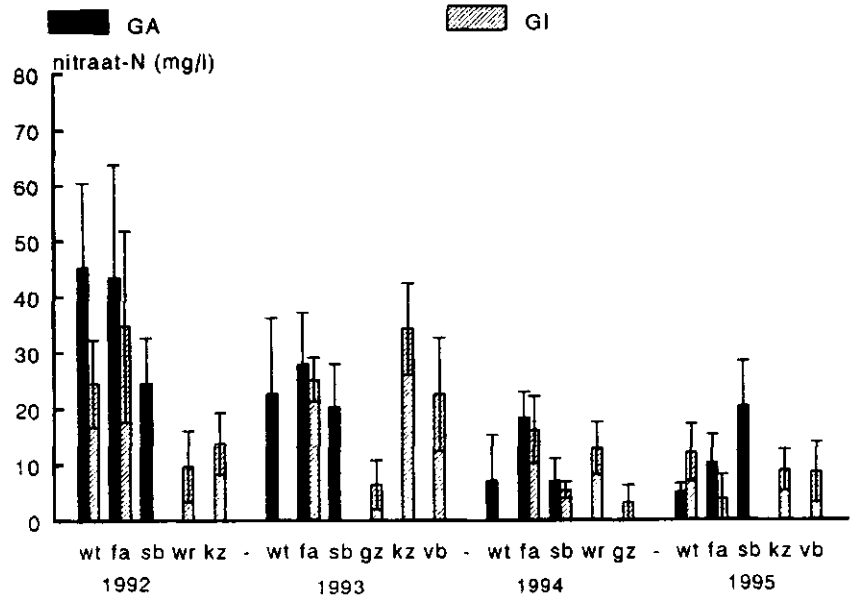
*lsd = 19,3

Tabel 11. Gemiddelde nitraat-N concentraties (mg/l) van het bovenste grondwater in het voorjaar per geteeld gewas.

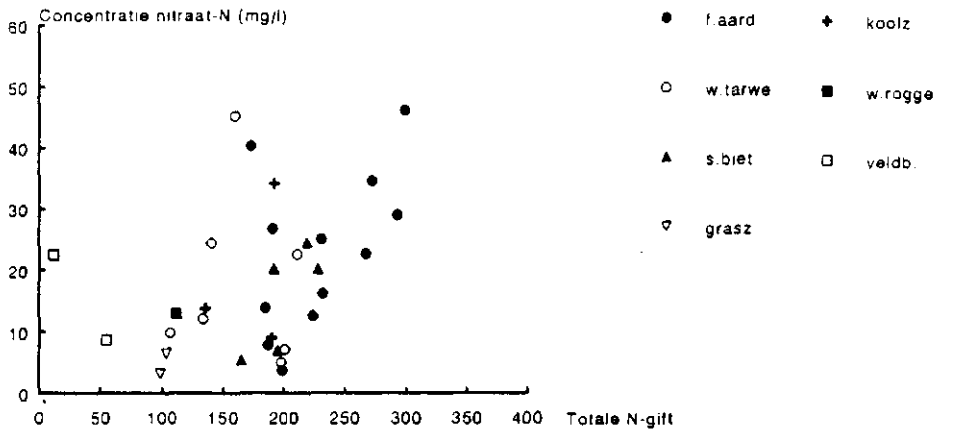
gewas	systeem 2	systeem 3
wintertarwe	20,0	18,3
aardappel	25,0	19,9
suikerbiet	18,0	5,4
winterrogge	-	11,4
graszaad	-	4,8
koolzaad	-	19,0
veldboon	-	15,6
gemiddeld	21,0	13,5

centraties weergegeven voor de in het groeiseizoen ervoor geteelde gewassen. Opnieuw blijkt dat bij systeem 3 de concentraties lager zijn dan bij systeem 2, maar tevens blijkt het belang van de extra gewassen die bij het geïntegreerde systeem in de rotatie zijn opgenomen. De milieunorm voor het grondwater van 11,3 mg/l nitraat-N werd niet overschreden bij de geïntegreerde teelt van graszaad en suikerbiet.

De waarde voor suikerbiet bij systeem 3 is slechts gebaseerd op één waarneming, zoals ook is te zien in figuur 11. Gemiddeld liggen de concentraties bij winterrogge op de normwaarde. Bij gangbare teelt zijn de nitraatconcentraties gemiddeld bijna twee keer zo hoog als de norm en bij geïntegreerde teelt nog slechts 1,2 keer zo hoog.



Figuur 11. Nitraat-N concentraties (gemiddelde en standaardafwijking) in het grondwater in het voorjaar van 1992, 1993, 1994 en 1995 per gewas (wt= wintertarwe, fa= fabrieksaardappel, sb= suikerbiet, wr= winterrogge, gz= graszaad, kz= koolzaad, vb= veldboon).

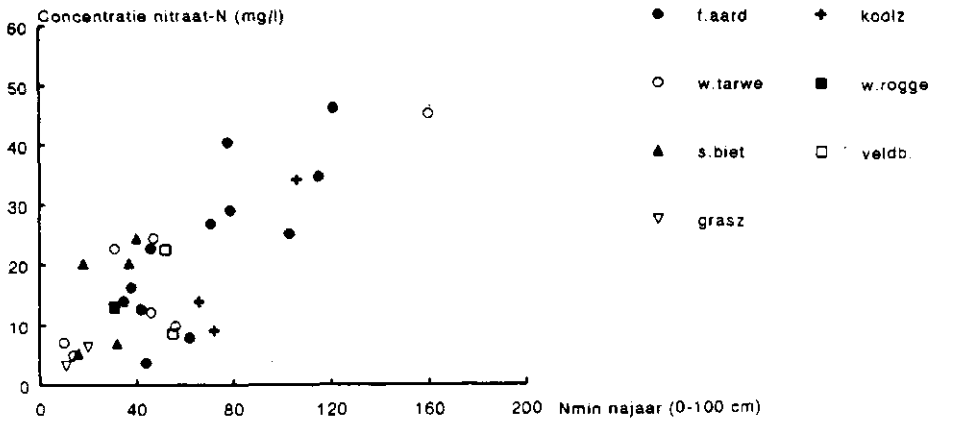


Figuur 12. Nitraat-N concentraties als functie van de totale N-gift.

Figuur 11 geeft de resultaten per gewas per jaar en eveneens is de standaardafwijking gegeven. Hieruit blijkt hoe groot die spreiding kan zijn en hoe de effecten kunnen verschillen tussen de jaren. Voor graszaad (1993 en 1994) en meestal voor koolzaad (1992 en 1995) zijn de concentraties relatief laag. In 1992 geldt voor de vergelijkbare gewassen wintertarwe en fabrieksaardappel dat de concentraties bij geïntegreerde teelt lager zijn dan bij gangbare teelt. In andere jaren is dat niet of niet steeds het geval en veelal zijn de verschillen niet significant, zoals te zien is aan de gepresenteerde standaardafwijking.

Figuur 12 laat zien dat er min of meer een relatie is tussen nitraat-N concentratie in het voorjaar en de bemesting van het gewas in het voorafgaande jaar. De tendens in de figuur is dat de concentraties toenemen met de N-gift, maar een eenduidige relatie is het niet. De hoogste concentraties zijn ook niet gemeten bij de hoogste mestgiften. Dit geldt evenzeer per gewas als voor het totaal van alle gewassen.

De relatie die figuur 13 te zien geeft tussen de concentraties en de hoeveelheid Nmin in



Figuur 13. Nitraat-N concentraties als functie van de hoeveelheid N-min in de bodem in het najaar.

Conclusie:

1. *De gemeten nitraatconcentraties in het grondwater voor proefbedrijf Borgerswold geven aan dat de concentraties onder percelen met geïntegreerde teelt gemiddeld lager zijn dan onder percelen met gangbare teelt. Bij gangbare teelt waren de concentraties ongeveer twee keer hoger dan de norm voor grondwater (11,3 mg/l nitraat-N) en slechts 1,2 keer hoger onder geïntegreerde bedrijfsvoering.*
2. *De nitraatconcentratie in het voorjaar vertoont een relatie met het Nmin-gehalte in het najaar dat eraan voorafgaat. Hoe lager de Nmin-gehalten, des te onduidelijker wordt de relatie en op basis van de metingen is niet te zeggen welk Nmin-gehalte zal leiden tot een nitraatconcentratie waarmee aan de norm voor grondwater wordt voldaan. De veel gehanteerde hoeveelheden Nmin van 70 of 45 kg per ha zijn hiervoor zeker niet bruikbaar.*

het voorafgaande najaar (november) is daarentegen een stuk duidelijker. Tegelijkertijd is het echter wel weer te zien dat een hoeveelheid Nmin van 70 kg/ha of van 45 kg/ha geen garantie is voor het bereiken van een concentratie beneden de grondwaternorm van 11,3 mg/l nitraat-N.

Modelberekeningen

Met de simulatiemodellen (SWATRE-ANIMO) is voor de jaren 1991-1993 een aantal varianten doorgerekend om het mogelijke effect op de nitraatuitspoeling naar het grondwater van verschillende maatregelen te bepalen. De varianten leverden onderstaande resultaten op.
Toediening van alle stikstof in de vorm van kunstmest leverde gemiddeld genomen geen reductie op van nitraatuitspoeling. Dat komt omdat het soms gunstig is als de N verdeeld over het seizoen vrijkomt, zoals bij dierlijke mest, en niet onmiddellijk uitspoelbaar is als gevolg van een regenbui kort na bemesting, maar soms is het gunstig om de lagere totale N-gift (werkzame N) via kunstmest te geven. Nauwkeurig hanteren van geadviseerde mestgiften is wel belangrijk om de uitspoeling te reduceren.

Het inpassen van zwarte braak op de plek van veldboon leidde zoals verwacht tot een forse toename van de uitspoeling, omdat er tijdens het groeiseizoen geen stikstof werd opgenomen, terwijl wel mineralisatie optreedt.
Er werd bevestigd dat het telen van groenbemesters een goede maatregel is om de uitspoeling te beperken. Zonder groenbemester kon de berekende N-uitspoeling toenemen met maximaal 150 %. Als vervanging van opslag van winterrogge kan Italiaans raaigras na die teelt de nitraatuitspoeling eventueel reduceren, maar na de teelt van graszaad is het beter om het graszaadopslag te laten staan. Tenslotte zou volgens de berekeningen de nitraatuitspoeling 20% lager kunnen zijn na de teelt van een groenbemester wanneer deze niet bemest wordt.

POPULATIEDYNAMICA VAN ONKRUIDEN

R.W.M. Groeneveld en dr. L.A.P. Lotz, DLO-instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek

Inleiding

Om de effectiviteit van de inspanning in onkruidbestrijding in de drie bedrijfssystemen te beoordelen, is het niet alleen van belang een overzicht te verkrijgen van de toegepaste chemische en mechanische onkruidbestrijding, maar ook te weten hoe de ontwikkeling is van de onkruidpopulaties (over meerdere jaren). Doel van dit onderzoek is aan te geven wat op de Noordoostelijke dalgronden, bij overgang van gangbare naar geïntegreerde bedrijfsvoering, effecten zijn op onkruidpopulaties en óf door toename van deze populaties problemen kunnen ontstaan in de bedrijfsvoering.

Uit voorgaand onderzoek bleek dat melganzevoet, muur en perzikkruid de meest voorkomende eenjarige onkruidsoorten zijn op Borgerswold. Het meerjarige onkruid kweek komt veelvuldig voor in de perceelssafscheidingen. Door mechanische onkruidbestrijding kan kweek vooral op het geïntegreerd bedrijf versleept worden en zo verspreid worden over de percelen.

Geprobeerd werd de volgende vragen te beantwoorden:

1. Zijn er verschillen tussen de bedrijfssystemen, over meerdere jaren gemeten, in dichtheden en soortenspectrum van onkruiden?
2. Zijn er trends in de resultaten die er op wijzen dat bepaalde gewassen leiden tot een verhoogde dichtheid van onkruiden in een bepaald systeem?
3. Zijn er tussen de bedrijfssystemen verschillen in de wijze waarop kweek een verspreiding heeft binnen een perceel?

Methode

Om gericht op grond van tellingen uitspraken te kunnen doen over verschillen in populatiedynamica van onkruiden tussen bedrijfssystemen is het van belang rekening te houden met ruimtelijke variatie in onkruiden. Onkruiden komen vaak pleksgewijs voor waardoor aantal, grootte en plaatsing van vlakken waar tellingen gedaan worden de resultaten zeer kunnen beïnvloeden. Ook is het tijdstip van waarnemen van belang. Dichtheden van onkruiden zullen in het algemeen sterk verschillen vlak voor en vlak na een bestrijding. Om deze redenen werden de onkruiddichtheden elk jaar op hetzelfde moment in het seizoen bepaald en werden de tellingen verricht in een vast ruimtelijk patroon. In de eerste fase van het Borgerswold-project werd daartoe een methode ontwikkeld die geschikt bleek te zijn voor dit type onderzoek (Lotz en Groeneveld, 1995).

De tellingen werden per perceel in 30 permanent kwadraten verricht die gelegen zijn in een vast patroon binnen een perceel. Deze meetpunten liggen in rijen op respectievelijk 2, 5, 10, 15, en 25 meter vanaf een perceelsscheiding. Per rij liggen 6 meetpunten van 0,5 m x 0,5 m op 40 meter van elkaar op zeer ruime afstand van de kopakkers. Op de 30 vaste meetpunten werden 14 dagen na de

Tabel 12. Gemiddeld aantallen éénjarige onkruiden (gesommeerd over soorten) per m^2 in systeem 2 en systeem 3. Per jaar is het teken van verschil (gemiddelde van systeem 3 - gemiddelde van systeem 2) voor elk perceel aangegeven.

perceel			1991			1992			1993			1994			1995		
sys-teem 2	sys-teem 3	gewas in 1991	sys-teem 2	sys-teem 3		sys-teem 2	sys-teem 3		sys-teem 2	sys-teem 3		sys-teem 2	sys-teem 3		sys-teem 2	sys-teem 3	
2	5	graszaad	12,4	11,6	-	11,2	20,8	+	23,6	36,4	+	30,8	77,2	+	33,6	40,7	+
20	17	aardappel	0,8	14,4	+	14,7	28,9	+	19,9	7,7	-	30,8	20,8	-	23,8	27,6	+
11	14	veldboon	22,6	56,4	+	4,9	6,8	+	33,7	44,8	+	19,6	43,9	+	6,0	54,8	+
8	6	suikerbiet	14,0	33,6	+	23,9	14,3	-	22,9	9,4	-	7,5	30,0	+	8,8	34,2	+
1	4	winterrogge	8,5	8,6	+	5,9	18,4	+	6,7	35,1	+	10,4	45,0	+	11,5	3,6	-
19	16	aardappel	2,0	7,1	+	5,1	11,1	+	8,1	30,5	+	5,7	3,2	-	12,9	13,5	+
12	15	sbiet/wtarwe	12,7	8,8	-	13,7	31,9	+	15,2	17,1	+	4,8	28,5	+	5,8	20,8	+
9	7	wtarwe/koolz	12,7	29,2	+	66,7	62,0	-	16,4	22,1	+	19,6	32,1	+	2,0	9,7	+

laatste chemische/mechanische behandeling, meestal eind juni, bepaald hoeveel eenjarige onkruidplanten aanwezig zijn. Over de jaren werden dichtheden van deze onkruiden dus vergeleken op eenzelfde tijdstip in de levenscyclus van de onkruiden, namelijk wanneer alle maatregelingen van onkruidbestrijding uitgevoerd zijn. Juist de dan nog aanwezige onkruiden kunnen concurreren met het gewas en mogelijk zaden vormen voor volgende generaties onkruiden. De tellingen in koolzaad werden echter verricht in de stoppel, aangezien eind juni dit gewas moeilijk toegankelijk was.

Verspreiding van kweekgras werd op een andere manier onderzocht. In februari of maart werd op 24 monsterplaatsen per perceel bepaald of er wel of geen kweek aanwezig was. Deze monsterplekken corresponderen met 24 vaste plekken van de bovengenoemde 30 (de monsterplekken op 25 meter vanaf een perceelsscheiding werden hier buiten gelaten). Per plek werd een bodemvolume van 0,5 m x 0,5 m (laag 0-0,25 m) bemonsterd. De laatste telling, die in februari 1996 had moeten plaatsvinden, is door omstandigheden in december 1995 uitgevoerd.

Aangezien het bedrijfssystemen-onderzoek te Borgerswold geen herhalingen kent, werden de resultaten geanalyseerd met non-parametrisch statistiek (tekentoets).

Resultaten

Eenjarige onkruiden

Resultaten ten aanzien van verschillen tussen de twee systemen met een 8-jarige rotatie geven het volgende beeld. Paarsgewijze vergelijking van het gemiddeld aantal onkruiden per m^2 per gewas toont een tendens van een hogere dichtheid van onkruiden op systeem 3 percelen dan op systeem 2 percelen (tabel 12). In 1995 bleek deze tendens uitgegroeid tot een significant verschil (tekentoets: 1 min tegen 7 plus, $P<0,05$).

Om antwoord te kunnen geven op de vraag of er bepaalde gewassen zijn die tot de hogere onkruiddichtheden in systeem 3 leiden, zijn de resultaten van de tellingen van tabel 12 in tabel 13 weergegeven per gewas. Als er zulke gewassen zijn, dan mag men verwachten dat in deze gewassen in alle vijf de jaren de dichtheid hoger is in systeem 3 dan in sys-

Tabel 13. Het teken van het verschil in gemiddelde dichtheid van onkruiden in systeem 2 en systeem 3 weergegeven per gewas.

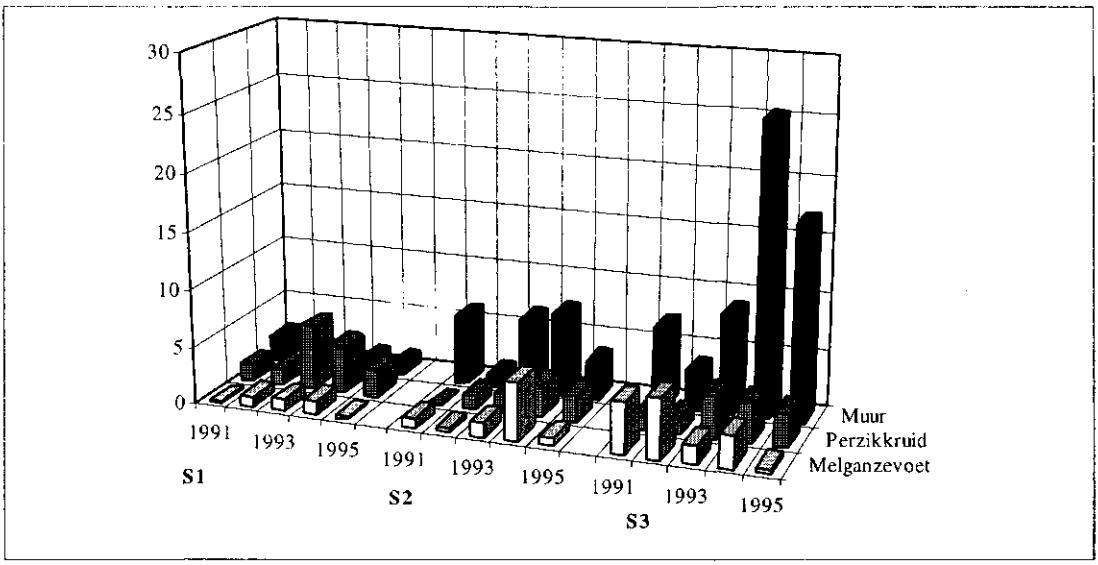
	1991	1992	1993	1994	1995
graszaad	-	-	+	-	-
aardappel	+	+	+	+	+
veldboon	+	+	+	+	+
suikerbiet	+	+	-	+	+
winterrogge	+	-	+	-	+
aardappel	+	+	-	+	+
suikerbiet/wintertarwe	-	+	+	+	+
wintertarwe/koolzaad	+	+	+	+	+

teem 2. Dit blijkt alleen in één van de twee aardappelgewassen, in veldboon en in wintertarwe het geval te zijn (tabel 13).
De verschillen in de andere gewassen zijn echter niet groot (4 van de 5 jaar een +). Het is dus niet zo dat de toename in slechts een enkel gewas tot uiting komt. In graszaad is in de meeste jaren de dichtheid van eenjarige onkruiden hoger in systeem 2 dan in systeem 3. Nadere analyse laat echter zien dat de absolute verschillen in onkruiddichtheden tussen beide systemen in dit gewas zeer gering zijn en mede beïnvloed worden door graanopslag.

In tabel 14 is het totaal aantal eenjarige onkruiden in aardappel, suikerbiet en wintertarwe als gemiddelde gegeven over de 5 jaar. Deze drie gewassen komen in elk bedrijfssysteem voor. De onkruiddichtheid is in systeem 1 in elk van deze gewassen het laagst, terwijl deze weer het hoogst is in systeem 3. Binnen elk bedrijfssysteem zijn er weinig verschillen in onkruiddichtheid tussen deze drie gewassen.
Figuur 14 geeft dichtheden van eenjarige onkruidsoorten die het meest voorkomen op Borgerswold in de gewassen aardappel, suikerbiet en wintertarwe. Voor muur, en in iets mindere mate voor melganzevoet, blijken de dichtheden het laagst te zijn in systeem 1 en het hoogst in systeem 3. Dit verschil werd gedurende de jaren steeds duidelijker voor muur. Dit resultaat werd niet gevonden voor perzikkruid. Figuur 14 suggereert zelfs dat de dichtheden van perzikkruid structureel hoger zijn in systeem 1 dan in systeem 2.
Hoewel tabel 14 toont dat er weinig verschillen in totale dichtheden van eenjarige onkruiden zijn tussen de gewassen binnen een bedrijfssysteem, zijn deze dichtheden voor een onkruidsoort als windhalm tussen bepaalde gewassen wél verschillend (tabel 15). In gewassen die in het najaar gezaaid worden, zoals wintertarwe, graszaad en winterrogge, zijn de dichtheden van dit onkruid beduidend

Tabel 14. Aantallen van eenjarige onkruiden per m^2 in aardappel, suikerbieten en wintertarwe, gemiddelden in 1991-1995.

gewas	systeem 1	systeem 2	systeem 3
aardappel	7	12	21
suikerbiet	4	11	27
wintertarwe	8	11	25



Figuur 14. Gemiddelde dichtheden van melganzevoet, perzikkruid en muur in wintertarwe, aardappel en suikerbiet in de systemen systeem 1, systeem 2 en systeem 3.

hoger dan in gewassen die in het voorjaar worden gezaaid. Windhalm kiemt in de herfst en in het vroege voorjaar. Zaaibedbereiding in het voorjaar vormt kennelijk een goede bestrijding van deze soort. Hierbij moet opgemerkt worden dat de dichtheden van windhalm in winterkoolzaad (nota bene: bepaald in de stoppel) zeer gering bleken te zijn. Mogelijk kan dit verklaard worden door een sterke concurrentie van het gewas.

Of onkruiden in een gewas concurrentieschade veroorzaken hangt in belangrijke mate af van het tijdstip van opkomst van het onkruid ten opzichte van het gewas. In suikerbieten zijn in de jaren 1993 tot 1995 de tellingen van éénjarige onkruiden ook 30 dagen na opkomst en vlak voor de oogst verricht (tabel 16). Op grond van onderzoek met een gevalideerd simulatiemodel voor concurrentie tussen suikerbiet en onkruiden werd de hypothese opgesteld dat tot 30 dagen na gewasopkomst onkruiden als melganzevoet in suikerbiet in elk geval bestreden moeten worden om geen opbrengstverliezen te krijgen (Lotz en anderen, 1993). Tabel 5 laat zien dat al op

Tabel 15. Gemiddeld aantal windhalmplanten per m^2 in diverse gewassen in de periode 1991 - 1995.

gewas	systeem 1	systeem 2	systeem 3
suikerbiet	0,06	0,03	0,01
aardappel	0,02	0,05	0
wintertarwe	1,36	2,10	0,08
graszaad		3,56	1,64
veldboon		0	0,02
winterrogge		1,90	1,78

Tabel 16. Aantal eenjarige onkruiden per m^2 in suikerbieten op drie momenten in het gewasseizoen. Gemiddelden zijn gegeven voor elk bedrijfssysteem.

	1993			1994			1995		
	sys-teem 1	sys-teem 2	sys-teem 3	sys-teem 1	sys-teem 2	sys-teem 3	sys-teem 1	sys-teem 2	sys-teem 3
30 dagen na opkomst	2	23,6	22,3	1,5	54,4	79,3	12,5	14,5	50,9
begin juli	3,8	13,3	7,6	0,8	18,4	78,4	2,4	4,0	9,7
vlak voor oogst	2,4	15,1	16,9	2,4	26,2	53,5	23,3	35,4	81,2

30 dagen na opkomst van de suikerbieten er verschillen tussen de bedrijfssystemen in onkruiddichtheden zijn en dat deze verschillen in elk geval in 1993 en 1994 gedurende het seizoen tamelijk consistent zijn.

Dit houdt in dat er opbrengstdervingen te verwachten zijn als de dichtheden van onkruiden in de toekomst verder stijgen.

Tabel 17 geeft voor de meest voorkomende onkruidsoorten een indruk van hoeveel planten tot zaadproductie komen vlak voor de suikerbietenoogst. Wederom blijken deze aantallen het laagst in systeem 1 en het hoogst in systeem 3 te zijn. Met name in 1994 konden in suikerbieten relatief veel onkruidplanten tot zaadproductie komen.

Kweek

Aanwezigheid van het meerjarige onkruidkweek is sterk afhankelijk van de perceelsafscheiding. Op percelen waar de afscheidingen niet bestaan uit een berm met een sloot of een pad, zijn er beduidend minder plekken waar kweek voorkomt dan op percelen waar wél zulke perceelsafscheidingen zijn. Tevens is gebleken dat een sloot uitgraven of verplaatsen een sterk stimulerend effect kan hebben op de verspreiding. Dit gebeurde respectievelijk op perceel 18 (systeem 1) in 1989 en op perceel 20 (systeem 2) in 1990. Gedurende de teljaren 1991-1995 waren deze effecten op de aanwezigheid van kweek nog aantoonbaar.

Op dezelfde wijze als voor de eenjarige onkruiden (tabel 12) werd geanalyseerd of er

Tabel 17. Aantallen per m2 van planten die zaden produceren van de meest voorkomende onkruidsoorten. De dichtheden werden bepaald in suikerbieten vlak voor oogst.

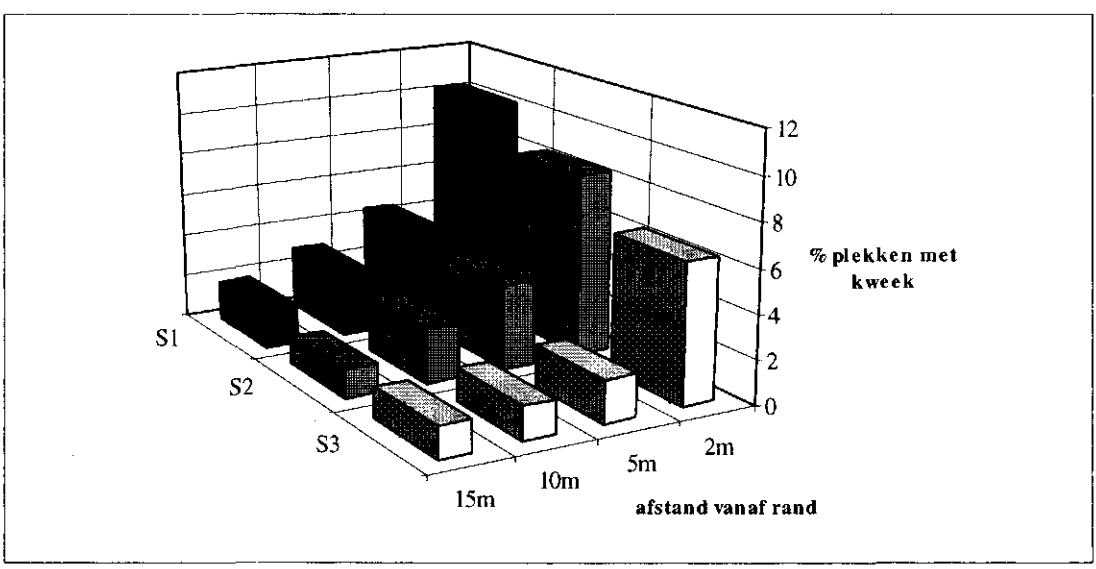
jaar	systeem	muur	perzikkruid	melganzevoet
1993	systeem 1	0	0,1	0,7
	systeem 2	3,9	0,7	0
	systeem 3	7,4	1,3	0,4
1994	systeem 1	1,1	0	0,3
	systeem 2	11,4	1,4	1,2
	systeem 3	28,1	3,2	4,4
1995	systeem 1	0,4	0	0
	systeem 2	0,1	0,1	1,0
	systeem 3	2,8	0	0,3

Tabel 18. Aantal plekken met kweek (totaal aantal plekken= 96) in de gewassen aardappel, suikerbiet en wintertarwe in de drie bedrijfssystemen.

jaar	systeem 1	systeem 2	systeem 3	totaal
1991	20	8	19	47
1992	24	13	19	48
1993	14	20	11	44
1994	12	13	10	31
1995	17	17	6	36
1995*	12	8	2	26
gemiddeld	17	13	6	

* De laatste telling werd verricht in december 1995 in plaats van in februari 1996.

verschillen zijn tussen bedrijfssystemen in aantallen plekken met kweek op een perceel. Hierin bleken geen duidelijke tendensen. Figuur 15 geeft over de jaren 1991-1995, gemiddeld over alle percelen per bedrijfssysteem, de verdeling van plekken met kweek over de verschillende afstanden tot een perceelsafscheiding. Hierbij is het aantal plekken met kweek uitgedrukt als percentage van het totaal aantal onderzochte plekken per perceel. Duidelijk blijkt dat in zowel systeem 1, systeem 2 en systeem 3 kweek het meest voorkomt dicht bij de perceelsranden en dat de verdelingen vanuit deze randen niet duidelijk verschillen tussen deze systemen. Tevens blijkt dat in deze periode kweek gemiddeld het minst voorkomt op de percelen van systeem 3 en het meest op de percelen van



Figuur 15. Ruimtelijke verdeling van kweek over de percelen. De resultaten zijn gemiddeld per bedrijfssysteem over de periode 1991-1995.

systeem 1. Tabel 18 laat zien dat dit verschil ontstaan is in de loop van de jaren. Er doet zich een ontwikkeling voor van een afname van plekken met kweek en deze afname is het sterkst in systeem 3.

Discussie

Het jaar 1991 moet in deze vergelijking van bedrijfssystemen als overgangsjaar worden beschouwd. Volledigheidshalve zijn resultaten van 1991 echter wel gegeven, omdat bij onkruiden effecten over jaren sterk doorwerken.
Uit de resultaten blijkt dat, net als in de eerste periode van het Borgerswold-onderzoek, ook in de periode 1992 - 1995 de dichtheden van eenjarige onkruiden het hoogst zijn in het bedrijfssysteem waar chemische bestrijding het geringste deel uitmaakt van het totale pakket van onkruidbestrijding. Dit is op twee manieren verklaarbaar. Ten eerste kan het systeem met het geringste aandeel chemische bestrijding betere mogelijkheden bieden aan onkruiden om tot zaadproductie te komen, waardoor geleidelijk over de jaren de zaadvoorraden in de bodem steeds meer zullen toenemen. In dat geval is er sprake van een ontwikkeling naar een structureel onkruidprobleem of naar een structureel hogere inzet ten behoeve van onkruidbestrijding. De tweede mogelijkheid is dat door een groter aandeel mechanische bestrijding kieming van onkruidzaden wordt gestimuleerd, omdat de grond hierdoor meer beroerd wordt. Indien de daaruit gevestigde onkruidplanten voldoende bestreden worden, hoeft deze tweede mogelijkheid in principe niet tot een structureel onkruidprobleem te leiden. In dat geval kan deze tweede mogelijkheid zelfs betekenen dat zaadvoorraden van onkruiden in de bodem over de jaren afnemen. De resultaten in tabel 18 suggereren dat, althans in suikerbieten, we zeer waarschijnlijk voor de eenjarige onkruiden met mogelijkheid 1 te maken hebben. In systeem 3 komen namelijk meer onkruiden tot zaadproductie. Deze hogere zaadproductie geldt vooral voor het onkruid vogelmuur. Dankzij een korte levenscyclus en het ontbreken van kiemrust van de zaden kan deze soort zich prima vermeerderen als de bestrijding onvoldoende is.

Er zijn geen duidelijke trends in de resultaten waaruit blijkt dat juist bepaalde gewassen leiden tot verhoogde onkruiddichtheden in een bepaald systeem (als antwoord op de tweede onderzoeksvraag). De situatie bij windhalm vormt hierop wellicht een uitzondering. Over alle percelen is een toename van windhalm waargenomen. Deze soort kwam in 1987 slechts sporadisch voor, maar in 1995 vrij algemeen over alle percelen. Windhalm lijkt zich vooral in wintergewassen goed te kunnen onttrekken aan bestrijdingsmaatregelen. Opvallend daarbij is dat met name in de wintertarwe van systeem 2 de dichtheden van windhalm een aantal jaren relatief hoog zijn vergeleken met die van systeem 3. Het effect van de chemische bestrijding in de wintertarwe van systeem 2 (en soms ook systeem 1) was kennelijk gering vergeleken met dat van de tot soms vijfmaal uitgevoerde mechanische bestrijding in de wintertarwe van systeem 3.
De verspreiding van kweek werd geanalyseerd niet in termen van dichtheden (aantallen scheuten per m^2) maar in aantal plekken op een perceel, omdat dat gezien de meerjarige levenscyclus relevanter is voor de bedrijfsvoering. Is kweek eenmaal op een plek gevestigd dan kan de dichtheid daar in korte tijd oplopen. Uit de tellingen blijkt dat in systeem 3 er minder plekken met kweek zijn dan in systeem 1 (tabel 18). Verhoudingsgewijs is er geen verschil tussen systeem 1 en systeem 3 wat betreft percelen die wel of niet afgescheiden worden door een sloot of berm. Juist vanuit deze randen kan kweek oprukken.
Er blijken geen duidelijke verschillen tussen de systemen te zijn in verspreiding van kweek

Conclusie:

Concluderend kan gesteld worden dat bij overgang naar systemen met een aanmerkelijk geringer gebruik van chemische onkruidbestrijding dan het huidige, er althans binnen de termijn van enige jaren, geen onoverkomelijke problemen zijn ontstaan in de bestrijding van onkruiden. Wel is voor eenjarige onkruiden een geleidelijke toename te zien ten aanzien van dichtheden van bepaalde soorten. Deze ontwikkeling dient met zorg gevolgd te worden en nagegaan moet worden hoe de effectiviteit van bestrijding van deze soorten verhoogd kan worden in een geïntegreerd systeem als systeem 3.

binnen percelen. Van te voren werd verwacht dat door meer mechanische bestrijding in systeem 3, kweek meer verspreid zou worden over het hele perceel, vergeleken met systeem 1. Deze verwachting wordt niet ondersteund door de resultaten. Zelfs kan geconcludeerd worden dat het geheel van teelt- en bestrijdingsmaatregelen in systeem 3 effectiever is in onderdrukking van kweek dan dat van systeem 1. Ook dit was van te voren niet verwacht. Toch is een relativerende opmerking hierbij op zijn plaats. Is er een bron voor verspreiding van kweek, zoals bijvoorbeeld het uitgraven van de sloten op percelen 18 en 20, dan wordt daardoor het patroon voor meerdere jaren bepaald. De proefopzet van deze bedrijfssysteemvergelijking biedt geen mogelijkheid om effecten van dergelijke (incidentele) gebeurtenissen te scheiden van totale effecten van bedrijfssystemen.

VOORTZETTING BEDRIJFSSYSTEMEN-ONDERZOEK

ir. F.G. Wijnands, PAV Lelystad

Het bedrijfssystemenonderzoek te Borgerswold werd in het teeltseizoen 1995 afgesloten. In het kader van een nieuw onderzoeksprogramma Geïntegreerde en Biologische landbouw ontstond in de loop van 1996 pas weer perspectief voor continuering van dit type werk in het Noordoostelijk zand- en dalgebied.
In samenspraak met het PAV heeft het bestuur van stichting proefboerderijen Noordoost Nederland in de zomer van 1996 een voorbereidingscommissie ingesteld om het bedrijfssystemen onderzoek in Noordoost Nederland voor te bereiden.
Dit heeft geleid tot het opzetten van een nieuw geïntegreerd systeem op de lokatie 't Kompas te Valthermond en een biologisch systeem op de locatie Kooyenburg te Rolde, met ingang van 1997.

Bij het opzetten van een geïntegreerd systeem is gebruik gemaakt van de inzichten die de evaluatie van de voorgaande periode opgeleverd heeft:

- in de meeste gevallen zal het goed mogelijk zijn een 1:3 teelt fabrieksaardappelen uit te voeren zonder enige vorm van grondontsmetting (zie hoofdstuk Simulatie varianten AM-beheersing);
- een geïntegreerde aanpak van een 1:3 bouwplan (25%biet, 8% hennep, 33% aardappel, 33% graan) is financieel, agronomisch en milieutechnisch aantrekkelijker dan een MJPG variant (hoofdstuk Resultaten op bouwplanniveau en Vergelijking scenarios per bedrijfsomvang);
- als binnen een 1:2 bouwplan de aaltjesbeheersing afdoende is met 1:4 granulaat levert dit bouwplan het beste economische resultaat op bij 45 en 70 ha, bij 100 ha is de geïntegreerde 1:3 concurrerend;
- echter bij respectievelijk meer dan 50 % en 35 % van het aardappelareaal in natte grondontsmetting bij een 45 en 70 ha bedrijf, is geïntegreerd 1:3 concurrerend;
- het bedrijfseconomische gat tussen 1:2 met 1:4 granulaat en 1:3 geïntegreerd zonder granulaat is relatief klein; 165 gulden per ha bij 45 ha en slechts 20 gulden per ha bij 70 ha;
- alle scenario's leveren negatieve bedrijfseconomische resultaten op.

Een middelgroot bedrijf (45-70 ha) heeft negatieve bedrijfsresultaten, heeft arbeid over en bevindt zich al snel in de omslagzone: de zone waar geïntegreerd 1:3 en 1:2 met 1:4

Tabel 19. Vruchtwisseling geïntegreerd systeem.

jaar	model	invulling percelen Kompas	
1	FA	1. FA	4. FA
2	SB/PREI	2. SB	5. PREI
3	WT/ZG	3. WT	6. ZG

Tabel 20. Invulling biologisch systeem.

jaar	gewas	nateelt/groenbemester	inzet dierlijke mest
1	fabrieks aardappel	(rammenas)	vaste mest na graan voorvrucht.
2.	haver	witte klaver	runderdrijfmest
3	suikerbiet		vaste mest na graan voorvrucht + runderdrijfmest
4	hennep		runderdrijfmest
5	prei / waspeen		runderdrijfmest voor prei
6	z.gerst / winterrogge	witte klaver	runderdrijfmest

granulaat concurrerend zijn. Door hennep (8%, onderdeel van het bietenblok) deels of geheel te substitueren door een akkerbouwmatige vollegrondsgroente ontstaat niet alleen weer perspectief op een positief bedrijfsresultaat bij een betere benutting van eigen arbeid, maar is tevens het geïntegreerde 1:3 bouwplan financieel duidelijk aantrekkelijker. Bovendien zijn de milieutechnische en agronomische voordelen evident. Zo ontstaat een veel beter perspectief op duurzaamheid.
Deze inzichten vormden de achtergrond van de nieuwe opzet:

Het bedrijfssystemenonderzoek richt zich in het Noordoosten:
- voor wat betreft het *geïntegreerde* systeem op de middelgrote bedrijven die op hun eigen bedrijf nog extra arbeid hebben die tot waarde kan worden gebracht door opname van vollegrondsgroenten in het bouwplan. Dat betekent dat gemikt wordt op een bedrijf met naast de traditionele gewassen aardappel, biet en graan één of enkele vollegrondsgroentengewassen. Er is gekozen voor prei.
- Het *biologische* systeem wordt aangelegd op zandgrond. Reden daarvoor is dat de biologische teelt in de regio zich voornamelijk op deze grondsoort afspeelt en we daarbij willen aansluiten.

Invulling geïntegreerd systeem

Gekozen is voor een 1:3 bouwplan als adequaat format voor een geïntegreerd systeem en de problematiek van de doelgroep bij invulling van prei als vollegrondsgroente:

Kenmerken:
- 1/3 niet dicotylen en inachtneming van gewasfrequentie >1/4 (met uitzondering van aardappel)
- volledige opslagbestrijding mogelijk in biet en prei als volgvrucht van aardappel
- eventueel bladrammenas als groenbemester in graanstoppel (substantieel deel bedrijf)
- minimaal een derde niet rooivruchten: prei laat een goede structuur achter
- potentiele verbetering bedrijfseconomisch resultaat via prei
- benutting "overschot' arbeid in de late herfst
- voldoende flexibiliteit om perceelsspecifiek de prei in te plannen rekening houdende met bodemgezondheid.

Invulling biologisch systeem

Als uitgangspunt voor een biologische rotatie wordt voor een zesjarige vruchtwisseling gekozen vanwege:

- de beheersing van waardplant specifieke (cyste)aaltjes en bodemgebonden ziekten
- de diversificatie in gewassen die:
- verschillende opties voor de beheersing van onkruid veroorzaakt (noodzakelijk);
- het risico van de biologische teeltwijze over meerdere gewassen verspreidt.

In de biologische teelt wordt N enkel uit **vlinderbloemigen en mest** beschikbaar gesteld zodat gewassen met een grote stikstofbehoefte voorafgegaan dienen te worden door een stikstofvangend / leverend gewas (vlinderbloemigen bij voorkeur in de graanstoppel aangezien dit de potentiele verliezen aanzienlijk beperkt) en een dierlijke mest gift.

Bij de inzet van dierlijke mest gaat de voorkeur uit naar vaste mest uit "diervriendelijke en medicijnarme" veehouderij, met name rundermest uit potstal (vleesvee). Om echter toch vroeg in het voorjaar een vlotte weggroei te kunnen realiseren zal een combinatie van vaste mest + een vlinderbloemige na graan + drijfmest in het voorjaar noodzakelijk zijn. Indien het gebruik van drijfmest noodzakelijk is dan genieten diervriendelijke kippenmest en rundveedrijfmest de voorkeur.

Bovenstaande eisen zijn op lichtere gronden zeer moeilijk in te vullen omdat gewasdiversificatie op gespannen voet staat met aaltjesbeheersing. Erger nog, de beperkte N-beschikbaarheid uit dierlijke mest dwingt tot het verbouwen van klavers die in bodemgezondheid-technisch opzicht een probleem zijn. Invulling van een vruchtwisseling wordt daarmee tot een uitdaging en een avontuur.

In het biologische systeem wordt, tegen de achtergrond van de regio en de aanwezige expertise, deels voor dezelfde gewassen gekozen als in het geïntegreerde systeem:

- aardappelen: er wordt gekozen voor fabrieksaardappel. De discussie over de mogelijke afzet naar AVEBE als biologisch product is nog niet afgesloten door de sector;
- bieten: in dit gebied is de biologische landbouw in opbouw. Het valt niet mee om het volledige bouwplan op de biologische markt te slijten. De suikerbiet geeft een goed inkomen en wordt ondanks het feit dat er (nog) geen meerprijs voor verkregen kan worden toch gehandhaafd. Gesprekken over biologische suikerproductie zijn recent nieuw leven ingeblazen. Bodemgezondheid-technisch is biet zeker geen slechte keuze! De biologische telers zijn zeer geïnteresseerd in de aanpak van bieten planten die in het onderzoek wordt opgenomen;
- prei: als biologische groente en als vergelijkingsgewas met de geïntegreerde opzet;
- waspeen: een interessante optie voor de biologische teelt, echter gepaard gaande met tal van kwaliteitsproblemen;
- graan: noodzakelijk en nuttig. Gekozen wordt voor haver, zomergerst en winterrogge;
- hennep: als regiospecifiek gewas dat past in een biologische aanpak en op termijn wellicht perspectief biedt als grondstof voor biologische kledingvezels.

Conclusie

De gekozen opzet biedt voldoende perspectief voor geïntegreerde en biologische systemen en betrekt naast de belangrijkste gewassen uit het Noordoosten enkele groentege-

wassen in het onderzoek. Daarnaast is het biologische systeem een geheel nieuwe uitdaging die nog veel aandacht vraagt op het terrein van beheersing van aaltjes, schimmels en onkruiden. Ook de N-voorziening is nog een vraagstuk.

LITERATUUR

Anonymus (1995a). Gewasbescherming in de akkerbouw en veehouderij 1996. DLV De Meern, 132 pp.

Anonymus (1995b). Kwantitatieve informatie voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond 1995. PAGV-publikatie nr. 75, 212 pp. Lelystad.

Anonymus (1991). Meerjaren Plan Gewasbescherming:regeringsbeslissing. SDU, Den Haag, 1991.-298 pp. (Tweede Kamer der Staten-Generaal; Vergaderjaar 1990 - 1991, 21677, nr. 3-4) p. 149 - 178.

Anonymus (1993). Besluit Regulering Grondontsmettingsmiddelen. Staatscourant 81, 28 april 1993 :12-13.

Anonymus (1997). Infoblad Mineralenaangiftesysteem, januari 1997. Projectgroep COMMA, Ede.

Boerma, J. en Y. Hofmeester (1992). Bedrijfssystemenonderzoek Borgerswold. Invulling gewijzigde voortzetting vanaf 1991. PAGV-verslag nr. 146. 53 pp. Lelystad.

Dijkstra, J.P., Y. Hofmeester, M.J.D. Hack-ten Broeke en F.G. Wijnands (1996). Stikstofemissie naar het grondwater van geïntegreerde en gangbare bedrijfssystemen in de akkerbouw op de proefboerderijen Borgerswold en Vredepeel. Simulatie van de vocht- en nitraathuishouding op de proefboerderij Borgerswold voor de jaren 1990-1993. DLO-Staring Centrum. Rapport 287.3, Wageningen.

Hack-ten Broeke, M.J.D., W.A. de Boer, J.M.J. Dekkers, W.J.M. de Groot en E.J. Jansen (1993). Stikstofemissie naar het grondwater van geïntegreerde en gangbare bedrijfssystemen in de akkerbouw op de proefboerderijen Borgerswold en Vredepeel. Resultaten van veldonderzoek op de proefboerderijen Borgerswold en Vredepeel in het voorjaar van 1991, 1992 en 1993. DLO-Staring Centrum, Rapport 287.1, Wageningen.

Hofmeester, Y., A. Bos, F.G. Wijnands, A.T. Krikke, B.J.M. Meijer (eds) (1995): Bedrijfssystemen-onderzoek Borgerswold 1986-1990. PAGV-verslag nr. 204. 212 pp. Lelystad.

Lamers, J.G. en H.E. Campmans (1993). Een nieuw adviessysteem voor de geïntegreerde bestrijding van Rhizoctonia solani in aardappelen. In IKC-Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroente 4(2): 51-59.

Lotz L.A.P., R.M.W. Groeneveld (1995). Populatiedynamica van onkruiden onder gangbare en geïntegreerde bedrijfsvoering. In: Y. Hofmeester, A. Bos, F.G. Wijnands, A.T. Krikke, B.J.M. Meijer (eds.) Bedrijfssystemen-onderzoek Borgerswold 1986-1990. pp. 163-171.

Lotz. L.A.P., R.M.W. Groeneveld en B.J. Schnieders (1993). Evaluation of the population dynamics of annual weeds to test integrated weed management at a farming system level. Landscape and Urban Planning 27, p. 185-189.

Nijboer, H. en L.P.G. Molendijk (1996). TERRA: inhoudelijke beschrijving van het prototype. PAGV, interne mededeling nr. 1277, 117 pp.

Rensch, B. (1924). Aphelenchus neglectus n.sp., eine neue parasitäre Nematodenart. Zoologische Anzeiger 59: 27-280.

Schepers, H.T.A.M. en E. Bouma (1996). Laag doseringssysteem fungiciden in wintertarwe. In: Van onderzoek naar voorlichting: Loss/rivierklei 1995: 38-42. Wijnandsrade.

Seinhorst, J.W. (1986). Effects of nematode attack on the growth and yield of crop plants. In: Lamberti, F. & Taylor, C.E. (Eds), Cyst nematodes. Plenum Press, New York:191-209.

Thissen, J. (1995). Berekening van Pf/Pi ratio's van aaltjes aantallen met behulp van GLMM's. GLW-DLO notitie THI-95-04.

Timmer, R. (1992). De teelt van zomergerst. PAGV-teelthandleiding nr. 45, 93 pp. Lelystad.

Van Beers T.G., H. Regeer en L.P.G. Molendijk (1994). Modificatie rassenkeuzetoets A.M. PAGV/HLB-verslag nr. 181, 50 pp. Lelystad.

Van Berlo, J.M. (1993). Papier uit hennep van Nederlandse grond. Eindrapportage van vier jaar henneponderzoek. 222 pp. Wageningen.

Van Dijk, J. P. M., B.E. Douma en A. L. J. Van Vliet (1996). Bedrijfsuitkomsten in de landbouw (BUL). Boekjaren 1991/92 t/m 1994/95. Periodieke rapportage 11-94/95 LEI-DLO, Den Haag, 172 pp.

Van der Werf, H.M.G. en W.C.A. van Geel (1994). Vezelhennep als papiergrondstof; teeltonderzoek 1990-1993. PAGV-verslag 177, 62 pp. Lelystad.

Veninga, G. en Js. Roosjen, (1993). De bruikbaarheid van fabrieksaardappelrassen met resistentie tegen Globodera pallida in het fabrieksaardappelgebied. Onderzoek 1993: 246-247. Assen.

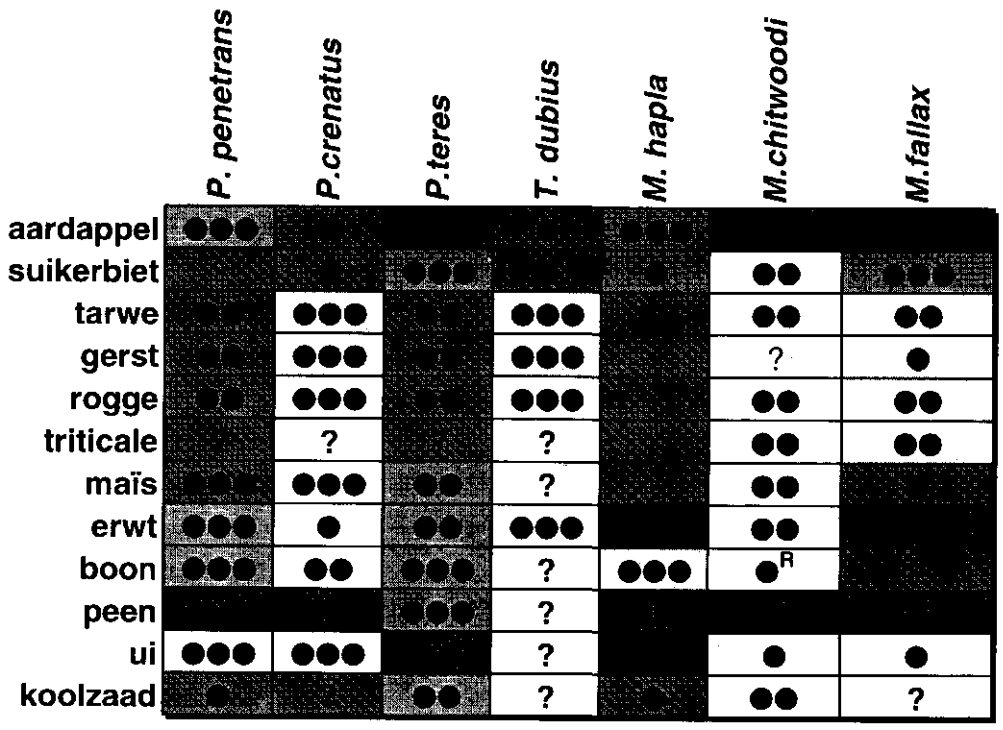
Veninga, G. en Js. Roosjen, (1991). Onderzoek naar de effekten van een rijentoepassing van granulaten bij de bestrijding van Globodera pallida II Resultaten op de zand- en dalgronden in Noordoost Nederland in 1990.HLB-rapport 913. 11 pp. Assen.

Veninga, G. en R. Velema (1995). Het effect van granulaten op nematoden in fabrieksaardappelen. Onderzoek 1995: 216-218. Odoorn.

Vereijken, P. en H.G. van der Meer (1990). Geïntegreerde benadering van het bemestingsvraagstuk. In: Geïntegreerde akkerbouw naar de praktijk. PAGV-publikatie nr. 50: 20-25

Wijnands, F. (1996). BRI geeft inzicht in vervuiling lucht, bodem en grondwater. In: Oogst 12: 42-44.

BIJLAGE 1. Schadegevoeligheid en waardplantgeschiktheid van akkerbouwgewasen voor een aantal vrijlevende aaltjessoorten



Schade:
onbekend
weinig
matig

Vermeerdering:	
-	niet
●	weinig
●●	matig
●●●	sterk
R	ras afhankelijk
?	onbekend

BIJLAGE 5. SALDOBEREKENINGEN GEWASSEN

saldo gewassen S1 per ha MJPG 1:2	fabrieksaardappel na suikerbieten	fabrieksaardappel na wintertarwe	suikerbieten	wintertarwe
kg-opbrengst	48410	46880	54710	6680
opbrengstprijs (gld/kg)	0,11	0,11	0,119	0,27
hectaretoeslag				604
bruto geldopbrengst (a)	5530	5350	6520	2410
uitgangsmateriaal	880	830	300	150
meststoffen	385	382	322	277
onkruidbestrijding	90	154	297	229
bestrijding ziekten en plagen	560	553	2	124
overige kosten	654	635	409	44
totaal toegerekende kosten (b)	2570	2550	1327	820
saldo eigen mechanisatie (a-b)	2960	2800	4885	1590
loonwerk			793	330
saldo na loonwerk	2960	2800	4092	1260

saldo gewassen S2 per ha geïntegreerd 1:4	fabrieks-aardappel na wintergerst	suiker-bieten na hennep	winter-tarwe	zomer-gerst	hennep	winter-rogge
kg-opbrengst	48540	52200	7100	5500	8000	6320
opbrengstprijs (gld/kg)	0,11	0,12	0,27	0,334	0,14	0,27
hectaretoeslag			604	604	1700	604
bruto geldopbrengst (a)	5540	6280	2520	2420	2820	2310
uitgangsmateriaal	790	300	140	120	250	100
meststoffen	306	216	173	120	206	112
onkruidbestrijding	66	370	225	71		70
bestrijding ziekten en plagen	431		124	113		20
overige kosten	700	400	43	31	32	40
totaal toegerekende kosten (b)	2290	1284	710	460	490	330
saldo eigen mechanisatie (a-b)	3250	4690	1810	1960	2330	1980
loonwerk		793	330	330	1225	330
saldo na loonwerk	3250	3897	1480	1630	1100	1650

saldo gewassen S3 per ha geïntegreerd milieu 1:4	fabrieksa ardappel na win-tergerst	fabrieksa ardappel na win-terrogge	suiker-bieten na hen-nep	winter-tarwe	zomer-gerst	hennep	winter-rogge
kg-opbrengst	42660	45240	49710	6480	5500	8000	6490
opbrengstprijs (gld/kg)	0,11	0,11	0,122	0,27	0,334	0,14	0,27
hectaretoeslag				604	604	1700	604
bruto geldopbrengst (a)	4870	5170	6050	2350	2420	2820	2360
uitgangsmateriaal	790	790	290	150	130	250	90
meststoffen	267	290	208	169	120	207	111
onkruidbestrijding	3	3	193	7			
bestrijding ziekten en plagen	385	385		107	113		
overige kosten	724	742	350	36	31	32	40
totaal toegerekende kosten (b)	2170	2210	1040	470	390	490	240
saldo eigen mechanisatie (a-b)	2700	2950	4715	1890	2030	2330	2120
loonwerk			893	330	330	1225	330
saldo na loonwerk	2700	2950	3822	1560	1700	1100	1780

saldo gewassen S4 per ha geïntegreerd 1:3	fabrieksaardappel na wintertarwe	suikerbieten na fa	wintertarwe	hennep
kg-opbrengst	48540	52200	7100	8000
opbrengstprijs (gld/kg)	0,11	0,12	0,27	0,14
hectaretoeslag			604	1700
bruto geldopbrengst (a)	5540	6280	2520	2820
uitgangsmateriaal	790	300	140	250
meststoffen	310	219	173	209
onkruidbestrijding	66	338	225	
bestrijding ziekten en plagen	431		124	
overige kosten	700	400	43	32
totaal toegerekende kosten (b)	2300	1255	710	490
saldo eigen mechanisatie (a-b)	3250	4798	1810	2330
loonwerk		793	330	1225
saldo na loonwerk	3250	4005	1480	1100

saldo gewassen S5 per ha MJPG 1:3	fabrieksaardappel na wintertarwe	suikerbieten	wintertarwe	hennep
kg-opbrengst	47640	54710	6680	8000
opbrengstprijs (gld/kg)	0,11	0,119	0,27	0,14
hectaretoeslag			604	1700
bruto geldopbrengst (a)	5440	6520	2410	2820
uitgangsmateriaal	830	300	150	250
meststoffen	327	279	249	222
onkruidbestrijding	128	297	229	
bestrijding ziekten en plagen	560	2	124	
overige kosten	641	409	44	32
totaal toegerekende kosten (b)	2480	1285	790	510
saldo eigen mechanisatie (a-b)	2960	5006	1620	2310
loonwerk		793	330	1225
saldo na loonwerk		4213	1290	1090

Nog verkrijgbare PAV-uitgaven [1]

Verslagen

228. Effecten intensieve bouwplannen op lichte zavelgronden in de Noordoostpolder (WG 140). A. Rops, december 1996 ..... *f* 15,-
227. Verbetering van de opbrengst en trekrijpheid van roodlofwortels. Ing. C.A.Ph. van Wijk en P. Bleeker, december 1996 ..... *f* 15,-
226. Effecten van grondbewerking en organische stof op de structuur van de bouwvoor. Ing. V.P.H.M. de Kok en ing. J. Alblas, december 1996 ..... *f* 15,-
225. De gebruikswaarde van GFT-compost voor de akkerbouw en de groenteteelt in de volle grond. Ing. V.P.H.M. de Kok, december 1996 ..... *f* 15,-
224. Meerjarig rendement van beregenen op noordelijke zand- en dalgronden. Ir. W.A. Dekkers M.Sc. en ir. J. Smid, december 1996 ..... *f* 15,-
223. Bedrijfssystemen-onderzoek Meterik; evaluatie 1991-1993. Ing. B.M.A. Kroonen-Backbier, M.H.J.P. van der Burgt en ing. M. van der Ham, december 1996 ..... *f* 20,-
222. Cichorei. Verslag van vier jaar teeltonderzoek. Ir. C.E. Westerdijk, oktober 1996 ..... *f* 15,-
221. Natmaken, drogen en helen van peen en witlofwortels. Ing. J.A. Schoneveld en ing. H.P. Versluis, oktober 1996 ..... *f* 15,-
220. Toepassing van het stikstofbijmestsysteem in zaaiuien. Ir. C.L.M. de Visser, oktober 1996 ..... *f* 15,-
219. Teeltonderzoek wortelgewaskruiden Angelica, levisticum en valeriaan 1987-1993. Ing. H.J. van der Mheen, oktober 1996 ..... *f* 15,-
218. Teeltonderzoek *Digitalis lanata* 1987-1994. Ing. H.J. van der Mheen, oktober 1996 ..... *f* 15,-
217. Effecten van maïs-gras vruchtwisseling. Ir. W. van Dijk, oktober 1996 ..... *f* 15,-
216. Stikstofbemesting en nutriëntenopname van broccoli. Dr. ir. A.P. Everaarts, C.P. de Moel en dr. ir. P. de Willigen, oktober 1996 ..... *f* 15,-
215. Invloed van N-rijenbemesting op drogestofproductie en N-benutting bij snijmaïs. Ir. W. van Dijk, juli 1996 ..... *f* 15,-
214. Effect van rijenafstand, plantdichtheid en stikstofbemesting op de opbrengst, kwaliteit en gevoeligheid voor *Botrytis cinerea* bij stamslaboon (*Phaseolus vulgaris*). Ing. J.J. Neuvel, ing. H.P. Versluis en ir. K.J. Osinga, september 1996 ..... *f* 15,-
213. BEA, LP-model en Orspel; een beschrijving en vergelijking van hulpmiddelen in het bedrijfseconomische onderzoek. Ir. J. Smid, drs. A.T. Krikke en ir. H.B. Schoorlemmer, maart 1996 ..... *f* 15,-
212. Effecten van bodembedekking op de opbrengst en kwaliteit van groentegewassen. J.T.K. Poll en ing. C.G.M. Geven, september 1996 ..... *f* 15,-
211. Optimalisatie van erosieremmende teeltsystemen van maïs en suikerbieten op lössgrond. Ing. P.M.T.M. Geelen, drs. F.J.P.M. Kwaad, drs. E.J. van Mulligen, drs. A.G. Wansink, drs. M. van der Zijp en ir. W. van den Berg, mei 1996 ..... *f* 15,-
210. Optimalizering van de biologisch-dynamische en ecologische pootgoedteelt; eindrapport over de onderzoeksjaren 1992 tot en met 1995. Ir. M. Hospers,

[1] Een volledig overzicht van de PAV-uitgaven wordt u op aanvraag graag toegezonden.

februari 1996 ..... f 15,-

209. Bedrijfssystemen-onderzoek vollegrondsgroente/bloembollen, proeftuin Zwaagdijk; evaluatie 1991-1993. Ing. M.H. Zwart-Roodzant, F.C.G. Kreuk en ing. M. van der Ham, februari 1996 ..... f 20,-

208. Perspectieven voor korrelmaïs als zetmeelbron voor het noordelijke veenkoloniale-/ en zandgebied. Ir. W. van Dijk, dr. A.C. van Swaaij, ing. K.H. Wijnholds en ing. G. Veninga, januari 1996 ..... f 15,-

207. Waarnemingsmethoden voor bepaling van verschillen in onvolledige resistentie bij vollegrondsgroenterassen. Ir. J. Hoek, ing. I.P.M. Commandeur, ir. W. Sukkel en ing. H.J. Hylkema, november 1995 ..... f 15,-

206. Vruchtwisselingsproef AGM 600 proefboerderij A.G. Mulderhoeve Emmercompascuum 1981-1989. Ing. K.H. Wijnholds en ir. W. van den Berg, november 1995 ..... f 20,-

205. Aanbod en opname van stikstof bij hoge produktieniveaus van wintertarwe op klei- en zavelgrond. Dr. ir. A. Darwinkel, oktober 1995 ..... f 15,-

204. Bedrijfssystemen-onderzoek Borgerswold 1986-1990. Ir. Y. Hofmeester, ing. A. Bos ir. F.G. Wijnands, drs. A.T. Krikke en drs. ing. B.J.M. Meijer, augustus 1995 ..... f 25,-

203. Resultaten van onderzoek naar geïntegreerde bestrijding van onkruiden in zaaiuien. Ir. C.L.M. de Visser en ing. L. Hoekstra, juli 1995 ..... f 15,-

202. Stikstofbemesting en nutriëntenopname van witte kool. Dr. ir. A.P. Everaarts, augustus 1995 ..... f 15,-

201. Effecten van wintergewassen op verliezen en benutting van stikstof bij de teelt van snijmaïs. Ir. W. van Dijk, ir. J.J. Schröder, L. ten Holte en ing. W.J.H. de Groot, augustus 1995 ..... f 15,-

200. Interactie tussen rassen en proefplaatsen bij witlof. Ing. A.R. Biesheuvel en ir. G. van Kruistum, juni 1995 ..... f 15,-

199. Ontwikkeling van een gewasgroeimodel voor peen op basis van SUCROS 87. Ir. C.L.M. de Visser, ing. J.A. Schoneveld en ing. M.H. Zwart-Roodzant, juni 1995 ..... f 20,-

198. Stikstofbemesting en nutriëntenopname van bloemkool. Dr. ir. A.P. Everaarts en C.P. de Moel, maart 1995 ..... f 15,-

197. Toediening dierlijke mest op löss, dal- en lichte zavelgrond. Ing. S. Postma, maart 1995 ..... f 20,-

196. Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw; beknopt overzicht technische en economische resultaten. Ir. F.G. Wijnands, ing. P. van Asperen, ing. G.J.M. van Dongen, ing. S.R.M. Janssens, ir. J.J. Schröder en ing. K.B. van Bon, maart 1995 ..... f 20,-

195. Inventarisatie naar de mogelijkheden van een waarschuwingssysteem voor *Phytophthora infestans* in aardappelen. Dr. ir. H.T.A.M. Schepers, ing. E. Bouma, ir. C. Bus en ir. W.A. Dekkers, maart 1995 ..... f 15,-

194. Beheersing van lage-temperatuurbederf bij witlof. Ir. G. van Kruistum, ing. A.R. Biesheuvel, ir. R.C.F.M. van den Broek, ing. P.M.T.M. Geelen en ing. J.G.M. Jeurissen, maart 1995 ..... f 15,-

193. Het forceren van asperges in een geconditioneerde ruimte. J.T.K. Poll, ir. W. van den Berg en ir. C.F.G. Kramer, maart 1995 ..... f 15,-

192. Optimalisering van de N-voeding van zetmeelaardappelen. Ir. C.D. van Loon, ing. K.H. Wijnholds en ir. A.H.M.C. Baltissen, maart 1995 ..... f 15,-

191. De invloed van plantveredeling, zaaitijdstip en koude-tolerantie op de stikstofbenutting door maïs tijdens de jeugdgroei. Ing. D.A. van der Schans, ir. W. van Dijk en dr. ir. O. Dolstra, juni 1995 ..... f 15,-

190. Teelt van crambe. Ing. N. van Dijk en ir. G.E.L. Borm, april 1995 ..... f 15,-
189. Maatregelen tegen verbruiningsziekte ter vergroting van de opbrengstzekerheid van karwij. Resultaten van onderzoek 1990-1994. Ir. A. Evenhuis en ing. B. Verdam, maart 1995 ..... f 25,-
188. Stikstofbemesting, zaaidichtheid en groeiregulatie bij haver. Dr. ir. A. Darwinkel, A.H.J. Rops en ing. K.H. Wijnholds, maart 1995 ..... f 15,-
187. Reactie van graszaad op fosfaatbemesting. Ing. J.W. Steenhuizen, ing. J.G.N. Wander, ir. P.A.I. Ehlert en S. Vreeke, februari 1995 ..... f 15,-
186. Resultaten bedrijfssystemen-onderzoek intensieve vollegrondsgroenten 1991-1993. Ing. M. van der Ham, februari 1995 ..... f 20,-
185. Ontwikkeling van een biotoets voor het aantonen van herinplantproblemen bij asperge. J.T.K. Poll en ing. Th. Huiskamp, december 1994 ..... f 15,-
184. Vergelijking en verloop van de zaad- en carvonopbrengst van karwij en dille. Ing. H.J. van der Mheen, december 1994 ..... f 15,-
183. Effecten van plantdatum en plantdichtheid op groei, ontwikkeling, opbrengst en sortering van spruitkool (*Brassica oleracea* var. *gemmifera*). Dr. ir. A.P. Everaarts en C.P. de Moel, november 1994 ..... f 15,-
182. Inventarisatie van onderzoeksvragen over de fosfaatvoorziening. Ing. J. Alblas, ir. W. van Dijk en ing. C.A.Ph. van Wijk, november 1994 ..... f 15,-
181. Modificatie rassenkeuzetoets AM, PAGV en Hilbrands-laboratorium 1993. Ing. T.G. van Beers, drs. H. Regeer en ir. L.P.G. Molendijk, oktober 1994 ..... f 15,-
180. Onkruidbestrijding in de teelt van zaaiuien met herhaalde toepassing van combinaties van herbiciden na opkomst. Ing. L. Hoekstra, oktober 1994 ..... f 15,-
179. Herfstbehandeling van roodzwenk- en veldbeemdgewassen op zandgrond. Ir. G.E.L. Borm, oktober 1994 ..... f 15,-
178. Onderzoek naar effectieve chemische bestrijding van bladvlekkenziekte en koprot en naar voorspelling van koprot in uien. Ir. C.L.M. de Visser, ing. L. Hoekstra en D. Hoek, augustus 1994 ..... f 15,-
177. Vezelhennep als papiergrondstof; teeltonderzoek 1990-1993. Dr.ir. H.M.G. van der Werf en ing. W.C.A. van Geel, september 1994 ..... f 15,-
176. Bedrijfs-Systemen Onderzoek Vredepeel - Invulling gewijzigde voortzetting vanaf 1993. Ing. B.M.A. Kroonen-Backbier, ir. Y. Hofmeester en ir. F. Wijnands, september 1994 ... f 15,-
175. Inhoudelijke beschrijving van de teeltbegeleidingssytemen BETA, CERA en KOBAS. Ir. W.A. Dekkers en ing. A. Grunefeld, augustus 1994 ..... f 20,-
174. Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven in het Noordelijk kleigebied. Drs. A.T. Krikke en ing. A. Bos, augustus 1994 ..... f 35,-
173. Opbrengst, rendement en kwaliteit van wintertarwe bij extensiever telen. Dr.ir. A. Darwinkel, juli 1994 ..... f 15,-
172. Breken van storende lagen in zavelgronden in de Noordoostpolder. A.H.J. Rops, ing. C.A.M. Schouten, G.A. van Soesbergen en ing. J. Alblas, juli 1994 ..... f 15,-
171. Chemische bestrijding van valse meeldauw (*Bremia lactucae*) in sla. Ing. R. Meier, mei 1994 ..... f 15,-
170. Zaadkwaliteit en veldopkomst van witlof. Ir. G. van Kruistum, ing. J.J. Neuvel en ir. W. van den Berg, mei 1994 ..... f 15,-
169. Optimalisatie van de teelt en afzet van kwaliteitsrogge voor de maalindustrie. Ing. S. Postma, april 1994 ..... f 15,-
168. Onderzoek naar vermindering van de stikstofbemesting door toepassing van

Rhizobium phaseoli bij stamslaboon *Phaseolus vulgaris* L.
Ing. J.J. Neuvel, ing. H.W.G. Floot, ing. S. Postma en ir. M.A.A. Evers, maart 1994 .... f 15,-

167. Onderzoek naar de mogelijkheden van stikstofrijentoediening bij suikerbieten.
M.A. van der Beek en P. Wilting, maart 1994 ..... f 15,-

166. De invloed van het weer op de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen.
Ing. E. Bouma en prof. dr. ir. L. Wartena, januari 1994 ..... f 15,-

165. Mens- en milieuvriendelijke treksystemen voor witlof: een verkenning van mogelijkheden. Ing. E.A. van Os, ir. C.F.G. Kramer, ir. G. van Kruistum, ing. F.X.C. Looijesteijn, dr. H.H.E. Oude Vrielink, januari 1994 ..... f 15,-

164. Zekerheid van de veldopkomst bij peen.
Ing. J.A. Schoneveld, december 1993 ..... f 15,-

163. De waardplantgeschiktheid van groenbemestingsgewassen voor het Noordelijk wortelknobbelaaltje. Ir. J.G. Lamers en ing. Js. Roosjen, december 1993 ..... f 15,-

162. Herfstbehandeling van Engels raaigras bestemd voor de eerste en tweede zaadoogst, en van veldbeemd en roodzwenk bestemd voor de tweede en latere zaadoogst op kleigronden. Ir. G.E.L. Borm, december 1993 ..... f 20,-

161. Bestrijding van het gerstevergelingsvirus in granen.
Ing. R.D. Timmer, november 1993 ..... f 15,-

160. Rhizomanie-onderzoek 1990-1993. Ir. L.W. Ebbers, november 1993 ..... f 15,-

159. Onderzoek naar een systeem voor geleide bestrijding van bladvlekkenziekte in zaaiuien. Ir. C.L.M. de Visser, september 1993 ..... f 25,-

158. Biospectron, een systeem van mineraalvoorziening voor wintertarwe.
Dr. ir. A. Darwinkel en A. Bramsvik, juli 1993 ..... f 15,-

157. The infomation model for crop protection in arable farming.
Ir. A.J. Scheepens, april 1993 ..... f 15,-

156. Perspectieven van de teelt van brouwgerst buiten het Zuidwestelijk kleigebied.
Ing. R.D. Timmer, april 1993 ..... f 15,-

155. Produktie- en kwaliteitsverloop bij snijmaïs. Ing. D. van der Schans, ing. H.M.G. van der Werf MSc en ir. W. van den Berg, april 1993 ..... f 15,-

154. Gebruik van insektengaas op vollegrondsgroentegewassen. A. Ester e.a., febr. 1993 .. f 15,-

153. Arbeidsprestatie bij de oogst van ijsbergsla en bloemkool; een verkennende studie.
Ing. C.I. Dekker en ing. B.J. van der Sluis, februari 1993 ..... f 15,-

152. Informatiemodel "gewasgroei en -ontwikkeling". Ir. P.W.J. Raven, ing. W. Stol, dr.ir. H. van Keulen, ing. R.F.I. van Himste, dr. M.A. van Oijen en ir. H. Marring maart 1993 ..... f 15,-

151. Invloed van varkensdrijfmest op het nitraatgehalte van groenten. Ir. H.H.H. Titulaer, december 1992 ..... f 10,-

150. Planning van de optimale sortering bij peen.
Ing. J.A. Schoneveld, december 1992 ..... f 10,-

149. Najaarstoediening van dierlijke mest op kleigronden. Ir. H. Hengsdijk, november 1992 f 10,-

148. Effecten van wintergewassen op de uitspoeling van stikstof bij de teelt van snijmais.
Ir. J. Schröder, L. ten Holte, ir. W. van Dijk, ing. W.J. de Groot, ing. W.A. de Boer en ir. E.J. Jansen, november 1992 ..... f 10,-

147. Koolvliegbestrijding met behulp van zaadcoating met insecticiden in bloem- en spruitkool. A. Ester, november 1992 ..... f 10,-

146. Bedrijfssystemenonderzoek Borgerswold. Invulling gewijzigde voortzetting vanaf 1991.
Ing. J. Boerma en ir. Y. Hofmeester, november 1992 ..... f 10,-

145. Voorjaarstoediening van dunne dierlijke mest op kleigronden. Ing. G.J.M. van Dongen en ing. J. Alblas, oktober 1992 ..... f 10,-
144. Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw/opzet en eerste resultaten. Ir. F.G. Wijnands, ing. S.R.M. Janssens, ing. P.v.Asperen en ing. K.B. van Bon, oktober 1992 ..... f 10,-
143. Teeltfrequentie-effecten bij erwten, veldbonen, bruine bonen, snijmaïs, vlas en zaaiuien. Ing. Th. Huiskamp en ir. J.G. Lamers, oktober 1992. ..... f 10,-
142. Bestudering van het groeiverloop van zaaiuien en bouw van een groeimodel. Ir. C.L.M. de Visser, juni 1992 ..... f 25,-
141. Analyse van het gebruik en de acceptatie van teeltbegeleidingssystemen in de praktijk. Ing. A. Grunefeld en ir. W.A. Dekkers, februari 1992 ..... f 10,-
140. De invloed van pootgoedbehandeling op het aantal stengels en knollen bij aardappelen. Ir. C.B. Bus, april 1992 ..... f 10,-
139. De invloed van de intensiteit van het bouwplan op pootaardappelen, suikerbieten en wintertarwe (vruchtwisselingsproefveld) FH82). Ing. H.W.G. Floot, ir. J.G. Lamers en ir. W. van den Berg, januari 1992 ..... f 10,-

Publicaties

88. Werkplan 1998, februari 1998 ..... f 25,-
87. Perspectieven geïntegreerde akkerbouw in Noordoost-Nederland, februari 1998 ..... f 25,-
86. Perspectieven voor de akkerbouw in het Zuidwestelijk kleigebied. Ir. J. Smid, december 1997 ..... f 15,-
85. Kwantitatieve Informatie 1997/1998, december 1997 ..... f 60,-
84. Bedrijfsbegroten in de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt. Ir. H.B. Schoorlemmer en drs. A.T. Krikke, september 1997 ..... f 15,-
83. Werkplan 1997, maart 1997 ..... f 25,-
82. Geagrificeerd ABC. Ir. H.B. Schoorlemmer, drs. J.P.P.J. Welten en drs. A.T. Krikke, maart 1997 ..... f 25,-
81a. Jaarboek 1995/1996 akkerbouw, december 1996 ..... f 35,-
81b. Jaarboek 1995/1996 vollegrondsgroenteteelt, december 1996 ..... f 30,-
80. Jaarverslag 1995, juli 1996 ..... f 20,-
79. Werkplan 1996, februari 1996 ..... f 20,-
78a. Jaarboek 1994/1995 akkerbouw, november 1995 ..... f 30,-
78b. Jaarboek 1994/1995 vollegrondsgroenteteelt, november 1995 ..... f 30,-
77. Jaarverslag 1994, juni 1995 ..... f 20,-
76. Werkplan 1995, januari 1995 ..... f 20,-
75. Kwantitatieve informatie 1995, december 1994 ..... f 30,-
74. Onkruidbestrijding in de graszaadteelt. Ir. P. Baltus, december 1994 ..... f 15,-
73a. Jaarboek 1993/1994 akkerbouw, november 1994 ..... f 30,-
73b. Jaarboek 1993/1994 vollegrondsgroenteteelt, november 1994 ..... f 20,-
72. Jaarverslag 1993, mei 1994 ..... f 20,-
71. Werkplan 1994, februari 1994 ..... f 15,-
70a. Jaarboek 1992/1993 akkerbouw, oktober 1993 ..... f 30,-
70b. Jaarboek 1992/1993 vollegrondsgroenteteelt, oktober 1993 ..... f 20,-
69. Kwantitatieve informatie 1993-1994, september 1993 ..... f 30,-

68.	Planning van de vervangingsinvestering van een machine of werktuig. Ir. H.B. Schoorlemmer en drs. A.T. Krikke, augustus 1993	f	20,-
67.	28 jaar De Schreef, april 1993	f	40,-
65.	Werkplan 1993, februari 1993	f	15,-
64.	Jaarboek 1991/1992, oktober 1992	f	45,-
63.	Kwantitative Informatie 1992-1993, september 1992	f	30,-
62.	Verspreiding van onkruiden en planteziekten met dierlijke mest - een risico-analyse Ir. A.G. Elema en dr.ir. A.J. Scheepens, augustus 1992	f	15,-
61.	Jaarverslag 1991, april 1992	f	15,-
60.	Werkplan 1992, februari 1992	f	10,-

Themaboekjes

20.	Vollegrondsgroente telen met perspectief, januari 1998	f	15,-
19.	Themadag maïs, november 1995	f	15,-
18.	Stikstofstromen in de vollegrondsgroenteteelt, december 1994	f	15,-
17.	Agrificatie en 'nieuwe' gewassen, maart 1994	f	35,-
16.	Aardappelen, december 1993	f	25,-
15.	Duurzame onkruidbestrijding, november 1993	f	25,-
14.	Bedrijfssystemen voor een Akkerbouw met toekomst, december 1992	f	25,-
13.	Gewasbescherming vollegrondsgroenten, november 1992	f	15,-

OBS - uitgaven

10.	Verslag over 1989 (juni 1993)	f	15,-
9.	Verslag over 1988 (februari 1992)	f	15,-

Teelthandleidingen

81.	Teelt van plantuien, februari 1998	f	25,-
80.	Teelt van witte asperges, januari 1998	f	30,-
79.	Teelt van witlof en roodlof, januari 1998	f	50,-
78.	Teelt van kruidenwortelgewassen Agelica, Levisticum en Valeriana, oktober 1997	f	25,-
77.	Teelt van spruitkool, september 1997	f	25,-
76.	Teelt van wintertarwe, maart 1997	f	25,-
75.	Teelt van knoflook, januari 1997	f	15,-
74.	Teelt van bosui, januari 1997	f	15,-
73.	Teelt van sluitkool, oktober 1996	f	35,-
72.	Teelt van pootaardappelen, augustus 1996	f	35,-
71.	Teelt van kroten, juli 1996	f	35,-
70.	Teelt van Chinese kool, februari 1996	f	20,-
69.	Teelt van graszaad, oktober 1995	f	25,-
68.	Teelt van peulen en doperwten voor de verse markt, juli 1995	f	25,-
67.	Teelt van courgette en pompoen, april 1995	f	25,-
66.	Teelt van stamslabonen, december 1994	f	40,-
65.	Teelt van andijvie, december 1994	f	30,-

64. Teelt van suikerbieten, september 1994 ..... ƒ 30,-
63. Teelt van sla, augustus 1994 ..... ƒ 40,-
62. Teelt van bleekselderij, maart 1994 ..... ƒ 25,-
61. Teelt van haver, februari 1994 ..... ƒ 20,-
60. Teelt van karwij, januari 1994 ..... ƒ 15,-
59. Teelt van dille, januari 1994 ..... ƒ 15,-
58. Teelt van maïs, december 1993 ..... ƒ 25,-
57. Teelt van consumptie-aardappelen, november 1993 ..... ƒ 30,-
56. Teelt van prei, oktober 1993 ..... ƒ 30,-
55. Teelt van knolvenkel, augustus 1993 ..... ƒ 25,-
54. Teelt van broccoli, juli 1993 ..... ƒ 30,-
53. Teelt van suikermaïs, juli 1993 ..... ƒ 25,-
52. Teelt van zaaiuien, juni 1993 ..... ƒ 30,-
51. Teelt van bloemkool, april 1993 ..... ƒ 35,-
50. Teelt van Digitalis lanata, februari 1993 ..... ƒ 10,-
49. Teelt van thijm, februari 1993 ..... ƒ 10,-
48. Teelt van doperwten, december 1992 ..... ƒ 15,-
47. Teelt van groene asperges, november 1992 ..... ƒ 15,-
46. Teelt van peterselie en bladselderij, oktober 1992 ..... ƒ 10,-
45. Teelt van zomergerst, juni 1992 ..... ƒ 20,-
44. Teelt van rammenas, april 1992 ..... ƒ 15,-
43. Teelt van boerenkool, maart 1992 ..... ƒ 15,-

Losse bestellingen

U kunt losse exemplaren bestellen door het per titel vermelde bedrag over te maken op postgirorekening nr. 22.49.700 van het PAV, Lelystad, met vermelding van de uitgave(n) die u wilt ontvangen.

WORDT ABONNEE VAN HET PAV

De uitgaven van het PAV zijn los te bestellen, maar ook via een abonnement. Wat zijn de mogelijkheden?

Pakket-abonnementen:

PAV-uitgaven	Akkerbouw	Vollegrondsgroente	Totaal
Werkplan			+
Jaarverslag	+	+	+
PAV-bulletin Akkerbouw	+		+
PAV-bulletin Voll. groente		+	+
Kwantitatieve Informatie	+	+	+
Teelth. Akkerbouw	+		+
Teelth. Voll. groente		+	+
Publicaties Akkerbouw	+		+
Publicaties Voll. groente		+	+
Publicaties Algemeen	+	+	+
prijs per jaar (*f*)	125,-	125,-	225,-

Deel-abonnementen
Deel-abonnementen zijn mogelijk op:

PAV-bulletin Akkerbouw (*f* 75,- per jaar)
PAV-bulletin Vollegrondsgroente (*f* 75,- per jaar)
Rassenbulletin Akkerbouw (*f* 25,- per jaar)
Rassenbulletin Vollegrondsgroente (*f* 50,- per jaar)
Bestelabonnement voor losse PAV-uitgaven (*f* 25,- per jaar).

U kunt zich schriftelijk, telefonisch of per fax opgeven voor een pakket-abonnement of een deel-abonnement. Zie voor de benodigde gegevens onder colofon (binnenkant omslag).