

Groen en Groente

Groen en Groente

Kansen en Risico's van Groen-Blauwe Dooradering voor de Vollegronds Groenteteelt

W.K.R.E. van Wingerden*

C.J.H. Booij**

L. Moraal*

J. Elderson**

F.J.J.A. Bianchi*

E. den Belder**

H.A.M. Meeuwsen*

***Alterra**

****Plant Research International**

Alterra-rapport 825

Alterra, Wageningen, 2004

REFERAAT

Wingerden, W.K.R.E. van C.J.H. Booij, L. Moraal, J. Elderson, F.J.J.A. Bianchi, E. den Belder & H.A.M. Meeuwsen, 2004. *Groen en Groente. Kansen en Risico's van Groen-Blauwe Dooradering voor de Vollegrondse Groenteteelt*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 825. 100 blz. 1fig.; 8 tab.; 87 ref.

We described risks and chances of Green-Blue Veining (i.e. land and water non-crop elements) in the agricultural landscape for vegetable cropping, as to insect pest outbreaks, and pest control by natural enemies, respectively. The possible role of Green-Blue Veining as a source of pest development seems small as compared to other sources, such as crops rests, plant material, other cropfields, winter crops, etc, but could not be excluded. The physical risk that high woody elements, such as hedges and tree lines may concentrate individuals of pest species at the lee side, where consequently pests may develop, cannot be excluded, too. In addition, the risk that higher field temperature as a consequence of windbreak may favour pest species more than natural enemies, cannot be excluded. The only remedy is making conditions for natural enemies as favourable as possible. Moreover, high woody windbreaks favour crop growth. Alternative wild host plants for thirty pest species have been listed, risks described, and prevention measures proposed. Ecological conditions for natural enemies have been listed, qualitative, quantitative and spatial conditions as well. Optimisation of lay-out and management of Green-Blue Veining by minimising conditions for pest species as well as maximising conditions for enemies seems prospective. Many studies at the landscape level, or including landscape parameters as independent variables show a positive correlation between pest control and/or enemy abundance at the one hand, and area of Green-Blue Veining and nature, and landscape patchiness at the other hand. There are a few minor exceptions, with no effect (two datasets) or a reverse effect (two datasets) by a part of Green-Blue Veining combined with a pest controlling effect of the complementary part. A negative correlation with total area of nature and/or of Green-Blue Veining has not been found. A lot of research on this topic is still going on, and there are many open questions to answer. Therefore, it has been concluded preliminary that – provided ecological conditions are optimal - chances of Green-Blue Veining as the basis condition for pest control by natural enemies exceed its risks as a source for pest outbreak. Therefore, this pest-controlling function of GBDA may be considered as a life support function, as a service from nature to agriculture.

Trefwoorden: agriculture, ecological conditions, Green Veining, life support function, hedges, hedgerow, host plants, landscape structure, natural enemies, nature management, non crop elements, pest control, pest prevention, risk assesment, spatial conditions, tree lines, vegetables.

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door €18,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 825. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2004 Alterra
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info@alterra.wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	13
1.1 Probleemstelling en aanpak	13
1.2 Structuur van de studie en opbouw van het rapport	14
1.3 Afbakening	15
1.4 Theoretisch kader	15
1.4.1 Risico's	15
1.4.2 Ecologische voorwaarden voor plaagniveaus en voor controlerende niveaus van natuurlijke vijanden.	17
2 Is GBDA relevant voor het ontstaan van insectenplagen?	23
2.1 Ontstaan van plagen door immigratie van plaaginsecten vanuit de lucht	23
2.2 Ontstaan van plagen vanuit de percelen zelf.	27
2.3 Verspreiding van plagen van perceel naar perceel op bedrijfsniveau, of landschapsniveau	28
2.4 Bronnen van plaagsoorten; samenvatting en conclusie.	29
3 Hoe beïnvloeden fysische eigenschappen van GBDA plaagsoorten en vijanden?	31
3.1 Klimaatseffecten van GBDA	31
3.1.1 Macroklimaat en bodem erosie	33
3.2 Barrièrewerking van GBDA op plaaginsecten; ophoping aan de luwe zijde van opgaande begroeiing	34
4 Hoe beïnvloeden kwalitatieve eigenschappen van GBDA plaagsoorten en vijanden?	39
4.1 Groentegewassen en hun plaaginsecten in wisselwerking met wilde planten als alternatieve waardplant	39
4.2 Kwalitatieve ecologische voorwaarden in GBDA voor natuurlijke vijanden	44
4.3 Optimalisatie: minimalisatie van voorwaarden voor plaagsoorten en maximalisatie van voorwaarden voor vijanden	49
4.4 Kan optimalisatie leiden tot aanvaardbare risico's	50
4.5 Onderzoek aan verspreidingspatronen vijanden en plagen in teelten in relatie tot Groen-blauwe Dooradering	51
5 Hoe beïnvloedt landschapsstructuur plaagsoorten en vijanden?	57
5.1 Invloed landschapstructuur op plaagniveaus en plaagcontrole door vijanden	57
5.2 Vergelijking van teelten in verschillend landschap	63
5.2.1 Ruimtelijk populatieonderzoek aan plaagsoorten	63
5.2.2 Ruimtelijk populatieonderzoek aan vijanden	67
5.3 Samenvatting effecten van de landschapsstructuur	72
6 Perceptie van risico's	75

7	Groen en Groente. Een voorlopig eindoordeel	79
	Literatuur	83
	Bijlage 1	91

Woord vooraf

Wat zijn de risico's van en kansen voor Groen-Blauwe Dooradering binnen de land- en tuinbouw? In een samenwerkingsproject van Alterra en Plant Research International is gezocht naar antwoorden voor de praktijk.

In het kader van de plattelandsvernieuwing is er de laatste jaren veel aandacht voor versterking van de natuurfunctie in combinatie met de functies landbouw, recreatie, waterbeheer, transport, bedrijvigheid, wonen en kwaliteit van de leefomgeving. Dit streven kan globaal via twee wegen gerealiseerd worden, via verandering binnen en extensivering van de landbouw, of via versterking van de Groen-Blauwe Dooradering, terwijl ook een combinatie mogelijk is.

Onder Groen-Blauwe Dooradering (GBDA) verstaan we de niet voor landbouwkundige productie bedoelde natuurlijke of semi-natuurlijke landschapselementen, zowel terrestrisch als aquatisch. Deze elementen van geringe oppervlakte vormen, - in optimale staat - een fijn netwerk dat het agrarisch landschap dooradert en structuur verleent. Juist in de GBDA kunnen de diverse functies van het agrarisch gebied goed gecombineerd worden.

In 2002 lanceerde het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit de 'Kwaliteitsimpuls Landschap', waarin versterking van de GBDA een belangrijk element was. Dergelijke beleidsvoornemens ten aanzien van het agrarisch gebied worden door de gebruikers, met name de agrarische sector zelf, kritisch gevolgd. Aan het NatuurPlanBuro (NPB) werd in 2002 de vraag gesteld welke de risico's van GBDA voor de landbouwpraktijk zouden zijn. Daarbij werd met name gedacht aan risico's in de vorm van een bronfunctie voor plagen op en ziekten van het gewas. Uit onderzoek, o.a. in het LNV-DWK-onderzoeksprogramma 352 'Agrobiodiversiteit' en in het NWO-stimuleringsprogramma 'Biodiversiteit' was gebleken dat GBDA - onder voorwaarden - ook een functie kan vervullen in de preventie en onderdrukking van insectenplagen. Het NPB heeft daarom de vraag verbreed tot het in kaart brengen van risico's en kansen van GBDA voor de land- en tuinbouw. Als studieobject werden daarbij insectenplagen in de vollegrondsteelt genomen. Deze vraag heeft geleid tot de voorliggende studie, die in 2002 werd voorbereid en in 2003 is uitgevoerd. De voorbereiding werd gefinancierd door het NPB, en de uitvoering via het DWK-LNV programma 352.

In dit rapport worden resultaten uit eigen onderzoek en uit de literatuur, en expertkennis bijeengebracht over risico's op plaagontwikkeling en kansen op plaagcontrole bij Groen-Blauwe Dooradering voor de vollegrondsgroenteteelt. Kennis en expertise over plaagsoorten bij Plant Research International, en over ecologische netwerken en ecologische voorwaarden van natuurlijke vijanden van plagen bij Alterra zijn hiervoor gebundeld. Deze samenwerking is daarmee een goed voorbeeld van een Wageningen UR-brede en geïntegreerde aanpak.

Bovendien is geconcludeerd dat de integratie van onderzoekskennis over GBDA mét ervaringskennis hierover een voorwaarde is voor een succesvolle benutting van deze landschapselementen in de vollegrondsgroenteteelt.

Dr. Ir. H.M.C. van Holsteijn, hoofd Centrum Landschap van de Kenniseenheid Groene Ruimte

Samenvatting

In dit rapport worden resultaten uit eigen onderzoek en literatuurstudie, en expert kennis bijeengebracht over risico's op plaagontwikkeling en kansen op plaagcontrole van Groen-Blauwe Dooradering voor de vollegrondsgroenteteelt. Hierbij is ook gebruikt gemaakt van resultaten uit onderzoek in de akkerbouw, wat voor de hand ligt omdat een aantal plaaggroepen identiek is. De conclusie - die voorlopig is omdat een aantal vragen nog niet beantwoord kunnen worden - luidt, dat de kansen de risico's verre overtreffen. De risico's op een gering aantal plagen in een gering aantal teelten kunnen door beheer van alternatieve waardplanten in GBDA en op landschapsschaal, en ruimtelijke scheiding van teelten van GBDA sterk worden verkleind. De kansen op plaagcontrole worden maximaal als aan kwantitatieve en ruimtelijke voorwaarden op landschapsschaal wordt voldaan.

Hoewel er aanwijzingen zijn dat een aantal bladluissoorten met luchtmassa's meekomt en via deze in teelten migreert, kan het risico van dichtbij de teelt gelegen bronnen, bijvoorbeeld in de GBDA, niet uitgesloten worden. Recent ontwikkelde onderzoekstechnieken met genetische merkers kunnen in de nabije toekomst inzicht geven in de oorsprong/afkomst van plaagniveaus. Eventuele risico's van Groen-Blauwe Dooradering als bron voor plaaginsecten en plaagvorming lijken veel kleiner dan risico's van besmette gewasresten op de akker, besmet plantmateriaal, gebruik van alternatieve waardplanten als groenbemester, overdracht van plaaginsecten tussen teelten binnen het bedrijf, en tussen aangrenzende bedrijven. Deze risico's kunnen verkleind worden accurate bedrijfshygiëne en door ruimtelijke scheiding van gelijksoortige of verwante teelten, of door temporele scheiding (rotatie). Hiervoor is afstemming van bouwplannen tussen boeren op de schaal van het landschap nodig. Pas als deze middelen optimaal worden benut, is het opportuun de eventuele risico's van GBDA als bron te verkleinen. Want hoe klein deze risico's vergeleken met andere bronnen van plaaginsecten ook zijn, ze kunnen niet geheel worden uitgesloten.

Drie mogelijke risico's verdienen aandacht: twee daarvan hangen samen met de invloed van GBDA op wind, resp. klimaat, en een derde met het voorkomen van alternatieve waardplanten in GBDA.

Door hun invloed als windbreker concentreren opgaande beplantingen als heggen, houtwallen en bomenrijen langstrekkende insecten in de windluwte die zij tweeeebrengen. Plaagdichtheden kunnen het gevolg zijn als plaaginsecten uit langstrekkende luchtmassa's geconcentreerd worden. Ook natuurlijke vijanden kunnen geconcentreerd worden in windluwte, of actief de luwte opzoeken, terwijl zij zich bovendien kunnen concentreren op hoge dichtheden van plaagsoorten. Daarnaast heeft de windbreking ook een positief effect op productie en kwaliteit van het gewas. Maar het valt niet uit te sluiten dat – wanneer windkracht in richting, kracht en duur, bepaalde grenswaarden overschrijdt, en er bovendien bepaalde

dichtheden van plaaginsecten in luchtmassa's aanwezig zijn - hoge concentraties van plaagsoorten enige tijd aan de controle door vijanden ontsnappen.

Een ander effect van het breken van de wind door opgaande beplantingen is een warmer mesoklimaat in de teelt. De zich toch al snel ontwikkelende plaagsoorten kunnen daardoor nog sneller groeien en zich voortplanten, waardoor schadelijke plaagniveaus eerder kunnen ontstaan. Ook natuurlijke vijanden worden beïnvloed door een warmer mesoklimaat: ze kunnen sneller bewegen, beter vangen of parasiteren, meer eten of eieren produceren, en sneller groeien, en – dankzij de schaduw van de GBDA – beter overleven. Daarnaast heeft het warmere mesoklimaat ook een productieverhogend effect. Maar het valt niet uit te sluiten dat plaagsoorten – wanneer de temperatuur bepaalde waarden overschrijdt – enige tijd aan de controle door vijanden ontsnappen. Tegen deze twee mogelijke risico's van opgaande beplantingen valt weinig te doen, behalve dan de specifieke voorwaarden van natuurlijke vijanden (zie verder) te optimaliseren.

Voor een vijftal soorten/groepen van plaagdieren kunnen alternatieve waardplanten bron van plaagvorming zijn (Wortelvlieg, Aardbeibloesemkever, Aardvlooiën, Koolvlieg, Koolwitjes), bij drie gewasgroepen, nl. Peen, Aardbei en Koolsoorten. Daarnaast is er nog een *mogelijke* bronfunctie van alternatieve waardplanten voor zes andere plaagsoorten/-groepen (Tabaksthrips, Bloementhrips, Koolmot, Melige koolluis, Groene perzikluis, Bonenspintmijt), bij zes gewasgroepen: Prei, Sperziebonen, Koolsoorten, Sla, Spinazie, Aardbei). Voor elk van deze waardplantsoorten/-groepen (Schermbloemigen, Kruisbloemigen, Braam en Framboos, Amerikaanse vogelkers) wordt aangegeven hoe het risico ervan verkleind kan worden. Hieruit wordt de conclusie getrokken dat het risico van deze bronfunctie van GBDA zeer sterk verkleind kan worden; voor een tweetal plaaggroepen op koolsoorten (Koolvlieg en Koolwitjes) is daarvoor samenwerking op landschapsschaal nodig. Benadrukt wordt nog eens, dat – als het al om een echt risico gaat – het een relatief klein risico betreft, vergeleken met andere bronnen voor plaagontwikkeling.

Voor de kansen van GBDA, een goede werking (d.w.z. preventie en onderdrukking van plagen) van natuurlijke vijanden dienen een aantal kwalitatieve, kwantitatieve en ruimtelijke voorwaarden vervuld te worden. Er dienen structuren te zijn voor overnachting, voortplanting en overwintering, nectar en stuifmeelbronnen voor imago's, en waardplanten voor alternatieve prooien en gastheren. Het minimumoppervlakteaandeel van de GBDA moet boven de 5% liggen, en mogelijk zelfs minimaal 7,5 of 9% bedragen (waarbij natuurgebied bij de GBDA mag worden opgeteld), en de verdeling van de GBDA (en natuur) moet zo uniform mogelijk zijn. De breedte van percelen moet de 100 meter niet overschrijden, omdat een fijnmazig netwerk bestaande uit fijne aders meer effect heeft dan een grofmazig robuust netwerk bestaande uit brede aders. Wanneer de GBDA niet aan deze voorwaarden voldoet, kan het risico dat de plaagsoorten enige tijd aan de controle door vijanden ontsnappen, niet uitgesloten worden.

Opvallend is dat grote onderzoeken (vnl. akkerbouw) waarin landschappen die verschillen in dooradering, vergeleken worden, of waarin grote aantallen bedrijven of percelen vergeleken worden in relatie tot het de structuur van het omliggende landschap, vrijwel alle lagere plaagniveaus en/of hogere vijandniveaus aantonen in dichtdooraderde landschappen. Er zijn slechts 2 deel-onderzoeken waarin het effect op vijanden niet gevonden wordt, en 1 onderzoek en 1 deel-onderzoek, beide aan trips op prei, waarin een deel van de GBDA trips-bevorderend terwijl een ander deel van de GBDA tripsverlagend effect heeft. Hieruit mag geconcludeerd worden dat de genoemde kansen van GBDA als basisvoorwaarde voor plaagcontrole door natuurlijke vijanden de genoemde risico's van GBDA als bron voor plaagontwikkeling overtreffen. Derhalve mag de plaagonderdrukkende functie van Groen-Blauwe Dooradering beschouwd worden als een *life support function*, een *groenteteelt-ondersteunende functie*, een dienst van natuur en semi-natuur aan de landbouw.

Opgemerkt moet worden dat dit positief effect van GBDA een gemiddeld effect is, d.w.z. dat voor een bepaalde teelt op een bepaald bedrijf nooit een 100%-garantie op plaagpreventie afgegeven kan worden, ook al zijn de voorwaarden voor plaagcontrole nog zo gunstig. Dat is eigen aan risico's en kansen, dat ze geen zekerheid geven. Het voelt als tegenstrijdig dat een teler bereid moet zijn een (klein) plaagrisico te accepteren, wil hij de kansen van de GBDA ten volle benutten. De voorgestelde methoden om het plaagrisico te verkleinen, kunnen helpen het risico voor de teler aanvaardbaar te maken. Voor een brede toepassing van de conclusies uit dit rapport is het nodig de perceptie van GBDA door telers te kennen. Maar ook de wijze waarop zij GBDA inpassen in hun bedrijfsvoering moet geïnventariseerd worden, d.w.z. de ervaringskennis van telers m.b.t. GBDA. Integratie van onderzoekskennis over GBDA met ervaringskennis hierover is een voorwaarde voor succesvolle overdracht over de benutting van deze landschapselementen in de groenteteelt.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling en aanpak

Groen-Blauwe Dooradering (GBDA) is een historisch gegeven, en de versterking ervan is tevens een beleidsdoel voor het agrarisch gebied. Primair is het een landschappelijke structuur waarin perceels- en eigendomsgrenzen, natuur- en landschapswaarden, recreatieve waarden en voorwaarden, wateren (kwantiteit- en kwaliteitsbeheer), transportwegen en paden en landbouwondersteunende functies gecombineerd worden. Om uiteenlopende redenen is veel GBDA uit het agrarisch gebied verdwenen. Nu het landbouwbeleid actief inzet op het behoud, herstel, reconstructie en ontwikkeling van GBDA wordt de vraag actueel naar de functie van GBDA voor de landbouw in engere zin. Mogelijke risico's op ziekten en plagen in het gewas zijn kennelijk voor veel telers redenen om sceptisch tegenover GBDA te staan. De probleemstelling voor deze bureaustudie is derhalve: welke zijn de risico's van GBDA, hoe kunnen ze verkleind worden, en hoe verhouden ze zich tot de kansen van GBDA voor de landbouw in engere zin. Met in engere zin wordt bedoeld: wat betreft opbrengst- en kwaliteitsniveaus van gewassen.

Dit onderzoeksvraag over risico's en kansen van GBDA voor de landbouw is – om praktische en budgettaire redenen – ingeperkt tot insectenplagen in de vollegrondsgroenteteelt. Hiervoor kan geput worden uit eigen onderzoek binnen het programma 352 Agrobiodiversiteit, literatuur en expertkennis, waarbij tevens resultaten uit onderzoek in de akkerbouw gebruikt kunnen worden omdat veel plaaggroepen (bijvoorbeeld bladluizen) dezelfde zijn.

Het onderzoek is aangepakt door eerst het antwoord te zoeken op de (sub-)vraag: hoe verhoudt zich het risico van GBDA als bron voor plaaginsecten, resp. plaagvorming tot andere risico's op plaagvorming? Als dan de voorlopige conclusie blijkt, dat de risico's van GBDA als bron klein zijn, maar niet uit te sluiten, worden vervolgens de risico's van GBDA als bron uitgebreid in kaart gebracht, en voorstellen gedaan om ze te verkleinen. Ook de voorwaarden voor vijanden worden uitgebreid in kaart gebracht, zowel de kwalitatieve, kwantitatieve als de ruimtelijke voorwaarden voor plaagcontrole. Vervolgens wordt nagegaan of optimalisatie - door combinatie van verkleining van plaagriscico's en vergroting van kansen op plaagcontrole – mogelijk is.

Dan zijn er nog risico's die te maken hebben met klimaatsmodificerende eigenschappen van opgaande begroeiing en beplanting. Ook deze worden in kaart gebracht. Tenslotte worden de resultaten van onderzoek naar het effect van de landschapsstructuur samengebracht. Hieruit blijkt de trend voorlopig om te slaan van risico's naar kansen. Omdat risico een kwestie van perceptie is wordt ook aan dit aspect aandacht besteed.

Het onderzoek is uitgevoerd door een kernteam bestaande uit Kees Booij (PRI), Leen Moraal en Walter van Wingerden (beiden Alterra). Laatstgenoemde leidde het project, maakte het plan van aanpak, overlegde met gedelegeerd opdrachtgever Joep Dirx (NPB) en stelde dit rapport samen. Het kernteam werd in de beginfase bijgestaan door Eefje den Belder (PRI), en later door Janneke Elderson (PRI) en Felix Bianchi (Alterra). Omdat Henk Meeuwse (Alterra) in alle onderzoeken naar de effecten van landschap op plaagsoorten en vijanden de landschapsparameters via GIS-procedures heeft geselecteerd en gekwantificeerd, mag hij aan de rij auteurs van dit rapport over GBDA niet ontbreken.

Er werd tweemaal een voortgangswerkshop gehouden. De laatste werd afgesloten met een open discussie met Teun de Waard en Jaap van Wenum, beiden van LTO-Nederland, die een aantal nieuwe elementen inbrachten (o.a. m.b.t. ervaringskennis van boeren, zie hoofdstuk 7). Met betrekking tot het onderwerp risico-perceptie werd het kernteam ondersteund door Agnes van den Berg (Alterra) en prof. Charles Vlek (RUG-Groningen). Het onderzoek werd in de voorbereidingsfase gefinancierd door het NPB en in de uitvoeringsfase door het DWK-programma 352 Agrobiodiversiteit.

1.2 Structuur van de studie en opbouw van het rapport

De studie naar kansen en risico's van Groen-Blauwe Dooradering wordt uitgevoerd in drie fasen. In de eerste fase werd het onderzoeksveld afgebakend en het theoretisch kader in kaart gebracht. Eerst werd het onderzoek afgebakend tot insectenplagen in de vollegrondsgroenteteelt. Resultaten uit het eigen onderzoek spelen een dominante rol. Aanvullend worden andere bronnen benut (Hoofdstuk 1). Risico's hebben velerlei vormen, terwijl een bepaald risico door verschillende actoren verschillend wordt waargenomen (Hoofdstuk 1.4.1). Derhalve werd besloten om ook aan de perceptie, zij het globaal, aandacht te besteden (Hoofdstuk 6). Vanuit ecologisch perspectief handelt deze studie over de vraag of de GBDA ecologische voorwaarden biedt voor vijanden en plaaginsecten. Om welk type ecologische voorwaarden gaat het, en is er een optimale inrichting en beheers- en gebruikspraktijk van het agrarisch landschap denkbaar? (Hoofdstuk 1.4.2).

In de tweede fase werden vijf datasets opgebouwd uit literatuur- en eigen onderzoek, die – elk op hun eigen wijze - een licht werpen op de kansen en risico's van GBDA. Een belangrijke vraag is of GBDA wel een bron voor plaagsinsecten is. Deze mogelijke bronfunctie van GBDA wordt afgezet tegen drie andere mogelijke bronnen: de lucht, de akker in de winter, en andere nabijgelegen teelten (dataset 1, Hoofdstuk 2). Inzicht in de effecten van GBDA op plaagsoorten en vijanden wordt gegeven door een datasets te presenteren over de fysische (klimaatseffecten en werking als barrière in geleidende structuur in de dispersie) effecten (dataset 2, Hoofdstuk 3), en de kwalitatieve ecologische voorwaarden van GBDA voor plaagsoorten (dataset 3) en vijanden (dataset 4). Vervolgens wordt nagegaan of optimalisatie bereikt kan worden door minimalisering van de ecologische voorwaarden voor plaagsoorten, en maximalisering voor die van vijanden, en

ingegaan op de vraag of de (eventuele) resterende risico's aanvaardbaar zijn. (Hoofdstuk 4).

In de derde fase is nagegaan of er onderzoeken zijn gedaan op landschapsschaal, waarin plaag- (en vijandniveaus) zijn vergeleken in dicht en dundooraderde landschappen. In zulke eigenschappen worden de in de voorafgaande hoofdstukken in detail bekeken effecten van GBDA geïntegreerd en op een hoger schaalniveau bekeken (dataset 5, Hoofdstuk 5).

Integratie van de resultaten uit de hoofdstukken 2 t/m 6 leidt tot een voorlopig oordeel over kansen en risico's van de GBDA, primair gericht op de vollegrondsgroenteteelt (Hoofdstuk 7), afgezet tegen de resultaten van het perceptie onderzoek uit hoofdstuk 6.

1.3 Afbakening

Deze bureaustudie gaat dus over risico's en kansen van GBDA, verkleining van risico's en verhouding van risico's en kansen en beperkt zich tot risico's m.b.t. insectenplagen en kansen op plaagcontrole door natuurlijke vijanden in de vollegronds groenteteelt. De studie vormt *niet* de onderbouwing voor de stelling dat GBDA toepassing van middelen overbodig maakt (al zijn er veel argumenten pro te vinden). Wat dit betreft is het rapport zeer onvolledig, omdat bespreking van teeltmaatregelen ontbreekt. De studie gaat *niet* in op waterbeheersfuncties, recreatiefuncties, ontsluiting van het agrarisch gebied, en transportfuncties, en *zeer kort* op functies als windbreking, klimaatsbeïnvloeding en erosiepreventie.

Zoals in 1.4.1. nader uiteengezet zijn de uitspraken van deze studie overwegend kwalitatief. Er worden geen schadelijke plaagniveaus of controlerende dichtheidsniveaus gedefinieerd. Er wordt bijna nergens een relatie gelegd met schade, opbrengstderving of productkwaliteit.

1.4 Theoretisch kader

1.4.1 Risico's

Onzekerheden zijn pas relevant indien concrete besluitvorming aan de orde is en verschillende invullingen leiden tot verschillende besluiten. In de situatie van aanpassingen op en om het bedrijf in de bedrijfsvoering of wijzigingen in de omgeving zullen de consequenties voor de verschillende belanghebbenden verschillen. De reële situatie is dan ook een onderhandelingsituatie waarin verschillende actoren tot een concrete beslissing moeten komen op basis van positieve en negatieve consequenties van biodiversiteit (NRLO nr. 95/10). Niet elk risico is hetzelfde en er kunnen verschillende groepen risico's worden onderscheiden:

- Toevalsgebeurtenissen. Dit zijn onvoorspelbare, over het algemeen zeldzame gebeurtenissen. Deze zijn niet te verminderen door gerichte maatregelen op basis

van onderzoeksresultaten. Voor een relevant voorbeeld kan gedacht worden aan de plotselinge instroom en concentratie in teelten van hoge aantallen van zeldzame plaagsoorten: de plaag immigreert in plaagaantallen.

- **Conditieafhankelijk systeemeigen onzekerheid.** Het gedrag van een ecologische systeem is afhankelijk van de omstandigheden waarin het verkeert en heeft verkeerd. In principe zijn er oneindig veel combinaties van condities. Het inzicht in het systeem kan dus wel worden verbeterd maar er zal altijd onzekerheid blijven bestaan. Voor een relevant voorbeeld kan gedacht worden aan plaagsoorten die onder ecologische voorwaarden gecontroleerd worden door natuurlijke vijanden, maar onder een bepaalde zeldzame combinatie van omstandigheden (vb. combinatie van warm weer en grote vochtigheid) enige tijd aan de controle door vijanden ontsnappen.
- **Toekomstsituaties.** De toekomstige situatie is afhankelijk van allerlei toevalsgebeurtenissen en de ontwikkeling van het systeem. Naarmate de tijd vordert neemt de onzekerheid af. Prognoses nemen toe in betrouwbaarheid naarmate de zichttermijn korter wordt (NRLO nr. 95/10). Risico's en hoe deze te bepalen kennen een aantal niveaus. Voor een relevant voorbeeld kan gedacht worden aan de overgangsfase van gangbare landbouw met toepassing van middelen naar landbouw zonder toepassing van middelen. Er is enige tijd nodig voor natuurlijke vijanden zich aangepast hebben aan de nieuwe omstandigheden. Plagsoorten in de teelt fungeren als kweeksubstraat voor vijanden. In deze fase kan daardoor opbrengst- en kwaliteitsverlies optreden. Voor een tweede voorbeeld kan gedacht worden aan veranderingen in gedrag bij plagsoorten. Op de langere termijn kan een plagsoort, ondanks de genomen maatregelen, plotseling plaagdichtheden aannemen. Nieuwe strategieën moeten ontwikkeld worden.

Tabel 1. Relatie tussen kennisniveau en risico (in brede zin)

Kennisniveau	Kwantitatief/kwalitatief	Karakteristiek	Idem (engels)
Parameters van het systeem bekend	Te kwantificeren	Statistische zekerheid te bepalen	Risk
Zicht op parameters	maar kwantitatieve kennis ontbreekt	Onzekerheid	Uncertainty
Geen beeld van parameters van het systeem		Onwetendheid	Ignorancy
Parameters onmogelijk om iets van te weten te komen		Onbepaalbaarheid	Indeterminacy

Risico's kunnen betrekking hebben op biodiversiteit zelf, de mensen die er mee te maken hebben en externe ontwikkelingen.

Er zijn verschillend invalshoeken:

- risico's betreffen de biodiversiteit zelf en de middelen waarmee het doel wordt nagestreefd. **Onderzoek heeft vaak de vorm van inventarisaties.**
- risico's betreft percepties en waardenpatronen van burgers, bedrijven, organisaties en overheid zelf. Draagvlak speelt daarbij een rol. **Onderzoek heeft vaak de vorm van consultaties, interviews.**

- De derde invalshoek betreft (nog) onbekende ontwikkelingen van buitenaf die de effectiviteit van het biodiversiteitsbeleid van buitenaf (zullen) beïnvloeden
Onderzoek heeft vaak de vorm van scenariostudies.

De benaderingswijze voor het identificeren van risico's kan worden weergegeven in een stappenplan (zie 1.1. en 1.2.). De essentie is dat onzekerheden alleen te identificeren zijn in relatie tot een welomschreven definitie van het probleem en de voorgenoemde oplossingen (zie 5.1: groentegewassen, plaaginsecten en wilde alternatieve waardplanten).

Het vaststellen van de actoren is daarin erg belangrijk: het vaststellen van risico's is geen objectief proces. Wie met welke belangen wordt betrokken bij de probleemstelling is bepalend voor de probleemdefinitie. Onzekerheden zijn verbonden met actoren: risico's zijn niet waarde vrij of absoluut (zie 7. Risicoperceptie)

In deze studie zijn alle risico's betrokken op plaagontwikkeling vanuit het perspectief van de teler, omdat plaagontwikkeling consequenties kan hebben voor gewasopbrengst en -kwaliteit. Als het resultaat van deze studie is dat de risico's relatief klein zijn, en dat ze bovendien door gericht beheer van GBDA verminderd kunnen worden, dan wordt dat in de vorm van een mededeling aan de teler gedaan: *de bronnen voor eventuele plaagvorming in GBDA zijn beheer(s)baar! Daarnaast zijn er veel voordelen aan GBDA, als basisvoorwaarde voor plaagcontrole door natuurlijke vijanden.*

Hoewel de parameters: gewasopbrengst en productkwaliteit de beste zijn om het risico te kwantificeren, zijn deze vrijwel overal buiten beschouwing gelaten omdat ze in vrijwel geen enkel onderzoek worden gemeten. Ook de relatie tussen plaagdichtheid, en opbrengstderving en kwaliteitsverlies is niet bekend, en daarmee is ook het begrip: *plaagdichtheid* nergens gedefinieerd. Ook dichtheidsniveaus van natuurlijke vijanden die plaagsoorten controleren, zijn niet gedefinieerd. Deze studie is dus tamelijk abstract: bevat GBDA bronnen voor *mogelijke* plaagontwikkeling? hoe verhoudt dit risico zich tot andere bronnen van *mogelijke* plaagontwikkeling? hoe verhoudt het risico zich tot op de *kans op controle* door vijanden? Hoe kan het *risico verkleind worden*? Wat nog weer iets anders is dan: met welk percentage verklein je de kans op plaagontwikkeling? In welk type landschap vind je *meer of minder* vijanden, *lagere of hogere* plaagniveaus? Maar, als vermeld wordt dat de plaagniveaus gemiddeld zo laag zijn, dat geen middelen behoeven te worden toegepast (Schulze & Gersberger 1993) dan is er een relatie met opbrengst en kwaliteit, die kennelijk voldoende zijn.

1.4.2 Ecologische voorwaarden voor plaagniveaus en voor controlerende niveaus van natuurlijke vijanden.

Oorzakelijke factoren voor voorkomen in voldoende aantallen of onschadelijke aantallen

Een van de doelen van dit onderzoek is de ontwikkeling van een theoretisch kader voor het onderzoek naar risico's en kansen van GBDA. Er is gekozen voor het

opstellen van een schematisch overzicht van causale oorzaken voor de opbouw van zowel plaagniveaus (risico's) als van controlerende dichtheidsniveaus van natuurlijke vijanden (kansen) in agrarische landschappen waarvan GBDA een onderdeel vormt. Hierbij is uitgegaan van een ecologisch schema waarmee de oorzaken van aan- of afwezigheid van populaties van soorten kunnen worden onderzocht. In zijn meest eenvoudige vorm is dit schema te vinden in Krebs (1978). N.a.v. ontwikkelingen in de ruimtelijke ecologie (o.a. door onderzoek en theorieontwikkeling over Island biogeography (McArthur & Wilson, 1967) en over ecologische netwerken (team Ecologische Netwerken, Alterra, Wageningen; groep-Hanski (Helsinki)) zijn een aantal ruimtelijke voorwaarden aan dit schema (zie box) toegevoegd. Omdat het bij de opbouw van plaag- en controlerende vijandniveaus niet alleen gaat om presentie/absentie maar ook om dichtheden en aantallen, is een kwantitatieve component ingebouwd. Omdat bij een belangrijk deel van de effectieve natuurlijke vijanden deze kwantitatieve eigenschappen beter op functionele groepen van soorten betrokken kunnen worden dan op afzonderlijke soorten, is ook deze modificatie ingebouwd (zie box).

Tabel 2a. *Ecologische voorwaarden voor effectieve natuurlijke vijanden*

<p>Een natuurlijke vijand kan in voldoende hoge dichtheid voor plaagcontrole aanwezig zijn in GBDA, resp. teelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wanneer individuen GBDA resp. de teelt (evt. via de GBDA) kunnen bereiken; is het dispersievermogen – in relatie tot de afstand tot de GBDA resp. teelt – groot genoeg om GBDA te bereiken of de teelt op het juiste moment te bereiken? <i>Is de connectiviteit tussen GBDA-elementen (habitatplekken) voldoende/is GBDA niet te gefragmenteerd? Zijn de dimensies van de teelt zodanig dat de gehele teelt op tijd bereikbaar is voor de individuen? Welke combinatie van continuïteit in ruimte en tijd is voldoende om voldoende grote aantallen natuurlijke vijanden te produceren en in stand te houden via migratie tussen teelten, en tussen teelten en GBDA en v.v.?</i> - wanneer de abiotische factoren in de GBDA-teelt combinatie zodanig zijn dat de individuen er kunnen overleven en voortplanten: <i>vallen de waarden voor temperatuur, vochtigheid, verdamping, stralingsintensiteit, windsnelheid, structuur binnen de tolerantiegrenzen van de soort voor overleving en voortplanting?</i> - Wanneer de biotische factoren in de GBDA-teelt combinatie zodanig zijn dat de individuen er kunnen overleven en voortplanten: <i>is er voedsel (nectar, stuifmeel, alternatieve prooi, alternatieve gastheer) voldoende voor overleving en voortplanting? Zijn competitie en predatie/parasitering zo klein dat voldoende individuen kunnen overleven en voortplanten?</i> - Wanneer de oppervlakte geschikt habitat in GBDA – in relatie tot het ruimtegebruik van de individuen – groot genoeg is om een levensvatbare populatie te onderhouden: <i>hoe groot moet de oppervlakte geschikt habitat zijn?</i> - Wanneer de oppervlakte geschikt habitat in de GBDA voldoende groot is ten opzichte van de oppervlakte teelt, om de plaagpopulatie te controleren: <i>hoe groot moet het oppervlaktaandeel van GBDA zijn? Welke dichtheid in de teelt is nodig om in voldoende mate bij te dragen aan controle van de plaagsoort?</i>
--

Tabel 2b. Ecologische voorwaarden voor het achterwege blijven van plaagdichtheden

- Een plaagsoort kan in GBDA ontbreken resp. geen plaagdichtheid bereiken in een teelt
- Wanneer de individuen GBDA, resp. teelt niet op tijd kunnen bereiken (relatie van verspreidingsvermogen en timing van de verspreiding tot afstand bron tot teelt): *wordt het dispersievermogen beperkt, bijvoorbeeld door afstand, ontoegankelijkheid van GBDA, of de barrièrewerking hiervan? Welk tijdstip is te laat voor ontwikkeling van plaagdichtheid? Welke combinatie van discontinuïteit in tijd en ruimte zorgt ervoor dat de plaagsoort de teelt niet, niet op tijd, in onvoldoende aantallen bereikt om tot plaagdichtheid te ontwikkelen?*
 - Wanneer de abiotische factoren zodanige waarden aannemen dat ze buiten de tolerantiegrenzen van de plaagsoort vallen, zodat de plaagsoort niet kan overleven, niet kan voortplanten, of geen plaagdichtheid kan opbouwen.
 - Wanneer de biotische factoren (wilde alternatieve waardplant, predatoren, parasieten, concurrenten, resistentie gewas, voedselkwaliteit gewas, oriëntatieprikkels vanuit het gewas) zulke waarden aannemen dat de plaagsoort niet kan overleven, of voortplanten, of een plaagdichtheid kan opbouwen.
 - Wanneer de alternatieve waardplant kwantitatief of kwalitatief ongeschikt is om een populatie te onderhouden in GBDA: *hoeveel/welke oppervlakte en kwaliteit waardplant heeft een plaagsoort nodig voor handhaving in GBDA?*
 - wanneer de alternatieve waardplant kwantitatief/kwalitatief ongeschikt is om zoveel individuen van de plaagsoort te produceren, dat migratie ervan naar de teelt optreedt, en leidt tot een plaagdichtheid: *hoeveel/welke oppervlakte en kwaliteit waardplant heeft een plaagsoort nodig, om vanuit GBDA plaag op te bouwen in teelt?*

Correlatieve en oorzakelijke verbanden

Vrijwel alle onderzoeken die in dit rapport samengevat worden zijn beschrijvende onderzoeken. Er worden metingen gedaan aan aantallen van plaagsoorten of vijandsoorten. Deze metingen zijn meestal gestandaardiseerd: aantallen per oppervlakte (dichtheid genoemd) of aantallen per hoeveelheid vangstinspanning (relatieve dichtheid genoemd). Deze aantallen worden gerelateerd aan omgevingsvariabelen (zie box, tabel 3).

Tabel 3. Overzicht ecologische omgevingsvariabelen

Omgevingsvariabelen, zoals temperatuur, windrichting, windsnelheid, bodemfactoren als nutriëntenrijkdom, vochtigheid, organisch stofgehalte (abiotische factoren), de afstand tot een mogelijke bron, de afstand tot andere teelten, afstand tot de GBDA (afstands-factoren), de oppervlakte van het perceel/teelt, de oppervlakte van de GBDA (oppervlakte-factoren), hoeveelheid waardplanten, hoeveelheid onkruiden, met of zonder onkruidbehandeling (biotische factoren) oppervlakte aandeel aan gelijksoortige teelten, oppervlakteaandeel GBDA, bos, natuur, grasland, lengte aan houtwallen, bomenrijen, slootkanten, de oppervlakte van de percelen, de gemiddelde oppervlakte van de verschillende typen landgebruik (patchiness), verdeling van oppervlakteaandelen over verschillende typen landgebruik, de mate waarin habitats met elkaar verbonden zijn (landschapsfactoren), teeltmaatregelen, ervaring van de teler, bemesting (teeltfactoren).

Tussen plaagsoort aantallen of vijandaantallen enerzijds en één of meer omgevingsvariabelen anderzijds kan geen verband bestaan (ze variëren onafhankelijk van elkaar), of wel een verband (ze variëren afhankelijk van elkaar: ze correleren met elkaar). De correlatie kan positief zijn (als de variabele toeneemt, nemen de aantallen toe), of negatief (als de variabele toeneemt, nemen de aantallen af). Als er een correlatie is, hoeft er nog geen oorzakelijk verband te zijn tussen aantallen en variabele, is nog niet duidelijk hoe de variabele de aantallen beïnvloedt. De conclusie uit een correlatie heeft de vorm van een hypothese. Er kunnen nog vele schakels tussen variabele en aantallen zitten, of de variabele kan gecorreleerd zijn met een andere variabele die wel de oorzakelijke factor is, maar niet gemeten. Wil men 'zekerheid', dan moet een experiment gedaan worden waarin de variabele verschilt tussen proefgroepen. Vindt men nu eenzelfde respons in de aantallen, dan is het oorzakelijke verband aangetoond (mits aan een aantal statistische voorwaarden is voldaan). De resultaten van heel veel beschreven onderzoeken in het rapport hebben de vorm van hypothesen.

Een belangrijke voorwaarde voor het voortbestaan van een soort, en het handhaven van hoge aantallen is dat de soort door middel van zijn overlevingsstrategie (*strategy of life*) gelijke tred kan houden met de veranderingen van en in zijn habitat. Het habitat is derhalve de mal die de overlevingsstrategie van de soort bepaalt. Gewassen zijn te beschouwen als kort-bestaande habitats. De bijbehorende soorten dienen dus over tactieken te beschikken die overleving mogelijk maakt, bijvoorbeeld een groot dispersievermogen, snelle voortplanting, korte generatieduur, veel generaties, etc. De meeste plaagsoorten als bladluizen, trips en motten beschikken over een of meerdere van deze tactieken. Dit geldt tevens voor sommige van hun vijanden. Maar veel vijanden ontberen deze tactieken, of hebben ze in mindere mate. Zij zijn meer aangewezen op langduriger habitats, dan teelten die slechts enkele maanden bestaan, en daarin ook nog een veranderingsproces doormaken. Dit verschil tussen plagen en vijanden kenmerkt ten diepste het probleem van plaagontwikkeling. Doordat teelten steeds meer monoculturen werden, over steeds grotere oppervlakten, met een steeds kortere duur van bestaan, en steeds intensievere teeltmethoden werden zij het exclusieve domein van de r-strategische plaagsoorten, en veel minder, voor de relatief minder r-strategische vijandsoorten. Indien men de natuurlijke vijanden wil inzetten bij plaagcontrole en tegelijk de teeltmethoden moet handhaven, is er maar een oplossing: meer habitat creëren of handhaven voor de natuurlijke vijanden. De dooradering van het agrarisch landschap met (semi-)natuurlijke elementen (de Groen-Blauwe Dooradering) is een belangrijke, weinig oppervlakte vragende oplossing voor het vijandhabitat.

Groen-blauwe Dooradering biedt habitatcontinuïteit – voor vijanden maar soms voor plaagsoorten (zie verder, en hoofdstuk 4) - in een landschap dat verder bestaat uit zeer tijdelijke habitats. Vooral ook omdat de (semi-)natuurlijke elementen gecombineerd kunnen worden met een aantal andere functies die eraan gekoppeld kunnen worden, zoals transport en toegankelijkheid, waterbeheer, landschapswaarden, goed teeltklimaat. Veel studies tonen de plaagonderdrukkende werking van de GBDA aan. Uit het bovenstaande over het verschil in overlevingsstrategieën tussen plagen en vijanden wordt duidelijk dat de beste progressie in plaagcontrole

door natuurlijke vijanden geboekt kan worden door het garanderen van een zo groot mogelijke habitatcontinuïteit (in ruimte en tijd) voor vijanden en een zo klein mogelijke habitatcontinuïteit voor plaagsoorten. Dit laatste is uitgewerkt in hoofdstuk 4 waar wilde waardplanten voor plaagsoorten genoemd worden, en maatregelen om plaagontwikkeling vanuit die alternatieve waardplanten te voorkomen. De landbouw zelf heeft in dit kader de rotatie ontwikkeld als uitwerking van een zo klein mogelijke habitatcontinuïteit in de tijd. Ruimtelijke scheiding van teelten, binnen het bedrijf, resp. tussen bedrijven op schaal van het landschap, wordt veel minder resp. nauwelijks toegepast, als middel ter verkleining van de habitatcontinuïteit voor plaagsoorten in de ruimte.

Dit onderzoek handelt over het agrarisch landschap bestaande uit groenteakkers dooraderd met groene en blauwe landschapselementen. De hoofdvraag van deze studie is derhalve *of en in welke oppervlakte verhoudingen, ruimtelijke configuraties en kwaliteitseigenschappen* dit landschap aan deze gekoppelde voorwaarden voldoet (kansen!!), en voorts, of de GBDA ook voor plaagsoorten de continuïteit van hun habitat vergroot (risico's!!).

Voor verschil in werking van polyfage vijanden en oligo/monofage vijanden, en functionele en numerieke respons, zie Wingerden & Booij (1999).

2 Is GBDA relevant voor het ontstaan van insectenplagen?

Vooraf: Bronnen van goed en kwaad

Plagen en natuurlijke vijanden koloniseren gewassen vanuit 4 verschillende bronnen:

- a) vanuit bronnen in het perceel zelf (bodem, oude gewasresten of onkruiden)
- b) vanuit andere percelen binnen of nabij het bedrijf
- c) vanuit GBDA op het bedrijf (randen en kleine elementen)
- d) vanuit het omringende landschap op diverse schaalniveaus

2.1 Ontstaan van plagen door immigratie van plaaginsecten vanuit de lucht

Bladluizen

Verspreiding van bladluizen door de lucht, vindt plaats nadat in een bladluispopulatie gevleugelde individuen zijn gevormd. Het is vooral een passief proces, daar bladluizen slechte vliegers zijn. De gevleugelde exemplaren (*alaten* genoemd) worden dus getransporteerd door zich verplaatsende luchtmassa's. Deze alaten zijn met behulp van bijvoorbeeld gele vangbakken (op gewashoogte) of zuigvallen (12.2m hoog) te vangen.

De hoge zuigvallen vangen bladluizen uit de lucht, vooral uit zich verplaatsende luchtmassa's en in mindere mate uit de directe omgeving. Deze vallen heten representatief te zijn voor een gebied met een straal van ca 80 km (internetsite van [Rothamsted Insect Survey](#)) Met gele vangbakken is vooral een indruk te krijgen van heel plaatselijke processen, in en direct om de teelt, en in mindere mate uit de zich verplaatsende luchtmassa's.

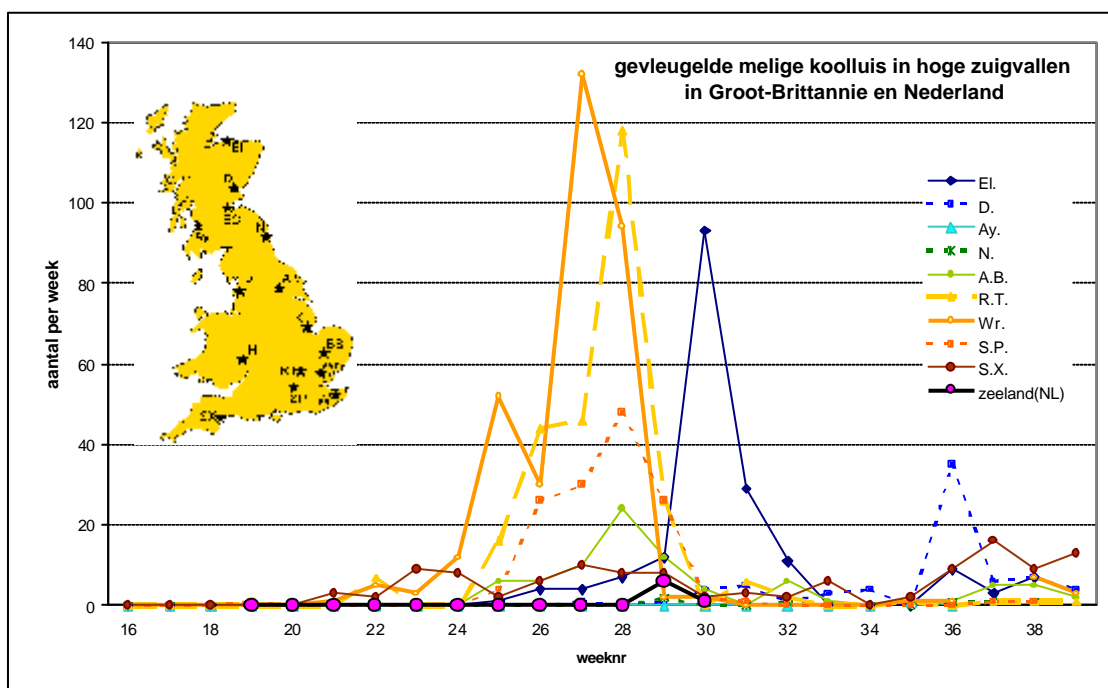
Beide methodes worden in Nederland toegepast door de NAK om een indruk te krijgen van de vectordruk (de eigenschap van sommige bladluissoorten als overbrenger van schadelijke virussen) in de pootaardappelteelt. Bij het overschrijden van een drempelwaarde voor de cumulatieve vectordruk van die 10 bladluissoorten die virus overbrengen in de aardappelteelten, wordt geadviseerd om het loof te doden. Dit systeem werkt al jaren goed (d.w.z. daarmee wordt grootschalige virusaantasting van pootaardappels voorkomen) waaruit we kunnen concluderen dat er een relatie is tussen vangsten van *alaten* en virusoverdracht. Recente cijfers voor de aantallen van verschillende bladluissoorten zijn echter niet gepubliceerd, alleen het verloop van de vectordruk tot het bereiken van de drempelwaarde is voor enkele jaren te achterhalen.

Voor 2 bladluissoorten zijn er cijfers uit de 80-er jaren. In mei wordt vaak nog niets, of slechts een enkele bladluis gevangen, hoge aantallen komen meestal pas in juli (tabel 4). Dit kan betekenen dat de immigratie via de lucht pas in juli op gang komt, maar ook dat in bladluispopulaties pas in juli gevleugelde dieren ontstaan.

In Groot-Brittannië staat een netwerk van 15 hoge zuigvallen. Met de hoge zuigvallen in enkele andere Europese landen vormen ze samen het netwerk EXAMINE.

Voor Melige koolluis blijkt dat er enorme verschillen tussen jaren onderling zijn. In een val die het ene jaar pieken van boven de 50 koolluizen per dag vangt, zien we het volgende jaar niet meer dan maximaal 3 per dag. Cijfers over de aantalsnivo's in koolgewassen voor de desbetreffende jaren en regio's zijn niet voorhanden. Ook verschillen tussen vallen in verschillende regio's binnen een land zijn enorm, zodanig dat in ieder geval voor de Melige kooluis getwijfeld moet worden aan de "representativiteit voor een gebied met een straal van 80 km". Hierbij moet evenwel opgemerkt worden dat Melige koolluis waarschijnlijk niet de meest representatieve soort is voor de lange afstandsverspreiders (zie onder). Wel is grosso modo een relatie tussen datum van eerste vangst en temperatuur te zien: week 17 voor midden Frankrijk, week 20 voor Noord-Frankrijk en de zuidelijke helft van Engeland, week 28 voor Schotland.

De vangsten voor 2003 in Nederland zijn echter weer veel lager en later dan op grond van vangsten in buurlanden te verwachten is. Zie *figuur 1*



Figuur 1. Vangsten van Melige Koolluis (*Brevycorne brassicae*) in hoge zuigvallen.

emigranten. Het weer is een andere factor die verspreidingsprocessen beïnvloedt. Er zijn tevens grote verschillen in dispersiegedrag tussen de soorten, die verschillen in hun populatiedynamiek teweegbrengen.

Robert (1987) vergeleek in Frankrijk vangsten in gele vangbakken met die in zuigvallen. Op grond daarvan deelt hij soorten in in groepen die

- (a) meer in gele vangbakken terecht komen (*Brevicoryne brassicae* (Melige koolluis), *Aphis fabae* (zwarte bonenluis), *Hyperomyzus lactucae* (melkdistelluis) en *Macrosiphum euphorbiae* (aardappeltopluis)).
- (b) meer in zuigvallen terecht komen (*Myzus persicae* (groene perzikluis), *Cavariella aegopodii* (zevenbladluis), *Metopolophium dirhodum* (roos-grasluis) en *Sitobion avenae* (Grote graanluis)).
- (c) in de tijd variëren: nu eens meer in vangbakken, dan weer meer in zuigvallen (*Rhopalosiphum padi* (vogelkersgrasluis)).
- (d) nooit in gele vangbakken terecht komen (*R. insertum* (appelgrasluis)). Llewellyn et al. (2003) stelde op grond van de genetische eigenschappen door middel van DNA-analyse m.b.v. zgn microsatellieten) van *S. avenae*, gevangen in enkele hoge zuigvallen in Engeland vast dat deze soort zich op grote schaal als één grote homogene populatie gedraagt. Hieruit leiden de auteurs af dat er een sterke migratie over grote afstanden plaatsvindt.

Voor het vaststellen van de relatieve bijdrage van directe omgeving (inclusief de GBDA) resp aanvoer van ver door de lucht aan de immigratie in de akker zal per bladluissoort genetisch onderzoek met microsatellieten of andere DNA-technieken nodig zijn.

Deze gegevens zouden kunnen wijzen op verschillen in verbredingsstrategie tussen soorten. De soorten onder (b) en (d) investeren kennelijk veel individuen in verspreiding over grote afstanden; voor deze soorten zouden bronnen dichtbij de teelten minder belangrijk kunnen zijn, omdat ze 'altijd wel in de lucht zijn', en hun immigratie-kans kennelijk groot is. Het is uiteraard mogelijk dat een vergelijkbaar onderzoek in Nederland uitgevoerd, andere uitkomsten kan hebben.

Uit deze gegevens en overwegingen kunnen m.b.t. afkomst van bladluizen de volgende conclusies getrokken worden.

1. Er zijn indicaties zijn dat een aantal soorten (Groene perzikluis (op diverse groenten), Zevenbladluis (op peen), Roosgrasluis, Grote graanluis, Appelgrasluis) vooral in teelten immigreert via van ver komende luchtmassa's. Hierbij is het onwaarschijnlijk dat lokale bronnen veel invloed hebben op de infectie. Toch kan – op basis van de verhouding van vangsten in zuigvallen en vangbakken – niet uitgesloten worden dat het ontstaan van plagen vanuit het perceel, of door immigratie vanuit de nabije omgeving plaatsvindt. Voor Melige koolluis (op koolgewassen), Aardappeltopluis (op diverse groenten) en Zwarte bonenluis (op bonen, bieten) vindt infectie door bronnen dichtbij waarschijnlijk frequenter plaats dan infectie door emigranten uit van ver komende luchtmassa's. Tot de lokale bronnen behoort in theorie ook de GBDA, mits daar alternatieve waardplanten voorkomen (zie verder hoofdstuk 4).

2. Met gangbare onderzoekstechnieken kunnen dieren afkomstig uit perceel/teelt, directe omgeving (inclusief GBDA) en verre omgeving niet (goed) onderscheiden worden. Hiervoor is onderzoek met nieuwe genetische technieken noodzakelijk.

Tabel 4. Fluctuaties in bladluisvangsten (aantallen gevleugelde dieren per week) met zuigvallen (hoogte 12.2 m) op drie Nederlandse vangstlocaties; vangsten t/m Mei in *italics*

1981	<i>Myzus euphorbiae</i> (Aardappeltopluis)			<i>M. persicae</i> (Groene perzikluis)		
Week	Zeeland	N.O.polder	Groningen	Zeeland	N.O.polder	Groningen
19	<i>0</i>	<i>0</i>		<i>0</i>	<i>0</i>	
20	<i>2</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>2</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
21	<i>5</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
22	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
23	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
24	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
25	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
26	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
27	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>15</i>	<i>26</i>	<i>1</i>
28	<i>18</i>	<i>40</i>	<i>4</i>	<i>253</i>	<i>320</i>	<i>13</i>
29	<i>6</i>	<i>107</i>	<i>11</i>	<i>81</i>	<i>525</i>	<i>12</i>
30	<i>2</i>	<i>56</i>	<i>7</i>	<i>84</i>	<i>1078</i>	<i>169</i>
1982	<i>M. euphorbiae</i> (Aardappeltopluis)			<i>M. persicae</i> (Groene perzikluis)		
Week	Zeeland	N.O.polder	Groningen	Zeeland	N.O.polder	Groningen
19	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
20	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
21	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
22	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
23	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
24	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
25	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>2</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
26	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>2</i>	<i>0</i>
27	<i>4</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>5</i>	<i>0</i>
28	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>0</i>	<i>92</i>	<i>201</i>	<i>9</i>
29	<i>31</i>	<i>24</i>	<i>7</i>	<i>426</i>	<i>888</i>	<i>209</i>
30	<i>70</i>	<i>47</i>	<i>2</i>	<i>283</i>	<i>889</i>	<i>18</i>
1983	<i>M. euphorbiae</i> (Aardappeltopluis)			<i>M. persicae</i> (Groene perzikluis)		
Week	Zeeland	N.O.polder	Groningen	Zeeland	N.O.polder	Groningen
19	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
20	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
21	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
22	<i>2</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>2</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
23		<i>0</i>	<i>0</i>		<i>1</i>	<i>0</i>
24	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
25	<i>4</i>	<i>3</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
26	<i>3</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
27	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
28	<i>5</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>14</i>	<i>3</i>	<i>0</i>
29	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>2</i>	<i>32</i>	<i>18</i>	<i>1</i>
30	<i>0</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>31</i>	<i>49</i>	<i>2</i>
31	<i>1</i>	<i>5</i>	<i>4</i>	<i>29</i>	<i>35</i>	<i>1</i>

2.2 Ontstaan van plagen vanuit de percelen zelf.

De belangrijkste bronnen van plagen en ziekten binnen het bedrijf zijn infecties vanuit gewasresten, voorafgaande teelten, bodem, plantmateriaal, groenbemesters en onkruiden.

Dat het uitgangsmateriaal (zaaizaad, plant en pootgoed) vrij is van schadelijke organismen lijkt een vanzelfsprekendheid. Toch is dat – ondanks de strikte controle – lang niet altijd het geval. Kleine startinfecties kunnen bij ziekten en snelgroeiende plagen als trips, spintmijt en bladluis snel uitgroeien tot plaag. Kwalitatief goed en zo mogelijk resistent uitgangsmateriaal is dan ook belangrijk voor preventie van deze plaagsoorten.

Bij jaarrondeelt waarbij meerdere teelten van hetzelfde gewas binnen het perceel elkaar opvolgen, kunnen besmettingen van ziekten en plagen gemakkelijk verspreid en versterkt worden. Veelal liggen binnen één perceel tegelijkertijd of vlak na elkaar teelten van verschillende ouderdom. Infectie die zich op vroege teelten ontwikkelen kunnen zich daardoor snel verplaatsen en elkaar versterken op nieuw geplante teelten.

Door continue aanwezigheid van geschikte gewassen kunnen ook relatief gespecialiseerde en weinig mobiele plagen als Preimot, Wortelvlieg of Koolgalmug zich eenvoudig handhaven en verbreiden. Ook stripteelt van bijvoorbeeld aardbei of sla waar stroken van verschillende ouderdom aan elkaar grenzen, maakt verspreiding van plagen risicovol. Scheiding in tijd en ruimte van gewassen met gemeenschappelijke plagen is cruciaal voor preventie.

Hoewel bij geïntegreerde teelt gewasrotatie in de tijd en ruimtelijke scheiding van gelijke of verwante gewassen als gezonde basis worden bevorderd (Wijnands et al. 2002) is dit nog geen gemeengoed. De beperkte bereidheid tot verbrede rotaties is te wijten aan het feit dat de gewaskeuze wordt gebaseerd op de verwachte vraag en rentabiliteit van het gewas en de verregaande specialisering van de boer.

Groenbemesters die dikwijls worden gebruikt als overgangsgewas in de winter, - dus tussen identieke of verschillende teelten in -, vormen een aparte categorie. Zij worden frequent ingezet met als belangrijkste doel het verbeteren van de bodemstructuur en de vastlegging van nutriënten (Timmer et al. 2003). Het meest toegepast worden Bladrammenas, Gele mosterd, Raaigrassoorten en Winterrogge. In zijn algemeenheid zijn alle groenbemesters gunstig voor natuurlijke vijanden omdat zij habitat voor deze vormen en in voedsel voorzien. Echter, met name bij gebruik van cruciferen (Bladrammenas en Gele mosterd) als groenbemester is er een potentieel risico omdat ze waardplant zijn van plagen van koolsoorten. Dit risico voor overdracht van individuen van plaagsoorten op koolteelten speelt zowel op perceels- als bedrijfsniveau. Voor de soorten met sterke verspreiding geldt dit mogelijk ook op landschapsniveau.

Een andere potentieel belangrijke bron voor ziekten en plagen zijn onkruiden. Zo is Vogelmuur een belangrijke tussenwaardplant van trips soorten. Ook veel bladluizen doen het goed op onkruiden. Wanneer dezelfde onkruiden ook gevoelig zijn voor dezelfde virussen als het gewas kan dit, behalve de aantastingsniveau's van bladluizen ook die door virussen verhogen. Veel gegevens hierover zijn echter slechts kwalitatief bekend.

Voor *Thrips tabaci* wordt geschat dat bij een matige onkruidbezetting 30 % van de populatie in een perceel zich op onkruiden kan bevinden (Greeve 2003, intern PRI rapport). Het is echter nog niet aangetoond of onkruid dan bron (*source*) of juist put (*sink*) is terwijl het gewas bron is.

Daarnaast spelen onkruiden een belangrijke rol bij het versterken van aantallen predatoren en parasieten (Weiss & Stettner 1991). Recent onderzoek versterkt het idee dat het tolereren van onkruid de vestiging van insectenplagen in bijvoorbeeld kool afremmen (Finch en Collier 2003). Sommige plagen zouden daarom bij lage bedekking aan onkruid juist extra problemen kunnen vormen. Selectief onkruidbeheer krijgt als beheersingsstrategie nu echter nog weinig aandacht.

Voorlopige conclusie: In de huidige praktijk vormen verontreinigd plantmateriaal, en het nalaten van rotatie en ruimtelijke scheiding van gelijksoortige en verwante teelten belangrijke risico's voor plagen. Rotatie en ruimtelijke scheiding van gewassen vormen een belangrijke basis voor preventie van het doorgeven van plaagsoorten aan gelijksoortige of verwante teelten, en daarmee het ontstaan van plaagniveaus. De groenbemesters Bladramenas en Gele mosterd kunnen populaties van plaagsoorten voor koolsoorten herbergen, en vormen daardoor een risico. De rol van onkruid is tot nog toe onduidelijk. Zowel groenbemesters waarvan de toepassing zeer gunstig is vanuit milieu-perspectief, en voor de verbetering van bodemstructuur als onkruiden kunnen ook belangrijk habitat zijn van natuurlijke vijanden en daardoor een functie als bron voor vijanden hebben.

2.3 Verspreiding van plagen van perceel naar perceel op bedrijfsniveau, of landschapsniveau

Onderlinge infectie van percelen is gerelateerd aan de ruimtelijke ligging van percelen binnen het bedrijf, de mate waarin gewassen in de diverse percelen plagen delen en het dispersievermogen van plagen en natuurlijke vijanden.

Ruimtelijke en temporele isolatie van infectie is daarom essentieel (zie onder 2.2).

Diversificatie op het bedrijf alleen is dan ook niet voldoende om plagen te beheersen, veel hangt af van infectiekansen. Daarmee kan tevens worden aangegeven dat kleinschaligheid op zich niet persé tot plaagreductie leidt. Immers wanneer afstanden tussen gelijksoortige teelten wordt verkleind neemt de infectie van laagmobiele plagen toe.

Infecties van bedrijf naar bedrijf vormen regelmatig aanleiding tot onderlinge klachten.

Het meest bekende voorbeeld is de gevreesde aardappelziekte. Hoewel beschuldigingen niet altijd hard te maken zijn, is onderlinge infectie zeer wel denkbaar; met name van percelen met hoge plaagdruk naar die met lage plaagdruk. Het kan daarbij om heel verschillende gewassen gaan, zoals de eerste generatie Groene appelwants in boomgaarden die na migratie in de volgende generaties plagen kan vormen in aangrenzende percelen aardappel. Een andere voorbeeld is de overdracht van trips van prei naar aardbei. Ook van vollegrondsgewassen naar kasteelten en omgekeerd zijn er meldingen (bv. Katoenluis, bladrollers en wantsen).

Onkruid in het ene perceel kan als infectiebron dienen voor een gewas in een nabijgelegen perceel. Naarmate de plagen in de verschillende gewassen van het bouwplan meer overeenkomen neemt het risico van infectie toe. Het betreft vaak plagen met een breed waardplantspectrum en een grotere verspreiding (Koolmot, aardvlooien, trips, polyfage bladluisoorten, bladrandkevers).

Simulatie modellen van Booij (2003) laten zien dat in een veel voorkomende tuinbouwrotatie met o.a. prei, kool en aardbei-teelten *Thrips tabaci* zich eenvoudig van gewas naar gewas verplaatst waarbij overwinterende teelten (bijv. winterprei) en onkruiden als brug fungeren tussen de seizoenen.

Daarnaast kunnen sommige gewassen een belangrijke bron voor natuurlijke vijanden zijn. Enerzijds doordat ze veel prooien herbergen (die weinig schade aan het gewas doen) of anderzijds doordat ze veel voortplantings- of overwinterings-habitat bieden (Booij & Noorlander 1992).

Uit het bovenstaande kan geconcludeerd worden dat – bij onvoldoende temporele en ruimtelijke scheiding – verspreiding van plagen tussen percelen met gelijksoortige, verwante teelten of teelten met onkruiden een groot risico vormt. Een bouwplan dat rekening houdt met deze risico's en samenwerking dienaangaande tussen boeren in hetzelfde gebied kunnen deze risico's minimaliseren.

2.4 Bronnen van plaagsoorten; samenvatting en conclusie.

1. Op de schaal van het perceel, bedrijf en omringende landschap zijn er - naast de mogelijke bronfunctie van GBDA - andere bronnen voor infectie met plagen, met een groter risico voor het ontstaan van plagen: het perceel zelf (gewasresten), geïnfecteerd plantmateriaal, onkruid, groenbemesters uit de familie der Kruisbloemigen, en andere percelen met gelijksoortige of verwante teelten zonder dat er voldoende ruimtelijke of temporele scheiding tussen de teelten is aangebracht.
2. Er bestaan aanwijzingen voor infectie van teelten door immigratie van bladluisoorten die door luchtmassa's worden aangevoerd, en bovendien infectie met virussen waarvan deze soorten de drager zijn. De vangsten met het netwerk

van hoge zuigvallen die vooral van ver immigrerende bladluizen vangen, indiceren virus-infecties zo nauwkeurig, dat – na maatregelen – virus-infectie van het gewas (aardappels) voorkomen wordt. Het succes van deze aanpak vormt een aanwijzing dat virus-infectie via van ver immigrerende bladluizen belangrijker is dan via bladluizen afkomstig van dichtbij (bijv. GBDA). Er is nog onvoldoende onderzoek met genetische merkers om de eventuele afkomst van deze plaagsoorten uit de GBDA te kunnen uitsluiten.

De slotconclusie is dat de rol van GBDA als bron voor plaaginfectie veel kleiner dan die van een aantal andere bronnen, maar dat nog onvoldoende kennis beschikbaar is om infectie vanuit GBDA niet is uit te sluiten, of de conclusie te trekken dat het risico verwaarloosbaar klein is. In hoofdstuk 4.1. wordt daarom op het risico van GBDA als bron van plaagontwikkeling uitgebreid ingegaan. Hier zal blijken dat - voor een klein aantal teelten en voor een klein aantal plaagsoorten – een gering aantal wilde waardplanten in GBDA een risico – maar een klein risico dus: conclusies 1 en 2 gelden nog steeds – met zich meebrengen als bron voor plaagontwikkeling. Maar tevens zal blijken dat het mogelijk is - door beheer van GBDA en ruimtelijke patronen van inrichting van het bedrijf met teelten - het risico van plaagontwikkeling vanuit dit gering aantal wilde waardplantsoorten zeer sterk te verkleinen (hoofdstuk 4.1, 4.3 en 4.4).

3 Hoe beïnvloeden fysische eigenschappen van GBDA plaagsoorten en vijanden?

Vooraf

Buiten de invloed die GBDA heeft als habitat van plaagsoorten en habitat van vijanden, heeft GBDA ook invloeden als fysieke structuur, nl.

op het mesoclimaat in de aangrenzende teelt; effect strekt zich uit over vele tientallen meters of honderden meters

op het microklimaat in de dooraderingsstructuur zelf, en in de zeer directe omgeving (enkele meters)

via de beïnvloeding van vlieg- en looppatronen van plaag- en vijandsorten doordat GBDA een barrière vormt maar ook doordat GBDA de vlieg- en loopactiviteit kan geleiden. Veranderingen in patronen van soorten en hun aantallen kunnen hier het gevolg van zijn. Deze twee fysische effecten kunnen niet altijd van elkaar en van andere effecten van GBDA onderscheiden worden: ze zijn verstrengeld.

3.1 Klimaatseffecten van GBDA

Klimaatmodificatie door GBDA

Indien de GBDA bomen of struiken bevat, zal het micro-klimaat in de houtwallen en struwelen gematigder zijn dan in de meeste teelten: de temperatuurminima en maxima zullen minder extreem zijn, en navenant de vochtigheidswaarden. Ook de windsnelheid zal lager zijn dan buiten de houtwal. Zelfs ruigten en meerjarige dichte en hoge grazige vegetatie kunnen een gematigder microklimaat hebben. Dit heeft te maken met de doordringbaarheid van de teelt voor zonlicht. Indien een deel van de straling geabsorbeerd wordt door de bodem kan het temperatuurmaximum aan en nabij het aardoppervlak 10 tot 15 graden hoger liggen dan de luchttemperatuur boven de teelt. Indien de vegetatie dicht is en de zonnestraling niet tot het aardoppervlak kan doordringen, is de maximumtemperatuur daar dikwijls een paar graden lager dan de luchttemperatuur boven de teelt (Stoutjesdijk & Barkman 1992). Een dichte vegetatie remt tevens de uitstraling 's nachts, zodat de minima in de GBDA minder laag zijn dan in de teelt.

Voor koudbloedige dieren waartoe de insecten behoren is de hogere maximumtemperatuur van groot belang. Een vuistregel is dat – naarmate de temperatuur 10 graden hoger is – de biochemische, dus ook de fysiologische processen – 2 tot 3 maal zo snel verlopen. Dit geldt ook voor de groei. Dat betekent dat op een zonnige dag de groei 10-20 % sneller kan verlopen in een open vegetatie, vergeleken met een gesloten vegetatie.

Het belangrijkste effect van houtwallen en bomenrijen is de demping van de windsnelheid aan de luwe zijde ervan. Deze wordt gereduceerd tot een afstand van 28 maal de hoogte van het opgaande houtige element. Opvallend is dat deze reductie over grotere afstanden speelt bij enigszins doorlatende windbrekers (zoals houtwallen, windsingels, en bomenrijen). Bij een geheel gesloten kunstmatige windbreker zorgt turbulentie direct erachter voor een windsnelheidsreductie over een kortere afstand.

De reductie loopt op tot 60 % van de windsnelheid in de strook op ruwweg viermaal de hoogte van het opgaande houtige element, en neemt vervolgens iets sterker dan lineair af tot plm. 40% bij plm tienmaal die hoogte, 20 % bij plm. 15 maal die hoogte, en tot 10% rond 24 maal die hoogte. Bij een hoogte van 4 meter liggen deze punten dus op 16 meter, resp. 40, 60 en 120 meter. Andere klimaatseffecten zijn hiervan afgeleid: Zo wordt de verdamping aan de luwe zijde gereduceerd met plm 30 % (ook op een afstand van de houtwal van rond viermaal de hoogte). Bodemvochtigheid is 20% hoger, en de gemiddelde bodemtemperatuur tien tot 15 % hoger tot een afstand van ongeveer zes- tot achtmaal de hoogte van het opgaande houtige element (uit Pollard et al. 1977, naar Marshall 1967).

Beide effecten: de windluwte en hoge temperatuurmaxima in teelten met een open vegetatiestructuur kunnen tot gevolg hebben dat de temperaturen in de teelten overdag aanzienlijk hoger oplopen dan die in veel typen GBDA, en vergeleken met teelten die niet omgeven worden door GBDA.

Effecten op plaagsoorten en vijanden

Modificatie van deze fysische parameters hebben de volgende mogelijke effecten voor plaagontwikkeling enerzijds en plaagpreventie- en -onderdrukking door vijanden anderzijds.

Het microklimaat in percelen kan nadelig zijn voor bepaalde soorten sluipwespen (Dyer & Landis 1997), kevers en spinnen (Duelli et al. 1990). Laboratoriumstudies wijzen uit dat de levensduur van verschillende sluipwespen beduidend lager is bij temperaturen boven 24°C dan bij temperaturen tussen 15 en 20°C (Hailemichael & Smith, 1994; Rahim et al., 1991). GBDA kan voor natuurlijke vijanden gedurende hete perioden van de dag als schuilplaats met een gematigd microklimaat fungeren. Dyer & Landis (1996) bevestigen het belang van een gunstig microklimaat door aan te tonen dat in het voorjaar in Michigan (Verenigde Staten) de levensduur van sluipwespen in bossen hoger was dan in maïspcelen (Bianchi 2003). Hier betreft het dus een positief effect van opgaande elementen voor een groep van vijanden.

De hogere maximumtemperaturen als gevolg van de hoogopgaande begroeiing versnellen de voorplanting van dikwijls toch al snel zich voorplantende plaagsoorten. Plagsoorten hebben dikwijls een kortere generatieduur dan hun natuurlijke vijanden, zeker wanneer het predatoren betreft. De hogere temperatuur heeft tevens tot gevolg dat de omgeving waarin de plaag leeft, na koud weer sneller opwarmt en na regen sneller opdroogt. Dit kan tot gevolg hebben dat de aantallen van de plaagsoort door een kortere generatieduur, een hogere voortplanting, en een geringere sterfte sneller

toenemen, waardoor de kans op plaagcontrole door predatoren kleiner wordt. Deze temperatuurseffecten kunnen natuurlijk net zo positief werken op de aantallen van de predatoren. De predatie zal ook hoger zijn bij een hogere temperatuur. Groeger (1983) geeft aan dat zweefvliegen bij hogere temperatuur een grotere voortplanting hebben, en de larven meer bladluizen eten. Maar zoals Holling (1965) deze functionele respons beschreven heeft: hier zit een bovengrens aan. In de numerieke respons loopt de vijand dikwijls achter door zijn langere generatieduur. Ook wanneer hun generatieduur in gelijke mate korter wordt onder hogere temperaturen, is de kans op controle van de exponentiële vermenigvuldiging van de plaag kleiner.

Parasieten hebben die mogelijkheid vaak wel. Er zijn soorten waarbij er meerdere parasieten uit één individu van de plaagsoort kunnen komen. Er zijn soorten die zich nog binnen de reproductieperiode van de gastheer (de plaagsoort dus) kunnen voortplanten. Dit geeft hen de kans ook numeriek op de eidichtheid van de gastheer te reageren.

Maar ook voor deze parasiet geldt, dat – naarmate de temperatuur in de teelt hoger is, de ontwikkeling van de eieren sneller verloopt, m.a.w. dat de eiontwikkeling al snel te ver is voortgeschreden voor parasitering. Aan de andere kant komen parasieten in een warmer mesoklimaat ook eerder uit, en kunnen parasieten bij hogere temperatuur actiever zijn en dus beter zoeken. Zo lang het de optimale temperatuur voor de parasiet niet overschreden wordt, is controle mogelijk, en wordt de controlekansen mogelijk groter. Maar, zoals boven beschreven is: bij overschrijding van het optimum, en afwezigheid van schaduw in de directe omgeving zal de parasiet de controle verliezen.

Samenvattend

Opgaande groene dooradering kan via een warmer mesoklimaat de aantalsverhoudingen van plaagsoorten en vijanden in verschillende richtingen beïnvloeden, afhankelijk van de aard van de vijand, en de responses van plaagsoort en vijand op hogere maximumtemperaturen, vergeleken bij afwezigheid van opgaande groene dooradering. Het risico dat plaagsoorten zich in een warmer mesoklimaat gedurende enige tijd aan de controle van vijanden ontsnappen, kan niet worden uitgesloten. Anderzijds, zonder de positieve voorwaarden (nectarbronnen, alternatieve prooien), die de houtwallen vervullen, zou de plaagcontrole mogelijk ook tekort schieten. Bovendien, draagt het warmere mesoklimaat bij tot een hogere gewasproductie. Het is dus niet mogelijk algemene vuistregels voor de effecten van het warmere mesoklimaat op te stellen. Zelfs voor specifieke plaag – vijand-combinaties is het moeilijk om aan te geven waar - voor de combinatie van al deze voorwaarden voor plaag en vijand - de grens- of drempelwaarden liggen tussen verhoging van het risico op plaagnivo's en vergroting van de kans op effectieve plaagcontrole.

3.1.1 Macroklimaat en bodem erosie

De dooradering met opgaande houtige elementen heeft ook een effect op het macroklimaat. Van wind uit zee wordt de snelheid in spaarzaam dooraderde

landschappen met ongeveer 1/3 gereduceerd, maar in sterk dooraderde landschappen met ongeveer de helft (Jensen 1954).

Het is om deze reden dat in vele regio's, vooral op bodems bestaande uit lichte deeltjes, en in droge gebieden, zoals in Great Plains (U.S.A.), de Euroaziatische steppen, Duitsland, Denemarken, Moravië (Tsjechië), onze Flevopolders, en lokaal in Engeland opgaande houtige beplantingen zijn aangelegd om bodemerosie tegen te gaan. De voorjaarsstormen van 1968 leidden in de veengebieden in Engeland (waar de bodem relatief rijk is) tot het verlies van de vruchtbare oppervlaktelaag, kunstmest en zaad naar dijken, greppels en sloten. Het nadelige effect lijkt groter geworden na de opkomst van de grootschalige suikerbieten-teelt in de jaren 30. Het fijne zaadbed is gevoelig voor wind. Hoe groter de percelen zijn, hoe groter deze gevoeligheid lijkt, waarschijnlijk als gevolg van het feit dat, naarmate grote deeltjes over grotere afstanden worden voortgeblazen, ze kleiner worden, en dus eerder en verder wegwaaien (Pollard et al. 1977). In Nederland is windtransport van bodemdeeltje bekend uit perioden dat er ijs ligt: het wordt er stroef door, zo niet onberijdbaar met schaatsen. In Australië leidde aanleg van opgaande houtige elementen tot reductie van de gebruikelijke bodemvruchtbaarheidverliezen (en dus productieverliezen) tot meer dan 20%.

3.2 Barrièrewerking van GBDA op plaaginsecten; ophoping aan de luwe zijde van opgaande begroeiing

Vooraf

Verspreiding van dieren kan plaatsvinden door de lucht, en over de grond. Binnen luchtverspreiding moet onderscheid gemaakt worden tussen inactieve verspreiding (de, dikwijls gevleugelde, ongewervelden bewegen passief, gedragen door horizontaal of verticaal bewegende luchtpakketten) en actief vliegen (de insecten controleren hun bewegingen in de lucht; wind en thermiek: ze kunnen hun bewegingen (bij bepaalde waarden hiervan) beheersen, sturen of beïnvloeden).

De barrière-functie van opgaande begroeiingen kan twee effecten hebben:

- 1. soorten kunnen vanuit een teelt van buiten, bijvoorbeeld vanuit een andere teelt van hetzelfde of een ander gewas, moeilijker bereiken.

Houtwallen en ruige akkerranden kunnen de verspreiding van loopkevers, die mogelijk een rol spelen in het onderdrukken van plagen, bemoeilijken (Mauremooto et al. 1995; Frampton et al. 1995). Daar staat echter weer tegenover dat preiteelten in landschappen met bossen in het algemeen een lagere plaagdruk van trips hebben, mogelijk doordat de bossen een barrière voor de verspreiding vormen (den Belder, 2002). Dit effect zou ook door houtwallen en bomenrijen teweeggebracht kunnen worden.

Samengevat

Opgaande begroeiing kan de immigratie van plaagsoorten belemmeren, en daarmee de opbouw van plaagnivo's, maar kan ook (en dat geldt ook voor waterlopen) de

immigratie van vijanden belemmeren waardoor de plaagcontrole belemmerd zou kunnen worden.

- 2. soorten accumuleren in hoge dichtheden voor de houtwal, en dus in de teelt die daar ligt.

Soorten die min of meer passief door de lucht bewegen

Kleine vliegende insecten accumuleren in de luwte van opgaande begroeiingen, vooral aan de luwe zijde. De verspreidingspatronen van aantallen in de lucht worden bepaald door de hoogte en de doorlaatbaarheid van de elementen, en windrichting en -snelheid (Lewis 1966a, Lewis & Stephenson). De verspreidingspatronen van aantallen in de vegetatie vormen een afspiegeling van die in de lucht (Lewis 1965, 1966b). Deze patronen worden gecompliceerder door insecten afkomstig uit de opgaande elementen zelf, of uit aangrenzende stroken. De accumulatie is sterker bij hogere windsnelheid. De belangrijkste oorzaak voor accumulatie van insecten bij opgaande begroeiingen is de windbrekende werking ervan, waardoor insecten uit voorbijtrekkende populaties daar concentreren (Lewis 1969). Deze accumulatie werd aangetoond bij een 150 meter lange haag van 1.7 – 2 meter hoog, en 0.8 tot 1m dikte.

Bij een 300 meter lange en 8 meter hoge en brede houtwal met tot 20 meter opgaande bomen. De grootste reductie van de windsnelheid lag bij 2-3 maal de hoogte (60 meter); de reductie liep vrijwel lineair af tot 200 meter. De verspreiding van aantallen van insecten van elders was ongeveer identiek aan dit luwtepatroon. Maar insecten uit de houtwal accumuleerden direct erachter. Insecten afkomstig uit de strook aan de loefzijde, accumuleerden tussen 10 en 20 meter aan de lijzijde.

Opmerkelijk was dat het verspreidingspatroon van zich ontwikkelend thrips-populatie (plaagsoort!) in een aangrenzend tarwe-perceel overeenkwam met het patroon van de eerste uit de lucht afkomstige immigranten, één tot twee maanden eerder.

Het betreft hier dus geen plaagsoorten waarvoor de houtwal als bron fungeerde. Wel zorgde de fysische eigenschappen van de houtwal voor concentratie van deze plaaginsecten aan de luwzijde ervan. Ontwikkeling in de richting van een plaagniveau was ervan het gevolg (Lewis 1970).

Het belangrijkste effect van de accumulatie is dus de concentratie: een hoge dichtheid van plaagsoorten (en mogelijk ook vijandsoorten) in een deel van de teelt, die in dat deel van de teelt dus ook – plotseling en door een externe factor – een plaagnivo kan veroorzaken. De vraag is vervolgens hoe groot de kansen zijn voor natuurlijke vijanden om – in vergelijking met plaaginsecten - a. door hetzelfde proces geconcentreerd te raken, of b. te reageren op een plotseling optredende hoge dichtheid van plaaginsecten: komen ze in voldoende aantallen op tijd, of te laat, of in te lage aantallen voor plaagcontrole? Op deze vraag is geen antwoord gevonden.

Min of meer autonoom vliegende insecten

De belangrijkste betekenis van vleugels voor insecten is dat zij daarmee controle over hun bewegingen kunnen behouden, en in hun habitat kunnen blijven (Taylor, 1974). Maar er zijn grote verschillen in de capaciteit van de controle. Deze bepaald in belangrijke mate tot op welke hoogte insecten vliegen. Insecten met een geringe controle vliegen laag (Taylor, 1974). Maar als ze dispersiebereid zijn, wat dikwijls het geval is in een korte periode voorafgaande aan de reproductie, of als gevolg van hoge dichtheden, laten zowel slecht als goed vliegende dieren zich over lange afstanden met de wind meevoeren.

Voor grotere insecten die hun vliegbeweging beter kunnen sturen, is de barrièrewerking van opgaande houtige elementen aangetoond: voor (dag)vlinders (Fry & Robson, 1994), loopkevers door Jepson (1994), en voor Chloropidae (Diptera) (Frouz, meded.). In theorie zou – als gevolg van deze barrièrewerking – accumulatie van individuen van grotere soorten zowel aan de lij- als de loefzijde kunnen ontstaan. Verder kunnen opgaande begroeiingen de migratie naar achter de opgaande elementen gelegen percelen belemmeren of verhinderen. Dagvlinders evenwel schijnen lange opgaande lijnvormige elementen, na ze lange tijd aan één zijde gevolgd te hebben, uiteindelijk wel over te vliegen (Fry & Robson 1994).

Mestvliegen (Diptera, Scatophagidae) zouden onafhankelijk van opgaande elementen over/boven akkers vliegen (Dabrowska-Prot & Karg 1976). Accumulatie van deze familie nabij opgaande elementen is dus minder waarschijnlijk.

De functie van ecotonen (de overgangszone bestaande uit houtwal + grasstrook + akkerrand) is aangetoond voor migratie van Diptera (Trnka et al. 1990), en vlinders (Gatehouse 1994). Hier is dus sprake van geleiding. In principe kunnen zowel plaagsoorten als vijandsoorten aan de loef- of aan de lijzijde van de ene plek (lees: teelt) naar de andere geleid worden. Passage van de loef- naar lijzijde en omgekeerd lijkt dus sterk belemmerd te worden.

De verspreiding van aantallen zweefvliegen (waarvan de larven bladluizen eten) werd bestudeerd in met behulp van potten met spruitkool die door bladluizen aangetast was. De potten werden uitgezet in verschillende habitats in twee landschappen, waarvan het ene voor $\frac{3}{4}$ uit bos en grasland met hagen bestond en voor $\frac{1}{4}$ uit akkerland, en het ander vrijwel geen bos, grasland of lijnvormige beplantingen en overwegend akkerland. De aantallen zweefvliegeieren op de spruitkoolplanten die op de akkers geplaatst waren, waren het hoogst in het landschap dat arm was aan bos, grasland en hagen. Dit ondanks hoge aantallen afgezette eieren op spruitkoolplanten die in het bos of in heggen geplaatst waren. (Een aantal soorten gebruiken deze bos of heggen in een deel van hun levenscyclus.). Kennelijk vliegen zweefvliegsoorten die op volle grondsgroenten leven grote afstanden om hun prooien te vinden, en wel zulke grote afstanden dat het verspreidingspatroon ervan geen relatie meer heeft met bos en opgaande lijnvormige beplantingen, waar zij eerder voorkomen (Pollard 1977, naar Pollard 1971). Met andere woorden: bos en hagen zijn bron-habitats, maar zweefvliegen bewegen zich onafhankelijk daarvan, en weten plaagconcentraties te vinden.

Samenvattend

Het lijkt erop dat insecten gedurende hun dispersieproces onafhankelijk van hun grootte en van hun potentiële stuurkracht, niet echt verschillen in de kansen om terecht te komen in de luwte van opgaande groene dooradering.

De grotere insecten kunnen zich daarna tamelijk autonoom verder verspreiden. Sommige oriënteren zich daarbij op de GBDA, in die zin dat ze slootkanten volgen, akkerranden, de rand van teelten met hoge gewassen, heggen en houtwallen, hetzij actief (bij vlinders o.a. als onderdeel van het partnerzoekgedrag), hetzij omdat ze de GBDA (tijdelijk) als een barrière ervaren. De natuurlijke vijanden onder de min of meer autonome vliegers kunnen grote capaciteiten hebben in het vinden van concentraties van plaagdieren, zo blijkt uit het voorbeeld van zweefvliegen. Mochten deze dus samen met hun plaagvormende prooidieren in grote dichtheden in de luwte van GBDA geraken, dan is er een grote kans dat zij daar zullen prederen of parasiteren. Is dat niet het geval zullen zij opnieuw de lucht ingaan en zich laten meevoeren, of tamelijk autonoom deze verder zoeken en vinden.

Het kan niet uitgesloten worden dat de aantallen waarin natuurlijke vijanden zich concentreren te laag zijn of te laag voldoende hoog zijn om de geconcentreerde plaagsoorten te controleren.

Met betrekking tot de vraag of en welke risico's en kansen de fysische eigenschappen van de opgaande groene dooradering met zich meebrengen luidt de voorlopige conclusie dat er een risico is op snellere vermenigvuldiging van plagen bij achterblijvende controle door natuurlijke vijanden, als gevolg van het warmere mesoklimaat in de teelten. Dit omvang van dit risico zou sterk uiteen kunnen lopen voor verschillende plaag-vijandcombinaties. Analyse en kwantificering van dit risico is uiterst moeilijk omdat met de aanwezigheid van opgaande groene dooradering veel risico- en kansfactoren verstrengeld voorkomen, met elk hun specifieke effecten op de verschillende plaag- en vijand-combinaties.

De risico-effecten van accumulatie in de windluwte lijken minder groot, omdat deze ook voor vijanden geldt, en omdat een vooral goed-vliegende vijanden prooiconcentraties weten te vinden, maar kunnen niet uitgesloten worden.

Daarnaast zijn er sterk landbouwondersteunde fysische effecten van opgaande groene dooradering zoals preventie van winderosie en daardoor behoud van de bodemvruchtbaarheid, beperking van de verdamping, beperking van het horizontaal afstromen van water, en het en tegengaan van erosie door afstromend water, o.a. aan de kant van waterlopen. Bovendien hebben opgaande begroeiingen via windbreking en warmer mesoklimaat productie en kwaliteit verhogende effecten op het gewas. Twee andere fysische effecten, het ruimtebeslag en de schaduwwerking op de teelt uit zich in productiebeperking. Deze beperking kan evenwel ook gezien worden als een investering in andere functies en effecten van de opgaande groene dooradering die juist productieverhogend en gewaskwaliteit-verbeterend werken.

4 Hoe beïnvloeden kwalitatieve eigenschappen van GBDA plaagsoorten en vijanden?

4.1 Groentegewassen en hun plaaginsecten in wisselwerking met wilde planten als alternatieve waardplant

Wilde planten, struiken en bomen in de GBDA kunnen een bron van natuurlijke vijanden (kansen) voor groentegewassen zijn. Maar ze kunnen ook een bron van aantastingen door plaaginsecten (risico's) vormen

Voor de identificatie van die risico's werden de volgende stappen gedaan.

1. Inperking tot de plagen van 10 belangrijke groentegewassen. Hiervoor werden geselecteerd: Prei, Peen, Spinazie, Sperzieboon of Slaboon, Broccoli, Aardbei, Spruitkool, Sla, Asperge en Witte kool. Voor het samenstellen van het overzicht van plaagsoorten voor deze 10 gewassen (zie bijlage 1.), werden verschillende bronnen geraadpleegd waaronder Gewasbeschermingskennisbank (GBK) <http://library.wur.nl/gbk/start.html>. Daarnaast is gebruik gemaakt van knelpuntanalyses uit het gewasbeschermingsprogramma (LNV 397) het systeemonderzoek programma (LNV 400) en expert inschattingen.
2. uit bijlage 1 zijn vervolgens die plagen geselecteerd die economisch van belang zijn (aangegeven met ++ en +++). Voor die geselecteerde soorten is nagegaan of zij alternatieve waardplanten kennen (tabel 5).
3. Vervolgens is voor deze waardplanten aangegeven welke bijdrage ze geven aan de opbouw van plaagniveau's, hoe de waardplant in de GBDA terecht komt, hoe waardplant vermeden kan worden, en op welke schaal de verspreiding van de alternatieve waardplant naar de teelt verloopt (tabel 5). *Hieruit blijkt dat veel potentiële plaagrisico's zijn niet bekend zijn of niet via kwantitatief onderzoek onderbouwd (Gerritsen 1975).*
4. Vervolgens zijn uit de waardplantgegevens van deze plaagsoorten de volgende algemene trends gesignaleerd:
 - a. Van de 30 economisch schadelijke plaagsoorten en –groepen op de geselecteerde 10 groenten komen er 7 voor op spruitkool en sla, 6 op witte kool en aardbei, 5 op peen, en 4 op broccoli, bonen en spinazie. Prei, en asperge kennen slechts 2 belangrijke plagen.
 - b. 12 van deze plaagsoorten komen op 2 of meer van de 10 genoemde teelten voor (waarvan 5 weliswaar beperkt tot koolsoorten)
 - c. 24 van deze plaagsoorten kennen in het wild voorkomende alternatieve waardplanten
 - d. Van deze 24 plaagsoorten is de bijdrage van de alternatieve waardplant(en) nihil in 3 (4) gevallen, onbekend in 10 (11) gevallen, niet bekend maar mogelijk een effect (risico) op lokale schaal in 7 gevallen, en een effect (risico) in 4 gevallen.
 - e. Deze gevallen betreffen:

- i. Wortelvlieg waarbij Pastinaak, Karwij, en Wilde Peen als bronnen kunnen fungeren
 - ii. Aardbeibloesemkever waarbij Braam en Framboos als bronnen kunnen fungeren – slechts op korte afstand -
 - iii. Aardvlooiën waarbij Kruisbloemige onkruiden als bronnen kunnen fungeren, - maar waarschijnlijk slechts over korte afstand - (maar ook groenbemesters, en andere gewassen)
 - iv. Klein Koolwitje (Raapwitje) en Groot Koolwitje, waarbij eveneens Kruisbloemige onkruiden – ook op enige afstand!! - als bronnen kunnen fungeren, met een van jaar tot jaar sterk wisselend effect.
- f. Preventie van deze risico's kan plaatsvinden op de volgende wijzen:
- i. In het geval van Wortelvlieg en Aardvlooiën is preventie mogelijk via *het vermijden in zaaimengsels /verwijderen van Schermbloemigen uit aan de percelen grenzende grasbermen, -stroken /onkruidstroken en ondergroei houtwallen. rond Peen-teelt*
 - ii. *idem, Kruisbloemigen, rond koolteelten.* Deze maatregel geldt dus niet voor bermen, stroken en wallen rond andere percelen op het bedrijf, gelet op de (waarschijnlijk) kleine dispersieafstanden van de plaagsoorten.
 - iii. *een geringe ruimtelijke scheiding van de aardbeiteelt van houtwallen en ruigten* is de aangewezen weg voor preventie van de Aardbeibloesemkever – vanwege de geringe dispersie –zijn
 - iv. in het geval van de Koolwitjes rond koolteelten is lijkt een gezamenlijke aanpak van telers uit een gebied de aangewezen weg, gezien de grote schaal waarover deze soorten zich vanuit hun bronnen kunnen verspreiden.
 - v. Ten aanzien van de preventie van Koolwitjes en Aardvlooiën in koolteelten zouden *andere groenbemesters dan kruisbloemige groenbemesters* gebruikt kunnen worden.
 - vi. Het voorlopige eindoordeel luidt dat het GBDA- risico-effect van alternatieve waardplantsoorten voor Peen, spruitkool, Witte kool, Broccoli, en Aardbei in de GBDA op het bedrijf beheersbaar is door gerichte ruimtelijke planning van teelten en GBDA, en beheer van randen en ondergroei houtwallen.
- g. Ook ten aanzien van sommige soorten met een *mogelijk* alternatief waardplanteffect, of waarvoor dit effect *onbekend* is, worden in tabel 5 oplossingsrichtingen aangedragen. Ten aanzien van de G BDA zou dit kunnen inhouden:
- i. *Vermijden van alternatieve waardplanten (voor Tabakstips, Koolmot, Melige koolluis (zie tabel) in zaaimengsels voor gras- en onkruidstroken*
 - ii. *Verwijderen van Amerikaanse vogelkers (voor Groene perzikluis)*
 - iii. *Over enkele tientallen meters ruimtelijk scheiden van teelt van GBDA (Bonenspintmijt)*
 - iv. *Vermijding/verwijdering van onkruid in en direct rondom het gewas (Bloementhripsen)*

- v. Ten aanzien van de preventie van Tabaksthrips geldt bovendien dat *andere gewassen* (ruimtelijke en temporele (rotatie) scheiding) en *gewassenresten* ook risicovolle bronnen kunnen zijn. Idem, t.a.v. preventie van koolmot en Melige koolluis kunnen *Kruisbloemige groenbemesters* ook risicovolle bronnen zijn.
- vi. Ten aanzien van Bloementhripsen conflictueert het risico van stuifmeelplanten als voedselplant met het voordeel van voedselplant voor zweefvliegen, roofwantsen, weekschildkevers, etc.

Tabel 5. Belangrijke plaagsoorten van vollegrondsgroenten met alternatieve waardplantsoorten en hun bronnen, hoe preventie kan plaatsvinden, en hoe (op welke schaal) de verspreiding van waardplant naar teelt plaatsvindt; vetgedrukt: risico op bijdrage aan plaagontwikkeling door wilde waardplant..

Plaagsoort	Groente	Wilde Waardplanten	Bijdrage Aan Plaagniveau	Hoe komt waardplant in GBDA?	Hoe waardplant te verminderen of te voorkomen? (beheer etc.)	Verspreiding
Preimot	Prei	Allium soorten	Onbekend maar wsch. onbeduidend	spontaan	Niet van toepassing	Lokaal (?)
Tabaksthrips	Prei Witte Kool Spruitkool Aardbei	Allium soorten, Vogelmuur Klein kruiskruid Paarse dovenetel Kaasjeskruid Grote brandnetel e.a.	Gewassen zelf zijn hoofdbron plaagrisico is afhankelijk van opp.-aandeel van gevoelige gewassen. Risico wilde waardplanten is onbekend, waarschijnlijk klein.	Spontaan. In sommige bloemen mengsels zitten risico planten	Gevoelige gewassen ruimtelijk, in tijd (= rotatie) scheiden. Gewasresten opruimen; bij inzaai randen rekening houden met risico waardplanten	Lokaal en regionaal
Wortelvlieg	Peen	Pastinaak Karwij Wilde Peen	Effect wilde waardplanten kan aanzienlijk zijn; mogelijk ook ruige akkerranden in het algemeen risicovol..	Spontaan maar ook ingezaaid in akkerrandmengsels	Schermbloemigen vermijden in randmengsels bij Peenteelt, ook vanwege schimmels. Peen isoleren van bronnen of grootschalig telen.	Lokaal
Bietenvlieg	Spinazie	Onbekend			Bieten en Spinazie dienen ruimtelijk en in rotatie gescheiden te worden	Lokaal van teelt naar teelt (biet en spinazie)
Bonenvlieg	Sperzieboon	Onbekend				
Gewone aardrups (<i>Agrotis segetum</i>)	Peen	Onbekend				
Zwartbruine aardrups (<i>Agrotis ipsilon</i>)	Peen Sla	Grassen, Struikheide Valeriaan en vele andere	Onbekend	spontaan	Niet van toepassing	Onbekend
Gammauil	Spinazie	Klaver, Ossetong	Onbekend	Spontaan maar ook	Niet van toepassing	Regionaal

(<i>Autographa gamma</i>)		en andere.	maar evt. invloed op regio-schaal	ingezaaid in akkerrandmengsels		sterke verspreider
Kooluil (<i>Mamestra brassicae</i>)	Witte Kool Spruitkool Sla	Veel wilde kruiden	Onbekend		Niet manipuleerbaar	Regionaal sterke verspreider
Peenbladvlo	Peen	Wilde Peen Picea als winterwaard	Invloed Wilde Peen onbekend.	Spontaan.	Niet van toepassing, te klein probleem	Lokaal
Zevenbladluis (<i>Cavariella aegopodii</i>)	Peen	Pastinaak Karwij Wilde Peen Salix spp, zijn winterwaard	Effect van nabijheid zomer of winterwaarden onbekend	Spontaan maar ook ingezaaid in akkerrandmengsels.	Zie wortelvlug	Onbekend
Groene perzikluis (<i>Myzus persicae</i>)	Spinazie Sla	Vele soorten als zomerwaardplant Amerikaanse vogelkers als winterwaard	Lokaal mogelijk effect van winterwaard op eerste infectie	Spontaan in houtwallen en bosjes	Amerikaanse vogelkers vermijden in heggen en houtwallen	Eerst lokaal, later in het jaar regionaal
Aardappeltopluis (<i>Macrosiphum euphorbiae</i>)	Sperzieboon Sla	Vele soorten	Niet	Spontaan	Niet manipuleerbaar	Regionaal
Zwarte bonenluis (<i>Aphis fabae</i>)	Sperzieboon Spinazie	Klaproos, Engelwortel, Gelderse Roos Kardinaalmuts En vele andere.	Onbekend	Spontaan	Niet manipuleerbaar	Regionaal, goede verspreider
Groene slaluis (<i>Nasonovia ribisnigri</i>)	Sla	Onbekend			Niet manipuleerbaar	Regionaal, goede verspreider
Wollige slawortelluis	Sla	Waardwisseling met zwarte populier	Mogelijk lokaal	Door aanplant	Populieren verwijderen geen optie	onbekend
Bietenkevertje	Spinazie					Lokaal van teelt naar teelt (biet en spinazie)
Bonenspintmijt	Sperzieboon Aardbei	Braam, Framboos, Klimop, Duifkruid Ganzerik Vlier En andere	Lokaal mogelijk effect bij zeer kleinschalige inrichting met teelten	Spontaan o.a. in heggen en houtwallen	Niet van toepassing, teelt niet vlak tegen natuurelementen aanleggen.	Zeer beperkte verspreiding (meters).
Aardbeibloesemkever	Aardbei	Braam, Framboos	Lokaal effect van wilde waardplanten	Spontaan in hegggen, ruigtes, maar ook aangeplant	Vermijd aardbei teelt nabij natuurelementen of zachtfruit teelt.	Beperkte verspreiding
Aardbei-Knotshaarluis (<i>Chaetosiphon fragaefolii</i>)	Aardbei				Ruimtelijke spreiding van aardbeiteelt.	
Behaarde wants (<i>Lygus rugulipennis</i>)	Aardbei, lucerne en andere gewassen	Chenopodiaceae Brandnetel, Klaver	Lokaal mogelijk effect, maar niet kwantitatief bekend	Spontaan in ruigtes, randen en houtwallen	Waarschijnlijk niet relevant.	Lokaal
Bloementripsen <i>Thrips fuscipennis</i> <i>Frankliniella intonsa</i> <i>Thrips major</i>	Aardbei	Stuifmeelrijke planten algemeen	Niet bekend	Spontaan en gezaaid in randen en ruigtes	Vanwege posi-tieve aspecten stuifmeelplanten zijn aanpassingen	Grootschalig

					niet aan te bevelen. Mogelijk wel onkruidbeperking in en vlak om het gewas.	
Aardvlooiën <i>Phyllotetra undulata</i> , <i>P. atra</i> en <i>P. nemorum</i>	Spruitkool Broccoli Witte Kool Koolzaad	Crucifere gewassen, groenbesters en onkruiden	Lokaal effect van wilde waardplanten waarschijnlijk	Via gewassen, spontaan als onkruid en soms ook in randmengsels	Crucifere groenbesters en cruciferen in randenmengsels vermijden	Lokaal en regionaal
Koolwitje <i>Pieris rapae</i> en <i>P. brassicae</i>	Spruitkool Witte Kool	Crucifere onkruiden	Regionaal effect van waardplanten; sterk wisselend van jaar tot jaar	Spontaan in randen en ruigten	Waarschijnlijk niet manipuleerbaar	Regionaal
Koolgalmug	Spruitkool	Cruciferen onkruiden	Onbekend	Spontaan	Onbekend	Lokaal
Koolmot <i>Plutella xylostella</i>	Spruitkool Broccoli Witte Kool Koolzaad	Crucifere gewassen, groenbesters en onkruiden	Lokaal mogelijk effect, maar niet kwantitatief bekend	Via gewassen, spontaan als onkruid en soms ook in randmengsels	Crucifere groenbesters en cruciferen in randenmengsels vermijden	Lokaal en regionaal
Koolvlieg <i>Delia radicum</i>	Spruitkool Broccoli Witte Kool Koolzaad	Crucifere gewassen, groenbesters en onkruiden	Lokaal effect mogelijk	Via gewassen, spontaan als onkruid en soms ook in randmengsels	Waarschijnlijk niet manipuleerbaar	regionaal
Melige kooluis <i>Brevicoryne brassicae</i>	Spruitkool Broccoli Witte Kool Koolzaad	Crucifere gewassen, groenbesters en onkruiden	Lokaal mogelijk effect, maar niet kwantitatief bekend	Via gewassen, spontaan als onkruid en soms ook in randmengsels	Crucifere groenbesters en cruciferen in randenmengsels vermijden	Lokaal en regionaal
Aspergevlieg <i>(Ophiomyia simplex)</i>	Asperge	Wilde Asperge	Nihil, meer afhankelijk van teeltintensiteit		Niet relevant	lokaal
Aspergekevers <i>Crioceris spp.</i>	Asperge	Wilde Asperge	Nihil, meer afhankelijk van teeltintensiteit		Niet relevant	lokaal

Uit tabel 6 blijkt dat er in ons land geen wilde inheemse vertegenwoordigers voorkomen van de genera *Spinacia*, *Phaseolus* en *Lactua*. Die zijn er wel van de genera *Allium*, *Daucus*, *Brassica*, *Fragaria* en *Asparagus*. Maar hun belangrijkheid als bron van plagen lijkt minimaal te zijn. De wilde verwante planten kunnen soms weliswaar een bron van plagen (risico's) zijn, maar ook een bron van specifieke natuurlijke vijanden (kansen). Sommige in de tabel genoemde wilde planten zijn vrij zeldzaam, andere wat algemener zoals de wilde asperge, maar deze groeit vooral in de duinen, dus ver buiten de traditionele aspergestreken in Noord-Brabant en Limburg. Het is dus niet nodig om een beheer na te streven om de genoemde plantengenera te verminderen of te vermeerderen. De polyfage plaagsoorten die op zeer algemeen voorkomende wilde planten van meerdere genera kunnen voorkomen (zie tabel 6) zijn dan van meer belang.

Tabel 6. Wilde inheemse planten verwant met genera van de groentegewassen *Allium*, *Daucus*, *Spinacia*, *Phaseolus*, *Brassica*, *Fragaria*, *Lactua* en *Asparagus* (Bron: Heukels & Van Oostroom, *Flora van Nederland*, 1975).

<i>Allium</i> (ui, prei)	Daslook, <i>A. ursinum</i> – vrij zeldzaam en beschermd. Kraailook, <i>A. vineale</i> – vrij algemeen langs dijken, wegen, in weilanden en bossen. Slangelook, <i>A. scorodoprasum</i> – zeldzaam in bosjes en graslanden langs de Rijn. Moeslook, <i>A. oleraceum</i> – vrij algemeen langs dijken, wegen, akkers en hakhout. Snijlook of Bieslook, <i>A. schoenoprasum</i> – vrij zeldzaam in graslanden. Plaatselijk verwilderde verwanten zoals <i>A. nigrum</i> en <i>A. carinatum</i> en sierplanten zoals de sierui <i>A. molly</i> en <i>A. karataviense</i> .
<i>Daucus</i> (peen)	Wilde peen, <i>D. carota</i> – algemeen op grazige plaatsen langs wegen. Plaatselijk verwilderde adventiefplanten zoals <i>D. aureus</i> , <i>D. montevidensis</i> en <i>D. setulosus</i> .
<i>Spinacia</i> (spinazie)	In ons land zijn geen wilde of verwilderde vertegenwoordigers aanwezig.
<i>Phaseolus</i> (boon)	In ons land zijn geen wilde of verwilderde vertegenwoordigers aanwezig.
<i>Brassica</i> (kool)	Zwarte mosterd, <i>B. nigra</i> – vrij algemeen langs dijken, wegen in uiterwaarden en op ruigten. Gekweekt en verwilderd zijn Raapzaad, <i>B. rapa</i> en Koolzaad, <i>B. napa</i> . Adventiefplant <i>B. juncea</i> .
<i>Fragaria</i> (aardbei)	Grote bosaardbei, <i>F. moschata</i> – zeer zeldzaam in bossen. Bosaardbei, <i>F. vesca</i> – algemeen tussen hakhout, langs heggen en in gras. In tuinen vaak bodembedekkende siervariëteiten.
<i>Lactua</i> (sla)	Slechts adventieven zoals Strandsla, <i>L. tatarica</i> , Wilgsla, <i>L. saligna</i> , Gifsla, <i>L. virosa</i> , Kompassla, <i>L. serriola</i> en <i>L. perennis</i> .
<i>Asparagus</i> (asperge)	Asperge, <i>A. officinalis</i> – vrij algemeen in de duinen.

4.2 Kwalitatieve ecologische voorwaarden in GBDA voor natuurlijke vijanden

De natuur als bron van antagonisten

Door schaalvergroting, sterke dynamiek, intensivering van de productie en grootschalig gebruik van bestrijdingsmiddelen kunnen vele soorten antagonisten (predatoren en parasieten) van plagen in groenteteelten zich niet in de percelen handhaven. Deze tijdelijke ecosystemen kunnen eventueel wel beïnvloed worden door het aanbrengen van op geschikte wijze beheerde randen langs de percelen of stroken in de percelen die op hun beurt weer verbonden zijn met aanleverende natuurlijke ecosystemen zoals ruige vegetatie, heggen, houtwallen en bosranden. Zo worden in houtwallen en windsingels dikwijls katjesdragende bomen aangeplant die stuifmeel leveren aan juist uit de overwintering komende roofwantsen en aan zweefvliegen en gaasvliegen (waarvan de larven carnivoor zijn, en vooral bladluizen eten).

Voor plaagregulatie zijn de polyfage soorten die in of buiten de akkers overwinteren, belangrijk. Na de winterperiode koloniseren ze de teelten en pakken alles wat ze

tegenkomen. Tot de vroeg actieve soorten horen o.a. loopkevers, kortschildkevers, spinnen en insectenetende vogels zoals, mezen, winterkoning, roodborst, en spitsmuizen. Hun bijdrage is dat zij de opbouw van plaagdichtheden verhinderen of uitstellen.

Minder polyfage soorten (larven van zweefvliegen, lieveheersbeestjes en gaasvliegen) komen vaak van buiten de percelen. Net zoals de meestal monofage parasitaire sluipwespen reageren zij functioneel en numeriek op een bepaalde of slechts enkele prooi-soorten zodra de dichtheden ervan toenemen. Deze, meer gespecialiseerde groepen natuurlijke vijanden kunnen vooral een rol spelen in de afvlakking van de toename van plaagsoorten. In situaties waar de schadedrempel relatief hoog is, kunnen ze een belangrijke rol spelen in de preventie ervan indien de plaag aan de controle door de polyfage predatoren is ontsnapt. Vanuit dit concept geredeneerd heeft de inrichting van de niet-productieve ruimte ter bevordering van een breed spectrum van zowel polyfage als specifieke antagonist, de voorkeur (Van Wingerden & Booij, 1999).

Wat zijn gunstige natuurelementen?

Heggen en houtwallen worden vaak gezien als belangrijke bron van natuurlijke vijanden. Voor sluipwespen, zweefvliegen en roofwantsen is dit zeker het geval indien er voldoende stuifmeelbronnen en alternatieve prooien/gastheren aanwezig zijn (vooral in de ondergroei) (tabel 7). Voor een grote groep van natuurlijke vijanden bieden heggen en houtwallen echter een biotoop dat teveel afwijkt van het akkerland (bijvoorbeeld voor loopkevers en dwerg- en hangmatspinnen). Hiervoor vormen akkerranden, grasstroken en -bermen, slootkanten, greppels en ruigten gunstiger habitats en bronnen (tabel 7). Deze vervullen ecologische voorwaarden als refugium na de oogst, alternatieve prooidieren (voor loopkevers, spinnen en lieveheersbeestjes), nectar en pollen (voor sluipwespen en zweefvliegen wanneer voldoende bloeiende planten aanwezig zijn) (tabel 7).

In het agrarisch natuurbeheer worden randen dikwijls botanisch beheerd waarbij voorwaarden voor dieren werkzaam in teeltondersteunende Life Support Functies niet vervuld worden. Dierlijke plaagbestrijders stellen vaak andere eisen aan hun leefomgeving. Voor spitsmuizen geldt dat verruigde, eens in de drie jaar gemaaide grasbermen niet alleen corridors zijn, maar ook als biotoop fungeren. Tussen geschikt biotoop vormen gaten met ongeschikt biotoop van enkele tientallen meters, geen probleem. Spitsmuizen overleven goed in een dichte kruidlaag en een ophoping van organisch materiaal. Loopkevers, kortschildkevers en spinnen hebben voor hun overleving structuurrijke bermen en randen met polvormende grassen nodig, en voorts tussen akkers en houtwallen een overgang van lage vegetatie. Voor insectenetende vogels geldt hetzelfde: ook mezen, roodborst, en winterkoning zijn afhankelijk van houtwallen met structuurrijke vegetaties. Lieveheersbeestjes hebben een continu ruige vegetatie nodig met bladluisdragende struiken en kruiden, en voor hun overwintering houtwallen met staand dood hout. Volwassen zweefvliegen en sluipwespen voeden zich met stuifmeel en nectar van bloeiende planten in bloemrijke randen. Sommige van deze voorwaarden zijn te realiseren op perceelsniveau of bedrijfsniveau, andere alleen in het lokale landschap. Voor informatie over de

kwalitatieve voorwaarden voor natuurlijke vijanden van plagen wordt verwezen naar Tabel 7 en voor de kwantitatieve en ruimtelijke voorwaarden naar hoofdstuk 6 en Van Wingerden & Booij (1999).

In onderstaande tabel zijn 15 groepen van natuurlijke vijanden beschreven, met de groepen plaaginsecten die zij prederen of parasiteren. Met uitzondering van roofmijten, zijn ze alle afhankelijk van plantensoorten of vegetatiestructuren van de GBDA. Voor gewervelde natuurlijke vijanden (insectivore vogels, spitsmuizen) en hun voorwaarden voor voorkomen in GBDA, zie Van Wingerden & Booij (1999).

Tabel 7. Eigenschappen van en ecologische voorwaarden voor natuurlijke vijanden van plaagsoorten uit de vollegronds groententeelt

Natuurlijke vijanden (soort of groep)	Prooi / gastheer	Groente	Effectiviteit	Verspreiding	Voorwaarden (nectar, stuifmeel, Alternatieve prooien, structuur)	Hoe natuurlijke vijanden bevorderen?
Zweefvliegen: <i>Episyrphus Balteatus</i> <i>Eupeodes Corollae</i> <i>Melanostoma Mellinum</i>	Zevenbladluis Groene perzikluis Zwarte Bonenluis Melige Koolluis Sjalottenluis	Peen Spinazie Broccoli Sperzieboon Broccoli Spruitkool Witte Kool Aardbei	Vooral effectief bij hoge plaagdichtheden in juni en juli	Zeer goed (km's) waardoor ze in staat zijn lokaal te aggregeren	Bloeiende bomen en kruiden voor stuifmeel en vegetaties met veel alternatieve prooi (luis) .	Bloemrijke akkerranden. Wilgen, Els, Meidoorn Beschutting (heggen).
Gaasvliegen <i>Chrysopa sp.</i>	Diverse bladluizen	Diverse gewassen	Leveren een beperkte bijdrage aan totale predatie.	Larve < 1 m; Adult goede verplaatsing	Vegetaties met stuifmeelbronn en en alternatieve prooien (bladluis)	Bloemrijke akkerranden
Roofwantsen <i>Orius sp</i>	Thrips tabaci Thrips fuscipennis Frankliniella intonsa Eieren van koolmot	Prei Sluitkool Aardbei Spruitkool	Beperkt effect in prei en kool. Belangrijke effecten in aardbei Effect onbekend	Goed	Gekoppeld aan prooihaarden (thrips en spintmijt) en nectar / stuifmeel.	Ruige akkerranden en heggen. Wilg, Meidoorn, Brandnetel
Sluipwespen van luizen <i>Aphelinus sp.</i> <i>Aphidius sp.</i> e.a.	Zevenbladluis Groen Perzikluis Zwarte bonenluis Melige koolluis Katoenluis Sjalottenluis Aardbeiknotshaarluis Aardappeltopluis Boterbloemluis Groen slaluis	Peen Spinazie Broccoli Sla Sperzieboon Broccoli Spruitkool Aardbei Aardbei Aardbei Sla Sla Sla	Sluipwespen kunnen hoge parasiteringspercent ages bereiken op bladluizen in alle gewassen. Hoge luisdichtheden kunnen echter vaak moeilijk voorkomen worden door parasieten alleen.	Beperkt (50-100 m) werking derhalve lokaal en in kleinschalig landschap	Het gaat meestal om soorten met meerdere gastheren. Aanwezigheid van bladluis in wilde vegetatie en overwinterings mogelijkheden in randen en heggen essentieel. Bloemen met nectar van belang voor rijpingsvraat.	Bloemrijke en akkerranden met rijke structuur. Heggen , ruigtes en overhoeken bieden prooi en overwinterings-plekken aan parasitaire sluipwespen.

Sluipwespen van vliegen	Wortelvlieg Bietenflug Bonenvlieg Koolvlieg Aspergevlug	Diverse groenten	Bepaalde rol, omdat gevoelige stadia vaak ondergronds verscholen zitten.	Onbekend	Nectarbronnen verlengen levensduur. Honingdauw door andere samenstelling van suikers vaak minder geschikt; soms zelfs giftig.	GDA met koude schuilplaatsen tijdens het heet van de dag, verlengen leven van veel sluipwespen
Sluipwespen van vlinderdieren. <i>Trichogramma sp.</i> <i>Telonomus sp.</i>	Koolmot Kooluil Gammauil Turkse mot Klein Koolwitje	Broccoli Spruitkool Witte kool Broccoli Spruitkool Spinazie Spinazie Spruitkool Witte Kool	<i>Trichogramma</i> parasiteert > 20% eitjes van koolmot	<i>Trichogramma</i> vliegt ongeacht over korte afstanden (effect van bloemenstrook tot 30 meter.	Bronnen van nectar of honingdauw verlengen levensduur	GDA met koude schuilplaatsen tijdens het heet van de dag, verlengen leven van veel sluipwespen
Sluipwespen van vlinderdieren. <i>Diadegma semidausum</i>	Koolmot Kooluil Groot koolwitje Klein koolwitje Gammauil	Diverse koolsoorten	Belangrijk; vooral later in het seizoen. Parasitering afh. van plaagsoort. Bij Koolmot 40-80%; bij Kooluil 5-40%; bij Groot koolwitje 15-100%; bij Gammauil 5-85%; bij Klein koolwitje 20%.	Gerichte verspreiding over grotere afstanden; grotere sp. zijn goede vliegers; <i>D. semidausum</i> kan (binnen koolplot) van plant na plant in korte tijd 10 m afleggen.	-Bloemen geschikt voor korte monddelen -Nectar, ook vroeg in het seizoen; -gastheren voor overwintering (soms: plaaginsecten en hun alternatieve waardplanten) nabij percelen	Via samenstelling van bloeiende planten in akkerrand (o.a. Boekweit): -Planten met bloem geschikt voor korte monddelen -Nectar vroeg in voorjaar. -Waardplanten voor gastheren.
Spinnen: <i>Hangmatspinnen</i> <i>Dwergspinnen</i> (<i>Erigoninae</i> , <i>Linyphinae</i>) <i>Wolfspinnen</i> (<i>Lycosidae</i>)	Polyfaag, bladluizen, Motten, en rupsen vlak voor popvorming in de grond	Diverse gewassen	Voedsel van epigeïsche hangmat-spinnen is 20-40% bladluizen. Wolfsspinnen reduceren graanluis in wintertarwe met 34-58% (Nyffeler & Benz 1982). Echter: ook predatie van natuurlijke vijanden (zweefvliegen, roofwantsen en gaasvliegen)	Zeer goede verspreiding via de lucht 'ballooning'	Vooraf lage grazige GBDA, maar ook ruigte, en ondergroei van windsingels en houtwallen.	Akkerranden grazig en gefaseerd gemaaid
<i>Struikzakspinnen</i> (<i>Clubionidae</i>)	Rupsen, vlinders, bladluizen	Diverse gewassen, maar meer op houtige gewassen	Vooraf voornamelijk nachtelijke jagers op rupsen	Verspreiden zich niet gemakkelijk vanuit GBDA in groenteteelten	Groepen of rijen bomen of struiken nabij teelten; schuilen in zakken van spinzijde in opgerolde bladeren, grasbladeren en onder losse schors	Teelten mengen of afwisselen met struiken (fruit) of mogelijk strobundels en rietbundels in teelten

<i>Krabspinnen</i> (<i>Thomisidae</i>) vooral genus <i>Xysticus</i>	Trips, bladluizen, kevers	Diverse gewassen, gedifferentiee rd	Deels sit-and-wait predators in bloemen, deels (<i>Xysticus</i>) actieve jagers in lage vegetatie en op de grond, maar ook predatie op op natuurlijke vijanden	Verspreiden zich niet gemakkelijk vanuit GBDA in groenteteelten	Uiteenlopende vegetaties, bloemdragend	Teelten mengen en afwisselen met bloemstroken
Loopkevers	Polyfaag; Wortelvlieg Koolvlieg Aardrupsen ?	Peen Witte Kool Broccoli Spruitkool Diverse gewassen	Effectief in het vroeg voorjaar tegen bladluis en vliegenlarven.	Verspreiding beperkt over korte afstanden (100m); andere sp. Vliegen over langere afstanden.	Halfopen vegetaties; Geen breedwerkende bestrijdingsmid delen; rijk bodemleven met alternatieve prooien.	Ruige vegetatie of grazige vegetaties in GBDA faciliteert goede overwintering; beperkte grondbewerking en bedekt houden van percelen. Onkruidtolerantie .
Lieveheers- beestjes: <i>Coccinella</i> <i>7-punctata</i> <i>Adalia 2-punctata</i> <i>Propylaea</i> <i>14-punctata</i>	Bladluizen	Vele gewassen	Soms zeer effectief, met name bij hoge dichtheden.	Larven < 1m Adulten > 250 m	Continu ruige vegetatie; bladluisdragend e (alternatieve prooien) struiken en kruiden windsingels; ondergroei eens per 2-3 jaar gefaseerd maaien	Zongeëxponeerde bloemrijke vegetaties; Houtwallen met dood staand hout (vlier, wilg en populier); laten staan van bomen met holtes en losse schors voor overwintering.
Kortschildkevers	Koolvlieg	Alle kool	Belangrijk	Goed	Onbekend	Ruige vegetatie faciliteert goede overwintering.
Oorworm (<i>Forficula auricularia</i>)	Polyfaag; rupsen , bladluizen	Vele gewassen	Heeft de potentie om als polyfaag effectief te zijn (is dat in de fruitteelt zodanig, dat stropotjes worden opgehangen als slaapplek voor overdag)	Goed, maar komt niet gemakkelijk vanuit GBDA in groente-teelten	Fijne structuren, wil overdag graag aan alle kanten contact met substraat (thigmotaxis)	Stropotjes, -pakketjes, -bundels en rietbundels in teelten; grazige ondergroei of ruigte (gefaseerd maaien)
Roofmijten	Spint Tabakstrips Bloementrips	Aardbei Prei Aardbei Aardbei	Goed Onbekend Goed	Zwak Zwak	Geen breedwerkende bestrijdingsmid delen.	Rijk bodemleven en organische stof. Eventueel uitzetten.

Tevens wordt uit de laatste twee kolommen over kwalitatieve habitatvoorwaarden en manieren om die te realiseren duidelijk dat elke groep specifieke voorwaarden heeft, zoals nectar en stuifmeelbronnen, waardplanten met alternatieve prooien, die bovendien via beheer en inzaai van bloemdragende planten van de GBDA te realiseren zijn, en structuren en andere voorwaarden te maken hebbend met voldoende alternatieve prooien. Daarnaast zijn voor sommige groepen vijanden aanvullende maatregelen in de percelen nodig, zoals extensieve grondbewerking, onkruidtolerantie (loopkevers), en rijk bodemleven (roofmijten). Sommige potentiële

natuurlijke vijanden verspreiden zich niet gemakkelijk in teelten; menging of afwisselen van teelten met struiken (bessen) of bloemen zou deze verspreiding kunnen bevorderen.

4.3 Optimalisatie: minimalisatie van voorwaarden voor plaagsoorten en maximalisatie van voorwaarden voor vijanden

In heggen en houtwallen voorkomende planten herbergen soms zowel natuurlijke vijanden als plagen. Het netto effect daarvan is moeilijk te kwantificeren. Een bekend voorbeeld is Grote brandnetel die veel natuurlijke vijanden herbergt maar ook de schadelijke Groene appelwants en *Thrips tabaci* in de winter. Het voorkomen van Grote brandnetel is waarschijnlijk geen risico voor de ontwikkeling van trips-plagen in het gewas (tabel 5).

Wanneer we de kwalitatieve voorwaarden voor en maatregelen ter bevordering van natuurlijke vijanden uit bovenstaande tabel 7 vergelijken, met de kwalitatieve voorwaarden voor en preventiemaatregelen tegen plaagsoorten (tabel 5, paragraaf 4.1), blijkt dat deze te combineren zijn. Met andere woorden: optimalisatie is mogelijk door de kansen voor vijanden te vergroten, en de kansen voor plagen (risico's) te verkleinen. Rond teelten van Peen en Koolsoorten kunnen de betreffende alternatieve waardplanten uit de GBDA selectief verwijderd worden: hoe minder Pastinaak, wilde Peen, Karwij, en Kruisbloemigen in de GBDA, hoe geringer de kans op opbouw van plaagniveaus van de corresponderende plaagsoorten. Ook het niet gebruiken van kruisbloemige groenbemers nabij of op percelen met koolsoorten is niet strijdig met maatregelen ter bevordering van natuurlijke vijanden.

De ruimtelijke planning van aardbeipercelen op een afstand van 10- 30 meter vanaf de GBDA met Braam en Framboos, ter voorkoming van besmetting met Aardbeibloesemkever lijkt een realiseerbare oplossing: zweefvliegen en sluipwespen (ter bestrijding van luizen) en roofwantsen (ter bestrijding van thrips) kunnen de aardbeiteelt vanuit de GBDA nog goed bereiken.

Wanneer we kijken naar de **mogelijke** (maar niet zeker vastgestelde) risico's van GBDA voor opbouw van plaagniveaus zou de besmetting met tripsen vanuit bloeiende planten kunnen conflicteren met de functie die deze hebben als nectar of stuifmeel bron voor zweefvliegen, parasieten, en gaasvliegen. Evenzo, de besmetting met thrips vanuit onkruiden, en de functie die deze hebben voor loopkevers. Een oplossing ter vermijding van deze *mogelijke* risico's zou het vermijden van bloeiende planten (Vogelmuur, en andere onkruiden) in en rond teelten van prei en aardbei kunnen zijn. Deze oplossing moet wel tegen de achtergrond gezien worden van veel grotere risico's van besmetting met trips vanuit andere teelten, en gewasresten. Ruimtelijke planning van teelten op bedrijfs- en landschapsschaal (in samenwerking met andere telers) en verwijdering gewasresten ter voorkoming van laatstgenoemde twee risico's lijken het risico op thripsplagen dus sterker te verkleinen, dan het verwijderen van bloeiende planten en onkruiden in en rond prei- en aardbeiteelten. De verwijdering van Amerikaanse vogelkers rond sla- en spinazieteelten om een

mogelijke besmetting met groene perzikluis te voorkomen conflicteert niet met het scheppen van kansen voor natuurlijke vijanden.

Het ruimtelijk scheiden van bonenteelten door deze te plannen op minimaal 10 (maar liever 30) meter vanaf GBDA (mits die de in tabel 5 genoemde wilde waardplanten bevat) conflicteert niet met de bereikbaarheid voor natuurlijke vijanden, daar roofmijten uit de strooisel- en humusrijke aarde *in de teelt* moeten komen, en de vijanden (zweefvliegen, gaasvliegen, lieve heersbeestjes, en parasieten) van Zwarte bonenluis en Aardappeltopluis deze afstand kunnen overbruggen.

4.4 Kan optimalisatie leiden tot aanvaardbare risico's

Ondanks de bovenbeschreven mogelijkheden tot optimalisatie door verkleining van risico's en vergroting van kansen op plaagcontrole door natuurlijke vijanden, vormen *mogelijke* risico's van natuur op tuinbouwbedrijven op een toename in ziekten, plagen en onkruiddruk voor veel telers reden om niet met de benutting van natuurlijke vijanden te beginnen. De vrees voor risico's, lees: ontwikkeling van plaagniveaus, leidt ertoe dat veel telers geen extra stroken, randen, ruigten of houtwallen aanleggen, en de bestaande GBDA (slootkanten, hagen, houtwallen) intensief beheren. Voor hun gevoel houden zij het bedrijf en de percelen dan zo 'schoon' mogelijk. Hiermee worden niet alleen de ecologische voorwaarden voor plaaginsecten geëlimineerd maar tegelijk de ecologische voorwaarden voor natuurlijke vijanden.

Wanneer de teeltomgeving door verwijdering of intensief beheer van GBDA 'schoon' gehouden wordt, wordt eraan voorbijgegaan dat veel plagen van buiten het bedrijf komen, en veel natuurlijke vijanden juist binnen het bedrijf moeten voorkomen, om hun controlerende functie uit te oefenen. Voorts wordt eraan voorbijgegaan dat er binnen het bedrijf nog andere, meer risicovolle bronnen kunnen zijn voor ontwikkeling van plagen, dan in de Groen-Blauwe Dooradering.

De in tabel 4 en paragraaf 4.1. genoemde 'risico's' van GBDA staan bekend, worden gecommuniceerd tussen telers, worden benadrukt door de voorlichting, of in de grijze literatuur beschreven. Het zijn in de meeste gevallen (26 van de 30 voorbeelden) *potentiële, dus mogelijke* risico's. Hun *mogelijk* effect effect m.b.t. schade is maar zelden kwantitatief onderbouwd in een proefopzet die conclusies toelaat.

Een belangrijk potentieel probleem dat in deze studie slechts globaal kan worden behandeld, is virusoverdracht door bladluizen. Veel luizensoorten koloniseren het gewas vanuit de omgeving zoals de polyfage Zwarte bonenluis die in de natuur verschillende waardplanten heeft. Ook grasvegetaties worden nogal eens gezien als bron van via luizen overgebrachte virusinfecties. M.b.t. dit risico van virusoverdracht door bladluizen wordt gewezen op de bestrijdingsmethode bij pootaardappelen, waarbij de aantallen gevangen bladluizen in op 12.2 meter hoogte geplaatste zuigvallen worden gemonitord. Met deze methode worden vooral bladluizen van ver gevangen. Deze waarschuwingmethode en de daaraan gekoppelde maatregelen werken perfect, waaruit afgeleid mag worden dat virus

infectie vanuit de GBDA, leidend tot virusaantastingen van hele percelen, niet of nauwelijks voorkomt.

M.b.t. virus-overdracht naar andere gewassen zijn kwantitatieve gegevens schaars en de risico's zouden beter in kaart gebracht moeten zijn, om een rigoureuze maatregel als het verwijderen van GBDA als mogelijke habitat van bladluizen te rechtvaardigen. Maar het vermijden van de wilde verwanten van de groentegewassen, de risicovolle alternatieve waardplanten kan zinvol zijn. *Een beheersoplossing dus!* De bekende plaagsoort is Wortelvlieg waarvan de infectie sterker is nabij ruigtes.

Een tweede zinvolle maatregel bij de teelt van de groentegewassen is – bij het opstellen van het ruimtelijke bouwplan - de teeltkeuze af te stemmen op de nabijheid van ruigtes en houtwallen. *Een ruimtelijke oplossing dus!*

Wanneer de teler minder afhankelijk wil/moet worden van bestrijdingsmiddelen, is er geen andere weg dan optimalisatie na te streven door de condities voor natuurlijke vijanden te bevorderen en tegelijkertijd de condities voor plaagorganismen te elimineren. In hoofdstuk 4.2. en tabel 7 wordt aangetoond dat GBDA daarbij onontbeerlijk is. Zie hiervoor ook Van Wingerden & Booij (1999), en Bianchi (2003). Wanneer de verschillende (mogelijke) negatieve aspecten met de positieve worden vergeleken, lijken de 'benefits' van een optimale GBDA groter dan de 'losses'.

4.5 Onderzoek aan verspreidingspatronen vijanden en plagen in teelten in relatie tot Groen-blauwe Dooradering

In aansluiting op bovenstaande paragrafen is het illustratief om een de resultaten van een aantal onderzoeken op een rijtje te zetten, waarin de effecten van GBDA op plaagsoorten en natuurlijke vijanden in de percelen direct daaraan grenzend, gemeten zijn. Met andere woorden: in hoeverre beïnvloedt GBDA plaagcontrole door vijanden? Hoe verspreiden predatoren of parasieten zich ruimtelijk te verspreiden in relatie tot de GBDA? (zie voor overzicht van gegevens over afstanden waarover natuurlijke vijanden in teelten kunnen doordringen en actieradius, ook bijlagetabel 12.4 uit Van Wingerden & Booij, (1999).

De laatste jaren wordt ten aanzien van habitats of habitatplekken van dieren en planten dikwijls aangegeven of het source-habitats (brongebieden met kernpopulaties) of sink-habitats (putgebieden met afgeleide populaties) betreft. Met name de levensvatbaarheid van kern- en afgeleide populaties, en uitsterf- en herkolonisatie kansen krijgen in onderzoek veel aandacht. Via simulatie-experimenten is aannemelijk gemaakt dat afgeleide sink-habitats kunnen functioneren als secundaire bronnen. Ze vergroten de kansen op herkolonisatie en kunnen daarmee een belangrijke bijdrage leveren aan de levensvatbaarheid van de source-populatie, dus aan de meta-populatie als geheel (Foppen et al. 2000).

De relevantie voor de vraag welke risico's en kansen GBDA met zich meebrengt, is, dat - indien GBDA niet als bron voor plaagsoorten kan worden aangemerkt – de

risico's ook niet zo groot zijn. Andersom, in het geval aangetoond kan worden dat GBDA deze functie wel heeft, kan nagegaan worden hoe deze bronfunctie verkleind kan worden. Voor vijanden geldt het omgekeerde verhaal.

Het is doorgaans niet zo gemakkelijk vast te stellen of een habitat of landschapselement een put of een bron is. Onder bepaalde aannamen kan de volgende methode gehanteerd worden: In een habitat of landschapselement worden dichtheden aan soorten bepaald zowel *binnen* en als *buiten* een gazen kooi die twee weken eerder is ingezet. Onder de aanname dat essentiële aantalsbepalende processen zoals geboorte, sterfte en groei/ontwikkeling binnen en buiten de kooi identiek verlopen, wordt het verschil bepaald door emigratie (dan bron) of immigratie (dan put). Het quotiënt tussen binnen en buiten is dan een maat voor het bron of put zijn (Tamis et al. 1998).

Deze auteurs stellen voor om bij quotiënten hoger dan 1,5 te besluiten tot een bron, en bij quotiënten lager dan 0,67 tot een put.

plaagsoorten

Bladluizen hebben in de berm (evenals wantsen, cicaden en vliegen) relatief stabiele waarden (verhoudingswaarde binnen en buiten kooi zijn 1.13 voor de rijkswegberm (60 ind. /300m²), resp. 1.31 voor de berm van de secundaire weg (129 ind./300 m²). Er vindt dus geen grote netto-emigratie plaats, bijvoorbeeld naar akker; de bron-functie is gering. De grasrand langs de akker heeft een put-functie (verhouding binnen:buiten kooi: 0.45 -75ind./300m²), evenals de bietenteelt (verh. binnen/buiten: 0,00 – 9 ind./300m²). Daar vindt dus wel immigratie plaats, maar – rekening houdend met de veel grotere oppervlakte van de akker t.o.v. de oppervlakte van de berm - kennelijk voor een klein deel uit de aangrenzende berm.

In dit voorbeeld leidt de aanwezigheid van bladluizen in de berm en grasranden dus niet tot grote dispersie van bladluizen naar de bietenteelt, en een essentiële bijdrage aan de bladluizendichtheid hierin, althans in de vier *meetmaanden* tussen einde mei en half september.

vijandsoorten

Wegbermen en grasranden langs akker vormen een bron voor spinnen. De verhouding tussen spinnenvangsten binnen kooi en buiten kooi ligt tussen 1.43 en 2.10. De spinnendichtheden liggen tussen 195 en 465 per 300 m². Dat wil zeggen dat er emigratie plaatsvindt. De bietenakkers hebben een verhoudingswaarde van 0.9, wat wijst op een redelijk stabiele populatie: een geringe netto-input bij een gemiddelde dichtheid van 60 spinnen per 300 m². Deze zou gevoed kunnen worden door de wegbermen en grasranden.

Voor sluipwespen varieert de verhouding binnen/buiten de kooi tussen 1.18 – met een dichtheid van 645 ind./300m² - (redelijk stabiel) (berm secundaire wegen), via 1,56 (bron!)(grasrand langs akker) naar 1,88 (bron!!) (berm rijksweg), beide laatste met een dichtheid van 249 ind. /300 m². De verhouding binnen/buiten de kooi in de

akker was 1.21, redelijk stabiel dus, met een kleine netto-output, althans, binnen de periode eind mei – half september.

Samenvattend: Bermen en randen functioneren als bron voor vijanden: Er zijn hoge dichtheden aan spinnen- en sluipwespen, en de dichtheden binnen de kooien zijn aanzienlijk hoger dan die erbuiten. Er vindt dus emigratie van deze vijanden plaats. Wonderlijk genoeg wordt er geen (grote) immigratie in de belendende bietenakkers gemeten, althans niet in de vier meetperioden (eind mei-begin juni, juli, augustus en half september). Mogelijk vindt de immigratie in het vroege voorjaar plaats, voor einde mei.

Bermen functioneren daarentegen nauwelijks als bron voor bladluizen. De immigratie van bladluizen in de bietenakkers moet dus een andere bron hebben (Tamis et al. 1998).

De risico's van bermen en randen lijken, op basis van dit onderzoek, klein, maar de kansen zijn ook klein.

Er zijn nogal wat onderzoeken gedaan waarin de ruimtelijke verdeling van predatoren en parasieten is vastgesteld, gerelateerd aan onkruidranden, bloemstroken en houtwallen. Zulke onderzoeken zijn nog waardevoller indien - parallel aan het dichtheidspatroon van vijanden - ook het dichtheidspatroon van plaagsoorten gemeten is (of onafhankelijk daarvan). Want, als plaagdichtheden dichtbij Groenblauwe Dooradering lager zijn dan in het midden van de teelt, - en bovendien: vijanden het omgekeerde distributiepatroon geven - is dat een aanwijzing dat Groenblauwe dooradering plaag-onderdrukkend werkt. Bovendien kan via dit soort gegevens geschat worden welke eisen gesteld moeten worden aan de dimensies van percelen om dekkende kolonisatie door vijanden te garanderen.

Theunissen (1989) (pg 285-289) beschrijft het verspreidingspatroon van Melige koolluis (*Brevicoryne brassicae*) na kolonisatie. De eerste vestiging is random en de intiële clusteringen op de eerste vestigingspunten vervagen tijdens het seizoen tot een uniform (homogeen) verspreidingspatroon. Ondanks het random kolonisatiepatroon zijn er meer kolonisten in de zone nabij de perceelsrand maar een specifieke gradient in relatie tot groene dooradering werd niet aangetoond. De verdeling wijst wel op vrij kleinschalige vestigingseffecten, d.w.z. de kolonisatie lijkt afkomstig van dichtbijgelegen bronnen.

Vanuit grasstroken is kolonisatie van de dwergspin *Erigone atra* in graanakkers gemeten. De dichtheden aan dwergspinnen zijn hoger tot 45 meter vanaf de stroken. De dichtheid aan bladluizen is lager bij de rand en merkbaar tot 100 m (Booij, mond. meded. n.a.v. onderzoek vakgroep Toxicologie LUW).

Het meeste onderzoek is gedaan aan loopkevers die weliswaar hard kunnen lopen, maar de resulterende veranderingen in distributiepatroon verlopen traag. Onderzoek in Noorwegen (Dennis & Fry 1992) heeft laten zien dat een deel van de loopkeverfauna vanuit de randen percelen met wintertarwe koloniseert. In mei was

nabij de rand de dichtheid nog 2 maal groter dan 50 meter het veld in. Na 5 weken werd een egale verspreiding gevonden. Hieruit blijkt dat de loopkevers uit de GBDA afkomstig zijn, en daar overwinteren, en de loop van het voorjaar zich over de percelen verdelen.

Ook Booij et al. (1995) vond in vangpotonderzoek voor enkele soorten een gradiënt met verhoogde activiteit nabij de rand. Dit effect gaat evenwel niet verder dan 50 m. Op basis van deze resultaten en simulatiestudies komen deze auteurs tot de conclusie dat percelen niet breder zouden moeten zijn dan 100 m om voldoende kolonisatie vanuit akkerranden te garanderen. De oppervlakteverhouding tussen GBDA en productiepercelen in het landschap werd in deze analyse niet meegenomen.

Op basis van overwinteringsgetallen, waarbij in de akkerranden dichtheden van natuurlijke vijanden van ca. 20 keer zo hoog als de gebruikelijke dichtheden worden gevonden (Riedel 1992) lijkt de veelgehandeerde 5% regel: oppervlakte Groen-blauwe dooradering dient minimaal 5% van de oppervlakte te bedragen, een goede richtlijn (zie ook hoofdstuk 6).

In onderzoek naar aantalsniveau's van zweefvliegen in graanakkers omgeven door bloemrijke akkerranden bleken effecten van deze randen – in de vorm van gradiënten in aantallen zweefvliegervlinders - nauwelijks aantoonbaar (Ruppert, 1993). Wel werd vroeg in het voorjaar een lichte verhoging van de aantallen zweefvliegen in percelen wintertarwe en wintergerst gevonden, indien die omgeven zijn door bloemrijke randen. Het wel- of niet-voorkomen van onkruiden in het veld in het voorjaar blijkt een belangrijkere verklarende factor dan de aanwezigheid van bloemrijke akkerranden. De verdeling van de lieveheersbeestjes in het veld was ook niet gerelateerd aan de nabijheid van de rand, maar primair aan de dichtheid van bladluizen.

Niettemin zijn de *dichtheden van bladluizen in juni en juli dichtbij de bloemrijke akkerranden 20 -30% lager*. Maar dit effect wordt slechts binnen een strook van 50 meter van af de bloemrijke akkerrand gevonden. Mogelijk wordt dit effect op bladluizen door andere natuurlijke vijanden veroorzaakt, dan zweefvliegen of lieveheersbeestjes.

Holland et al. (1994) vonden in gradiëntmetingen vanaf *Phacelia* stroken geen effect op ovipositie van zweefvliegen, *dichtheden van bladluizen* en parasitering van bladluizen over een afstand van 100 m in graanvelden.

In een breed landelijk onderzoek naar effecten van akkerranden in Suikerbiet, Graan en Aardappel (Daamen et al. 1995, Den Nijs et al. 1995), werden in de teelten geen hogere dichtheden aan plaagsoorten nabij akkerranden gevonden, noch toenemende gradiënten met schade naar de akkerranden toe. Voor vollegronds groenten zijn echter geen uitgebreide studies gedaan.

In geen van de bovengenoemde 7 voorbeelden blijken plaagdichtheden nabij GBDA hoger te zijn. In tegendeel: in 2 voorbeelden is de bladluis dichtheid lager nabij

GBDA, terwijl in 3 voorbeelden de dichtheid van vijanden (loopkevers en dwergspinnen) hoger is.

5 Hoe beïnvloedt landschapsstructuur plaagsoorten en vijanden?

5.1 Invloed landschapstructuur op plaagniveaus en plaagcontrole door vijanden.

Benodigde oppervlakte en ruimtelijke samenhang van GBDA

GBDA vervult belangrijke kwalitatieve voorwaarden voor de overleving van natuurlijke vijanden en hoge dichtheidsniveaus van hun populaties in agrarische landschappen. Zie hiervoor hoofdstuk 5.2 waar de kwalitatieve voorwaarden waaraan de GBDA moet voldoen, beschreven worden..

Welke zijn nu de kwantitatieve en ruimtelijke voorwaarden m.b.t. plaagontwikkeling en plaagcontrole door natuurlijke vijanden? Met andere woorden: hoeveel GBDA is nodig voor plaagcontrole en hoe dienen de GBDA elementen ruimtelijk verdeeld te zijn? Bij welke combinaties van oppervlakte aan GBDA en ruimtelijk patronen ervan werkt de plaagcontrole door natuurlijke vijanden, en bij welke niet zodat een plaagsoort zich kan toenemen in aantal en dichtheid? In het kader van de goede landbouwpraktijk en bedrijfscertificering wordt vaak een streefoppervlakte van 5% GBDA voor landbouwbedrijven genoemd (De Snoo & Manhoudt, 2002; Smeding & Joenje, 1999). Echter, aan dit percentage ligt geen ecologische onderbouwing ten grondslag. En, over de ruimtelijke voorwaarden wordt niet gerept.

In het vervolg worden drie datasets behandeld die inzicht geven in de betekenis van kwantitatieve en ruimtelijke voorwaarden:

- 1. De eerste handelt over simulatie-experimenten met een ruimtelijk model waarin het effect van beide voorwaarden onderzocht wordt op een predator – plaag combinatie.
- 2. De tweede vat een aantal onderzoeken samen waarin plaagnivo's en/of vijandnivo's en/of gewasproductie en –kwaliteit vergeleken worden tussen dicht- en dundooraderde landschappen
- 3. De derde vat een aantal onderzoeken samen waarin plaagnivo's en/of vijandnivo's en/of gewasproductie en –kwaliteit vergeleken worden tussen bedrijven, waarin ook het omringende landschap van die bedrijven wordt vergeleken.

simulatie-experimenten

Bianchi & van der Werf (2004) onderzochten de relatie tussen de oppervlakte, versnippering en vorm van GBDA elementen en de bestrijding van luizen door lieveheersbeestjes met behulp van een ruimtelijk simulatie model.

Hierbij werd aangenomen dat de overwintering van lieveheersbeestjes alleen in GBDA elementen plaatsvond en niet in akkers. Het model is gebaseerd op een uitgebreide beschrijving van de fenologie en populatiedynamica van

lieveheersbeestjes en luizen en het predatie- en dispersiegedrag van lieveheersbeestjes. Uit deze theoretische studie bleek dat de plaagregulatie in eerste instantie afhankelijk is van de hoeveelheid GBDA in het landschap en wanneer de hoeveelheid GBDA hoger is dan een drempelwaarde (tussen 4 en 9% GBDA in de simulaties), de plaagregulatie in tweede instantie afhankelijk is van de ruimtelijke verdeling van GBDA in het landschap. Deze simulaties suggereren dat de benodigde oppervlakte GBDA in agrarische landschappen voor een effectieve plaagregulering eerder in de buurt van 10% zal liggen dan van de eerder genoemde 5%. Deze GBDA hoeft echter niet persé in het geheel op het bedrijf aanwezig te zijn, maar kan ook bestaan uit bos(-jes) en ruigten tussen bedrijven. De simulaties geven verder aan dat de relatie tussen GBDA en plaagregulatie in het algemeen niet lineair is en dat de benodigde oppervlakte GBDA groter moet zijn dan een drempelwaarde om een behoorlijke plaagregulering te verkrijgen. Dit betekent dat bij GBDA-oppervlakte-aandelen ver beneden deze drempelwaarde een kleine verhoging van de oppervlakte GBDA weinig effect op de plaagregulering zal hebben, terwijl bij GBDA oppervlakten rond de drempelwaarde met een relatieve kleine verhoging van de oppervlakte GBDA de plaagonderdrukking aanzienlijk kan worden verbeterd. Tenslotte geeft de modelstudie aan dat, indien de hoeveelheid GBDA in het landschap groter is dan de drempelwaarde, de plaagregulering het best werkt als de GBDA elementen zo uniform mogelijk over het landschap zijn verspreid, zodat de afstand tussen GBDA elementen en het centrum van percelen zo klein mogelijk is. In landschappen met relatief kleine percelen zal de GBDA structuur in het algemeen dus gunstiger zijn dan in landschappen met relatief grote percelen.

De betekenis van de resultaten van deze simulatie-experimenten voor de eventuele risico's en kansen van de Groen-blauwe dooradering is, dat daar waar het oppervlaktepercentage veel lager is dan de - in de bovenbeschreven simulatie-experimenten, dus op *theoretische* gronden!! - berekende streefwaarden van 5 tot 10% (Bianchi 2003, Bianchi & Van der Werf 2004) de kansen op effectieve plaagcontrole klein zijn. Dit betekent dat in die situaties niet uitgesloten kan worden dat een plaagsoort aan de controle van de natuurlijke vijanden ontsnapt.

Hoe is het met het oppervlakteaandeel GBDA in Nederland gesteld? Bijna nergens in Nederland bereikt de opgaande houtige begroeiing in het agrarisch gebied het percentage van 5. Gebieden met 2 tot 5% zijn de Friese Wouden, delen van de Veluwe, Achterhoek, het oostelijke deel van Noord-Brabant, het noorden van Overijssel en Zuid-Beveland (Natuurcompendium 2003, Geertsema 2002).. Maar ook de dooradering met lage landschapselementen als akkerranden, kanen van sloten, en andere kleine wateren, dijken en bermen zijn habitat van natuurlijke vijanden. Die mogen bij het percentage opgaande begroeiing worden opgeteld. Bovendien mag het oppervlaktepercentage natuur erbij worden opgeteld. Daarmee komt de GDA in de bovengenoemde regio's en plaatselijk in andere regio's aan of boven de 5%. Hier zou de kans op effectieve plaagcontrole aanzienlijk groter kunnen zijn. Op basis van dezelfde simulatie-experimenten (Bianchi 2003, Bianchi & Van der Werf (2004) - dus ook op *theoretische* gronden!! - lijkt een gelijkmatige verdeling van GBDA over het landschap, bijvoorbeeld in fijnmazige netwerken, de beste ruimtelijke voorwaarde voor plaagcontrole door natuurlijke vijanden. Hierbij wordt opgemerkt dat daar waar

de de percelen zo groot zijn dat de GBDA grofmazig is, door de aanleg van (tijdelijke) grasstroken van 2-2.5 meter breed in het perceel het netwerk fijner gemaakt kan worden. Bij voorkeur zouden deze 'natuurlijke vijand-refugia' om de 100 meter moeten worden aangelegd. Ze kunnen gefaseerd (stukje voor stukje) gemaaid worden, elk jaar tot 1/3 deel, verspreid over de stroken, en het liefst in juli. Na 3 jaar kunnen ze – indien gewenst – gefaseerd (stukje bij beetje) worden vervangen door nieuwe stroken, en geploegd worden.

Er zijn geen andere vergelijkbare simulatie experimenten gedaan (mond. meded. F. Bianchi).

Veldonderzoek m.b.t. effecten GBDA op plaagsoorten

In de Noordoostpolder vonden Van Alebeek et al. (2003) op een biologisch bedrijf met een oppervlakte van 21% aan permanente akkerranden dat de luizendichtheden in tarwe 2 maal en in aardappelen 3 maal lager waren ten opzichte van een vergelijkbaar biologisch bedrijf met 6% akkerranden.

Galecka maakte reeds in 1966 melding van lagere luizendichtheden en hogere dichtheden natuurlijke vijanden in bosrijke landschappen in vergelijking met landschappen zonder bossen.

Basedow (1990) vond duidelijke verschillen in kleinschalige landschappen met 7.5% GBDA en grootschalige landschappen met 1.7% GBDA in Duitsland. De kleinschalige landschappen met veel GBDA hadden gedurende twee jaar hogere dichtheden natuurlijke vijanden wat resulteerde in respectievelijk 14 en 18 maal lagere luizendichtheden in suikerbiet dan in de grootschalige landschappen met weinig GBDA.

Schulze & Gerstberger (1993) beschrijven een landschap dat gekenmerkt wordt door houtwallen die in nectar, pollen en hoge dichtheden alternatieve prooien voorzien. Als gevolg hiervan kunnen zich hoge dichtheden predatoren en sluipwespen handhaven en is dit gebied een van de weinige gebieden in Duitsland waar Graanluis niet bestreden hoeven te worden.

Krause en Poehling (1996) laten zien dat zweefvliegen hogere dichtheden bereiken en meer eieren afzetten in kleinschalige landschappen en in de nabijheid van GBDA. Hierbij wordt gesuggereerd dat dit mede een verklaring is voor de verschillende luisdichtheden in graan in de diverse regio's.

Ohnesorge en Schier (1989) hebben laten zien dat de luisdichtheden in diverse regio's in graan inderdaad landschapsgelateerd zijn.

Graanluizen en interactie met zweefvliegen werd onderzocht in kleinschalig en grootschalig landschap en in relatie tot randen (Groeger 1993). Hierbij werd geconcludeerd dat de mate van luis-uitbraak vooral wordt beïnvloed door het tijdstip en mate van immigratie van bladluizen. De zweefvliegen (*Episyrphus balteatus* en *E. corollae*) vertonen een sterke functionele response op bladluizen, waarbij ze aggregeren

rond hoge bladluisdichtheden. De mate van controlesucces wordt bepaald door weersomstandigheden: zon en hoge temperatuur bevorderen de afzet van zweefvliegeieren en de predatie van bladluizen door zweefvlieglarven. Er waren geen gradiënten te meten van 100-700 van de rand. Dichter bij de randen, op kleinere schaal werden geen metingen gedaan. Ook geen invloed te vinden van samenstelling en structuur van het omringende landschap, dus niet met betrekking tot oppervlakte dooradering en natuur, noch met betrekking tot schaal (omvang van percelen). De auteur stelt " the mobility of syrphids is obviously so high that there is no proof of them being bound to fringe or retreat habitats ". Deze conclusie over zweefvliegen is in overeenstemming met de conclusies van Pollard et al. 1977.

In een onderzoek naar temporele fluctuaties in de plaagniveau's van bladluizen en de aantalsniveau's van zweefvliegen vinden Poehling et al. (1991) een hogere dynamiek (sterkere fluctuaties, dus ook frequenter optreden van plaagnivo's) in het noorden van Duitsland - waar het landschap grootschaliger is - vergeleken met het zuiden van Duitsland - waar het landschap kleinschaliger is -. In het zuiden worden lagere bladluisdichtheden gevonden, gekoppeld aan hogere aantallen zweefvliegen, en zweefvlieglarven. De hypothese wordt geformuleerd, dat het kleinschalige landschap en de vroege populatieopbouw in het zuiden de effectiviteit van zweefvliegen bevordert. Er zijn evenwel meer verschillen tussen het noorden en het zuiden verstrengeld met de groot-/kleinschaligheid, die uiteraard de interpretatie bemoeilijken.

Veldonderzoek mb.t. effecten GBDA op vijanden

Er zijn een aantal studies die landschappen beschrijven met verhoogde dichtheden/activiteit van natuurlijke vijanden, maar waarbij de plaagpopulaties buiten beschouwing zijn gelaten. Deze studies leveren dus geen direct bewijs voor verhoogde plaagregulering, maar maken dit wel aannemelijk.

Marino & Landis (1996) vonden meer dan 5 maal hogere parasiteringspercentages in kleinschalige, gevarieerde landschappen dan in grootschalige, eenvormige landschappen in Michigan (Verenigde Staten). Echter, in een vervolgonderzoek waarbij de parasitering in gevarieerde landschappen met veel GBDA en eenvormige landschappen met weinig GBDA in drie regio's vergeleken werd, werd alleen in één van drie regio's hogere parasitering in gevarieerde landschappen gevonden (Menalled et al. 1999).

Ryszkowski et al. (1993) vonden 70% hogere biomassa aan predatoren en parasieten in kleinschalige landschappen met 12% GBDA dan in grootschalige landschappen zonder GBDA in Polen.

Thies & Tschardtke (1999) rapporteerden hogere parasiteringspercentages in Duitse agrarische landschappen naarmate er meer ruigten en akkerranden aanwezig waren (is dit een onderzoek waarin bedrijven vergeleken worden (ook in relatie tot GBDA op het bedrijf of omringende landschap), of landschappen).

Een bijzonder onderzoek met opmerkelijke resultaten handelt over de invloed van landschapsstructuur en teeltpraktijk op de lichaamsconditie van 4 loopkeversoorten (Östman et al. 2001). Voor polyfage predatoren is aangetoond dat zij een onderdrukkend effect hebben op bladluisplagen (Edwards et al. 1979, Chiverton 1978, Wratten & Powell 1991). Een toename in hun aantallen zou kunnen bijdragen aan de controle op bladluisplagen (Ekbom et al. 1992). De factoren die de aantallen van deze predatoren bepalen zijn slecht bekend. Derhalve werd de vertvoorraad, als maat voor lichaamsconditie van loopkevers onderzocht op 5 paren graanteelt-bedrijven waarvan er telkens een biologisch was en de ander gangbaar.

De lichaamsconditie wordt beïnvloed door de kleinschaligheid van het bedrijf: hoe kleiner de omtrek/oppervlakte ratio, hoe beter de conditie van de loopkevers; de gesommeerde aantallen van drie soorten samen worden positief beïnvloed door de diversiteit aan teelten op een bedrijf. Voorts heeft een soort een betere conditie op biologische bedrijven dan op gangbare bedrijven.

Onder de aanname dat er een directe relatie bestaat tussen conditie enerzijds en overleving, voortplanting en predatie anderzijds, wordt voorspeld dat in een landschap met kleinere percelen, een grotere variatie aan teelten, en een hoog percentage biologische bedrijven de populaties en de effectiviteit van deze natuurlijke vijanden van plaaginsecten groter zijn.

M.b.t. mogelijke oorzaken veronderstellen Östman et al (2001) – onder verwijzing naar Zangger et al. (1994), die hetzelfde effect vonden bij een van de vier loopkeversoorten - dat in bedrijven met kleinere percelen de perceelsranden talrijker zijn en dichterbij (wat ook geldt voor andere habitats), en voorts, dat het voedselaanbod in en nabij randen beter is, en – onder verwijzing naar Petersen et al. (1996) - daar grotere kansen voor succesvolle overwintering, resulterend in gereduceerd energieverbruik en dus hogere vetvoorraden in het volgend seizoen. Een van deze loopkeversoorten *Pterostichus melanarius* leven vooral in bos, en benutten akkers met name voor voortplanting (Wallin 1986). Voor deze soort is de nabijheid van bos dus een erg belangrijke ecologische voorwaarde. De soort teelt schijnt er weinig toe te doen. Deze conclusie staat evenwel haaks op die van Pollard et al. (1977) die stellen dat *P. melanarius* vooral in het larvestadium op akkers overwintert.

Voor de betere conditie voor loopkevers worden achtereenvolgens gesuggereerd: nalaten van pesticidengebruik, en andere grondbewerking, en een daarmee samenhangend: beter prooiaanbod en –keuze.

Samenvattend

De bovengenoemde landschappen met een verhoogde plaagregulering en verhoogde dichtheden/activiteit van natuurlijke vijanden worden in het algemeen gekenmerkt door relatief hoge dichtheden GBDA en kleinschaligheid, d.w.z. kleine oppervlakten van percelen en andere landschapselementen. Dit is in overeenstemming met de resultaten van de simulatie-experimenten (Bianchi & Van der Werf, 2004) uit de eerste dataset, nl. dat oppervlakte percentages GBDA tamelijk hoog dienen (drempelwaarde tussen 4 en 9 %) te zijn voor effectieve plaagcontrole door

natuurlijke vijanden. De betere plaagcontrole in kleinschalige landschappen is in overeenstemming met het resultaat uit deze simulatieexperimenten, nl. een hogere kans op plaagcontrole bij een gelijkmatige verdeling van elementen van vele, kleine elementen dan een ongelijkmatige verdeling en/of grote landschapselementen (Bianchi & Van der Werf, 2004). Echter, alleen Schulze & Gerstberger (1993) toonden in het veld aan dat de plaagcontrole via hogere percentages GBDA leidde tot plaagdichtheden onder de schadedrempel: 'Graanluis behoeft niet bestreden te worden'. Uit de andere gerefereerde veldonderzoeken bleek wel een lager plaagsoort- of een hoger vijand niveau, maar werd de relatie met schade, d.w.z. opbrengstderving of kwaliteitsverlies. Hier blijft het bij de conclusie dat de *kans* op plaagcontrole tot onder de schadedrempel groter is in dichtdooraderde landschappen.

Voor de vraag naar de risico's op plaagontwikkeling en kansen op plaagcontrole, door ecologische voorwaarden voor plaagsoorten, resp. natuurlijke vijanden in GBDA zijn deze resultaten in drieërlei zin belangrijk:

1. Sterker dichter dooraderde landschappen leiden tot of hebben hoge potenties voor plaagcontrole. Het omgekeerde: sterker dichter dooraderde landschappen leiden tot hogere plaagrisico's wordt **niet** gevonden. In een gering aantal gevallen wordt er geen effect gevonden.
2. De GBDA dient tegelijkertijd aan twee drempelwaarden te voldoen, wil de GBDA tot effectieve plaagcontrole door vijanden leiden.
 - 2.1 Er is een kwantitatieve drempelwaarde die boven de 5% (Riedel 1992, Booij et al. 1995, Bianchi & van der Werf (2004)) en rond de 7,5 % (Basedow 1990) lijkt te liggen. Onder deze waarde voor het oppervlakte aandeel van GBDA *en* natuur *en* aangelegde grasstroken kan deze combinatie (hier samengevat als GBDA) alleen een bijdrage leveren aan plaagcontrole en kan niet uitgesloten worden dat een plaagsoort aan de controle door natuurlijke vijanden ontsnapt.
 - 2.2 Er is bovendien een ruimtelijke drempelwaarde voor de uniformiteit van het distributiepatroon van de GBDA over het landschap, met andere woorden: de GBDA moet in een bepaalde mate gelijkmatig verdeeld zijn over het agrarisch landschap. Een mogelijke drempelwaarde voor deze verdeling is het ruimtelijk patroon van GBDA waarin het middelpunt van de teelten niet verder dan 50 meter van de GBDA aflight, d.w.z. dat de percelen niet breder moeten zijn dan 100 meter en aan beide lange zijde grenzen aan GBDA. Indien niet voldaan is aan de voorwaarde van de uniforme ruimtelijke verdeling – zal het controlerend effect van natuurlijke vijanden slechts plaatselijk optreden, nl. daar waar de teelt aan de GBDA grenst. De uniformiteit van het distributiepatroon van GBDA kan bevorderd worden door aanleg en juist beheer van grasstroken in akkers.

5.2 Vergelijking van teelten in verschillend landschap

Vooraf

In theorie kunnen onderzoeken waarin grote aantallen bedrijven en percelen vergeleken worden m.b.t. plaag-, vijand- en eventueel schadeniveau, en m.b.t. alle andere factoren waarin deze bedrijven of percelen verschillen resultaten opleveren die het best aangeven hoe plaag- en schadeniveau gereduceerd kunnen worden. De relatieve betekenis van het omringende landschap wordt bepaald tot de bijdrage aan plaag- en schadeniveau door andere factoren. De vraag wordt beantwoord of GBDA belangrijk/relevant is of niet. Integratie met resultaten uit hoofdstuk 2 en 4 ligt voor de hand:

- beheer van percelen (gewasresten en onkruid verwijderen indien zij bronnen voor plaagsoort zijn, groenbemester toepassen die geen waardplant is voor plaagsoort, aanleg grasstroken om maaswijdte te reduceren, bemesting, bodembewerking),
- beheer van GBDA (i.v.m. wilde waardplanten),
- ruimtelijk bouwplan (ruimtelijke en temporele scheiding van gelijksoortige teelten, afstemming met aangrenzende telers),
- gebruik van plantmateriaal (kwaliteit, genetische kenmerken, kweekmethode, onbesmet met plaagsoorten),
- ervaring van de teler met de teelt van het gewas onder de condities (bodem, water, landschap) van zijn bedrijf.

zijn even belangrijk als verklarende onafhankelijke variabelen, als

- samenstelling en oppervlaktaandeel van GBDA en natuur in de omgeving van bedrijf en perceel
- ruimtelijk patroon (verdeling en connectiviteit)
- kwaliteit in termen van ecologische voorwaarden voor plaagsoorten (waardplanten) en natuurlijke vijanden (nectar, stuifmeel, alternatieve prooien, structuren voor dag/nachtrust en overwintering, concurrentie-, predatie- en parasiteringsdruk.

Want in dit soort onderzoeken dienen al deze variabelen aan de orde te komen. In de praktijk wordt evenwel slechts een deel van deze parameters gemeten.

5.2.1 Ruimtelijk populatieonderzoek aan plaagsoorten

De hiervolgende resultaten zijn afkomstig uit PRI-onderzoek aan Tabakstrips op prei, en Melige koolluis op spruitkool. De gegevens uit 1998 zijn afgerond en gepubliceerd (Belder et al, 2002).

Voor de data uit 1999 – 2001 geldt het volgende: gepresenteerde cijfers zijn *voorlopige resultaten* van de selectieprocedure, die tot doel heeft het best mogelijke verklarende model te vinden voor de variatie in tripsniveaus tussen bedrijven en jaren. De resultaten zijn zeer voorlopig omdat ten tijde van de samenstelling van dit rapport, de analyse nog niet afgerond was.

Een model bevat meestal meerdere parameters, die in onderlinge samenhang de plaagparameter verklaren. Alvorens voor een kandidaat-model te kiezen moet aan meerdere eisen worden voldaan. Deze check heeft hier nog niet plaatsgevonden wat nog een reden is om de resultaten als voorlopig te beschouwen en met de nodige terughoudendheid te bekijken. Bovendien is in dit stadium van analyse een gemiddelde jaartemperatuur gebruikt (berekend over de periode 1961 – 1991), daar waar de feitelijke temperatuur een nauwkeuriger verklarende variabele zou zijn.

De regressieanalyses aan het dichtheidsniveau van *Thrips tabaci* in relatie tot tal van omgevingsvariabelen, met de (voor 1999-2001: *voorlopige*) modellen, leveren de volgende resultaten op (een * achter de omgevingsparameter betekent dat het effect significant ($P < 0.05$) is):

1.

Jaar	1998
Bedrijftype	Gangbaar
Aantal bedrijven	43
Gewas	prei
Plaag	<i>Thrips tabaci</i>

- Oppervlaktaandeel - binnen een straal van 5km - aan **bomen heeft een plaagonderdrukkend effect**: hoe meer bomen en bos in de omgeving van het bedrijf, hoe *lager* het tripsniveau op de prei (= hoe lager de tripsaantallen op de prei planten) (Belder et al. 2002)

en/of

- oppervlaktaandeel - binnen een straal van 5km - aan **overige natuur (zonder bomen)** heeft geen effect (Belder et al. 2002). Nadere analyse leerde dat deze factor een plaagbevorderend effect heeft. Hoe meer overige natuur (zonder bomen) in de omgeving van een bedrijf, hoe *hoger* het tripsniveau op de prei (= hoe hoger de tripsaantallen op de preiplanten).

Beide parameters verklaren samen 5 – 15 % van de variantie (= maat voor de variatie in tripsniveau tussen de bedrijven), voor meerdere plaagparameters.

- toepassing van **pesticiden** heeft een plaagonderdrukkend effect in dezelfde orde van grootte. Hoe meer pesticiden gebruikt, hoe *lager* het tripsniveau op de prei (Belder et al 2002).
- Oppervlaktaandeel – binnen een straal van 5000 m – aan **tuinbouwbedrijven heeft een plaagbevorderend effect** aantallen adulte thrips zijn hoger (Belder et al. 2002).

2.

Jaar	2000
Bedrijftype	Biologisch
Aantal bedrijven	21
Gewas	Prei
Plaag	<i>Thrips tabaci</i>

- De normaal('61-'91) **gemiddelde jaartemperatuur** verklaart 10 –25 % van de variantie (= maat voor variatie in tripsniveau tussen de bedrijven). Deze parameter heeft een plaagbevorderend effect. Hoe warmer het klimaat-in-de-regio (niet het mesoklimaat op het perceel) waarin een bedrijf ligt, hoe *hoger* het tripsniveau.

Andere termen zijn slechts getest in combinatie met deze term. Uit een stijging van de verklaarde variantie mag niet zondermeer afgeleid worden hoeveel de term op zich verklaart.

- Oppervlakteaandeel – binnen een straal van 5 km - aan **akkerbouw** * verklaart 45 – 60 % van de variantie (= maat voor de variatie in tripsniveau tussen de bedrijven) voor meerdere trips-parameters. Deze omgevingsparameter heeft een plaagbevorderend effect: hoe groter het oppervlakteaandeel akkerbouw in de omgeving van een bedrijf, hoe *hoger* het tripsnivo op de prei.
- oppervlakteaandeel van **natuurelementen op het bedrijf** * verklaart bij tripslarven ca. 40% van de variantie (in tripslarvenniveau tussen de bedrijven): hoe meer natuurelementen op het bedrijf, hoe *hoger* het niveau van tripslarven op de prei.
- oppervlakteaandeel – binnen een straal van 1 km - aan **bomen** * verklaart bij adulte trips ca. 35% van de variantie (in tripsniveau tussen de bedrijven). Deze parameter heeft een plaagonderdrukkend effect: hoe meer bomen in de bedrijfsomgeving, hoe *lager* het tripsniveau op de prei.
- Oppervlakteaandeel van **overige natuur (zonder bomen)*** - binnen 1 of 5 km - verklaart ca 35% van de variantie in tripsniveau tussen de bedrijven. Deze parameter heeft een plaagonderdrukkend effect: hoe meer overige natuur (zonder bomen) in de omgeving van het bedrijf, hoe *lager* het tripsniveau op de prei (*voorlopige resultaten*, Belder et al. in prep).

3.

Jaar	2001
Bedrijftype	Biologisch
Aantal bedrijven	29
Gewas	Prei
Plaag	<i>Thrips tabaci</i>

- De normaal('61-'91) **gemiddelde jaartemperatuur** verklaart 40 –50 % van de variantie van de plaagparameters. Netzo als in 2001: hoe warmer het regioklimaat, hoe *hoger* het tripsniveau op de prei.

de volgende termen verklaren samen 45 –55% van de variantie in tripsniveau tussen de bedrijven:

- oppervlaktaandeel aan **bollenteelt en kassen*** en **opp aan water** binnen een straal van 1 km hebben een plaagdichtheidverhogend effect: hoe meer bollen, kassen en water in de omgeving van de preiteelt, hoe *hoger* het tripsniveau op de prei.
- Oppervlaktaandeel aan **overige natuur (zonder bomen)*** binnen 1 km voor tripssymptomen (=vraatsporen op de prei), binnen 5km voor adulten heeft een plaagdichtheidverlagend effect: hoe meer overige natuur (zonder bomen) rond het bedrijf, hoe *lager* het tripsniveau op de prei.
- **donkerte van de kleur** van het preiras heeft een plaagdichtheidverlagend effect: hoe donkerder het ras, hoe *lager* het tripsniveau op de prei (*voorlopige resultaten*, Belder et al. in prep).

4.

Jaar	2001
Bedrijftype	Biologisch
Aantal bedrijven	10
Gewas	Spruitkool
Plaag	Rupsen

- oppervlaktaandeel van **groenteteelt** - binnen 1 km – verklaart ca. 65% van de variantie in de jonge rupsen tussen de bedrijven. Dit is een plaagbevorderende parameter: hoe hoger het oppervlaktaandeel van groenteteelt in de omgeving van de spruitkoolteelt, hoe *hoger* het rupsenniveau op de spruitkool (= hoe meer rupsen op de spruitkoolplanten).
- Oppervlaktaandeel van **bomen** - binnen 5 km - verklaart ca. 55% van de variantie in oude rupsen. Dit is een plaagonderdrukkend effect: hoe meer bomen en bos in de omgeving van de spruitkoolteelt, hoe *lager* het niveau van oude rupsenstadia op de spruitkool (= hoe minder oude rupsen op de spruitkoolplanten) (*voorlopige resultaten*)

5.

Jaar	2001
Bedrijftype	Biologisch
Aantal bedrijven	10
Gewas	Spruitkool
Plaag	<i>Brevicoryne brassicae</i> (Melige koolluis)

- oppervlakteaandeel van **bomen** - binnen 1 km - verklaart ca. 50% van de variantie in koolluisniveau tussen de bedrijven. Deze omgevingsparameter heeft een plaagonderdrukkend effect: hoe meer bomen en bos in de omgeving van de spruitkoolteelt, hoe *lager* het koolluisniveau op de spruitkool.
- oppervlakteaandeel van **overige natuur (zonder bomen)** - binnen 1 km - verklaart ca. 35% variantie in het koolluisniveau op de spruitkool. Ook deze omgevingsparameter heeft een plaagonderdrukkend effect: hoe meer overige natuur in de omgeving van de spruitkoolteelt, hoe *lager* de koolluisaantallen op de spruitkool (*voorlopige resultaten*).

Opvallend is dat in vier van de vijf resultatensets het oppervlakteaandeel bomen een plaagonderdrukkend effect heeft, zowel bij trips op prei, als rupsen en luizen op spruitkool. Opmerkelijk is dat zelfs in combinatie met pesticidentoepassing in de proef bij gangbare telers, de omgevingsvariabele bomen een evengroot percentage variantie verklaart, als het aantal pesticidenbehandelingen. Voorts heeft het oppervlakteaandeel overige natuur (zonder bomen) in drie van de vijf analyses een plaagonderdrukkend effect, en in één van de drie preianalyses – in combinatie met een onderdrukkend effect van bomen, en een dito effect van pesticidegebruik - een plaagbevorderend effect. Deze overwegend plaagonderdrukkende effecten van bomen en natuur sporen met de eerdervermelde resultaten in dit hoofdstuk, paragraaf 6.1. Mogelijk spelen de oorzakelijke factoren: natuurlijke vijanden afkomstig uit bomen en bos, en de barrièrewerking van bomen en bos een rol. Voor het in de nadere analyses gevonden plaagbevorderend effect van overige natuur in de proef met gangbare bedrijven is geen hypothese over de causale factor voorhanden (Belder et al 2002). Een verrassend resultaat is het tripslarven-bevorderend effect van natuur op het bedrijf. Een hypothese voor een oorzakelijke factor zou kunnen zijn dat het hier een meso-klimaatseffect betreft (zie hoofdstuk 4). Hopelijk geeft een verdere analyse van de onderzoeksresultaten beter inzicht.

De sterke correlaties met oppervlakteaandelen akkerbouw, bollenteelt en kassen, en met groenteteelt (rupsen op spruitkool, trips op prei) sporen met de opmerkingen uit hoofdstuk 2.3 dat andere teelten belangrijk kunnen zijn als bronnen voor plagen. Kennelijk is de kans op tripsplaagniveaus in regio's waar het klimaat warmer is dan (vooral in oosten en zuiden van ons land) groter. Ook hier kan nadere analyse met actuele temperaturen in het jaar van onderzoek beter inzicht bieden.

5.2.2 Ruimtelijk populatieonderzoek aan vijanden

Vooraf

Binnen het ruimtelijk populatieonderzoek aan vijanden kunnen verschillende typen onderscheiden worden met betrekking tot de betekenis en relevantie voor plaagcontrole in teelten, die – diensgevolge – verschillen in zeggingskracht voor de telerspraktijk. De volgende typen kunnen onderscheiden worden:

1. ruimtelijk populatieonderzoek aan vijanden waarin geen directe relatie met de teelt gelegd wordt.

2. onderzoek naar de distributie van aantallen vijanden over verschillende percelen (en bedrijven)
3. onderzoek naar de distributie van aantallen vijanden over verschillende percelen en aangrenzende GBDA
4. idem, waarbij bovendien de distributie van aantallen van plaagsoorten over de verschillende percelen (en bedrijven) gemeten wordt
5. onderzoek naar distributie van parasitering en predatie van plaagsoorten door natuurlijke vijanden over verschillende percelen (en bedrijven)

In de bovenstaande tabel neemt de betekenis en relevantie van onderzoeksresultaten voor plaagcontrole, en daarmee de zeggingskracht van het onderzoek over de functie van vijanden bij de preventie en onderdrukking van plaagdichtheden, en de omgevingsfactoren die daarop van invloed zijn, toe van type 1 tot type 5.

Type 1. Ruimtelijk populatieonderzoek aan vijanden in GBDA.

In 2001 is in het kader van project 352-11113, de biodiversiteit en de daarmee samenhangende potentiële teeltondersteuning door vier groenblauwe dooraderingstypen onderzocht in relatie tot de landschapsstructuur. In twee regio's (Twente en Noord-Brabant) werden in elk van de regio's drie deelgebieden onderscheiden met een hoge, midden en lage groene dooradering. Binnen elk deelgebied zijn de volgende vier adertypen bemonsterd: greppel, berm, houtwal en bosrand. Hierbij zijn met potvallen en netvangsten verschillende soortengroepen antagonisten gevangen zoals: wantsen, zweefvliegen en sluipwespen. Er werden totaal bijna 5000 kevers behorende tot 300 soorten gevangen. Van de kevers zijn de Life History Tactics uitgewerkt waarbij ondermeer is vastgesteld welke tot de actieve predatoren en daarmee tot de teeltondersteunende soorten zouden kunnen behoren. De resultaten van potvalvangsten (tabel 8) laten duidelijke verschillen zien tussen zowel landschapstype als adertype.

Tabel 8. Percentages imagines en larven van predatore kevers in potvallen, in 4 GBDA-typen, en drie dooraderingsniveaus.

Imagines

Dooradering	Greppel	berm	houtwal	bosrand
hoog	20.71	4.30	4.42	11.58
midden	14.14	9.95	3.03	3.90
laag	11.58	5.88	3.55	6.98

Larven

Dooradering	Greppel	Berm	Houtwal	Bosrand
hoog	19.83	4.16	4.58	9.34
midden	14.83	10.01	2.89	3.92
laag	14.23	5.85	3.62	6.75

De hoogste abundanties aan zowel larven als adulten van carnivore kevers zijn gevonden in de greppels en in mindere mate in berm en bosrand. Daarbij scoren de greppels beter bij een hoge dooradering dan bij een middelmatige en lage dooradering. Andere groepen van antagonisten zoals wantsen, lieveheersbeestjes en zweefvliegen moeten nog worden uitgewerkt voordat algemenere conclusies getrokken kunnen worden. Overigens is de ene greppel de andere niet: sommige greppels zijn breder, dieper, meer verruigd of vochtiger dan andere. Daarom is in 2002 een vervolgonderzoek, met alleen greppels uitgevoerd. Met de resultaten van dat onderzoek kunnen mogelijk aanbevelingen geformuleerd worden met betrekking tot inrichting en onderhoud van greppels met het oog op de potentiële bijdrage van hun fauna bij de teeltondersteuning. Vervolgens is het nodig na te gaan of deze fauna actief is in de teelt, en welke effecten dat heeft.

De hogere dichtheden aan predatore kevers en hun larven in een dichter dooraderd landschap spoort met de eerdervermelde resultaten in dit hoofdstuk, in paragraaf 5.1.

Type 2. onderzoek naar de distributie van aantallen vijanden over percelen (resp. bedrijven)

Als een goed en representatief voorbeeld van zulk soort onderzoek volgt een uitgebreide samenvatting van een onderzoek aan predatoren van bladluizen in Dakota, USA (Elliot et al. 1998).

In een onderzoek in 104 tarwepercelen werden metingen gedaan aan bladluizen, hun predatoren en de vegetatie binnen de percelen, alsmede aan landschapssamenstelling en korrelgrootte (als maat voor kleinschaligheid) rond elk perceel. De korrelgrootte werd bepaald door vanuit het perceel langs twee loodrecht op elkaar staande lijnen het aantal grenzen tussen verschillend landgebruiktypen te scoren. Hoe hoger deze parameter is, hoe kleinschaliger het landschap, en hoe meer natuur en semi-natuur in de nabijheid van de percelen. Uit de laatste twee parameters werden 5 landschapsparementen geaggregeerd op drie opeenvolgende schalen van 2.6, 20 en 580 km².

Tegen de verwachting van de onderzoekers in waren de oppervlakte aan natuur en semi-natuur en kleinschaligheid van het landschap, met name die op de kleine (2.6 km²) en middelgrote schaal (20 km²) belangrijkere verklarende variabelen voor predator-dichtheden dan perceelvariabelen en bladluisdichtheid. Totale dichtheid aan predatoren werd het best beschreven door een model met de dichtheid aan gewasplanten en de parameter oppervlakte aan bos en natuurlijk grasland op alle schalen; de eerstgenoemde parameter verklaarde 18 % van de variantie in de dichtheid en de landschapsparement 10%. De soortenrijkdom van de predatoren werd het best beschreven door een model met de parameter oppervlakte weide en kleinschaligheid op kleine schaal (12%), onkruidbedekking (7%) en dichtheid aan gewasplanten (6%). De dichtheid van de meest talrijke predator, de roofwants *Nabis americana* werd het best verklaard door de parameter natuurlijk grasland (12%), de parameter weiland en bos, en kleinschaligheid op middelgrote schaal (9%) en bladluisdichtheid (6%). De dichtheden van 4 andere talrijke predatoren (lieveheersbeestje- en gaasvliegsoorten) werden elk op hun beurt ook het best

verklaard door parameters bestaande uit oppervlakten natuurlijk grasland, bos en/of kleinschaligheid op verschillende schalen (10 – 29%). De dichtheid van 1 soort lieveheersbeestje, dat relatief minder disperseert, werd daarentegen sterker bepaald door perceelskarakteristieken (19 – 23%) dan een landschapsparameter (7%).

Om wat voor landschap gaat het hier? Gemiddeld bestaat het uit 12% natuur, ongeveer evenredig verdeeld over bos, natuurlijke verruigd grasland en wetland, met uitschieters naar 0 en enkele tientallen procenten. Gemiddeld is er 14% agrarisch grasland, met uitschieters naar bijna 0 en enkele tientallen procenten. Gemiddeld bestaat het dus uit meer dan 70% akkerland. En wat betreft de korrel, de patchiness, de kleinschaligheid: de patches met 1 soort landgebruik zijn gemiddeld 6 ha groot, met uitschieters naar 1 tot 40 ha. De bladluizen dichtheid was gemiddeld 110 per m², heel laag dus, bepaald geen plaagdichtheden, met uitschieters naar 0 en 3000 bladluizen per m².

Ten aanzien van causale factoren hypothetiseren de auteurs dat de correlaties met het landschap op kleine schaal (2.6 – 20 km²) te maken heeft met het vinden van alternatieve prooien dichtbij de percelen (waardoor overleving en reproductie bevorderd worden) en overwinteringsplekken net buiten de percelen waardoor de natuurlijke vijanden in het voorjaar eerder terug zijn in de percelen. De betekenis van de relatief kleine schaal waarop het omliggende landschap belangrijk is, hangt waarschijnlijk samen met de afstand waarover de predatoren vliegen.

Een proeftechnisch aspect is dat de onderzoekers ervoor gekozen hebben een groot aantal percelen te bemonsteren, nl. 104. Omdat ze slechts in een bepaalde korte fase van 25 dagen de gewasgroei wilden bemonsteren, hadden zij drie seizoenen nodig om dit te doen. Voorts deden ze bemonsteringen met vlindernetten, een methode die snel materiaal oplevert, maar die wel sterk beïnvloed kunnen worden door weer en persoon die de bemonstering uitvoert. Derhalve is de ruis in het experiment, d.w.z. de som van de verklaarde percentages variantie door de co-variabelen, groot, nl. tussen 19 en 48%. M.a.w. als die niet als co-variabelen waren geanalyseerd, hadden de effecten van de landschaps- en teeltvariabelen waarschijnlijk niet eens onderscheiden kunnen worden. Het grote aantal proefvelden leverde wel een groot aantal vrijheidsgraden op, zodat belangrijke variabelen evenwel toch een grote kans hebben in de regressiemodellen terecht te komen. Deze aspecten illustreren de onvermijdelijke uitruil tussen bemonsterings-intensiteit en het aantal monsters, het is of het één of het ander. Tenslotte zij nog vermeld dat de vangstaantallen niet groot waren, nl. gemiddeld 10 predatoren per 50 netslagen.

Type 3. Onderzoek naar de distributie van aantallen vijanden over teelten en GBDA

Wingerden et al. (submitted) onderzochten natuurlijke vijanden in prei- en koolteelten en Groene Dooradering bij tien biologische groententelers. De relatie van de aantalsverdeling over tien vijandgroepen tot teelt (prei of spruitkool), bedrijfskenmerken (onbepaald), en landschapsparameters werd onderzocht middels multivariate analysemethoden. Er was geen effect van het type teelt. De tien groepen koloniseren de teelt evengoed (of even slecht) of het nu prei of spruitkool is. Er was

ook grote overeenkomst tussen de vangpotvangsten in teelten en in de dichtstbijzijnde GBDA. Alle groepen die in de teelten voorkomen komen in vergelijkbare aantallen in de GBDA voor. Dat betekent dat de GBDA hoogstwaarschijnlijk als bron functioneert, of kan functioneren. Maar een aantal groepen kwam in de teelten minder voor, nl. de oorworm *Forficula auricularia*, lieve heersbeestjes (*Coccinellidae*), en weeschildkevers (*Cantharidae*). Binnen de spinnen gold dat voor de Struikzakspinnen (*Clubionidae*), Krabspinnen (*Thomisidae*), en Bodemjachtspinnen (*Gnaphosidae*). Oorwormen, Struikzakspinnen en Bodemjachtspinnen hebben gemeen dat het voornamelijk nachtdieren zijn, die overdag beschutting zoeken op donkere plekken waar ze aan alle kanten omgeven worden door structuur (thigmotaxis), zoals achter stukjes schors, in opgevouwen bladeren, spleten, stengels, etc. Zulke structuren zijn schaars in Prei en Spruitkoolteelten. Mogelijk is dit de causale factor die hun lage dichtheid in de teelten verklaart. Mogelijk kunnen hun aantallen, door afwisseling en menging van prei- en spruitkoolteelten met bessenstruiken, bloemen, of andere teelten die in deze structuren voorzien verhoogd worden. Ook het aanbrengen van stropakketjes (zoals voor oorwormen in de fruitteelt gebruikelijk is), rietbundels of houtsnippers in teelten, zou een praktijkproef waard zijn.

Factoren die samenhangen met bedrijven en hun omgeving verklaren ca 60% van de variatie in de aantalsverdeling over de tien vijandgroepen. De analyse met landschapsparameters leverde 24% verklaarde variantie op voor de combinatie oppervlakteaandeel bos, en lengte aan bomenrijen. Met bos en boomrijlengte was er een positieve relatie voor zweefvlieglarven (*Syrphidae*) in de teelten. Met bos was er een positieve relatie met oorwormen, gaasvlieglarven (*Chrysopa sp.*), loopkevers (*Carabidae*) en weeschildkevers.

Negatieve relaties waren er met kortschildkevers, spinnen (hoofdzakelijk luchtverspreidende Dwergspinnen (*Erigoninae*) (83%) en roofwantsen. De spinnen in de teelten zijn dus voor het overgrote deel soorten van lage en open vegetaties, zodat hun negatieve relatie met bos en bomen voor de hand ligt. Mogelijk geldt hetzelfde voor de kortschilden die in dit onderzoek niet tot op de soort gedetermineerd zijn. Dat er een negatieve relatie is tussen roofwantsen en bosoppervlakteaandeel/boomrijlengte is verrassend, omdat ze in de opgaande houtige GBDA op de bedrijven in flinke aantallen aanwezig waren. Mogelijk zijn voor roofwantsen de nabij de teelt gelegen opgaande beplantingen belangrijker dan verderop gelegen beplantingen en bos, mogelijk samenhangend met verspreidingsvermogen van de roofwantsen (Wingerden et al. submitted).

Type 4. Onderzoek naar de distributie van aantallen van plaagsoorten en vijanden over teelten en GBDA

Bovenbeschreven onderzoek vond in dezelfde percelen plaats als de onderzoeken aan thips in prei en rupsen en Melige koolluis in spruitkool (2001) zoals vermeld in paragraaf 6.2.1. De koppeling tussen de onderzoeksresultaten uit beide onderzoeken heeft nog niet plaatsgevonden. Nadere analyse in relatie tot prooidichtheid, en teeltmaatregelen levert mogelijk beter inzicht op.

Type 5. onderzoek naar distributie van parasitering en predatie van plaagsoorten door natuurlijke vijanden over verschillende teelten

Bianchi et al (submitted) deden metingen aan parasitering en predatie van uitgezette gekweekte eieren van de Kooluil (*Mamestra brassicae*) in spruitkoolteelten op 22 biologische bedrijven. Parasitering vond plaats door de sluipwespen. Er was geen effect op het parasiteringspercentage door Groen-blauwe dooradering. De parasitering was hoger naarmate er meer weiland en lager naarmate er meer akkerbouw en groenteteelt rond het bedrijf lag.

De aard van de predatoren is niet bekend, al werd in twee gevallen een wants op het eipakket aangetroffen, en ook enkele malen sterke spinseldraden op de plaats waar een eipakket geheel of gedeeltelijk opgegeten was, wat wijst op predatie door spinnen. De predatie werd wel beïnvloed door GBDA: er waren positieve effecten van natuur, bos, lengte bomenrijen, en lengte bosrand. Verder waren er ook hier negatieve effecten van groenteteelt en akkerbouw.

5.3 Samenvatting effecten van de landschapsstructuur

In bovenstaande paragrafen worden resultaten uit twee typen onderzoek op een rij gezet. Allereerst onderzoeken (inclusief simulatie-experimenten) waarin plaagniveaus en/of vijandniveaus tussen landschappen vergeleken worden (5.1), en vervolgens onderzoeken waar plaagniveaus of vijandniveaus vergeleken worden tussen percelen of bedrijven, waarbij tevens de bijdrage van het omringende landschap in de analyse betrokken wordt (5.2).

In de meeste onderzoeken worden lagere plaagniveaus en/of hogere vijandniveaus gevonden in kleinschaliger landschappen (kleine percelen of andere landschaps-elementen) en/of sterker met groen en blauw dooraderde landschappen. In een beperkt aantal onderzoeken wordt geen effect van het landschap gevonden. Er zijn 2 uitzonderingen, beide uit onderzoek aan trips op prei: bij gangbare telers is er een tripsverhogend effect van het oppervlakte aandeel: overige natuur (zonder bomen), maar het oppervlakteaandeel bomen heeft een tripsverlagend effect (Belder et al 2002). Bij biologische telers werd – *als voorlopig resultaat* – een hogere tripslarven-niveau gevonden bij meer natuurelementen op het bedrijf, terwijl de oppervlakte-aandelen bomen, en overige natuur een tripsonderdrukkend effect hebben op adulte trips, respectievelijk alle trips (den Belder et al, *in prep.*). Mogelijk is het trips-larven verhogend effect een meso-klimaatseffect (zie hoofdstuk 3). In een tweede trips-onderzoek bij biologische telers werden een positieve effect van overige natuur (zonder bomen) gevonden, en geen effect van bomen. Beide tripsbevorderende effecten van non-crop elementen (GBDA) zijn gekoppeld aan even sterke of sterker trips-onderdrukkende effecten van andere non-crop elementen (GBDA) in de teeltomgeving.

Op grond van de voorgaande hoofdstukken waarin uiteengezet wordt dat (semi-) natuurlijke elementen veelal de habitatvoorwaarden voor hoge aantallen natuurlijke vijanden vervullen, mits percelen niet breder zijn (tussen GBDA) dan plm. 100 meter

mocht dit resultaat op landschapsschaal worden verwacht. Bovendien is het consistent met het in hoofdstuk 4 en dit hoofdstuk gepostuleerde minimum oppervlakte-aandeel van 5% aan groene elementen.

Het opmerkelijke aan de zo eensluidende resultaten uit de landschapsonderzoeken is, dat terwijl op lagere schaalniveaus voor GBDA nog wel eens risico's worden beschreven (concentratie van plaaginsecten in de luwte van houtwallen en bomenrijen, mogelijke bron-functies van alternatieve natuurlijke waardplanten, mogelijk risicovergroterend effect van groen op het bedrijf voor thrips-plaagniveau) terwijl deze risico's op landschapsschaal niet te vinden zijn. In dit beeld past tevens het opmerkelijke resultaat van het onderzoek van Ruppert (1993) waarin naar de GBDA geen toename-gradient gevonden wordt voor zweefvliegen en lieveheersbeestjes, maar wel een afname-gradient voor bladluizen.

Mogelijk betreft het hier fluctuaties (in tijd, ruimte) op lagere niveaus die op een hoger niveau zijn uitgemiddeld, resp. overtroffen door tegengestelde fluctuaties. Zo'n uitmiddeling (op dezelfde schaal), wordt, voor *Trips tabaci* beschreven door Belder et al (2002) die een plaagonderdrukkend effect van bomen, maar een plaagbevorderend effect van overige natuur (zonder bomen) laten zien.

Een andere mogelijkheid is dat de weinige resultaten die wijzen op mogelijke risico's van GBDA eerder artefacten zijn als gevolg van incompleet onderzoek of beperkte metingen, dan dat zij de werkelijke situatie beschrijven. Voorbeelden van incompleet onderzoek kunnen zijn: onderzoek beperkt tot 1 of meer vijandgroepen, of tot 1 of meer plaagsoorten, zonder het plaag-vijand complex als geheel te bestuderen, en zonder meting schade-effecten, of plaag-controle effecten. Voorbeelden van beperkte metingen zijn: metingen aan te weinig percelen of bedrijven, waardoor toevalsfactoren een grote rol kunnen spelen; metingen die te verspreid zijn in de tijd, te weinig verspreid in de ruimte, met niet-efficiënte meetmethoden voor plaagsoort en/of natuurlijke vijanden.

Opvallend is dat de in hoofdstuk 2.3 gepostuleerde effecten van andere teelten als bron voor plagen en plaagbevorderend ondersteund worden voor trips op biologische prei-teelten: effecten van oppervlakteaandelen akkerbouw (verklaard percentage variantie >45 %!!), en van oppervlakteaandelen bollenteelt en kassen. Hetzelfde is het geval voor jonge rupsen op spruitkool (groenteteelt >65%!!!) (*voorlopige resultaten*, Belder et al. *in prep.*). Andere teelten blijken voorts negatief gecorreleerd met lagere parasiterings- en predatiepercentages van Kooluil-eieren (Bianchi et al. *submitted*). Deze resultaten onderstrepen nog weer eens de noodzaak om eventuele risico's en kansen van GBDA ook in relatie tot andere risico's op plaagontwikkeling te bekijken.

6 Perceptie van risico's

Risicoperceptie van natuur

Risico's op opbrengstderving en kwaliteitsvermindering verschillen sterk afhankelijk van belang en invalshoek: het maakt een heel verschil hoe je tegen eventuele risico's van GBDA aankijkt, wanneer je groenteteler bent, landschapsecoloog, landbouwvoorlichter, bestrijdingsmiddelenproducent, recreant, jager, milieu-inspecteur, waterbeheerder, zoogdierbeschermer, consument, of natuur-educatief medewerker. Het maakt uit of je kijkt naar lange termijn effecten, of alleen geïnteresseerd bent in effecten op de korte termijn, of je sectoraal denkt, of breder: in het kader van plattelandontwikkeling. Of je als teler bereid bent een risico in te calculeren of als je streven is de risico's te minimaliseren. Of je gangbeer teler bent, of geïntegreerd of biologisch, of je grootschalig werkt, of kleinschalig. GBDA is een onderdeel van de natuur. Ook voor natuur in brede zin kan mens-vijandig, -neutraal of -vriendelijk ervaren worden.

Dit blijkt vooral uit onderzoek naar de perceptie van natuurontwikkeling, in of vlakbij agrarisch gebied. Uit onderzoek van Alterra-onderzoeker Agnes van den Berg blijkt dat de perceptie van de burger positief is, maar die van boeren aanvankelijk negatief (muggen, troep, niet netjes). De achtergrond hiervan is dat een boer een verhouding, een zakelijke relatie tot zijn land heeft. Een strak landschap is goed ontgonnen en onderhouden, en goed bewerkbaar met grote machines. Dit geeft hem een status, een gevoel van trots, en 'zekerheid' (zelfvertrouwen). De aanvankelijke argumenten tegen natuurontwikkeling komen voort uit angst voor de aantasting van dit gevoel, verlies van respect, status, verlies van zelfvertrouwen. Wordt de vraag gesteld of hij de ontwikkelde natuur mooi vindt, dan beantwoordt hij die vraag niet. Hij hoort hem niet. De angst, en de argumenten tegen zitten ertussen. Later kan er een omslag in het voelen en denken optreden. In de Flevopolders vond die omslag na ongeveer drie jaar plaats. Daar zijn boeren trots omdat ze GBDA een mooie bijdrage aan het landschap vinden.

Een onderzoek naar de perceptie van GBDA afhankelijk van type dooradering, teelt, omringend landschap en regio heeft – voorzover bekend - nooit plaatsgevonden.

Tot aan het begin van de jaren 90 werd risicoperceptie vooral onderzocht, vanuit vier variabelen: 1. Nimby (not-in-my-backyard) (dichtbij vs. verweg) 2. tijd (korte vs. lange termijn) 3. baten vs. kosten 4. bekende relaties vs. vage veronderstelde verbanden. Risicoperceptie is nu/recent vooral een kwestie van communicatieproblemen en kennisverschillen. De leek is niet gelijkwaardig aan de deskundige, en bovendien afhankelijk van de kennis die deze hem aanreikt.

Ervaringskennis

Om de afstand tussen onderzoek (dat kennis oplevert , maar waar onderzoekers moeite hebben om de kennis bij de boer te brengen) en de teler (die ervaringskennis heeft, die dikwijls niet op wetenschappelijk onderzoek gebaseerd is, maar die wel

toepasbaar is) te verkleinen, is het goed de perceptie-enquête ook de ervaringskennis m.b.t. GBDA te inventariseren. Daar waar ervaringskennis effectief wordt ingezet, kan alleen voortuitgang geboekt worden als onderzoekskennis daarmee te integreren is. Ergo, het is niet alleen belangrijk dat de wetenschappelijke kennis goed overgedragen wordt naar de teler, maar het is ook belangrijk dat de ervaringskennis goed overgedragen wordt naar de onderzoeker.

Onderzoek perceptie d.m.v. kleine enquête.

Als de risico-perceptie onbekend is, is het aan te bevelen zo open mogelijk beginnen, met duidelijke, slechts voor één uitleg vatbare vragen (vgl. methodiek-van den Berg over beleving van kustveiligheid voor RWS (2000)). Hoe denk je erover? Wat is je eerste naieve gevoel? Vervolgens ga je de geïnterviewde objectieve informatie aanbieden, en naar aanleiding daarvan vragen stellen, om te zien wat er verandert.

Voorgesteld wordt om groentetelers te vragen naar effect van houtwal op de teelt. De reden hiervoor is dat een houtwal een - relatief kleine - potentiële bron van plagen is voor de vollegrondsgroenteteelt, en de grootste bron voor natuurlijke vijanden.

Een proefgroep moet ongeveer 10 tot 15 personen groot zijn. Als er geen verschillende proefgroepen zijn, is 20 een goed aantal. Werken we met boeren *met* en *zonder* houtwallen op hun grond, dan zijn 2 groepen van 15 een goed aantal. In het kader van het vervolg van deze studie zou een tuinbouwgebied kunnen worden gekozen: West-Brabant (kool), Oost-Brabant (prei), Noord Limburg (meer teelten, en houtwallen), en hier met hulp van LASER, DLV of LTO steekproeven laten trekken. Een niet streekgebonden steekproef kost teveel reistijd.

Tabel 8. Voorstel voor korte enquête om perceptie van houtwallen te meten bij groentetelers

- Vraag 1. Het idee is om te beginnen met twee foto's. Dit heeft het voordeel dat je methodisch de vraag zo gelijk mogelijk maakt, voor ondervraagde als voor vraagsteller. Bovendien vindt een ondervraagde het leuk om twee foto's te vergelijken. Hij mag het fotovel houden. Eén met een groenteteelt met een houtwal erachter, en indien mogelijk daarachter nog een groenteteelt (dus bijvoorbeeld een houtwal met een gat erin, of vanaf een hoog gezichtsperspectief, zodat je over de houtwal heen kijkt), en een tweede zonder houtwal (digitaal weg poetsen). De vraag is dan: **aan welke foto geeft u de voorkeur? Waarom?** *Resultaat: spontaan worden positieve of negatieve aspecten genoemd.*
- Vraag 2. Vragen naar een houtwal op het eigen bedrijf. **Heeft u een houtwal op uw bedrijf? Aan welke teelt(en) grenst deze? Welke zijn de effecten op deze teelten?** *Resultaat; ook hier worden spontaan positieve of negatieve aspecten genoemd vanuit de eigen situatie.*
- Vraag 3. Doorvragen over genoemde en niet-genoemde aspecten. (Samenvattend): **U heeft nu de volgende negatieve en/of positieve aspecten genoemd. Genoemd samenvattend als negatief of positief. Zijn er nog meer negatief of positief? Zijn er nog aspecten andersom (positief of negatief)?** *Resultaat: bevestiging en – op uitnodiging – nog noemen van nog meer aspecten.*
- Vraag 4. Als het onderwerp van deze studie nog niet als één van de aspecten van houtwallen genoemd is, wordt het nu expliciet aan de orde gesteld: **Wat denkt u van de**

houtwal op uw eigen bedrijf in relatie tot plaagsoorten op het gewas dat u verbouwt? Wat denkt u van de houtwal op uw eigen bedrijf in relatie tot de natuurlijke vijanden op plaagsoorten op het gewas dat u naast de houtwal verbouwt? *Resultaat: inzicht in perceptie van plaagrisico's en kansen op plaagconrôle van de houtwal.*

- Vraag 5. Vragen naar de inpassing van de houtwal in de bedrijfsvoering: **Hoe gaat u om met houtwallen, hoe past u ze in in uw bedrijfsvoering? Hoe voert u uw ruimtelijk teeltplan uit en/of teeltmaatregelen, en/of beheer van de houtwal, om teelt en houtwal op uw bedrijf te combineren?** *Resultaat: ervaringskennis over vermindering van negatieve aspecten, en benutting van positieve aspecten van de houtwal.*
- Vraag 6. De vragen hebben mogelijk nog meer losgemaakt bij de geïnterviewde. Een aantal positieve of negatieve aspecten van houtwallen zijn de revue gepasseerd. **Hoe belangrijk vindt u de genoemde aspecten van houtwallen?** Ik noem ze nog een keer, en ik vraag u om te zeggen hoe u **het effect van het betreffende aspect van de houtwal op uw teelt** beoordeelt:
GROOT (dus ZEER positief of ZEER negatief); MATIG (dus MATIG positief of MATIG negatief); KLEIN (dus LICHT positief of LICHT negatief); VERWAARLOOSBAAR (dus KLEIN, maar niet zonder betekenis); NIHIL
Resultaat: een onderlinge weging van de genoemde aspecten door/voor de geïnterviewde.
- Vraag 7. Tenslotte een vraag over de emotionele beleving: **Welke van deze aspecten van GBDA maken u ongerust, bezorgd, bang?** *Resultaat: nogmaals een bevestiging van de score in vraag 6, en een indicatie of die score gebaseerd is op rationele overwegingen of gevoelsmatig en emotioneel bepaald is.*

De uitslag van de enquête geeft inzicht in de perceptie van houtwallen bij telers, en de achterliggende oorzaken van deze perceptie. Deze kennis kan gebruikt worden bij educatie en voorlichting. Perceptie is immers vooral een kwestie van informatie-verstrekking en kennisniveau. De enquête kon binnen het kader van deze studie niet uitgevoerd worden. Om een voorbeeld te geven van een negatieve perceptie van een teler, het volgende gespreksverslag:

Boer met vee-bedrijf en teelten van mais en bieten ziet natuur als een bron van risico's. Veel boeren zijn niet blij met natuurontwikkeling in het kader van de EHS en andere regelingen, omdat daarmee een bron ontstaat voor onkruidzaden, distels, brandnetel, slakken, vogels, etc. In de landbouw moet men constant alert zijn op risico's en zoeken naar kansen. Er zijn vanuit de natuur waarschijnlijk meer bedreigingen dan dat er voordeel is. Men moet dus constant zoeken naar evenwicht. Veronkruiding wordt gezien als een probleem vanuit de natuur. Een mechanische bestrijding is minder effectief dan chemische interventies en daarnaast arbeidsintensiever en dus duurder

Slakken. Tegenwoordig treedt er veel meer schade op door naaktslakken dan vroeger. Ze vreten in de herfst aan de kiemplanten van wintertarwe. Tijdens het zaaien wordt het middel Mesurol toegediend maar het middel werkt te kort.

Vogels. Sommige vogels zoals kraaiachtigen zijn beschermd maar worden in de landbouw als schadelijk beschouwd. Ze veroorzaken schade aan zaaizaad, kiemplanten en fruit.

Er is enige tijd een ruime overheids subsidie gegeven voor het aanleggen van biodiverse akkerranden. De natuur werd door de boeren gezien als een product en algemeen als positief ervaren. Deze subsidie is echter komen te vervallen en veel boeren zien niets meer in handhaving van deze soortenrijke akkerranden.

Tegenover dit voorbeeld van een negatieve perceptie van GBDA staat de perceptie van een biologische teler in Zwolle die, in 2000 – geheel uit eigen beweging – een veldje met inheemse bomen en struiken aanplante, omdat hij daar gunstige effecten voor zijn groenteteelten van verwacht.

Tenslotte moet worden opgemerkt, dat de in dit rapport onderbouwde groenteteelt-ondersteunende functie van GBDA in de plaagcontrole een gemiddeld effect betreft, d.w.z. dat voor een bepaalde teelt op een bepaald bedrijf in een bepaald jaar nooit een 100%-garantie op plaagpreventie afgegeven kan worden, ook al zijn de voorwaarden van en in de GBDA voor plaagcontrole nog zo gunstig. Dit is eigen aan risico's en kansen in complexe situaties, dat ze geen zekerheid bieden. Bovendien kunnen andere factoren plaagcontrole door GBDA tegenwerken of 'overrulen' (andere teelten, onkruid, plotselinge immigratie van grote aantallen plaagdieren, etc.). Het voelt als tegenstrijdig dat een teler bereid moet zijn een (klein) plaagrisico te accepteren, wil hij de kansen van de GBDA ten volle benutten. De voorgestelde methoden om het plaagrisico te verkleinen, kunnen helpen het risico voor de teler aanvaardbaar te maken.

7 Groen en Groente. Een voorlopig eindoordeel

GBDA als bron vergeleken met andere bronnen van plagen

In deze burostudie naar kansen en risico's van GBDA voor insectenplagen in de vollegronds groenteteelt is eerst nagegaan hoe GBDA als mogelijke bron van plaagdieren zich verhoudt tot andere mogelijke bronnen. De voorlopige conclusie op grond van de in hoofdstuk 2 verzamelde gegevens en inzichten is, dat de betekenis van GBDA als bron klein is, vergeleken met andere bronnen van plaaginsecten. Toch kan niet uitgesloten worden dat GBDA wel eens als bron functioneert, niet voor bladluizen, noch voor andere plaagsoorten. Een aantal van die grotere bronnen kan geëlimineerd worden, als de teelthygiëne vergroot wordt, en als het ruimtelijk bouwplan van teelten binnen een bedrijf, en – bovendien – op landschapsschaal afgestemd wordt op temporele (rotatie) en ruimtelijke scheiding van plaagpopulaties. Kennelijk wordt deze – vanuit het perspectief van de ruimtelijke populatiedynamica van dieren - voor de hand liggende mogelijkheid tot plaagpreventie nog weinig toegepast.

Invloed van fysische eigenschappen van GBDA op plagen en vijanden

Vervolgens is in hoofdstuk 3 nagegaan hoe de fysische eigenschappen van de opgaande houtige begroeiingen (houtwallen, bomenrijen, hagen) plaagsoorten en natuurlijke vijanden beïnvloeden. Tamelijk onverwacht komen hier enkele risico's tevoorschijn. De verticale structuur van deze GBDA heeft - door het effect van windluwte (dat zich uitstrekken tot tientallen meters vanaf de GBDA) – trekkende door luchtmassa's meegevoerde zwermen plaaginsecten grote aantallen vlak voor/achter (afhankelijk van de windrichting) de GBDA te concentreren. Hieruit kan een zo hoge dichtheid ontstaan dat we kunnen spreken van een plaagniveau, ook al is het soms zeer plaatselijk. Een warmer mesoklimaat kan de ontwikkelingssnelheid van een plaagsoort zo verhogen, dat deze 'ontsnapt' aan de controle van de natuurlijke vijanden. Deze twee fysische effecten van opgaande GBDA kunnen ook hoge dichtheden van natuurlijke vijanden veroorzaken, die in een warmer klimaat bovendien sneller kunnen bewegen, eten en verteren, maar het kan niet uitgesloten worden dat ze bijdragen tot een grotere frequentie van plaagniveaus.

Kwalitatieve voorwaarden in GBDA voor plagen en vijanden

In hoofdstuk 4 zijn de kwalitatieve ecologische voorwaarden waaronder zowel plaagsoorten, als natuurlijke vijanden in GBDA kunnen voorkomen, in kaart gebracht. Bij de voorwaarden voor plaagsoorten is de nadruk gelegd op alternatieve natuurlijke waardplanten. Voor natuurlijke vijanden blijken waardplanten voor alternatieve prooien, vegetatiestructuur, en nectar- en stuifmeelbronnen vooral van belang te zijn. Slechts voor vier van de 30 onderscheiden plaaggroepen kon worden aangegeven dat de alternatieve waardplant als 'bron' voor opbouw van een plaagniveau zou kunnen fungeren. Voor de overige 26 is de mogelijkheid open gehouden dat de waardplant bron zou kunnen zijn, of is onbekend of de bronfunctie optreedt. Het (mogelijk) optreden als 'bron' kan heel lokaal zijn (binnen enkele tot tientallen meters) maar ook op een grotere schaal. Voor de 4 bronnen en een zestal

mogelijke bronnen zijn preventiemaatregelen geformuleerd. Het gaat hier om het vermijden van alternatieve waardplanten Pastinaak, Wilde Peen, en Karwij voor wortelvlieg, en kruisbloemigen in de GBDA rond koolteelten (aangevuld met het vermijden van kruisbloemigen als groenbemester), de ruimtelijke planning van aardbeiteelten op enige afstand van de GBDA, en weren van kruisbloemigen uit agrarische landschappen met koolteelten.

De kwalitatieve ecologische voorwaarden voor vijanden en de wijze waarop ze gerealiseerd kunnen worden in GBDA zijn niet conflicterend met het vermijden van plaagsoorten, met uitzondering van bloemthripsen, die van vergelijkbare struifmeelbronnen gebruik maken als de vijandgroepen: zweefvliegen, roofwantsen, lieve heersbeestjes en gaasvliegen. Hiervoor is als oplossing voorgesteld de aardbeiteelten 10 – 30 m van de GBDA af te leggen (moest al vanwege de aardbeibloesemkever).

De voorlopige conclusie is getrokken dat kwalitatieve optimalisatie van de GBDA door beheer en aanplant zeer goed mogelijk is, en onvermijdelijk is als de teler minder afhankelijk wil/moet worden van bestrijdingsmiddelen. Virusoverdracht op pootaardappelen vanuit GBDA lijkt onwaarschijnlijk. Er is te weinig kennis m.b.t. virus-overdracht door bladluizen vanuit andere teelten.

De plaagwerende werking van het landschap: effecten van kwantiteit en ruimtelijk patroon van GBDA.

De meeste van de samengevatte onderzoeken waarin landschapsstructuur en –samenstelling als mogelijk verklarende variabele is betrokken, wijzen op een plaagwerende werking van kleinschalige met groene (semi-)natuurlijke elementen dooraderde landschappen. In een gering aantal (deel-)onderzoeken wordt deze werking niet gevonden, maar in geen enkel samengevat onderzoek wordt een plaagbevorderende werking van een hoge dichtheid van (semi-)natuurlijke elementen (waartoe de GBDA behoort) als resultaat gerapporteerd. Deze bevindingen zijn consistent met de voor natuurlijke vijanden ideale perceelsbreedte (plm. 100 m) en het minimumoppervlakteaandeel van GBDA op grond van grootschaliger onderzoek.

Deze voorlopige conclusie uit het onderzoek op landschapsschaal is geconfronteerd met een drietal mogelijke effecten van GBDA die zouden kunnen leiden tot plaagrisico's: concentratie van plaagdieren in de luwte, snellere plaagontwikkeling in warmer microklimaat, bronfunctie van alternatieve waardplanten. Naar aanleiding van deze schijnbare paradox is de hypothese geformuleerd dat deze (mogelijke) ongunstige effecten (risico's) op kleine schaal worden gecompenseerd of overtroffen door gunstige effecten van veel GBDA op hogere schaalniveaus. Hierbij kan men denken aan windverspreiding (passief) van natuurlijke vijanden vanuit natuurgebieden, naar teelten binnen een straal van enige kilometers.

Perceptie van risico's van GBDA

De perceptie van natuurontwikkeling in agrarisch gebied door boeren is aanvankelijk negatief, doordat een boer een zakelijke relatie heeft tot zijn landschap. Een strak

landschap is goed ontgonnen en onderhouden, en goed bewerkbaar met grote machines. Dit geeft hem een status, een gevoel van trots, en 'zekerheid' (zelfvertrouwen). De argumenten tegen natuurontwikkeling komen voort uit angst voor de aantasting van dit gevoel, verlies van respect, status, verlies van zelfvertrouwen.

De perceptie van GBDA door groentetelers kan overeenkomstig zijn, en gebaseerd op overeenkomstige onderliggende meningen en gevoelens. De huidige opvatting is dat risicoperceptie afhankelijk is van communicatieproblemen en kennisverschillen. Derhalve is het nuttig onderzoek doen naar de perceptie van GBDA door groentetelers. Mochten er kennisleemten blijken, en een tekort aan communicatie, dan kan daarop ingespeeld worden. Een belangrijk hulpmiddel hierbij is het inventariseren en verwerken van ervaringskennis van de telers. Door integratie van onderzoeks- en ervaringskennis, en overdracht van deze geïntegreerde kennis kan de kloof tussen onderzoeker en boer worden overbrugd. Voorlichting en educatie zijn toch al onvermijdelijk omdat een de teler op de hoogte moet raken van de ecologische voorwaarden waaronder de GBDA de plaagcontrolerende functie vervult. Een voorbeeld voor een enquête is opgenomen in hoofdstuk 6.

Literatuur

- Alebeek, F.A.N. van, Kamstra, J.H., Venhorst, B. & Visser, A.J., 2003. Manipulating biodiversity in arable farming for better pest suppression: which species at what scale? *Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society*, in press.
- Barendrecht, G. 1952. Netvleugeligen. In: *Winkler Prins Encyclopaedie*, 14, p. 447. Elsevier, Amsterdam.
- Basedow, Th., 1990. On the impact of boundary strips and of hedges on aphid predators, aphid attack and the necessity of insecticide applications in sugar beets. *Gesunde Pflanzen* 42, 241-245.
- Belder, E. den, Elderson, J., Brink, W.J. van den & Schelling, G., 2002. Effect of woodlots on thrips density in leek fields: a landscape analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 91: 139-145.
- Belder, E. den, Elderson, J., Brink, W.J. van den, Schelling, G. & Meeuwsen, H.A.M., (in prep.). nog geen titel
- Bianchi F.J.J.A., 2003. Perspectieven voor plaagregulatie in het agrarisch landschap door middel van groenblauwe dooradering. *Landschap* 20, 133-141.
- Bianchi, F.J.J.A. & Werf, W. van der, 2004. Model evaluation of the function of prey in non-crop habitats for biological control by ladybeetles in agricultural landscapes. *Ecological modelling* 171, 177-193.
- Bianchi, F.J.J.A., Wingerden, W.K.R.E. van, Griffioen, A.J., Veen, M. van der, Straten, M.J.J. van der, Wegman, R.M.A. & Meeuwsen, H.A.M. Identification of landscape factors affecting the control of *Mamestra brassicae* by natural enemies in Brussels sprout. *Submitted*.
- Booij, C.J.H., 2003. Dynamics of *Thrips tabaci* in diversified agro-ecosystems, a modeling approach. *Proceedings IOBC symposium Landscape management fir functional biodiversity* (in press).
- Booij, C.J.H. & Noorlander, J., 1992. Farming systems and insect predators. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 40: 125-135.
- Booij C.J.H. , Nijs, L.J.M.F. den & Noorlander, J., 1995, Spatiotemporal patterns of activity density of some carabid species in large scale arable fields. *Acta Jutlandica* 70:175-184.

- Carter, N., Dixon, A.F.G. & Rabbinge, R. 1982. Cereal aphid populations: biology, simulation and prediction. Centre for Agricultural Publishing and Documentation (Pudoc); Wageningen, 91 pp.
- Chiverton, P.A. (1986). Predator density manipulation and its effects on population of *Rhopalosiphum padi* in spring barley. *Annals of Applied Biology* 109, 49-60.
- Daamen R.A. , Booij C.J.H. , Nijs L.J.M.F. den (& Canters K. J. (eindredactie)) 1995. Een oriënterend onderzoek naar de effecten van akkerrandbeheer op ziekten, plagen en biodiversiteit. CML rapport 126/IPO-DLO rapport 96-02/LBL publicatie 88.
- Dabrowska-Prot, E. & Karg, J. 1976. Occurrence and flight activity of Diptera in agricultural landscape. *Polish ecological studies*, 2: 87-93.
- Dennis, P. & Fry, G.L.A., 1992. Field margins: can they enhance natural enemy population densities and general arthropod diversity on farmland? *Agric. Ecosystems Environm.* 40, 95-115.
- Duelli, P. & Obrist, 1995. Comparing surface activity and flight of predatory arthropods in a 5 km transect. *Acta Jutlandica* 70:283-293
- Duelli, P., Studer, M., Marchand, I. & Jacob, S., 1990. Population movements of arthropods between natural and cultivated areas. *Biological Conservation* 54: 193-207.
- Dyer, L.E. & Landis, D.A., 1996. Effects of habitat, temperature, and sugar availability on longevity of *Eriborus terebrans* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Environmental Entomology* 25: 1192-1201.
- Dyer, L.E. & Landis, D.A., 1997. Influence of noncrop habitats on the distribution of *Eriborus terebrans* (Hymenoptera: Ichneumonidae) in cornfields. *Environmental Entomology* 26: 924-932.
- Edwards, C.A., Sunderland, K.D. & George, K.S. (1979). Studies on polyphagous predators on cereal aphids. *J. Appl. Ecology* 16, 811-823.
- Ekbom, B.S., Wiktelius, S. & Chiverton, P.A. (1992). Can polyphagous predators control the bird cherry-oat aphid (*Phopalosiphum padi*) in spring cereals? *Entomologia Experimentalis et Applicata* 65, 215-223.
- Elliot, N.C., Kieckhefer, R.W., Lee, J.-H. & French B.W. 1998. Influence of within-field and landscape factors on aphid predator populations in wheat. *Landscape Ecology* 14, 239-252.
- Finch, S. & Collier, 2003. Insects can see clearly now the weeds have gone. *Biologist* 50:132-135.

Foppen, R.P.B., Chardon, J.P. & Liefveld, W., 2000. Understanding the role of sink patches in source-sink metapopulations: the Reed Warbler (*Acrocephalus scirpaesus*) in an agricultural landscape. *Conservation Biology* 14, 1881-1892.

Frampton, G.K., Cilgi, T., Fry, G.L.A. & Wratten, S.D., 1995. Effects of grassy banks on the dispersal of some carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) on Farmland. *Biological Conservation* 71: 347-355.

Fry, G.L.A. & Robson, W.J. 1994. The effect of field margins on butterfly movement. BCPC Monograph no. 58: Field margins integrating agriculture and conservation, 111-116.

Gatehouse, A.G. 1994. Insect migration: variability and success in capricious environment. *Researches on population ecology*, 36, 165-171.

Gerritsen, A., 1975. Heggen en houwallen. Biologische betekenis en biologische effecten op het aangrenzend cultuurland. RIN-rapport, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

Holland J.M. , Thomas, S.R. & Courts, S., 1994. *Phacelia tanacetifolia* flower strips as a component of integrated farming. In : Boatman, N. 1994 Field Margins : Integrating Agriculture and Conservation. BCPC Monograph 58.

Holling, C.S. 1965. The functional response of predators to prey density and its role in mimicry and population regulation. *Mem. Ent. Soc. Can.* 45, 1-60.

Holtz 1988. Zum Vorkommen von Blattläusen auf Wildpflanzen im Feldrand und im Feldrain. *Mitt. Biol. Bundesanst Land und Forstwirtschaft.* 247:77-85

Galecka, B. 1966. The role of predators in the reduction of two species of aphids, *Aphis nasturtii* Kalt. and *A. frangulae* Kalt. *Ekologia Polska, Seria A*, 16: 1-30.

Geertsema, W. 2002. Het belang van groenblauwe dooradering voor natuur en landschap. Achtergronddocument Natuurbalans 2002. Werkdocument 2002/02. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 51 p.

Groeger, U., 1993 Untersuchungen zur Regulation von Getreideblattlaus populationen unter dem Einfluss der Landschaftsstruktur. *Agrarökologie* 6. Verlag Haupt, Bern, 169 p.

Hailemicheal, Y. & J.W. Smith, Jr. 1994. Development and longevity of *Xanthopimpla stemmator* (Hymenoptera: Ichneumonidae) at constant temperatures. *Annals of the Entomological Society of America* 87: 874-878.

Holtz, 1988 Zum Vorkommen von Blattläusen auf Wildpflanzen im Feldrand und im Feldrain. *Mitt. Biol. Bundesanst Land und Forstwirtschaft.* 247:77-85

Jensen, M. 1954. Shelter effect: investigations into the aerodynamics of shelter and its effect on climate and crops. Copenhagen. Danish Technical Press.

Jepson, P.C., 1994. Field margins as habitat, refuges and barriers of variable permeability to Carabidae. BCPC Monograph 58: Field margins integrating agriculture and conservation, 67-76.

Jones, R.E, Gilbert, N, Guppy, M. & Nealis, V., 1980. Long distance movement of *Pieris rapae*. J. Anim. Ecol. 49: 629-642

Krause, U. & Poehling, H.M. 1996. Overwintering, oviposition and population dynamics of hoverflies (Diptera: Syrphidae) in Northern Germany in relation to small and large-scale landscape structure. *Acta Jutlandica*, 71,2,157-169.

Krebs, C.J., 1978. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance, 2nd ed., Harper & Row, New York, 678 p.

Lemke, A. & Poehling, H.M., 1997. Zum Einfluss von Ackerwildkrautstreifen im Winterweize auf die abundanz von Getreideblattluesen und Spinnen. Mitteilungen der Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie. 1997.

Llewellyn, K.S., Loxdale, H.D., Harrington, R., Brookes, C.P., Clark, S.J. & Sunnucks, P. 2003. Migration and genetic structure of the grain aphid (*Sitobion avenae*) in Britain related to climate and clonal fluctuation as revealed using microsatellites. *Molecular Ecology*, 12 (1) : 21-34.

Lewis, T., 1965. The effects of shelter on the distribution of insect pests. *Scient. Hortic.* 17, 74-84.

Lewis, T. 1969. The distribution of flying insects near a low hedgerow. *J. appl. Ecol.* 6, 434 – 452.

Lewis, T. 1970. Patterns of distribution of insects near windbreak of tall trees. *Ann. Appl. Biol.* 65, 213-220.

Lewis, T. & Stephenson, J.W., 1966. The permeability of artificial windbreaks and the distribution of flying insects in the leeward shelter zone. *Annals of Applied Biology* 58, 355-363.

Marschall, J.K. 1967. The effects of shelter on the productivity of grasslands and field crops. *Field Crop Abstracts*, 20.

Mauremooto, J.R., Wratten, S.D., Worner, S.P. & Fry, G.L.A. 1995. Permeability of hedgerows to predatory carabid beetles. *Agriculture Ecosystems and Environment* 52, 141-148.

- MacArthur, R.H. & Wilson, E.O., 1967. The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton NJ.
- Marino, P.C. & Landis, D.A., 1996. Effect of landscape structure on parasitoid diversity and parasitism in agroecosystems. *Ecological Applications* 6: 276-284.
- Menalled F.D., Marino, P.C., Gage, S.H. & Landis, D.A., 1999. Does agricultural landscape structure affect parasitism and parasitoid diversity? *Ecological Applications* 9: 634-641.
- Natuurcompendium 2003. Natuur in cijfers. Milieu- en Natuurplanburo, Centraal Bureau voor de Statistiek, en Stichting DLO, 494 p.
- Nijs L.J.M.F. den, R. Daamen, C.A.M. Lock, J. Noorlander & C.J.H. Booij 1995. Uitstralingseffecten van akkerranden op ziekten, plagen en hun predatoren. In: de Snoo, Rotteveel en Heemsbergen, Akkerranden in Nederland. Werkgroep Akkerranden p.91-97
- Ohnesorge, B. & Schier, A. 1989. Regional differences in population dynamics of cereal aphids and their bearing on shortterm forecasting. *Meded. Fac. Landbouww. Rijksuniv. 54*, 747-752.
- Östman, Ö., Ekbom, B., Bengtson, J. & Weibull, A.-C. 2001. Landscape complexity and farming practice influence the condition of polyphagous carabid beetles. *Ecological Applications* 11, 480-488.
- Petersen, M.K, Ekbom, B. & Ravn, H.P. 1996. Temperature dependent winter survival of *Bembidion lampros* and *Tachyporus hypnorum*. *Journal of Insect Physiology* 42, 997-1005.
- Pollard, E., Hooper, M.D. & Moore, N.W. 1977. *Hedges*. Collins, London, 256 p.
- Pollard, E. 1971. Hedges VI. Habitat diversity and crop pests: a study of *Brevicoryne brassicae* and its syrphids predators. *J. Appl. Ecol.* 8: 751-780
- Poehling H.M, Tenhumberg B. & Groeger 1991. Different pattern of cereal aphid population dynamics in northern and southern areas of West Germany. *IOBC-WPRS Bulletin XIV/4* 1-12
- Rahim, A., A.A. Hashmi & N.A. Khan, 1991. Effects of temperature and relative humidity on longevity and development of *Ooencyrtus pailionis* Ashmead (Hymenoptera: Eulophidae), a parasite of the sugarcane pest, *Pyrilla perpusilla* Walker (Homoptera: Cicadellidae). *Environmental Entomology* 20: 774-775.
- W. Riedel, 1992. Overwintering en spring dispersal of *Bembidion lampros* from established hibernation sites in a winter wheat field in Denmark, PhD. Thesis, Aarhus University

- Robert, Y., Turpeau, E. & Tanguy, S. 1987. Complementation of suction and yellow traps. Complementarité des pièges a succion et des pièges jaunes. Aphid migration and forecasting 'Euraphid'-systems in European Community countries, 103-111
- Ruppert, V. 1993. Einfluss blütenreiche Feldrandstrukturen auf die Dichte blütenbesuchender Nutzinsketen insbesondere der Syrphinae (Diptera: Syrphina). Agrarökologie 8, 149 p. Verlag Paul Haupt, Bern.
- Ryszowski, L., J. Karg, G. Margalit, M.G. Paoletti & R. Zlotin, 1993. Aboveground insect biomass in agricultural landscapes of Europe. In: Bunce, R.G. Ryszowski, H.L. & Paoletti, M.G. (eds.). *Landscape ecology and Agroecosystems*. pp. 71-82. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- Salveter, R., 1998. Habitatnutzung adulter Schwebfliegen (Diptera: Syrphidae) in einer stark gegliederten Agrarlandschaft. Mitt.Schweiz. entomol. Gesellsch, 71, 49-71.
- Sawyer & Haynes, 1986. Simulating the spatiotemporal dynamics of the cereal leaf beetle in a regional crop system.
- Schulze, E.D. & P. Gerstberger, 1993. Functional aspects of landscape diversity: A Bavarian example. In: Schulze, E.D. & Mooney, H.A. (eds.). *Biodiversity and ecosystem function*. E.D., pp. 453-468. Ecological Studies 99, Springer Verlag, Berlin.
- Snoo, G.R. de & A.G.E. Manhoudt, 2002. Boerenlandschap: landschapselementen op akkerbouwbedrijven in Nederland. Landschap 19/4: 246-249.
- Smeding F.W. & W. Joenje, 1999. Farm-Nature Plan: landscape ecology based farm planning. *Landscape and Urban Planning* 46: 109-115.
- Stoutjesdijk, Ph. & J.J. Barkman, 1992. Microclimate, vegetation and fauna. Opulus Press AB, Knivsta.
- Tamis, W.L.M., Canters, K.J., Poll, R.J. van der & Donner, J.H., 1998. Verplaatsingen van insecten in een akkerbouwgebied. 34p + bijl. CML rapport 142. Rijksuniversiteit Leiden.
- Taylor, L.R., 1974. Insect migration, flight periodicity and the boundary layer. *J. Animal Ecology* 43, 225-238.
- Taylor, L.R. & J.M.P. Palmer, 1972. Aerial sampling. In: *Aphid Technology*, ed. H.F. van Emden, 189-229.
- Theunissen, J., 1989. Integrated control of aphids in field grown vegetables. Minks & Harrewijn (ed.) *Aphids: Their Biology, Natural Enemies and Control*, Vol C., Elsevier. p. 285-289.

Thies, C. & T. Tschardt, 1999. Landscape structure and biological control in agroecosystems. *Science* 285: 893-895.

Timmer, Korthals & Molendijk, 2003 : Groenbemesters: Van teelttechniek tot ziekten en plagen. PPO Brochure 2003, 59 pp.

Trnka, P., Rozkoshy, R., Gaisler, J. & Houskova, L. 1990. Importance of windbreaks for ecological diversity in agricultural landscape. *Ekologia (CSFR)*, 9, 241-258.

Wallin, H. (1986). Habitat choice of some field-inhabiting carabid beetles studied by recapture of marked individuals. *Ecological Entomology* 11, 457-466.

Weiss & Stettner 1991 Unkraüter in der Agrarlandschaft locken Blütenbesuchende Nutzinsekten an. *Agrarökologie* 1, Haupt Verlag, Berlin, 144 pp.

Wijnands, F.G., Sukkel, W. & Booij, C.J.H., 2002: Bedrijfs- en teeltinrichting als basis voor beheer van ziekten en plagen. In BIOM rapport: Biologisch bedrijf onder de loep. PPO rapport 303: 65-72.

Wingerden, W.K.R.E. van & C.J.H. Booij, 1999. Biodiversiteit en onderdrukking van ziekten en plagen: strategieën en graadmeters. IBN rapport 413, 90 pp.

Wingerden, W.K.R.E., Griffioen, A.J., Veen, M. van der, Straten, M.J.J. van der, Noordam, A.P., Heijerman, Th., Braak, C.J.F. ter, Meeuwsen, H.A.M., Timmermans, H. & Bianchi, F.J.J.A., *submitted*. Effects of Green Veining on natural enemies of invertebrate pest species in Leek and Sprouts.

Wratten, S.D. & Powell, W. (1991). Cereal aphids and their natural enemies. In: Fairbanks, L.G. et al. (ed.) *The ecology of temperate cereal fields*. Blackwell, London, p. 233-258.

Zangger, A., Lys, J.-A. & Nentwig, W. (1994). Increasing the availability of food and the reproduction of *Poecilus cupreus* in cereal field by strip-management. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 71, 111-120.

Bijlage 1

1. Prei (*Allium porrum*)

AANTASTER	RELEVANTIE AANTASTER +++, ++, +, -	WILDE WAARDPLANT
Gewone aardrups (<i>Agrotis segetum</i>)	-	Pastinaak, Struikheide, Valeriaan
Groene perzikluis (<i>Myzus persicae</i>)	-	Amerikaanse vogelkers
Groene slaluis (<i>Nasonovia ribisnigri</i>)	-	Ereprijs
Groentelangpootmug (<i>Tipula oleracea</i> [emelt])	-	Grassen, Distel, Duizendblad, Valeriaan
Katoenluis (<i>Aphis gossypii</i>)	-	-
Melige koolluis (<i>Brevicoryne brassicae</i>)	-	Kruisbloemigen
Pissebed (<i>Oniscus asellus</i>)	-	Grassen, Valeriaan
Preimot (<i>Acrolepiopsis assectella</i>)	++	-
Sjalottenluis (<i>Myzus ascalonicus</i>)	-	-
Tabakstrips (<i>Thrips tabaci</i>) [uietrips]	+++	Polyfaag o.a. op akkeronkruiden
Uienmineervlieg (<i>Liriomyza cepae</i>)	-	-
Uienvlieg (<i>Delia antiqua</i>) [preivlieg]	+	Allium soorten
Weidelangpootmug (<i>Tipula paludosa</i>) [emelt]	-	Grassen, Valeriaan, Duizendblad
Zwartbruine aardrups (<i>Agrotis ipsilon</i>)	-	Grassen, Struikheide, Valeriaan
Zwarte bonenluis (<i>Aphis fabae</i>)	-	Klaproos, Engelwortel, Gelderse roos, Kardinaalsmuts

2. Peen (*Daucus carota* ssp. *sativus*)

AANTASTER	RELEVANTIE AANTASTER +++ , ++ , + , -	WILDE WAARDPLANT
Aardappeltopluis (<i>Macrosiphum euphorbiae</i>)	-	Vele soorten
Aardrups (<i>Euxoa nigricans</i>)	-	Klaver
Boterbloemluis (<i>Aulacorthum solani</i>)	-	Boterbloem?
Gewone aardrups (<i>Agrotis segetum</i>) [zwarte aardrups]	++	Pastinaak, Struikheide, Valeriaan
Grijze kamperfoelieluis (<i>Hyadaphis foeniculi</i>)	-	Kamperfoelie, Pastinaak
Groene perzikluis (<i>Myzus persicae</i>)	-	Amerikaanse vogelkers
Groentelangpootmug (<i>Tipula oleracea</i>) [emelt]	-	Grassen, Distel, Duizendblad, Valeriaan
Hooivlinder (<i>Triphaena pronuba</i>) [huismoeder]	-	-
Hopwortelboorder (<i>Hepialus humuli</i>)	-	Hop
Kleine peenluis (<i>Semiaphis dauci</i>)	-	-
Meidoorn-peenluis (<i>Dysaphis crataegi</i>)	-	Meidoorn
Pastinaakmot (<i>Depressaria pastinacella</i>)	-	Pastinaak
Peenbladvlo (<i>Trioza apicalis</i>)	+	Apiaceae + Picea voor overwintering
Peenzaadwantzen (<i>Orthops</i> spp.)	-	Engelwortel
Pissebed (<i>Oniscus asellus</i>)	-	Grassen, Valeriaan
Slawortelboorder (<i>Hepialus lupulinus</i>)	-	Zwarte mosterd
Weidelangpootmug (<i>Tipula paludosa</i>) [emelt]	-	Grassen, Valeriaan, Duizendblad
Wollige peenluis (<i>Pemphigus phenax</i>)	-	Populier, Wilg
Wollige slawortelluis (<i>Pemphigus bursarius</i>)	-	Populier
Wortelmineervlieg (<i>Napomyza carotae</i>)	-	-
Wortelvlieg (<i>Psila rosae</i>)	+++	Pastinaak, Karwij, Wilde Peen
Zevenbladluis (<i>Cavariella aegopodii</i>)	+	Wilg, Karwij, Wilde Peen
Zwartbruine aardrups (<i>Agrotis ipsilon</i>)	++	Grassen, Struikheide, Valeriaan

3. Spinazie (*Spinacia oleracea*)

AANTASTER	RELEVANTIE AANTASTER +++, ++, +, -	WILDE WAARDPLANT
Agaatvlinder (<i>Phlogophora meticulosa</i>)	-	Hop
Bietenkevertje (<i>Atomaria linearis</i>)	+	-
Bietenvlieg (<i>Pegomya betae</i>)	++	-
Bonenvlieg (<i>Delia platura</i>)	-	-
Boterbloemluis (<i>Aulacorthum solani</i>)	-	Boterbloem?
Chrysantenmineervlieg (<i>Chromatomyia syngenesiae</i>)	-	Kruiskruid
Floridamot (<i>Spodoptera exigua</i>)	-	-
Gamma-uil (<i>Autographa gamma</i>)	++	Polyfaag, oa. Klaver, Ossetong
Groene perzikluis (<i>Myzus persicae</i>)	+	Amerikaanse vogelkers winterwaard, veel verschillende zomerwaardplanten (kruiden)
Groente-uil (<i>Lacanobia oleracea</i>)	-	-
Koolbladroller (<i>Clepsia spectrana</i>)	-	-
Koolgalmug (<i>Contarinia nasturtii</i>)	-	-
Kooluil (<i>Mamestra brassicae</i>)	-	Braam, Framboos
Nerfmineervlieg (<i>Liriomyza huidobrensis</i>)	-	-
Radijsmijt (<i>Tyrophagus similis</i>) [stromijt]	-	-
Tomatenmineervlieg (<i>Liriomyza bryoniae</i>)	-	-
Turkse mot (<i>Chrysodeixis chalcites</i>)	+	-

4. Sperzieboon (*Phaseolus vulgaris* spp. *vulgaris*) [stam-, stoksperzieboon, slaboan]

AANTASTER	RELEVANTIE AANTASTER +++, ++, +, -	WILDE WAARDPLANT
Aardappeltopluis (<i>Macrosiphum euphorbiae</i>)		Vele soorten
Aardrups (<i>Euxoa nigricans</i>)		Klaver
Aardvlooiën (<i>Phyllotetra undulata</i> , <i>atra</i> en <i>memorum</i>)	++	
Bladrandkever (<i>Sitona lineatus</i>)		Klaver
Bonenspintmijt (<i>Tetranychus urticae</i>) [kasspint]	+	Braam, Duifkruid, Ganzerik, Klimop, Pijpbloen, Salie, Vlier, Viooltje, Framboos
Bonenvlieg (<i>Delia platura</i>)	++	-
Boterbloemluis (<i>Aulacorthum solani</i>)		Boterbloem?
Californische trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)		Vogelmelk, Slangewortel, Kattestaart, Distel, Klimop
Erwtentopbladroller (<i>Cnephasia virgaureana</i>)		-
Floridamineervlieg (<i>Liriomyza trifolii</i>)		-
Floridamot (<i>Spodoptera exigua</i>)		-
Gamma-uil (<i>Autographa gamma</i>)		Klaver, Ossetong
Gewone aardrups (<i>Agrotis segetum</i>)		Pastinaak, Struikheide, Valeriaan
Groene perzikluis (<i>Myzus persicae</i>)		Amerikaanse vogelkers
Groente-uil (<i>Lacanobia oleracea</i>)		-
Hopwortelboorder (<i>Hepialus humuli</i>)		Hop
Kaswittevlieg (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)		-
Katoenluis (<i>Aphis gossypii</i>)		-
Koolbladroller (<i>Clepsis spectrana</i>)		-
Kooluil (<i>Mamestra brassicae</i>)		Braam, Framboos
Nerfmineervlieg (<i>Liriomyza huidobrensis</i>)		-
Slawortelboorder (<i>Hepialus lupulinus</i>)		Zwarte mosterd
Stambonenkever (<i>Acanthoscelides obtectus</i>)		
Tabakstrips (<i>Thrips tabaci</i>) [uietrips]	+	-
Tabakswittevlieg (<i>Bemisia tabaci</i> s.l.)		Duizendblad
Tomatenmineervlieg (<i>Liriomyza bryoniae</i>)		-
Turkse mot (<i>Chrysodeixis chalcites</i>)		-
Tweestippelige groene wants (<i>Closterotomus norwegicus</i>)		-
Wortelduizendpoot (<i>Scutigera</i> sp.)		-
Zwarte bonenluis (<i>Aphis fabae</i>)	++	Klaproos, Engelwortel, Gelderse roos, Kardinaalsmuts

5. Broccoli (*Brassica oleracea* var. *botrytis* subvar. *cymosa*)

AANTASTER	RELEVANTIE AANTASTER +++, ++, +, -	WILDE WAARDPLANT
Aardappeltopluis (<i>Macrosiphum euphorbiae</i>)	-	Vele soorten
Aardrups (<i>Euxoa nigricans</i>)	-	Klaver
Aardvlooien (<i>Phyllotetra undulata</i> , <i>atra</i> en <i>nemorum</i>)	++	Cruciferen
Agaatvlinder (<i>Phlogophora meticulosa</i>)	-	Hop
Blauwe koolaardvlo (<i>Phyllotreta cruciferae</i>)	-	-
Boterbloemluis (<i>Aulacorthum solani</i>)	-	Boterbloem?
Bruine aardrups (<i>Agrotis exclamationis</i>)	-	Distel, Duizendblad
Erwtentopbladroller (<i>Cnephasia virgaureana</i>)	-	-
Galboorsnuitkever (<i>Ceuthorhynchus pleurostigma</i>)	-	-
Gamma-uil (<i>Autographa gamma</i>)	-	Klaver, Ossetong
Gewone aardrups (<i>Agrotis segetum</i>)	-	Pastinaak, Struikheide, Valeriaan
Groene perzikluis (<i>Myzus persicae</i>)	+	Amerikaanse vogelkers
Groente-uil (<i>Lacanobia oleracea</i>)	-	-
Groentelangpootmug (<i>Tipula oleracea</i>) [emelt]	-	Grassen, Distel, Duizendblad, Valeriaan
Groot koolwitje (<i>Pieris brassicae</i>)	-	Wouw
Hartboorsnuitkever (<i>Ceuthorhynchus rapae</i>)	-	-
Hooivlinder (<i>Triphaena pronuba</i>) [huismoeder]	-	-
Klein koolwitje (<i>Pieris rapae</i>) [knollewitje]	-	Waterkers, Wouw
Koolbladroller (<i>Clepsis spectrana</i>)	-	-
Koolgalmug (<i>Contarinia nasturtii</i>)	+	-
Koolmot (<i>Plutella xylostella</i>)	++	Braam, Framboos, Muurbloem
Kooluil (<i>Mamestra brassicae</i>)	+	Braam, Framboos
Koolvlieg (<i>Delia radicum</i>)	++	-
Koolwittevlieg (<i>Aleyrodes proletella</i>)	-	-
Koolzaadhauwgalmug (<i>Dasineura brassicae</i>)	-	-
Koolzaadsnuitkever (<i>Ceuthorhynchus assimilis</i>)	-	-
Late koolmot (<i>Evergestis forficalis</i>)	-	Braam, Framboos
Melige koolluis (<i>Brevicoryne brassicae</i>)	++	Kruisbloemigen
Perzikruiduil (<i>Melanchra persicariae</i>)	-	-
Pissebed (<i>Oniscus asellus</i>)	-	Grassen, Valeriaan
Stengelboorsnuitkever (<i>Ceuthorhynchus quadridens</i>)	-	-
Weidelangpootmug (<i>Tipula paludosa</i>) [emelt]	-	Grassen, Valeriaan, Duizendblad
Wortelduizendpoot (<i>Scutigera sp.</i>)	-	-
Zwartbruine aardrups (<i>Agrotis ipsilon</i>)	-	Grassen, Struikheide, Valeriaan
Zwarte bonenluis (<i>Aphis fabae</i>)	-	Klaproos, Engelwortel, Gelderse roos, Kardinaalsmuts
Zwarte koolaardvlo (<i>Phyllotreta atra</i>)	-	-

6. Aardbei (*Fragaria x ananassa*)

AANTASTER	RELEVANTIE AANTASTER +++ , ++ , + , -	WILDE WAARDPLANT
Aardappelstengelboorder (<i>Hydraecia micacea</i>)	-	-
Aardbeibladroller (<i>Sparganothis pilleriana</i>)	-	-
Aardbeibladwesp (<i>Allantus cinctus</i>)	-	Framboos
Aardbeibloesemkever (<i>Anthonomus rubi</i>)	++	Braam, Framboos
Aardbeiknotshaarluis (<i>Chaetosiphon fragaefolii</i>)	++	-
Aardbeilooptkever (<i>Harpalus rufipes</i>)	+	-
Aardbeimijt (<i>Phytonemus pallidus fragariae</i>)	+	Klimop
Aardbeistengelsteker (<i>Caenorhinus germanicus</i>)	-	Framboos
Agaatvlinder (<i>Phlogophora meticulosa</i>)	-	Hop
Anjerbladroller (<i>Cacoecimorpha pronubana</i>) [anjerbot]	-	-
Azaleabladerroller (<i>Acleris latifasciana</i>)	-	Bosbes, Framboos
Behaarde wants (<i>Lygus rugulipennis</i>)	++	Brandnetel, andere gewassen
Bonenspintmijt (<i>Tetranychus urticae</i>) [kasspint]	+	Braam, Duifkruid, Ganzerik, Klimop, Pijpbloem, Salie, Vlier, Viooltje, Framboos
Brandnetelbladroller (<i>Olethreutes lacunana</i>)	-	Brandnetel?
Brandnetelbladroller (<i>Orthotaenia undulana</i>)	-	Brandnetel?
Bruine aardruis (<i>Agrotis exclamationis</i>)	-	Distel, Duizendblad
Cyclamenlappsnuitkever (<i>Otiorynchus rugosostriatus</i>)	-	Grassen
Erwtentopbladroller (<i>Cnephasia virgaureana</i>)	-	-
Gegroefde lappsnuitkever (<i>Otiorynchus sulcatus</i>) [taxuskever]	+	Grassen, Hop, Hulst, Kardinaalsmuts, Klimop, Struikheide, Taxus, Spar
Gevlekte lappsnuitkever (<i>Otiorynchus singularis</i>)	-	Grassen, Hop, Hulst, Kardinaalsmuts, Klimop, Struikheide, Taxus, Spar
Gewone aardruis (<i>Agrotis segetum</i>)	-	Pastinaak, Struikheide, Valeriaan
Grijze bolsnuitkever (<i>Philopeton plagiatum</i>)	-	-
Groene appelwants (<i>Lygocoris pabulinus</i>)	+	Braam, Framboos, Gelderse roos
Groene bladsnuitkever (<i>Phyllobius pomaceus</i>)	-	-
Groentelangepootmug (<i>Tipula oleracea</i>) [emelt]	+	Grassen, Distel, Duizendblad, Valeriaan
Heggenbladroller (<i>Archips rosana</i>)	-	Braam, Framboos, Els, Liguster, Wilg
Hooivlinder (<i>Triphaena pronuba</i>)	-	-
Hopwortelboorder (<i>Hepialus humuli</i>)	-	Hop
Katoenluis (<i>Aphis gossypii</i>)	+	-
Kleine aardbeiluis (<i>Aphis forbesi</i>)	-	-
Kleine lappsnuitkever (<i>Otiorynchus ovatus</i>)	-	Grassen, Klimop, Kardinaalsmuts, Spar
Koolbladroller (<i>Clepsis spectrana</i>)	-	-
Koolmot (<i>Plutella xylostella</i>)	-	Braam, Framboos, Muurbloem
Kooluil (<i>Mamestra brassicae</i>)	-	Braam, Framboos
Late koolmot (<i>Evergestis forficalis</i>)	-	Braam, Framboos
Perzikkruiduif (<i>Melanchra persicariae</i>)	-	-
Pieris soorten (<i>Pieris spp.</i>)	-	Braam, Framboos, Hazelaar

Ritnaalden (<i>Agriotes</i> sp)	+	-
Rozensnuitkever (<i>Phytobius comari</i>)		-
Rozentrips (<i>Thrips fuscipennis</i>)	++	-
Sjalottenluis (<i>Myzus ascalonicus</i>)	++	-
Spugbeestje (<i>Philaenus spumarius</i>)	+	Wederik, Vrouwenmantel, Lamsoor, Duizendblad, Duizenguldenkruid
Tabakstrips (<i>Thrips tabaci</i>) [uietrips]	++	-
Frankliniella intonsa	++	
Thrips major	+	
Weidelangpootmug (<i>Tipula paludosa</i>)	-	Grassen, Valeriaan, Duizendblad
Wortelduizendpoot (<i>Scutigerella</i> sp.)	-	-
Zwartbruine aardrups (<i>Agrotis ipsilon</i>)	-	Grassen, Struikheide, Valeriaan

7. Spruitkool (*Brassica oleracea* var. *gemnifera*)

AANTASTER	RELEVANTIE AANTASTER +++, ++, +, -	WILDE WAARDPLANT
Aardrups (<i>Euxoa nigricans</i>)	-	Klaver
Agaatvlinder (<i>Phlogophora meticulosa</i>)	-	Hop
Aardvlooiën (<i>Phyllotetra undulata</i> , <i>atra</i> en <i>nemorum</i>)	++	Cruciferen
Bruine aardrups (<i>Agrotis exclamationis</i>)	-	Distel, Duizendblad
Erwtentopbladroller (<i>Cnephasia virgaureana</i>)	-	-
Galboorsnuitkever (<i>Ceuthorrhynchus pleurostigma</i>)	-	-
Gamma-uil (<i>Autographa gamma</i>)	+	Polyfaag o.a. Klaver, Ossetong
Gewone aardrups (<i>Agrotis segetum</i>)	-	Pastinaak, Struikheide, Valeriaan
Groente-uil (<i>Lacanobia oleracea</i>)	-	-
Groentelangpootmug (<i>Tipula oleracea</i>) [emelt]	-	Grassen, Distel, Duizendblad, Valeriaan
Groot koolwitje (<i>Pieris brassicae</i>)	+	Wouw
Hartboorsnuitkever (<i>Ceuthorrhynchus rapae</i>)	-	-
Hooivlinder (<i>Triphaena pronuba</i>) [huismoeder]	-	-
Hopwortelboorder (<i>Hepialus humuli</i>)	-	Hop
Klein geaderd witje (<i>Pieris napi</i>)	-	-
Klein koolwitje (<i>Pieris rapae</i>) [knollewitje]	++	Cruciferen
Koolbladroller (<i>Clepsis spectrana</i>)	+	-
Koolgalmug (<i>Contarinia nasturtii</i>)	++	-
Koolmot (<i>Plutella xylostella</i>)	+++	Braam, Framboos, Muurbloem
Kooluil (<i>Mamestra brassicae</i>)	++	Braam, Framboos
Koolvlieg (<i>Delia radicum</i>)	+++	-
Koolwittevlug (<i>Aleyrodes proletella</i>)	+	-
Koolzaadhauwgalmug (<i>Dasineura brassicae</i>)	-	-
Koolzaadsnuitkever (<i>Ceuthorrhynchus assimilis</i>)	-	-
Late koolmot (<i>Evergestis forficalis</i>)	+	Braam, Framboos, Brandnetel e.a.
Melige koolluis (<i>Brevicoryne brassicae</i>)	+++	Kruisbloemigen
Perzikkruiduil (<i>Melanchra persicariae</i>)	-	-
Pissebed (<i>Oniscus asellus</i>)	-	Grassen, Valeriaan
Slawortelboorder (<i>Hepialus lupulinus</i>)	-	Zwarte mosterd
Stengelboorsnuitkever (<i>Ceuthorrhynchus quadridens</i>)	-	-
Weidelangpootmug (<i>Tipula paludosa</i>) [emelt]	-	Grassen, Valeriaan, Duizendblad
Zwartbruine aardrups (<i>Agrotis ipsilon</i>)	-	Grassen, Struikheide, Valeriaan

8. Sla (kropsla) (*Lactuca sativa* var. *capitata*)

AANTASTER	RELEVANTIE AANTASTER +++ , ++ , + , -	WILDE WAARDPLANT
Aardappeltopluis (<i>Macrosiphum euphorbiae</i>)	++	Vele soorten
Agaatvlinder (<i>Phlogophora meticulosa</i>)	-	Hop
Boterbloemluis (<i>Aulacorthum solani</i>)	++	Boterbloem?
Bruine aardrups (<i>Agrotis exclamationis</i>)	-	Distel, Duizendblad
Bruine slaluis (<i>Uroleucon sonchi</i>)	++	Melkdistel
Californische trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	-	Vogelmelk, Slangewortel, Kattestaart, Distel, Klimop
Chrysantenmineervlieg (<i>Chromatomyia syngenesiae</i>)	-	Kruiskruid
Erwtentopbladroller (<i>Cnephasia virgaureana</i>)	-	-
Floridamineervlieg (<i>Liriomyza trifolii</i>)	-	-
Floridamot (<i>Spodoptera exigua</i>)	-	-
Gamma-uil (<i>Autographa gamma</i>)	-	Klaver, Ossetong
Gewone aardrups (<i>Agrotis segetum</i>) [zwarte aardrups]	+	Pastinaak, Struikheide, Valeriaan
Groene perzikluis (<i>Myzus persicae</i>)	++	Amerikaanse vogelkers winterwaard, vele kruiden zomers
Groene slaluis (<i>Nasonovia ribisnigri</i>)	+++	Ereprijs e.a .
Groente-uil (<i>Lacanobia oleracea</i>)	-	-
Groentelangpootmug (<i>Tipula oleracea</i>) [emelt]	-	Grassen, Distel, Duizendblad, Valeriaan
Hepialus soorten (<i>Hepialus</i> spp.)	-	-
Hooivlinder (<i>Triphaena pronuba</i>) [huismoeder]	-	Polyfaag
Hopwortelboorder (<i>Hepialus humuli</i>)	-	Hop
Kaswittevlief (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)	-	-
Katoenluis (<i>Aphis gossypii</i>)	-	-
Koolbladroller (<i>Clepsia spectrana</i>)	-	-
Kooluil (<i>Mamestra brassicae</i>)	-	Braam, Framboos
Liriomyza soorten (<i>Liriomyza</i> spp.)	-	-
Neotrama (<i>Neotrama caudata</i>)	-	-
Nerfmineervlieg (<i>Liriomyza huidobrensis</i>)	-	-
Pissebed (<i>Oniscus asellus</i>)	-	Grassen, Valeriaan
Ritnaalden (<i>Agriotes</i> sp)	-	-
Slawortelboorder (<i>Hepialus lupulinus</i>)	-	Zwarte mosterd
Tabakstrips (<i>Thrips tabaci</i>) [uietrips]	-	-
Tabakswittevlief (<i>Bemisia tabaci</i> s.l.)	-	Duizendblad
Tomatenmineervlieg (<i>Liriomyza bryoniae</i>)	-	-
Trama (<i>Trama troglodytes</i>)	-	Kamille
Weidelangpootmug (<i>Tipula paludosa</i>) [emelt]	-	Grassen, Valeriaan, Duizendblad
Wollige slawortelluis (<i>Pemphigus bursarius</i>)	+	Populier
Zwartbruine aardrups (<i>Agrotis ipsilon</i>)	++	Grassen, Struikheide, Valeriaan
Zwarte bonenluis (<i>Aphis fabae</i>)	-	Klaproos, Engelwortel, Gelderse roos, Kardinaalsmuts

9. Asperge (*Asparagus officinalis*)

AANTASTER	RELEVANTIE AANTASTER +++, ++, +, -	WILDE WAARDPLANT
Aspergemineervlieg (<i>Ophiomyia simplex</i>)	-	-
Aspergevlieg (<i>Platyparea poeciloptera</i>)	++	-
Blauwe aspergekever (<i>Crioceris asparagi</i>)	++	-
Bonenvlieg (<i>Delia platura</i>)	-	-
Californische trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	-	Vogelmelk, Slangewortel, Kattestaart, Distel, Klimop
Gewone aardrups (<i>Agrotis segetum</i>) [zwarte aardrups]	-	Pastinaak, Valeriaan, Struikheide
Groene perzikluis (<i>Myzus persicae</i>)	-	Amerikaanse vogelkers
Groene slaluis (<i>Nasonovia ribisnigri</i>)	-	Ereprijs
Groente-uil (<i>Lacanobia oleracea</i>)	-	-
Hopwortelboorder (<i>Hepialus humuli</i>)	-	Hop
Katoenluis (<i>Aphis gossypii</i>)	-	-
Melige koolluis (<i>Brevicoryne brassicae</i>)	-	Kruisbloemigen
Platte dopluis (<i>Coccus hesperidum</i>)	-	Hulst, Klimop
Ritnaalden (<i>Agriotes</i> sp)	-	-
Rode aspergekever (<i>Crioceris duodecimpunctata</i>)	++	-
Tabakstrips (<i>Thrips tabaci</i>)	+	polyfaag
Zwarte bonenluis (<i>Aphis fabae</i>)	-	Klaproos, Engelwortel, Gelderse roos, Kardinaalsmuts

10. Witte kool (*Brassica oleracea* var. *capitata alba*)

AANTASTER	RELEVANTIE AANTASTER +++, ++, +, -	WILDE WAARDPLANT
Aardrups (<i>Euxoa nigricans</i>)	-	Klaver
Aardvlooiën (<i>Phyllotetra undulata</i> , <i>atra</i> en <i>nemorum</i>)	++	Cruciferen
Agaatvlinder (<i>Phlogophora meticulosa</i>)	-	Hop
Blauwe koolaardvlo (<i>Phyllotreta cruciferae</i>)	-	-
Bruine aardrups (<i>Agrotis exclamationis</i>)	-	Distel, Duizendblad
Erwtentopbladroller (<i>Cnephasia virgaureana</i>)	-	-
Galboorsnuitkever (<i>Ceuthorhynchus pleurostigma</i>)	-	-
Gamma-uil (<i>Autographa gamma</i>)	+	Klaver, Ossetong
Gewone aardrups (<i>Agrotis segetum</i>) [zwarte aardrups]	-	Pastinaak, Struikheide, Valeriaan
Groente-uil (<i>Lacanobia oleracea</i>)	-	-
Groentelangpootmug (<i>Tipula oleracea</i>) [emelt]	-	Grassen, Distel, Duizendblad, Valeriaan
Groot koolwitje (<i>Pieris brassicae</i>)	+	Wouw
Hartboorsnuitkever (<i>Ceuthorhynchus rapae</i>)	-	-
Hooivlinder (<i>Triphaena pronuba</i>) [huismoeder]	-	-
Hopwortelboorder (<i>Hepialus humuli</i>)	-	Hop

Klein geaderd witje (<i>Pieris napi</i>)	-	-
Klein koolwitje (<i>Pieris rapae</i>) [knollewitje]	++	Waterkers, Wouw
Kleine gestreepte aardvlo (<i>Phyllotreta undulata</i>)	++	-
Koolbladroller (<i>Clepsis spectrana</i>)	-	-
Koolgalmug (<i>Contarinia nasturtii</i>)	++	-
Koolmot (<i>Plutella xylostella</i>)	+++	Braam, Framboos, Muurbloem
Kooluil (<i>Mamestra brassicae</i>)	++	Braam, Framboos
Koolvlieg (<i>Delia radicum</i>)	+++	-
Koolwittevlieg (<i>Aleyrodes proletella</i>)	-	-
Koolzaadhauwgalmug (<i>Dasineura brassicae</i>)	-	-
Koolzaadsnuitkever (<i>Ceuthorrhynchus assimilis</i>)	-	-
Late koolmot (<i>Evergestis forficalis</i>) [koollichtmot]	++	Braam, Framboos
Melige koolluis (<i>Brevicoryne brassicae</i>)	+++	Kruisbloemigen
Nerfmineervlieg (<i>Liriomyza huidobrensis</i>)	-	-
Perzikkruiduil (<i>Melanchra persicariae</i>)	-	-
Pissebed (<i>Oniscus asellus</i>)	-	Grassen, Valeriaan
Slawortelboorder (<i>Hepialus lupulinus</i>)	-	Zwarte mosterd
Stengelboorsnuitkever (<i>Ceuthorrhynchus quadridens</i>)	-	-
Tabakstrips (<i>Thrips tabaci</i>) [uietrips]	++	-
Weidelangpootmug (<i>Tipula paludosa</i>) [emelt]	-	Grassen, Valeriaan, Duizendblad
Zwartbruine aardruis (<i>Agrotis ipsilon</i>)	-	Grassen, Struikheide, Valeriaan
Zwarte koolaardvlo (<i>Phyllotreta atra</i>)	-	-