

Biodivers – Natuur functioneel inzetten in open teelten

stelsel



innovatie



WAGENINGENUR

For quality of life

Biodivers – Natuur functioneel inzetten in open teelten

Rapportage 2001 - 2005

F.A.N. van Alebeek, J.H. Kamstra & A.J. Visser

© 2005 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

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

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

Het project Biodivers wordt gefinancierd uit het LNV onderzoeksprogramma BO-07-400-V (Multifunctionele Bedrijfsystemen), met aanvulling vanuit programma BO-04-400-I (Systeeminnovaties Biologische Open Teelten). Daarnaast vindt in het systeem deelonderzoek en verdieping plaats vanuit LNV programma BO-06-397-IV (Gewasbescherming Beheersstrategieën) en Kennisbasis Thema 4 (Duurzame Landbouw)

Projectnummer: 5339050

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Businessunit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 - 29 11 11
Fax : 0320 - 23 04 79
E-mail : infoagv.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

VOORWOORD	5
SAMENVATTING.....	7
1 INLEIDING	9
1.1 Achtergronden	9
1.2 Financiering & samenwerking	11
1.2.1 Financiering van Biodivers	11
1.2.2 Samenwerking	11
2 DOEL EN ONDERZOEKSVRAGEN	13
2.1 Doel	13
2.2 Werkhypotheses	13
2.3 Onderzoeksvragen	14
3 MATERIAAL EN METHODEN	15
3.1 Locatie en bedrijfsgegevens	15
3.2 Percelen en dimensies	16
3.3 Gewassen	16
3.4 Bemesting, groenbemesters en gewasbescherming	18
3.5 Akkerranden en kopakkers	19
3.5.1 Aanleg en samenstelling	19
3.5.2 Maaibeheer	22
3.6 Monitoring	22
3.6.1 Bodemfauna	23
3.6.2 Gevleugelde fauna	26
3.6.3 Plagen	27
3.6.4 Gewas opbrengsten en kwaliteit	30
3.6.5 Vegetaties randen	30
3.7 Communicatie	30
4 RESULTATEN	31
4.1 Bodemfauna	31
4.1.1 Algemeen	31
4.1.2 Seizoensverloop	33
4.1.3 Effect van verschillende gewassen	36
4.1.4 Effect van perceelsgrootte	37
4.1.5 Effect van verschillende akkerranden	38
4.1.6 Overwintering	39
4.2 Gevleugelde fauna	41
4.3 Plagen	43
4.3.1 Per gewas	43
4.3.2 Afstand tot rand	50
4.3.3 Deelonderzoek predatiecapaciteit	50
4.4 Gewassen	52
4.4.1 Gewas opbrengsten en kwaliteit	52
4.5 Vegetaties in randen	53
4.6 Communicatie	56
5 DISCUSSIE	59
6 CONCLUSIES	63
7 BRONNEN	65

BIJLAGE 1 FACTOREN DIE POTVALVANGSTEN BEÏNVLOEDEN.....	67
BIJLAGE 2 OVERZICHT VAN KENNISPRODUCTEN 2001-2005	69

Voorwoord

Voor u ligt een eindrapport dat tegelijk alleen maar een tussenrapportage kan zijn. Als onderzoeksproject binnen het LNV programma 400-V Multifunctionele Bedrijfssystemen loopt het project Biodivers samen met het programma eind 2005 af. Als zodanig moet dit een eindrapportage zijn.

Maar het onderzoek loopt door, *moet* zelfs doorlopen, om enige zinnige conclusies te kunnen trekken. Door de schaal waarop het onderzoek bedreven wordt, 6 gewassen op 2 x 10 hectare, is het niet mogelijk om het onderzoek in herhalingen aan te leggen. Daarom dienen in dit experiment jaren als herhalingen te worden opgevat. Door de 6-jarige gewasrotatie en de start van waarnemingen in 2001, zal de dataset dus pas in 2006 compleet gemaakt kunnen worden, en is een echte, statistische analyse pas mogelijk als ook de velddata van 2006 zijn verwerkt.

Dit rapport behandelt slechts de gegevens van 2001-2004 (met een deel van de tot nu toe verwerkte data van 2005). Alle interpretaties en conclusies zijn voorlopig, omdat de analyse pas in 2007 zal plaatsvinden. Desalniettemin zijn de voorlopige resultaten al meer dan de moeite waard, en worden die ook al volop gecommuniceerd en benut in verwante projecten. We hopen dat dit rapport bijdraagt aan het besef dat we een unieke lijn van onderzoek hebben ingezet, die nog veel waardevolle bouwstenen kan aandragen voor een schone, duurzame landbouw waarin agro-biodiversiteit optimaal kan worden benut.

Biodivers een uitzonderlijk onderzoeksproject. Nergens ter wereld wordt op bedrijfssysteemniveau, op een schaal van ruim 20 hectare in een rotatie met 6 gewassen, onderzoek gedaan naar de mogelijkheid om functionele biodiversiteit te benutten voor natuurlijke plaagbeheersing.

Onderzoek van deze omvang en op deze schaal vraagt de inzet van een groot aantal mensen. Het project is geïnitieerd en ontworpen door Andries Visser. Het Management van PPO-AGV heeft het aangedurfd te investeren in dit onderzoek en een proef aan te leggen en op te starten nog voor de financiering daarvan rond was. Daar kunnen nu langzaam de vruchten van geplukt worden. Het project is in 2001 aangestuurd door Marcel Gutter en in 2002 door Bart Venhorst. In 2003 nam Frans van Alebeek het projectleiderschap over. Jan-Hendrik Kamstra heeft vanaf het eerste uur de enorme klus van de bemonstering van bodemfauna en vliegende fauna en het tellen en sorteren van die vangsten in het laboratorium voor zijn rekening genomen. Hij is in het tel- en sorteerwerk bijgestaan door Anne van der Heide, Simone Brandt, Corina Topper en Karin Hofstra. Bij het veldwerk hebben Anna Zwijnenburg en Albert-Jan Olijve en Arjan Dekking assistentie verleend en de landbouwkundige aspecten mee bewaakt. Henk Oosterhuis heeft als bedrijfs-leider van het proefbedrijf OBS te Nagele de landbouwkundige kant (bemesting, grondbewerking, gewas-verzorging) geleid, in de uitvoering bijgestaan door Paul Middendorp, Piet Mellema en Harry de Ruiter.

Voor de bemonstering van plagen heeft Kees Booij (Plant Research International) financiële ruimte gevonden binnen het LNV programma 397-IV en constructieve adviezen gegeven voor bemonsteringstechnieken en aandachtspunten. Gijs van Kruistum heeft de coördinatie op zich genomen van de tellingen van plagen in het gewas. Albert Ester heeft regelmatige praktische adviezen en deskundige raad gegeven voor de aanpak en uitvoering van het veldwerk. Aan de plaagbemonsteringen werd meegewerkt door Marian Vlaswinkel, Hans-Peter Versluis, Martine Arkema, Roelof Gruppen en Renato Kassies. Marian Vlaswinkel hielp ook bij het overzicht van plaagdichtheden over de jaren. Frank Wijnands en Wijnand Sukkel boden in de periode 2001-2003 onderdak voor het referentiesysteem Biointensief, dat ingeweven werd in het lopende Bedrijfssystemenonderzoek van de LNV programma's 400-I en 400-III. Toen dat onderzoek werd beëindigd, waren zij bereid een financiële bijdrage te geven voor het in standhouden van het referentiesysteem als onmisbaar onderdeel van het Biodivers project.

Aan de communicatie over het project en de resultaten hebben ook velen hun steentje bijgedragen. Ronald Spigt en Sjaak Meijberg hebben veel posters, flyers en andere producten mee vorm gegeven. Rond de Open Dag van 15 juni 2005 heeft Ronald Spigt heel veel werk verzet rondom de publiciteit en uitnodigingen. Arjan Dekking deed de coördinatie van de voorbereidingen en het programma, en aan die dag en de voorbereidingen werd praktische medewerking verleend door Andries Visser, Jan-Hendrik Kamstra, Marc Klieverik, Gerko Hopster, David van der Schans, Olga Clevering, Maarten van der Werff, Henk Oosterhuis, Henri de Vos, Gijs van Kruistum, Marian Vlaswinkel en een reeks van sprekers, standhouders en anderen van buiten PPO-AGV. Ik wil allen hierboven genoemd, en diegenen die daarbij mochten zijn vergeten, hartelijk danken voor hun inzet en steun.

Frans van Alebeek, 1 november 2005

Samenvatting

Het project Biodivers wil aantonen dat meerjarige akkerranden kunnen bijdragen aan de natuurlijke onderdrukking van insectenplagen. Deze akkerranden stimuleren natuurlijke vijanden van insectenplagen. Deze loopkevers, spinnen, sluipwespen en zweefvliegen vinden in de randen schuilplaatsen, overwinterings-plekken en extra voedsel. In het voorjaar trekken de natuurlijke vijanden vanuit de akkerranden het perceel in, en vreten daar de jonge bladluizen en rupsen weg.

Dit rapport beschrijft de doelen, opzet en aanpak van dit onderzoek op twee biologische bedrijfssystemen van elk zes gewassen op 10 hectare kleigrond in Nagele (Flevoland). Het Biodivers teeltsysteem met 20% van het oppervlakte ingevuld met akkerranden wordt vergeleken met het Biointensief bedrijfssystemen (bijna) zonder akkerranden. De soortenrijkdom en onderlinge afstanden van de akkerranden in het Biodivers systeem zijn gevarieerd gekozen, om hieruit vuistregels te kunnen afleiden voor wat optimaal is op bedrijfsniveau.

In de zesjarige gewasrotatie wordt intensief geteld en gemeten hoeveel natuurlijke vijanden en plagen aanwezig zijn, op welk tijdstip en op welke plek. Met behulp van vallen worden grote aantallen bodemdieren en gevleugelde fauna gevolgd. Door gewasbemonsteringen in het veld worden de dichtheden van plagen en eventuele schade gemeten. Door het Biodivers systeem met akkerranden te vergelijken met het Biointensief systeem zonder akkerranden kunnen we zien wat de invloed van die randen is op de talrijkheid van de verschillende groepen rovers en plagen.

Voor de resultaten kan dit rapport slechts een tussenstand bieden, zonder harde conclusies. Dit hangt samen met de opzet van de proef, waarin jaren als herhalingen dienen. De invloed van verschillende variabelen kan alleen goed geanalyseerd worden als een volledige gewasrotatie van zes jaar is vol gemaakt. Die analyse zal in 2007 voor het eerst plaats kunnen vinden. Desondanks zijn er al veel tussentijdse resultaten en aanwijzingen gevonden.

Per vierkante meter akkerrand overwinteren meer dan 500 bodemdieren overwinteren. Dat valt te vertalen als 1,6 miljoen loopkevers per hectare en 0,5 miljoen spinnen per hectare. In het groeiseizoen zijn de pieken van deze soorten soms nog 5–10x hoger. Soortenrijke, ongemaaide akkerranden herbergen méér natuurlijke vijanden dan kortgemaaide grasranden. De vangsten van vliegende natuurlijke vijanden zijn nog maar nauwelijks geanalyseerd, maar bestaan voor ongeveer 40% uit sluipwespen en ongeveer evenveel bladluizen.

In twee van de vier jaren dat plagen zijn geteld, is de dichtheid van bladluizen in tarwe in het Biodivers systeem met akkerranden de helft lager dan in het Biointensief systeem zonder akkerranden. Hetzelfde geldt voor bladluisoorten in pootaardappel. Deze onderdrukking van bladluizen door natuurlijke vijanden vinden we tot op 50 meter vanuit de akkerranden, dus akkerranden zouden tenminste 100 m uit elkaar kunnen liggen. In kleinschalige predatieproeven hebben we plaatselijk natuurlijke vijanden wel en niet weggevangen. Daarmee hebben we aangetoond dat zij in het voorjaar 50% tot 75% van de aanwezige bladluizen in één week tijd kunnen opruimen.

In een gewas als spruitkool zijn de resultaten nog onvoldoende. Een flink probleem wordt daarin gevormd door slakkenplagen, die op kleigrond voor hun overwintering lijken te profiteren van de akkerranden en daardoor meer schade veroorzaken. Oplossingen hiervoor worden getest.

Er is vooral in 2005 rondom een Open Dag op 15 juni op het proefbedrijf te Nagele heel veel publiciteit gegeven aan het onderzoek en de eerste uitkomsten. Het project gaat ook steeds meer dienst doen als bron van kennis en adviezen voor andere onderzoeks- en praktijkprojecten over akkerranden en functionele agrobiodiversiteit.

Suggesties voor hoe het onderzoek na 2006 zou moeten worden voortgezet worden in de discussie gegeven.

1 Inleiding

1.1 Achtergronden

Belangrijke ontwikkelingen in de Nederlandse landbouw na WO II zijn schaalvergroting (monoculturen op grote percelen) en intensivering (m.n. het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen en kunstmeststoffen). Dit heeft geleid tot een hoge voedselproductie van een goede en constante kwaliteit tegen een lage prijs. De negatieve neveneffecten hiervan worden de laatste tien jaar steeds minder geaccepteerd. Schaalvergroting heeft geleid tot een enorme kaalslag in ons landelijke gebied. Duizenden kilometers sloten, heggen, houtwallen en bomenrijen zijn in ruilverkavelingen verdwenen, om plaats te maken voor rechtgetrokken percelen met monoculturen van soms wel tientallen aanéengesloten hectares. Dit alles heeft geleid tot een enorme achteruitgang van biodiversiteit in agrarische gebieden.

De problemen die het intensieve gebruik van gewasbeschermingsmiddelen met zich mee brengt staan volop in de belangstelling. In enkele teelten is het pakket van toegelaten gewasbeschermingsmiddelen tot bijna nul teruggelopen, met alle problemen van dien. Maar ook drift en de uitspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater komt zwaar onder druk door de eisen voor een betere waterkwaliteit, zoals de Europese 2^e Kaderrichtlijn Water voorschrijft.

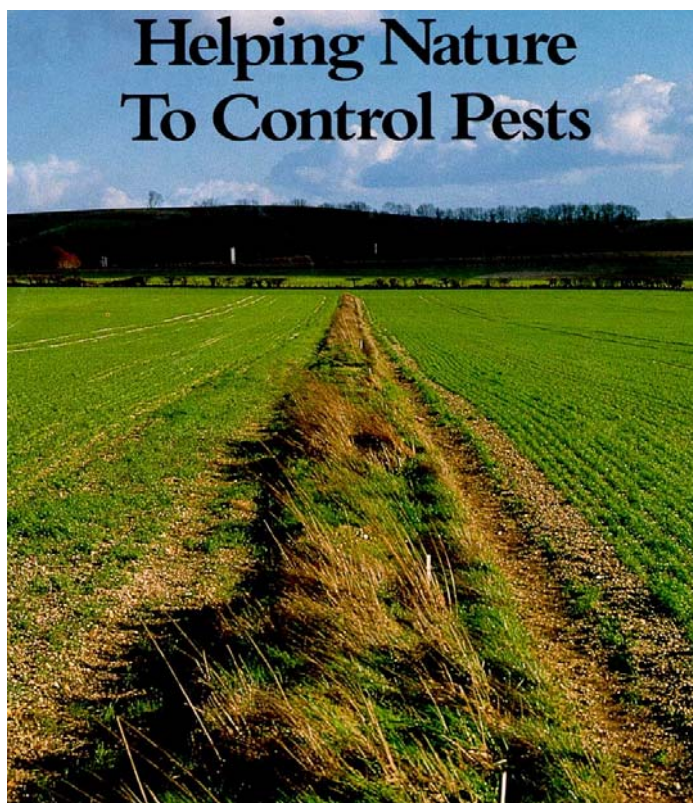
Al vele jaren propageert het beleid een verminderd gebruik en een verminderde afhankelijkheid van gewasbeschermingsmiddelen. Bij een krimpende gereedschapskist kijken veel ondernemers naar de biologische landbouw, en met welke maatregelen en middelen die vorm van landbouw de belagers van gewassen (ziekten, plagen en onkruiden) probeert te beheersen.

Vergelijkend onderzoek tussen gangbare, geïntegreerde en biologische landbouw heeft onder meer laten zien dat de biodiversiteit op biologische bedrijven aanzienlijk groter is (Hopster, 2002; Fliessbach et al., 2003; Hole et al., 2005; Fuller et al., 2005; Bengtsson et al., 2005). Deels is dat te herleiden tot meer (on)kruiden in de gewassen, die op hun beurt ook weer een grotere (ento)fauna ondersteunen. Maar anderzijds is dit ook een gevolg van het feit dat de meeste biologische bedrijven een veel groter percentage van hun bedrijfsoppervlakte hebben ingeruimd voor (half)natuurlijke landschapselementen. Het gaat daarbij om erfbeplantingen, hagen, poelen en akkerranden. De vele plantensoorten in die landschapselementen bieden vervolgens weer een leefgebied met voedsel en schuilplaatsen, overwinterings- en voortplantingsgelegenheid voor allerlei dieren. Hieronder zijn veel insecten en spinnen, en daaronder zijn weer een groot aantal soorten predatoren en parasitoïden, die leven van de jacht op andere insecten en kleine geleedpotigen (Boller et al., 2004).

In Groot Brittanie werd in de 70'er en 80'er jaren een dramatische afname gevonden in een aantal vogelsoorten die belangrijk zijn voor de jacht (fazant, patrijs). Men startte projecten om stroken akkerrand ("field margins", met name in granen) niet te bespuiten en te bemesten, en na de oogst te laten staan. Doel was om daar meer akkeronkruiden te laten terugkomen, en zo een zaadvoorraad als wintervoer voor akkervogels te creëren. Al snel vond men dat zowel de wilde flora als een hele reeks van vogel-, vlinder-, zoogdier- en andere soorten van deze maatregelen profiteerden. Dit startte een grote reeks onderzoeken naar de effecten van akkerranden op biodiversiteit (Way & Greig-Smith, 1986; Boatman, 1994; Boatman et al., 1999) en de interactie met gewassen naast die randen (zie Marshall & Moonen, 2002 voor een overzicht).

Een interessante ontdekking van telers was dat de aantasting van bladluizen in granen aanzienlijk lager was langs akkerranden dan verderop in percelen. Dit heeft opnieuw onderzoek gestimuleerd, waarin werd aangetoond dat begroeide akkerranden in de winter dekking, een gunstig microklimaat, schuilplaatsen en voedsel bieden aan overwinterende loopkevers, spinnen, kortschildkevers en andere bodemdieren. Dit zijn groepen generalistische predatoren. Ofwel, roofinsecten, die jagen op allerlei kleine prooien, zonder daar heel selectief in te zijn. Overleving van deze soorten in de winter is in akkerranden veel hoger dan in kale

akkers, en in de lente trekken deze roofvijanden de akker met het jonge graangewas in. Daar vreten zij wat het aanbod is, en dat zijn in de lente de eerste bladluizen die vliegend het gewas koloniseren. Omdat op deze manier de exponentiële groei van die bladluiskolonies (met veel generaties per jaar) wordt uitgesteld, worden lagere bladluisdichtheden gevonden langs akkerranden dan op plaatsen waar veel minder loopkevers en spinnen hebben kunnen overleven. Hieruit ontwikkelde men het concept van “beetle-banks” (Thomas et al., 1992; Collins et al., 2002): smalle, verhoogde grasbanen in de lengterichting over akkers, specifiek bedoeld om natuurlijke vijanden van plagen (zoals loopkevers en spinnen) een overwinteringsplek te bieden (zie Figuur 1.1).



Figuur 1.1

Een zgn. “beetle-bank” in Engeland, een smalle, meerjarige grasbaan bedoeld om overwintering van loopkevers en spinnen te stimuleren, als een vorm van functionele agrobiodiversiteit, gericht op de natuurlijke onderdrukking van bladluizen (met name in granen).

Al deze ontwikkelingen en inzichten hebben PPO-AGV er in 2000 toe gebracht een langjarig onderzoek te starten naar de mogelijkheden om functionele biodiversiteit, in de vorm van een dooradering met akkerranden, te benutten voor natuurlijke plaagbeheersing op het niveau van een compleet bedrijfssysteem. Dit onderzoek past in het beleid en onderzoek om nieuwe, innovatieve teeltsystemen te ontwikkelen voor een duurzame landbouw. Daarvoor zijn ook nieuwe, preventieve gewasbeschermingstrategieën nodig, die meer dan tot nu toe gebruik maken van natuurlijke weerstanden tegen ziekten en plagen in agro-ecosystemen.

Het project Biodivers pakt die handschoenen op, en wil bouwstenen en vuistregels ontwikkelen voor zulke preventieve strategieën voor plaagonderdrukking met behulp van natuurlijke vijanden van plagen. Hiervoor is ingezet op zogenaamde functionele (agro-)biodiversiteit (FAB).

Biodiversiteit (soortenrijkdom) is een onderdeel van het landbouwproductiesysteem. De biodiversiteit van onze bodem bepaalt de bodemvruchtbaarheid en mineralenkringloop. De genetische diversiteit van gewassen en het vee bepaalt hoe zij reageren op droogte, ziektes en andere stress. Voldoende bestuivende insecten zijn nodig voor een goede vrucht- en zaadzetting van gewassen.

Functionele biodiversiteit (FAB) is een term die vaak gebruikt wordt voor deze nuttige productiefuncties van biodiversiteit. In smallere zin wordt functionele biodiversiteit ook gebruikt als we spreken over het stimuleren van natuurlijke vijanden van plagen, en zo helpen om insectenplagen te onderdrukken.

Het Biodivers project volgt dit laatste principe, en gebruikt de aanleg van een netwerk van kruidenrijke akkerranden om roofvijanden van plagen (loopkevers, spinnen en kortschildkevers) te stimuleren. Vervolgens evalueren we of en hoe die natuurlijke vijanden zich gedragen en verspreiden, en of en in welke mate zij de plagen in de verschillende gewassen weten te onderdrukken. Om dat te kunnen meten is er een deelsysteem met akkerranden (randen beslaan ongeveer 20% van het oppervlakte) dat wordt vergeleken met een naastgelegen, identiek systeem (bijna zonder akkerranden (met 5% bermen en slootkanten).

Het Biodivers project onderscheidt zich van de meeste andere projecten rond natuurlijke plaagbeheersing, doordat het zich expliciet richt op een systeembenadering, voor een compleet bedrijf met een vruchtwisseling van 6 gewassen. Op deze schaal (20 hectare) en met deze aanpak is het uniek in de wereld. Veel van het huidige onderzoek naar de benutting van functionele biodiversiteit richt zich op deelsystemen van één gewas – één plaag – één natuurlijke vijand. Het voordeel van die benadering is dat tot in detail werkingsmechanismen kunnen worden bestudeerd en dat oplossingen goed kunnen worden geoptimaliseerd voor dat specifieke systeem. Maar bezwaar van een dergelijke benadering is dat hieruit deeloplossingen komen, die vervolgens alsnog moeten worden ingepast in een bedrijfssysteem met een reeks van verschillende gewassen en plagen, waarbij interacties met andere processen moeten worden getest en zonodig gecorrigeerd. De systeembenadering van Biodivers gaat veel minder in op individuele soorten en gewassen (deels zelfs een black-box benadering), maar zoekt robuuste oplossingen die over meerdere jaren en meerdere gewassen een (netto) positief effect opleveren voor plaagbeheersing en opbrengsten.

1.2 Financiering & samenwerking

1.2.1 Financiering van Biodivers

Het project Biodivers is in 2000 opgestart met de aanleg van akkerranden en het opstellen van een projectplan uit eigen reserves van PPO-AGV. Voor het referentiesysteem Bio-intensief (als controlesysteem zonder akkerranden) kon in de periode 2001 – 2003 onderdak worden gevonden binnen het bedrijfssysteemonderzoek van PPO-AGV, gefinancierd uit LNV onderzoeksprogramma 400-I en 400-III. Toen dat bedrijfssysteemonderzoek op Nagele in 2004 werd afgebouwd, is de programmaleiding bereid gebleken om het referentiesysteem, en daarmee het hele onderzoek, overeind te houden en voor Bio-intensief gedurende 2004-2005 cofinanciering vanuit programma 400-I vrij te maken.

Van 2002 – 2005 kreeg het project Biodivers een plaats in het LNV programma 400-V Multifunctionele Bedrijfssystemen. Met oplopende tarieven voor proefveldvergoedingen en bij gelijkblijvende en krimpende LNV financiering zijn er gaandeweg tekorten op de uitvoering ontstaan. Deze tekorten zijn overgenomen door het management van PPO-AGV.

Vanaf 2002 bleek dat er onvoldoende middelen waren voor een goede bemonstering van plagen in de gewassen, terwijl daar juist de bewijsvoering voor het succes van het systeem moet blijken. Met steun van Kees Booij (Plant Research International) is het gelukt daarvoor financiële middelen te vinden binnen het LNV programma 397-IV (Beheersstrategieën) in het project 'Randbeplantingen en hun invloed op plagen en natuurlijke vijanden'. Tenslotte werd in 2005 binnen Kennisbasis Thema 4 Duurzame Landbouw budget gevonden voor verdiepend onderzoek naar de ruimtelijke verspreiding van plagen en hun antagonisten gedurende het seizoen.

1.2.2 Samenwerking

Bij de opzet van het project is overleg gevoerd met de Leerstoelgroep Entomologie (WUR, Van Lenteren) en met het Centrum voor Milieukunde Leiden (CML, De Snoo) en Plant Research International (PRI, Kees Booij). Er is in de periode 2002 – 2005 tot 3 maal toe samen met CML een projectvoorstel ingediend bij NWO-SLW voor verdiepend wetenschappelijk onderzoek in het Biodivers project (voor 1 of 2 Aio's met technische

ondersteuning). Helaas is dit geen van keren gehonoreerd, waardoor de potentie van dit systeem lang niet volledig is benut. Er zijn diverse onderzoekers van Entomologie, PRI en CML in Nagele wezen kijken, en voor incidentele onderzoeksvragen wezen bemonsteren, maar hier zijn geen structurele samenwerkingsvormen uit voortgekomen.

Het Biodivers project is in de loop der jaren steeds meer de aandacht van andere onderzoekers en adviseurs gaan trekken, b.v. in de vorm van excursieaanvragen (zie hoofdstuk communicatie). Dit heeft er mede toe geleid dat de ervaringen uit het Biodivers onderzoek gevraagd werden bij het opzetten en uitvoeren van diverse akkerrandenprojecten (Groningen, Flevoland, Zuid-Holland en Noord-Brabant). Kennis wordt ook benut en ingezet binnen het nieuwe systeemonderzoek van programma 400-I (systeeminnovatie open teelten) voor het project "De Smaak van Morgen". Ervaringen zijn ook uitgedragen via het 400-V project 'Natuur breed' naar 33 praktijkbedrijven (akkerbouw, bollen-, boom- en fruitteelt in 7 provincies) die bezig zijn met agrarisch natuurbeheer. In dat project zijn bovendien een groot aantal Provincies, agrarische natuurverenigingen, waterschappen en provinciale stichtingen voor landschapsbeheer bereikt.

Een belangrijke ontwikkeling is de betrokkenheid van PPO-AGV (op basis van het Biodivers onderzoek) bij het LTO project 'Functionele Agro-Biodiversiteit (FAB)' dat wordt uitgevoerd op 5 praktijkbedrijven in de Hoeksche Waard. In dit project wordt intensief samengewerkt met Plant Research International (PRI), het Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek (NIOO) en de DLV adviesgroep BV. Kennis uit het onderzoek in Nagele wordt hier rechtstreeks vertaald naar maatregelen op praktijkbedrijven.

De betrokkenheid bij het LTO-project en de forse communicatie-inspanning rond de Open Dag op 15 juni 2005, hebben mede tot gevolg dat het Biodivers project nu gevraagd wordt om kennis en ervaring in te brengen in een reeks van opstartende of in voorbereiding zijnde akkerranden- en FAB projecten. Dergelijke initiatieven lopen in 2005 in Drenthe, Flevoland, Zuid-Holland, Zeeland, Noord-Brabant en Limburg. De verwachting is dat met deze ontwikkeling de kennisdoorstroming van het project naar de praktijk een grote impuls zal krijgen. Tegelijk is de verwachting dat deze praktijkprojecten ook de nodige nieuwe kennisvragen zullen oproepen, die voor een deel zullen moeten worden terugvertaald naar onderzoek en experimenten in het Biodivers systeem in Nagele.

2 Doel en onderzoeksvragen

2.1 Doel

Doel van het project Biodivers is aan te tonen dat biodiversiteitsmaatregelen bijdragen aan de natuurlijke onderdrukking van insectenplagen. Het middel dat ingezet wordt zijn meerjarige, soortenrijke akkerranden. Het onderliggende mechanisme (werkhypothese) van waaruit we werken is dat akkerranden schuilplaatsen, overwinteringsplekken en extra voedsel bieden aan allerlei natuurlijke vijanden van plagen. Die natuurlijke vijanden trekken in het voorjaar vanuit de akkerranden het perceel in, en vreten daar de jonge bladluizen en rupsen weg, zodat zij niet (of minder) tot een plaag kunnen uitgroeien.

Uiteindelijk willen we, als het systeem blijkt te werken, praktische vuistregels ontwikkelen over waar het optimum ligt voor functionaliteit, inpasbaarheid en rentabiliteit van akkerranden voor effectieve, natuurlijke onderdrukking van plagen op bedrijfsniveau. Hoeveel diversiteit in akkerranden is daarvoor noodzakelijk? En bij hoeveel onderlinge afstand tussen de akkerranden is de onderdrukking nog effectief? Deze vuistregels dienen weer als bouwstenen voor de ontwikkeling van nieuwe bedrijfssystemen waarin de benutting van agrobiodiversiteit (en speciaal randenbeheer) onderdeel is van een strategie om tot duurzame landbouw te komen.

Kennis vanuit het project Biodivers stroomt daarom door naar onderzoeksprojecten waarin dergelijke bedrijfssystemen worden ontwikkeld (b.v. De Smaak van Morgen, zie www.syscope.nl), en naar praktijkprojecten waarin vuistregels en concrete maatregelen worden getoetst op praktijkschaal (zoals het LTO FAB project, zie www.lto.nl/projecten/fab).

Er is veel onderzoek gedaan naar de effecten van het ecologiseren van de landbouw op één enkele plaag in één enkel gewas, maar de effecten op het bedrijfssysteem als geheel blijven onderbelicht. In dat opzicht is Biodivers een uniek onderzoeksproject. Nergens ter wereld wordt op bedrijfssysteemniveau, op een schaal van ruim 20 hectare in een rotatie met 6 gewassen, onderzoek gedaan naar de mogelijkheid om functionele biodiversiteit te benutten voor natuurlijke plaagbeheersing.

2.2 Werkhypotheses

Het project Biodivers werkt vanuit een hypothese over hoe functionele biodiversiteit zou kunnen werken. Deelexperimenten zijn erop gericht om onderdelen van die hypothese te ontkrachten, dan wel te bevestigen. De werkhypothese is dat in onze grootschalige en intensief bewerkte akkers de natuurlijke vijanden van plagen een slechte overlevingskans hebben als de teelt van een gewas is afgelopen, en vooral in de wintermaanden als een akker kaal ligt.

Spinnen, loopkevers, kortschildkevers en andere op de bodem levende rovers hebben behoefte aan schuilplaatsen, een gunstig microklimaat, en prooidieren of vervangend voedsel. In een kale akker zijn al deze voorwaarden slechts beperkt aanwezig.

Akkerranden met een soortenrijke samenstelling en een redelijke begroeiing in de winter komen veel meer tegemoet aan de levensvoorwaarden van die roofvijanden. Akkerranden herbergen allerlei insecten en in de humuslaag leven volop springstaarten die als prooi voor de rovers kunnen dienen. De structuur van de vegetatie biedt volop schuilplaatsen en zorgt voor een milder microklimaat. Bloemen in de rand kunnen nectar en stuifmeel bieden, dat voor veel natuurlijke vijanden (vooral sluipwespen, zweefvliegen en gaasvliegen) essentieel is voor een goede voortplanting.

We nemen daarom aan dat akkerranden gebruikt worden als overwinteringsplaats voor veel bodembewonende natuurlijke vijanden, en dat de overleving daar veel beter is dan in de akker. Vervolgens nemen we aan dat die natuurlijke vijanden in de lente, vanuit de randen het gewas zullen intrekken en zich daar tegoed doen aan de eerste bladluizen en jonge rupsen die in het gewas zijn gekomen. Voor plagen zoals bladluizen, met veel generaties per jaar en daardoor een explosieve toename, betekent het wegvreten

van de eerste kolonies dat de groei van de plaag voor lange tijd wordt vertraagd. De generalistische rovers zoals spinnen, en loopkevers kunnen die eerste plagen wel een heel eind terugdringen, maar zij hebben maar één generatie per jaar. Dit betekent dat zij een bladluisplaag met exponentiële groei wel kunnen vertragen, maar uiteindelijk niet kunnen tegenhouden.

We nemen verder aan dat later in de zomer andere natuurlijke vijanden zoals zweefvliegen, gaasvliegen, lieveheersbeestjes en vooral sluipwespen (waaronder bladluisparasieten met ook meerdere generaties per jaar) ervoor zorgen dat de bladluispopulaties toch worden bedwongen en opgeruimd.

2.3 Onderzoeksvragen

De hoofdvraag die beantwoord zal worden is:

1. Kunnen speciaal ingerichte en beheerde akkerranden en een verhoogde groene dooradering met deze randen op bedrijfsniveau bijdragen aan het onderdrukken van plaaginsecten en helpen om opbrengstverliezen te verminderen?

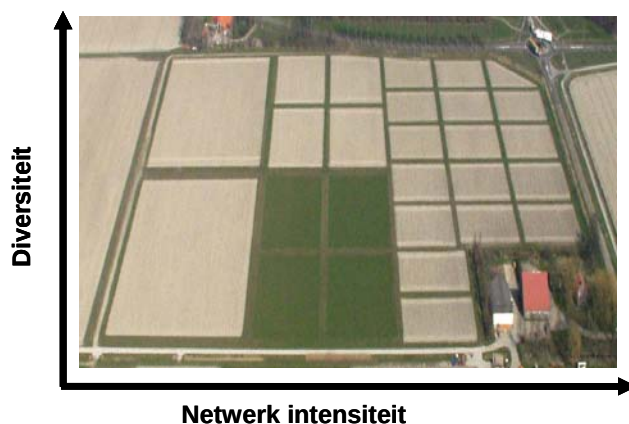
Daaronder zijn twee belangrijke deelvragen te stellen:

2. Welke samenstelling (biodiversiteit) en welk beheer zouden deze akkerranden moeten hebben om zoveel mogelijk natuurlijke vijanden op het bedrijf te krijgen?

Om optimaal te profiteren van een toegenomen aantal natuurlijke vijanden moeten deze het hele perceel kunnen bereiken. Een tweede subvraag is dan ook:

3. Wat is de optimale perceelsgrootte, ofwel: hoe ver mogen akkerranden uit elkaar liggen om nog een goede onderdrukking van plagen te bereiken?

De manier waarop deze deelvragen in het Biodivers project worden onderzocht, toont Figuur 2.1



Figuur 2.1 De manier waarop twee hoofdvragen van het Biodivers onderzoek zijn vormgegeven. In Oost-west richting wordt de perceelsgrootte kleiner, en van Zuid naar Noord wordt de soortenrijkdom van de randen groter. Dit resulteert in een gradient van linksonder naar rechtsboven waarin de heterogeniteit van het systeem toeneemt.

De drie hoofdvragen zijn verder uitgewerkt in deelvragen en experimenten, onder anderen gericht op het toetsen van de werkhypothesen. Dat zijn bijvoorbeeld:

- Overwinteren er meer roofvijanden in akkerranden dan in de kale akker?
- Overwinteren er meer roofvijanden in ongemaaide, soortenrijke randen dan in kortgemaaide grasranden?
- Trekken rovers in de lente daadwerkelijk de akker in? Hoe snel, over welke afstanden?
- Vreten de bodembewonende rovers in de lente significante hoeveelheden plagen op?
- Leidt dit later in het seizoen tot merkbaar lagere plaagdichtheden in de gewassen?
- Blijven die plaagdichtheden beneden de schadedrempel van de verschillende gewassen?
- Is er een relatie tussen mate van plaagonderdrukking en de afstand tot de akkerrand?
- Zijn er verschillen tussen gewasbelagers, b.v. waar wel of geen merkbare onderdrukking optreedt of waar zelfs sprake van stimulering zou kunnen zijn?
- Etcetera.

3 Materiaal en methoden

3.1 Locatie en bedrijfsgegevens

Het Biodivers onderzoek wordt uitgevoerd op het PPO onderzoeksbedrijf OBS te Nagele. Sinds de ontginning van de Noordoostpolder is het OBS proefbedrijf geweest. Eerst van het toenmalige Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (IB), met een opdeling in drie proefbedrijven met verschillend organisch stofbeheer. Vanaf 1979 werd het omgedoopt in het proefbedrijf Ontwikkeling Bedrijfs-Systemen (OBS) onder beheer van het PAGV en werden een biologisch, gangbaar en geïntegreerd bedrijfssysteem onderling vergeleken. Opzet en resultaten van dit onderzoek zijn o.a. beschreven in Vereijken (1992) en PAGV (1992). In 1991 werd de opzet opnieuw gewijzigd, en werd het gangbare bedrijf vervangen door een experimenteel geïntegreerd bedrijf voor risicodragend onderzoek. Wijnands & Dekking (2002) geven een samenvattend overzicht van het onderzoek dat tussen 1991 en 2001 op het OBS heeft plaatsgevonden.

In 2000 werd het geïntegreerde demonstratiebedrijf omgeschakeld naar twee biologische bedrijfssystemen: Biodivers en Biointensief. Biointensief is een akkerbouw-vollegrondsgroentebedrijf als een prototype voor een middelgroot intensief bedrijf op klei. Het Biodivers systeem werd specifiek opgezet en ingericht om het onderzoek naar functionele biodiversiteit vorm te geven. Het Biointensief systeem is naast onderzoeksbedrijf voor het BSO onderzoek ook gelijktijdig het referentie-systeem (controle) voor Biodivers geweest. In 2004 stopte de het BSO deelonderzoek op Biointensief, en gingen beide bedrijfssystemen als één geheel verder voor het Biodivers onderzoek.



Figuur 3.1 Het OBS proefbedrijf bij Nagele, met rechts boven het midden het door akkerranden in vakken gedeelde Biodivers deelsysteem, en daaronder het Biointensief referentiesysteem (februari 2003).

Het proefbedrijf OBS is gevestigd te Nagele en omvat 72 hectare. Hierbinnen liggen de deelsystemen Biodivers en Biointensief van elk ruim 10 ha. De grond is zware zavel (32% afslibbaar, 19% lutum, met een pH van 7,5 en een organisch stof gehalte van rond de 2,5%, een Pw van 21 en een K-getal van 23. Op het bedrijf is al vanaf 1992 een actief agrarisch natuurbeheer gevoerd. Tussen 1992 en 1995 zijn enkele slootkanten (niet in het Biodivers en Biointensief systeem) ingezaaid met inheems kruiden- en bloemensoorten. In 1995 werden over het gehele bedrijf akkerranden aangelegd van 1,5 m breed, in 1998 zijn die verbreed naar 4,5 m. In 1998 zijn de taluds van een aantal sloten afgegraven en verflauwd, en in 1999 werden op het bedrijf twee poelen aangelegd. Vanaf 1995 worden alle akkerranden en slootkanten niet bemest en tweemaal per jaar gemaaid, waarbij het maaisel wordt afgevoerd.

3.2 Percelen en dimensies

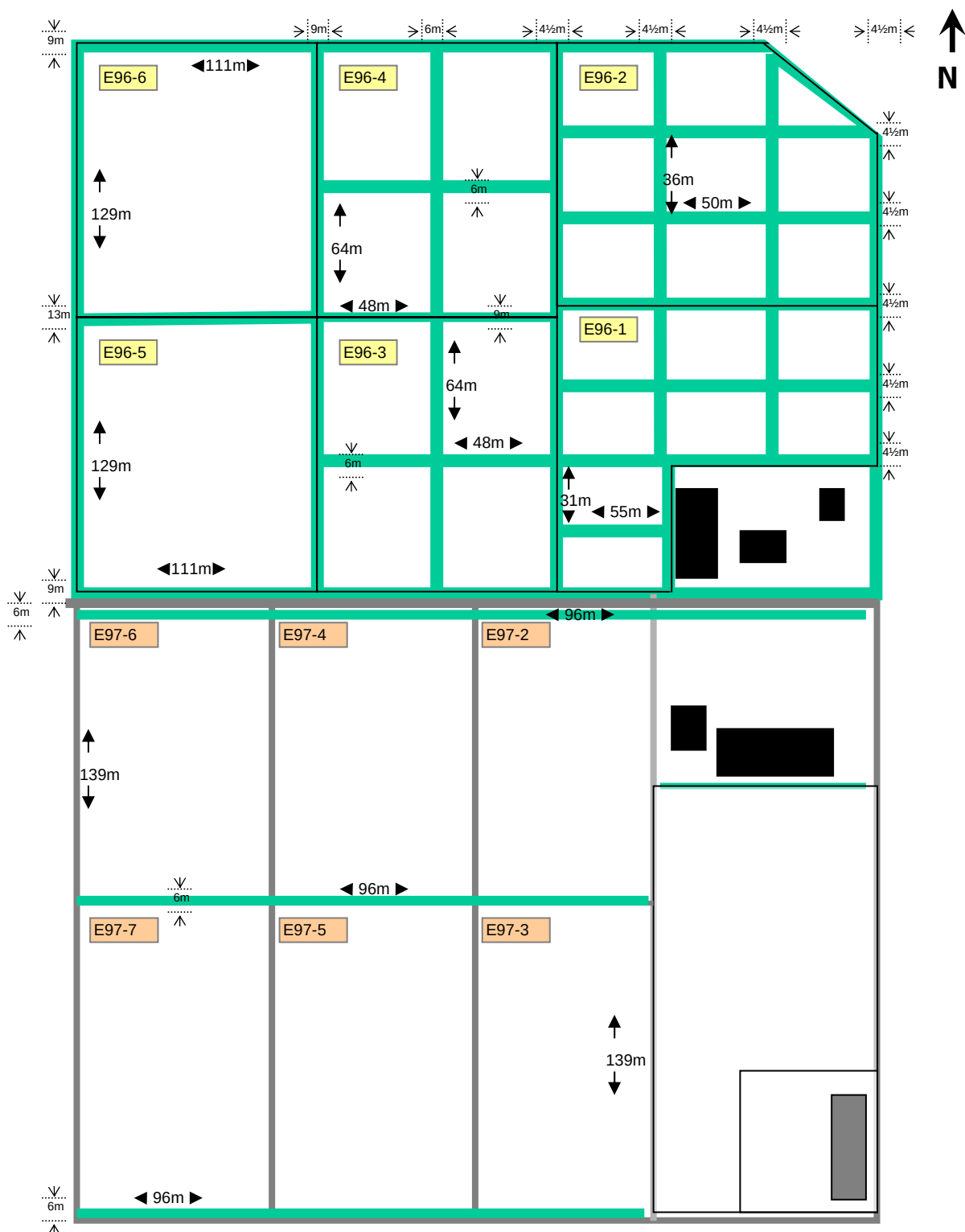
Beide deelsystemen zijn ongeveer 10 ha groot en verdeeld in 6 percelen van ruim 1,4 ha elk. In het Biointensief systeem (percelen E97-2 t/m 7) zijn alle 6 percelen gelijk. Er liggen 3 grasranden in het Biointensief systeem: één bovenlangs, één onderlangs en één dwarsover (zie Figuur 3.2). Deze grasranden vormen 5% van het oppervlakte.

Het Biodivers systeem (percelen E96-1 t/m 6) heeft licht afwijkende maten t.o.v. van het Biointensief systeem. Hier zijn alle 6 percelen omgeven door akkerranden, en deels ook door middel van akkerranden opgedeeld in kleinere eenheden. Er zijn 2 grote percelen van elk 1,3 ha (E96-5 en 6), vergelijkbaar met de percelen op Biointensief. Twee volgende percelen (E96-3 en 4) zijn door extra randen in vier kleinere stukken verdeeld van elk 0,3 ha. En de laatste twee percelen (E96-1 en 2) zijn door randen opgedeeld in 8 veldjes van elk 1,8 ha. Vanwege de ligging van het erf is er een geringe variatie in de afmetingen van deze kleinste veldjes (zie Figuur 3.2). De breedte van de akkerranden varieert rondom de verschillende percelen, en is zodanig gekozen dat de ratio tussen perceelsoppervlak en oppervlak van de omringende akkerrand steeds gelijk blijft (zie ook paragraaf 3.4). De akkerranden in het Biodivers systeem beslaan 21% van het totale oppervlakte.

3.3 Gewassen

Er is vanaf het begin gekozen voor een 6-jarige biologische vruchtwisseling met 50% maai- en 50% rooivruchten, waar mogelijk aangevuld met groenbemesters. Tot en met 2003 werd op het Biointensief systeem ook (deel)onderzoek van het bedrijfssystemenonderzoek uitgevoerd. Bovendien moest er steeds met ketenorganisaties en verwerkers onderhandeld worden over de quota en afzet van de biologische producten. Daarom zijn er soms compromissen gesloten in de gewaskeuze. Door al deze oorzaken lukte het niet steeds om beide systemen volkomen identiek op te zetten (Tabel 3.1).

In de periode 2001-2003 werd het referentieperceel voor winterpeen daarom op het verderop gelegen BD bedrijf (kavel E98-3/4) gelegd. In 2001-2002 werd een dubbelteelt van ijsbergsla opgenomen (in contractteelt). Vanwege afzet- en onkruidproblemen is deze met ingang van 2003 vervangen door spinazie. Ook in 2001-2002 werd in het Biointensief systeem witte kool geteeld, terwijl de 'referentie'gewas in het Biointensief systeem spruitkool was. Met ingang van 2003 werd ook dit gelijkgeschakeld tot spruitkool. Pas vanaf 2004 is er werkelijk sprake van gelijkgeschakelde systemen (Tabel 3.1).



Figuur 3.2 Perceelsnummer, afmetingen van percelen en breedtes van akkerranden in het Biodivers systeem (bovenste helft) en het Biointensief controle systeem (onderste helft).

Tabel 3.1. Overzicht van de gewasrotatie op de percelen in Biodivers en Biointensief (2001-2005). Voor ligging van de percelen, zie figuur 3.2.

BIO-divers						
Perceel	2001	2002	2003	2004	2005	2006
E96-1	ijsbergsla	winterpeen	pootaard.	grasklaver	spruitkool	zomertarwe
E96-2	grasklaver	witte kool	zomertarwe	spinazie	winterpeen	pootaard.
E96-3	pootaard.	grasklaver	spruitkool	zomertarwe	spinazie	winterpeen
E96-4	zomertarwe	ijsbergsla	winterpeen	pootaard.	grasklaver	spruitkool
E96-5	witte kool	zomertarwe	spinazie	winterpeen	pootaard.	grasklaver
E96-6	winterpeen	pootaard.	grasklaver	spruitkool	zomertarwe	spinazie
BIO-intensief						
Perceel	2001	2002	2003	2004	2005	2006
E97-2	suikerbiet	erwt	zomertarwe	winterpeen	pootaard.	grasklaver
E97-3	ijsbergsla	pootaard.	grasklaver	spruitkool	zomertarwe	spinazie
E97-4	pootaard.	grasklaver	spruitkool	zomertarwe	spinazie	winterpeen
E97-5	zomertarwe	zomertarwe	spinazie	pootaard.	grasklaver	spruitkool
E97-6	haver	ijsbergsla	pootaard.	grasklaver	spruitkool	zomertarwe
E97-7	grasklaver	spruitkool	erwt	spinazie	winterpeen	pootaard.
E98-3/4	winterpeen	winterpeen	winterpeen			

3.4 Bemesting, groenbemesters en gewasbescherming

Tot aan 2000 is bemesting grotendeels gegeven door middel van vaste geitenmest en groenbemesters (zie Dekking, 2002). Na verhuizing van de naburige geitenhouderij is op andere wijzen mest gegeven. Met als voorbeeld 2003 ziet het gemiddelde bemestingsplan er als volgt uit (Tabel 3.2).

Tabel 3.2 Bemestingsplan (op hoofdlijnen) voor de gewassen in beide systemen

gewas	meststof	groenbemester erna
zomertarwe	runderdrijfmest (10 t/ha) voor inzaai tarwe (maart) onderdekvruucht witte klaver, inzaai (5 kg/ha) maart vaste runder(potstal)mest (30 t/ha) bij onderwerken klaver (sept) inzaai groenbemester (sept)	Voederwikke
ijsbergsla spinazie	vaste runder(potstal)mest (30 t/ha) voor inzaai groenbemester (sept jaar-1) runderdrijfmest (36 t/ha) voor planten sla of zaaien spinazie (maart) verenmeel gestrooid (1,5 t/ha) bij spinazie (april) vaste runder(potstal)mest (10 t/ha) bij onderwerken gewasresten (aug) inzaai groenbemester (aug)	Bladrammenas / Ital. Raaigras
winterpeen	geen bemesting, gebruikt groenbemester van vorig seizoen (hierboven)	
pootaardappel	bedrijfseigen compost (12 t/ha) (juni jaar-1) vaste runder(potstal)mest (10 t/ha) (juni jaar-1) runderdrijfmest (2 x 15 t/ha) voor en na poten aardappel (april) inzaai groenbemester na oogst (sept)	grasklaver
grasklaver	vaste rundermest (15 t/ha) bij onderwerken grasklaver (sept)	= grasklaver
spruitkool	vaste rundermest (15 t/ha) bij onderwerken groenbemester (sept jaar-1) rundveegier (42 m3 /ha) (november jaar-1) runderdrijfmest (20 t/ha) voor inplant kool (maart)	

In het biologische OBS-bedrijfssysteem nemen groenbemesters een belangrijke plaats in, omdat zij stikstof uit de lucht kunnen binden, als vanggewas om stikstof vast te leggen die door het gewas niet is benut, als bijdrage aan het organisch stof gehalte van de bodem, en als bodembedekkers ter verbetering van de structuur en het bodemleven.

Bij tarwe wordt witte klaver ondergezaaid als groenbemester voor de ijsbergsla/spinazie in het jaar erna. Bij zowel de ijsbergsla als de spinazie is in de meeste jaren de voorgenomen dubbelteelt niet doorgezet (vanwege onkruid- of slakkendruk of afzetproblemen). In die gevallen is na de eerste teelt bladrammenas of Italiaans raaigras ingezaaid als groenbemester voor winterpeen daarna. Het grasklavermengsel wordt na de aardappeloogst ingezaaid, staat dan één teeltseizoen en fungeert daarna als groenbemester voor de spruitkool in het teeltseizoen erna.

Gewasbescherming is grotendeels gebaseerd op hygiëne en preventie. Tegen schimmelziekten en insectenplagen worden in het Biodivers en Biointensief systeem geen preparaten ingezet. In winterpeen is wortelvlieg een probleem; door pas na de 1^e vlucht te zaaien wordt geprobeerd de schade te beperken. Bij aardappel is Phytophthora een probleem; een goede rassenkeuze van vroegrijpe rassen met een goede knolresistentie is vereist. Pleksgewijs branden is een laatste redmiddel bij een uitbraak. In de ijsbergsla en spinazie vormen slakken een serieus probleem (afkeurnisico partijen). In spruitkool vormen koolmotje (in piekjaren) en melige koolluis serieuze problemen. De laatste jaren lijken slakken in aantal en belang toe te nemen. Het lijkt erop dat de grasklaverweide en de permanente akkerranden de slakkenpopulaties in de winter bevorderen. Vanwege de toenemende slakkenschade in het Biodivers systeem zijn in 2003 proeven gestart met lokale toepassing van Nemaslug (slakkenparasitaire aaltjes) en Ferramol in spruitkool. In 2004 zijn die proeven herhaald, en in 2005 is besloten om in de spruitkoolpercelen 2 volveldse behandelingen met Ferramol (50 kg/ha) uit te voeren, uitgezonderd enkele proefplotjes waar Nemaslug werd getest.

Onkruidbestrijding is een hoge prioriteit in de biologische teelt. De groenbemesters en grasklaver in het bouwplan zijn mede bedoeld ter onderdrukking van (wortel)onkruiden. Bij aardappel en zomertarwe wordt zonodig geëgd. Aanaarden gebeurt bij aardappel en winterpeen. Bij zomertarwe en peen wordt zonodig geschoffeld. Toch is met name in de peen nog veel handarbeid nodig voor wieden (gemiddeld ruim 150 uur/ha). Akkermelkdistel is één van de hardnekkige probleemonkruiden. In het Biodivers systeem zijn met name de laatste ploegvoren langs de akkerranden plekken waar voordurend opslag plaatsvindt. In de akkerranden zelf is akkermelkdistel alleen lokaal massaal aanwezig geweest nadat er vakken waren gefreesd en opnieuw ingezaaid in 2003.

3.5 Akkerranden en kopakkers

3.5.1 Aanleg en samenstelling

Het Biodivers systeem is aangelegd in het vroege voorjaar van 2000. Toen zijn ook de akkerranden ingezaaid. Hier zijn alle 6 percelen omgeven door akkerranden, en deels ook door middel van akkerranden opgedeeld in kleinere eenheden. De breedte van de akkerranden varieert rondom de verschillende percelen, en is zodanig gekozen dat de ratio tussen perceelsoppervlak en oppervlak van de omringende akkerrand steeds gelijk blijft. Ligging en breedtes van de verschillende randen zijn weergegeven in Figuur 3.2. De akkerranden in het Biodivers systeem beslaan 21% van het totale oppervlakte.

In het Biointensief systeem liggen 3 grasranden in Oost – West richting: één bovenlangs, één onderlangs en één dwarsover (zie Figuur 3.2). Deze grasranden van elk 6 m breed vormen samen 5% van het oppervlakte.

Bij aanleg van de akkerranden zijn 2 typen grasmengsels gebruikt met elk een eigen doelstelling. Het mengsel met Roodzwenkgras is traag groeiend en zou mede daardoor relatief gemakkelijk gekoloniseerd kunnen worden door bloeiende kruiden. Doel is een ontwikkeling naar bloemrijk grasland. Het Rietzwenkgras-mengsel bevat veel meer pollenvormende grassen. Het is bekend dat bodemfauna (loopkevers en spinnen) een voorkeur heeft voor dit type vegetaties als overwinteringsbiotoop. Doel is dus

een goede schuilplaats te bieden aan bodembewonende natuurlijke vijanden, om van hieruit in het voorjaar de akker in te trekken. De samenstelling van beide mengsels is gegeven in Tabel 3.4

Tabel 3.4 Samenstelling en doel van de 2 typen grasmengsels waarmee de akkerranden zijn ingezaaid.

Roodzwenkgras-type		Rietzwenkgras-type	
Engels Raaigras – <i>Lolium perenne</i>	25%	Rietzwenkgras - <i>Festuca arundinacea</i>	16%
Roodzwenkgras– <i>Festuca rubra</i>	70%	Beemdlangbloem – <i>Festuca pratensis</i>	16%
Hardzwenkgras – <i>Festuca ovina subsp cinerea</i>	5%	Kropaar – <i>Dactylus glomeratus</i>	8%
		Veldbeemdgras – <i>Poa pratensis</i>	8%
Witte klaver – <i>Trifolium repens</i> *	??%	Timotheegrass – <i>Phleum pratense</i>	12%
		Engels Raaigras – <i>Lolium perenne</i>	40%
Beschrijving: vooral langzaam groeiend Roodzwenkgras, veel gebruikt voor bermen		Beschrijving: mengsel met vooral pollenvormende grassen	
Doel: ontwikkeling van bloemrijk grasland		Doel: bevorderen bodemgebonden natuurlijke vijanden van plaaginsecten	
Verwachte ontwikkeling: lage productie, open grasmat, gemakkelijke vestiging bloeiende kruidensoorten		Verwachte ontwikkeling: pollenvormende grassens leveren geschikte overwinteringsplekken voor spinnen en loopkevers e.d.	

* Hoewel niet door de leverancier vermeld, zijn er duidelijke aanwijzingen dat het Roodzwenkgrasmengsel ook zaad van witte klaver bevatte (zie paragraaf 4.5)

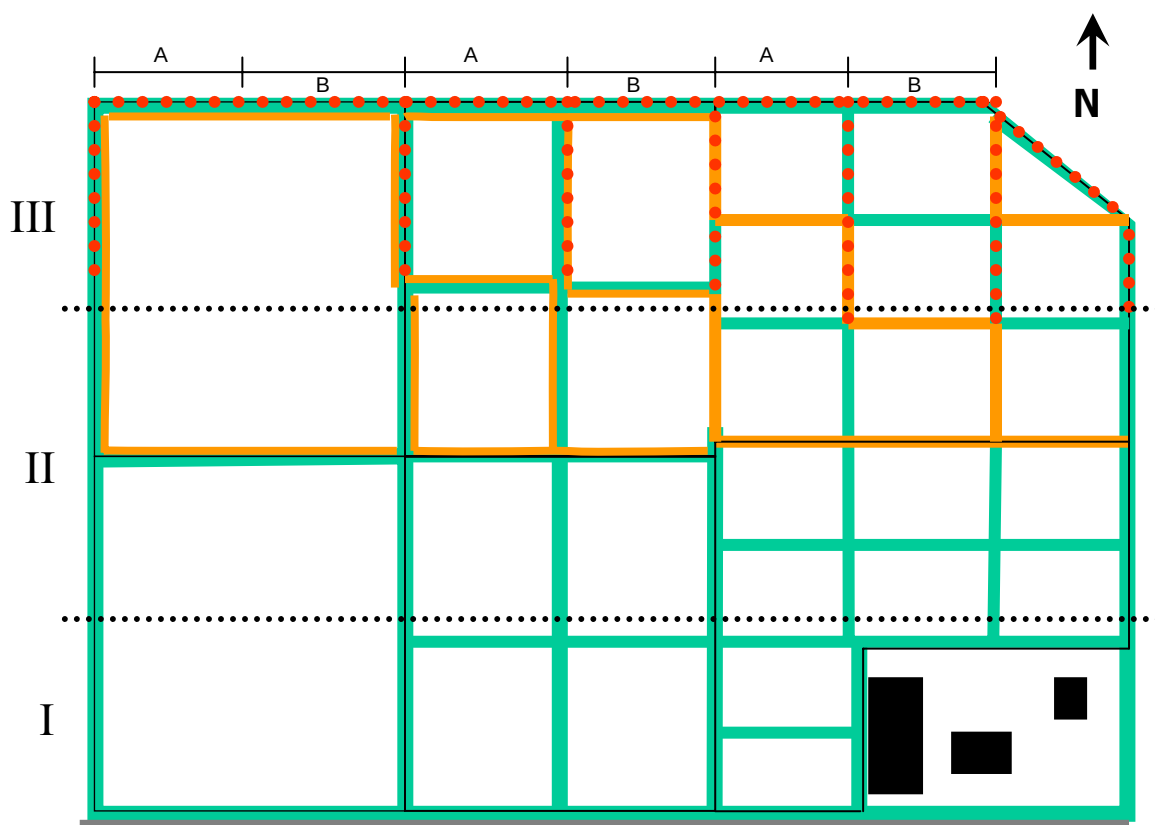
In het noordelijke deel van het Biodivers systeem is bovendien een bloemenmengsel meegezaaid met ongeveer 30 bloeiende kruiden (zie onderstaand kader voor de samenstelling)

Samenstelling Margrietmengsel II van de Firma Biodivers B.V. (<http://www.biodivers.nl>)

> 40% kruiden:

Beemdkroon, Bitterkruid, Cichorei, Gele morgenster, Geoorde zuring, Gewone rolklaver, Gewoon duizendblad, Gewoon reukgras, Gewoon struisgras, Glad walstro, Glanshaver, Goudhaver, Groot streepzaad, Grote bevernel, Grote ratelaar, Hopklaver, Karwijvarkenskervel, Kleine klaver, Kleine leeuwentand, Knolboterbloem, Knoopkruid, Kraailook, Margriet, Muskuskaasjeskruid, Oosterse morgenster, Pastinaak, Rode klaver, Rood zwenkgras, Ruige weegbree, Scherpe boterbloem, Smalle weegbree, Veldlathyrus, Viltig kruiskruid, Vogelwikke, Wilde peen, Zachte dravik.

De akkerranden zijn in voorjaar 2000 ingezaaid. Een plattegrond met de ligging van de verschillende typen randen is weergegeven in Figuur 3.3.



Figuur 3.3 Ligging van de verschillende typen ingezaaide akkerranden. Betekenis van kleuren en symbolen: Groene randen: Rietzwenktype ingezaaid. Oranje randen: Roodzwenktype ingezaaid. Rode onderbroken lijnen: in grasmengsels tevens het Margrietten II bloemenmengsel meegezaaid. Vakken A en B langs Noordrand en de drie horizontale delen van het systeem I, II en III: verschillende maairegimes, zie toelichting in tekst (3.5.2).

Van het meegezaaide Margriettenmengsel zijn betrekkelijk weinig bloemen- en kruidensoorten opgekomen en aangeslagen. In mei 2002 is daarom een nieuwe poging gedaan, door in het Noordelijk deel van het systeem (de rode onderbroken lijnen in Figuur 3.3) in de bestaande randen in totaal 18 vakken van 3 x 50 m te frezen en opnieuw in te zaaien met het Margrietten II mengsel. Helaas heeft ook die poging niet tot opvallend veel meer bloeiende kruiden geleid.

Van meet af aan is afgesproken dat de akkerranden bij bewerkingen zo min mogelijk bereiden zouden worden. Maar helaas is het berijden niet altijd te voorkomen, en zeker in de periode van oogsten onvermijdelijk. Bij een aantal gewassen met forse opbrengsten (witte kool) en oogst later in het jaar (bij natte omstandigheden: peen en spruiten) heeft het afvoeren van de oogst enkele malen tot grote schade aan de akkerranden geleid. De meest noordelijke rand is daardoor in het voorjaar van 2001 en 2002 gedeeltelijk opnieuw ingezaaid.

Ter verbetering van het aanbod van bloemen is in 2002 langs de binnenzijde van de meest noordelijke akkerrand een 3 m brede strook ingezaaid met een eenjarig bloemenmengsel (25% Voederwikke, 15% Perzische Klaver, 8% Phacelia, 4% Lupine, en 48% Engels raaigras). Deze rand kan bij de oogst als kopakker en afvoerpad worden gebruikt, zodat de permanente Noordelijke akkerrand gespaard blijft. In 2003 – 2005 is een dergelijke éénjarige bloemenrand voortaan toegepast bij de Noord- en Zuid- kopakkers van de rooivuchten (aardappel, peen) en bij spruitkool

Ook het Biointensief systeem heeft drie grasranden, die in Oost - West richting bovenlangs, onderlangs en middendoor het Biointensief systeem zijn gelegen (Figuur 3.2). Deze akkerranden zijn 6 m breed en ingezaaid met het Rietzwenkgrasmengsel.

3.5.2 Maaibeheer

Voor de akkerranden en slootkanten op het OBS proefbedrijf is in het kader van het agrarisch natuurbeheer sinds 1995 een verschrallingsbeheer van kracht. Dit betekent dat akkerranden en sloottaluds 2 x per seizoen, eind juni en half september, worden gemaaid, en dat het maaisel wordt afgevoerd. Maaisel wordt op het eigen bedrijf gecomposteerd. In 2004 werd besloten dat de productie van de akkerranden zodanig was teruggelopen (door niet te bemesten en door het verschrallen), dat kon worden overgestapt op een regiem van nog maar 1x per seizoen maaien in eind juli.

In het Biodivers systeem worden 3 verschillende maairegiems gehanteerd. Deze zijn in Figuur 3.3 aangeduid door de zones I, II en III (van Zuid naar Noord) en in Tabel 3.5 samengevat.

De meest zuidelijke kwart van het Biodivers systeem (zone I) kent een zogenaamd gazonbeheer. Dit houdt in dat tijdens het groeiseizoen van mei tot eind september elke 2-3 weken wordt gemaaid en dat het korte maaisel blijft liggen. Het doel is een korte vegetatie met weinig winterdekking voor natuurlijke vijanden, soortenarm en met weinig bloei (alleen witte klaver zorgt voor redelijke bloei).

Het middenblok (regiem II) is een verschrallingsbeheer, waarin de randen 2 x per seizoen, eind juni en half september, worden gemaaid en het maaisel wordt afgevoerd. Met ingang van 2004 is overgestapt op een regiem van nog maar 1x per seizoen maaien in eind juli. Het doel is een redelijke winterdekking voor natuurlijke vijanden te bereiken, en in soortenrijkdom en bloemenaanbod een tussenliggende situatie te bereiken tussen de twee extreme regiems I en III.

Regiem III in het meest Noordelijke deel is een streven naar bloemrijk hooiland. Feitelijk is het maairegime gelijk aan regiem II, met uitzondering van de meest Noordelijk akkerrand van het systeem. Hierin zijn blokken (A en B in Figuur 3.3) uitgezet die beurtelings bij de verschillende maaibeurten worden overgeslagen. Deze overstaande blokken moeten zorgen voor het behoud van bloemen bij de zomermaaibeurt, en dienen tevens om in de winter extra dekking en schuilplaatsen voor roofvijanden te bieden.

Tabel 3.5 De drie verschillende maairegiems voor het Biodivers systeem. De randen in het Biointensief systeem worden volgens regiem II beheerd. Zie Figuur 3.3 voor ligging van de maairegiems.

Maairegime*	Beschrijving	Maaisel afvoeren?	Doel
I	Gazonbeheer. In periode mei-september elke 2-3 weken kort maaien	nee	Weinig dekking, weinig bloei, soortenarm
II	Verschralling 2000-2003: Tweemaal per seizoen (eind juni en half september) maaien 2004-2005: Eenmaal maaien, eind juni	ja	Redelijke winterdekking Intermediair in soorten-rijkdom en bloei
III	Bloemrijk hooiland 2000-2003: Tweemaal per seizoen (eind juni en half september) maaien. In Noordrand in juni A blokken* ongemaaid laten staan, in september de B blokken* laten staan 2004-2005: Eenmaal maaien, eind juni. In even jaar A blokken* en in oneven jaar B blokken* ongemaaid laten	ja	Voldoende winterdekking en schuilplaatsen. Hoge soortenrijkdom en ruimschoots aanbod van bloemen

* Voor ligging van regiems en blokken, zie Fig. 3.3.

De drie akkerranden in het Biointensief systeem worden volgens het regiem II verschrallings-beheer gemaaid.

3.6 Monitoring

Een uitgebreid systeem van monitoring is opgezet om de verschillende onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden. Ruwweg 0,4 fte per jaar wordt besteed aan het vangen en sorteren van de aanwezige bodemfauna in het systeem en nog eens 0,1 fte voor de gevleugelde fauna. Naar schatting 0,3 fte wordt besteed aan de tellingen van plagen in het gewas en nog eens 0,3 fte aan deelexperimenten en overige waarnemingen. In de oorspronkelijk projectopzet is een aanvraag gedaan voor ondersteuning van het

onderzoek met twee vierjarige Aio's (promovendi). Helaas is die aanvraag niet gehonoreerd. Er wordt in verhouding tot de schaal van het systeem en de vele relevante vragen, lang niet zoveel gemeten en onderzocht dan we zouden willen en nu kunnen waarmaken.

De belangrijkste zaken die gemonitord worden en in de volgende paragrafen worden besproken zijn:

- De bodemfauna in beide systemen m.b.v. potvallen
- De vliegende fauna in beide systemen m.b.v. gele vangbakken
- Plagen in de gewaasen, d.m.v. gerichte tellingen in het gewas
- Gewasopbrengsten en kwaliteit
- De vegetatieontwikkeling in de akkerranden

3.6.1 Bodemfauna

3.6.1.1 Potvaltechniek

De aanwezige bodemfauna wordt geïnventariseerd met behulp van potvallen (Eng.: 'pitfall traps'). Deze techniek is wijd en zijd veelgebruikt, en er is een enorme hoeveelheid literatuur over het gebruik en de interpretatie van potvallen voor onderzoek van de bodembewonende fauna (zie Turin, 2000, voor meer literatuur). Belangrijk is om voor ogen te houden dat potvallen selectief vangen, en dat de vangsten een resultante zijn van dichtheden, activiteit en selectiviteit. Men spreekt bij de vangsten dan ook wel van 'activiteitsdichtheid'. Kritische beschouwingen over de interpretatie zijn ook te vinden in Topping & Sunderland (1992), Halsall & Wratten (1988) en Baars (1979).

De in ons onderzoek gebruikte potvallen bestaan uit een plastic pot (doorsnede 9,5 cm, hoogte 13,5 cm) die in de grond wordt ingegraven als een houder voor de feitelijke vangpot. De vangpot is eenzelfde pot, waarvan aan de bovenzijde drie vlakken zijn weggesneden, zodat een pot van 9,5 cm diepte met 3 opstaande pootjes ontstaat. Deze vangpot past in de houder en wordt zó ingegraven dat houder en vangpot met hun bovenzijde precies gelijkvallen met het grondoppervlakte (Figuur 3.4). Een goede aansluiting van de bodem op de rand van de pot is essentieel voor een goede vangst.

Boven de pot komt een plexiglas afdak (20 x 20 cm) om inregen te voorkomen en om predatie van de vangst door eksters, kraaien en mezen tegen te gaan. Dit afdak is bevestigd op een ijzeren pin die naast de pot in de bodem wordt gestoken, en rust daarbij tevens op de drie pootjes van de vangpot. Voor het verwisselen van de vangpot kan dit afdak opzij gedraaid worden. Een potval wordt gevuld met ongeveer 200 ml 4% formaldehyde oplossing, die bij droogte zonodig wordt aangevuld en bij grote vervuiling wordt vernieuwd.

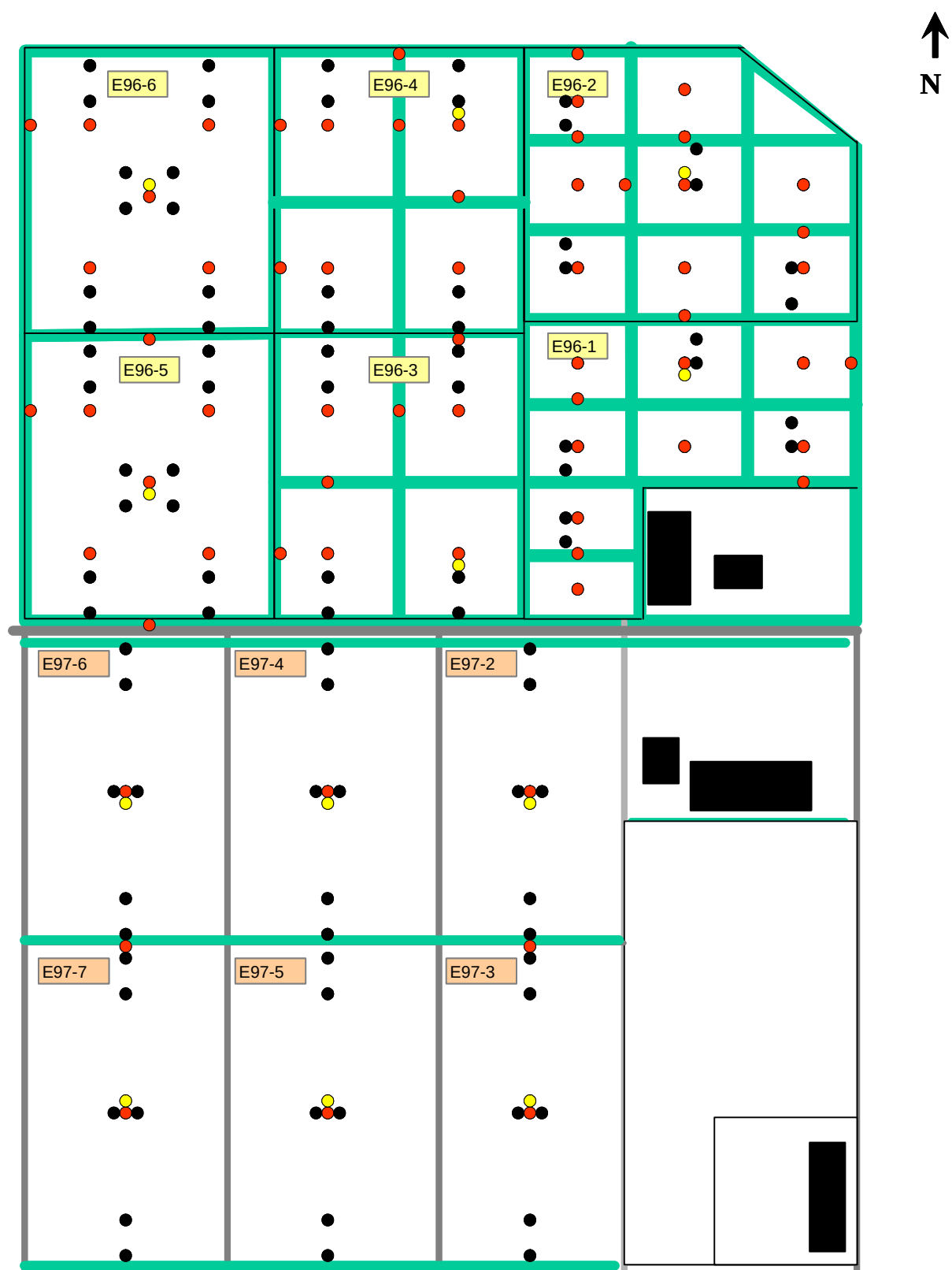


Figuur 3.4 Links: een potval voor de vangst van bodembewonende fauna.

Rechts: bovenaanzicht potval met vangst. Toelichting in tekst.

Elke monsterlocatie voor bodemfauna bestaat uit een serie van 3 zulke potvallen, die op een onderlinge afstand van 1,5 m binnen één gewasrij staan. Monsters van één locatie en één periode bestaan dus uit de

gecombineerde vangst van 3 potvallen.



Figuur 3.5 Locaties van de potvallen (in rood), gele vangbakken (in geel) en van de plotjes voor tellingen van plagen in het gewas (in zwart) in beide systemen.

In totaal staan er 64 series potvallen in de twee systemen. In elke (deel)plot staat een serie potvallen in het centrum (Figuur 3.5). In de twee grootste percelen in het Biodivers systeem staat ook in het centrum van elk kwart van het perceel ook een serie potvallen. Daarnaast zijn in de verschillende akkerranden (grasmengsels, maairegiems en plotgrootte) in het systeem potvallen geplaatst (Fig. 3.5).

3.6.1.2 Seizoensverloop

Het seizoen voor potvalvangsten loopt van week 22 (eind mei) tot en met week 38 (eind september). Daar waar grondbewerkingen (schoffelen, aanaarden), oogstactiviteiten of maaien (van akkerranden en grasklaver) moeten plaatsvinden, worden de potvallen vooraf verwijderd en zo spoedig mogelijk weer teruggeplaatst. Dit levert kortere vangstperioden op, waarvoor in de analyse wordt gecorrigeerd met een omrekeningsfactor voor uitgevallen vangdagen. Wanneer uitval door omstandigheden langer dan de helft van de observatieperiode was (dus meer dan 1 week), is de vangst niet meegenomen in de analyses (missing value). In een aantal gevallen zijn zware regenbuien ervoor verantwoordelijk geweest dat potvallen zijn overstroomd en dat vangsten verloren zijn gegaan. Dat zijn ook 'missing values' in de dataset. In 2001 hebben er méér potvallen in het systeem gestaan, maar die hoeveelheid bleek niet te verwerken en deze extra vallen zijn verder genegeerd. Met ingang van 2002 is een beperkter set geplaatst (Figuur 3.5).

Potvallen worden elke 14 dagen geleege en per locatie (3 potten) in een genummerde verzamelpot opgeslagen in 70% ethanol bij 5°C. Vangsten worden in het najaar en wintermaanden in het lab gesorteerd en geteld in een reeks functionele groepen, meestal op orde- of familieniveau (Tabel 3.6). De gebruikte indeling in roofvijanden, planteneters, afvalers en restgroepen is grof generaliserend. Maar er is geen capaciteit en budget beschikbaar voor determinatie op soortsniveau en daarmee een meer gedetailleerde indeling op basis van de biologie van soorten. Alle gesorteerde vangsten worden geëtiketteerd bewaard op 70% ethanol bij 5°C in het donker.

Tabel 3.6. Indeling van de potvalvangsten in verschillende functionele groepen.

roofvijanden	planteneters	afvalers	restgroepen
Loopkevers	Overige kevers	Kortschildkevers <4mm	Larven (overig)
Spinners	Slakken	Pissebedden	Regenwormen
Kortschildkevers >4mm	Emelten	Miljoenpoten	Mieren (klassen 1-4)
Larven loopkevers	Rupsen		Muizen
Duizendpoten	Wantsen		Kikkers
Larven lieveheersbeestje	Sprinkhanen		Padden
Larven gaasvliegen			
Hooiwagens			
Oorwormen			

3.6.1.3 Winterbemonstering

Eén van de onderzoeksvragen is of de bodemfauna daadwerkelijk overwintert in akkerranden, en daar beter overleeft dan in de akker. Hiervoor wordt apart deelonderzoek uitgevoerd. Eerst is geprobeerd om tijdens de wintermaanden grondmonsters te steken uit de bovenste 15 cm van de bodem (plus vegetatie) en deze monsters in het laboratorium uit te pluizen om de aanwezige bodemfauna te extraheren en te tellen. Zonder veel succes. Daarna zijn grondmonsters te drogen gehangen om de daarin aanwezige fauna in trechters te vangen. Ook zijn monsters met zoutoplossingen gespoeld. Geen van deze methodes gaf veel opbrengst van bodemdieren, en kost een aanzienlijke hoeveelheid arbeid. In het vroege voorjaar van 2004 en 2005 is daarom gekozen voor het vangen van de bodemfauna die na de winterrust weer actief wordt. Hiertoe worden eind februari stukken akkerrand en akker van 2 m² in gesloten door plastic borderranden, en afgedekt met fijnmazig koolvliegengaas (Figuur 3.6). Binnen deze arena's worden 3 potvallen geplaatst om de uit winterrust ontwakende bodemfauna te vangen. Potvallen worden elke 14 dagen geleege, en vangsten lopen van week 12 (half maart) tot en met week 20 (half mei). Vangsten representeren de netto aantallen overlevende bodemdieren die op dit oppervlakte hebben overwinterd.



Figuur 3.6 Afgesloten arena's waarin met potvallen de bodemfauna wordt gevangen die na de winterrust weer actief wordt. Dergelijke arena's staan in verschillende typen akkerrand en in kale akkers in het systeem.

De vangsten van de winterbemonsteringen worden op dezelfde manier verwerkt en gesorteerd en opgeslagen als de potvalvangsten voor de seizoenstellingen van de bodemfauna.

3.6.2 Gevleugelde fauna

Grote aantallen gevleugelde insecten bereiken vliegend en/of meegevoerd met de wind het Biodivers en Biointensief systeem. Dat geldt zowel voor plagen zoals b.v. bladluizen, die in de lente van hun winterwaard naar het zomerwaard migreren, als voor natuurlijke vijanden als zweefvliegen en sluipwespen, die b.v. buiten het systeem in houtige begroeiingen hebben overwinterd. Voor het monitoren van deze vliegende fauna zijn gele vangbakken een geschikt middel.

In 2001 t/m 2003 bestonden de vangbakken (Johnson, 1967) uit zinken schalen van 40 x 28 x 5 cm (lxbxh), van binnen geel geverfd en gevuld met ongeveer 2 liter water met een zeer kleine hoeveelheid zeep om de oppervlaktespanning te breken (Figuur 3.7 links).



Figuur 3.7 Links: een gele vangbak voor de vangst van gevleugelde fauna, gebruikt in 2001-2003. Midden: Gele vangbak zoals met ingang van 2004 in gebruik. Rechts detail van de inhoud, met gevangen zweefvliegen, hommels en parasitaire Hymenoptera.

Vangsten in deze periode waren zeer mager. De ondiepe bakken hadden als nadeel dat de inhoud opdroogde (en verwaaide) bij warm en droog weer, en overliepen bij zware buien. Hierdoor zijn veel vangstgegevens verloren gegaan. Met ingang van 2004 is overgestapt op een nieuw type gele vangbakken (zie Figuur 3.7 midden), bestaande uit gele plastic kratten van 53 x 33 x 20 cm (lxbxh), gevuld met ongeveer 10-15 liter water met een beetje zeep, waaraan natriumbenzoaat (2,5 g/l) als conserveringsmiddel is toegevoegd. Dit type vangbak met een groter volume droogt veel minder snel uit en stroomt ook minder snel over. Bovendien bleken de vangsten met dit type bak aanmerkelijk hoger dan de voorgaande jaren.

In het centrum van de grote percelen in Biodivers en Biointensief is één gele vangbak geplaatst. In de percelen van Biodivers die in kleine plotten zijn verdeeld, staat steeds één vangbak per perceel in het centrum van één van de deelplotjes (zie Figuur 3.5). Vangbakken staan zodanig opgesteld dat de bovenkant zoveel mogelijk gelijk staat met het oppervlakte van het gewas. Gedurende het seizoen worden de vangbakken daartoe op een stapel kratjes steeds hoger geplaatst. Het seizoen voor vangsten met vangbakken loopt gelijk met de potvallen, van week 22 (eind mei) tot en met week 38 (eind september). In de periode 2001-2003 zijn zware regenbuien en perioden van grote droogte ervoor verantwoordelijk geweest dat soms vangsten verloren zijn gegaan (zgn. 'missing values' in de dataset).

De gele vangbakken worden elke week geleegd, maar alleen de vangsten van de oneven weken worden bewaard en in een genummerde verzamelpot opgeslagen in 70% ethanol bij 5°C. Vangsten van de even weken worden weggegooid. Vangsten worden in het najaar en wintermaanden in het lab gesorteerd en geteld in een reeks functionele groepen, meestal op orde- of familieniveau (Tabel 3.7). De gebruikte indeling in roofvijanden, planteneters en restgroepen is grof generaliserend. Alle gesorteerde vangsten worden geëtiketteerd bewaard op 70% ethanol bij 5°C in het donker.

Tabel 3.7. Indeling van de vangsten uit gele vangbakken in verschillende functionele groepen.

roofvijanden	planteneters	restgroepen
Sluipwespen	Bladluizen	Afvaletende zweefvliegen
Dansvliegen	Wantsen	Kortschildkevers <4mm
Bladluisetende zweefvliegen	Cicaden	Bijen en hommels
Kortschildkevers >4 mm	Nachtvlinders	Dagvlinders
Lieveheersbeestjes	Koolwitjes (vlinders)	Mieren (ge vleugeld)
Langpootvliegen		
Weekschildkevers		
Gaasvliegen		

3.6.3 Plagen

Veel energie en capaciteit wordt in dit project besteed aan het in beeld brengen van de aanwezige natuurlijke vijanden in de verschillende deelsystemen, en de factoren die daarvoor bepalend zijn. Maar voor de agrarische praktijk is het uiteindelijke effect van al die roofvijanden op de verschillende plaaginsecten het doorslaggevend criterium voor succes of falen. Gaandeweg 2001 bleek dat er onvoldoende middelen waren voor een goede bemonstering van plagen in de gewassen. Met steun van Kees Booij (Plant Research International) is het gelukt daarvoor financiële middelen te vinden binnen het LNV programma 397-IV (Gewasbescherming, Beheersstrategieën) in het project 'Randbeplantingen en hun invloed op plagen en natuurlijke vijanden'. In 2005 werd bovendien binnen Kennisbasis Thema 4 Duurzame Landbouw budget vrijgemaakt voor verdiepend onderzoek naar de ruimtelijke verspreiding van plagen en hun antagonisten gedurende het seizoen.

3.6.3.1 Per gewas

Er is bij de start gekozen om in het project de aandacht te focussen op een beperkte groep sleutelplagen in de gewassen (Tabel 3.8).

Tabel 3.8 De belangrijkste sleutelplagen waar de bemonsteringen in de gewassen op zijn gericht

Gewas	Sleutelplagen	Belangrijkste soorten	
Aardappelen	Bladluizen	aardappeltopluis (<i>Macrosiphum euphorbiae</i>) vuilboomluis (<i>Aphis frangulae</i>) wegedoornluis (<i>Aphis nasturtii</i>)	groene perzikbladluis (<i>Myzys persicae</i>) katoenluis (<i>Aphis gossypii</i>)
Kool	Rupsen Melige koolluis Koolvlieg Koolgalmug Slakken	koolmotje (<i>Plutella xylostella</i>) groot koolwitje (<i>Pieris Brassicae</i>) klein koolwitje (<i>Pieris rapae</i>) kooluil (<i>Mamestra brassicae</i>) koolvlieg (<i>Delia brassicae</i>) koolgalmug (<i>Contarinia nasturtii</i>)	melige koolluis (<i>Brevicoryne brassicae</i>) tripsen (diverse soorten). akkeraridslak (<i>Deroceras reticulatum</i>) grijske wegslak (<i>Arion circumscriptus</i>) boswegslak (<i>Arion silvaticus</i>)
Winterpeen	Wortelvlieg	wortelvlieg (<i>Psila rosae</i>) zevenbladluis (<i>Cavariella aegopidii</i>)	
Zomertarwe	Bladluizen Graanhaantje	grote graanluis (<i>Sitobion avenae</i>) roosgrasluis (<i>Metopolophium dirhodum</i>) vogelkersluis (<i>Rhopalosiphum padi</i>)	graanhaantje (<i>Lema cyanella</i>)
Spinazie	Bladluizen Slakken	akkeraridslak (<i>Deroceras reticulatum</i>) grijske wegslak (<i>Arion circumscriptus</i>) boswegslak (<i>Arion silvaticus</i>)	bladluizen, diverse soorten
Grasklaver	Slakken en emelten (in het volggewas)	akkeraridslak (<i>Deroceras reticulatum</i>) grijske wegslak (<i>Arion circumscriptus</i>) boswegslak (<i>Arion silvaticus</i>)	emelten (<i>Tipula paludosa</i> en <i>T. oleracea</i>)

De bemonstering van plagen gebeurt door middel van (meestal) twee tellingen per seizoen in het gewas. Het moment van waarnemen wordt zodanig gekozen dat er voldoende kans is om plaagpopulaties aan te treffen in het gewas, op tijdstippen die van belang zijn voor de kwaliteit van het te oogsten product. Afhankelijk van het gewas en gangbare dichtheden van plagen, is per gewas een geschikte bemonsteringsgrootte en eenheid gekozen (zie Tabel 3.9).

Tabel 3.9 De gewassen en sleutelplagen die bemonsterd worden, de monstergrootte en eenheid en de perioden waarin geteld wordt.

Gewas	Sleutelplagen	Monstergrootte en eenheid	Telperioden*
Aardappelen	Bladluizen	per locatie 50 stengels (2 per plant) inspecteren	week 25 en week 28
Kool	Rupsen Melige koolluis e.a. Koolvlieg & -galmug	per locatie 30 planten, van elke plant de bovenste 20 bladeren inspecteren	week 30 en week 37
Winterpeen	Wortelvlieg	slakkenmatjes, 1 op elke locatie oogstanalyse, per locatie 30 penen inspecteren op schade	week 39 week 40
Zomertarwe	Bladluizen Graanhaantje	per locatie 100 halmen van onder tot boven inspecteren	week 22, week 25
Spinazie	Bladluizen Slakken	geen systematische bemonsteringen uitgevoerd	
Grasklaver	Slakken en Emelten (in het volggewas spruitkool)	geen systematische bemonsteringen uitgevoerd	

* Afhankelijk van seizoensinvloeden en gewasvariëteit kan de telperiode van jaar tot jaar iets variëren.

Door de wisselingen van ijsbergsla en spinazie in de periode 2001-2003 en door regelmatige misoogsten en onkruidproblemen in deze gewassen is besloten de schaarse middelen voor plaagbemonstering niet in deze gewassen in te zetten. Hetzelfde geldt voor het rotatiegewas grasklaver. In grasklaver komen geen plagen van betekenis voor, maar de restpopulaties van slakken, emelten en ritnaalden kunnen wel degelijk

een probleem vormen voor het volggewas (in ons geval: spruitkool).

Bij de observaties worden alle waargenomen plaaginsecten en natuurlijke vijanden per monstereenheid genoteerd, de meeste soorten in getelde aantallen, maar sommigen (zoals bladluiskolonies) in aan- of afwezigheid, en soms ook de waarneembare beschadigingen (b.v. schaafvraat van graanhaantjes). Hoewel tellingen per gewas op meerdere deelplotjes worden herhaald (zie Figuur 3.5) zijn dat statistisch gezien pseudo-herhalingen. Voor de statistische analyse zullen de jaren als herhalingen gaan gelden.

3.6.3.2 Afstand tot rand

Alle tellingen van plagen in het gewas gebeuren in kleine plotjes op 2 en 15 m uit de rand van het gewas. Bij de grootste percelen wordt bovendien midden in het gewas, op 50 m afstand van de rand geteld (zie Figuur 3.5). De achterliggende gedachte is dat op deze manier de invloed van roofvijanden vanuit de randen kan worden geëvalueerd.

3.6.3.3 Deelonderzoek predatiecapaciteit

Eén van de werkhypothese van het Biodivers project (zie paragraaf 2.2) is dat natuurlijke vijanden in de lente vanuit de akkerrand het gewas in trekken en daar de allereerste kolonies van bladluizen en de eerste rupsen in het gewas opvreten. Bij plagen met meerdere generaties per jaar, zoals bladluizen, die exponentieel kunnen groeien, zorgt het doden van de eerste stammoeders en kolonies tot een langdurig uitstel van de populatiegroei. Echter, dit proces vindt plaats bij zeer lage dichtheden in het voorjaar. Om bij die lage dichtheden verschillen tussen plotjes aan te kunnen tonen, zouden extreem grote aantallen planten moeten worden afgezocht, en de capaciteit daarvoor is niet beschikbaar. Daarom is in 2003 en 2004 een proefopzet met 'exclusietechniek' gekozen.

Hiertoe worden kleine stukjes akkerrand en gewas ingesloten door een ring van pvc, 40 cm in doorsnede en 20 cm hoog. Deze ring wordt enkele cm in de grond ingegraven, en aangenomen wordt dat de meeste bodemdieren niet of nauwelijks tegen de wand kunnen opklimmen. Binnen deze ring wordt een potval geplaatst, en gedurende 14 dagen worden de binnen de ring aanwezige bodemdieren (inclusief predatoren) weggevangen (figuur 3.8).



*Figuur 3.8
Deelonderzoek predatiecapaciteit. Een PVC ring (doorsnede 40 cm) wordt ingegraven, met daarbinnen een potval. Rovers binnen de ring worden gedurende 14 dagen weggevangen. Zie tekst voor uitleg*

Na 14 dagen wordt een pot met gerstzaailingen en daarop een kweek van Vogelkersluis (*Rhopalosiphum padi*) binnen de ring ingegraven, en eenzelfde pot buiten vlak naast de ring. Deze potten bevatten een ½ of ¼ matje van het Aphibank kweekstelsel van Koppert B.V. (www.koppert.nl) waarop 500 – 1000 vogelkersluizen aanwezig zijn. Bij het uitzetten van de potten met luis worden ook enkele potten meteen in het lab geteld, om het aantal uitgezette luizen per pot te schatten. Na een week worden de aantallen overlevende bladluizen op beide potten geteld. De predatieproeven zijn uitgevoerd in 2003 in akkerranden langs tarwe en in de tarwe op 2 m en 15 m uit de rand. In 2004 werden de matjes voor de uit te zetten luizen in stukken verdeeld, zodat er minder telwerk per ring nodig was. Bovendien werd in 2004 ook 50 m in de grote percelen gemeten.

3.6.4 Gewas opbrengsten en kwaliteit

Het onderzoek heeft van zichzelf geen productiedoelstellingen; die zijn echter wel geformuleerd in het voormalige bedrijfssystemenonderzoek dat op Nagele werd gedaan (zie paragraaf 1.1 Achtergronden). Er zijn dus wel streefwaarden voor de gewassen, en er is in de periode 2001 – 2003 ook gemonitord op opbrengst kwantiteit en kwaliteit. In de keuze van gewassen en rassen, en bij het oogsten en sorteren van producten speelt de vraag en afzet in de markt steeds een grote rol. Waar nodig zijn proefoogsten gedaan om de opbrengst in kwantiteit en kwaliteit te bepalen, overige gegevens komen uit de bedrijfsregistratie van sorteringen en afzet.

3.6.5 Vegetaties randen

In paragraaf 3.5 is de aanleg en het beheer van de randen beschreven. Op het OBS heeft vegetatiemonitoring plaatsgevonden in vaste transecten in slootkanten en op akkerranden, als onderdeel van het agrarisch natuurbeheer op proefbedrijven (PPO project 530055). Echter, er zijn tot nu toe geen vegetatieopnames gemaakt in de verschillende (zich ontwikkelende) randen van het Biodivers systeem. Het ligt in de bedoeling om in 2006 wel een uitgebreide vegetatiebeschrijving te maken voor de verschillende typen randen en maairegiems in Biodivers en Biointensief.

3.7 Communicatie

In het project is een beknopt communicatieplan opgesteld. Sinds 2002 worden er verschillende activiteiten ondernomen om het onderzoek in Nagele bekendheid te geven en om deelresultaten bekend te maken. Een handicap daarbij is, dat veel resultaten nog voorlopig moeten zijn, omdat een echte analyse met weging van verschillende variabelen (jaareffecten, weersinvloeden, perceelgrootte, etc) pas na het veldseizoen van 2006 kan worden uitgevoerd. Om die reden wordt nu nog in beperkte mate gepubliceerd in vakbladen en wetenschappelijke artikelen; dat zal na de analyse in 2007 wel een hoge prioriteit krijgen.

Toch worden nu al met regelmaat, meestal op uitnodiging, excursies voor groepen op het proefbedrijf te Nagele gegeven, en worden lezingen gegeven voor onderzoekers in andere projecten, voor ondernemers uit praktijknetwerken (BIOM, Telen met Toekomst, Natuur breed, FAB, etc.) en voor beleidsmakers. In 2005 is een grote inspanning geleverd om door middel van een Open Dag, met excursies, lezingen, een informatiemarkt en de uitgave van een themanummer “Functionele Agro Biodiversiteit” breed bekendheid te geven aan het onderzoek en de tussentijdse resultaten.

4 Resultaten

Zoals in het voorwoord is aangegeven, is dit rapport een tussenrapportage. Door de schaal van dit onderzoek, 6 gewassen op 2 x 10 hectare, is het niet mogelijk om het onderzoek in herhalingen aan te leggen. Daarom dienen in dit experiment jaren als herhalingen te worden opgevat. Door de 6-jarige gewasrotatie en de start van waarnemingen in 2001, zal de dataset dus pas in 2006 compleet gemaakt kunnen worden, en is een echte, statistische analyse pas mogelijk als ook de velddata van 2006 zijn verwerkt. Daarom worden vooral voorbeelden gegeven van onderzoeksvragen die we verkennen. De gepresenteerde data en voorbeelden geven aanwijzingen voor mogelijke effecten, die de moeite waard zijn om met behulp van de volledige dataset te onderzoeken. Dit rapport behandelt slechts de data van 2001-2004 met een deel van de tot nu toe verwerkte data van 2005. De analyses en conclusies zijn voorlopig, omdat de echte analyse pas in 2007 zal plaatsvinden.

In de presentatie van resultaten is de nadruk zwaar op de resultaten van de potvalvangsten van de bodemfauna komen te liggen. Dat heeft twee oorzaken. De vangsten van vliegende fauna met behulp van gele vangbakken zijn in de periode 2001-2003 zeer beperkt geweest; pas met het gebruik van een nieuw type gele vangbak werden redelijke aantallen parasieten en predatoren gevangen. Daarnaast is het erg lastig gebleken om significant meer bloemen in de Noordrand van het Biodivers systeem te verkrijgen. Er is dus in het systeem slechts een beperkte gradiënt in de beschikbaarheid van bloemen (voor nectar en stuifmeel). Daarom is een mogelijke invloed van bloemenrijkdom op de aanwezigheid van sluipwespen, zweefvliegen en gaasvliegen zeer moeilijk aantoonbaar. Data van de gele vangbakken zullen in de eindanalyse van 2007 alsnog bekeken worden.

Resultaten van de plaagbemonsteringen zijn beperkt, omdat de beschikbare capaciteit slechts één of twee tellingen per seizoen per gewas toeliet. Voor een goede interpretatie van de onderdrukking van plagen zouden veel frequentere tellingen gewenst zijn.

4.1 Bodemfauna

4.1.1 Algemeen

Tot nu toe zijn de vangsten van 2001 – 2004 gesorteerd in functionele groepen en geteld; de data van 2005 worden ten tijde van dit schrijven verwerkt. In 4 jaar tijd werden bijna 400.000 bodemdieren gevangen. De verdeling van de vangsten over verschillende functionele groepen staat weergegeven in Tabel 4.1 en Figuur 4.1. Loopkevers zijn veruit de meest talrijke groep in de potvalvangsten.

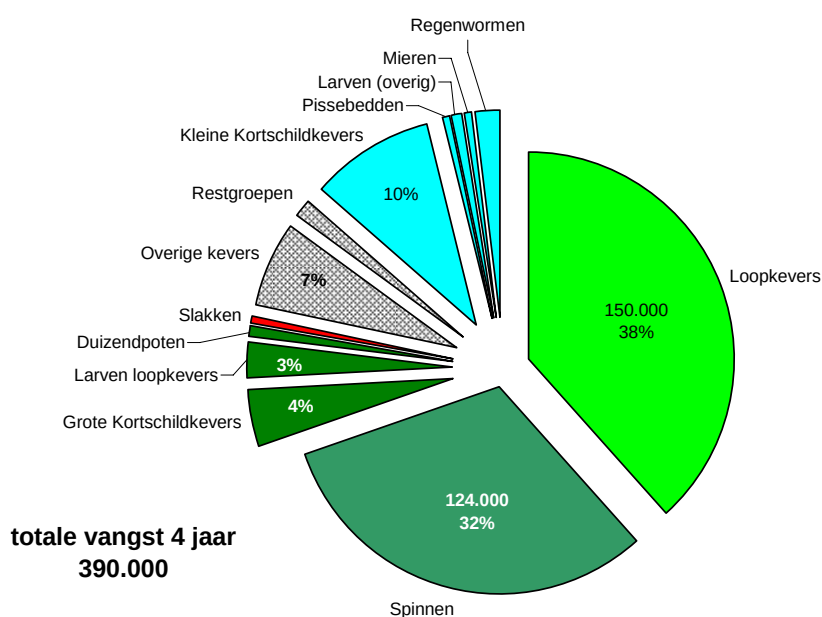
Potvallen zijn een selectieve bemonsteringsmethode; ze vangen vooral de dieren die actief rondlopen over de bodem. Trage dieren, kleine dieren, of dieren die vooral op planten leven, hebben een veel kleinere kans om in een potval terecht te komen. Het is dan ook niet vreemd dat loopkevers, spinnen, kortschildkevers en overige kevers samen meer dan 90% van de vangsten vormen. Ruim driekwart van de vangsten wordt gevormd door de polyfage predatoren loopkevers (en hun larven), spinnen, en grote kortschildkevers.

Het is verleidelijk nu al te willen kijken naar het effect van verschillende factoren op de vangsten in de potvallen. Worden er meer of minder loopkevers (spinnen, kortschildkevers, etc., etc...) gevangen in soortenrijke randen vergeleken met gazonranden? Zitten er in de percelen van Biodivers, *met* akkerranden, meer of minder loopkevers (spinnen, kortschildkevers, etc., etc...) dan in percelen met hetzelfde gewas in Biointensief (*zonder* akkerranden)?

Het is belangrijk voor ogen te houden dat er in dit experiment een groot aantal variabelen van invloed zijn, en dat we die variabelen maar zeer ten dele kunnen controleren. Een poging de belangrijkste invloeden op de potvalvangsten weer te geven, staat in Bijlage 1.

Tabel 4.1. Resultaten van vier jaar potvalvangsten (2001-2004), verdeeld in verschillende functionele groepen. Totaal van alle potten, ongeacht behandelingen en locatie.

roofvijanden	aantal gevangen	% van totaal	plantenetters	aantal gevangen	% van totaal
Loopkevers	149391	38.2	Overige kevers	25517	6.5
Spinnen	123553	31.6	Slakken	2895	0.7
Kortschildkevers >4mm	17003	4.3	Wantsen	1136	0.3
Larven loopkevers	10838	2.8	Sprinkhanen	930	0.2
Duizendpoten	2887	0.7	Rupsen	767	0.2
Larven lieveheersbeestje	862	0.2	Emelten	249	0.1
Larven gaasvliegen	472	0.1			
Hooiwagens	735	0.2			
Oorwormen	53	0.0			
afvalers	restgroepen				
Kortschildkevers <4mm	37408	9.6	Regenwormen	7849	2.0
Pissebedden	2872	0.7	Larven (overig)	2506	0.6
Miljoenpoten	820	0.2			



Figuur 4.1. Resultaten van vier jaar potvalvangsten (2001-2004), verdeeld in verschillende functionele groepen.

Wat uiteindelijk in de potvallen gevangen en geteld wordt, is de resultante van die veelvoud van factoren (zie Bijlage 1 voor een beknopt overzicht). Elke deelanalyse heeft als risico dat er ook naar een special combinatie van gecorreleerde factoren wordt gekeken. Vandaar dat de statistische analyse pas mogelijk is na een volledige cyclus van 6 jaar rotatie, waarin we zoveel mogelijk factoren proberen mee te nemen in het verklaringsmodel. Deze waarschuwing dient vooraf gegeven te worden en tot voorzichtigheid te manen bij de interpretatie van de hierna gegeven voorlopige resultaten.

4.1.2 Seizoensverloop

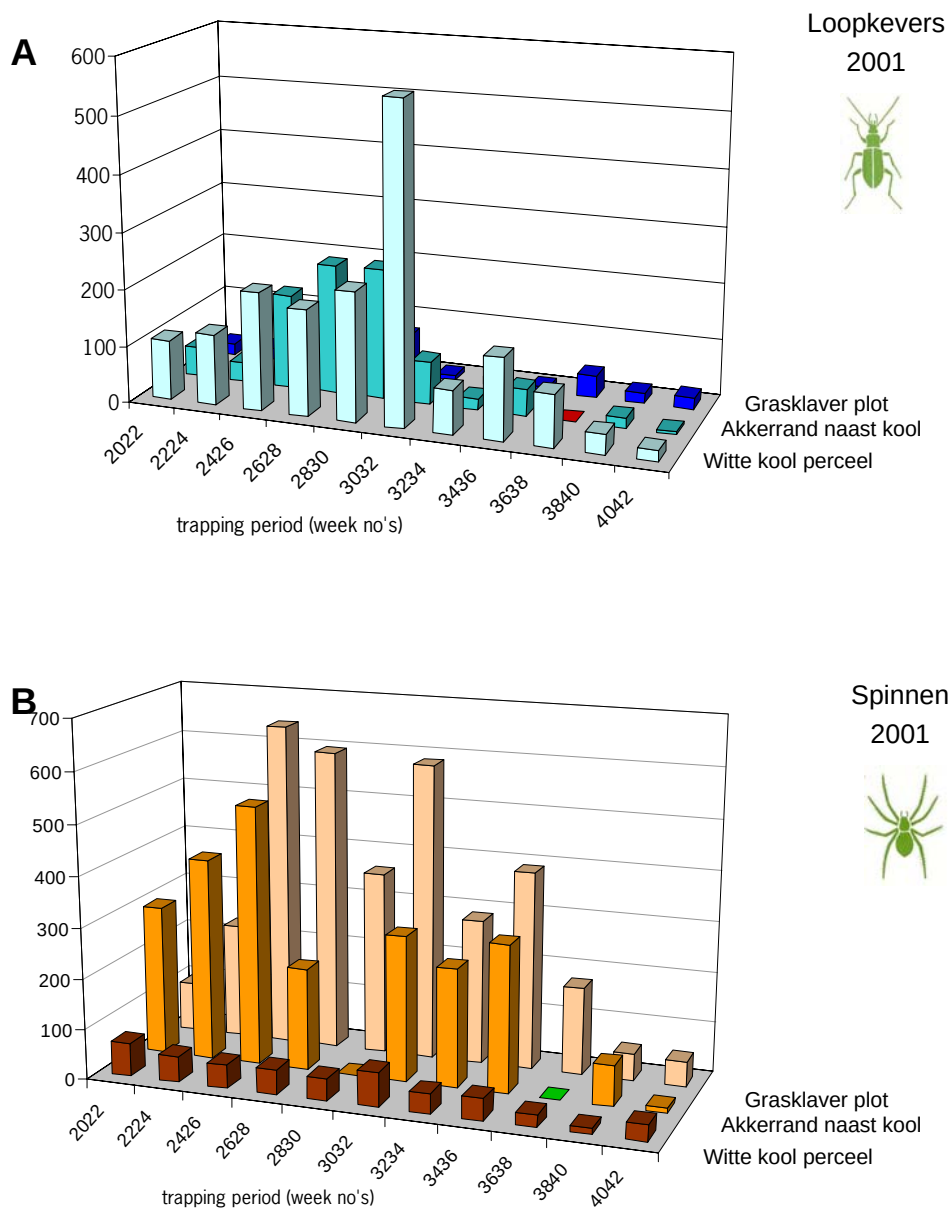
Eén van de manieren om te kijken naar de data is hoe vangsten (activiteits-dichtheden) variëren in de tijd. Als voorbeeld worden hier de vangsten van loopkevers en spinnen in 2001 op 3 specifieke locaties in het Biodivers systeem getoond (Figuur 4.3). De drie locaties betreffen a) een potval midden in het grote perceel met witte kool; b) een potval in een akkerrand grenzend aan hetzelfde perceel witte kool (met aan de andere kant een groot perceel zomertarwe); en c) een potval midden in een klein plotje grasklaver. Vangsten per 14 dagen zijn uitgezet in de tijd.

Het valt op dat er veel meer loopkevers worden gevangen in de witte kool dan in de akkerrand daarnaast, en daarin nog weer meer dan in het grasklaver plotje (Figuur 4.3 A). De hogere dichtheid van loopkevers in witte kool kan een resultaat zijn van het aanbod van voedsel (prooidieren, plaagdichtheid), of van een beter microklimaat, of van een gemakkelijker verplaatsing door een andere vegetatiestructuur, en/of andere factoren. Er is een duidelijke piek in de witte kool in week 30-32 (2^e helft juli), gevolgd door een snelle daling in de vangsten. Opgemerkt moet worden dat de vangsten van alle loopkeversoorten hier worden samengenomen. De grafiek is een optelsom van dichtheden en activiteiten van meerdere soorten, elk met hun eigen seizoensritme, pieken en activiteitspatronen.

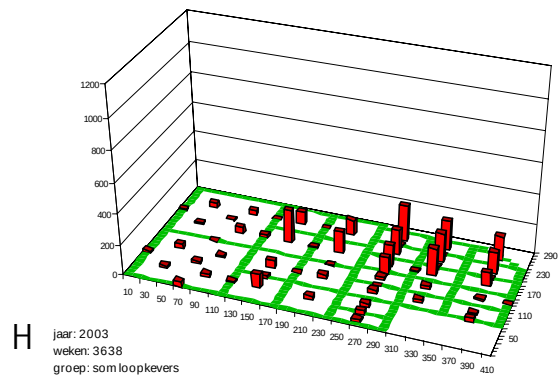
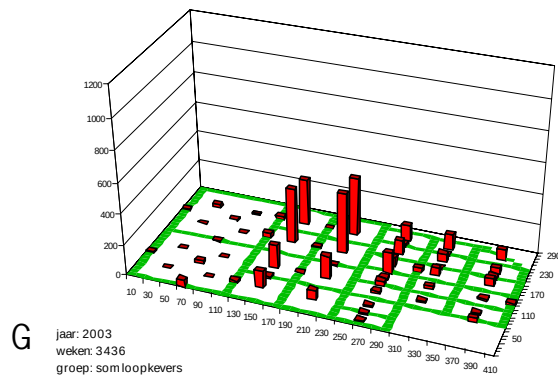
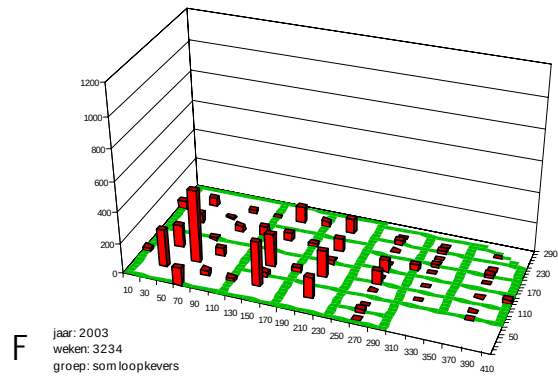
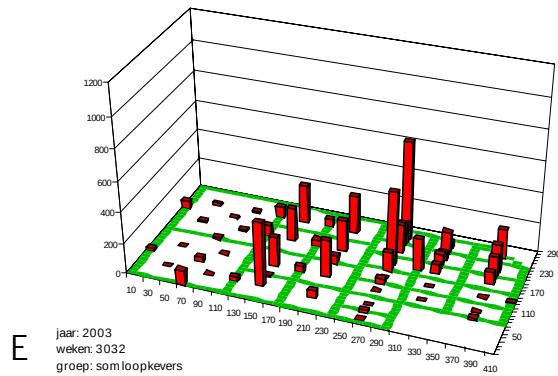
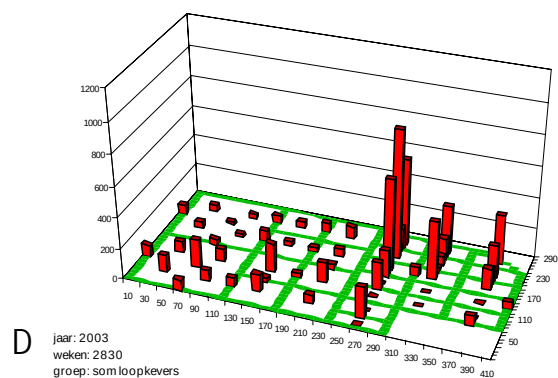
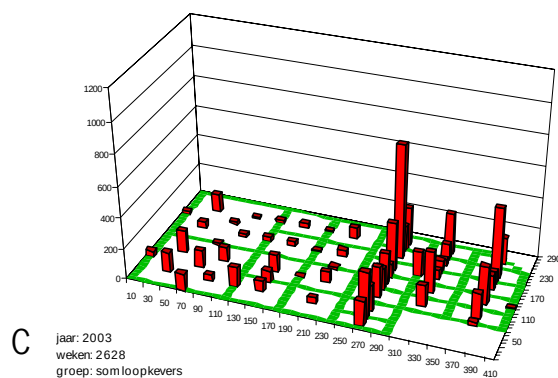
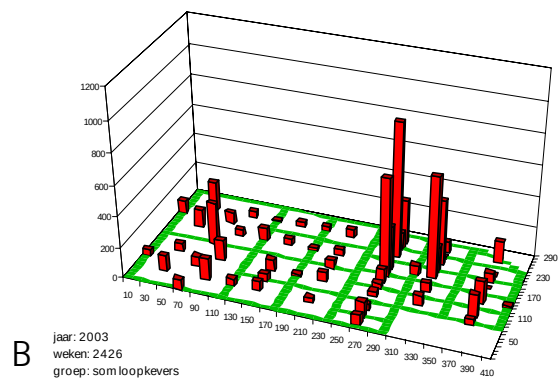
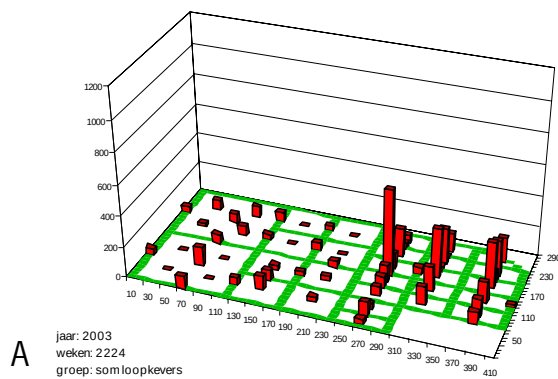
Op dezelfde drie locaties zijn ook de spinnen geteld (Figuur 4.3.B). Dan blijkt duidelijk dat spinnen in veel grotere aantallen worden gevangen in structuurrijke vegetaties zoals de akkerrand en de grasklaver, en veel minder in de witte kool. Bij de spinnen lijken er tenminste twee perioden met verhoogde activiteitsdichtheid te zijn: vroeger in het seizoen rond de weken 24-26 (midden juni) en nog een piek in week 30-32 (2^e helft juli).

Dit voorbeeld maakt duidelijk dat er complexe invloeden zijn van voedselaanbod, microklimaat, vegetatiestructuur, en samenstelling van de soortengroepen, die samen leiden tot een dynamisch geheel van fluctuerende activiteitsdichtheden van bodembewonende predatoren.

De positieve interpretatie van de waargenomen dynamiek is, dat de predatoren blijkbaar goed in staat zijn om te reageren op het geheel van invloeden, en binnen het systeem de voor hen op dat moment meest geschikte plekken weten te vinden. Darmee lijkt in elk geval een belangrijke randvoorwaarde te zijn vervuld om de positieve invloed van functionele biodiversiteit op plaagonderdrukking te kunnen aantonen: de in het systeem aanwezige predatoren lijken in aantallen te reageren op verschillen binnen het systeem. Of dat een resultaat is van actieve verplaatsing van individuen of van een verhoogde voortplanting op optimale plekken, of beiden, is op basis van deze data nog niet te zeggen.



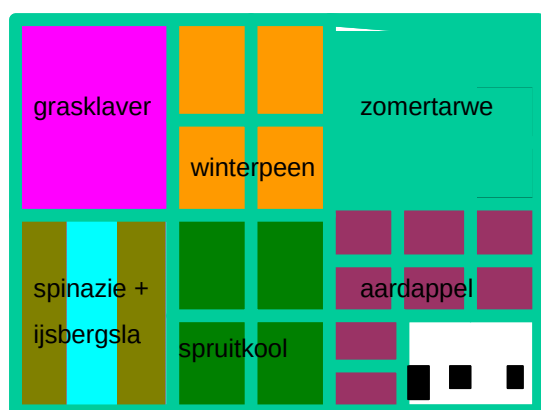
Figuur 4.3 Verloop van potvalvangsten in 2001 van week 20 (half mei) tot week 43 (half oktober) voor twee functionele groepen op drie vangstlocaties in het Biodivers systeem. De drie locaties zijn: het centrum van een groot perceel witte kool; een akkerrand direct naast hetzelfde perceel witte kool, en het centrum van een klein plotje grasklaver. A. aantal gevangen loopkevers per locatie per 14 dagen. B. aantal gevangen spinnen per locatie per 14 dagen.



Figuur 4.4 Vangsten van loopkevers in het Biodivers systeem in 2003 per 14 dagen per locatie, van eind mei tot half september (Fig. A t/m H, steeds 14 dagen). Activiteits-dichtheden fluctueren per periode en van plaats tot plaats afhankelijk van een groot aantal variabelen. Voor een toelichting, zie paragraaf 4.1.3

4.1.3 Effect van verschillende gewassen

Het gewas zal door zijn structuur, het microklimaat, de daarop levende populaties plagen en op andere wijze invloed hebben op het aantal predatoren dat zich daar ophoudt (Zie Bijlage 1). Al deze zaken veranderen gedurende het seizoen, en daarmee veranderen ook de condities voor de natuurlijke vijanden in het gewas. Een aanwijzing voor dergelijke effecten op een grotere schaal zijn af te leiden uit Figuur 4.4 A t/m H. In deze figuur zijn voor 2003 voor het hele Biodivers systeem de vangsten van loopkevers per potvallocatie per 14 dagen weergegeven. De gewassen op de verschillende percelen van het Biodivers systeem in 2003 staan hieronder schematisch weergegeven (Figuur 4.5)



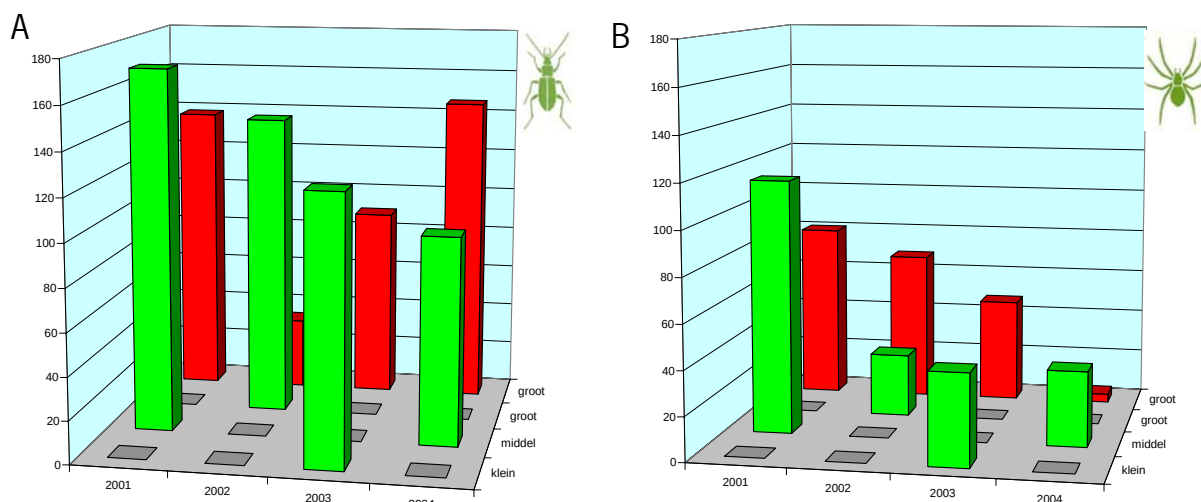
Figuur 4.5 Schematische ligging van verschillende gewassen in het Biodivers systeem in 2003. Als referentie voor de interpretatie van Figuur 4.4

Uit Figuur 4.4 vallen een aantal zaken op. In mei, bij aanvang van de tellingen (Fig. 4.4 A) worden de meeste loopkevers gevangen in de kleine zomertarwe- en aardappel-plotjes. In juni - juli, week 24 – 30 nemen de aantallen eerst in de grasklaver (Fig. 4.4 B) en dan ook in de spinazie / ijsbergsla toe (Fig. 4.4. C en D). In week 30-32 (eind juli - begin augustus) wordt de grasklaver gemaaid en worden de ijsbergsla en spinazie geoogst en de gewasresten ondergewerkt. Vangsten van loopkevers moeten dan onderbroken worden (Fig. 4.4 E). Op datzelfde moment nemen de loopkevervangsten in winterpeen en spruitkool toe (Fig. 4.4 E). In de loop van augustus worden de tarwe en aardappels geoogst, waardoor daar de vangsten van loopkevers moeten worden onderbroken en de populaties in die plotjes ernstig worden verstoord (Fig. 4.4 F). In de 2^e teelt spinazie nemen ondertussen de loopkevers weer toe. Maar eind augustus – begin september wordt de grasklaver nogmaals gemaaid en de 2^e snede spinazie geoogst, waardoor loopkevers in deze percelen wederom een sterke daling laten zien (Fig. 4.4. G). In peen lopen dan de dichtheden juist flink op. Intussen komt de witte klaver, als groenbemester onder de zomertarwe gezaaid, tot groei en zien we in de loop van september de loopkevers in de plotjes van de (reeds geoogste) zomertarwe weer toenemen (Fig. 4.4 H).

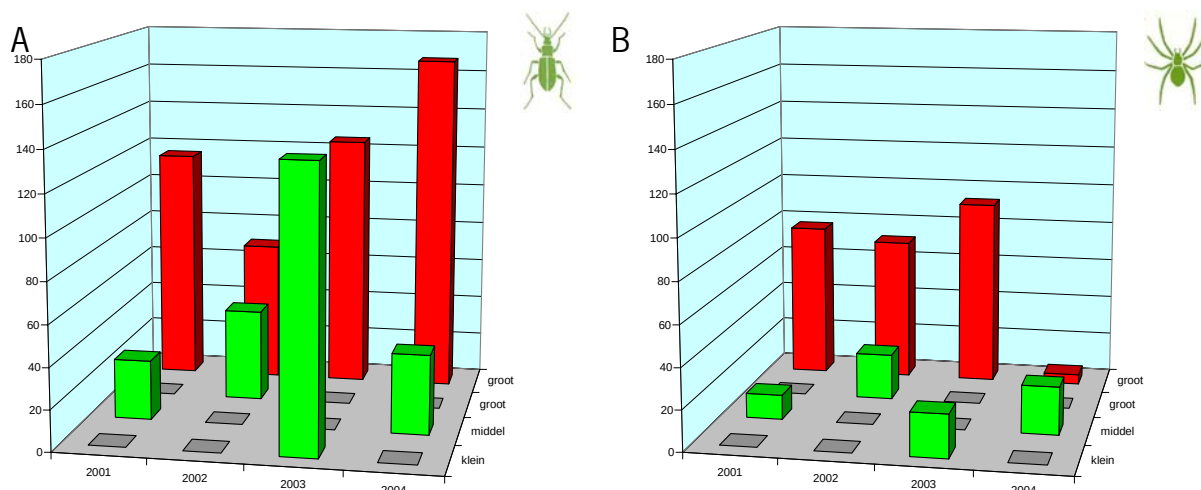
Kijken we iets afstandelijker naar de opeenvolgende Figuren 4.4 A t/m H, dan zou je die ook kunnen interpreteren als een “golf” van loopkevers die in het voorjaar in de rechterbovenhoek start, zich dan langzaam tot eind juli naar linksonder in het systeem verplaatst, om vervolgens weer terug te trekken en weer te eindigen rechtsboven in het systeem in september. Of een dergelijke massale verplaatsing ook werkelijk plaatsvindt, kan alleen bewezen worden door grootschalige merk- en-terugvang experimenten te doen. Zou een dergelijke verplaatsing daadwerkelijk optreden, dan zouden loopkevers in principe in staat moeten zijn om te reageren op lokale veranderingen in dichtheden van prooien (plagen!), en dus op die manier een numerieke response kunnen vertonen op de lokale plaagdichtheid. Vanuit het oogpunt van natuurlijke plaagonderdrukking is een dergelijke reactie, en bij voorkeur een samenscholen op plekken waar veel plagen aanwezig zijn, een zeer gewenste eigenschap. Het is hier te vroeg om de conclusie te kunnen trekken dat een dergelijke response ook echt optreedt, maar de gevonden verschuivingen in activiteitsdichtheden zijn in elk geval hoopgevend.

4.1.4 Effect van perceelsgrootte

Eén van de onderzoeksvragen is hoever perceelsranden uit elkaar mogen liggen (of hoe breed akkers maximaal mogen zijn) om ervoor te zorgen dat natuurlijke vijanden ook het midden van het perceel nog kunnen bereiken om ook daar de plagen te onderdrukken. Een echt antwoord komt uit de analyse van de volledige dataset na 6 jaar. Maar een verkenning van de huidige waarnemingen is al wel mogelijk.



Figuur 4.6 Vergelijking van de vangsten in zomertarwe van A. loopkevers en B. spinnen, in de verschillende jaren (x-as) en perceelsgrootte (z-as) in het Biodivers systeem (groene kolommen), in vergelijking met de vangsten in de grote controlepercelen van het Biointensief systeem (rode kolommen). Gemiddeld gevangen aantal dieren per 14 dagen per locatie.



Figuur 4.7 Vergelijking van de vangsten in poot aardappel van A. loopkevers en B. spinnen, in de verschillende jaren (x-as) en perceelsgrootte (z-as) in het Biodivers systeem (groene kolommen), in vergelijking met de vangsten in de grote controlepercelen van het Biointensief systeem (rode kolommen). Gemiddeld gevangen aantal dieren per 14 dagen per locatie.

Ook bij de vraag van perceelsgrootte is er steeds de interactie met andere factoren. In Fig. 4.6 vergelijken we de vangsten in zomertarwe van loopkevers (A) en spinnen (B) in het Biodivers systeem met die in het controle systeem Biointensief (rode kolommen). In het Biodivers systeem roteert de tarwe door de verschillende formaten plotjes, en ligt in 2001 en 2004 in de middelgrote percelen, in 2002 in het grootste

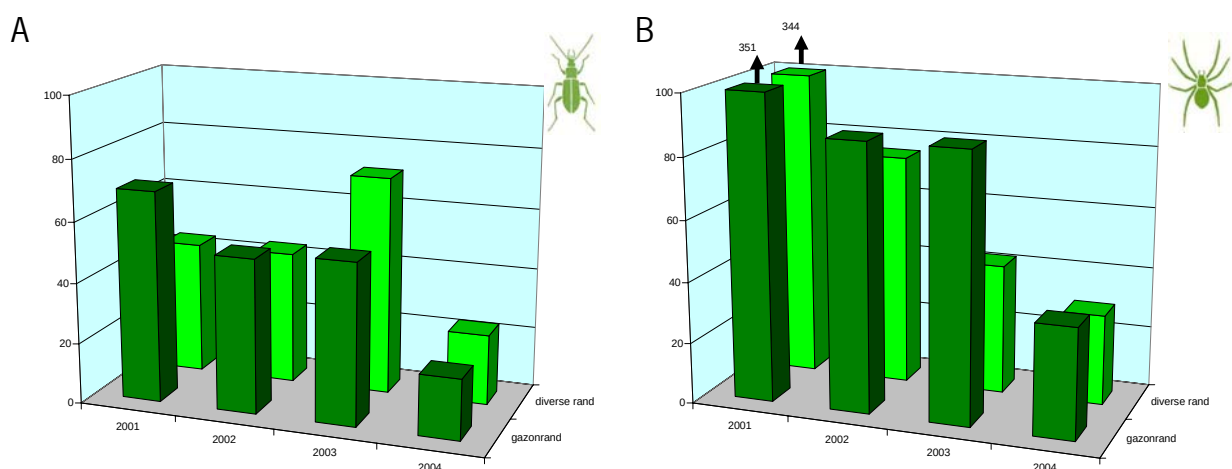
perceel en in 2003 in de kleinste percelen. In het Biodivers systeem blijken in 3 van de 4 jaren (2001-2003) de gemiddelde aantallen loopkevers in de akker hoger dan in de grote controlepercelen zonder akkerrand (Fig. 4.6 A). Verder lijkt er in zomertarwe een trend gaande dat het gemiddeld aantal gevangen loopkevers in het Biodivers systeem in de loop van de 4 jaar afneemt. In contrast nemen de loopkevers in het Biointensief controlesysteem juist weer toe, na een diepe daling in 2002. Voor spinnen (Fig. 4.6 B) zijn de vangsten in Biodivers in twee jaren (2001 en 2004) duidelijk hoger dan in het controlesysteem. Er lijkt ook bij spinnen een trend gaande voor verminderde vangsten in de loop van de vier jaren. Een verklaring hiervoor ontbreekt.

Eenzelfde analyse is in Fig. 4.7 weergegeven voor pootaardappel, loopkevers (A) en spinnen (B). In aardappel lijkt het dat loopkevers (Fig. 4.7 A) zich in grote percelen (zoals in Biointensief (rode kolommen) en in Biodivers (groene kolom) in 2003) beter thuis voelen dan in middelgrote en kleine veldjes (Biodivers in 2001, 2002 en 2004). Van de neerwaartse trend van loopkevers in zomertarwe is in pootaardappel niets terug te vinden. Spinnen (Fig. 4.7 B) worden in het referentiesysteem Biointensief (rode kolommen) meer gevangen dan in het Biodivers systeem (groene kolommen). Een mogelijke hypothese is dat de structuurrijke akkerranden in het Biodivers systeem voor spinnen aantrekkelijker zijn dan het aardappelveld. Die vraag komt in de volgende paragraaf aan de orde.

Er is *voorlopig* nog geen duidelijk patroon aanwijsbaar dat de grootte van de percelen invloed zou hebben op de aantallen loopkevers of spinnen die in de akker worden gevangen.

4.1.5 Effect van verschillende akkerranden

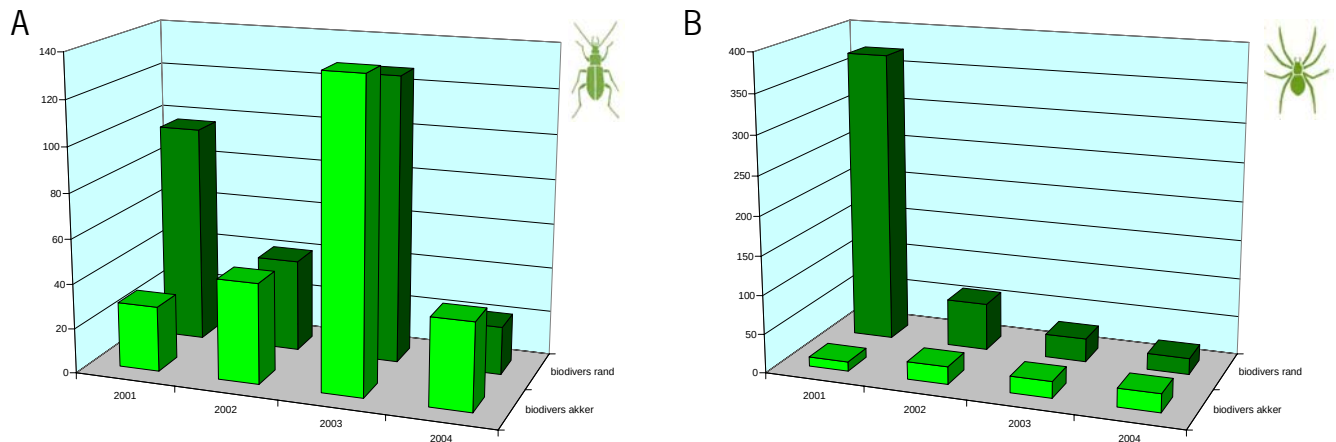
Ter verkenning naar mogelijke effecten van verschillende typen akkerranden (samenstelling en maaibeheer) is gekeken naar de vangsten in potvallen op de twee uiteengelegen locaties in het Biodivers systeem. Twee potvallen in de Zuidwest hoek van het systeem (met gazonbeheer) worden vergeleken met twee potvallen in de Noordoost hoek (de meest diverse randen) (Zie Fig. 3.3 en Fig. 3.5).



Figuur 4.8 Vergelijking van de vangsten in de twee meest uiteenlopende akkerranden in het Biodivers systeem, nl. de gazonranden in het Zuidwest deel van Biodivers (donker groen) en de meest soorten- en structuurrijke randen in de Noordoost hoek (lichtgroene kolommen). A. loopkevers en B. spinnen, over het seizoen gemiddeld gevangen aantal dieren per 14 dagen per locatie.

Uit de vergelijking van beide type randen lijkt naar voren te komen dat (dwerg)spinnen een lichte voorkeur hebben voor randen met gazonbeheer. Voor loopkevers lijkt het verschil in samenstelling en beheer van de randen geen grote invloed te hebben.

De vorige paragraaf riep de vraag op of randen kunnen 'concurreren' met akkers in de aantrekkelijkheid voor natuurlijke vijanden. Met andere woorden: kunnen akkerranden van een bron (Eng.: source) in een lek (Eng.: sink) veranderen? In Figuur 4.9 wordt een antwoord gezocht.



Figuur 4.9 Vergelijking van de vangsten in pootaardappel in het Biodivers systeem van A. loopkevers en B. spinnen, in de akkers van het Biodivers systeem (lichtgroene groene kolommen), en in de naastgelegen akkerranden van het Biodivers systeem (donkergroene kolommen). Gemiddeld gevangen aantal dieren per 14 dagen per locatie. Let op het verschil in schaal tussen beide grafieken.

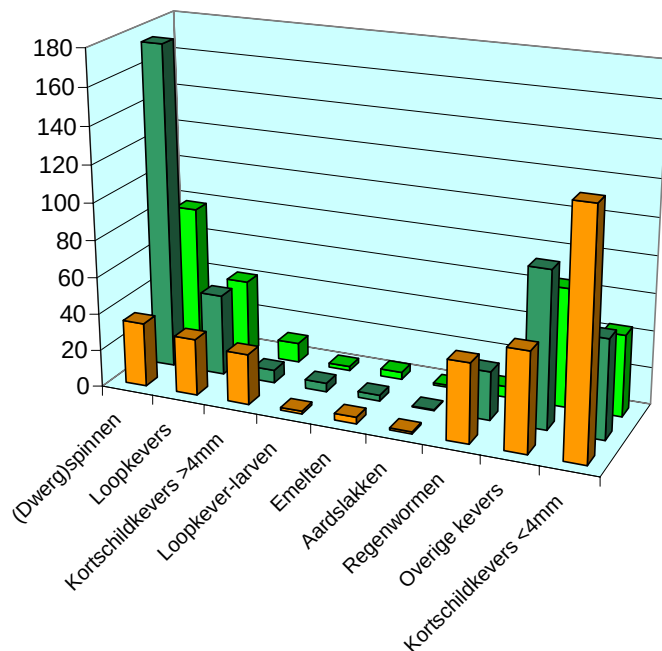
Voor loopkevers (Fig. 4.9 A) lijkt er weinig verschil tussen dichtheden in de aardappelakker en in de naastgelegen rand, met uitzondering van het eerste jaar (2001). Voor spinnen was het jaar 2001 een jaar van uitzonderlijk hoge dichtheden in vooral de (jonge) akkerranden (Fig. 4.9 B). Maar ook in 2002 en 2003 blijken er méér spinnen in de naastgelegen akkerrand dan in het perceel pootaardappelen te zitten. Het is dus waarschijnlijk dat de invloed van het type akkerrand op verschillende functionele groepen verschillend zal uitpakken. In de volgende paragraaf (overwintering) blijkt al wel een effect van het type akkerrand op de bodemfauna aantoonbaar.

4.1.6 Overwintering

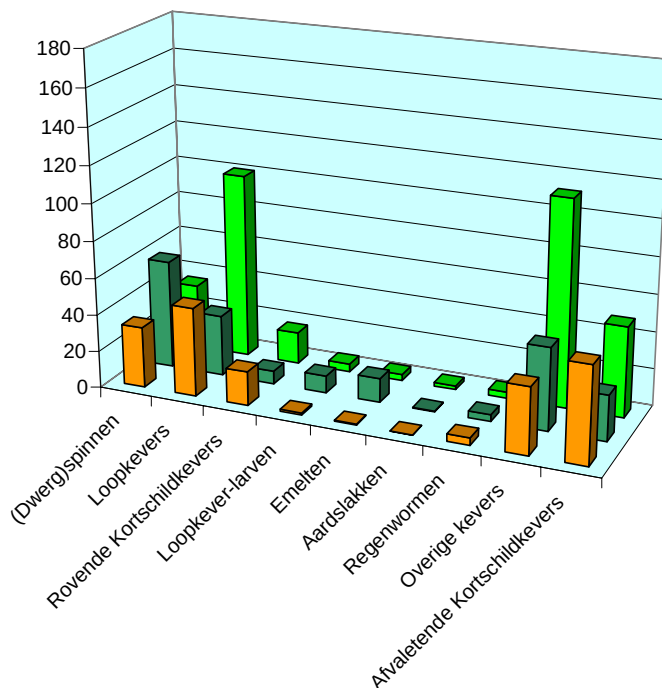
In 2003 en 2004 is door middel van een gericht onderzoek gekeken naar de overwintering en overleving van bodemdieren in verschillende randen en in de akker. In afgesloten arena's werden alle uit winterrust weer actief wordende bodemdieren gevangen, gedurende resp. 10 weken. Echter, in 2004 moesten arena's in de akker al eerder verwijderd worden voor grondbewerking, zodat de data van 2004 onderling alleen gedurende 7 weken kunnen worden vergeleken (Figuur 4.10).

Uit deze bemonstering blijkt allereerst dat de werkhypothese dat de rovers onder de bodemdieren (loopkevers, spinnen, grote kortschildkevers en loopkevers als de belangrijkste groepen) niet in de akker kunnen overwinteren, een te simpele voorstelling van zaken is. Er overwinteren ook in kale akkers wel degelijk flinke aantallen bodemdieren, waaronder ook rovers. Maar er overwinteren nog méér bodemdieren, en juist meer rovers, in de akkerranden. In de akker zijn het juist afvaletende, kleine kortschildkevers en de diffuse groep van overige kevers die daar in redelijke aantallen overwinteren (Fig. 4.10).

De resultaten van 2004 zijn gebruikt om de vangsten van rovers apart uit te splitsen. Die staan weergegeven in Fig. 4.11

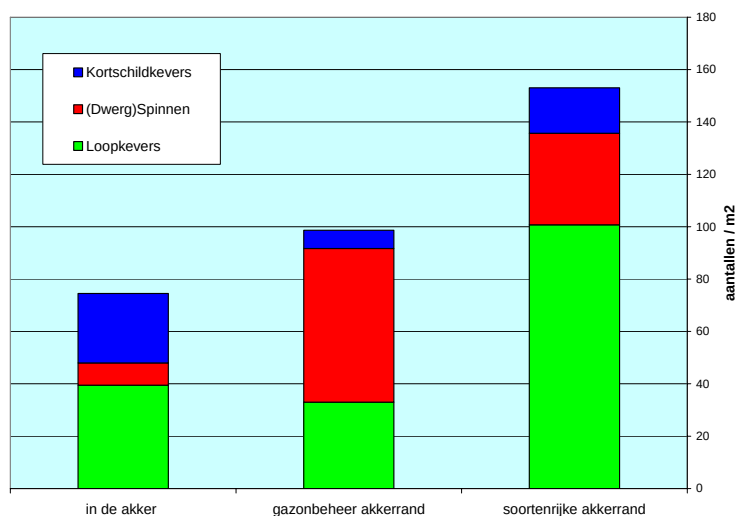


Figuur 4.10 Vangsten van uit winterrust actief geworden bodemfauna in gesloten arena's in akkers (oranje kolommen), in gazonranden (donkergroen) en in soortenrijke akkerranden (lichtgroene kolommen). Resultaten van 2003, totaal van 10 weken (maart-mei). Vangsten als totaal per m2 over de gehele periode.



Figuur 4.11 Vangsten van uit winterrust actief geworden bodemfauna in gesloten arena's. Als Fig. 4.1, maar nu resultaten van 2004, totaal van 7 weken (maart-mei).

Vangsten in de akkerranden in 2004 in Fig. 4.11 en Fig. 4.12 kunnen alleen voor 7 weken onderling worden vergeleken. Maar de vangsten in de soortenrijke randen zijn daarna tot de 10^e week voortgezet. Op basis van dat totaal kunnen we berekenen hoeveel dieren per vierkante meter soortenrijke akkerrand overwinteren (Tabel 4.2).



Figuur 4.12 Een vergelijking tussen uit winterrust actief geworden rovers in akkers, gazonranden en in soortenrijke akkerranden. Gegevens uit Biodivers in 2004, totalen per m² van 7 weken (maart-mei).

Uit dit overzicht valt de conclusie te trekken dat per vierkante meter bijna 550 bodemdieren overwinteren, ofwel ongeveer 5,5 miljoen beestjes per hectare akkerrand! In wekelijkheid zijn dat er nog veel meer, omdat we met potvallen slechts een deel vangen en tellen van wat er allemaal leeft, en omdat er ook na de telperiode nog steeds groepen dieren uit winterrust ontwaken. In de akker vinden we ruwweg maar half zoveel overwinterende dieren, maar dat zijn er dan nog altijd rond de 2,5 miljoen per hectare.

Tabel 4.2 Totale vangst na overwintering in een soortenrijke akkerrand in het Biodivers systeem gedurende 10 weken in 2004. Vangsten omgerekend naar gemiddeld aantal individuen per vierkante meter. Som van alle groepen is 534 dieren per m².

Groep	aantal per m²	Groep	aantal per m²
Diverse soorten kevers	166	Regenwormen	6
Loopkevers	160	Mieren (klassen 1-3)	6
Kortschildkevers <4mm	68	Larven loopkevers	5
Spinnen	54	Emelten	5
Pissebedden	25	Miljoenpoten	4
Kortschildkevers >4mm	20	Wantsen	1
Slakken	8	Larven lieveheersbeestjes	1
Sprinkhanen	6	Hooiwagens	1

4.2 Gevleugelde fauna

Er is een voorbehoud bij de data van de gele vangbakken uit de periode 2001 – 2003. In de dataset zitten ontbrekende waarnemingen door droogvallen of overstrooming van vangbakken, en in grote lijnen zijn de vangsten met het type vangbak in deze periode magere. Vangsten in andere projecten en locaties lagen op hogere niveaus (K. Booij, mond. meded.). Vandaar dat met ingang van 2004 een nieuw type vangbak is gebruikt. Vangbakdata zijn tot nu toe niet geanalyseerd. Hier worden enkele voorlopige resultaten gegeven op basis van de vangsten van 2003.

Van de totale vangst uit 2003 (Tabel 4.3) bestaat 42% uit bladluizen en 36% uit sluipwespen. Dansvliegen (8%), afvaletende zweefvliegen (3%) en bladluisetende zweefvliegen (2%) vormen nog redelijk grote groepen. Ook vangbakken zijn selectieve vangmiddelen, waar verschillende functionele groepen verschillend op reageren.

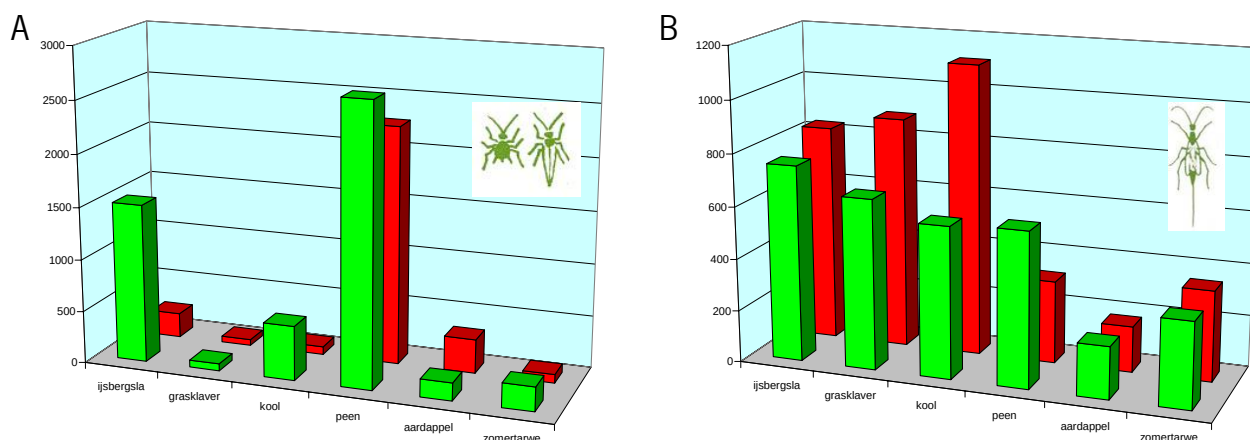
Tabel 4.3. Indeling van de totale vangsten uit gele vangbakken in 2003 in verschillende functionele groepen.

roofvijanden		planteneters		restgroepen	
Sluipwespen	5669	Bladluizen	6756	Afvaletende zweefvliegen	448
Dansvliegen	1206	Wantsen	271	Kortschildkevers <4mm	240
Bladluisetende zweefvliegen	389	Cicaden	88	Bijen en hommels	162
Kortschildkevers >4 mm	231	Nachtvlinders	55	Dagvlinders	8
Lieveheersbeestjes	136	Koolwitjes (vlinders)	41	Mieren (gevlugeld)	1
Langpootvliegen	103				
Weekschildkevers	34				
Gaasvliegen	30				

In elk gewas staat in elk van beide systemen steeds één gele vangbak (zie Figuur 3.5). Voor bladluizen wordt aangenomen dat de vangsten (vooral in het voorjaar) een afspiegeling zijn van de langeafstandsvluchten van de eerste luizen die migreren van hun winterwaardplant naar hun zomerwaard (= in ons geval vaak het belaagde gewas). Als dat de overwegende factor zou zijn, dan verwachten we in alle vangbakken ongeveer gelijk vangsten van bladluizen. In Figuur 4.13 A staan de totalen van gevangen bladluizen per gewas voor beide systemen (over het hele seizoen) weergegeven.

Het is duidelijk dat de bladluisvangsten in de gele vangbakken sterk door lokale invloeden worden gestuurd; in het Biodivers systeem worden in peen 10 x zoveel luizen gevangen als in tarwe en 50 x zoveel als in grasklaver. Opvallend is dat de luizendichtheid in ijsbergsla in het Biodivers systeem veel hoger is dan in het Biointensief systeem. De verklaring hiervoor is een zeer uit de hand gelopen onkruidruk in de ijsbergsla op het Biodivers perceel in 2003; blijkbaar zijn die onkruiden ook een goede bladluisbron.

Eenzelfde vergelijking kunnen we doen voor de vangsten van sluipwespen in beide systemen.



Figuur 4.13 Vangsten van gele vangbakken in 2003, uitgesplitst naar de 6 gewassen in beide systemen (Biodivers in groen, Biointensief in Rood). Totalen per bak over week 22 – 36. A. totaal gevangen bladluizen in 2003, en B. totaal gevangen sluipwespen in 2003.

Bij de gevangen sluipwespen is minder lokale variatie zichtbaar. Er is wel een verschil in aantallen sluipwespen tussen de spruitkool in Biodivers en die in Biointensief, maar zonder aanwijsbare verklaring.

4.3 Plagen

4.3.1 Per gewas

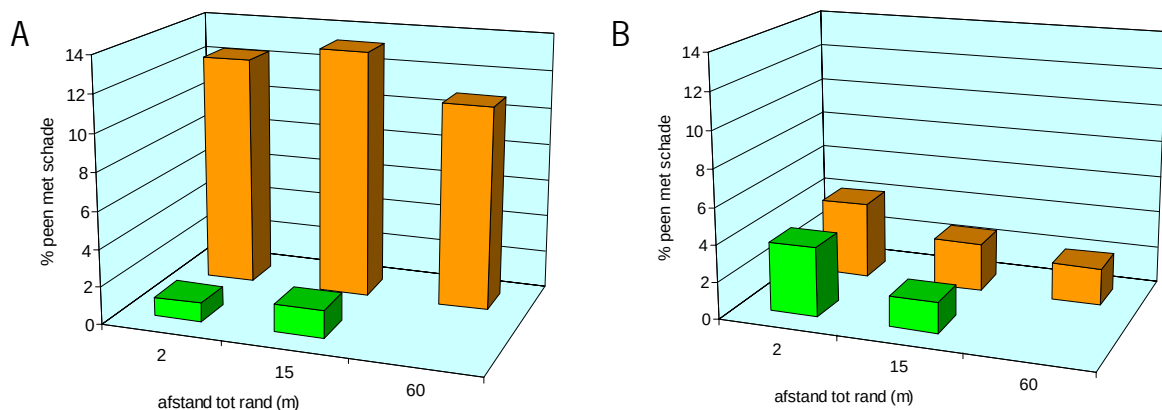
In grasklaver en in de ijsbergsla en spinazie zijn geen systematische bemonsteringen van plagen uitgevoerd. Voor de ijsbergsla en spinazie vormen de wisseling van gewassen, onkruidproblemen en daarmee samenhangende vervuiling, misoogsten en afzetproblemen de achterliggende oorzaken. Er is op grond daarvan besloten de beperkte capaciteit voor monitoring van plagen te focussen op de gewassen waar meerjarige vergelijkingen mogelijk zijn.

Winterpeen

In de winterpeen zijn geen gewastellingen gedaan. Gezien de toenemende problemen met (o.a. Zevenblad-) luis in dit gewas, wordt voor 2006 wel een veldmonitoring van bladluizen overwogen. De vlucht van wortelvlieg is door het bedrijf 'De groene vlieg' met gele plakvallen gemonitord. Helaas zijn de gegevens van de aantallen gevangen vliegen niet beschikbaar, alleen het daaruit afgeleide advies voor wel of niet bestrijden. Voor peen is een jaarlijkse oogstanalyse gedaan door per telplotje 30 penen te rooien, en in het lab te wassen en dan te beoordelen op beschadiging door wortelvlieg.

Winterpeen heeft in de periode 2001 – 2003 niet in het Biointensief systeem gelegen. Het controleperceel lag iets zuidelijker, op het BD bedrijf op perceel E98-3/4. Omdat dit een andere locatie is en omdat het perceel smaller was dan de referentiepercelen in Biointensief, is er enige twijfel of dit perceel wel een goede referentie vormt.

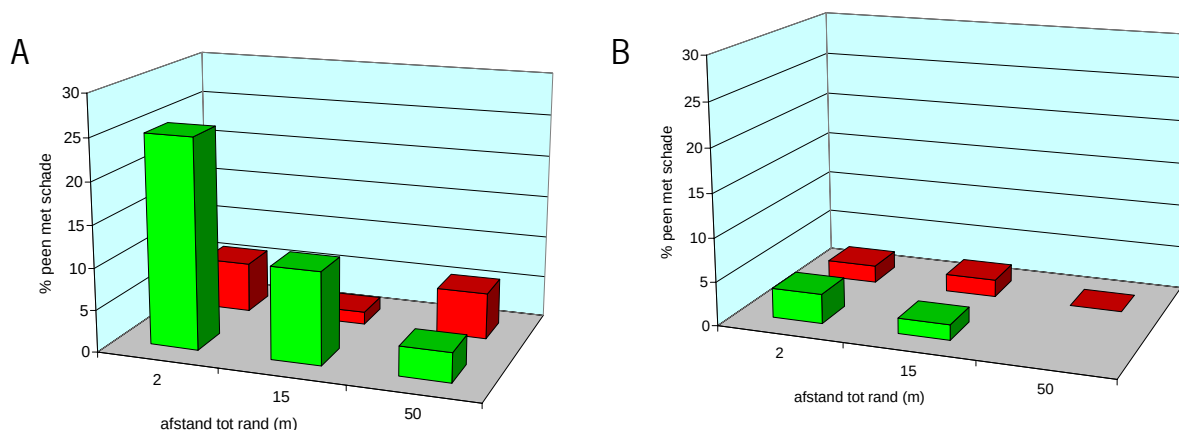
In 2002 werd een hoge wortelvliegaantasting gevonden op het BD referentieperceel, terwijl de schade op Biodivers heel beperkt was (Fig. 4.14 A). Dit is des te vreemder, omdat het BD perceel in het open veld ligt, terwijl de peen in Biodivers op perceel E96-1 direct naast de erfbepanting was gelegen. Van wortelvlieg is bekend dat de schade veel groter is direct naast hagen en houtwallen, en afneemt verder van die begroeiing vandaan. Bovendien bleek de druk van gevangen wortelvliegen op de plakvallen veel hoger in het Biodivers systeem dan op het BD perceel. Dit blijft een vreemd en lastig te verklaren resultaat. In 2003 was de schade in beide systemen beneden de 4% en onderling vergelijkbaar (Fig. 4.14 B).



Figuur 4.14. Oogstanalyse van winterpeen in 2002 (A) en 2003 (B), percentage door wortelvlieg beschadigde penen. In deze periode was het controleperceel (oranje kolommen) niet in het Biointensief systeem gelegen, maar op het BD bedrijf. In groen de resultaten van Biodivers.

In 2004 was de schade door wortelvlieg zeer hoog in het Biodivers systeem (perceel E96-5), en dan vooral direct langs de randen (Fig. 4.15 A). Een meer gedetailleerde blik op de randen laat zien dat de schade langs de zuidrand, waar de akkerranden in gazonbeheer liggen, de schade op 2 meter uit de rand 8% bedraagt en slechts 2 % op 15 m en 50 m het perceel in. Echter, langs de Noordzijde van hetzelfde perceel op Biodivers liggen de randen in maairegim II en worden pas eind juli voor het eerst gemaaid. Daar staat

dus een veel hogere, structuurrijke akkerrand dan langs de Zuidzijde. Aan de Noordzijde bedroeg de schade op 2 m uit de rand maar liefst 42% en op 15 m uit de rand nog 20% van de penen. Dit zou kunnen worden opgevat als een aanwijzing dat hogere, structuurrijke akkerranden eenzelfde schuilplaats voor wortelvlieg kunnen bieden als hagen en houtwallen. Er is een enkele melding van een praktijkbedrijf waar hoge schade van wortelvlieg direct langs ruige akkerranden wordt gemeld. Dit aspect krijgt vanaf 2006 extra aandacht. In 2005 was de aantasting door wortelvlieg weer veel lager, met in het Biodivers systeem een iets hogere druk op 2 m uit de rand (Fig. 4.15 B).



Figuur 4.15. Oogstanalyse van winterpeen in 2004 (A) en 2005 (B), percentage door wortelvlieg beschadigde penen. In groen de resultaten van het Biodivers systeem, in rood die van het controlesysteem Biointensief. Let op, de aantasting is hier op een andere schaal weergegeven dan Fig. 4.14.

Spruitkool

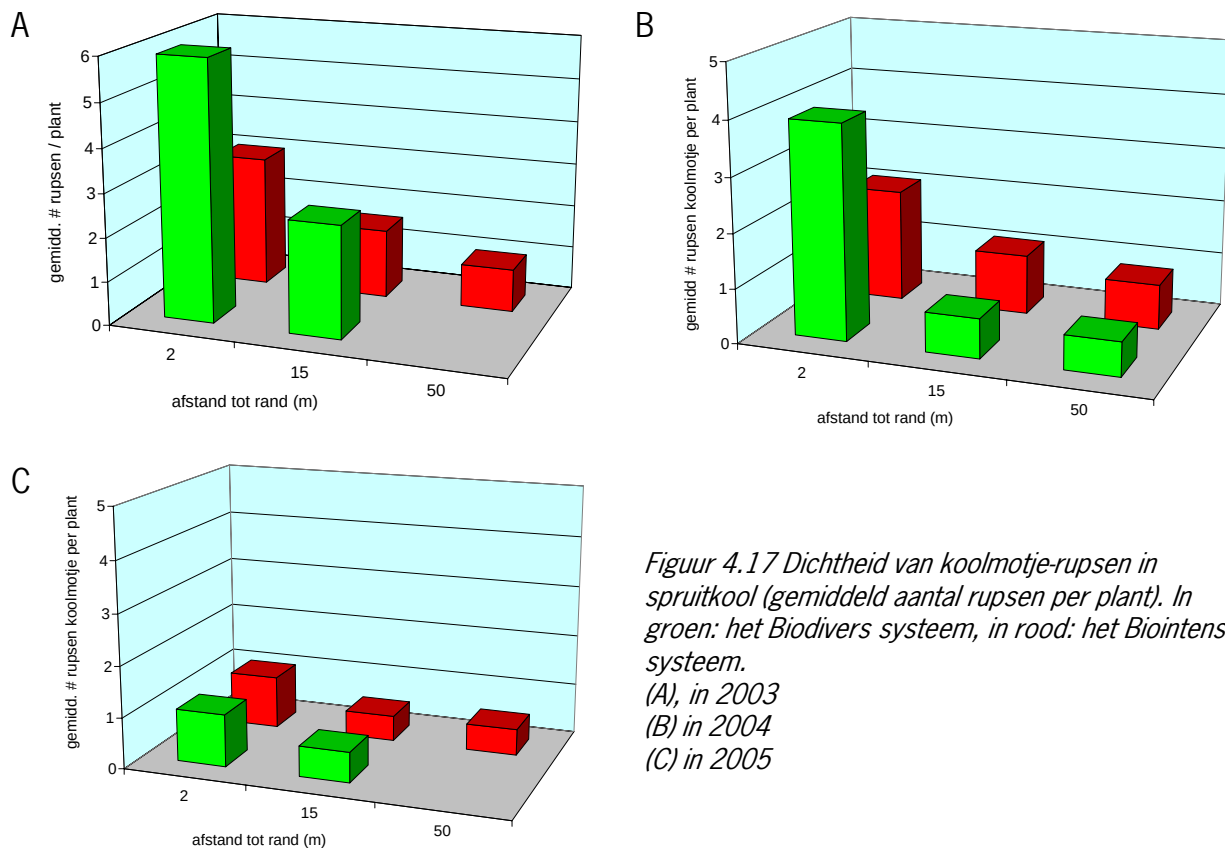
Pas vanaf 2003 zijn er in beide systemen percelen met spruitkool (zie Tabel 3.1), meestal met 2 of 4 rassen. Er is steeds bemonsterd in één van de rassen voor vergelijking. Over het algemeen zijn er betrekkelijk lage plaagdichtheden in spruitkool, maar zijn er linke verschillen tussen jaren. Vooral het koolmotje kent echte piekjaren (zoals 2003) en ook koolluis kent jaren met lichte en met zware druk (b.v. 2005). De stand van spruitkool is in de verschillende jaren nogal wisselend geweest door o.a. zware duivenvraat vroeg in het seizoen (2003), droogtestress (2003) en wateroverlast (2005). Die stand verschilde vaak ook nog eens op onderdelen van percelen en plotjes. Dat heeft ongetwijfeld ook uitwerking gehad op de plaagdruk in het gewas.

Koolmotje kende in 2003 een zeer hoge dichtheid, die vooral langs de randen van percelen en vooral in het Biodivers systeem tot uiting kwam (Figuur 4.16 en Figuur 4.17 A).



Figuur 4.16 Spruitkoolplanten uit de rand van een plot in het Biodivers systeem in 2003, zwaar aangetast door rupsen van het koolmotje (*Plutella xylostella*).

In 2003 stond op de kopakker van het Biointensief perceel een rand van het phacelia-mengsel in bloei. Langs deze bloemenrand was de koolmot aantasting merkbaar lager dan in het Biodivers systeem waar akkerranden uit het gazonbeheer grensden aan het perceel (Fig. 4.17 A).



*Figuur 4.17 Dichtheid van koolmotje-rupsen in spruitkool (gemiddeld aantal rupsen per plant). In groen: het Biodivers systeem, in rood: het Biointensief systeem.
(A), in 2003
(B) in 2004
(C) in 2005*

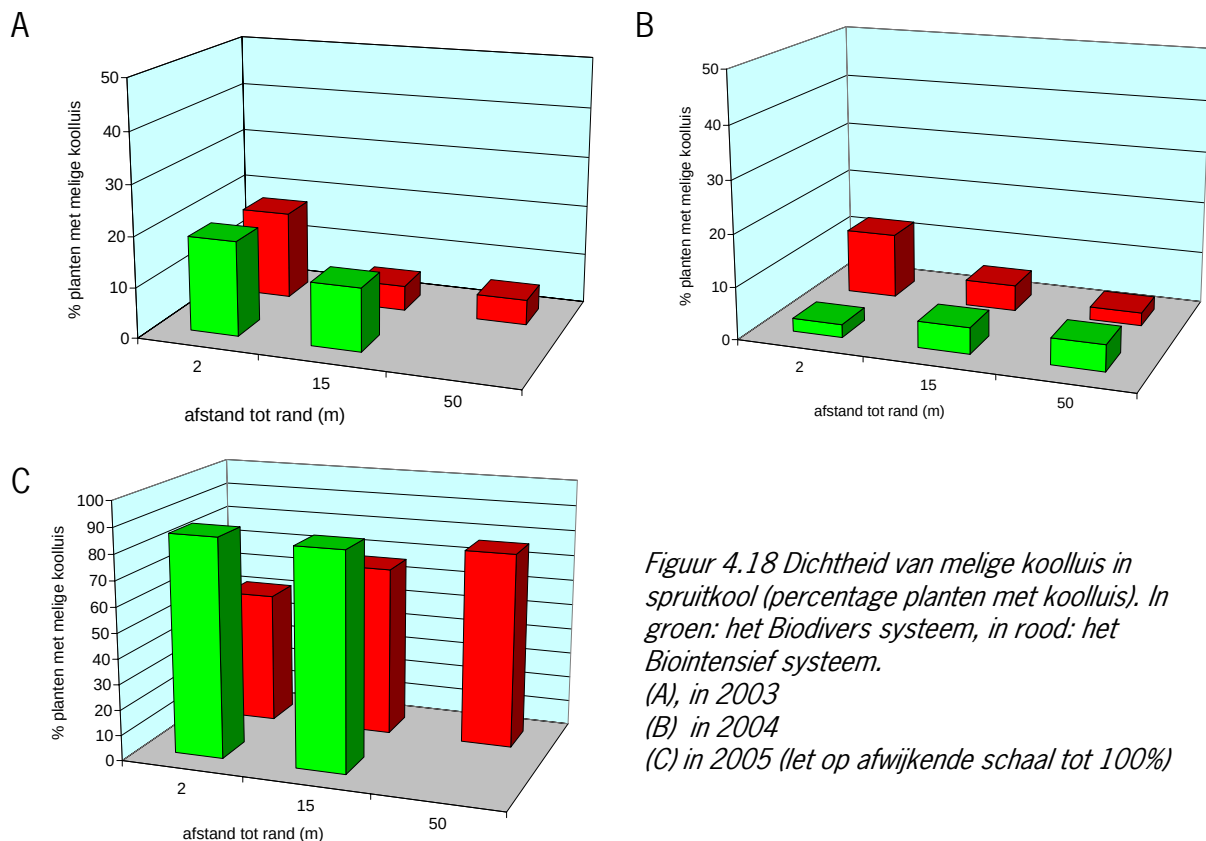
In 2004 was er in juni-juli opnieuw sprake van flinke dichtheden van koolmotje rupsen (fig. 4.17 B). Echter, in de loop van juli-augustus liep de parasitering van deze rupsen door sluipwespen steeds hoger op, zodat eind augustus en begin september nauwelijks nog levende rupsen en verse vreters van koolmotje werd gevonden (data niet hier getoond). In 2005 was koolmotje geen plaagprobleem.

Melige kolluis is een lastige plaag in spruitkool, met een nogal grillig verloop. De mate van aantasting varieert sterk tussen jaren, en de plaag kan gedurende zomer lange tijd op een relatief laag niveau aanwezig zijn in het gewas. Afhankelijk van de temperaturen in september – november kan een dergelijke populatie van melige koolluis in koude, natte nazomers nauwelijks problemen geven, terwijl in andere jaren met een mooiere nazomer hoge luizendichtheden ontstaan met een hoge graad van besmetting van de spruitjes.

In 2003 is, onder invloed van droogtestress en een hoge aantasting door koolmotje, de stand van het spruitkoolgewas (vooral op Biodivers) niet erg goed geweest. Waarschijnlijk heeft dat ook enige invloed gehad op de aantasting door melige koolluis (Fig. 4.18 A).

In 2004 leken de koolluis dichtheden op een redelijk laag niveau te blijven (Fig. 4.18 B). Maar uiteindelijk trad er later in het najaar nog een behoorlijke besmetting van de spruitjes op, zoals uit de oogstanalyse van 2004 bleek (zie beneden).

In 2005 liep de besmetting van spruitkool met melige koolluis al vroeg op tot gevaarlijke hoogte. Eind juni 2005 viel in 2 dagen 67 mm regen en bleven grote delen van de spruitkoolpercelen op Biodivers blank staan. Dit heeft een enorme groeiachterstand gegeven en zeer verzwakte planten. Vervolgens bleken zowel september als oktober record-warme maanden te zijn, waardoor de bezetting van melige koolluis tot ver boven de 50% opliep (Fig. 4.18 C) en de spruitenoogst als verloren moest worden beschouwd.



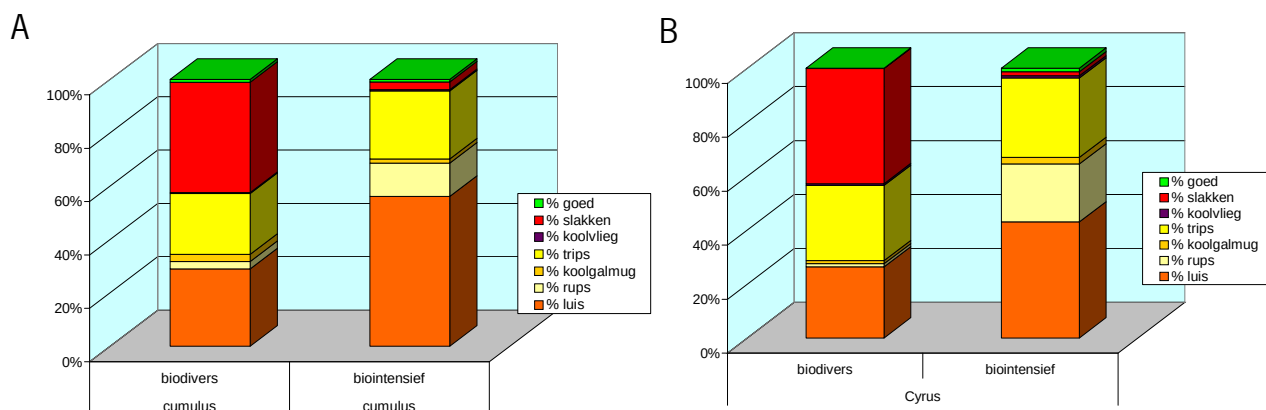
Figuur 4.18 Dichtheid van melige koolluis in spruitkool (percentage planten met koolluis). In groen: het Biodivers systeem, in rood: het Biointensief systeem.

(A), in 2003

(B) in 2004

(C) in 2005 (let op afwijkende schaal tot 100%)

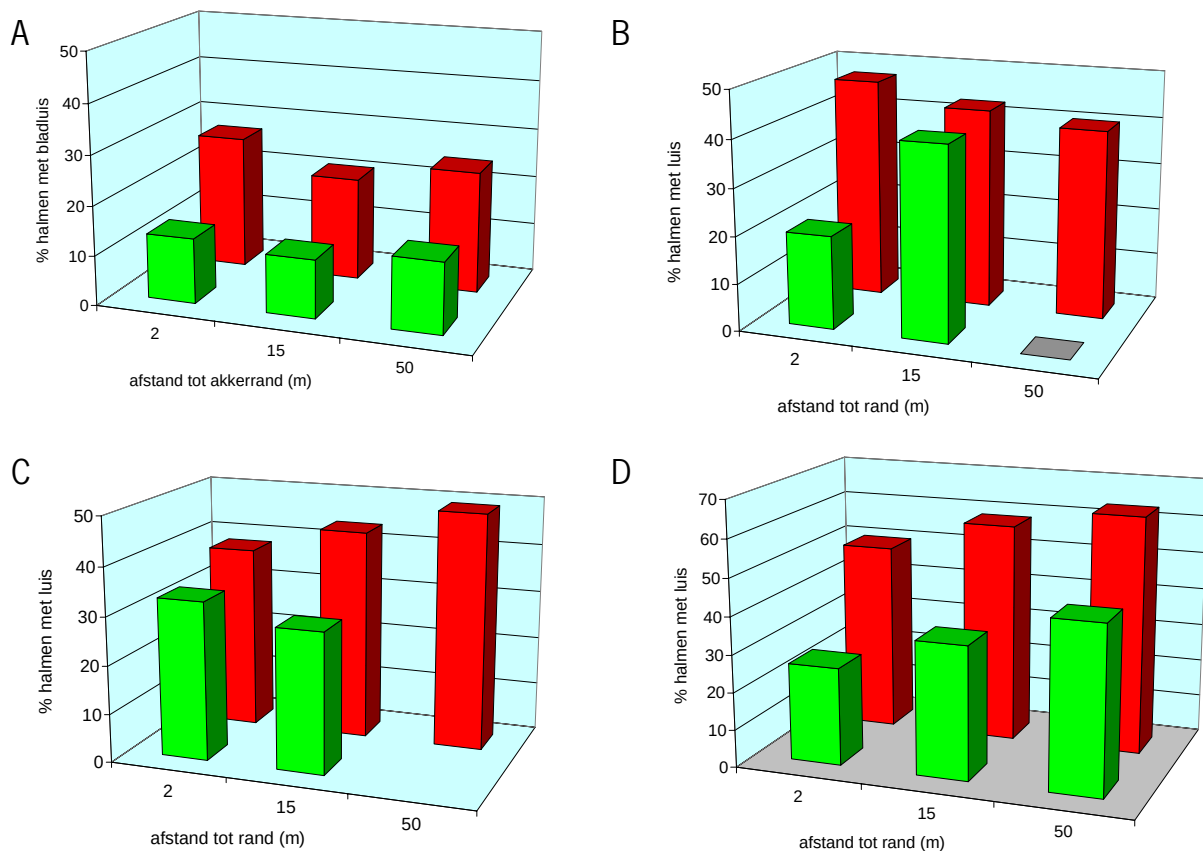
In 2004 werd een oogstanalyse op de spruiten uit Biodivers en Biointensief uitgevoerd op 2 rassen. Resultaten staan in Figuur 4.19. De figuren laten goed zien hoeveel plaagproblemen in de biologische teelt van spruitkool voorkomen, en hoe lastig het is om een kwalitatief goede oogst te realiseren. De akkerranden in het Biodivers systeem lijken hier verantwoordelijk voor de forse schade door slakken.



Figuur 4.19. Oogstanalyse van spruitjes in 2004 op twee rassen A: Ras Cumulus en B: Ras Cyrus. Percentages door verschillende factoren beschadigde spruitjes (zie legenda). In Biodivers (linker kolommen) is relatief meer slakkenschade (in rood), terwijl in Biointensief relatief meer koolluis- en rupsenschade optrad. In alle gevallen in de fractie schone, verkoopbare spruiten verwaarloosbaar klein.

Tarwe

In Tarwe vormen normaal gesproken alleen verschillende soorten bladluizen (grote graanluis, vogelkersluis e.a.) en soms graanhaantjes een plaagprobleem. De bemonstering heeft zich op deze twee plagen geconcentreerd, met opmerkelijk resultaat. In 2002, het eerste jaar van systematische plaagmonitoring, werd meteen al een opmerkelijk verschil tussen het Biodivers en het Biointensief systeem gevonden. Dichtheden van bladluizen in juli waren in het Biodivers systeem met akkerranden slechts half zo hoog als in het Biointensief controlesysteem (zonder akkerranden) (Fig. 4.20 A). Dit was de eerste serieuze aanwijzing in dit project dat natuurlijke vijanden vanuit akkerranden een onderdrukking van een plaag in het gewas zouden kunnen geven. Extra hoopgevend was dat die onderdrukking tot op 50 m in het gewas even effectief bleek als vlak langs de akkerrand. Dat zou betekenen dat in de loop van de voorzomer de natuurlijke vijanden zich voldoende verspreiden om tot op 50 m in het gewas te komen.



Figuur 4.20. Luizen in zomertarwe, percentage halmen bezet. In groen de resultaten van het Biodivers systeem, in rood die van het controlesysteem Biointensief. A: in 2002. B: in 2003. C: in 2004 en D: in 2005. Let op, de aantasting in fig. D is op een andere schaal weergegeven dan A, B en C.

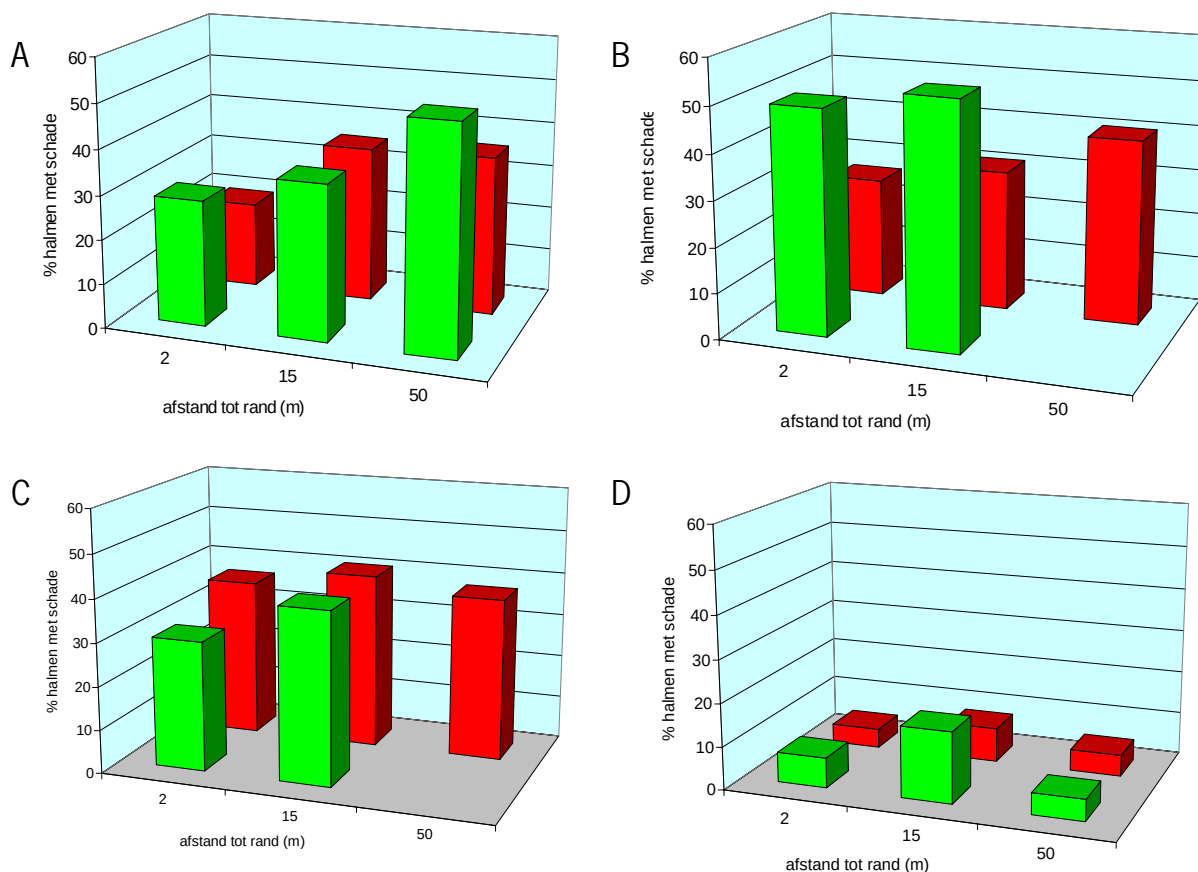
In 2003 (Fig. 4.20 B) en in 2004 (Fig. 4.20 C) was de dichtheid van bladluizen in beide systemen een stuk hoger dan in 2002. In beide jaren was de aantasting in het Biodivers systeem kleiner of gelijk aan die van het controlesysteem, maar niet zo spectaculair als in 2002. In 2005 (Fig. 4.20 D) werd bij een hoge luizendruk opnieuw een fors lagere aantasting in het Biodivers systeem vergeleken met de controlepercelen gevonden.

Een voorzichtige kanttekening is hier echter op zijn plaats. De grafieken in Figuur 4.20 weerspiegelen de resultaten van één jaarlijkse bemonstering in juli. Echter, in de meeste jaren is een 2^e en soms nog een 3^e telling voorafgaand of volgend op de getoonde bemonstering gedaan. Die tellingen geven soms een aanzienlijke afwijking van de luizendichtheden zoals getoond in Fig. 4.20. Met andere woorden: de dynamiek van het ecosysteem met bladluizen en natuurlijke vijanden in zomertarwe is aanzienlijk, en de tellingen

vormen daarvan een momentopname. Om een goed inzicht in het verloop te verkrijgen, is een veel grotere frequentie van bemonstering noodzakelijk. Helaas zijn de beperkte financiële middelen daarvoor niet toereikend. In 2006 wordt opnieuw gezocht naar additionele middelen om een intensievere monitoring van bladluizen in tarwe mogelijk te maken.

De larven van bladhaantjes veroorzaken kenmerkende schaafvraat op het blad van tarwe, die gemakkelijk waar te nemen is. Van graanhaantjes is bekend dat zij langs randen minder hoge dichtheden vertonen dan in het centrum van percelen (Kees Booij, pers. comm.). Of dat een effect is van predatoren vanuit randen of dat hier een andere oorzaak onder ligt, is niet met zekerheid bekend.

In 2002 bleek de hoeveelheid beschadiging door graanhaantjes keurig aan deze voorspelling te voldoen (Fig. 4.21 A). In het Biodivers systeem leek sprake van iets hogere schade. In 2003 was de aantasting door bladhaantjes in het Biodivers systeem (in de kleinste plotjes, met relatief veel randen) juist veel hoger dan in het grote controlesysteem (Fig. 4.21 B). Dat lijkt in tegenspraak met de eerdere waarnemingen. In 2004 lijken er weinig verschillen tussen beide systemen (Fig. 4.21 C) en in 2005 ligt de schade op een heel laag niveau (Fig. 4.21 D).

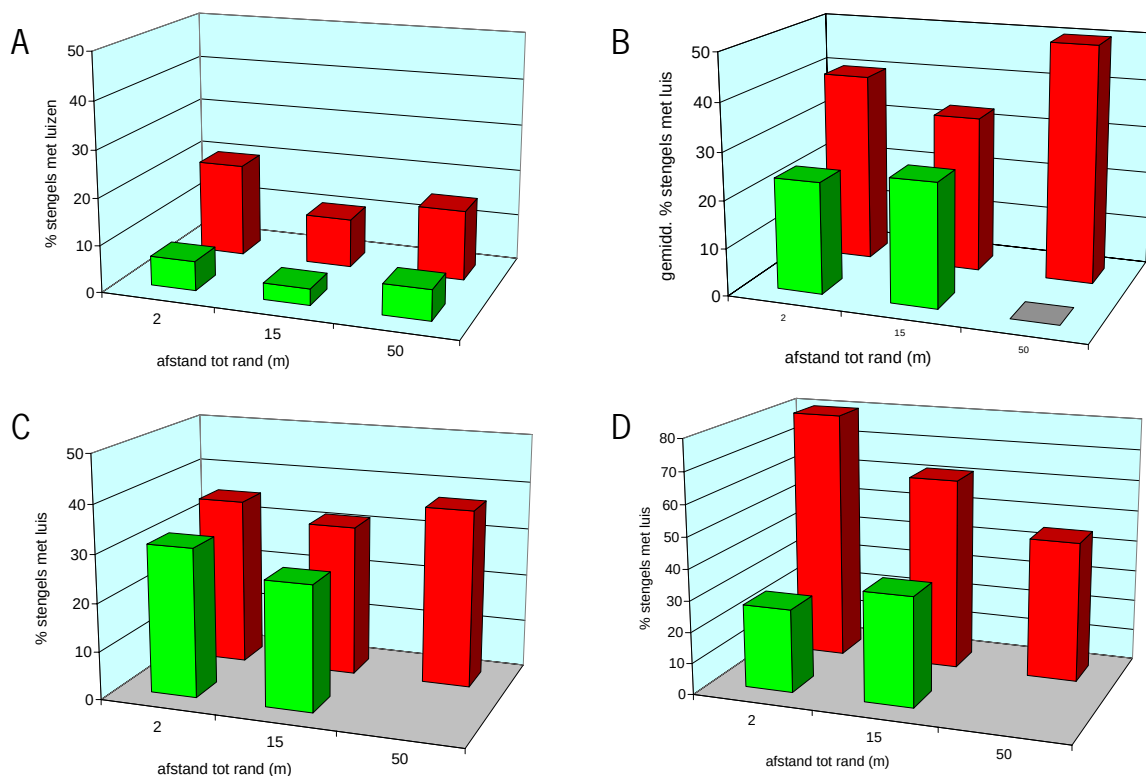


Figuur 4.21. Schade van graanhaantjes in zomertarwe, percentage halmen met schade. In groen de resultaten van het Biodivers systeem, in rood die van het controlesysteem Biointensief. A: in 2002. B: in 2003. C: in 2004 en D: in 2005.

Aardappel

Voor pootaardappel zijn onder de plagen alleen bladluizen belangrijk. Coloradokevers zijn (nog) zeldzaam in deze regio van het land. Vuilboomluis en wegedoornluis vormen op Nagele (tot nog toe) geen serieus probleem, aardappeltopluis is een soort waar een dreiging van schade vanuit kan gaan.

De resultaten van de bemonsteringen van bladluizen in aardappel vertonen een opvallende overeenkomst met de resultaten in tarwe, hoewel het om andere soorten bladluizen gaat. Toch vinden we ook in aardappel in 2002 een prachtige reductie van 50% minder bladluizen in het Biodivers systeem met akkerranden, vergeleken met het controlesysteem zonder akkerranden (Fig. 4.22 A) net als bij zomertarwe in 2002. En net als bij zomertarwe zijn in aardappel in 2003 en 2004 de aantastingsniveaus hoger, en de verschillen tussen het Biodivers systeem en het Biointensief systeem kleiner dan in 2002 (zie Fig. 4.22 B en C). Wat niet uit deze gegevens blijkt, maar in het veld wel zichtbaar was, is dat er in 2003 onder relatief hoge bladluisdichtheden en een periode van vochtig weer een enorme sterfte onder bladluizen in de aardappels is opgetreden als gevolg van een insectenparasitaire schimmelepidemie. En net als in tarwe is het niveau van bladluizen in aardappel in 2005 veel hoger dan voorgaande jaren, maar is er ook weer sprake van een forse onderdrukking van luizen in het Biodivers systeem t.o.v. het Biointensief systeem (Fig. 4.22 D). En tenslotte geldt ook hier de waarschuwing dat dit een momentopname is, en dat we uit andere tellingen de aanwijzing hebben dat bladluisdichtheden gedurende het seizoen flink kunnen variëren.



Figuur 4.22. Luizen in pootaardappel, percentage halmen bezet. In groen de resultaten van het Biodivers systeem, in rood die van het controlesysteem Biointensief. A: in 2002. B: in 2003. C: in 2004 en D: in 2005. Let op, de aantasting in fig. D is op een andere schaal weergegeven dan A, B en C.

Kortom, er lijkt sprake van sterk vergelijkbare werkingsmechanismen in tarwe en aardappel. In de lente wordt een schoon gewas besmet door van elders via de lucht aangevoerd bladluizen. Er zijn blijkbaar vergelijkbare factoren (temperatuur, vocht, etc.) die bepalen of deze luizen (van verschillende soorten) in een jaar tot hoge dichtheden zullen komen of niet. En er zijn blijkbaar ook vergelijkbare invloeden die bepalen of de (bodembewonende) natuurlijke vijanden een flinke onderdrukking kunnen bewerkstelligen (tot 50 m het gewas in), of dat ze dat in bepaalde jaren minder goed weten te bereiken.

4.3.2 Afstand tot rand

De werkhypothese is dat natuurlijke vijanden in de lente vooral vanuit de rand de akker in trekken. Het ligt dus voor de hand dat effecten variëren afhankelijk van de afstand in het gewas tot aan de meest dichtbij zijnde akkerrand. Op deze hypothese is het bemonsteringsplan gemaakt, met telplotjes in het gewas op 2, 15 en 50 m uit de akkerrand.

In de praktijk van de bemonstering blijken plaagdichtheden in de lente erg laag te zijn. Om dichtheden goed vast te stellen en om eventuele verschillen bij lage dichtheden significant aan te kunnen tonen, zijn zeer grote steekproeven nodig. Helaas is de capaciteit voor plaagbemonsteringen in het gewas steeds een beperkende factor geweest. Daarom is steeds door middel van kleine steekproeven in het gewas gewacht tot een goed moment waarop “redelijke” dichtheden van plagen in het gewas aanwezig waren en voor het gewas tot afrijping zou komen. Dat betekende dat vaak pas half juni de eerste plaagbemonsteringen zijn uitgevoerd. Achteraf moet geconstateerd worden dat het er sterk op lijkt dat rond dat tijdstip veel natuurlijke vijanden zich al ruimschoots in het gewas hebben verspreid. Als er al aantoonbare plaagonderdrukking wordt gevonden, zoals b.v. in tarwe en aardappel in 2002 en in 2005, dan blijkt dat tot in het midden van het perceel (tot 50 m uit de rand) min of meer gelijkelijk te gebeuren. Belangrijke predatie-effecten, zoals het wegvreten van de eerste infectiehaarden vroeg in het seizoen, zullen dus vermoedelijk vooral langs de randen plaatsvinden, maar zijn bij de dan geldende lage dichtheden bijna niet zichtbaar te maken. Speciaal om daar toch beter inzicht in te verwerven is het deelonderzoek predatiecapaciteit opgezet, zie de volgende paragraaf 4.3.3.

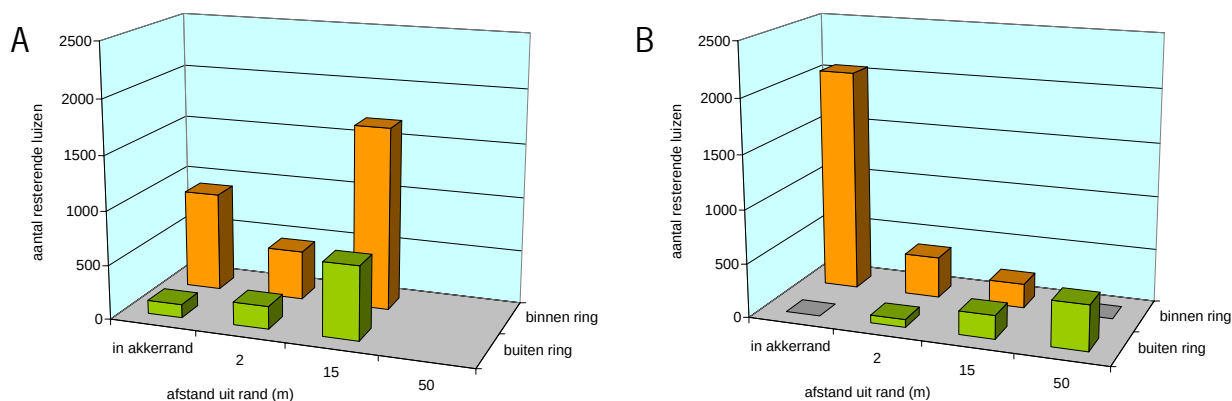
Ondanks deze handicaps vinden we in de voorgaande paragraaf toch enkele voorbeelden van (mogelijke) randeffecten. In winterpeen wordt méér wortelvliegshade gevonden vlak langs de akkerranden dan midden in het perceel in 2003 en 2004 (Fig. 4.14 B en 4.15 A). In spruitkool wordt een veel hogere dichtheid van het koolmotje gevonden langs de perceelsranden in 2003 en 2004 (zie Fig. 4.17 A en B). Voor melige koolluis in spruitkool lijkt een zelfde effect, maar minder sterk op te treden (Fig. 4.18 A en B). In tarwe vinden we duidelijk minder bladluizen langs akkerranden in 2003 en in 2005 (Fig. 4.20 A en C). De schade van graanhaantjes in tarwe is in alle jaren minder langs de randen dan verderop in het perceel (Fig. 4.21), ook al is dat in het ene jaar duidelijker dan in het andere jaar. In aardappelen is de verdeling van bladluizen minder duidelijk. In 2005 vinden we op Biointensief juist méér luizen vlak langs de randen, terwijl in het Biodivers systeem juist minder luizen langs de randen voorkomen (Fig. 4.22 D).

Er lijkt dus zowel stimulering van bepaalde plagen als onderdrukking van andere plagen langs randen voor te komen. Ook hier is het belangrijk voor ogen te houden dat we naar momentopnames kijken van complexe processen en interacties, waarin veel verschillende factoren tegelijk een effect kunnen hebben. Bij een ruimer budget voor onderzoek zou veel meer in detail naar dergelijke processen gekeken kunnen worden. Onder de huidige omstandigheden focussen we vooral op de robuuste effecten die meerjarig terugkeren.

4.3.3 Deelonderzoek predatiecapaciteit

Zoals hierboven aangegeven, veronderstellen we dat belangrijke effecten van plaagonderdrukking vooral in het voorjaar nabij de akkerranden optreden. Maar dat die processen plaatsvinden bij dusdanig lage dichtheden, dat ze met gewasbemonsteringen alleen zichtbaar te maken zijn met een enorme steekproefomvang.

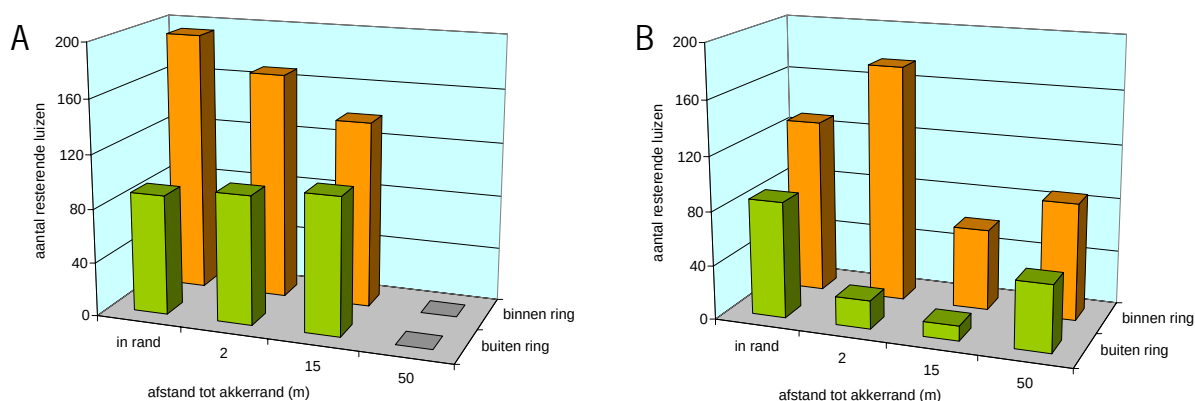
Vandaar dat (met advies van Kees Booij, PRI) in 2003 en 2004 kleinschalige experimenten zijn opgezet om het werkingsmechanisme zichtbaar te maken (zie paragraaf 3.6.3.3 voor materiaal en methode). In 2003 werd de proef uitgevoerd in de akkerrand en op 2 m en 15 m in het tarweperceel.



Figuur 4.23 Predatieproef in tarwe in 2003, één week na blootstelling van vogelkersluizen in het veld. A: In Biodivers systeem. B: In Biointensief controleperceel. In oranje: het aantal overlevende luizen binnen de ring (waar roofvijanden zijn weggevangen), vergeleken met (in groen) het aantal overlevende luizen buiten de ring, waar roofvijanden ongestoord hun gang konden gaan.

Resultaten van de eerste proeven in 2003 overtroffen alle verwachtingen (Fig. 4.23 A en B). In één week tijd bleken de roofvijanden buiten de ringen in staat om tussen de 50% en 90% van de aanwezige vogelkersluizen op te vreten. In het perceel van Biointensief (Fig. 4.23 B) gingen helaas twee monsters in de verwerking verloren, waardoor de analyse in dit systeem met enige voorzichtigheid moet worden gedaan. Dit effect is niet geheel representatief, omdat in deze tijd van het jaar zelden zulke geconcentreerde dichtheden van bladluizen op één plek in het veld zullen voorkomen. In werkelijkheid zullen roofvijanden tussendoor veel meer tijd kwijt zijn aan het opsporen van nieuwe, kleine bladluiskolonies, en dus niet dit soort enorme sterfte kunnen realiseren. Maar tegelijk mag worden aangenomen dat de roofvijanden dus heel goed in staat zullen zijn om beginnende bladluiskolonies van vele tientallen individuen in één keer uit te roeien.

In 2004 is hetzelfde experiment herhaald in grote percelen, waar ook op 50 m vanuit de rand werd gemeten. Het aantallen uitgezette vogelkersluizen per plotje werd flink verlaagd, om op telwerk te besparen.



Figuur 4.24 Predatieproef in tarwe in 2004, één week na blootstelling van vogelkersluizen in het veld. A: In Biodivers systeem. B: In Biointensief controleperceel. In oranje: het aantal overlevende luizen binnen de ring (waar roofvijanden zijn weggevangen), vergeleken met (in groen) het aantal overlevende luizen buiten de ring, waar roofvijanden ongestoord hun gang konden gaan.

Opnieuw lagen de reductiepercentages tussen de 25% en 90% (Fig. 4.24 A en B). In het Biodivers systeem (Fig. 4.24 A) is geheel volgens de verwachting van de werkhypothese de reductie het grootst in de akkerrand zelf, iets lager op 2 m in het perceel, en het laagste op 15 m. In het Biointensief controlesysteem gaat deze theorie niet op. Merkwaardig genoeg werden hier de hoogste reducties bereikt op 2 m en 15 m uit de rand (Fig. 4.24 B).

4.4 Gewassen

De landbouwkundige doelen staan in het Biodivers onderzoek niet voorop. Ten tijde van het Bedrijfssystemenonderzoek (1991-2001) zijn raskeuze, bemesting, onkruidbeheersing, ziekten en plagen en opbrengsten en kwaliteit wel degelijk intensief gemonitord (Wijnands & Dekking, 2002). Hier wordt een beknopt overzicht van de resultaten gegeven.

4.4.1 Gewas opbrengsten en kwaliteit

De netto opbrengsten van de verschillende gewassen in beide systemen staan samengevat in Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Opbrengsten van de gewassen in de twee onderzoekssystemen (ton/ha)

Biodivers					
Netto opbrengsten in kg / ha x 1000					
gewas	streefwaarden	2001	2002	2003	2004
pootaardappel	30	21,4	24,0	14,7	31
grasklaver	10	11,7	12,0	9,7	?
witte kool	100	93,6	80,7	n.v.t.	n.v.t.
spruitkool	8,5	n.v.t.	n.v.t.	1,4	0,0
zomertarwe	6	5,5	6,1	7,2	5,8
ijsbergsla	27	25,0	4,7	0,0	n.v.t.
spinazie	17	n.v.t.	n.v.t.	23,5	135
winterpeen	65	61,5	49,5	51,0	64,7

Biointensief					
gewas	streefwaarden	2001	2002	2003	2004
pootaardappel	30	19,5	22,8	29,3	
grasklaver	10	n.v.t.	10,5	10,7	
spruitkool	8,5	n.v.t.	7,7	5,0	
zomertarwe	6	7,0	5,2	6,5	
ijsbergsla	27	n.v.t.	24,2	0,0	
spinazie	17	n.v.t.	7,6	11,5	
winterpeen	65	77,0			

Grote opbrengstverliezen zijn terug te voeren op problemen na zware wateroverlast, en voor spruitkool, ijsbergsla en spinazie op kwaliteitsproblemen (zie hieronder).

Kwaliteit

Enkele opvallende kwaliteitsproblemen veroorzaakt door ziekten en plagen worden hier kort aangeroerd. Bij de pootaardappelen trad in 2003 op Biodivers (ras Santé) een zware Rhizoctonia aantasting op, waardoor 50% moest worden uitgesorteed.

De spruitkool gaf in 2002 op Biointensief een sortering van 60% in klasse A, 24% in klasse B en 16% uitval (vooral door melige koolluis). In 2003 is vanwege een slechte stand van het gewas, een enorme aantasting van het koolmotje, en besmetting met melige koolluis, de spruitkool in beide deelsystemen na een beperkte proefoogst afgekeurd en ondergewerkt.

In 2004 bleek de spruitkool bij oogst een forse schade van slakkenvraat aan de spruiten te hebben geleden, en werd een groot deel van de oogst afgekeurd. In 2005 leidde hevige regenval tot wateroverlast en forse groeiachterstanden. Daarbij voegde zich een hoge druk van melige koolluis, die door het extreem warme najaar nog verder werd aangewakkerd. Helaas bleken de spruiten daardoor in 2005 opnieuw niet af te zetten.

De ijsbergsla is van het begin af aan een probleemgewas geweest door een combinatie van factoren. Bij de contracteelt bleek de onkruidbeheersing niet afdoende te zijn. De hoge onkruidichtheden bleken ook te leiden tot een stimulering van bladluisdichtheden en slakkenproblemen. In 2002 werd op Biodivers slechts 12% van de ijsbergsla geoogst (4,7 ton/ha), op Biointensief werd 60% geoogst. In 2003 werd slechts 55% van de ijsbergsla geoogst, vanwege een zeer slechte markt en gebrek aan afzet. De spinazie op Biodivers had in 2003 een goede kwaliteit, maar (te) hoge nitraatgehaltes. Om dezelfde reden kon de spinazie van Biointensief in 2003 niet worden afgezet en is ondergewerkt.

Bij winterpeen viel in 2002 op Biodivers 99% in klasse 0, op het controle perceel 89%. In 2003 was 33% van de bruto oogst tarra en penen die vanwege lengtescheuren moesten worden uitgesorteerd. Wortelvlieschade is ondanks een soms forse wortelvliesdruk steeds zeer beperkt geweest.

4.5 Vegetaties in randen

In het Biodivers systeem zijn verschillende typen randen ingezaaid en zijn verschillende maairegiems toegepast. Het doel is om inzicht te krijgen in de vraag hoeveel diversiteit in randen optimaal is om natuurlijke vijanden te stimuleren. Daarvoor is een gradiënt aangelegd van Zuid naar Noord met toenemende soortenrijkdom en structuur in de vegetatie in de randen (zie Figuur 3.3). Eén van de doelstellingen daarbij was om ook voldoende variatie in de beschikbaarheid van bloemen te creëren. Bloemen zijn belangrijk als bron van nectar en stuifmeel voor sluipwespen, zweefvliegen, gaasvliegen en anderen. Helaas is het creëren van bloemrijke randen in de Noordrand van het Biodivers systeem maar in beperkte mate gelukt. Het aanbod van bloemen in de Noordrand is beperkter gebleven dan gewenst. Door een regelmatig uitbundige bloei van witte klaver is er ook relatief weinig ruimtelijke variatie in bloei. Toch geeft de combinatie van verschillende zaadmengsels en maaibeheer wel degelijk verschillende randen. Voorbeelden van de verschillen tussen de randen zijn gegeven in Figuur 4.25, 4.26 en 4.27.

De vegetaties in de randen is tot op heden nog niet beschreven. Na de ontwikkeling van de randen in de afgelopen jaren zal de samenstelling van de verschillende randen in 2006 d.m.v. vegetatie-opnames worden beschreven en vastgelegd.

Witte Klaver is een soort die mede door het roulerende grasklaver gewas ook in de randen doordringt en zich in het Biodivers systeem heeft gevestigd. Maar er zijn sterke aanwijzingen dat witte klaver ook in het roodzwenkgrasmengsel heeft gezeten, hoewel de leverancier dat tegenspreekt. Figuur 4.26 A laat duidelijk zien dat witte klaver in 2002 zeer dominant aanwezig was in precies die randen die ingezaaid zijn met het roodzwenkgrasmengsel.

In 2002 zijn pogingen gedaan om de bloei te versterken, door vakken in de bestaande Noordrand te frezen en in te zaaien met het Margrietten II mengsel (www.biodivers.nl) (zie ook Fig. 3.3 en Fig. 4.26 B). Helaas heeft dit weinig extra bloemen opgeleverd.

Tot en met 2003 is in maairegiem II en III tweemaal per jaar gemaaid en afgevoerd, om tot verschraving van de vegetatie te komen. Met ingang van 2004 is besloten dat de primaire productie van de akkerranden voldoende was afgenomen om over te gaan tot slechts 1x per jaar maaien (eind juli). Het voordeel hiervan is dat er gedurende de zomer langer bloemen rond de gewassen blijven staan, en dat er weer een redelijke hergroei kan optreden, die voor voldoende winterdekking zorgt.



Figuur 4.25 Drie verschillende typen akkerranden in het Biodivers systeem, 18 mei 2005. Allen in oostelijke richting gefotografeerd.

A .Het rietzwenkgrastype onder gazonbeheer (regiem I in Figuur 3.3), net gemaaid.



Figuur 4.25

B. Het rietzwenkgrastype dat 1x/jaar (eind juli) wordt gemaaid met afvoer van maaisel (regiem II).



Figuur 4.25

C. Het roodzwenkgrastype gemengd met Margrietten II bloemenmengsel, dat 1x/jaar (eind juli) wordt gemaaid met afvoer van maaisel (regiem III, Fig. 3.3).



Figuur 4.26

A. Zomerbeeld van rand in Biodivers uit maairegiem II (juni 2002). Op de voorgrond rechts roodzwenkgrasmengsel, links het rietzwenkgrasmengsel. Let op de verdeling van witte klaver. In de achtergrond liggen de mengsels gespiegeld, en ook de klaver



Figuur 4.26

B. Zomerbeeld van rand in Biodivers uit maairegiem III (juni 2002). Op de voorgrond een uitgefreesd vak dat opnieuw met het bloemenmengsel (Margriet II) is ingezaaid in een poging de soortenrijkdom en het aanbod van bloemen te vergroten



Figuur 4.26

C. Winterbeeld van rand in Biodivers, (maart 2003). Op de voorgrond uit maairegiem II, in de achtergrond uit het gazonbeheer (regiem I). Let op de graspollen die beschutting bieden aan overwinterende bodemdieren.



Figuur 4.27.

A. Zomerbeeld van rand in Biodivers (mei 2004). Op de voorgrond uit het maairegiem II, in de achtergrond uit het gazonbeheer (regiem I).



Figuur 4.27

B. Zomerbeeld van rand in Biodivers, uit maairegiem II (juni 2003). Links het roodzwenkgrasmengsel, rechts het rietzwenkgrasmengsel.



Figuur 4.27

C. Zomerbeeld van rand in Biodivers, uit maairegiem II (juni 2003). Links het rietzwenkgrasmengsel, rechts het roodzwenkgrasmengsel.

4.6 Communicatie

In het project is bij aanvang terughoudend omgegaan met communicatie. Het experiment heeft een lange looptijd en onderbouwde conclusies kunnen pas na verloop van jaren worden getrokken. In 2003 is bij twee wetenschappelijke symposia een lezing gehouden (met publicatie van een artikel). Het doel was om bekendheid aan het project te geven in de wetenschappelijke kring, om zo samenwerkingspartners enthousiast te maken.

In 2005 is een grote inspanning gepleegd door de organisatie van een Open Dag op 15 juni op het OBS proefbedrijf te Nagele, met als thema “Beleef een akkerrand”. Het programma bestond uit lezingen,

excursies, demonstraties in het veld en een informatiemarkt met kramen van onderzoekers en toeleveranciers. In de ochtend namen ongeveer 50 genodigden vanuit Ministeries van LNV en VROM, Provincies, Waterschappen, organisaties voor natuur- en landschapsbeheer e.a. In de middag bezochten ongeveer 100 ondernemers en andere belangstellenden het open programma. Een foto impressie van de Open dag staat in Figuur 4.28.



Figuur 4.28 Foto-impressie van de Open Dag "Beleef een akkerrand" op 15 juni 2005 te Nagele, met lezingen, excursies, demonstraties, plenaire discussie, en een informatiemarkt.

Ter gelegenheid van de Open Dag is in samenwerking met het LTO blad "Nieuwe Oogst" een themanummer "Functionele Agro-Biodiversiteit" uitgebracht met vier artikelen over dit onderwerp, waaronder één artikel specifiek over het onderzoek in Nagele (van Alebeek, 2005). De Open Dag heeft tevens geleid tot aandacht in enkele dag- en weekbladen en op de radio (zie Tabel 4.5 en voor details Bijlage I).

Tabel 4.5 Producten van communicatie activiteiten vanuit het project Biodivers in de periode 2001 – 2005.

Producten	2001	2002	2003	2004	2005*	totaal
wetenschappelijke artikelen			2			2
vakbladartikelen		1	1	2	5*	9
lezingen voor groepen		8	3	5	7+3*	26
excursies op OBS Nagele		1	4	2	3+10*	20
stand + posters bij symposia e.d.		2		1	4+4*	11
dagbladen, radio					6*	6
totaal		12	10	10	14+28*	74

* Veel extra inzet is gepleegd tijdens de Open Dag op 15 juni 2005 te Nagele

Met lezingen door het hele land werden bijna 900 mensen bereikt. Bij excursies op het onderzoeksbedrijf OBS te Nagele werden 300 mensen rondgeleid door het Biodivers systeem. Doelgroepen varieerden breed van akkerbouwers en vollegrondsgroententelers, studenten, beleidsmakers van waterschappen, gemeenten, provincies en ministeries, landbouwkundig adviseurs tot (internationale) landbouwkundig onderzoekers. Met vakbladartikelen en met name de special in 'Nieuwe Oogst' (20 juni 2005) is een zeer grote groep ondernemers bereikt.

5 Discussie

Opzet van het project

In de 80'er en 90'er jaren van de vorige eeuw verscheen een reeks van verspreide rapporten over effecten van akkerranden. Veel van dit werk gebeurde versnipperd en bijna steeds gericht op één gewas, en één plaag of groep van plagen, en hun natuurlijke vijanden. De stap om deze kennis te vertalen naar een systeemniveau van meerdere gewassen op een heel bedrijf was een visionaire stap. De vertaling naar twee elementaire onderzoeksvragen (hoeveel diversiteit en hoeveel intensiteit is nodig) heeft de basis gelegd voor de opzet en vormgeving van het onderzoek.

De schaal en wijze waarop het Biodivers onderzoek in Nagele is opgezet, is uniek in de wereld. Tegelijk brengt deze opzet ook kwetsbaarheden met zich mee. De lasten van de proefveldkosten voor 20 hectare gaan steeds zwaarder op het project drukken. Onderzoek aan zes gewassen met elk hun eigen sleutelplagen heeft geleid tot een grote versnippering van de toch al schaarse onderzoekscapaciteit, zodat relatief weinig diepgang kon worden bereikt.

Bij aanvang van het project en in de jaren daarna is tot drie maal toe bij NWO een projectvoorstel ingediend voor diepgaand universitair onderzoek binnen het Biodivers project (met 1 of 2 Aio's en studenten). Dat het praktijkonderzoek binnen de universitaire wereld een onbekende en vreemde eend in de bijt is, zal zeker hebben meegespeeld bij de herhaalde afwijzingen van de voorstellen (ondanks lovende referenties). Dit heeft er wel toe geleid dat de infrastructuur van dit experiment bij lange na niet is benut voor de vele vragen die zich in een dergelijke systeem kunnen laten onderzoeken. Er hadden uit het systeem véél meer data en antwoorden gehaald kunnen worden dan nu het geval is geweest.

De zesjarige rotatie maakt dat de datasets pas na zes jaar compleet zijn. Voor de bodemfauna zal dat na voltooiing van 2006 het geval zijn; voor de plaagbemonsteringen zou dat na het seizoen van 2007 zijn. Een dergelijke lange onderzoeksduur laat zich steeds moeilijker inpassen in lopende onderzoeksprogramma's van (vroeger) 4 jaar, die steeds vaker met tussentijdse herschikkingen van budgetten en prioriteiten en jaarlijkse go-no go momenten te maken hebben. De financiering van het project Biodivers is noodgedwongen opgebouwd uit bijdragen van verschillende onderzoeksprogramma's, maar is daardoor ook kwetsbaar voor elke heroverweging en bezuinigingsslag in elk van die programma's.

Gewassen

In de beginjaren (2001-2003) is het referentiesysteem Biointensief feitelijk een project voor bedrijfssysteemonderzoek geweest. Mede daardoor moesten noodgedwongen compromissen rondom gewaskeuzes gemaakt worden. Het feit dat het proefbedrijf een biologische productie kent, die ook de afzet via biologische handelskanalen moet regelen, heeft invloed gehad op gewas en raskeuzes, en gezorgd voor de nodige gewaswisselingen en verschillen tussen de beide systemen.

Het feit dat het proefbedrijf een deel van zijn kosten uit de opbrengst van de gewassen moet halen staat soms op gespannen voet met het onderzoek. Anderzijds is de inrichting van het Biodivers systeem, en vooral die van de kleinste formaat plotjes, een enorme handicap geweest voor de praktisch bedrijfsvoering en werkzaamheden.

Onderzoek aan zes gewassen met elk hun eigen sleutelplagen heeft als nadeel een grote versnippering van schaarse onderzoekscapaciteit, zodat relatief weinig diepgang kon worden bereikt. Al snel zijn daarom prioriteiten gesteld, en worden enkele gewassen niet of nauwelijks gemonitord op plagen. Dit is een weinig efficiënte benutting van de aanwezige infrastructuur.

Akkerranden

De akkerranden zijn aangelegd om twee onderzoeksvragen te beantwoorden. Ten tijde van aanleg (2000) was onze kennis over functionele biodiversiteit slechts een fractie van wat we intussen u weten. De samenstelling van zaadmengsels en de afmetingen van percelen waren grotendeels op vuistregels en expert guesses gebaseerd.

De verschillende grasmengsels hebben zich volgens verwachting verschillend ontwikkeld. Helaas is van het meegezaaide kruidenmengsel in de Noordrand bijzonder weinig opgekomen. De beoogde gradiënt van soortenrijkdom en bloemenaanbod is daardoor maar zeer ten dele gerealiseerd. Intussen weten we dat met specifiek samengestelde mengsels van éénjarige kruiden veel meer bloemen in het systeem kunnen worden gebracht, én dat daarmee ook specifiek natuurlijke vijanden van plagen kunnen worden gestimuleerd. Echter, een tussentijdse ingreep en uitbreiding met bloemenmengsels zou de proef in dit stadium sterk verstoren. Ook voor dit aspect wordt dringend aanbevolen de opzet na 2006 te heroverwegen en aan te passen.

Al snel werd duidelijk dat voor de praktische, landbouwkundige bewerkingen de kleinste plotjes in het Biodivers systeem een lastig obstakel vormen. Vooral de randen dwars op de werkrichting zorgen voor veel extra arbeid en inspanning. Tegelijk is ook al in 2002 duidelijk geworden dat, in elk geval voor de natuurlijke vijanden van bladluizen in aardappel en tarwe, de kleinste plotjes volstrekt overbodig zijn. Die vijanden blijken in juli tot 50 m in het gewas evenveel effect op de plagen te hebben als op 2 m in het gewas. In een theoretisch benadering zou er juist nog een volgende stap naar grotere percelen wenselijk zijn (Hoe ver voorbij de 50 m vinden we dat onderdrukkend effect niet meer?) maar in deze opzet leidt dat tot onbetaalbare proefvelden. Er is voor gekozen de oorspronkelijke lay-out gedurende een hele gewassencyclus te handhaven. Na 2006 staan de kleinste plotjes en vooral de dwarsranden in dat systeem ter discussie.

Bij de oogstwerkzaamheden zijn enkele malen de akkerranden als rijpad zwaar beschadigd. Helaas betrof dat ook de meest Noordelijke rand, waar juist het streven was naar de grootste biodiversiteit en overwintering van natuurlijke vijanden. Die rand is tweemaal gedeeltelijk opnieuw ingezaaid. Het systeem van een extra kopakker met een éénjarig bloemenmengsel langs de permanente Noordrand heeft de problemen gelukkig goed verholpen.

Voor de landbouwpraktijk is het feit dat de akkerranden op klei een stimulans voor slakkenplagen vormen en zwaarwegend nadeel. Het project zal met goede oplossingen moeten komen, om akkerranden op kleigrond op brede schaal ingang te laten vinden.

Monitoring bodemfauna

Een effect van de zesjarige opzet van het project is dat tussentijds bijsturen van het monitoringsprogramma bijna niet mogelijk is. Vanaf de start is een fors deel van het budget vastgelegd in het monitoringsprogramma voor bodemfauna. Die dataset wordt met elk jaar tot aan 2007 steeds belangrijker en kostbaarder. Tegelijk was na één jaar al duidelijk dat potvallen en gele vangbakken niet afdoende waren om de plaagdichtheden in het gewas te monitoren. Terwijl voor de landbouwpraktijk juist de plaagdichtheden het criterium voor succes of falen vormen. Een herschikking van het monitoringsprogramma zou wenselijk zijn, maar het snijden in delen van de monitoring van bodemfauna zou met terugwerkende kracht het werk van voorgaande jaren onbruikbaar en verspilde energie maken. Vandaar dat na voltooiing van het veldseizoen 2006 een gedegen heroverweging gemaakt moet worden van de prioriteiten in monitoring. De aandacht op bodemfauna dient na 2006 fors te verschuiven in de richting van vliegende natuurlijke vijanden en in de richting van een veel meer gedetailleerde bemonstering van plagen.

Monitoring vliegend fauna

Een combinatie van slecht functionerende gele vangbakken in de beginjaren, en een nauwelijks ontwikkelde

gradiënt van bloei in het Biodivers systeem, hebben er samen voor gezorgd dat de aandacht voor gevleugelde natuurlijke vijanden tot nu toe zeer beperkt is gebleven. Toch is de inschatting dat deze groepen (sluipwespen, zweefvliegen, gaasvliegen, dansvliegen etc.) bij de juiste maatregelen een enorme rol kunnen spelen in de onderdrukking van plagen. Het werk van het Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek (NIOO, Heteren, Felix Wäckers en collegae) geeft hier steeds meer inzicht en handvaten voor. Het is dan ook dringend aanbevolen om na 2006 veel meer inspanningen te doen om de bloei in het systeem te sturen, en om de gevleugelde fauna veel nauwkeuriger in kaart te brengen.

Monitoring plagen

Zoals eerder aangegeven is bij de opzet van het systeem te gemakkelijk verondersteld dat plagen ook met behulp van bodemvallen en vangbakken gemonitord zouden kunnen worden. Tevens is het belang van de effecten op plagen in de communicatie over de resultaten van het project onderschat. Met enige moeite en creativiteit is extra budget gevonden om toch de plagen in de gewassen te bemonsteren. De aandacht is daarbij verdeeld over verschillende gewassen, met enkele optimale momenten om de sleutelplaaq aan te treffen. Helaas is het niet of nauwelijks mogelijk geweest om vaker dan 2 of 3 maal per seizoen per gewas en telling te doen. Dat betekent dat verschillen tussen tijdstippen, locaties en behandelingen heel lastig te interpreteren zijn, omdat bijna geen zicht is op de factoren die in de tussentijd een rol hebben gespeeld.

Desondanks hebben de beperkte bemonsteringen enkele spectaculaire resultaten opgeleverd. De effecten van de akkerranden op bladluizen in tarwe en aardappel zijn indrukwekkend, en spelen in de communicatie over het project een belangrijke rol. Des te belangrijker wordt het dat we zekerheid verwerven dat dit geen gelukkige toevalstreffers zijn. Daarvoor is het noodzakelijk dat we vaker tellen, en beter gaan begrijpen hoe deze resultaten tot stand komen. Meer capaciteit daarvoor is hard nodig.

Deelexperimenten

Binnen de beperkte ruimte in het project is getracht om met kleinschalige experimenten deelvragen van de werkhypothese te beantwoorden. Het onderzoeken van de overwintering in akkerranden en akkers is één van die experimenten, en het predatie-experiment in tarwe (met ringen en buitensluiten van rovers) is een tweede voorbeeld. In 2005 is een derde proef gedaan met financiering uit de Kennisbasis (thema 4), waarbij we in detail hebben gekeken naar de verspreiding van loopkevers in een tarweperceel ten opzichte van de randen. De resultaten van dat onderzoek worden momenteel verwerkt en konden in dit verslag niet meer worden meegenomen.

Juist de resultaten van de deelexperimenten geven onderbouwing aan de werkhypothesen en geven ons het vertrouwen dat de positieve effecten van akkerranden op plagen niet op toeval berusten. Het onderzoek naar overwintering laat weliswaar als onverwacht resultaat zien dat er ook in kale akkers nog veel bodemdieren overleven. Maar dit experiment bewijst ook dat in akkerranden nog veel meer roofvijanden overleven, en dat die aantallen in soortenrijke randen aanzienlijk hoger zijn dan in kortgemaaide grasranden.

Ook het kleinschalige predatie-experiment toont op overtuigende wijze het belang aan van bodembewonende rovers voor de onderdrukking van bladluizen. Deze resultaten passen volledig in de hypothese van vroege effecten van overwinterde rovers, die vanuit de randen de akker in trekken. Het aantrekkelijke van dit predatie-experiment is dat deze opzet relatief gemakkelijk is in te zetten als een velddemonstratie in praktijkprojecten met ondernemers. Als zij zelf met eigen ogen kunnen zien hoeveel bladluizen worden opgevreten door de aanwezige roofvijanden, werkt dat zeer overtuigend en motiverend.

Communicatie

Biodiversiteit en de bedreigingen daarvan zijn sinds de VN conferentie in Rio de Janeiro in snel tempo op politieke agenda's verschenen. In Nederland proberen de Ministeries van LNV en VROM sinds enkele jaren dit abstracte en ver-van-mijn-bed onderwerp te vertalen naar praktisch beleid en maatregelen. LTO Nederland heeft in een vroeg stadium begrepen dat dit thema een grote kans biedt om de Nederlandse

landbouw nu juist eens op een positieve manier op de kaart te zetten i.p.v. als een sector met alleen maar milieuproblemen. Het project Functionele Agro-Biodiversiteit (FAB) geeft op gebiedsniveau bij praktijkbedrijven concrete invulling aan de onderdrukking van plagen met behulp van aanwezige natuurlijke vijanden. De eerste ervaringen en resultaten van het Biodivers project hebben in het LTO projectplan een belangrijke rol gespeeld, en PPO-AGV is vanaf het begin bij de uitvoering van het FAB project betrokken. Het effect hiervan is dat we vanuit het project Biodivers nu reeds gevraagd worden om concrete, praktische maatregelen aan te dragen, die aantoonbare effecten resulteren. Terwijl dit rapport duidelijk maakt dat we in feite nog aan het begin staan van een grote analyse, en dat er nog heel veel vragen te beantwoorden zijn. Momenteel starten er steeds meer regionale en provinciale akkerrandenprojecten in Nederland. Steeds vaker bereiken ons vragen om concrete adviezen over de aanleg, samenstelling en het beheer van akkerranden, ook vanuit de optiek van functionele biodiversiteit en plaagbeheersing. De Open Dag van het project op 15 juni 2005 en de daarmee samenhangende publiciteit heeft deze vraag alleen maar aangewakkerd.

In navolging van het LTO FAB project liggen er op dit moment meerdere provinciale FAB projectvoorstellen ter beoordeling. Dit duidt op een grote belangstelling, en op een bereidwilligheid bij bestuurders en ondernemers om daadwerkelijk nieuwe stappen te zetten naar een meer duurzame landbouw waarin de benutting van biodiversiteit een grote rol speelt. Tegelijk lijken de verwachtingen van de gereedschappen die het onderzoek hiervoor kan aanreiken, en van de effectiviteit van die instrumenten op de korte termijn, torenhoog. Dat maakt de druk op het project Biodivers groot om al met adviezen en maatregelen te komen, nog voor een analyse heeft kunnen plaatsvinden. Het risico op te vroeg geteste en mogelijk niet betrouwbare maatregelen wordt daardoor groter.

Op dit moment worden in enkele samenwerkingsprojecten van PPO, ASG, CLM, LBI en LEI instrumenten ontwikkeld waarmee ondernemers meer praktische handvaten krijgen om biodiversiteitsmaatregelen op hun bedrijf uit te voeren en te evalueren. Deze projecten worden gefinancierd uit onderzoeksprogramma 433 (Ondernemerschap) van LNV. Het "Werkboek Ondernemen met Biodiversiteit" (Boer et al., 2003) is een voorloper en inspiratiebron. Op dit moment werkt PPO-AGV aan één van de zgn. Instrumentkaarten, voor het waarnemen, herkennen en beoordelen van natuurlijke vijanden van plagen. Ook in praktijkprojecten als het LTO FAB project is de herkenning van natuurlijke vijanden en het schatten van dichtheden van natuurlijke vijanden en plagen een belangrijk onderdeel van de communicatie. De ontwikkeling van simpele hulpmiddelen zoals zoekkaarten en eenvoudige potvaltechnieken zijn daarbij essentieel, en vanuit het project Biodivers zal daar ook in de komende jaren volop aandacht worden gegeven. De aanleg van een databank van beeldmateriaal van plagen en natuurlijke vijanden is één van prioriteiten.

6 Conclusies

- Dit eindrapport van het project Biodivers is voor het onderzoek naar Functionele Biodiversiteit op Nagele slechts een tussenrapport. Omdat de dataset van de zesjarige gewasrotatie nog niet compleet is, kan nog geen grondige, statistische analyse worden gedaan. Het rapport bevat daarom wel een hoop aanwijzingen voor effecten van akkerranden op natuurlijke vijanden en plagen, maar harde bewijzen daarvan zijn *nog* niet mogelijk. In 2007 is de analyse wel mogelijk en gepland.

M.b.t. natuurlijke vijanden

- Zowel in de akkers als in de akkerranden leven hoge aantallen bodemdieren. In de potvallen gedurende het groeiseizoen maken loopkevers bijna 40% van de vangsten uit en spinnen ruim 30%. Met grote kortschildkevers (4%), kleine kortschildkevers (10%) en overige kevers (7%) is samen al meer dan 90% van alle vangsten benoemd.
- Uit de winterbemonsteringen valt op te maken dat per vierkante meter akkerrand gemiddeld meer dan 500 bodemdieren overwinteren. Dat valt te vertalen als 1,6 miljoen loopkevers per hectare en 0,5 miljoen spinnen per hectare. In het groeiseizoen zijn in de akkerranden pieken waar te nemen waarbij lokaal deze aantallen soms nog een factor 5 – 10 hoger liggen. Akkerranden met een grotere diversiteit en met meer structuur en dekking herbergen méér natuurlijke vijanden dan kortgemaaide grasranden.
- De variatie in soortensamenstelling en aantallen van de bodemfauna in tijd en ruimte is nog maar nauwelijks verkend. De eerste voorbeelden laten zien dat verschillende functionele groepen zich heel verschillend gedragen. Spinnen hebben een voorkeur voor dichte, structuurrijke vegetaties zoals de grasranden en tarwe. Loopkevers zijn bijv. veel talrijker in een koolgewas dan in een naastgelegen akkerrand. Er is een veelheid van factoren die deze variatie voortdurend beïnvloedt.
- De indruk bestaat dat de samenstelling en talrijkheid van de bodemfauna in de akkers allereerst en vooral bepaald wordt door het soort gewas (en daarmee samenhangende co-variabelen zoals structuur, microklimaat, prooiaanbod, etc.). Sterke aanwijzingen hiervoor zijn oogsttijdstippen die meteen zichtbaar zijn in de vangsten, en het herstel van aantallen wanneer daarna een groenbemester is ingezaaid en ontkiemd.
- Door verschillende oorzaken zijn de vangsten van gevleugelde fauna (in de gele vangbakken) nog nauwelijks geanalyseerd. Bladluizen en sluipwespen vormen elk ongeveer 40% van de vangsten. De gele vangbakken registreren niet alleen invliegende fauna over lange afstanden, maar weerspiegelen ook verschillen in dichtheden en vliegactiviteit op perceelsniveau.

M.b.t. plagen in de gewassen

- De bemonstering van plagen is te beperkt van omvang en intensiteit. Een veel intensiever monitoringsprogramma is nodig om effecten en achterliggende werkingsmechanismen zichtbaar te kunnen maken, maar vooralsnog ontbreekt het budget daarvoor.
- In twee van de vier jaren dat plagen zijn geteld, is de dichtheid van bladluizen in tarwe in het Biodivers systeem met akkerranden de helft lager dan in het Biointensief systeem zonder akkerranden. Hetzelfde geldt voor bladluissoorten in pootaardappel. Deze onderdrukking van de bladluisplaag door natuurlijke vijanden vinden we tot op 50 meter vanuit de akkerranden.
- Deze constatering wordt onderbouwd door de resultaten van predatieproeven. Door natuurlijke vijanden wel en niet weg te vangen, kunnen we laten zien dat zij in het voorjaar verantwoordelijk zijn voor een sterfte onder bladluizen van 25% tot soms 90% in één week tijd.
- In spruitkool hebben extreme weersomstandigheden in combinatie met piekjaren van het koolmotje en de melige koolluis voor misoogsten gezorgd. Er zijn (nog) geen duidelijke effecten van natuurlijke vijanden vanuit akkerranden aan te wijzen. Slakken veroorzaken grote schade aan de spruitjes en worden door de voorvrucht grasklaver en door de meerjarige akkerranden gestimuleerd. Een betere beheersing van slakkenplagen is een noodzakelijke voorwaarde om akkerranden op kleigronden te kunnen promoten, vooral in teelten van voor slakken gevoelige gewassen (kool, sla, spinazie, etc.).

- Spinazie en ijsbergsla zijn door een reeks verschillende oorzaken meerdere malen als misoogst ondergewerkt. Bladluizen en slakken spelen daarbij een bijkomende rol, mogelijk versterkt door een hoge onkruiddruk.

M.b.t. de akkerranden

- Het is slechts beperkt gelukt om een bloemrijke akkerrand langs de Noordzijde van het Biodivers systeem te creëren. Hierdoor is de diversiteitsgradiënt in het systeem slechts ten dele gerealiseerd. Dit heeft vooral consequenties voor bloembezoekende natuurlijke vijanden zoals sluipwespen en zweefvliegen.
- Met de huidige kennis en ervaringen zouden de kleinste plotjes in het systeem kunnen vervallen, en zouden we zoveel mogelijk de akkerranden dwars op de werkrichting wegnemen. In de plaats daarvan zouden randen van éénjarige bloeiende kruiden langs randen en midden door percelen een welkome aanvulling zijn. Echter, totdat de dataset van één volledige gewasrotatie is vol gemaakt, zullen we geen ingrijpende wijzigingen in het systeem aanbrengen.

M.b.t. communicatie en resultaten

- Door de inspanningen rondom de Open Dag in juni 2005 is ruime bekendheid gegeven aan het project Biodivers en de resultaten tot nu toe. Vele honderden mensen zijn met lezingen excursies en vakbladartikelen bekend gemaakt met het project.
- Via het LTO FAB project en steeds meer regionale akkerrandenprojecten worden resultaten uit het Biodivers onderzoek vertaald naar adviezen en maatregelen voor de praktijk. De verwachting is dat deze vraag de komende jaren nog sterk zal groeien. Het is een zorg of de resultaten al voldoende geanalyseerd zijn, en betrouwbaar en robuust genoeg zijn om nu al op praktijkbedrijven uit te voeren. Er zal ook een reeks van nieuwe kennisvragen en knelpunten vanuit praktijkprojecten worden terug gespeeld naar het Biodivers project. Er zal ruimte en flexibiliteit moeten worden ingebouwd om nieuwe vragen op te kunnen pakken.

M.b.t. het vervolg en de nabije toekomst

- In 2006 dient het veldwerk en programma van monitoring in het project voort te gaan op de lijn van de afgelopen jaren. Daarmee kan de dataset van potvallen en bodemfauna compleet gemaakt worden met het 6^e jaar van de gewasrotatie. De onvolledige set van vangsten met gele vangbakken moet in samenwerking met een statisticus beoordeeld worden op bruikbaarheid.
- Nadat de dataset van bodemfauna compleet is gemaakt, kan in 2007 eindelijk een grondige statistische analyse worden uitgevoerd. Bovendien wordt aanbevolen om met ingang van 2007 de potvalvangsten drastisch te reduceren. Daarmee kan veel onderzoekscapaciteit worden vrijgemaakt om andere vraagstukken (zoals de dynamiek van de vliegende fauna en een veel meer gedetailleerde monitoring van plagen) op te pakken. Daar is dringend behoefte aan.
- In 2007 is het tevens mogelijk om wijzigingen aan te brengen in de ruimtelijke en kwalitatieve inrichting van het Biodivers systeem. Ideeën voor een heroriëntatie zijn b.v. het opheffen van de kleinste plotjes, het verwijderen van zoveel mogelijk akkerranden die dwars op de werkrichting liggen, en het inweven van specifieke, éénjarige bloemenranden om sluipwespen en zweefvliegen te stimuleren. Ook een wisseling van enkele gewassen behoort dan tot de opties.

7 Bronnen

- Baars, M.A., 1979. Catches of pitfall traps in relation to mean densities of carabid beetles. *Oecologia* 41: 25-46.
- Bengtsson, J., Ahnström, J. & Weibull, A.C., 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 42: 261-269.
- Boatman, N.D. (ed.), 1994. *Field margins: integrating agriculture and conservation*. BCPC Monograph no. 58. British Crop protection Council, Farnham, UK.
- Boatman, N.D., Davies, D.H.K., Chaney, K., Feber, R., de Snoo, G.R. & Sparks, T.H. (eds.), 1999. *Field margins and buffer zones: ecology, management and policy*. Aspects of Applied Biology 54, The Association of Applied Biologists, Warwick, UK.
- Boer, M., Smeding, F.W., Kloen, H. & Guldmond, J.A., 2003. Ondernemen met Biodiversiteit. Handboek voor ondernemers in de landbouw. CLM rapport 556-2003, Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht.
- Boller, E.F., Häni, F. & Poehling, H.M., 2004. *Ecological Infrastructures. Ideabook on Functional Biodiversity at the Farm level*. IOBC/WPRS, Lindau, Sw.
- Collins, K.L., Boatman, N.D., Wilcox, A., Holland, J.M. & Chaney, K., 2002. Influence of beetle banks on cereal aphid predation in winter wheat. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 93: 337-350.
- Fliessbach, A., Mäder, P., Pfiffner, L., Dubois, D., Gunst, L., 2003. Biologische landbouw bevordert bodemvruchtbaarheid en biodiversiteit. FIBL Dossier nr. 1 (april 2003). Ned. Vertaling uitgegeven door Bd Vereniging, Driebergen.
- Fuller, R.J., Norton, L.R., Feber, R.E., Johnson, P.J., Chamberlain, D.E., Joys, A.D., Mathews, F., Stuart, R.C., Townsend, M.C., Manley, W.J., Wolfe, M.S., Macdonald, D.W. & Firbank, L.G., 2005. Benefits of organic farming to biodiversity vary among taxa. *Biology Letters*
<http://www.journals.royalsoc.ac.uk/openurl.asp?genre=article&id=doi:10.1098/rsbl.2005.0357>
- Halsall, N.B. and Wratten, S.D., 1988. The efficiency of pitfall trapping for the polyphagous predatory Carabidae. *Ecological Entomology* 13: 293-299.
- Hole, D.G., Perkins, A.J., Wilson, J.D., Alexander, I.H., Grice, P.V., Evans, A.D., 2005. Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation* 122: 113-130.
- Hopster, G., 2002. Agrarisch natuurbeheer op het OBS, resultaten van 10 jaar monitoren. In: F.G. Wijnands & A.J.G. Dekking (red.). Biologische akkerbouw. Centrale Zeeklei. PPO- Bedrijfssystemen 2002 (1): 31-34.
- Johnson, C.G., 1967. Comparison of water traps, sticky traps and suction traps for assessing aphid migration. Rep. Rothamsted exp. Station, 1966: 201.
- Marshall, E.J.P. and Moonen, A.C., 2002. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 89: 5-21.
- Meek, B., Loxton, D., Sparks, T., Pywell, R., Pickett, H. & Nowakowski, M., 2002. The effect of arable field margin composition on invertebrate biodiversity. *Biological Conservation* 106: 259-271.
- PAGV, 1992. *Themadag Bedrijfssystemen voor een akkerbouw met toekomst*. Proefstation en Informatie- en Kenniscentrum voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Themaboekje nr. 14, 16 december 1992. IKC-PAGV, Lelystad.
- Thomas, M.B., Wratten, S.D. & Sotherton, N.W., 1992. Creation of 'island' habitats in farmland to manipulate populations of beneficial arthropods: predator densities and species composition. *Journal of Applied Ecology* 29: 524-531.
- Topping, C.J. and Sunderland, K.D., 1992. Limitations to the use of pitfall traps in ecological studies exemplified by a study of spiders in a field of winter wheat. *Journal of applied ecology* 29: 485-491.
- Turin, H. 2000. *De Nederlandse Loopkevers. Verspreiding en oecologie*. De Nederlandse Fauna deel 3. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Wijnands, F.G. en Dekking, A.J.G., 2002. *Biologische Akkerbouw. Centrale Zeeklei*. PPO-Bedrijfssystemen 2002 no. 1, PPO-AGV, Lelystad.

Bijlage 1 Factoren die potvalvangsten beïnvloeden

Met een nog volledige gewasrotatie is het niet mogelijk om de resultaten van de potvalvangsten te analyseren en te gebruiken voor het aanwijzen van de belangrijkste verklarende variabelen. Het is echter wel mogelijk om vooraf een (theoretisch) overzicht te maken van welke factoren die potvalvangsten beïnvloeden. Dat overzicht wordt hieronder schematisch weergegeven.

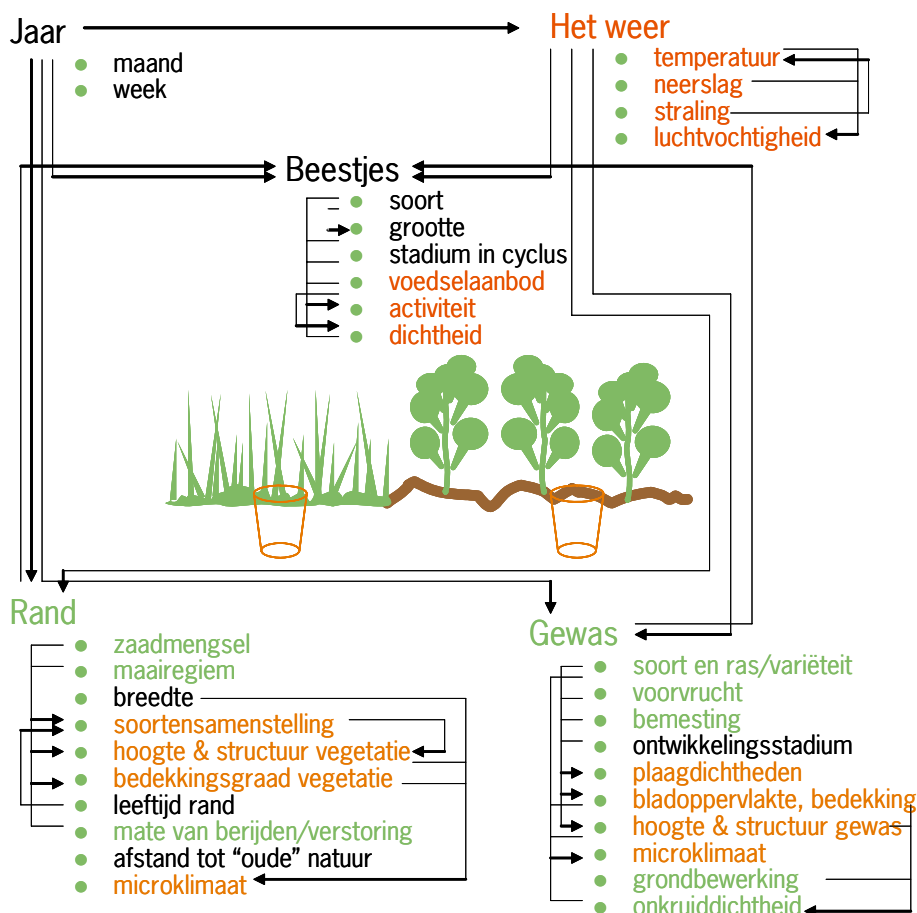
Daarbij is onderscheid gemaakt tussen verschillende soorten factoren, naar de mate waarin we daarmee kunnen sturen, of daar waar we keuzes kunnen maken welk aspect van die factor wordt onderzocht.

Betekenis van de kleuren van verschillende factoren in het schema hieronder:

In groen: Variabelen die we rechtstreeks kunnen sturen (keuze van gewas, zaadmengsel, tijdstip en frequentie van maaien, soort en hoeveelheid mest, en andere bewerkingen, etc.).

In zwart: Variabelen die we niet direct kunnen sturen, maar waarin we wel keuzes kunnen maken (b.v. welk jaar of welke maand wordt geanalyseerd; worden loopkevers of spinnen bekeken, wordt het effect van akkerranden geanalyseerd 1 jaar of 5 jaar na aanleg, etc.).

In rood: Variabelen die we niet direct kunnen sturen of selecteren (al kunnen we via groene variabelen soms wel indirecte invloeden uitoefenen, zie de pijltjes in het schema) (b.v. het weer, plaagdichtheden, microklimaat en structuur van de vegetatie, etc.).



Bijlage 1. Schematisch overzicht van de belangrijkste factoren die van invloed zijn op de vangsten in potvallen.

Bijlage 2 Overzicht van kennisproducten 2001-2005

Dit overzicht is ingedeeld in 6 categorieën, met een chronologische rangschikking per categorie:

Wetenschappelijke artikelen

- Alebeek, F.A.N van, J.H. Kamstra, B. Venhorst & A.J. Visser, 2003. Manipulating biodiversity in arable farming for better pest suppression: which species and what scale? *Proc. Exper. Appl. Entomol. NEV Amsterdam* 14 (2003): 109 – 113.
- Alebeek, F.A.N van, J.H. Kamstra, B. Venhorst & A.J. Visser, 2003. Manipulating biodiversity in arable farming for better pest suppression: which species and what scale? (licht aangepaste versie van vorige artikel) *IOBC / WPRS Bulletin* Vol. 26 (4): 185 – 190.

Vakbladartikelen

- Venhorst, B. 2002. Is soortenrijkdom in open teelten functioneel? *Ekoland* 5 (mei 2002): 20-21.
- Alebeek, F. van & B. Venhorst, 2003. Kan soortenrijkdom in open teelten functioneel zijn? *Inzicht in Natuur (SBNL)* 14(3): 14 – 15.
- Anonymus, 2004. Natuur verdrijft luis. *Biologisch Onderzoekbericht* nr. 11 (zomer 2004).
- Anonymus, 2004. Gewasbescherming door akkerranden. *Syscope* nr. 3: 5.
- Boo, M. de, 2005. Akkerranden als bescherming voor het gewas. *Resource* no. 15, februari 2005, pp 26 - 27
- Alebeek, F. van & J. Brouwer, 2005. Functionele Agrobiodiversiteit verkleint risico op plagen. *Nieuwe Oogst Magazine (Gewas) Themanummer Agrobiodiversiteit* 1 (3) (15 juni 2005) 10 – 11.
- Spruijt, J., 2005. De lusten en de lasten van de akkerrand. *Nieuwe Oogst Magazine (Gewas) Themanummer Agrobiodiversiteit* 1 (3) (15 juni 2005): 12 – 13.
- Noorduyn, L. & J. Willemse, 2005. Hulp van zweefvliegen. *Akkerbouwer* ziet rol en nut van akkerranden. *Nieuwe Oogst Magazine (Gewas) Themanummer Agrobiodiversiteit* 1 (3) (15 juni 2005) 14 – 15.
- Alebeek, F. van, 2005. Slim werken verlaagt aantal plagen. *Nieuwe Oogst Magazine (Gewas) Themanummer Agrobiodiversiteit* 1 (3) (15 juni 2005): 16 – 17.

Lezingen

- 25 juni 2002, Nagele. 50 deelnemers (landbouwkundig onderzoekers) aan het 12e European Weed Research Society Symposium (24 - 27 juni 2002, Oosterbeek)
- 7 augustus 2002, Houwerzijl. 40 bezoekers op Open dag van project Natuur Breed (akkerbouw, regio Groningen)
- 28 augustus 2002, Herpen. 30 bezoekers op Open dag van project Natuur Breed (akkerbouw, regio Noord-Brabant)
- 11 september 2002, Mookhoek. 30 bezoekers op Open dag van project Natuur Breed (akkerbouw, regio Zuid-Holland)
- 12 november 2002, Boskoop. 24 deelnemers PPO-Bomen Workshop "Natuurlijke Vijanden – Natuurlijk"
- 29 november 2002, Westmaas. 8 potentiële deelnemers van het LTO-project "Functionele Agro-Biodiversiteit" Hoeksche Waard.
- 19 december 2002, Venray. 12 potentiële deelnemers van het LTO-project "Functionele Agro-Biodiversiteit" ZO-Nederland.
- 20 december 2002, Amsterdam. 50 deelnemers aan de 14^e Nederlandse Entomologendag van de Ned. Entomologische Vereniging (NEV).
- 12 mei 2003, Bologna (Italië). 50 deelnemers aan the 1st meeting of the IOBC Study group Landscape Management for Functional Biodiversity.
- 19 mei 2003, Kollumerwaard. 10 potentiële deelnemers van het LTO-project "Functionele Agro-Biodiversiteit" Nd-Nederland.
- 12 juni 2003, Nagele. 8 Programma- & Projectleiders van de LNV Systeeminnovatie-programma's (400-I t/m 400-V)
- 27 augustus 2003, Nagele. 8 Projectleiders (luizen en trips) van LNV-Gewasbeschermings-programma 397-II.
- 20 januari 2004, Lelystad. 22 leden projectteam van BIOM (PPO, DLV e.a.).
- 12 februari 2004, Lelystad. 30 deelnemers aan PPO-AGV Workshop Groenbemesters.
- 27 februari 2004, Dronten. 20 studenten van CAH Dronten, Opleiding Tuinbouw en Akkerbouw. College Natuurlijke Plagbeheersing en Functionele Biodiversiteit.
- 16 maart 2004, Lelystad. 10 teamleden PPO-AGV gewasgezondheid, sectie plagen.
- 2 februari 2005, Den Haag. 250 deelnemers VROM Conferentie "Boeren Bedrijven Biodiversiteit".
- 1 juni 2005, OBS Nagele. 10 leden projectgroep "Actief Randenbeheer Noord-Brabant".
- 15 juni 2005, Nagele. 3 lezingen voor 120 mensen, Open Dag 'Beleef een akkerrand'.
- 16 augustus 2005, Oud Beijerland. 2 lezingen voor 50 deelnemers aan Akkerrandendag van het project "Akkerrandenregeling Hoeksche Waard".
- 20 september 2005, Lelystad. 20 onderzoekers biologische landbouw, uit Zuid, Centraal en Oost Europa.
- 25 oktober 2005, Bleiswijk. Ezing voor 70 deelnemers aan studiedag van Artemis, belangenvereniging voor handelaren en producenten van biologische bestrijders en bestuivers.

Excursies op het OBS te Nagele

- 25 juni 2002. 50 deelnemers (landbouwkundig onderzoekers) aan het 12e European Weed Research Society Symposium (24 - 27 juni 2002, Oosterbeek)
- 27 mei 2003. 4 onderzoekers Universiteit van Gent. Uitwisseling van kennis en ervaring rond functionele agrobiodiversiteit
- 12 juni 2003. 8 Programma- & Projectleiders van de LNV Systeeminnovatie-programmas (400-I t/m 400-V).
- 27 augustus 2003. 8 Projectleiders van LNV-Gewasbeschermings-programma 397-II.
- 16 september 2003. 20 deelnemers BIOM-II Noordelijke Zeekleigebieden.
- 8 juni 2004. 20 deelnemers Bedeko Telersvereniging plus studenten aan de Warmonderhof.
- 1 juni 2005. 10 leden van projectgroep "Actief Randenbeheer Noord-Brabant".
- 15 juni 2005. Open Dag 'Beleef een akkerrand'. 2 excursies voor 50 beleidsmakers (overheden en waterschappen) en 8 excursies voor 100 akkerbouwers, onderzoekers en adviespartijen.
- 2 september 2005. 20 onderzoekers biologische landbouw, uit Zuid, Centraal en Oost Europa.

Stand en poster(s) op symposia

- 14 juni 2002, Nieuwegein. Internationaal Symposium "Farming with Nature" (150 deelnemers uit bedrijfsleven, overheden, onderzoek en voorlichting, diensten).
- 19 september 2002, Horst. Kennismanifestatie Biologische Teelten (200 deelnemers: biologische telers, bedrijfsleven, toeleverende industrie, overheden, onderzoek en voorlichting)
- 12 november 2002, Boskoop. PPO Workshop "Natuurlijke Vijanden – Natuurlijk" (24 deelnemers: telers, bedrijfsleven, onderzoekers en voorlichters)
- 29 juni 2004, Lelystad. PPO Gewasbeschermingsmanifestatie (1100 deelnemers: akkerbouwers, overheden, waterschappen, onderzoekers, adviseurs, toelevering).
- 2 februari 2005, Den Haag. VROM Conferentie "Boeren Bedrijven Biodiversiteit" (250 bezoekers, overheden, landbouworganisaties, bedrijfsleven en onderzoek).
- 5 april 2005, Wageningen. PSG Relatiedag (150 bezoekers, overheden, landbouworganisaties, bedrijfsleven en onderzoek).
- 27 april 2005, Ede. Gewasbeschermingsmanifestatie 2005 (200 bezoekers, overheden, landbouworganisaties, bedrijfsleven en onderzoek).
- 15 juni 2004, Nagele. PPO-AGV Open Dag 'Beleef een akkerrand' (150 deelnemers: overheden, waterschappen, natuur- en landschapsorganisaties, LTO, onderzoek, adviseurs en akkerbouwers)
- 5 juli 2005, Strijen. Opening van het LTO FAB project Hoeksche Waard (100 bezoekers, overheden, waterschappen, natuur- en landschapsorganisaties, LTO, onderzoek, adviseurs en akkerbouwers).

Dagbladen, radio en internet

- Anonymous, 2005. Minder luizen dankzij akkerrand. Agrarisch Dagblad 16 juni 2005, pp. 9
- Anonymous, 2005. Beestjes uit akkerrand torpederen luizenplaag. Nieuwe Oogst (Noord) 1(6) 18 juni 2005
- Vos, J., 2005. Verrassende ontdekkingen in akkerrand. De Noordoost Polder 21 juni 2005.
- Buiter, R., 2005. Een bloemrijke akkerrand als natuurlijk gif tegen luizen. Trouw, 20 juni 2005.
- Omroep Flevoland, radio uitzending 15 juni 2005, kort verslag Open Dag en interview projectleider over belang van de resultaten.
- TELEAC, radioprogramma "Hoe?Zo!" uitzending op 16 juni 2005, kort verslag van de Open Dag en het belang van de resultaten.
- Nieuwsbrief Project Actief Randenbeheer Brabant, Oktober 2005, Nr. 9. Open Dag Beleef een akkerrand. Verslag.
- Geslaagde Open Dag 'Beleef een Akkerrand'. Webnieuws, 17-6-2005, op www.syscope.nl
- Op de website www.syscope.nl worden bij de projectbeschrijving de onderdelen resultaten en producten in oktober 2005 vernieuwd.

Diversen

- Augustus 2003. PPO intern rapport: Beknopt verslag pilot Natuurlijke vijanden in Groenbemesters op proefbedrijf Valthormond.
- Maart 2004. Deelname aan Workshop Systeeminnovaties Fruitteelt, PPO Randwijk
- Maart 2004. Participatie aan NWO Workshop Biodiversiteit in het Agrarisch Landschap van het NWO stimuleringsprogramma Biodiversiteit, Ede.
- Maart-juni 2004. Participatie in project "Biodiversiteit in de Hoeksche Waard" (Prov. Zuid-Holland en Ministeries van LNV en VROM). Adviseur in werkgroep Landbouw en in Werkgroep Akkerranden.
- Maart-september 2004. Deskstudie Functionele Agrobiodiversiteit (samen met PRI Wageningen), ontwerp teeltsystemen en inrichting van de Prof. Broekemahoeve in het project "De Smaak van Morgen" (Progr. 400-I), Lelystad.
- Mei 2004. Overleg VROM en Provincie Zuid-Holland, voorbereiding Workshop Groenblauwe Dooradering in de Hoeksche Waard.
- Mei 2004. Hoofdstuk "De één z'n dood is de ander z'n brood. Functionele biodiversiteit dient vele doelen" in: E.Teenstra, 2004. "Kraamkamer van Duurzaamheid" (Koepelprogramma Biologische Landbouw. DWK 401-I).
- Augustus 2004. Deelname aan Alterra / PPO workshop 'Groenblauwe Dooradering en Functionele Biodiversiteit in de Hoeksche Waard', Westmaas.
- September 2004. Deelname aan Klankbordgroep 'Biodiversiteit in de Landbouw' van LNV & VROM, Driebergen.
- September 2005. Deelname aan VROM bijeenkomst en strategische discussie 'Biodiversiteit Werkt'. Den Haag.

