

EEN ORIËNTEREND ONDERZOEK  
NAAR  
DE EFFECTEN VAN AKKERRANDBEHEER  
OP ZIEKTEN, PLAGEN EN BIODIVERSITEIT

EEN ORIËNTEREND ONDERZOEK  
NAAR  
DE EFFECTEN VAN AKKERRANDBEHEER  
OP ZIEKTEN, PLAGEN EN BIODIVERSITEIT

K.J. Canters (eindredactie)

Centrum voor Milieukunde  
Rijksuniversiteit Leiden  
Postbus 9518  
2300 RA Leiden

Instituut voor Planteziektenkundig Onderzoek  
Postbus 9060  
6700 GW Wageningen

CML rapport 126  
IPO-DLO rapport 96-2  
LBL publicatie 88

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van de dienst Landinrichting en Beheer  
Landbouwgronden en de provincies Groningen, Gelderland en **Noord-Holland**

Prijs eerste druk f 20 *excl.* BTW en verzendkosten. Dit rapport kan op de volgende wijze worden besteld:

- telefonisch: 071-5277485
- schriftelijk: Bibliotheek CML, Postbus 9518, 2300 RA Leiden, hierbij graag duidelijk rapportnummer, naam besteller en verzendadres aangeven
- per fax: 071-5277496

#### CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

##### Oriënterend

Een oriënterend onderzoek naar de effecten van **akkerrandbeheer** op ziekten, plagen en biodiversiteit / K.J. Canters (eindred.). - Leiden : Centrum voor Milieukunde, Rijksuniversiteit Leiden. - Ill. - (CML-rapport, ISSN 1381-1703 ; 126)

Uitg. in samenw. met het Instituut voor Planteziektenkundig Onderzoek. - Met lit. opg.

ISBN 90-5191-100-9

Trefw.: akkers ; biologische diversiteit / **planteziekten** / landbouw en milieu.

Druk: Biologie, Leiden

© Centrum voor Milieukunde, Leiden 1996

## INHOUDSOPGAVE

Verantwoording	vii
Samenvatting	ix
1. Inleiding	1
1.1 Kader en aanleiding	1
1.2 Algemene doelstelling en opzet van het onderzoek	2
1.3 Leeswijzer	4
2. Insektenonderzoek	5
2.1 Inleiding	5
2.2 Werkwijze	7
2.3 Resultaten	11
2.3.1 Insekten in <b>akkerranden</b> in vergelijking met regliere gewasranden	11
2.3.2 Vergelijking <b>graanranden</b> , <b>kruidenranden</b> en <b>grasranden</b>	12
2.3.3 Effecten van landbouwkundige en landschappelijke factoren	15
2.3.4 <b>Bladluizen</b> in akkerranden	18
2.3.5 Akkerranden en provincies	18
2.4 Conclusies	20
3. Gewasbeschermingsonderzoek	23
3.1 Inleiding	23
3.2 Werkwijze	24
3.3 Resultaten	27
3.3.1 Verdeling van de akkerranden over provincies en gewassen	27
3.3.2 Graan	28
3.3.3 Suikerbieten	32
3.3.4 Aardappels	34
3.4 Conclusies	35
4. Conclusies en aanbevelingen	38
4.1 Conclusies	38
4.2 Aanbevelingen	39
Literatuur	41
Bijlage I. Aantal gevangen en waargenomen insecten	

## VERANTWOORDING

Dit rapport bevat de eerste resultaten van een meerjarig onderzoek naar de effecten van **akkerrandbeheer** op natuurwaarden en gewasbescherming. Dit onderzoek werd in 1995 uitgevoerd en gefinancierd door de dienst Landinrichting en Beheer Landbouwgronden en de provincies Groningen, Gelderland en **Noord-Holland**. Het Instituut voor **Planteziektenkundig Onderzoek (IPO-DLO)** te Wageningen voert het deelonderzoek '**gewasbeschermingsaspecten**' uit en het Centrum voor Milieukunde Leiden (**CML-RUL**) het deelonderzoek '**insekten**'.

Deze rapportage is een **co-productie** van de beide uitvoerende instituten. Daarbij bestaat er gezamenlijke verantwoordelijkheid voor de Hoofdstukken 1 en 4 (resp. Inleiding en Conclusies en **aanbevelingen**). Voor de inhoud van Hoofdstuk 2 (Insekten op de vegetatie) ligt de verantwoordelijkheid bij het CML (dr **KJ Canters** - projectleider - drs **WLM Tamis**, drs **J de Leeuw** en **RJ van der Poll**) en voor die van Hoofdstuk 3 (Gewasbescherming) bij het IPO (dr ir **CJH Booy** - projectleider - en dr ir **RA Daamen**). Canters verzorgde, in samenwerking met drs **H Bezemer** van het CML, de (**eind**)redactie van het rapport.

Mw dr ir **JMF den Nijs** (IPO) en dr **GR de Snoo** (CML) waren de initiatiefnemers voor dit project.

De uitvoering van het onderzoek werd begeleid door een commissie bestaande uit:

- mw drs **A Paneras** (provincie Gelderland)
- mw mr **M Datema** en dhr drs **M van der Velde** (provincie Groningen)
- dhr **N Jonker** (provincie Noord-Holland)
- mw drs **M Bruggink (LBL)**, voorzitter.

Ook op deze plaats willen wij al diegenen die een bijdrage hebben geleverd aan het welslagen van het onderzoek in 1995, hartelijk danken, in het bijzonder de leden van de Begeleidingscommissie, de akkerbouwers op wiens percelen het onderzoek kon worden uitgevoerd, en drs **J.H. Donner** en ing. **A.G.H. Wijnkoop** voor hun bijdrage aan het veldwerk binnen het **CML-deelonderzoek**. Daarnaast willen wij met name de medewerkers van de dienst **LBL** bedanken voor hun op uiteenlopende wijze gegeven medewerking. Tot slot willen we de meewerkenden aan de diverse **akkerrandprojecten**, waarbij op constructieve en coöperatieve wijze kon worden aangesloten, bedanken voor de geboden en genoten faciliteiten.

Centrum voor Milieukunde  
**Kees Canters**  
**Wil Tamis**  
**Joop de Leeuw**  
**Rob van der Poll**

Instituut voor **Planteziektenkundig** Onderzoek  
**Kees Booy**  
**Richard Daamen**  
**Clasien Lock**  
**Loes den Nijs**  
**Jan Noorlander**

april 1996, Leiden

Wageningen

## SAMENVATTING

---

### Achtergrond en aanleiding

Verweving van natuur en landbouw, multifunctioneel **landgebruik**, agrarisch natuurbeheer en versterking van natuurwaarden in het landelijk gebied zijn belangrijke elementen van het huidige landbouwbeleid. Daarnaast is er een toenemende vraag naar bevordering en handhaving van biodiversiteit in de zogenoemde witte gebieden. Het (laten) uitvoeren van onderzoek naar de gevolgen van de aanleg en beheer van minder intensief gebruikte gewas- en akkerranden is daarbij een van de beleidslijnen. Dit onderzoek heeft ten doel de positieve en/of negatieve effecten van gewasranden te evalueren. De effecten op de flora zijn in de afgelopen jaren redelijk goed onderzocht, onderzoek naar sommige faunistische en **gewasbeschermingskundige** aspecten is nog nauwelijks uitgevoerd.

### Doel en betrokkenen

Het doel van het onderhavige onderzoek is, de effecten na te gaan van de toepassing van verschillende typen akkerranden (onbespoten en/of **onbemeste** gewas- en akkerranden en **niet-beteelde gras/ruigte-stroken**) op **insekten** die op de vegetatie leven en op de ziekte- en **plaagdruk** in het gewas. Het onderzoek is uitgevoerd in de vorm van twee deelonderzoeken: A. het **insektenonderzoek** (→ faunistische diversiteit) en B. het **gewasbeschermingsonderzoek** (→ gewasbeschermingskundige aspecten).

Het onderzoek werd in opdracht van de dienst Landinrichting en Beheer Landbouwgronden en van de provincies **Groningen**, **Gelderland** en **Holland** uitgevoerd door het Centrum voor Milieukunde (**CML-RUL**) en het Instituut voor **Planteziektenkundig Onderzoek (IPO-DLO)**. Voor het vinden van **onderzoeklocaties** en geschikte **proefomstandigheden** werd gebruik gemaakt van de in uitvoering zijnde projecten "**Akkerrandenbeheer Gelderland**" van de provincie Gelderland, "**Akkerranden-demonstratieproject patrijs**" van de Stichting Beheer Natuur en Landschap (**SBNL**) en de Koninklijke Nederlandse Jagersvereniging (**KNJV**) in de provincie Groningen, "**Akkerrandenbeheer Wieringermeer**" van de provincie Noord-Holland en "**Randenbeheer LBL**" in de provincies Gelderland, Drenthe en Groningen.

### Werkwijze

Het voorkomen van op de vegetatie levende insecten (aantal individuen, families, functionele groepen e.d.) in verschillende typen akkerranden (**graanrand**, **kruidenrand**, **grasrand**) werd vergeleken met het voorkomen in reguliere gewasranden, maar ook onderling. Daarbij werden, naast algemene factoren (weer, tijdstip e.d.) en landbouwkundige factoren ('het beheer': **inzaaidatum**, **maaaien** e.d.), ook landschappelijke factoren gemeten, zoals naastgelegen landschappelijke elementen, bodem en wilde vegetatie in akkerrand. Voor de vergelijking van de akkerranden met de reguliere gewasranden en van de typen akkerranden onderling zijn **variantie-** en regressie-analyse gebruikt. Voor het bepalen van de effecten van landbouwkundige en landschappelijke factoren op de **insektenfauna** in de akkerranden is gebruik gemaakt van een **multivariate** analyse-techniek.

In het **gewasbeschermingsonderzoek** is een aantal uiteenlopende parameters onderzocht die een aanwijzing zouden kunnen opleveren over mogelijke positieve en/of negatieve

gevolgen van **akkerranden** voor het gewas. In graan is de vraatschade door **graanhaantjes**, **bladmineerders** en de aanwezigheid van vergelingsziekte onderzocht. In aardappel en suikerbiet is de aanwezigheid van verschillende virussen bepaald. In suikerbiet is ook de **plantdichtheid**, dat de resultante is van vraat door verschillende plagen, bepaald. Het uitstralingseffect van de akkerrand is bepaald door in het gewas op het perceel, loodrecht op de akkerrand, het verloop in intensiteit van bovenstaande **gewasbeschadigers** te meten (de zogenoemde gradiëntmethode). Deze gradiënten zijn bepaald door op 1, 15 en 60 meter van de rand de intensiteit van virusaantastingen, bladbeschadigingen en plantdichtheid te bepalen. Voor een aantal algemeen voorkomende **beschadigers** zijn de gradiënten statistisch geanalyseerd, waarbij ook de landbouwkundige en landschappelijke factoren werden betrokken.

## Resultaten

### *Insekten*

Uit de verzamelde **zichtwaarnemingen** van **insekten** blijkt dat akkerranden een aanzienlijke toename opleveren in vergelijking met reguliere randen, zowel in diversiteit als in de aantallen waargenomen individuen. Wanneer de typen rand onderling worden vergeleken blijkt dat de **kruidenrand** de meeste **insektengroepen** en individuen herbergt. De **grasrand** heeft de laagste diversiteit en drie- tot viermaal zo weinig individuen als de kruidenrand, terwijl de **graanrand** een intermediaire positie inneemt. De drie typen akkerranden hebben ook elk hun eigen specifieke groepen insecten. Het voorkomen van bladluizen lijkt slechts beïnvloed te worden door een tweetal landbouwkundige factoren: de breedte van de akkerrand en de hoogte van de vegetatie in de akkerrand. Verschillende landbouwkundige factoren hebben een duidelijk effect op de **insektenfauna** in de akkerranden: breedte van de akkerrand, hoogte van de akkerrand en het gewas graan naast een akkerrand. Ook verschillende landschappelijke factoren, zoals de aanwezigheid van sloten en dichte of juist open **houtwallen**, blijken een effect te hebben op het voorkomen van insecten in de akkerranden.

### *Gewasbescherming*

Van de onderzochte bladbeschadigers en virussympptomen in graan, suikerbieten en aardappels was er geen waarvan de intensiteit door de akkerrand werd bevorderd. De plantdichtheid van suikerbiet was langs de verschillende typen akkerranden iets lager dan langs reguliere randen. Bladbeschadigingen door het **graanhaantje** en vergelingsziekte in suikerbiet lieten een afname in intensiteit zien. In beide gevallen werd geen indicatie verkregen dat dit effect afhankelijk is van het type akkerrand. Dit indiceert dat een ander beheer van de akkerrand de plaag- en **ziektedruk** in het gewas niet verandert. Of ook in andere jaren geen nadelige **gewasbeschermingskundige** effecten optreden door de aangelegde akkerranden, mag pas geconcludeerd worden na meerjarig **veldoecologisch** onderzoek in de praktijk.

## Conclusies

Door het oriënterende karakter van het onderzoek (één seizoen onderzoek, beperkt aantal monsterpunten, grote variatie in variabelen) moeten de verkregen resultaten met voorzichtigheid worden gehanteerd. Ze geven slechts een indicatie van de mogelijke gevolgen van een ander **randbeheer** voor de insecten levend op de vegetatie en voor de ziekte- en **plaagdruk** in het gewas.

Deze indicaties komen er op neer dat A) er in de drie onderzochte typen **akkerranden** aanzienlijk meer **insekten** voorkwamen (zowel in kwantitatieve als in kwalitatieve zin) en dat hierbij waarschijnlijk de aanwezigheid van bloeiende kruiden van grote betekenis is (als **nectarbron** en **waardplant**) en B) een ander **randbeheer** nauwelijks invloed had op de ziekte- en **plaagdruk** in het gewas, maar dat de vastgestelde omgevingsfactoren wel een zekere invloed hadden.

Het is vrijwel onmogelijk om op grond van de tot nu toe verkregen resultaten aan te geven welke factoren te prefereren zijn bij de aanleg en het beheer van een **akkerrand**. Wel kan nu worden aangegeven dat er relatief weinig **insekten(groepen)** voorkwamen op smalle **grasranden** met een lage vegetatie langs sloten. Daarnaast moet nog gewezen worden op het indirecte belang van een kwantitatief en kwalitatief grotere **insektenfauna**, namelijk als voedselbron voor **predatoren**, waarbij niet alleen aan vogels en zoogdieren (zangvogels, vlermuizen en muizen) kan worden gedacht maar ook aan insecten zelf, zoals nachtvlinders.

In deze oriënterende studie werd het mechanisme achter de gevonden positieve effecten van de verschillende typen akkerranden niet nader onderzocht, wel zijn er indicaties verkregen. Bij het **graanhaantje** lijkt het er bij voorbeeld op dat niet zozeer het type akkerrand maar eerder de omgeving (akker t.o.v. **houtwal**, bos en **ruigte** of grasberm) het uitstralingseffect van de akkerrand bepaalt. In een vervolgonderzoek zouden dit soort aspecten nader kunnen worden onderzocht.

### **Aanbevelingen**

Op basis van de opgedane ervaringen in het eerste **onderzoekjaar** worden er aanbevelingen gedaan voor de voortzetting van het onderzoek. Deze aanbevelingen komen er op neer dat de uitvoering van het onderzoek kan worden geoptimaliseerd en dat een gedeelte van de verzamelde gegevens nog verder zou kunnen worden bewerkt. Daarnaast wordt aanbevolen het onderzoekaccent te verleggen, dat wil zeggen, enerzijds een concentratie op de duurzaamheid van de mogelijk te behalen natuurwinst (is de akkerrand een "bron" of een "put" voor de natuurwaarden) en anderzijds een concentratie op het **werkingsmechanisme** achter het wel of niet veranderen van de ziekte- en plaagdruk in het gewas als gevolg van randbeheer.

Daarnaast is er een meer praktische aanbeveling die zich richt op (het instandhouden van) de bestaande variatie in landschappelijke elementen en andere omgevingsfactoren. Het blijkt namelijk dat de waargenomen regionale verschillen in het voorkomen van insecten en **gewaskundige** aspecten waarschijnlijk ook of vooral samenhangen met de **landschappelijke** verschillen tussen de regio's. Voor het behoud van biodiversiteit in akkerranden is dus ook het behoud en de versterking van de variatie tussen de regio's van groot belang.

# EEN ORIËNTEREND ONDERZOEK NAAR DE EFFECTEN VAN AKKERRANDBEHEER OP ZIEKTEN, PLAGEN EN BIODIVERSITEIT

---

## 1. INLEIDING

Dit rapport beschrijft de resultaten van een oriënterend onderzoek naar de effecten van diverse vormen van **akkerrandbeheer** op de biodiversiteit van de **insektenfauna** in de **akkerrand** en de **verpreiding** van ziekten en plagen vanuit de **akkerrand** het gewas in. Het onderzoek is uitgevoerd door het Centrum voor Milieukunde van Rijksuniversiteit Leiden (CML) en het Instituut voor **Planteziektenkundig** Onderzoek van de Directie Landbouwkundig Onderzoek (IPO-DLO). Het onderzoek werd verricht in opdracht van de dienst Landinrichting en Beheer Landbouwgronden (LEL) en de provincies Groningen, Gelderland en Noord-Holland. Het rapport beoogt inzicht te geven in de positieve en/of negatieve gevolgen van extensief beheer van **akkerranden** en wil daarmee een bijdrage te leveren aan het natuur- en akkerbouwbeleid en de **toepassingbaarheid** hiervan in de praktijk.

### 1.1 Kader en aanleiding

Verweving van natuur en landbouw, multifunctioneel landgebruik, agrarisch natuurbeheer en versterking van natuurwaarden in het landelijk gebied zijn belangrijke elementen van het huidige landbouwbeleid (LNV 1995). Daarnaast is er een toenemende vraag naar bevordering en handhaving van biodiversiteit, ook buiten de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) zoals geïntroduceerd in het Natuurbeleidsplan (LNV 1990), dat wil zeggen in de zogenoemde witte gebieden. In het agrarisch cultuurlandschap is de achteruitgang van plante- en diersoorten groot, maar met een ecologisch verantwoord beheer lijken er mogelijkheden tot herstel te bestaan. Momenteel worden experimenten en verkenningen uitgevoerd met betrekking tot een meer ecologisch en op natuurwaarden gerichte inrichting van agrarische bedrijven. Het stimuleren van de aanleg en beheer van minder intensief gebruikte gewas- en akkerranden is daarbij een van de beleidslijnen. Sinds enkele jaren loopt er een aantal door de overheid gesteunde projecten rond de introductie van akkerrandbeheer. Daarbij worden diverse **beheerspakketten** en richtlijnen onderscheiden, die door boeren worden gebruikt. Om de projecten te evalueren is onderzoek naar positieve en/of negatieve effecten noodzakelijk.

Het in dit verslag beschreven onderzoek richt zich op de projecten "**Akkerrandenbeheer Gelderland**" van de provincie Gelderland, "**Akkerranden-demonstratieproject patrijs**" van de Stichting Beheer Natuur en Landschap (SBNL) en de Koninklijke Nederlandse Jagersvereniging (KNJV) in de provincie Groningen, "**Akkerrandenbeheer Wieringermeer**" van de provincie Noord-Holland en "**Randenbeheer LBL**" in de provincies Gelderland, Drenthe en Groningen. De projecten voor ecologisch beheerde gewas- en akkerranden beogen enerzijds het terugdringen van ongewenste emissies van bestrijdingsmiddelen en nutriënten naar het omringende milieu en het grondwater en anderzijds het versterken en behoud van specifieke en algemene natuurwaarden in het agrarisch gebied.

In genoemde projecten gaat het om onbespoten en/of onbemeste gewasranden of niet beteelde randstroken (veelal gras of gras-ruigte).

In de akkerbouwgebieden is de deelname van boeren aan demonstratieprojecten vooralsnog beperkt. De beheersvergoeding en de positieve effecten (natuurwaarden, imagoverbetering, biologische buffering) kunnen belangrijk zijn voor de beslissing van de boeren om al dan niet deel te nemen. Het draagvlak voor ecologisch akkerrandbeheer en andere vormen van agrarisch natuurbeheer wordt daarnaast beïnvloed door de inpasbaarheid in de bedrijfsvoering, in verband met mogelijke landbouwkundige voordelen of risico's die een aangepast beheer met zich meebrengt.

#### *Effecten op natuurwaarden*

Het effect van aangepast akkerrandbeheer op de flora is op dit moment redelijk in kaart gebracht. In sommige beheerspakketten wordt de aan- of afwezigheid van bepaalde plantesoorten als maat voor het bereikte resultaat gebruikt (de Snoo & Udo de Haes 1994, Buys 1995). Onderzoek naar faunistische en gewasbeschermingskundige aspecten is echter nog maar op beperkte schaal uitgevoerd. Onderzoek in Nederland (cf. de Snoo 1995) en het buitenland (cf. Way & Greig-Smith 1987, Boatman 1994) laat zien dat reductie van het bestrijdingsmiddelengebruik en verlaging van bemestingsniveau's in gewas- en akker- randen een duidelijke toename van de biodiversiteit en van de nuttige fauna in de randen tot gevolg heeft. De resultaten zijn echter afhankelijk van regio, grondsoort en beheers- vorm. Een evaluatie van experimenten onder diverse Nederlandse omstandigheden is dan ook gewenst.

Ten aanzien van de te bereiken natuurwaarden kunnen de doelstellingen onder andere worden afgeleid uit het Natuurbeleidsplan (LNV 1990). In dit plan is de centrale doelstelling het behoud, her herstellen en de ontwikkeling van natuurwaarden. Voor wat de insektenfauna in akkerranden betreft is de aandacht vooral gericht op de soortenrijkdom van bloembezoekers, dagvlinders en andere vegetatiegebonden insekten.

#### *Effecten op plagen, ziekten en natuurlijke vijanden*

Bij de toepassing van akkerranden spelen mogelijke negatieve landbouwkundige effecten, zoals afname van de produktie per ha en een grotere verspreiding van onkruiden, ziekten en plagen een rol (cf. Thresh 1981). Daartegenover staat dat diversificatie in het agrari- sche landschap positieve effecten kan hebben op de aantallen natuurlijke vijanden van insektenplagen (Andow 1991, Tonhasca & Byrne 1994, Paoletti *et al.* 1992). Vanuit het oogpunt van natuurwaarden optimaal beheerde akkerranden zouden daardoor bij kunnen dragen aan de natuurlijke bestrijding van plagen en daarmee de afhankelijkheid van bestrijdingsmiddelen verminderen.

## **1.2 Algemene doelstelling en opzet van het onderzoek**

De doelstelling van het onderhavige onderzoek is, na te gaan wat de effecten zijn van de toepassing van onbespoten en/of onbemeste gewas- en akkerranden en niet-beteelde gras/- ruigtestroken op de faunistische biodiversiteit en op de ziekte- en plaagdruk op het gewas.

### *Insekten*

Natuurwaarden in de landbouw worden onder andere gevormd door de met het agrarisch landschap geassocieerde soorten (b.v. **insekten** op akkerkruiden en bepaalde vogelsoorten). Het gaat hierbij om diersoorten die vanuit **natuurbehoudsoogpunt** van minder belang zijn maar een belangrijke recreatieve waarde hebben of als voedsel dienen voor bij voorbeeld vogels. Voor algemene natuurwaarden (LNV 1990) zijn er in het agrarische gebied veel potenties (de **Snoo** 1995, **Smeding** 1995). Rondom agrarische bedrijven is vaak een grote variatie aan landschappelijke elementen aanwezig, zoals kruidenrijke bermen, struikgewas, **houtwallen**, sloten en greppels. Deze elementen kennen een grote variatie aan **insektensoorten**. Hoewel het agrarisch gebied vanuit **natuurschermingsoogpunt** weinig bijzondere soorten herbergt, zijn bepaalde levensgemeenschappen karakteristiek en deze kunnen, bij een extensief en op ecologische optimalisatie gericht beheer, een grote diversiteit herbergen. Met betrekking tot de **faunistische** biodiversiteit is daarmee de primaire vraag in dit onderzoek: welk effect hebben gras-, graan- of **kruidenranden** op insekten en welk type rand is het meest **productief** met betrekking tot natuurwaarden van insekten? Een tweede vraag is of de **insektenrijkdom** van de rand wordt beïnvloed door het gewas ernaast of door aanwezige landschapselementen. Omdat de landschapstructuur per regio sterk verschilt en vele insektensoorten zich gemakkelijk **verplaatsen**, kan dit een belangrijk effect hebben.

### *Gewasbescherming*

Wat de **gewasbeschermingsaspecten** betreft is het doel, na te gaan wat de effecten zijn van onbespotten en/of **onbemeste** gewas- en **akkerranden** en niet **beteelde gras/ruigtestroken** op de verspreiding respectievelijk onderdrukking van plagen en virusziekten vanuit de rand het perceel in. Met name voor **bladluizen**, als belangrijkste vectoren van virusziekten in diverse gewassen, is onduidelijk hoe eventuele verspreiding vanuit de rand zich verhoudt tot de immigratie van luizen vanuit een veel groter gebied. Zowel in als buiten Nederland is aangetoond dat een aangepast beheer van randen het voorkomen van **bladluispredatoren** en parasieten in de randen bevordert (Way & **Greig-Smith** 1987, **Boatman** 1995, **Dennis** 1991, **Feber et al.** 1995). Met name een verminderd gebruik van **insecticiden** en het creëren van extra beschutting is bevorderlijk voor de overleving van predatoren en parasieten in de randen. Daarnaast dienen veel bloeiende planten in de rand als voedselbron voor onder andere **zweefvliegen** en parasitaire sluipwespen. Kolonisatie van het gewas door nuttige organismen vanuit de randen kan de ontwikkeling van **plaaginsekten** in het gewas afremmen (**Dennis & Fry** 1992, **den Nijs et al.** 1994). Onderzoek wijst erop dat verschillende soorten natuurlijke vijanden een belangrijke rol spelen bij het onderdrukken van **bladluispopulaties** in het gewas. De vraag blijft echter onder welke omstandigheden en vooral **in** welke mate akkerranden bijdragen aan de regulatie (**van der Werf** 1995). Uit vooronderzoek kwam naar voren dat de **akkerrand** geen invloed heeft op gewasbescherming in maïs. Daarom is in het kader van het onderhavige deelonderzoek geen onderzoek in maïs **uitgevoerd**.

De bestaande infrastructuur van lopende projecten, met een scala aan **beheersvormen** in diverse regio's, bood een uitstekende mogelijkheid om vergelijkend en evaluerend onderzoek te doen. Dit rapport heeft tot doel om zowel de akkerbouwers als het beleid meer inzicht te geven in de positieve en negatieve aspecten van een veranderend **akker-randbeheer**. Het kan tevens een aanzet geven tot het vaststellen van richtlijnen voor het kiezen en aanleggen van **perceelsranden** in relatie tot het bouwplan en de omgeving.

Hierbij moet wel worden aangetekend dat nauwkeuriger richtlijnen alleen gebaseerd kunnen worden op basis van meerjarig veldoecologisch onderzoek en op ervaring opgedaan in de praktijk.

### **1.3 Leeswijzer**

De lezer die een overzicht wil krijgen van het onderzoek en de verkregen resultaten, kan zijn aandacht richten op de **samenvatting** en de algemene hoofdstukken 1 en 4. In de hoofdstukken 2 en 3 wordt nader ingegaan op de beide deelonderzoeken: eerst op de **insekten** (hoofdstuk 2) en vervolgens op de **gewasbeschermingsaspecten** (hoofdstuk 3). In deze hoofdstukken staat de technische tekst (o.a. over de gebruikte bewerkingsmethoden) in een klein lettercorps. Deze tekstdelen zijn bedoeld als technische toelichting en verantwoording en richten zich met name tot specialisten in de verschillende vakgebieden.

## 2. INSEKTENONDERZOEK

---

In dit hoofdstuk wordt het deelonderzoek 'Insekten' behandeld. In § 2.1 wordt ingegaan op de achteruitgang van deze **diergroep** in het agrarisch gebied en de mogelijke oorzaken daarvan. De vraag komt aan de orde welke mogelijkheden er zijn om door middel van de drie typen **akkerranden** deze ontwikkeling tegen te gaan. Hierbij blijkt dat er een aantal leemten in kennis bestaat. Uit deze kennisleemten worden vervolgens de onderzoeksdoelen afgeleid. Daarna worden de gevolgde werkwijze (§ 2.2) en de behaalde onderzoeksresultaten (§ 2.3) gepresenteerd. Het hoofdstuk wordt afgesloten met het trekken van enkele conclusies (§ 2.4).

### 2.1 Inleiding

Insekten vertegenwoordigen een belangrijk onderdeel van ecosystemen, ook in de ecosystemen in het agrarisch gebied. Zo kunnen **insekten** voor de overleving van bepaalde akkervogels van doorslaggevende betekenis zijn: voor jonge patrijzen *Perdix perdix* zijn insekten de voornaamste voedselbron. Rands (1985, 1986) heeft aangetoond dat door de aanwezigheid van onbespoten **graanranden** in een gebied het aantal patrijzen kan toenemen. Daar komt bij dat de diversiteit van flora en fauna, dus ook die van insekten, als waardevol wordt ervaren. De meeste **insektensoorten** zijn bij mensen onbekend (dus onbemind), maar vooral dagvlinders en hommels hebben voor velen een zelfstandige natuurwaarde.

In het huidige akkerbouwgebied van Nederland staat het voorkomen van insekten onder zware druk. Bink *et al.* (1994) geven een overzicht van de achteruitgang van natuurwaarden in Nederland en de belangrijkste oorzaken hiervan. Van de naar schatting 22.000 soorten insekten die ons land telt, wordt de verspreiding van slechts 5% regelmatig gevolgd. Hiertoe behoren bij voorbeeld de dagvlinders. Bink *et al.* geven aan dat momenteel 30 dagvlindersoorten worden bedreigd (39% van het totaal). Ook Tax (1989) en L&V (1989) schetsen de achteruitgang van de dagvlinders: in de afgelopen 50 jaar zijn er 15 soorten uitgestorven; van de overgebleven 56 soorten noemen zij er 29 die bedreigd worden.

Thomas (1984) en L&V (1989) stellen dat ook in het agrarisch gebied het aantal dagvlinders sterk is verminderd. De sterke intensivering die de landbouw heeft doorgemaakt is hier voor een belangrijk deel debet aan. Zo geven Bink *et al.* (1994) aan dat een derde van de vlindersoorten in Nederland negatieve effecten van vermesting ondervindt. Het **bestrijdingsmiddelengebruik** is in de Nederlandse akkerbouw hoog in vergelijking met andere Europese landen: in 1992 gemiddeld 6,4 kg actieve stof/jaar/ha (Anonymus 1994). Ook **niet-doelwitorganismen** (organismen waarop de toepassing van een bestrijdingsmiddel niet is gericht), waaronder een groot deel van de insekten in het agrarisch gebied, ondervinden hiervan de gevolgen, hetzij direct door bij voorbeeld het gebruik van **insecticiden**, hetzij indirect door habitatveranderingen (zoals het verdwijnen van **nectar- en waardplanten**).

In Nederland en in de omringende landen wordt al enige jaren geëxperimenteerd met een speciaal beheer langs de randen van akkers. In essentie komt dit beheer erop neer, dat de buitenste meters van een perceel niet bespoten en/of bemest worden. Deze zogenoemde **akkerrand** kan **beteeld** zijn met hetzelfde gewas als op de rest van het perceel, maar er kan ook sprake zijn van een **onbespoten/onbemeste graanrand** langs een ander gewas of een met gras of kruiden ingezaaide rand. **Akkerranden** kunnen een meerledige doelstelling hebben: i) het terugdringen van emissies van bestrijdingsmiddelen (en eventueel meststoffen) en ii) het verhogen van biodiversiteit (cf. de Snoo & Udo de Haes 1994).

Recent onderzoek met betrekking tot natuurwaarden en biodiversiteit in **akkerranden** richtte zich in eerste instantie op de **akkerbegeleidende** kruiden (Boatman 1994, de Snoo 1995). Ook is er aandacht voor een mogelijk positief landbouwkundig effect, namelijk randen als **overwinteringsplaats** en refugium voor **plaagbestrijdende** fauna zoals loopkevers, spinnen, **kortschildkevers**, lieveheersbeestjes en **zweefvliegen** (Chiverton 1986, 1987, Coombes & Sotherton 1986, Booi & den Nijs 1992).

In het onderhavige onderzoek worden de mogelijke positieve effecten van onbespoten en **onbemeste** akkerranden onderzocht op de diversiteit van **insekten** in akkers. Studies rond deze akkerranden tonen aan dat de potenties voor verhoging van biodiversiteit in akkers wel degelijk aanwezig zijn. Rands & Sotherton (1986), Dover *et al.* (1990) en De Snoo (1995) laten zien dat onbespoten akkerranden een positief effect hebben op dagvlinders. Ook voor andere **insekten** heeft onderzoek aan onbespoten akkerranden aangetoond dat door het voorkomen van bloeiende kruiden in akkers de diversiteit aan insecten toeneemt (Hald *et al.* 1988, Schumacher 1984, Dover *et al.* 1990, de Snoo 1995). De natuurwinst onder de insecten die met onbespoten/onbemeste akkerranden kan worden behaald, lijkt vooral aanwezig bij de insecten die zich op de vegetatie bevinden. Met name insecten die **foerageren** op **nectarplanten** (b.v. dagvlinders en zweefvliegen) en bladluispredatoren (**lieveheersbeestjes**, gaasvliegen) blijken in onbespoten akkerranden veel meer voor te komen dan in bespoten **gewasranden** (de Snoo & de Leeuw 1995). Het voorkomen van op de bodem levende insecten in akkerranden (b.v. loopkevers) blijkt veel minder beïnvloed te worden door het achterwege laten van bespuitingen (de Snoo 1995).

In Nederland heeft het onderzoek naar insecten in akkerranden zich hoofdzakelijk gericht op onbespoten **tarweranden** in de Haarlemmermeer (de Snoo 1995). Wat het effect van andere vormen van aangepast **akkerrandenbeheer** is op de insecten **op** de vegetatie is nog niet duidelijk. Het doel van dit onderzoek is dan ook het onderzoeken van het effect op de biodiversiteit van de insecten van diverse typen akkerranden: onbespoten en onbemeste graan-, gras- en **kruidenranden** rond een bepaald gewas. Tevens wordt op beperkte schaal onderzocht of het achterwege laten van bestrijdingsmiddelen ook ongewenste effecten heeft in de vorm van het bevorderen van **bladluizen**. Hierbij wordt eenvoudig de kwantiteit van de bladluizen vastgesteld, zonder dat wordt nagegaan of de betrokken soorten bekende schadeveroorzakers zijn in landbouwgewassen.

Rond akkerbouwpercelen in Nederland is een grote variatie aan landschapselementen te vinden, zoals bermen, struikgewas, **houtwallen** en **-singels**, sloten en greppels. Welke landschapselementen naast akkers aanwezig zijn, is vaak **gebiedsafhankelijk**. Deze landschapselementen naast de akker hebben waarschijnlijk een zekere invloed op de **insektenfauna** in de akker. Zo kunnen ze beschutting bieden, maar ze kunnen ook **overwinterings-**

plaats bieden, aanvullende **nectarbronnen** verschaffen of **waardplanten** herbergen. Ook de akker zelf kan als omgeving van de **onbespoten/onbemeste akkerrand** beschouwd worden, waarbij het voor deze rand misschien verschil uitmaakt welk gewas op de akker wordt verbouwd. Wat de invloed van deze omgevingsfactoren is op de **insektenfauna** in de **vegetatie** van **akkerranden** met aangepast beheer is onbekend. Hierover meer te weten komen, is het tweede doel van dit onderzoek.

Uit de bovenstaande twee doelstellingen zijn de volgende onderzoeksvragen afgeleid: wat zijn de effecten op de aantallen **insekten** op de vegetatie, op hun diversiteit en op het voorkomen van insecten met een zelfstandige natuurwaarde (hommels en vlinders) van:

1. verschillende typen akkerranden (**graanrand**, **kruidenrand**, **grasrand**), met als deelaspecten: i) vergelijking referentie (gangbare **gewasrand**) met akkerrand en ii) onderlinge vergelijking tussen verschillende typen akkerranden;
2. omgevingsfactoren die voortvloeien uit landschap, bodem (regio) en naastgelegen gewas.

## 2.2 Werkwijze

### *Algemeen*

Hoeveel insecten en welke taxa (ordes, families, soorten e.d.) er aangetroffen kunnen worden in akkerranden, hangt van een groot aantal factoren (= parameters) af. Het tijdstip in het seizoen, het weer, het type akkerrand en de omgeving spelen bij voorbeeld een belangrijke rol. De analyse van de invloed van deze factoren is van belang om twee redenen. Kennis over deze invloed geeft in de eerste plaats de mogelijkheid om de insectenfauna in een gewenste **richting** te sturen. In de tweede plaats kan, omgekeerd, de invloed van sommige factoren wel bekend zijn, maar ze hoeft niet interessant te zijn vanuit het oogpunt van **akkerrandbeheer**. Zo zullen in een bepaalde akkerrand op een zonnige, warme zomerdag meer dagvlinders worden waargenomen dan op een winderige, koude zomerdag. In de analyse kan dan voor de invloed van deze factoren worden gecorrigeerd.

Er zijn in principe drie groepen van factoren te onderscheiden:

- algemene factoren:
  - moment in het seizoen en tijdstip van de dag
  - weer: **wind**, neerslag, temperatuur en bewolking
  - andere algemene factoren, zoals regio
- landbouwkundige factoren
  - type akkerrand
  - inrichtingsfactoren: **inzaaidatum** en breedte
  - andere beheersfactoren zoals maaien en spuiten
  - ouderdom rand (jaren)
- **landschapsecologische** factoren
  - naastgelegen landschappelijke elementen
  - bodem
  - wilde vegetatie in akkerrand.

De eerste groep van factoren zijn geen **stuurvariabelen** en zijn daarom voor dit onderzoek minder relevant. De waarnemingen moeten hiervoor, indien mogelijk en nodig, worden

gecorrigeerd. Zij worden dan als zogenoemde **covariabelen** in de statistische analyse meegenomen. De tweede groep is het meest interessant vanuit de optiek van sturing, maar de informatie over veel factoren was helaas niet voor alle bedrijven tijdig beschikbaar. De derde groep van factoren is in zoverre interessant dat op basis van de resultaten gestimuleerd kan worden **akkerranden** zoveel mogelijk in combinatie met een bepaald **landschapelijk** element aan te leggen.

#### *Bemonstering, verwerking en bewerking van factoren*

Bemonstering vond plaats door op een 100 meter lange strook op anderhalve meter afstand van de rand tien monsters te nemen. Binnen een straal van anderhalve meter werden eerst alle goed zichtbare en mobiele insecten als dagvlinders, **zweefvliegen**, wapenvliegen, libellen geteld. Deze waarnemingen worden hieronder **zichtwaarnemingen** genoemd. Vervolgens werd er een **insectennet** met een diameter van 35 centimeter zesmaal door het bovenste deel van de vegetatie gesleept. De gevangen **insecten** worden hieronder aangeduid als **netvangsten**. Zodoende werd ongeveer 20 m<sup>2</sup> per 100 meter rand bemonsterd (cf. de Snoo & de Leeuw 1995). De gegevens zijn per **akkerrand** gesommeerd en omgerekend naar 300 m<sup>2</sup> rand, dat wil zeggen 100 meter akkerrand van drie meter breed. Hierbij wordt opgemerkt dat dit de aantallen waargenomen en/of gevangen insecten betreffen; de werkelijke aantallen insecten per 100 meter akkerrand zijn veel groter. De insecten werden ter plaatse gedetermineerd, meestal op het niveau van families omdat dit voldoende nauwkeurig is om effecten te kunnen waarnemen (cf. de Snoo & de Leeuw 1995). Vanwege hun zelfstandige natuurwaarde zijn de dagvlinders op soort- of genusniveau onderzocht.

Bij de uitwerking van de gegevens van waargenomen insecten dienen de aantallen individuen per **taxon** (soort, geslacht, familie of evt. een nog hoger **taxon**) als parameters voor de effecten van **onbespoten/onbemeste** akkerranden. Daarnaast zijn acht somparameters geformeerd, te weten:

- aantal waargenomen individuen
- aantal waargenomen taxa
- bladluizen
- overige herbivoren
- **bloembezoekers**
- **bladluispredatoren**
- predatoren
- overige insecten.

Over deze somparameters kan het volgende worden opgemerkt. De eerste parameter (de som van alle individuen) is een simpele aanduiding van een toe- of afname van insecten in akkerranden bij aangepast beheer. Het aantal waargenomen taxa wordt gebruikt als **diversiteitsmaat**. Het aantal bladluizen is strikt genomen geen somparameter, maar geeft wellicht informatie over het mechanisme van de gevonden effecten, evenals de daarop volgende parameters.

De analyse van de families (of hogere taxa) hebben betrekking op de 14 meest aanwezige families. Geordend van vaak naar minder vaak aangetroffen, zijn dit de volgende groepen: zweefvliegen (in 70% van de waarnemingen), bladluizen, haantjes, sluipwespen,

wantsen, lieveheersbeestjes, cicaden, strontvliegen, motjes, gaasvliegen, weekschildkevers, langpootvliegen en bladwespen en hommels (samen in 30% van de waarnemingen).

#### *Selectie van gegevens en statistische analyse*

In deze paragraaf wordt nader ingegaan op de wijze waarop de gegevens zijn bewerkt en vervolgens statistisch zijn geanalyseerd. Voor een goed begrip van de resultaten is kennis van deze paragraaf niet strikt noodzakelijk. In algemene zin kan worden opgemerkt dat een combinatie van technieken is gebruikt. Voor de vergelijking van de akkerranden met de reguliere gewasranden en van de typen akkerranden onderling zijn variantie- en regressie-analyse gebruikt. Voor het bepalen van de effecten van landbouwkundige en landschappelijke factoren op de insectenfauna in de akkerranden is gebruik gemaakt van een multivariate analyse-techniek, *i.c.* de partiële redundantie-analyse.

#### Vergelijking akkerranden en reguliere gewasranden

Bij de vergelijking van akkerranden en reguliere gewasranden is gebruik gemaakt van zogenoemde gepaarde waarnemingen. Dat wil zeggen dat naast de bemonstering van de akkerranden tegelijkertijd op het zelfde bedrijf een reguliere gewasrand, de zogenoemde referentie, is bemonsterd. Dit betekent dat alle factoren zoveel mogelijk gelijk zijn, met uitzondering van de te onderzoeken factoren, *i.c.* de akkerranden en de gewasranden (d.i. het principe van *ceteris paribus*). Een dergelijk paar waarnemingen heet in statistische termen een blok en de bijbehorende proefopzet een *randomized block-design*. Tijdens de analyse is ook onderzocht in hoeverre deze *randomized block-design* een efficiënte benadering is geweest, of dat een *complete randomized design* (random-waarnemingen van zowel gewasranden als van referentieranden) beter zou zijn geweest. Uit deze analyse bleek dat *overall* beide benaderingen vanuit statistisch oogpunt gezien even efficiënt zijn. Dit betekent dat in de toekomst geen extra inspanning hoeft te worden gepleegd om bij een akkerrand een bijbehorende reguliere gewasrand te zoeken op hetzelfde bedrijf. Voorts was een belangrijk voordeel dat in de volgende analyse-onderdelen (vergelijking typen randen, effecten landbouwkundige en landschappelijke aspecten en het voorkomen van bladluizen) ook de waarnemingen aan insecten in akkerranden zonder een referentierand in de analyse (in 1995: 26 van de 78 bemonsterde randen) konden worden betrokken, waardoor de conclusies op grotere aantallen waarnemingen berusten. Vergeleken zijn 13 graanranden en hun referenties en 12 grasranden en hun referenties. Van de kruidenranden was maar één paar voorhanden, zodat hiervan het verschil tussen gewasrand en akkerrand niet kan worden onderzocht. De gebruikte data hebben betrekking op zichtwaarnemingen, zowel in de akkerrand als in de gewasrand. Sleepnetvangsten in het gewas op het veld zouden teveel schade aan het gewas toebrengen. De statistische analyse is uitgevoerd op de somparameters (aantal taxa, aantal exemplaren, functionele groepen) en op een klein aantal taxa (lieveheersbeestjes, libellen, hommels, zweefvliegen en motjes), omdat de zichtwaarnemingen betrekking hebben op lage aantallen. Met uitzondering van het aantal taxa zijn alle gegevens logaritmisch getransformeerd ( $\ln(\text{aantal} + 1)$ ). De gegevens zijn geanalyseerd met behulp van variantie-analyse met als factoren type akkerrand (grasrand, graanrand), type rand (akkerrand en referentierand) en de blokken. Hierbij is gecontroleerd met behulp van de Kolmogorov-Smirnov-toets of de residuen normaal verdeeld waren. Wanneer dat niet het geval was, is gebruik gemaakt van de niet-parametrische Friedman-toets.

#### Vergelijking verschillende typen akkerranden

Voor de vergelijking van de insectenfauna's van de verschillende typen akkerranden is gebruik gemaakt van de sleepnetwaarnemingen gecombineerd met de zichtwaarnemingen in de akkerranden. Beschikbaar waren gegevens van 24 graanranden, 21 grasranden en 4 kruidenranden. De statistische analyse is uitgevoerd op de somparameters (aantal taxa, totaal aantal insecten en functionele groepen) en op 15 meest voorkomende taxa *i.c.* (geordend van meest naar minst present): zweefvliegen, bladluizen, haantjes, sluiwespen,

wantsen, lieveheersbeestjes, cicaden, strontvliegen, motjes, gaasvliegen, weekschildkevers, dolichopodidae (langpootvliegen), bladwespen, hommels en dagvlinders. Met uitzondering van het aantal taxa zijn alle gegevens logaritmisches getransformeerd ( $\ln(\text{aantal} + 1)$ ). De gegevens zijn geanalyseerd met behulp van *variantie-analyse*, met het *type* akkerrand als enige factor. Omdat de verschillende akkerranden gedurende een periode met wisselende weersomstandigheden bemonsterd zijn, zijn dagnummer en/of temperatuur gebruikt als covariabelen in de variantie-analyse. Het effect hiervan is een correctie van de data voor de datum waarop gemonsterd is en de weersomstandigheden tijdens de monsterring. Hierdoor lijkt het of alle bemonsteringen op dezelfde gemiddelde dag bij dezelfde gemiddelde temperatuur zijn uitgevoerd. Bij de analyse is gecontroleerd met behulp van de *Kolmogorov-Smirnov-toets* of de residuen van de waarnemingen normaal verdeeld waren. Wanneer dit niet het geval was, is gebruik gemaakt van de *niet-parametrische Kruskal-Wallis-toets*. De resultaten van de statistische toetsing zijn voor de functionele groepen enerzijds en voor de 15 individuele taxa anderzijds gecombineerd, zodat tevens een uitspraak kan worden gedaan over het geheel van de functionele groepen en over het geheel van de onderzochte taxa. Hiervoor is de combinatie-toets gebruikt.

#### Analyse landbouwkundige en landschappelijke effecten OP insekten in akkerranden

Voor de bepaling van de effecten van verschillende landbouwkundige en landschappelijke factoren op de insektenfauna's van de verschillende typen akkerranden is gebruik gemaakt van de *sleepnetwaarnemingen* gecombineerd met de *zichtwaarnemingen* in de akkerranden. Beschikbaar waren gegevens van 24 graanranden, 21 grasranden en 4 kruidenranden. Voor de analyse zijn alle taxa gebruikt die ten minste in drie akkerranden zijn aangevallen; dit geldt voor 30 taxa. Deze gegevens zijn logaritmisches getransformeerd ( $\ln(\text{aantal} + 1)$ ). De gegevens zijn geanalyseerd met behulp van een multivariate *analyse-techniek*, de *partiële redundantie-analyse (pRDA)*. Hierbij zijn algemene factoren als dag, tij, wind, bewolking en temperatuur als covariabelen gebruikt. Vervolgens zijn de belangrijkste landbouwkundige en landschappelijke factoren geselecteerd met een *voorwaartse selectie*. Elke selectie van een factor is getoetst met behulp van de *'Monte Carlo'-permutatietoets*. Er zijn in de analyse 23 landschappelijke, landbouwkundige en algemene factoren gebruikt: gewas (aardappelen, maïs, bieten, graan, overige gewassen), hoogte gewas, breedte rand, hoogte rand, landschappelijke elementen (sloot, akker, ruigte, open wal, dichte wal, wetering), het percentage bloeiende planten en de drie typen akkerranden en tenslotte dag, tijd, wind, temperatuur en bewolking. Bij de weergave van de resultaten in een biplot zijn alleen de gegevens van 20 taxa weergegeven die het beste door het multivariate model worden beschreven. Deze multivariate analyses zijn uitgevoerd met behulp van de programma's *CANOCO* en *CANODRAW*. *CANOCO* levert informatie (correlatietabellen en variantie-inflatiefactoren) waarmee gecontroleerd is of bepaalde verklarende factoren zo sterk met elkaar gecorreleerd zijn, dat geen afzonderlijke uitspraken over een van de twee kan worden gedaan. Dit bleek slechts het geval te zijn voor de factoren overige gewassen en dichte houtwal.

#### Analyse relevante factoren bladluizen in akkerranden

Voor de bladluis is een analyse-methode gebruikt, waarbij de meest relevante milieufactoren zijn geselecteerd in een *step wise-regressie-analyse*. Daarnaast zijn de gegevens van de multivariate analyse gebruikt voor bepaling van de belangrijkste factoren voor het voorkomen van de bladluis.

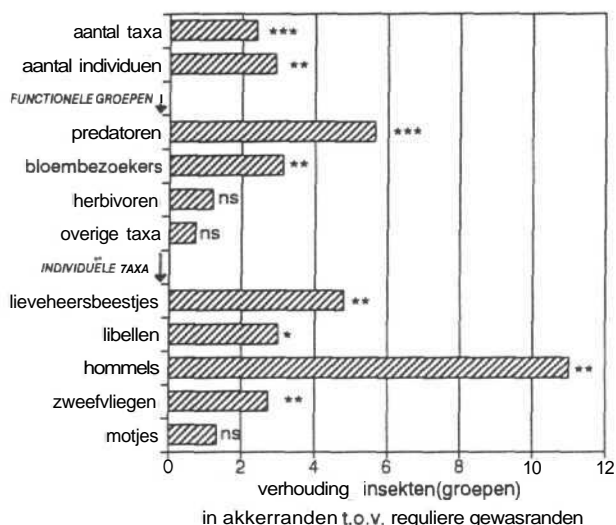
## 2.3 Resultaten

### 2.3.1 Insekten in akkerranden in vergelijking met reguliere gewasranden

De resultaten van de vergelijking staan vermeld in Tabel 2.1 en Figuur 2.1. Uit deze gegevens blijkt dat de aanleg van akkerranden een aanzienlijke toename tot gevolg hebben van insecten ten opzichte van een reguliere gewasrand. Het aantal taxa is ongeveer tweemaal zo groot en aantal waargenomen individuen is ongeveer driemaal zo groot in de akkerrand als in de reguliere gewasrand. Dit beeld wordt later nog, bij de behandeling van de andere onderzoeksvragen, gedifferentieerd naar type akkerrand en type gewas. Met name de functionele groepen predatore insecten en bloembezoekende insecten zijn resp. ongeveer zes- en ongeveer driemaal zoveel aanwezig in de akkerrand als in de reguliere gewasrand. Dit beeld wordt bevestigd door de resultaten op het niveau van de individuele taxa. Bij de bloembezoekers worden met name veel meer hommels (tot ca. 11x) waargenomen in de akkerrand, terwijl de aantallen motjes in de akkerrand niet significant verschillen van de reguliere gewasrand. Dat bloembezoekers een voorkeur voor akkerranden boven gewasranden blijken te hebben is niet zo verwonderlijk; in akkerranden zijn veel meer bloeiende planten te vinden dan in gewone gewasranden. De toename van predatoren zou samen kunnen hangen met toename van insecten die niet in dit onderdeel bemonsterd zijn. Het betreft hier immers alleen zichtwaarnemingen, zo zijn bij voorbeeld bladluizen niet bemonsterd voor dit onderdeel.

Tabel 2.1 *Aantallen insecten per 100 meter akkerrand en reguliere gewasrand (referentierand; alléén zichtwaarnemingen; significantie verschillen  $P < 0,001 = ***$ ,  $P < 0,01 = **$ ,  $P < 0,05 = *$ ;  $P > 0,05 =$  niet significant (ns))*

	akkerrand	referentierand	significantie
aantal taxa	6,7	2,8	***
aantal individuen	1 58	54	**
<i>functionele groepen</i>			
predatoren	51	9	***
bloembezoekers	47	15	**
herbivoren	17	14	ns
overige taxa	3	4	ns
<i>individuele taxa</i>			
lieveheersbeestjes	24	5	**
libellen	6	2	*
hommels	11	1	**
zweefvliegen	30	11	**
motjes	4	3	ns



Figuur 2.1 *Verhouding aantallen insecten (zichtwaarnemingen) in akkerranden en in reguliere gewasranden (voor verklaring, zie ook; Tabel 2.1 en tekst)*

### 2.3.2 Vergelijking graanranden, kruidenranden en grasranden

De resultaten van de vergelijking staan in Tabel 2.2 en in Figuur 2.2. Het algemene beeld is dat de kruidenrand de hoogste diversiteit (ca. 16 taxa) aan **insecten** heeft en de hoogste aantallen insecten (zowel voor de functionele groepen als voor de individuele taxa). De **graanrand** heeft een lagere diversiteit en iets lagere aantallen insecten dan de kruidenrand. De **grasrand** heeft de laagste diversiteit en drie- tot viermaal lagere aantallen insecten dan de graan- en kruidenrand. De verschillen tussen graanrand en grasrand zijn vaak significant, maar dit geldt niet voor de verschillen tussen kruidenrand en de beide andere typen akkerranden. Dit wordt vermoedelijk verklaard door het geringe aantal bemonsterde kruidenranden. Hieronder volgt een nadere bespreking van de uitkomsten op het niveau van functionele groepen en taxa.

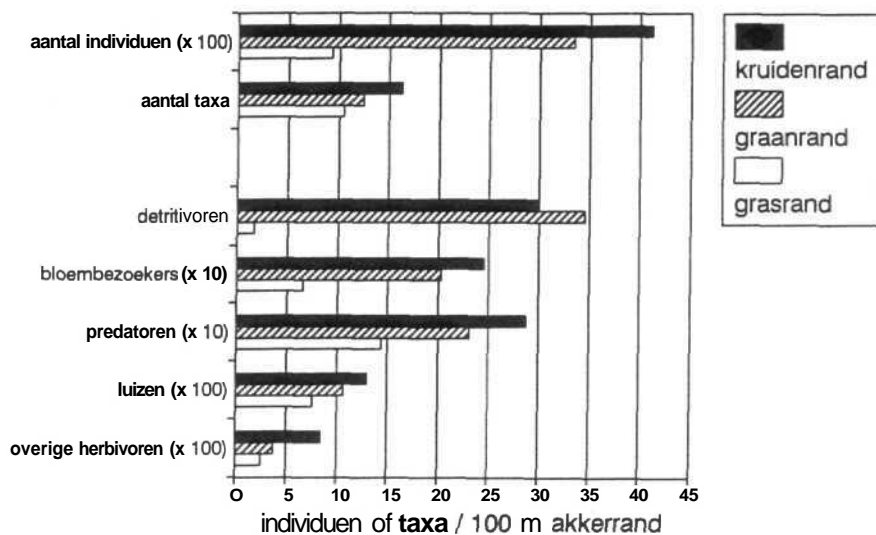
Op het niveau van functionele groepen heeft de kruidenrand hogere aantallen dan de graanrand (met uitzondering van de functionele groep overige insecten, vnl. **detritivoren**) en de graanrand heeft weer hogere aantallen dan de grasrand. Alleen voor de bladluizen waren deze verschillen **statistisch** significant. Indien de resultaten van de verschillende analyses van alle functionele groepen worden gecombineerd dan blijken de verschillende typen akkerranden wel statistisch significant te verschillen ( $G = 16,39$ ;  $P = 0,04$ ).

Tabel 2.2 *Aantallen insecten per 100 meter akkerrand in verschillende typen akkerranden. De aantallen zijn de opgetelde zichtwaarnemingen en netvangsten. Referenties (reguliere gewasranden) zijn hier achterwege gelaten omdat bij de referenties alleen zichtwaarnemingen zijn gedaan. Significantie verschillen  $P < 0,001 = ***$ ,  $P < 0,01 = **$ ,  $P < 0,05 = *$ ,  $P > 0,05 =$  niet significant (ns)*

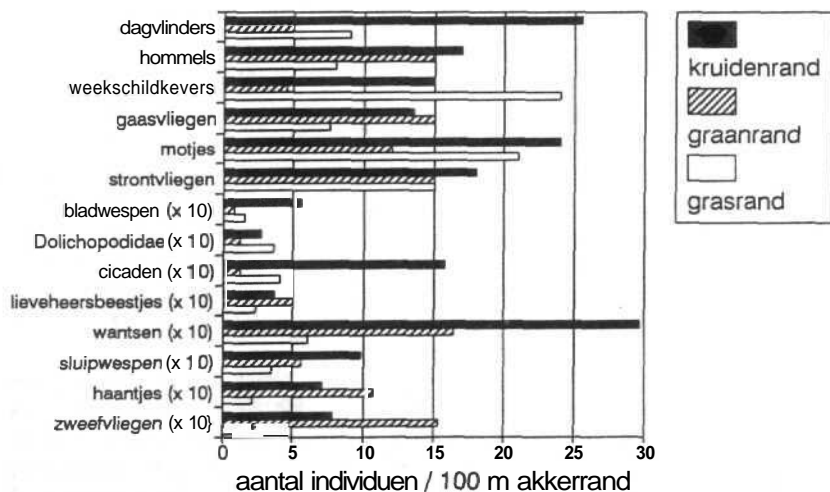
	grasrand	graanrand	kruidenrand	a-b	a-c	b-c
aantal taxa	10,5	12,5	16,3	ns	*	•
aantal ind. (x100)	9,3	33,3	41,1	*	*	ns
<i>functionele groepen</i>						
predatoren (x10)	14,4	23,1	28,8	ns	ns	ns
bloembezoekers (x10)	6,6	20,3	24,5	ns	ns	ns
luizen (x100)	7,6	10,7	13,0	ns	-	ns
ov. herbivoren (x100)	2,5	3,8	8,5	ns	ns	ns
ov. insecten	1,7	34,5	30,0	ns	ns	ns
<i>individuele taxa</i>						
cicaden (x10)	3,9	1,1	15,8	*	*	*
wantsen (x10)	6,0	16,4	29,7	ns	ns	ns
haantjes (x10)	2,1	10,4	7,1	»	ns	ns
lieveh. beestjes (x10)	2,3	4,8	3,5	ns	ns	ns
weekschildkevers	24,0	4,5	15,0	*	ns	ns
zweefvliegen (x10)	2,4	15,3	7,8	*	ns	ns
Dolichopodidae (x10)	3,6	1,2	2,7	ns	ns	ns
strontvliegen (x10)	1,5	1,5	1,8	ns	ns	ns
bladwespen (x10)	1,5	0,8	5,3	ns	•	•
sluipwespen (x10)	3,5	5,6	9,8	ns	ns	ns
gaasvliegen	7,5	15,0	13,5	ns	ns	ns
hommels	8,0	15,0	17,0	ns	ns	ns
motjes (x10)	2,1	1,2	2,4	ns	•	ns
dagvlinders	9,0	5,0	25,5	ns	•	*

Op het niveau van de individuele taxa blijken de verschillende typen akkerranden gekenmerkt te worden door hoge aantallen van bepaalde groepen insecten. Zo hebben kruidenranden de hoogste aantallen sluipwespen, wantsen, cicaden, strontvliegen, motjes, bladwespen, hommels en dagvlinders. **Graanranden** bezitten vaak iets lagere aantallen van deze groepen en hebben voorts de hoogste aantallen zweefvliegen, haantjes, gaasvliegen en lieveheersbeestjes.

Tenslotte hebben de **grasranden** vaak de laagste aantallen van de onderzochte taxa, met uitzondering van de **dolichopodidae (langpootvliegen)** en de weekschildkevers. De verschillen tussen de typen akkerranden waren voor de dagvlinders, bladwespen, weekschildkevers, cicaden, haantjes en zweefvliegen significant. Indien de toetsingsresultaten van de individuele taxa gecombineerd worden, blijken de verschillende akkerranden sterk significant verschillend ( $G = 94,2$ ;  $P < 0,001$ ).



Figuur 2.2a Aantal individuen en taxa en aantal individuen per functionele groep in de drie typen akkerranden (voor verklaring, zie ook: Tabel 2.2 en tekst)



Figuur 2.2b Aantal individuen van de afzonderlijke waargenomen taxa in de drie typen akkerranden (voor verklaring, zie ook: Tabel 2.2 en tekst)

De onderzochte kruiden- en **graanranden** waren veel bloemrijker dan de meeste **grasranden**. Ook hier is dus te zien dat **bloembezoekende insekten** als hommels en **zweefvliegen** een voorkeur vertonen voor deze typen **akkerranden**. De volgorde in toename van **predatore** insekten in de drie typen akkerranden blijkt dezelfde te zijn als die van de herbivore insekten (**bladluizen e.d.**).

### 2.3.3 Effecten van landbouwkundige en landschappelijke factoren

De resultaten van de uitgevoerde **multivariate** analyse is samengevat in Figuur 2.3. In deze figuur is tegelijkertijd informatie over **insektentaxa** en milieu-informatie weergegeven. Alleen **drie** factoren zijn opgenomen die een belangrijke bijdrage leverden aan de verklaring van het voorkomen van insekten in de akkerranden. In Figuur 2.3 zijn grotere clusters van taxa te zien rond de assen van kruiden- en graanranden ten opzichte van die van de **grasranden**, wat aangeeft dat deze typen randen rijker aan insektentaxa zijn dan **grasranden**. Ook is te zien dat elk type rand zijn eigen karakteristieke groepen kent. De effecten van de verschillende typen akkerranden op de **insektenfauna** blijken significant na toetsing. Graanranden worden met name gekenmerkt door bloembezoekende taxa (zweefvliegen, bijen en hommels), voorts door haantjes en in mindere mate door predatore insektentaxa als sabelsprinkhanen, lieveheersbeestjes en sluipwespen. Kruidenranden worden gekenmerkt door herbivore taxa als **cicaden**, wantsen, bladluizen, bladwespen, voorts door zandoogjes (een familie van de dagvlinders), **langpootmuggen** en **roofvliegen**. De grasranden worden daarentegen gekenmerkt door drie predatore groepen: de **wekschildkevers**, de **langpootvliegen** en de libellen én door veel lagere aantallen van de overige taxa.

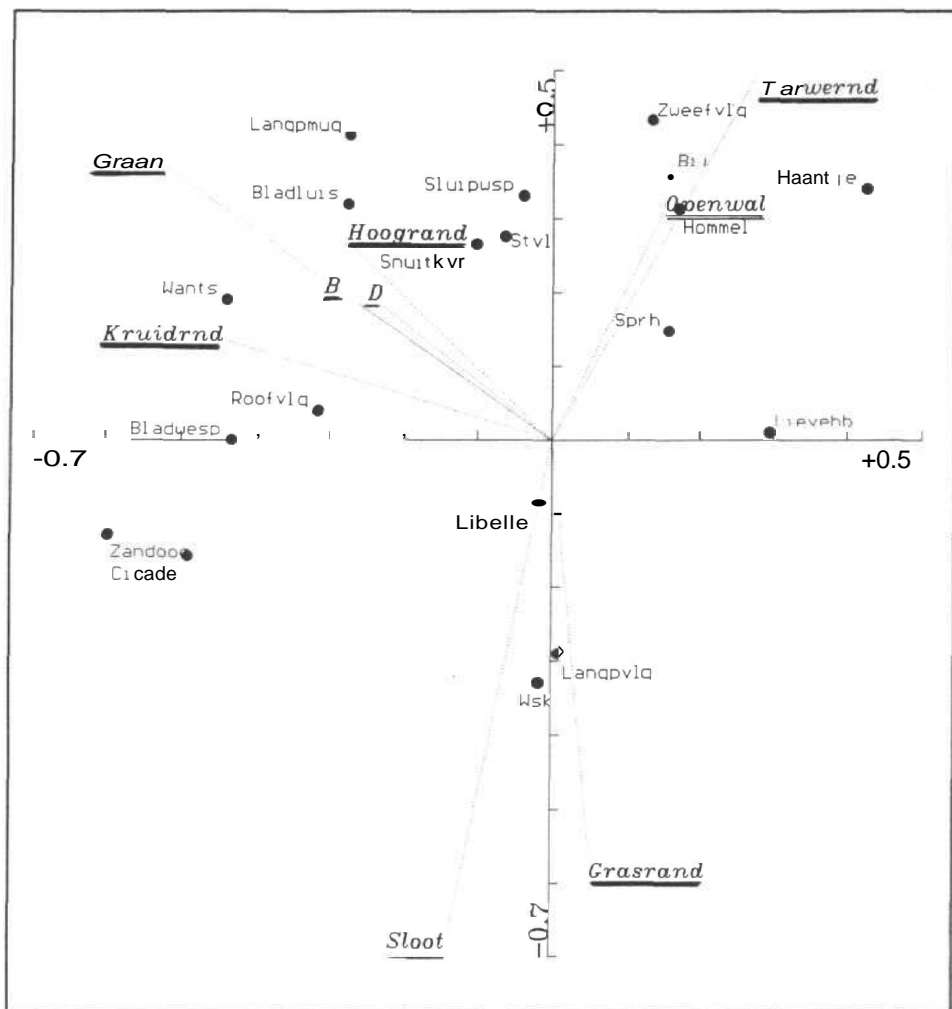
In Figuur 2.3 is voorts zichtbaar gemaakt dat verschillende landbouwkundige factoren een duidelijk op de insektenfauna in de akkerranden. Het gaat hierbij om drie factoren: graan als naastliggend **gewas**, breedte van de **akkerrand** en de hoogte van de vegetatie in de **akkerrand** (een indirecte maat voor **inzaaidatum**). De effecten van deze drie factoren zijn significant. De aard van de effecten van deze factoren is hetzelfde. In de figuur is rond de assen van graan als naastliggend gewas en rond de assen van breedte en hoogte van de akkerranden een clustering te zien van bladluizen, wantsen, langpootmuggen en zandoogjes, wat betekent dat de dichtheden van deze taxa toenemen bij graan als **naastliggend** gewas ten opzichte van andere naastliggende gewassen en dat de dichtheden eveneens toenemen bij bredere en hogere akkerranden.

Ook verschillende landschappelijke factoren blijken een effect te hebben op het **voorkomen** van insekten in de akkerranden, te weten sloten en open en dichte **houtwallen**. Zo blijken akkerranden naast sloten gekenmerkt door langpootvliegen, wekschildkevers, cicaden en **zandoogjes**, terwijl de overige groepen beduidend minder algemeen zijn. Akkerranden naast open **houtwallen** en singels daarentegen worden gekenmerkt door diverse bloembezoekende taxa en haantjes. Akkerranden naast dichte houtwallen worden gekenmerkt door bladluizen, wantsen en langpootmuggen. Op basis van de multivariate analyse kan ook een indruk worden gekregen, hoeveel van de variatie van de insektenfauna in de akkerranden kan worden verklaard en hoeveel van de verklaarde **variantie** toegeschreven kan worden door de verschillende groepen factoren (zie: Tabel 2.3). Hieruit kan worden afgeleid hoe belangrijk de verschillende (groepen) factoren zijn bij de aanleg een inrichting van een akkerrand.

Tabel 2.3 *Verklaarde en onverklaarde variantie van de insektenfauna in de akkerranden; tussen haakjes: aantal onderzochte factoren (zie tekst, voor toelichting)*

variantiebron	percentage
verklaarde variantie	53,4
algemene factoren (5)	15,8
akkerranden (5)	11,2
overige landbouwkundige factoren (6)	10,3
landschappelijke factoren (7)	16,1
onverklaarde variantie	46,6
<b>totaal</b>	<b>100</b>

Met de gebruikte factoren kan 53% van de variantie van **alle** verzamelde gegevens worden verklaard. Bij veldgegevens is in het algemeen het percentage onverklaarde variantie vrij hoog; er is altijd sprake van veel ruis. De verklaarde variantie van alle verzamelde gegevens kan nader onderverdeeld worden naar de verschillende groepen. Hieruit kan worden afgeleid (de afleiding wordt niet getoond) dat de insektenfauna op een gemiddelde **akkerrand** voor ongeveer 50% verklaard kan worden door algemene factoren, 25% door de akkerrand, 10% door het nabijgelegen gewas en 15% door het omringende landschap. Voor de aanleg en inrichting van de akkerrand blijken dus, naast de akkerrand zelf, het naastliggende gewas en het omringende landschap van groot belang voor de insekten.



Figuur 2.3 RDA-ordinatie diagram van de insectengegevens met de belangrijkste landbouwkundige en landschappelijke factoren. Landbouwkundige factoren zijn onderstreept, landschappelijke factoren zijn dubbel onderstreept; B = breedte rand; O = dichte wal; Langpvlg = langpootvlieg; Lievehb = lieveheersbeestje; Sprh = sabelsprinkhaan; Stvl = strontvlieg; Wsk = weegschildekever

#### 2.3.4 Bladluizen in akkerranden

Uit de regressie-analyse van de gegevens van de **bladluis** komt een tweetal significante, landbouwkundige factoren naar voren die van invloed zijn op de aantallen **bladluizen**, te weten breedte en hoogte van de **akkerrand**.

De resulterende regressie-vergelijking luidt:

$$\ln(\text{bladluis} + 1) = 5,08 - 0,154 \times \text{graanrand} + 0,189 \times \text{kruidenrand} - 0,050 \times \text{dag} - 0,0097 \times \text{wolk} + 0,0795 \times \text{breedte} + 0,0141 \times \text{hoogrand}$$

De betekenis van deze vergelijking ( $R^2 = 0,42$ ) is als volgt:

- de verschillen in aantallen tussen de typen akkerranden blijken niet groot te zijn: de hoogste aantallen zijn te vinden in de **kruidenrand**: 120% ten opzichte van de **grasrand**, en de laagste aantallen in de **graanrand**: 87% ten opzichte van de **grasrand** (zie ook: Fig. 2.3);
- de aantallen bladluizen nemen af gedurende de bemonsteringsperiode: in een maand tijd met 78%;
- de bewolking blijkt een sterk effect te hebben op het aantal gevangen bladluizen, *i.c.* bij bewolkt weer worden 60% minder bladluizen gevangen dan bij onbewolkt weer;
- de breedte van de akkerrand heeft een **dichtheidsverhogend** effect; een akkerrand van twaalf meter heeft een dubbele dichtheid bladluizen dan een van drie meter;
- ook de hoogte van de akkerrand heeft een dichtheidsverhogend effect; in een akkerrand van één meter hoogte zitten ongeveer driemaal zoveel bladluizen dan in een akkerrand van 20 centimeter hoogte.

Indien we dit resultaat vergelijken met het resultaat voor de bladluis uit de **multivariate** analyse, dan blijkt er een grote mate van overeenkomst. In Figuur 2.3 is zichtbaar dat bladluizen het meest algemeen zijn in **kruidenranden** en dat ook breedte en hoogte van de rand belangrijke factoren zijn voor de bladluis. Uit deze figuur kan ook worden afgeleid dat naarmate er meer lieveheersbeestjes - belangrijke **predatoren** van bladluizen - aanwezig zijn er minder bladluizen zijn en dat lieveheersbeestjes, voornamelijk in **graanranden**, minder in **grasranden** en weinig in **kruidenranden** te vinden zijn.

#### 2.3.5 Akkerranden en provincies

Tot nu toe zijn de gegevens van alle provincies in combinatie geanalyseerd. Een nadere opsplitsing en analyse van de gegevens naar provincies is niet uitgevoerd, enerzijds vanwege de beperkte beschikbare tijd en anderzijds vanwege het voor een betrouwbare analyse te kleine aantal resterende punten. Aangezien echter elk type akkerrand grotendeels gebonden is aan een of enkele provincies, zijn **conclusies** over de **insektenfauna** in de verschillende typen akkerranden tegelijkertijd conclusies over akkerranden in verschillende provincies. In Tabel 2.4 zijn de algemene gegevens per provincie samengevat. In **Noord-Holland** zijn alleen grasranden onderzocht, terwijl in Drenthe en Gelderland vrijwel alleen graanranden zijn onderzocht. Kruidenranden zijn voornamelijk in Groningen bemonsterd.

Tabel 2.4 Algemene, landbouwkundige en landschappelijke gegevens per provincie

factoren	totaal	GR	DR	GLD	NH
<b>aantal randen</b>	<b>78</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>26</b>	<b>26</b>
<b>referentierand</b>	<b>28</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>11</b>
<b>graanrand</b>	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>0</b>
<b>kruidenrand</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>grasrand</b>	<b>21</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>15</b>
<b>randfactoren</b>					
breedte (m)	5,8	8,7	6,0	6,4	3,0
hoogte rand (cm)	61	91	80	76	14
<b>gewas</b>					
graan	32	7	3	12	10
maïs		2	0	5	0
aardappel	1 9	5	2	4	8
biet	1 6	0	6	2	8
overige gewassen	4	1	0	3	-
hoogte gewas (cm)	57	79	60	53	46
<b>landschappelijke elementen</b>					
akker	9	6	3	0	0
sloot	35	8	0	4	23
wetering	3	0	0	0	3
ruigte	9	1	2	6	0
open w a l	5	0	0	5	0
dichte wal	17	0	6	11	0
<b>bloeiende planten (akkerrand) %</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>5</b>
kruisbloemigen (%)	2	0	0	4	1
composieten (%)	5	4	2	9	2
ganzevoetachtigen (%)	3	3	11	1	2
restgroep (%)	2	6	1	1	0
<b>overige parameters</b>					
dag (1995)	2/7	15/7	17/7	27/6	21/6
tijd (uu.mm)	13:25	13:40	12:50	13:25	13:30
wolk (%)	46	59	50	17	71
wind (m/s)	1,9	1,8	1,4	0,8	3,5
temperatuur (°C)	25	28	27	27	21

Andere waargenomen verschillen tussen de provincies zijn de volgende. De **grasranden** in **Noord-Holland** waren laag en smal in vergelijking met de **akkerranden** in de overige provincies. In Groningen zijn geen akkerranden langs bieten aangetroffen. Evidente verschillen zijn er in de landschappelijke elementen die langs de **akker(rand)** liggen. In **Noord-Holland** zijn dat vrijwel uitsluitend sloten, in Groningen akkers of sloten, in Gelderland dichte en open wallen, ruigten en sloten, en in Drenthe alleen dichte wallen, ruigten en akkers. De grasranden in Noord-Holland worden gekenmerkt door een laag

percentage bloeiende wilde planten. In Drenthe zijn weinig nectarbronnen (zoals kruisbloemigen en composieten) aangetroffen, die relevant zijn voor bloembezoekende insecten. De bloeiende planten bleken hier vooral ganzevoetachtigen. Noord-Holland is "vroeg" in de zomer bemonsterd onder relatief koele, winderige en bewolkte omstandigheden. In Bijlage I is het totaal aantal gevangen of waargenomen insecten per provincie weergegeven, gesommeerd over alle randen binnen een provincie.

## 2.4 Conclusies

In 1995 zijn in het kader van het deelonderzoek 'Insekten' van het integratieproject 24 graanranden, 21 grasranden, 4 kuidenranden en 28 randen in reguliere gewassen verspreid liggend in Noord-Holland, Groningen, Drenthe en Gelderland, bemonsterd op insecten. Voor de bemonstering is gebruik gemaakt van zichtwaarnemingen en van sleepnetwaarnemingen.

Uit de verzamelde zichtwaarnemingen van insecten blijkt dat akkerranden een aanzienlijke toename, zowel in diversiteit als in de aantallen waargenomen individuen, opleveren in vergelijking met reguliere randen. Het aantal taxa is ongeveer tweemaal zo groot en het aantal waargenomen exemplaren is ongeveer driemaal zo groot. Onder de insecten met zelfstandige natuurwaarde blijken de hommels meer dan tien keer zo vaak voor te komen als in reguliere randen. De functionele groepen predatore insecten (vnl. lieveheersbeestjes) en bloembezoekende insecten (vnl. hommels en zweefvliegen) zijn ongeveer zesmaal respectievelijk ongeveer driemaal zoveel aanwezig. De insecten in de akkerranden lijken dus vooral aangetrokken te worden door bloeiende vegetatie en bladluizen (hoofdvoedsel van lieveheersbeestjes).

De vergelijking van de drie typen akkerranden onderling laat zien dat de kuidenrand de hoogste diversiteit aan aantal insectengroepen herbergt (ca. 16 taxa) en de hoogste aantallen individuen (zowel voor de functionele groepen als voor de individuele taxa). De graanrand heeft een lagere diversiteit en heeft ook iets lagere aantallen individuen dan de kruidenrand. De grasrand heeft de laagste diversiteit en heeft ook drie- tot viermaal zo weinig individuen als de graan- en kruidenrand.

De verschillende typen akkerranden kunnen worden gekenmerkt door bepaalde groepen insecten. Graanranden worden met name gekenmerkt door bloembezoekende taxa (zweefvliegen, bijen en hommels) en voorts door haantjes. In deze graanranden werd veel kamille waargenomen, een soort die veel bloembezoekers trekt. Het optreden van deze bloembezoekers is daarmee goed te verklaren. Ook het optreden van veel bladhaantjes is niet verassend; in de meeste gevallen betrof dit het graanhaantje *Oelemma melanopa*.

Kruidenranden kenmerken zich door herbivore taxa als cicaden, wantsen, bladluizen en bladwesp(larven), maar ook zandoogjes. In de kruidenranden zijn dan ook geen dominante nectarbronnen aangetroffen, maar wel veel waardplanten voor insecten.

In grasranden bevinden zich vooral predatore groepen: wekschildkevers, langpootvliegen en libellen. Dit is verrassend, aangezien predatoren zeldzamer plegen te zijn dan de insecten waarop ze prederen. Wekschildkevers, maar vooral libellen zijn zeer mobiele insecten; het is niet onwaarschijnlijk dat het "rondzwervende" exemplaren betroffen.

Langpootvliegen (*Dolichopodidae*) zijn vliegen die vooral snel lopend over kale grond naar prooien op zoek zijn. In veel van de onderzochte **grasranden** (met name die in Noord-Holland) was de bodem tussen het (**lage**) gras goed te zien. Grasranden lijken dus weinig **insekten** in de vegetatie aan te trekken vanwege de geringe hoeveelheid waard- en bloeiende planten, met uitzondering wellicht van **langpootvliegen**. De opvallend lagere aantallen van overige taxa in grasranden lijkt hiermee verklaard te zijn.

Wat betreft de bladluizen is het opmerkelijk dat deze slechts beïnvloed lijken te worden door een tweetal landbouwkundige **factoren**, te weten de breedte en de hoogte van de **akkerrand**. De drie typen **akkerranden** verschillen onderling niet significant in aantallen bladluizen, maar de **kruidenrand** heeft de hoogste aantallen. Met name in gras- en **graanranden** lijken hoge aantallen lieveheersbeestjes gepaard te gaan met lage aantallen bladluizen.

Verschillende landbouwkundige factoren hebben een duidelijk effect op de **insektenfauna** in de akkerranden: breedte van de akkerrand, hoogte van de akkerrand en het gewas graan naast een akkerrand. De effecten van deze factoren zijn hogere dichtheden aan herbivore taxa (bladluizen en wantsen), **langpootmuggen** en zandooegjes. Ook verschillende landschappelijke factoren blijken een effect te hebben op het voorkomen van insecten in de akkerranden. Zo blijken akkerranden naast sloten gekenmerkt te worden door langpootvliegen, **weekschildkevers**, **cicaden** en zandooegjes, terwijl de overige groepen beduidend minder algemeen zijn. Akkerranden naast open **houtwallen** en singels daarentegen, worden gekenmerkt door diverse **bloembezoekende taxa** en haantjes. Akkerranden naast dichte houtwallen worden gekenmerkt door de herbivore taxa bladluizen en wantsen en door langpootmuggen. Het is op grond van het bovenstaande niet zo eenvoudig aan te geven welke factoren te prefereren zijn voor een akkerrand; wel kunnen we concluderen dat slechts weinig **insekten(taxa)** te vinden zijn op smalle grasranden met een lage vegetatie langs sloten.

Op basis van de ervaringen die tijdens het **insektenonderzoek** in 1995 zijn opgedaan en de resultaten die daarbij zijn verkregen, worden enkele aanbevelingen gedaan over de wijze waarop het onderzoek in 1996 en eventueel volgende jaren zou kunnen worden voortgezet.

De aandacht richt zich op de volgende (praktische) aspecten:

- meer grasranden bemonsteren in andere provincies en zo mogelijk ook andere typen akkerranden dan grasranden in Noord-Holland;
- meer **kruidenranden** bemonsteren;
- meer variatie in breedte van met name grasranden;
- geen aanvullende bemonstering van reguliere **gewasranden** (referenties); voor een goede analyse van de gegevens zijn deze niet noodzakelijk;
- meer randen bemonsteren langs sloten in de provincies Drenthe en Gelderland en zo mogelijk meer akkerranden bemonsteren langs de landschappelijke elementen **ruigte**, open en gesloten wallen;
- een betere verzameling van gegevens op basis waarvan het voorkomen van de insecten in de akkerranden kan worden verklaard. Het gaat hierbij om:
  - landbouwkundige gegevens (**inzaaidatum**, **maaidata**, **sputdata** en -middelen e.d.);
  - meer kwantitatieve landschappelijke gegevens;
  - betere gegevens van de wilde vegetatie;

- nadere uitwerking van additioneel verzamelde vlindergegevens van 1995 in de akker-randen, te combineren met de vlinderwaarnemingen;
- vergelijking van de **insektenfauna** in de onderzochte randen met die in randen van natuurbraakpercelen.

### 3. GEWASBESCHERMINGSASPECTEN

---

#### 3.1 Inleiding

Voor wat betreft het deelonderzoek 'Gewasbescherming' is het centrale doel, na te gaan wat de effecten zijn van onbespoten **en/of onbemeste** gewas- en **akkerranden** en niet **beteelde gras/ruigtestroken** op de verspreiding respectievelijk onderdrukking van plagen en virusziekten vanuit de rand het perceel in. Hierbij werd de invloed van verschillende typen akkerranden onderzocht.

De mogelijke effecten op het gewas kunnen zowel negatief als positief zijn en vormen een belangrijke overweging van boeren om al dan niet deel te nemen aan **akkerrandprojecten**. Relevante effecten zijn daarbij:

1. verspreiding van ongewenste onkruiden vanuit de **akkerrand** naar de rest van het perceel (negatief effect);
2. verspreiding van plagen en ziekten vanuit de akkerrand naar de rest van het perceel (negatief effect);
3. versterking van natuurlijke bestrijding van een plagen en ziekten in het gewas door een toename van het aantal natuurlijke vijanden dat het gewas vanuit de randen koloniseert (positief effect).

De **onkruidproblematiek** valt buiten het kader van dit onderzoek. Kruiden in de randen en het gewas kunnen een positieve bijdrage leveren aan de biodiversiteit, maar bieden tevens **overlevingsmogelijkheden** aan sommige **plaagorganismen**. Deze relatie is echter niet onderzocht. In de landbouw zijn plaagorganismen niet alleen schadelijk door hun vraat- of **zuiggedrag** maar ook en vooral zijn ze schadelijk als zij virusziekten overbrengen. Deze virusziekten en de bladluizen die deze ziekten overbrengen (virusvectoren) kunnen op onkruiden en grassen overwinteren, wat een probleem zou kunnen vormen voor het gewas. Over de verspreiding van plagen, **schimmelziekten** en virusziekten vanuit de randen het perceel in, zijn echter nog weinig kwantitatieve gegevens bekend (van der Werf 1995).

Met name voor bladluizen, als belangrijkste vectoren van virusziekten in diverse gewassen, is onduidelijk hoe eventuele verspreiding vanuit de rand zich verhoudt tot de immigratie van luizen vanuit een veel groter gebied. Zowel in als buiten Nederland is aangetoond dat een aangepast beheer van randen het **vóórkomen** van bladluispredatoren en parasieten in de randen bevordert (Way & **Greig-Smith** 1987, Boatman 1995, Dennis 1991, **Feber et al.** 1995). Met name een verminderd gebruik van **insecticiden** en het creëren van extra beschutting is bevorderlijk voor de overleving van **predatoren** en parasieten in de randen. Daarnaast dienen veel bloeiende planten in de rand als voedselbron voor onder andere **zweefvliegen** en parasitaire sluipwespen. Kolonisatie van het gewas door nuttige organismen vanuit de randen kan de ontwikkeling van **plaaginsekten** in het gewas afremmen (Dennis & Fry 1992, den Nijs *et al.* 1994). Onderzoek wijst erop dat verschillende soorten natuurlijke vijanden een belangrijke rol spelen bij het onderdrukken van **bladluispopulaties** in het gewas. De vraag blijft echter onder welke omstandigheden en vooral in welke mate akkerranden bijdragen aan de regulatie (van der Werf 1995).

Voor het vaststellen van de effecten van **randbeheer** op plagen en ziekten is de belangrijkste vraag in welke mate virusaantasting vanuit de rand als een gradiënt optreedt. Deze aantastingsgradiënt moet worden gezien als het totaaleffect van de interacties tussen rand, luis, predator en virus. Zowel virussen als hun vectoren (vaak bladluizen) en hun natuurlijke vijanden kunnen in **akkerranden** overblijven. Ze verspreiden zich in verschillende mate over het gewas. Door in graan, suikerbieten als aardappelen de virusaantasting waar te nemen, worden een groot aantal uitwisselingsprocessen tussen de **akkerrand** en het perceel geëvalueerd.

De onderzoeksresultaten kunnen slechts een indicatie geven van de gevolgen van een veranderd randbeheer voor de plaag- en **ziektedruk** in het gewas. Door de grote variatie tussen jaren en **regio's** die bij het optreden van ziekten en plagen gebruikelijk is, kunnen harde uitspraken op basis van één jaar onderzoek niet worden gedaan. Naast het beheer van de akkerrand bepaalt ook de interactie met de omgeving (b.v. sloot of houtwal) het optreden en de verspreiding van plagen, virusvectoren, (virus)ziekten en natuurlijke vijanden.

### 3.2 Werkwijze

In dit onderzoek is in verschillende provincies het uitstralingseffect gemeten dat verschillende typen akkerranden in hun specifieke omgeving hebben op een aantal verschillende **gewasbeschadigers** (*observational study*). De onderzochte akkerranden die op het perceel zijn aangelegd waren: onbespoten **graanranden**, **grasranden**, **kruidenranden** en controle-randen (dat wil zeggen reguliere randen van de gewassen). De randen waren al aangelegd voor de verschillende provinciale en landelijke projecten. De beschadigingen werden in de gewassen granen, aardappelen en suikerbiet onderzocht.

Doordat niet alle mogelijke combinaties van gewas en **akkerrandtype** binnen elk reeds lopend project aanwezig waren en de omvang van dit project beperkt was, is het onderzoek oriënterend. Hierin worden tendensen gesignaleerd, wat aanleiding geeft tot discussie en mogelijk nader (meer gericht) onderzoek.

#### *Percelen en gewassen*

De **onderzoekspercelen** werden geselecteerd bij deelnemers aan de verschillende projecten (zie: § 1.1). Om voldoende objecten te onderzoeken zijn akkerranden langs de drie hoofdgewassen in de akkerbouw bemonsterd: graan (**wintertarwe** of **zomergerst**), aardappelen (consumptie of **pootgoed**) en suikerbiet. Percelen met het gewas maïs zijn niet geselecteerd omdat maïs slechts op twee percelen in twee verschillende provincies voorkwam. Daarnaast vormen de hier onderzochte gewasbeschadigers in maïs geen probleem; zo is in maïs bij voorbeeld ook geen bestrijdingsmiddel tegen bladluizen toegelaten (**Mandersloot** 1993).

#### *Akkerranden en hun omgeving*

De verschillende typen akkerranden waarvan het uitstralingseffect in de drie verschillende gewassen werd bepaald zijn: onbespoten graanranden, grasranden en controle-randen (geen akkerrand aangelegd). Om een uitstralingseffect van deze typen akkerranden te kunnen bepalen, kwamen alleen percelen van minimaal 100x100 meter grootte in aanmerking voor de selectie. Voor het uitvoeren van de selectie werden in mei alle

percelen bezocht om de geschikte percelen en **akkerranden** te selecteren. Bij de keuze van de percelen en akkerlanden werd ook de omgeving betrokken. Belangrijke omgevingsfactoren waren: sloot (S) of wetering (W), open houtwal (O), gesloten houtwal of **bosrand** (B), grasberm of **ruigte** (R) en akker (A).

#### *Gewasbeschadigingen*

Een groot aantal processen van uitwisseling tussen de **akkerrand** en het perceel is geëvalueerd door virusaantastingen en vraatbeschadigingen te bepalen. In graan is de vraatschade door **graanhaantjes**, bladmineerders en de aanwezigheid van **vergelingsziekte** onderzocht. In aardappel en suikerbiet is de aanwezigheid van verschillende virussen bepaald. In suikerbiet is ook de **plantdichtheid**, zijnde de resultante van vraat door verschillende plagen, bepaald. Hierbij moet worden opgemerkt dat de economische schade (verlies in kg of f **produkt**) niet is onderzocht.

#### *Gradiëntmethode*

Het uitstralingseffect van de akkerrand is bepaald door in het gewas op het perceel gradiënten te meten door loodrecht op de akkerrand het verloop in intensiteit van bovenstaande **gewasbeschadigers** te meten. Als de gradiënt van een beschadiging van de rand van het perceel naar het midden toe in intensiteit toeneemt, is er een positief effect van de akkerrand op de **gewasbeschadiger**, vanuit de rand vindt immers een remming of biologische bestrijding plaats van het complex dat de gewasbeschadiging veroorzaakt. Als de intensiteit van de gewasbeschadiging vanaf de rand **naar** het midden van het perceel afneemt, is er sprake van een negatief effect van de akkerrand; de gewasbeschadiger kan bij voorbeeld vanuit de rand het gewas koloniseren en beschadigen. Doel van dit oriënterend onderzoek is om eerst te inventariseren of er gewasbeschadigers zijn die een positieve of negatieve gradiënt tonen. Een tweede doel is om voor die gewasbeschadigers na te gaan of het type akkerrand of de naaste omgeving een effect op de gradiënt hebben.

#### *Veldwerk*

Voor de **gewasbeschermingsaspecten** zijn **gradiëntmetingen** loodrecht op de akkerrand in het perceel uitgevoerd om landbouwkundige (positieve of negatieve) effecten vanuit de rand van het perceel te kunnen vaststellen. Deze gradiënten zijn bepaald door op 1, 15 en 60 meter uit de rand de intensiteit van virusaantastingen, bladbeschadigingen en plantdichtheid te bepalen.

Indien in het veld onkruid stond werd daarvan een notitie gemaakt. De omgeving grenzend aan de akkerrand en de **daarachterliggende** omgeving werden beiden gekarakteriseerd in de bovengenoemde landschappelijke elementen. Als in de tabellen de omgeving van een akkerrand weergegeven wordt als S,O (Sloot, Open houtwal), is de naaste omgeving langs de akkerrand een sloot en de daarachterliggende omgeving een open houtwal. In klein lettercorps worden details en achtergrondinformatie over de waarnemingen en beschadigingen gegeven.

### Graan

In de percelen met **wintertarwe** en zomergerst werden in juni op 1, 15 en 60 meter vanuit de **akkerrand** elk 50 halmen gemonsterd met 0,5 meter tussenruimte. Aan dit monster werd de vraatschade door mineervliegen (o.a. *Hydrelliagrioseola*) en het graanhaantje *Oulema melanopus* (= *Lema cyanella*) en de intensiteit van vergelingsziekte veroorzaakt door het gerstevergelingsvirus (BYDV, *barley yellow dwarf-virus*) bepaald. Voor al deze beschadigers werd de incidentie bepaald: het percentage bladeren van het halmmonster met symptomen.

Deze bladbeschadigingen en **virusziekte** vormen in het algemeen geen directe economische schade voor de teler. Bladbeschadigingen door graanhaantjes zijn heel algemeen en lokken vaak een overmatig gebruik van breedwerkende insecticiden uit. Het optreden van bladluizen in de herfst in wintergranen en in de zomergranen in het vroege voorjaar lokken ook een overmatig gebruik van insecticiden uit, hoewel economische schade meestal niet aanwezig is.

### Aardappel

In de percelen met aardappel werden in juli op respectievelijk 1, 15 en 60 meter vanuit de akkerrand elk 110 aardappelplanten onderzocht op symptomen van toprol (groeiverstoring door **bladluis**) en werd één aardappelknol per plant bemonsterd. Deze aardappelknollen zijn later, steeds vier tegelijk, met behulp van drie verschillende **ELISA** toetsen onderzocht op de aanwezigheid van: Y-virus (Potato virus Y), X- en S-virus (Potato virus X,S) en bladrol (Potato leaf roll virus). Deze bepaling resulteerde in een reactie-index, zijnde het percentage toetsingen van de vier aardappelknollen tegelijk waarin het virus werd aangetoond. Dit maximaal aantal reacties was lager **als** de opkweek van alle knollen niet geheel slaagde.

De drie verschillende 'virus-groepen' worden op verschillende manieren door het gewas verspreid en zijn evenzo de resultante van drie verschillende uitwisselingsprocessen tussen de akkerrand en het perceel. Y-virus veroorzaakt 'bont' en wordt door veel soorten **bladluizen** op non-persistente (= niet systemisch) wijze overgebracht. X- en S-virussen worden meestal door contact overgebracht en veroorzaken mozaïeksymptomen. Bladrol wordt veroorzaakt door het aardappelbladrolvirus en wordt door bladluizen op persistente (= systemisch) wijze overgebracht. Virusziekten kunnen vooral in de pootgoedteelt economische schade veroorzaken, omdat pootaardappelen aan bepaalde besmettingsnormen moeten voldoen.

### Suikerbiet

In september is in de percelen met suikerbiet op 1, 15 en 60 meter uit de rand van het perceel de **plantdichtheid** bepaald door het aantal bietenplanten te tellen over een traject van 25 meter rijlengte. Vraat door verschillende plagen veroorzaakt een lagere plantdichtheid door uitval van zaad en (**kiem**)planten. Tevens werden op de drie meetpunten het aantal planten met symptomen van vergelingsziekte geteld en omgerekend naar het percentage planten met vergelingsziekte. Vergelingsziekte wordt veroorzaakt door het zwakke-vergelingsvirus van biet (**BMV**, *beet mild yellowing-virus*) maar kan ook door het bietevergelingsvirus veroorzaakt worden (**BYV**, *beet yellowing-virus*). Het zwakke-vergelingsvirus is het meest algemeen en wordt door bladluizen op **semi-persistente** wijze overgebracht.

Vergelingsziekte kan economische schade veroorzaken in de bietenteelt. Deze schade is de laatste jaren te verwaarlozen omdat steeds meer standaard een insecticide via het zaaizaad wordt gebruikt. Een lagere plantdichtheid kan economische schade veroorzaken als door ongunstige omstandigheden (**b.v.** droogte) de gemiddelde plantdichtheid aan de lage kant is.

### Omgeving

Tijdens de bemonstering van het perceel werd ook de omgeving beschreven. Eerst werd een plattegrond getekend van het perceel en de ligging van de randen en de gradiënten, alsmede de ligging van de belangrijke landschapsstructuren in de omgeving. Voor elke bemonsterde gradiënt werd ook een doorsnede van de omgeving getekend tot ongeveer 15 meter uit de rand van het perceel. De belangrijkste plantesoorten, gewassen en structurelementen in deze doorsnede werden opgeschreven.

### *Verwerking*

De gegevens zijn zoveel mogelijk bewerkt tot vergelijkbare eenheden, zoals het percentage aangetaste bladeren of planten, en weergegeven in tabellen. Voor een aantal algemeen voorkomende **beschadigers** zijn de gradiënten statistisch geanalyseerd. Deze analyses hebben een **exploratief** karakter. Hierin worden correlaties opgespoord tussen de gemeten gradiënten in de provincies met de verschillende typen **akkerranden** en omgevingsstructuren. Door de aard van de gegevens (*observational study*) en de beperkte omvang kunnen geen harde statistische uitspraken worden gedaan.

Als een bladbeschadiging of virus-aantasting voldoende omvang had is er eerst voor iedere gradiënt de waarde van de gradiëntparameter geschat door regressie van logit bladbeschadiging of aantasting ( $f$ ) op log afstand met bijpassende kansdichtheidsverdeling (binomiale variantie):

$$\ln (E(f)/(1-E(f))) = B_0 + B_1 \ln (\text{afstand})$$

Log transformaties waren op basis van de natuurlijke logaritme. In een vervolganalyse werd door middel van regressie-analyse op de geschatte gradiëntparameter-waarden nagegaan of er sprake is van effecten van eventuele verschillen tussen provincies, verschillende type akkerrand(beheer), omgeving langs de rand van het perceel en achterliggende omgeving op de gradiënten. Door de aard van de dataset hebben deze analyses een exploratief karakter.

## 3.3 Resultaten

### 3.3.1 Verdeling van de akkerranden over provincies en gewassen

In totaal zijn er langs 50 verschillende akkerranden **gradiëntmetingen** uitgevoerd. De bemonsterde akkerranden zijn vrij goed over de provincies en gewassen verdeeld (Tabel 3.1). In Groningen kon echter geen perceel met suikerbiet worden geselecteerd. Akkerranden in aardappel in Drenthe en suikerbiet in Gelderland waren echter matig vertegenwoordigd (Tabel 3.1). Dit kwam altijd door het beperkte aantal percelen waaruit geselecteerd kon worden.

De bemonsterde akkerranden waren ook over de verschillende aangelegde typen en gewassen goed verdeeld (Tabel 3.2). Randen ingezaaid met een kruidenmengsel waren echter alleen in Gelderland langs een perceel met aardappel aanwezig (Tabel 3.2). Dit type **akkerrand** is bij de verdere analyses bij de **gras(ruigte)randen** gevoegd.

**Tabel 3.1** *Overzicht van het aantal in 1995 bemonsterde gradiënten in percelen met de drie gewassen, per provincie (tussen haakjes staan de aantallen percelen van het LBL-project)*

gewas in perceel:	graan	aardappel	suikerbiet	totaal
provincie:				
Noord-Holland	5	4	4	13
Groningen	4 (2)	7 (5)	-	11
Drenthe	3 (3)	2 (2)	7 (7)	12
Gelderland	7 (3)	5 (2)	2 (2)	14

**Tabel 3.2** *Overzicht van het aantal in 1995 bemonsterde gradiënten in de verschillende typen akkerranden, per gewas lover alle vier provincies)*

type akkerrand:	gras	kruiden	graan	controle	totaal
gewas in perceel:					
aardappel	4	1	8	5	18
suikerbiet	2	0	7	4	13
graan	5	0	8	6	19

**Tabel 3.3** *Gemiddeld percentage door graanhaantjes en bladmineerders beschadigde bladeren en gemiddeld percentage bladeren met vergelingsziekte in graan op drie afstanden vanuit de rand (n = 19)*

meters uit rand:	1	15	60
graaahaantjes	20,4	22,9	25,6
bladmineerders	3,9	3,9	3,5
vergelingsziekte	0,8	0,4	0,5

### 3.3.2 Graan

In de gewassen **wintertarwe** of **zomergerst** zijn 19 akkerranden onderzocht (Tabel 3.1 en 3.2). Het uitstralingseffect over alle akkerranden gemiddeld, gemeten als bladbeschadigingen door graanhaantjes, bladmineerders of vergelingsziekte, staat in Tabel 3.3. De gegevens van de afzonderlijke akkerranden staan in Tabel 3.4. In twee percelen werd door het gehele perceel veel onkruid gevonden. In beide gevallen betrof het **raaigrassen** als gevolg van opslag na een **graszaadteelt** (veldcodes 8 en 2, Tabel 3.4).

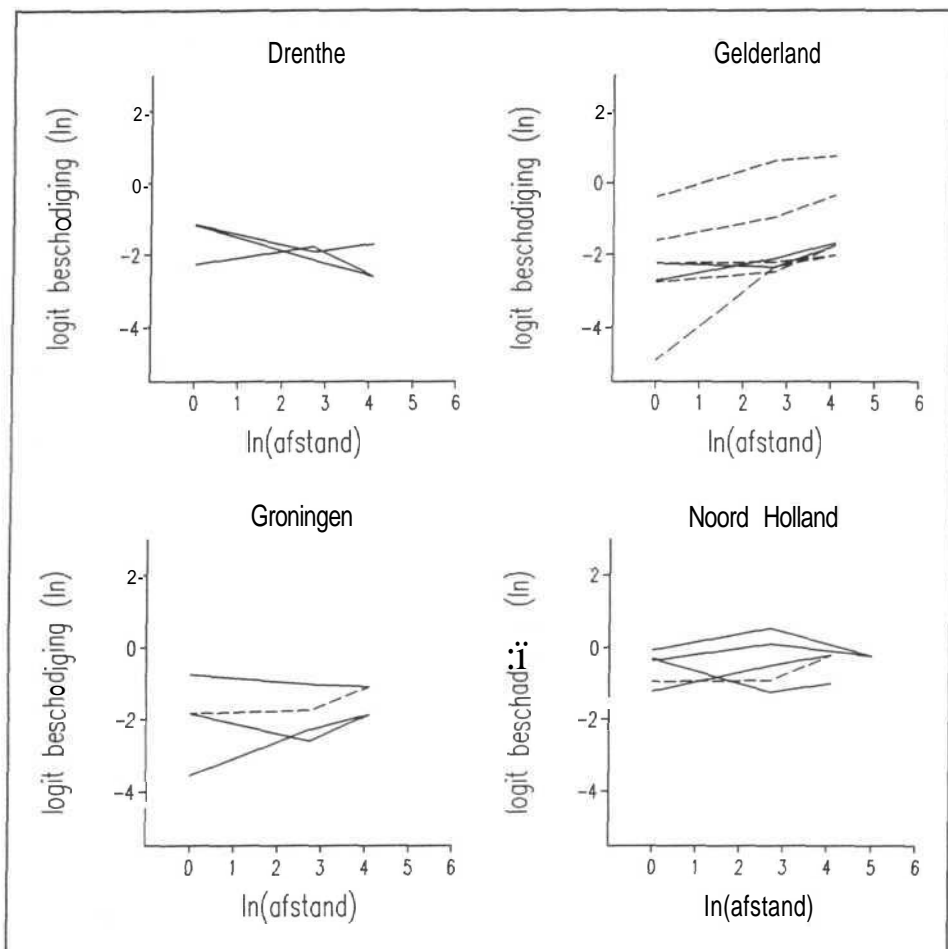
Tabel 3.4 Graan: gemeten gradiënten van graanhaantjes, bladmineerders en vergelingsziekte in graan (omgevingsfactoren: A = akker; B = bos/gesloten houtwal; O = open houtwal; P = ruigte/berm > 5 m; S = sloot < 5 m; W = wetering = sloot > 5 m)

provincie	type rand	omgevingsfactoren	veldcode	aantasting in %								
				graanhaantjes			bladmineerders			vergelingsziekte		
				1m	15m	60m	1m	15m	60m	1m	15m	60m
Noord-Holland	controle	SA	7	48,5	63,2	44,0	4,1	2,5	2,1	0,0	0,0	0,0
	controle	AA	8	22,5	37,6	44,9	9,9	10,1	11,9	0,0	0,0	0,0
	gras	SA	7	41,1	52,5	44,0	3,2	4,0	2,1	0,0	0,0	0,0
	gras	WO	8	27,8	28,6	44,9	16,6	22,0	11,9	0,0	0,0	0,0
	gras	SA	10	42,6	22,2	26,9	8,9	9,1	7,7	0,0	0,0	0,0
Groningen	controle	AA	2	32,1	26,2	24,8	7,1	4,1	6,7	1,3	1,4	0,0
	controle	AA	9	13,3	6,5	13,1	0,0	0,0	0,0	0,6	0,7	0,0
	gras	OR	2	13,5	14,5	24,8	1,3	3,6	6,7	0,0	0,0	0,0
	gras	SA	9	2,5	8,8	13,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Drenthe	gras	AA	1	23,4	10,3	6,7	1,8	2,2	1,7	0,0	0,0	0,0
	gras	BA	1	9,2	14,1	6,7	5,7	4,3	1,7	2,9	1,1	0,0
	gras	SA	1	23,7	12,6	15,2	8,6	4,9	7,6	1,4	0,0	0,0
Gelderland	controle	SA	4	9,6	8,5	14,7	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
	controle	RR	6	0,0	8,5	11,5	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	1,4
	gras	SO	4	5,8	7,6	14,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	gras	BB	5	40,5	65,3	68,0	1,2	6,7	4,1	0,0	2,1	0,0
	gras	RB	6	9,4	9,6	11,5	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	1,4
	gras	BR	6	6,0	10,6	15,4	0,0	0,0	0,0	1,1	1,5	0,0
	gras	BB	3	16,6	27,8	41,7	0,5	0,6	1,4	7,5	0,0	7,6
gemiddelde s.e.				20,4	22,9	25,6	3,7	3,9	3,5	0,8	0,4	0,5
				3,4	4,3	4,0	1,1	1,2	0,9	0,4	0,2	0,4

### Graanhaantjes

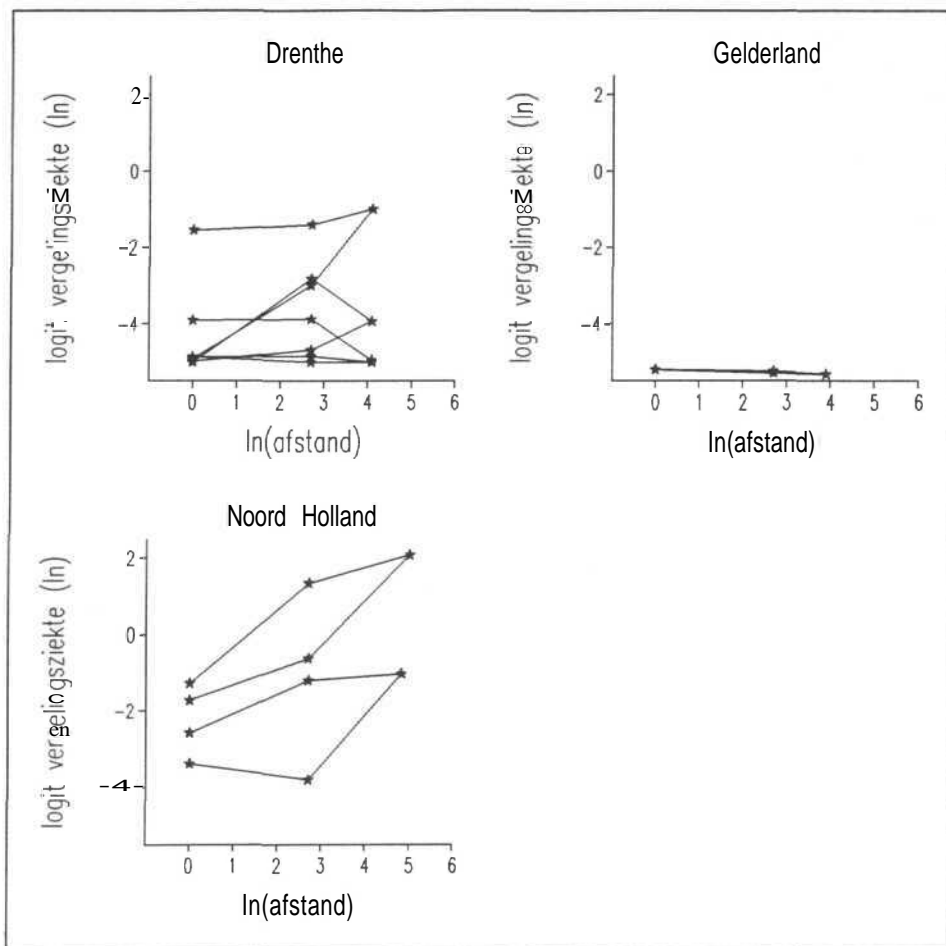
Het gemiddelde percentage door graanhaantjes beschadigde bladeren liep vanaf de akkerrand naar het midden van het perceel gaande op ( $P < 0,05$ ). In het midden van de graanpercelen was gemiddeld een kwart van de bladeren beschadigd (Tabel 3.3, Fig. 3.1). In de provincie Gelderland waren deze gradiënten steiler dan in Drenthe waar zelfs een lichte afname van de bladbeschadigingen werd waargenomen (Fig. 3.1). De schattingen voor de gemiddelden van de gradiëntparameters (B1, zie verwerking) zijn 0,26, -0,19, 0,12 en 0,05 voor respectievelijk Gelderland, Drenthe, Groningen en N-Holland. De verschillende typen akkerranden toonden geen correlatie met de steilte van deze gradiënten.

Ook de naaste omgeving langs de rand van het perceel toonde geen correlatie met de steilte van de gradiënten. Echter, de daarachter liggende omgeving bleek (wel) te zijn verstrengeld met de provincies en de steilte van de gradiënten. Bos of houtwal en ruigte of berm toonden steile gradiënten van de bladbeschadigingen (de schattingen voor de gradiëntparameter zijn respectievelijk 0,21 en 0,33), terwijl akker als achterliggende omgeving geen gradiënt toonde (schatting -0,01); zie: Fig. 3.1. Bij de opzet van een vervolgonderzoek dient hiermee rekening te worden gehouden.



**Figuur 3.1** Bladbeschadiging in graan door graanhaantjes in de vier provincies, gemeten vanaf de akkerrand perceel-inwaarts (doorgetrokken lijn: achterliggende omgeving = akker; onderbroken lijn: achterliggende omgeving = houtwal, bos, ruigte of grasberm)

Geconcludeerd kan worden dat **akkerranden** een positief uitstralings-effect hebben. Zij verlagen bladbeschadigingen door graanhaantjes. Er is echter geen effect van het type akkerrand aangetoond. Waardoor de bladbeschadigingen over het algemeen in het perceel langs de rand lager zijn dan in het midden van het perceel is niet aan te geven. In de literatuur en bij collega's werd hiervoor geen aanknopingspunt gevonden (*in litt.* A. Honek, T. Wetzel en I. Basedow).



**Figuur 3.2** *Vergelingsziekte in suikerbiet in drie provincies, gemeten vanaf de akkerrand perceel-inwaarts*

**Bladmineerders**

Het gemiddelde percentage door bladmineerders beschadigde bladeren lag steeds onder de vijf procent (Tabel 3.3). In de helft van de situaties was de aantasting verwaarloosbaar laag (Tabel 3.4). Er werd geen duidelijke gradiënt waargenomen, hoewel de aantasting in het midden van het perceel gemiddeld wat lager was dan aan de rand. Omdat dit verschil klein is en de gemiddelde aantasting laag, mag hieraan geen betekenis worden toegekend.

### Vergelingsziekte

De gemiddelde aantasting van **vergelingsziekte** was laag. Minder dan één procent van de bladeren was aangetast. Zowel bij percelen met een gras-, graan- als **controle-akkerrand**, werd vergelingsziekte waargenomen. Vergelingsziekte werd zowel op 1 meter als op 15 en 60 meter uit de **akkerrand** waargenomen. Hieruit mag geconcludeerd worden dat de virusvectoren (**bladluizen**) en het virus, het perceel niet specifiek vanuit de akkerrand gekoloniseerd hebben. Er is ook geen individuele akkerrand geweest waar een dergelijk effect wel is waargenomen (Tabel 3.4, Fig. 3.2). Geconcludeerd kan worden dat de verschillende typen **akkerranden** dit jaar geen aantoonbaar effect hebben op de aantasting door vergelingsziekte.

#### 3.3.3 Suikerbieten

In het gewas suikerbiet zijn 13 akkerranden onderzocht (Tabel 3.1 en 3.2). Het uitstralingseffect over alle akkerranden gemiddeld, gemeten als **plantdichtheid** (aantal planten op 25 meter rijlengte) en het percentage planten met vergelingsziekte van biet, staan in Tabel 3.5. De gegevens van de afzonderlijke akkerranden staan in Tabel 3.6. In twee percelen werd op een meter afstand van de **graan-akkerrand** een sterke **veronkruiding** waargenomen. In een perceel (code 2 RR, Tabel 3.6) kwam veel **hanepoot**, melde en **perzikkruid** voor en in een ander perceel (code 4 SO) kwam veel gerst, perzikkruid en melde voor. Deze zaadonkruiden waren een neveneffect van de akkerranden (bij voorbeeld gezien het feit dat gerst op deze plaats alleen afkomstig kan zijn uit de akkerrand van het voorafgaande jaar), maar vormen geen ernstig landbouwkundig probleem aangezien bij de volgende gewasrotatie deze zaadonkruiden worden **weggeconcurrereert** door het **vervolg**gewas (suikerbieten komen over het **algemeen** later op dan aardappels en granen).

#### Vergelingsziekte

Vrijwel alle planten met vergelingsziekte toonden symptomen van het **zwakke-vergelingsvirus** van biet. Het gemiddelde percentage planten met vergelingsziekte liep vanaf de rand van de percelen naar het midden toe op (Tabel 3.5). In de helft van de gevallen was vergelingsziekte vrijwel afwezig (Tabel 3.6). Dit is niet gecorreleerd met de zaaizaadbehandeling met het **insecticide** Gaucho, dat alleen in perceel 7 is toegepast. De **waargenomen** aantastingen zijn in Figuur 3.2 weergegeven op **logit-log** schaal. Omdat het aantal aantastingen met voldoende omvang klein is, zijn er geen **gradiëntparameterwaarden** meer geschat. Een toename van vergelingsziekte vanaf de rand van het perceel naar het midden toe, werd zowel bij controle als bij graan- en **grasranden** waargenomen (Tabel 3.6). Het mechanisme waardoor deze toename is veroorzaakt, is echter onbekend en dit zou in een vervolgonderzoek nader bekeken kunnen worden. Het effect kan zijn veroorzaakt door een betere **biologische** bestrijding van de virusvectoren langs de akkerranden. Het is echter ook mogelijk dat de late vluchten van bladluizen, de veroorzakers, vooral in het midden van het perceel zijn **neergestreken**.

Tabel 3.5 Gemiddeld percentage bietplanten met vergelingsziekte en de gemiddelde plantdichtheid in 25 meter rijlengte in suikerbiet, op drie afstanden vanuit de rand ( $n = 13$ )

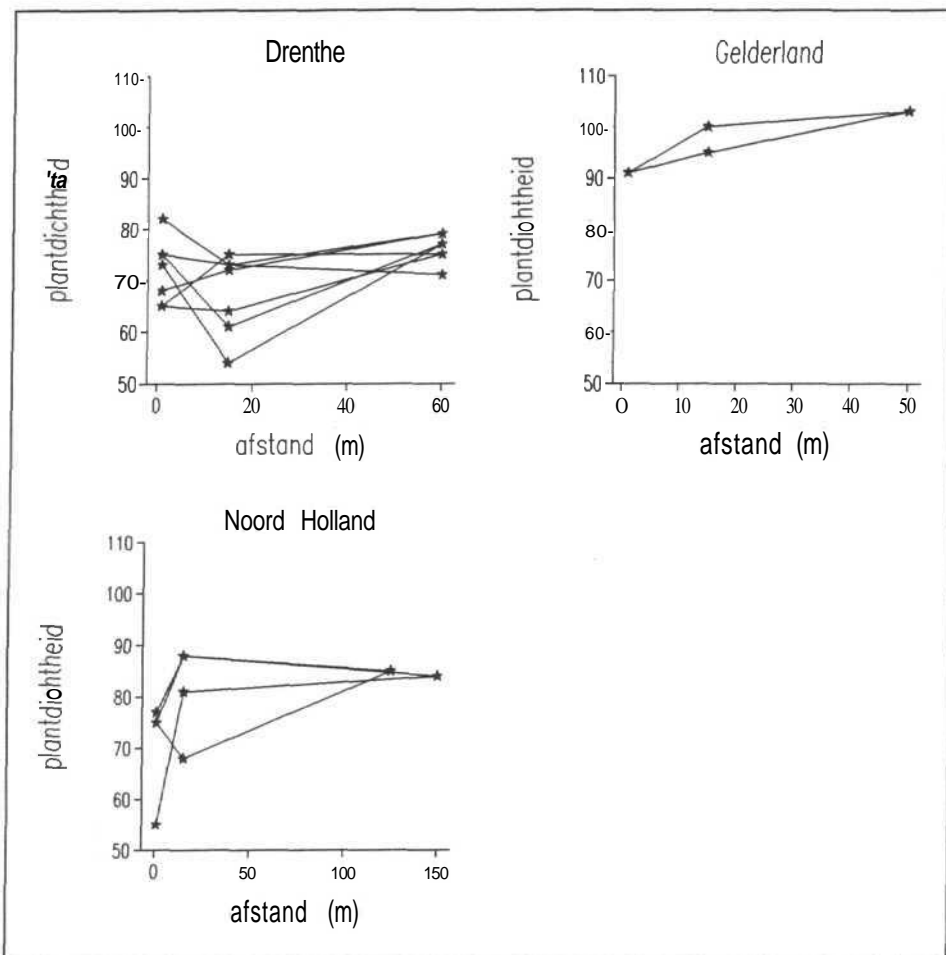
meters uit rand:	1	15	60
vergelingsziekte	4,9	12,9	22,0
plantdichtheid	74,4	76,3	82,8

Tabel 3.6 Suikerbiet: gemeten gradiënten van percentage planten met vergelingsziekte en aantal planten per 25 meter rijlengte (voor verklaring omgevingsfactoren, zie: Tabel 3.4)

provincie	type rand	omgevingsfactoren	veldcode	vergelingsziekte			plantdichtheid		
				1m	15m	60m	1m	15m	60m
Noord-Holland	controle	SA	6	14,5	34,6	89,0	55	81	84
	controle	AA	7	6,5	22,7	26,0	77	88	85
	gras	SA	6	21,3	79,5	89,0	75	88	84
	gras	WO	7	2,7	1,5	26,0	75	68	85
Drenthe	graan	SO	4	1,3	1,4	0,0	75	73	71
	graan	OR	1	17,1	19,2	26,6	82	73	79
	graan	RA	1	0,0	4,2	26,6	68	72	79
	graan	BB	1	0,0	0,0	0,0	65	64	75
	graan	RR	2	0,0	0,0	0,0	65	75	75
	graan	BA	2	0,0	0,0	1,3	73	54	77
	graan	OA	3	0,0	4,9	1,3	75	61	77
Gelderland	controle	BA	5	0,0	0,0	0,0	91	95	103
	graan	OA	5	0,0	0,0	0,0	91	100	103

### Plantdichtheid

De gemiddelde plantdichtheid liep vanaf de rand van de percelen naar het midden toe op (Tabel 3.5). In een aantal percelen was de plantdichtheid in de rij zeer onregelmatig, mogelijk door een mechanische oorzaak tijdens de zaai. Hierdoor was de plantdichtheid moeilijk exact te bepalen. Dit was vooral in de percelen in Drenthe het geval (Tabel 3.6, Fig. 3.3). Waarschijnlijk konden hierdoor ook geen monotone gradiënten geschat worden (Fig. 3.3). Een toename van de plantdichtheid vanaf de **akkerrand** naar het midden van het perceel toe werd langs controle, graan- en **grasranden** waargenomen. Er is dus geen **indikatie** gevonden dat het type akkerrand een effect heeft op de plantdichtheid. De trend is dat de plantdichtheid langs elke akkerrand wat lager is dan in het midden van het perceel. Of de onregelmatige dichtheid in een rij veroorzaakt is door een mechanische oorzaak of door een onregelmatige vraat, bij voorbeeld door het geclusterd voorkomen van **plaaigsekten** of konijnen, zou in een vervolgonderzoek kunnen worden onderzocht.



Figuur 3.3 *Plantdichtheid in suikerbiet in drie provincies, gemeten vanaf de akkerrand perceel-inwaarts*

### 3.3.4 Aardappelen

In het gewas aardappel (consumptie en **poetgoed**) zijn 18 akkerranden onderzocht (Tabel 3.1 en 3.2). Het uitstralings-effect, over alle akkerranden gemiddeld, van de verschillende groepen virussen staat in Tabel 3.7, de afzonderlijke gegevens staan in Tabel 3.8. In twee percelen werd een sterke veronkruiding door perzikkruid waargenomen. In perceel 9 (Tabel 3.8) kwam perzikkruid **pleksgewijs** over het gehele perceel voor, terwijl het regelmatig verspreid in perceel 10 voorkwam. Beide situaties zijn niet ontstaan door de aanwezigheid van **gras/kruiden-akkerranden**, aangezien dan alleen in of direct bij de akkerranden veronkruiding had moeten worden waargenomen; **veronkruiding** kwam, zoals reeds is aangegeven, over het gehele oppervlakte van de percelen voor.

**Tabel 3.7 Aardappelen, gemiddeld percentage aardappelplanten met toprol en virus index voor X- en S-virus, Y-virus en bladrol, op drie afstanden vanuit de rand (n = 18)**

meters uit rand:	1	15	60
toprol	0,5	0,5	0,4
X- en S-virus	6,5	4,5	6,1
Y-virus	12,1	13,1	11,3
bladrol	1,9	0,7	2,2

#### Toprol

Het percentage planten met symptomen van toprol was laag, gemiddeld 0,5% (Tabel 3.7). De incidenteel aangetaste planten stonden verspreid door het perceel (Tabel 3.8) en de aantasting toonde ook geen gradiënt.

#### Aardappelvirus X en S

X- en S-virus was vrij algemeen. In gemiddeld 5% van de toetsingen van vier aardappelknollen werd X- of S-virus gevonden. De aantastingen tonen geen duidelijk effect van de **akkerrand** naar het midden van het perceel (Tabel 3.7). De in de **Wieringermeer** bemonsterde percelen waren niet aangetast (Tabel 3.8).

#### Aardappelvirus Y

Y-virus was dit jaar algemeen. In ruim tien procent van de toetsingen van vier aardappelknollen werd het virus aangetroffen. Er werd geen verloop in aantasting van de akkerrand naar het midden van het perceel gevonden (Tabel 3.7). Ook de twee percelen in Groningen met een zware aantasting van **Y-virus**, één langs een controle rand (veld 4, AA) en één langs een **graanakkerrand** (veld 3, RR) toonden geen gradiënt.

#### Aardappelbladrolvirus

De aantasting door **aardappelbladrolvirus** was laag, gemiddeld bijna twee procent van de toetsingen was positief (Tabel 3.7). Ook hier werd geen duidelijk uitstralingseffect van de akkerrand waargenomen: de incidentele aantastingen kwamen verspreid door het perceel voor.

### 3.4 Conclusies

De verkregen onderzoekresultaten geven slechts een indicatie van de mogelijke gevolgen van een ander **randbeheer** voor de plaag- en **ziektedruk** in het gewas. Door de grote variatie tussen jaren en regio's bij het optreden van ziekten en plagen, zijn definitieve uitspraken niet verantwoord.

Van de twee onderzochte **bladbeschadigers** en zes onderzochte virussymptomen was er geen waarvan de intensiteit dit jaar door de akkerrand werd bevorderd. De **plantdichtheid** van suikerbiet tenderde echter wat lager te zijn langs alle typen **akkerranden** ten opzichte van het midden van het perceel, mogelijk door verhoogde vraat. Bladbeschadigingen door het **graanhaantje** en **vergelingsziekte** in biet lieten juist een afname in intensiteit zien.

Langs de akkerrand was hun aantasting lager dan in het midden van het perceel. Dit kan zijn veroorzaakt door een betere biologische bestrijding van graanhaantjes en virus(vectoren) langs de akkerrand. In beide gevallen werd geen indicatie verkregen dat dit effect afhankelijk is van het type akkerrand. Dit indiceert dat een ander beheer van de akkerrand de plaag- en ziektedruk in het gewas niet heeft veranderd. Of ook in andere jaren geen nadelige gewasbeschermingskundige effecten optreden door de aangelegde akkerranden, mag pas geconcludeerd worden na meerjarig veldoecologisch onderzoek in de praktijk. Over het algemeen werd er weinig veronkruiding waargenomen. Waar dit wél optrad - een paar gevallen, in suikerbiet - werd dit steeds veroorzaakt door zaadonkruiden (zoals perzikkruid, hanepoot en melde). Zaadonkruiden leveren, in tegenstelling tot wortelonkruiden (zoals akkerdistel, groot hoeblad en kweek), landbouwkundig gezien geen ernstige problemen op, aangezien door de gewasrotatie in het volgende jaar ze het onderspit delven door het - over het algemeen vroeger dan suikerbiet - opkomen van het vervolggewas.

In deze oriënterende studie werd het mechanisme achter de gevonden positieve effecten van alle typen akkerranden op graanhaantjes en vergelingsziekte van biet en het negatieve effect op de plantdichtheid in biet niet nader onderzocht. Bij het graanhaantje is een indicatie verkregen dat niet het type akkerrand maar de achterliggende omgeving (akker t.o.v. houtwal, bos en ruigte of grasberm) het uitstralingseffect van de akkerrand domineert. In een vervolgonderzoek zouden deze aspecten nader kunnen worden bekeken.

Tabel 3.8 Aardappel: gemeten gradiënten van toprol, X- en S-virus, Y-virus en bladrol in aardappel; reactie-index: *percentage* van het aantal ELISA-reacties I\* = meting onmogelijk door teelt ander aardappelras; voor verklaring omgevingsfactoren, zie: Tabel 3.4)

provincie	type rand	omgevingsfactoren	veldcode	% planten met toprol			NAK-ELISA aantal reacties			X- en S-virus reactie-index			Pos. Y-virus reactie-index			bladrol reactie-index		
				1m	15m	60m	1m	15m	60m	1m	15m	60m	1m	15m	60m	1m	15m	60m
Noord-Holland	controle	SA	7	0,9	0	0	24	24	24	0	0	0	4,2	12,5	8,3	0	0	0
	controle	RA	8	0	0	0	24	24	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	gras	SA	7	0	0	0	24	24	24	0	0	0	4,2	0	8,3	0	0	0
	gras	WA	8	0	0	0	24	24	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Groningen	controle	AA	4	0	0,9	0	11	22	13	18,2	13,6	15,4	36,4	40,9	30,8	0	0	0
	gras	SB	10	0	0	0,9	15	13	11	13,3	0	0	13,3	0	0	0	0	0
	gras	SB	9	0	0	0	20	22	21	0	9,1	4,8	0	9,1	0	0	0	0
	graan	SA	2	0	0	0	22	18	20	0	11,1	10,0	9,1	11,1	5,0	0	0	0
	graan	RR	3	2,7	0	0	24	14	19	25,0	0	21,1	70,8	71,4	73,7	20,8	0	0
	graan	BB	4	2,7	0,9	0	8	20	14	0	5,0	7,1	25,0	10,0	14,3	0	0	0
	graan	AA	4	0	0	0	18	11	14	0	0	7,1	0	18,2	14,3	0	0	0
Drenthe	graan	AA	1	0	0	0	24	24	24	4,2	8,3	29,2	0	16,7	0	0	4,2	0
	graan	BB	1	0	0,9	0	24	24	24	8,3	0	8,3	0	4,2	0	0	0	0
Gelderland	controle	WA	5	0	0	0	24	24	24	4,2	0	0	0	4,2	0	0	0	0
	controle	BB	6	0	5,7	2,7	11	15	16	18,2	0	0	9,1	0	18,8	9,1	0	18,8
	kruiden	BB	6	1,8	0	2,7	24	23	16	12,5	13,0	0	12,5	13,0	18,8	0	8,7	18,8
	graan	RO	5	0	0	0	24	24	24	0	0	0	0	12,5	0	0	0	0
	graan	OA	6	0	0,9	+	24	24	*	12,5	20,8	+	33,3	12,5	*	4,2	0	*
gemiddelde				0,5	0,5	0,4	20,5	20,8	19,8	6,5	4,5	6,1	12,1	13,1	11,3	1,9	0,7	2,2
s.e.				0,2	0,3	0,2	1,3	1,1	1,2	1,9	1,5	2,1	4,4	4,1	4,5	1,2	0,5	1,5

## 4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

---

### 4.1 Conclusies

Voordat de conclusies uit dit onderzoek onderstaand in het kort worden weergegeven, moet worden opgemerkt dat deze conclusies zijn gebaseerd op slechts één seizoen veldonderzoek (normaal gesproken zijn voor dergelijk onderzoek drie tot vier seizoenen **noodzakelijk!**). Dit betekent **dat**, naast de voorzichtigheid die wordt ingegeven door **inhoudelijk-technische** argumenten (zoals aantal monsterpunten, aantal bezoeken en aantal onderzochte factoren), op deze plaats opnieuw wordt benadrukt dat de verkregen resultaten slechts **indicatief** zijn voor de met **akkerrandbeheer** te verkrijgen resultaten. Bovendien bestrijken de twee uitgevoerde onderzoeken slechts een deel van de problematiek die zich voordoet bij het beheer en inpasbaarheid van **akkerranden**. Door herhaling van het onderzoek zou de geldigheid van de uitkomsten moeten worden bevestigd om tot definitieve uitspraken **en/of** tot aanbevelingen voor de praktijk te kunnen komen. Onderstaand zullen daarom alleen conclusies worden getrokken in de vorm van verkregen indicaties.

#### *Indicaties verkregen uit het deelonderzoek insecten*

- In akkerranden komen aanzienlijk meer insecten voor dan in reguliere randen, zowel in kwantitatieve (= aantal individuen) als in kwalitatieve zin (= aantal soorten, families e.d.)
- de onderzochte typen akkerranden vertonen in de volgorde **kruidenrand** → **graanrand** → **grasrand** een afname in individuen en soorten
- de typen akkerranden kenmerken zich door verschillende groepen insecten die er bij voorkeur voorkomen; hierbij lijkt de aanwezigheid van bepaalde **plantesoorten** (b.v. als nectar- en **waardplanten**) een grote rol te spelen
- het voorkomen van **bladluizen** (een potentiële schadeveroorzaker voor de landbouw) verschilt niet sterk in de drie typen randen; dit voorkomen lijkt gecorreleerd te zijn met de breedte en de hoogte (*qua* begroeiing) van de rand
- verschillende landbouwkundige factoren beïnvloeden het **vóór**komen van insecten in randen: opnieuw, de breedte en hoogte van de rand, maar ook het gewas graan naast de rand.

#### *Indicaties verkregen uit het deelonderzoek gewasbescherming*

- De intensiteit van de onderzochte **bladbeschadigers** en virussyptomen wordt door de verschillende typen akkerranden niet bevorderd
- de **plantdichtheid** van suikerbieten is in de directe omgeving van de **akkerrand** iets lager dan meer **perceelinwaarts**
- bladbeschadigingen door **graanhaantje** en **vergelingsziekte** in suikerbieten laten een afname in intensiteit zien, waarbij het type akkerrand geen invloed lijkt te hebben
- kortom: er zijn geen indicaties verkregen dat akkerranden in het **onderzoekjaar** een nadelig effect hebben op de plaag- en **ziektedruk** op het gewas omtrent het mechanisme achter de mogelijk licht positieve effecten van **akkerranden** op de plaag- en ziektedruk op het gewas kunnen alleen veronderstellingen worden geuit.

### *Mogelijke implicaties van de indicatieve uitkomsten*

In de deelonderzoeken zijn indicaties verkregen over de toename van het voorkomen van insecten in akkerranden. Hier moet worden benadrukt dat ook op indirecte wijze natuurwaarden worden bevorderd. Daarbij kan met name gedacht worden aan de rol van insecten als (stapel)voedsel voor bepaalde organismengroepen, maar ook aan een bijzondere betekenis voor voedselspecialisten onder de predatoren. Dit betekent dat naast de - mogelijk wat minder aansprekende - kwalitatieve aspecten van de gevonden natuurwaarden, het kwantitatieve belang van de veel grotere hoeveelheden insecten voor verdere schakels in de voedselketen van grote betekenis is. Niet alleen insectenetende vogels (naast zangvogels ook de jongen van b.v. patrijs en kwartel), maar mogelijk ook vleermuizen en ook lagere organismen zelf, zoals nachtvlinders zullen hiervan profiteren.

Herstel en handhaving van de variatie in landschappelijke elementen en andere inrichtingsfactoren - die per regio, tot op zekere hoogte, nog interessante verschillen vertonen - kunnen hierbij een aanvullende en ondersteunende rol spelen.

## **4.2 Aanbevelingen**

### *Voortzetting onderzoek*

Op basis van de opgedane ervaringen in het eerste onderzoeksjaar kunnen er aanbevelingen worden gedaan voor de voortzetting van het onderzoek. Deze aanbevelingen komen erop neer dat i) de uitvoering van het onderzoek wordt geoptimaliseerd (zoals meer aandacht voor grasranden en kruidenranden en een evenwichtige spreiding van de verschillende typen akkerranden over het land), ii) de in het eerste onderzoeksjaar verkregen resultaten worden gevalideerd en iii) een gedeelte van de verzamelde (vlin-der)gegevens nog verder wordt bewerkt.

### *Accentverlegging onderzoek*

Naast validatie van de in het eerste onderzoeksjaar verkregen resultaten (incl. het hanteren van een zo groot mogelijk aantal monsterpunten) verdient het aanbeveling het onderzoek te gaan richten op de duurzaamheid van de natuurwaarden in akkerranden. Daarbij is de belangrijkste vraag of de akkerranden fungeren als 'bron' voor natuurwaarden (= insecten verspreiden zich vanuit de randen naar elders waar een wellicht iets minder gunstig biotoop aanwezig is) of als 'put' voor natuurwaarden (= insecten komen van elders juist naar de randen toe, waar het biotoop wellicht iets gunstiger is dan waar ze vandaan komen). Een akkerrand als bron zou vanuit het oogpunt van natuurwaarden positief zijn, een put zou een neutraal of mogelijk zelfs negatief effect kunnen aanduiden. Bij deze duurzaamheid kan nog een verschil worden gemaakt naar de tijdschaal waarop dit aspect onderzocht wordt: binnen één seizoen (met o.a. als praktische consequentie twee tot vier bezoeken aan elk monsterpunt) of tussen de seizoenen, dat wil zeggen, welke natuurwaarden zijn er aan het begin van een nieuw seizoen nog over op de plaats waar vorig jaar een akkerrand lag en wat gebeurt hiermee in dat nieuwe seizoen. Vooral nog lijkt het raadzaam om de aandacht te concentreren op de ontwikkelingen binnen één seizoen.

Daarnaast kan binnen verder onderzoek mogelijk ook aandacht worden gegeven aan andere faunistische natuurwaarden - met name broedvogels - of kan onderzoek worden gedaan naar het werkingsmechanisme achter de in het eerste jaar gevonden (positieve) effecten, met name naar de kwantificering van de invloed van de landschappelijke factoren en naar de onderzochte **gewasbeschermingsaspecten**.

## LITERATUUR

- Andow D.A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. - Ann. Rev. Entomol. 36: 561-586.
- Anonymus 1994. Gewasbescherming in de land- en tuinbouw 1992. Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg.
- Bink R.J., Bal D., Berk V.M. van den & Draaijer L.J. 1994. Toestand van de natuur 2. Informatie en Kennis Centrum Natuur, Bos, Landschap en Faunabeheer, Wageningen.
- Boatman N. (ed) 1994. Field margins: integrating agriculture and conservation. - BCPC Monograph 58. 404 p.
- Booij C.J.H. & Nijs L.J.M.F. den 1992. Agroecological infrastructure and dynamics of carabid beetles. - Proc. Exper. & Appl. Entom. 3: 72-78.
- Buys J.C. 1995. Naar een milieumeetlat voor landbouwbedrijven. - CLM rapport 169.
- Chiverton P.A. 1986. Predator density manipulation and its effect on populations of *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae) in spring barley. - Ann. Appl. Biol. 109: 49-60.
- Chiverton P.A. 1987. Prédation of *Rhopalosiphum padi* by polyphagous predatory arthropods during the aphid's pre-peak period in spring barley. - Ann. Appl. Biol. 111: 257-259.
- Coombes D.S. & Sotherton N.W. 1986. The dispersion of polyphagous predators from their overwintering sites into cereal fields and factors affecting their distribution in the spring and summer. - Ann. Appl. Biol. 108: 461-474.
- Dennis P. 1991. The temporal and spatial distribution of arthropod predators of the aphids *Rhopalosiphum padi* and *Sitobion avenae* in cereals next to field-margin habitats. - Norwegian J. of Agric. Sci. 5: 79-88.
- Dennis P. & Fry G.L.A. 1992. Field margins: can they enhance natural enemy population densities and general arthropod diversity on farmland? - Agric. Ecosyst. Environ. 40: 215-223
- Dover J.W., Sotherton N.W. & Gobbett K. 1990. 'Reduced pesticide input on cereal field margins: the effects on butterfly abundance'. Ecological Entomology 15: 17-24.
- Feber R.E., Johnson P.I.J., Smith H., Baines M. & MacDonald D.W. 1995. The effects of arable field margin management on the abundance of beneficial arthropods. - BCPC Proceedings 63: 163-160.
- Hald A.B., Nielsen B.O., Samsøe-Petersen L., Jansen K., Elmegaard N. & Kjøholt J. 1988. Sprojtrefri randzoner i kornmarker. Miljøprojekt 103. Miljøstyrelsen, Copenhagen.
- LNV (ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij) 1990. Natuurbeleidsplan. 's-Gravenhage.
- LNV (ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij) 1995. Nota 'Dynamiek en Vernieuwing', Den Haag.
- L&V (ministerie van Landbouw en Visserij) 1989. Beschermingsplan dagvlinders. 's-Gravenhage.
- Mandersloot H.J. (red) 1993. Gewasbeschermingsgids 1993. IKC, PD, Wageningen. 630 p.
- Nijs L.J.M.F. den, Daamen R.A., Lock C., Noorlander J. & Booij C.J.H. 1994. Invloed van beheer van akkerranden op de overwintering van loopkevers en de kolonisatie van akkers. - IPO-DLO Rapport 94-09.

- Paoletti M.G., Pimentel D., Stinner B.R. & Stinner D. 1992. Agroecosystem biodiversity: matching production and conservation biology. - *Agric. Ecosyst. Environ.* 40: 3-23.
- Rands M.R.W. 1985. Pesticide use on cereals and the survival of grey partridge chicks: a field experiment. - *J. Applied Ecology* 22: 49-54.
- Rands M.R.W. 1986. The survival of **gamebird (Galliformes)** chicks in relation to pesticide use on cereals. - *Ibis* 128: 57-64.
- Rands M.R.W. & Sotherton N.W. 1986. Pesticide use on cereal crops and changes in the abundance of **butterflies** on arable **farmland** in England. - *Biol. Conserv.* 36: 71-82.
- Schumacher W. 1984. Gefährdete **Ackerwildkräuter können auf ungespritzten** Feldrändern erhalten werden. - *Mitteilungen der LÖLF* 9 (1): 14-20.
- Smeding F.W. 1995. Protocol Natuurplan. - Mededelingen van de Vakgroep **Ecologische** Landbouw LUW 002.95.
- Snoo G.R. de 1995. **Unsprayed** field margins: implications for environment, biodiversity and agricultural practice. The Dutch Field Margin Project. Proefschrift Rijksuniversiteit Leiden.
- Snoo G.R. de & Leeuw J. de 1995. Non-target insects in **unsprayed** cereal edges and aphid dispersal to the adjacent crop. In: G.R. de Snoo: **Unsprayed** field margins: implications for environment, biodiversity and agricultural practice. Proefschrift Rijksuniversiteit Leiden.
- Snoo G.R. de & Udo de Haes H.A. 1994. Onbespoten **akkerranden** voor natuur, milieu en bedrijf. - *Landschap* 11 (4): 17-32.
- Tax M.H. 1989. Atlas van de Nederlandse dagvlinders. Vlinderstichting, Wageningen, en Natuurmonumenten, 's-Graveland.
- Thomas J.A. 1984. The conservation of butterflies in temperate countries: past efforts and lessons for the future. In: *The biology of butterflies*, Academic Press, London.
- Tonhasca A. & Byrne, D.A. 1994. The effects of crop diversification on herbivorous insects: a **meta-analysis** approach. - *Ecological Entomology* 19: 239-244.
- Thresh J.M. 1981. The role of weeds and wild plants in the epidemiology of plant virus diseases. In: J.M. Thresh (ed.) *Pest Pathogens and Vegetation*. Pitman Advanced **Publ. Program**. pp 53-70.
- Way J.M. & Greig-Smith, P.W. 1987. (Eds) *Field Margins*, BCPC **Monograph** 35. Thornton Heath: BCPC Publications.
- Werf W. van der 1995. How do immigration rates affect predator/prey interactions in field crops? Predictions **from** simple models and an example involving the spread of aphid-horn viruses in sugar beet. *Acta Jutlandica* 70-2: 295-312.

Bijlage I. Aantal gevangen en waargenomen insecten in vlekken en andere erfelijk gereguleerde gewassen en in, gesamenlijk per provincie.

taxa/functionele groep e.d.	TOTAAL			GRONINGEN			DRENTÉ			GELDERLAND			NOORD-HOLLAND		
	totaal	abund.	presentie	totaal	abund.	présente	totaal	abund.	presentie	totaal	abund.	presentie	totaal	abund.	presentie
	exx.	%	%	exx.	X	X	exx.	%	%	exx.	X	X	exx.	%	%
Bladluizen	14562	75.75	69.2	1300	51.65	80.0	551	37.18	81.8	12066	86.99	80.8	645	47.60	46.2
Cicaden	220	1.14	47.4	111	4.41	73.3	11	0.74	36.4	69	0.50	46.2	29	2.14	38.5
Wantsen	1305	6.79	60.3	607	24.12	73.3	248	16.73	90.9	433	3.12	84.6	17	1.25	15.4
Sprinkhanen	16	0.08	9.0	1	0.04	6.7	2	0.13	9.1	13	0.09	19.2	0	0.00	0.0
Haften	3	0.02	2.6	0	0.00	0.0	0	0.00	0.0	3	0.02	7.7	0	0.00	0.0
Donwurmen	5	0.03	6.4	1	0.04	6.7	2	0.13	16.2	2	0.01	7.7	0	0.00	0.0
Libellen	36	0.19	20.5	15	0.60	40.0	2	0.13	18.2	5	0.04	11.5	14	1.03	19.2
Caasvliegen	64	0.33	39.7	9	0.36	46.7	16	1.08	63.6	25	0.18	42.3	14	1.03	23.1
Schorploenvliegen	5	0.03	5.1	0	0.00	0.0	1	0.07	9.1	4	0.03	11.5	0	0.00	0.0
Zweefvliegen	628	3.27	70.5	70	2.78	80.0	248	18.73	90.9	247	1.76	88.5	83	4.65	38.5
Langpootvliegen	213	1.11	35.9	48	1.91	53.3	113	7.62	72.7	4	0.03	11.5	48	3.54	34.6
Langpootmuggen	20	0.10	15.4	5	0.20	13.3	2	0.13	18.2	12	0.09	26.9	1	0.07	3.8
Strontvliegen	134	0.70	44.9	13	0.52	46.7	25	1.69	54.5	82	0.58	57.7	14	1.03	26.9
Roofvliegen	19	0.10	14.1	11	0.44	26.7	0	0.00	0.0	7	0.05	23.1	1	0.07	3.8
Wapenvliegen	39	0.20	12.8	2	0.08	13.3	5	0.34	9.1	31	0.22	23.1	1	0.07	3.8
Lieveheersbeestjes	324	1.69	59.1	79	3.14	73.3	38	2.56	81.8	141	1.02	50.0	66	4.87	68.9
Haartjes	620	3.23	62.8	21	0.83	66.7	38	2.56	63.6	301	2.17	65.4	280	19.19	57.7
Weeschildkevers	84	0.44	35.9	22	0.87	33.3	3	0.20	27.3	13	0.09	30.8	46	3.39	46.2
Snuitkevers	75	0.39	28.2	18	0.72	26.7	20	1.35	63.6	29	0.21	23.1	8	0.59	19.2
Kortschildkevers	11	0.06	9.0	0	0.00	0.0	8	0.54	36.4	1	0.01	3.8	2	0.15	7.7
Aaskevers	16	0.08	3.8	0	0.00	0.0	0	0.00	0.0	16	0.12	11.5	0	0.00	0.0
Kniptorren	15	0.08	14.1	0	0.00	0.0	0	0.00	0.0	10	0.07	26.9	5	0.37	15.4
Boktorren	2	0.01	1.3	0	0.00	0.0	0	0.00	0.0	2	0.01	3.8	0	0.00	0.0
Qlanskevers	36	0.19	14.1	16	0.64	33.3	18	1.28	45.5	0	0.00	0.0	1	0.07	3.8
Sluipwespen	253	1.32	60.3	54	2.15	53.3	33	2.23	72.7	100	0.72	80.8	66	4.87	38.5
Bladwespen	89	0.46	34.6	32	1.27	40.0	10	0.67	45.5	28	0.20	34.6	19	1.40	26.9
Graafwespen	6	0.03	6.4	0	0.00	0.0	0	0.00	0.0	5	0.04	15.4	1	0.07	3.8
Bijen	133	0.69	14.1	1	0.04	6.7	17	1.15	27.3	114	0.82	23.1	1	0.07	3.8
Hommels	80	0.42	30.8	6	0.24	33.3	22	1.48	54.5	38	0.27	30.8	14	1.03	19.2
Motjes	121	0.63	43.6	24	0.95	80.0	31	2.08	63.6	50	0.36	42.3	16	1.18	15.4
Rupsen dagvlinders	33	0.17	16.7	12	0.48	26.7	7	0.47	36.4	13	0.09	15.4	1	0.07	3.8
Dagvlinders	58	0.31	23.1	41	1.63	60.0	10	0.67	45.5	6	0.04	7.7	2	0.15	7.7
Witjes	5	0.03	6.4	0	0.00	0.0	3	0.20	27.3	0	0.00	0.0	2	0.15	7.7
Kleine vos	4	0.02	3.8	3	0.12	13.3	0	0.00	0.0	1	0.01	3.8	0	0.00	0.0
Zandoogjes	25	0.13	12.8	20	0.79	46.7	3	0.20	18.2	2	0.01	3.8	0	0.00	0.0
Dikkopjes	23	0.12	10.3	16	0.64	26.7	4	0.27	18.2	3	0.02	7.7	0	0.00	0.0
Totaal aantal taxa	34			26			27			32			25		
Predatoren	1018	5		239	9		208	14		315	2		256	19	
Luispredatoren	388	2		88	3		54	4		166	1		80	6	
Bloembzoekera	1094	6		158	6		352	24		486	4		98	7	
Overige herbivoren	2361	12		801	32		334	23		887	6		339	25	
Luis herbivoren	14562	76		1300	52		551	37		12066	87		645	48	
Overige detritovoren	189	1		19	1		37	2		116	1		17	1	
Totaal aantal exemplaren	19224	100		2517	100		1482	100		13970	100		1355	100	