

# Diversiteit van planten en bloembezoekende insecten in relatie tot landgebruik

Frank Hoffmann  
Manja M. Kwak

## TREFWOORDEN

biodiversiteit, graslandbeheer, slootkanten, wegbermen

Entomologische Berichten 67 (6): 193-197

In agrarische landschappen is de diversiteit van planten en dieren vaak geconcentreerd in dynamische lineaire restelementen, zoals bermen en slootkanten. Veel plantensoorten zijn voor bestuiving afhankelijk van insecten. In ons onderzoek proberen wij de relatie tussen de plantengemeenschappen en hun bloembezoekers in dit type habitats te begrijpen. Het aantal plantensoorten op een plek blijkt samen te hangen met het type en gebruik van het omringende landschap. Een dergelijk verband is niet gevonden voor de totale insectendiversiteit, maar wel voor de solitaire bijen afzonderlijk. Het aantal insectensoorten op een plek is hoger naarmate het aantal plantensoorten en bloemen hoger is. Indirect wordt de insectendiversiteit dus wel beïnvloed door het landschap. Daarnaast blijken soortenrijkdom en talrijkheid van solitaire bijen groter te zijn op plekken waar tijdens het vliegseizoen helemaal niet wordt gemaaid of waar in de nabijheid plekken met bloemen ongemaaid blijven. Bescherming van bloembezoekende insecten (en dus van planten) in agrarische landschappen hangt dus samen met de landschapsdiversiteit en een adequaat beheer van bermen en slootkanten.

## Inleiding

Biodiversiteit is van belang voor allerlei ecosysteemprocessen. Aangezien de soortenrijkdom achteruitgaat, kan het functioneren van ecosystemen in gevaar komen en zo tot verdere achteruitgang van soorten leiden. Een voorbeeld is de interactie tussen insecten en bloemplanten en de parallelle achteruitgang van deze twee groepen in Nederland en het Verenigd Koninkrijk (Biesmeijer et al. 2006).

Insecten bezoeken bloemen voornamelijk om te foerageren (figuur 1). Dit bloembezoek kan leiden tot bestuiving wanneer een insect de stampers aanraakt, stuifmeel op het lichaam krijgt en het stuifmeel op een stempel van een andere bloem van dezelfde soort afzet. Zeventig procent van de bedektzadige plantensoorten wordt bestoven door insecten (Kearns & Inouye 1997). De meeste bloembezoekende soorten in Noordwest-Europa behoren tot de Diptera (vliegen), Hymenoptera (wespen, bijen en hommels) of Lepidoptera (vlinders).

In agrarische landschappen staat de diversiteit van zowel planten als bloembezoekende insecten sterk onder druk. Dit kan negatieve gevolgen hebben voor de zaadopbrengst van wilde planten. De afwezigheid van geschikte bestuivers kan ook leiden tot inteelt (Van Treuren et al. 1994), waarbij kleine en geïsoleerde plantenpopulaties extra kwetsbaar zijn (Kwak et al. 1998, Luijten et al. 2000).

Ook landbouwgewassen kunnen profiteren van een hoge insectendiversiteit. Zo wordt bijna 83% van 264 gewassoorten in de Europese Unie door insecten bestoven (Williams 1996). Bovendien foerageren diverse natuurlijke plaagbestrijders als imago op bloemen. De aanwezigheid van meer soorten bloemen

heeft bijvoorbeeld een positief effect op het aantal bladluis-etende zweefvliegen (Sutherland et al. 2001).

## Wegbermen en slootkanten

In intensieve agrarische landschappen zijn natuurwaarden veelal beperkt tot wegbermen, slootkanten en akkerranden. Deze landschapselementen zijn belangrijk voor het behoud van biodiversiteit buiten beschermde natuurgebieden en kunnen als verbinding tussen natuurgebieden functioneren. In Nederland vormen wegbermen circa 2% van het landoppervlak – dit is een aanzienlijk gebied in vergelijking met de 4,2% van natuurgebieden (exclusief bos; Schaffers 2000).

In het noorden van Drenthe zijn voor het hier beschreven onderzoek wegbermen en slootkanten geselecteerd die omgeven waren door percelen met verschillende typen landgebruik. De verspreid door het onderzoeksgebied gelegen locaties werden gegroepeerd in drie klassen van 'landschapsdiversiteit': 1) lage diversiteit – in de omgeving voornamelijk intensief landgebruik, zoals bemeste en met bestrijdingsmiddelen bespoten graslanden en akkers, 2) intermediaire diversiteit – in de omgeving vooral matig tot vrij intensief begraasde weilanden of hooilanden, en 3) hoge diversiteit – in de omgeving veel halfnatuurlijke en plantensoortenrijke gras- en hooilanden, zoals reservaten langs het stroomdal Drentsche Aa (beheer jaarlijks maaien of extensieve begrazing).

Per locatie is een transect van honderd meter uitgezet waar in 2000 en 2001 van mei tot oktober om de twee weken alle bloeiwijzen en de insecten op die bloemen werden geteld. Dit



1. Hommels, zoals dit mannetje kleine aardhommel *Bombus lucorum* (Linnaeus), bezoeken veelal plantensoorten waarvan de nectar zich vrij diep in de bloemen bevindt, zoals blauwe knoop (*Succisa pratensis*). Foto: Jinze Noordijk  
Bumblebees, like this male *Bombus lucorum* (Linnaeus), usually visit plants with deep-lying nectar, such as *Succisa pratensis*.

leverde een aanzienlijk gegevensbestand op: in het gebied zijn in totaal 96 bloeiende plantensoorten geteld en 715.000 bloeiwijzen. Daarop werden bijna 29.000 insecten waargenomen, behorende tot meer dan 370 soorten (figuur 2). Het was niet het doel om alle insectenindividuen tot op de soort nauwkeurig te determineren. Soorten zijn steekproefsgewijs gevangen voor latere determinatie. Het vangen van alle insecten zou onze waarneming hebben verstoord en daardoor het aantal gegevens aanzienlijk hebben verkleind. Sommige onderscheiden insectensoorten zijn daarom in dit artikel geen 'echte soorten' maar zogenoemde 'morphospecies'.

Zowel planten als insecten zijn onderverdeeld in functionele groepen. Bij planten zijn negen bloemtypen onderscheiden op basis van bloemvormologie en bereikbaarheid van nectar voor insecten (Fægri & Van der Pijl 1979, Hoffmann 2005). Voorbeelden zijn 'bloemen in hoofdjes' (Asteraceae) of 'bloemen met vlag' (Fabaceae). De insecten zijn ingedeeld in taxonomische groepen, rekening houdend met de rol bij bloembezoek en bestuiving; zo werden zweefvliegen apart ingedeeld van de andere Diptera en hommels apart van de overige bijen (Ellis & Ellis-Adam 1993, Stang et al. 2005).

## Soortenrijkdom van planten en insecten

Het voorkomen van planten in wegbermen en slootkanten ver-

toonde een duidelijk verband met het landgebruik in de directe omgeving: in het landschapstype met een hoge diversiteit werd een grotere soortenrijkdom van bloeiende planten gevonden dan in het landschapstype met lage diversiteit (tabel 1). Ook het aantal bloemtypen was het hoogst in het meest diverse landschapstype (tabel 1).

De diversiteit van bloembezoekende insecten werd vooral door de plantendiversiteit ter plekke bepaald. Hoe meer bloeiende plantensoorten en bloeiwijzen er op een plek te vinden waren, des te meer insectensoorten er zijn gevonden (figuur 3). Het verschil in insectensoortenrijkdom tussen de drie landschapstypen was niet statistisch significant (tabel 1). Insecten werden dus vooral indirect (via de planten) door het landschap beïnvloed. Ook anderen vonden dat de plantendiversiteit ter plekke voor insecten belangrijker is dan het landschap in de omgeving (Collinge et al. 2003: dagvlinders in Californië; Noordijk et al. 2006: insecten in wegbermen in Nederland).

## Verschillen tussen insectengroepen

Alhoewel voor insecten als geheel geen duidelijk verband is gevonden tussen aantal soorten en landschapsdiversiteit, was dit verband er voor enkele afzonderlijke groepen wel (figuur 4). De solitaire bijen zijn de enige groep waarvoor over het hele seizoen een consistent verschil gevonden is tussen de verschillende typen landschapsdiversiteit: het aantal soorten solitaire bijen was het laagst wanneer de landbouwintensiteit het hoogst was. Een zelfde trend was te zien bij zweefvliegen en overige vliegen, maar de verschillen waren hier alleen significant in juli.

De samenhang tussen landschapstype en solitaire bijen kan deels worden verklaard uit hun leefwijze: solitaire bijen zijn gedurende hun hele levenscyclus afhankelijk van stuifmeel en nectar, de meeste andere onderzochte groepen, behalve hommels, alleen als imago. Soli-

**Tabel 1.** Diversiteit van bloemplanten (aantal soorten, bloeiwijzen en bloemtypen) en bloembezoekende insecten (aantal soorten en individuen) per type landschapsdiversiteit (gemiddelden  $\pm$  standaardfout). Binnen een regel zijn gemiddeldes die vet gedrukt zijn significant verschillend van elkaar (ANOVA,  $P < 0.05$ ; insecten met aantal plantensoorten, bloeiwijzen en bloemtypen als covariabelen). Diversity of flowering plants (number of species, inflorescences and flower types) and flower visiting insects (number of species and individuals) in three landscape diversity types (means  $\pm$  standard error). Within a single line, mean values in bold type are significantly different (ANOVA,  $P < 0.05$ ; insects with numbers of plant species, inflorescences and flower types as covariables).

groep / group		landschapsdiversiteit / landscape diversity		
		aantal / number		
		laag / low n = 20	intermediair / intermediate n = 19	hoog / high n = 12
planten / plants	soorten / species	<b>16,3 <math>\pm</math> 1,27</b>	18,1 $\pm$ 1,4	<b>23,5 <math>\pm</math> 1,8</b>
	bloeiwijzen / inflorescences	7598 $\pm$ 1363	10153 $\pm$ 2208	9043 $\pm$ 2208
	bloemtypen / flower types	<b>6,6 <math>\pm</math> 0,3</b>	6,8 $\pm$ 0,3	<b>7,7 <math>\pm</math> 0,3</b>
insecten / insects	soorten / species	42,8 $\pm$ 4,4	46,4 $\pm$ 3,6	54,3 $\pm$ 6,6
	individuen / individuals	500 $\pm$ 129	416 $\pm$ 88	447 $\pm$ 91

2. Een van de ruim 370 op bloemen aangetroffen soorten: de rode weeschildkever *Rhagonycha fulva* (Scopoli). Foto: Jinze Noordijk  
One of the 370 flower-visiting insect species, *Rhagonycha fulva* (Scopoli).



taire bijen hebben een kortere levenscyclus en foerageren vaak in de buurt van hun nesten (Westrich 1996). Daarnaast is een derde van de solitaire bijen oligolectisch: ze halen hun stuifmeel uit slechts een of enkele plantensoorten (Peeters *et al.* 1999). Op locaties in de laag-diverse landschappen waren ze met zo'n 10% sterk ondervertegenwoordigd. Hommels daarentegen zijn generalistische kolonievormende bijen die tot op grote afstand van hun nest en gedurende een groot deel van het seizoen kunnen foerageren (Osborne *et al.* 1999). Naar verhouding worden specialistische bijen dus sterker door het landschap beïnvloed dan generalisten. Calabuig (2000) en Kleijn *et al.* (2001) bevestigen het beeld van een verarmde bijenfauna in sterk agrarische landschappen.

De honingbij (*Apis mellifera* Linnaeus) hebben we in een aparte functionele 'groep' ingedeeld omdat de soort in Nederland uitsluitend gedomesticeerd voorkomt en daardoor afwijkt van de natuurlijke bloembezoekende fauna. De honingbij kan lokaal in grote aantallen verschijnen, voornamelijk op massaal bloeiende soorten. Mogelijk kan dit leiden tot concurrentie met andere insecten en negatieve gevolgen hebben voor de wilde fauna (Brugge *et al.* 1998). Door de onvoorspelbare aanwezigheid en omdat er verschillende insecten zijn die effectiever bestuiven is de honingbij zeker niet de belangrijkste bestuiver voor minder algemene plantensoorten (Kwak *et al.* 1998).

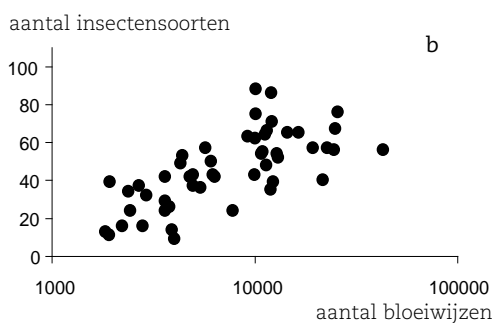
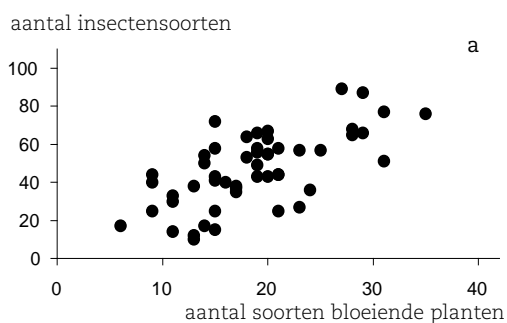
### Berm- en slootkantenbeheer

Aangezien het voorkomen van bloembezoekende insecten met

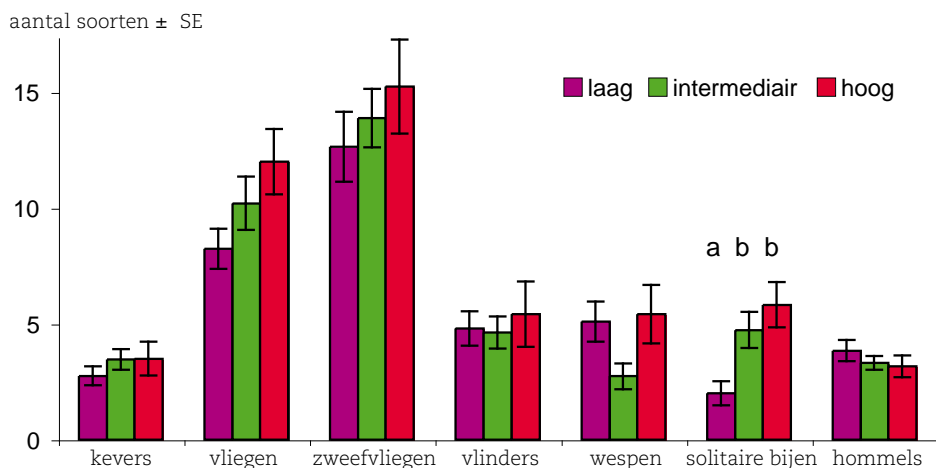
name door de diversiteit en talrijkheid van bloeiende planten werd beïnvloed, is het beheer van de bermen en slootkanten belangrijk voor de insectendiversiteit. Het maaien van wegbermen en slootkanten is gangbaar, ook in ons onderzoeksgebied. Het maai-beheer was per locatie zeer variabel: de maai-frequentie varieerde tussen nul en zes keer per seizoen. Sommige delen van het gebied, waar de locaties in eenzelfde periode werden gemaaid, waren gedurende meer dan een week geheel bloemloos. Op locaties met intensieve landbouw in de omgeving waren veelal ook geen alternatieve voedselbronnen voor insecten aanwezig, zoals (geschikte) bloemen in akkers of graslanden. Bovendien is het maaisel zelden afgevoerd, wat de herbloeï belemmert en op termijn negatief werkt op het aantal voorkomende plantensoorten (Schaffers *et al.* 1998).

Een effect van beheer konden we alleen vaststellen voor de bijen. Het aantal soorten en individuen van solitaire bijen was het grootst op locaties die tijdens onze onderzoeksperiode helemaal niet gemaaid werden en op gemaaide locaties met ongemaaide bermen of weilanden in de directe nabijheid. Op gemaaide plekken zonder alternatieve foerageermogelijkheden in de buurt waren de aantallen veel lager.

Voor veel rijks- en provinciale wegen bestaan er ecologische (neven)doelstellingen, meestal botanische. Het meenemen van ook entomologische doelen brengt dilemma's met zich mee: verschillende insectengroepen kunnen tegenstrijdige eisen hebben die ook nog kunnen verschillen van botanische doelen. In het landelijke gebied spelen botanische of andere ecologische doelen meestal nauwelijks een rol.



3. Relatie tussen insectensoortenrijkdom en plantensoortenrijkdom (a) en aantal bloeiwijzen (b). Een stip geeft het totaal aantal soorten en bloeiwijzen per locatie weer.  
Relation between flowering plant species richness and insect species richness (a) and flower abundance and insect species richness (b). A dot indicates a summed value for a whole year per location.



Voorwaarden voor een hoge insectendiversiteit zijn de aanwezigheid van natuurlijke landschapselementen en een afgestemd beheer, onder andere met bloeiende planten gedurende het hele seizoen. Wegbermen bevatten meer overblijvende plantensoorten die meer nectar bevatten dan met eenjarige ingezaaide akkerranden (Osborne & Corbet 1994). Een goed afgestemd maaibeheer van wegbermen en slootkanten kan de noodzaak van speciaal aangelegde bloemranden verminderen.

### Insectendiversiteit en bestuiving

Bloembezoek door insecten leidt niet meteen tot (succesvolle) bestuiving. Insecten die 'belangrijk' lijken op grond van hun talrijkheid kunnen (veel) minder belangrijk blijken als kwaliteiten van bestuivers, zoals het aantal bezoeken per bloem, vliegafstand en hoeveelheid afgezet stuifmeel per bezoek, in ogenschouw worden genomen. Het verdwijnen van bestuivers of een verandering in de soortensamenstelling van bloembezoekers heeft niet voor alle plantensoorten dezelfde consequenties, maar is mede afhankelijk van het aantal alternatieve bestuiversoorten van een plantensoort (Hoffmann 2005). Een hoge insectendiversiteit is niet voor alle plantensoorten afzonderlijk belangrijk, wel dat een juiste bestuiver aanwezig is. Waarschijnlijk is bestuiving vaak niet de primaire oorzaak voor de achteruitgang van plantensoorten, maar het kan een achteruitgang als gevolg van andere oorzaken (zoals versnippering en isolatie) wel versnellen (Kwak 1994).

Voor bestuiving op het niveau van de plantengemeenschap is insectendiversiteit wel belangrijk. Een aanwijzing daarvoor is de parallelle achteruitgang van sommige groepen plantensoorten en bijbehorende groepen bestuivers gedurende de laatste decennia (Biesmeijer *et al.* 2006). Het langetermijnbelang van diversiteit ligt allereerst in het opvangen van aantalsfluctuaties in ruimte en tijd; voor de bestuiving van veel plantensoorten kun-

nen in verschillende jaren verschillende insectensoorten elkaar in principe vervangen – maar dan moeten er natuurlijk wel alternatieve soorten zijn. Waarschijnlijk is de functionele diversiteit belangrijker dan soortendiversiteit op zich (Petchey 2004, Forup & Memmott 2005).

### Conclusies

De insectendiversiteit in wegbermen en slootkanten wordt direct beïnvloed door de diversiteit en talrijkheid van bloemen ter plekke en indirect door het landgebruik in de omgeving. Vooral bijen hebben het moeilijk in intensief agrarische landschappen. Er zijn steeds meer aanwijzingen dat een hoge insectendiversiteit noodzakelijk is voor de bestuiving van wilde plantensoorten en waarschijnlijk ook van landbouwgewassen. Voorwaarden voor een hoge insectendiversiteit zijn de aanwezigheid van natuurlijke landschapselementen en van bloeiende planten gedurende het gehele seizoen. Een goed afgestemd maaibeheer van wegbermen en slootkanten kan hieraan een grote bijdrage leveren.

### Dankwoord

Wij willen Maaike de Vlas en Tineke Schwab bedanken voor hun assistentie in het veld en Theo Peeters, Wouter van Steenis, Kim Meijer, Kobus Boeke, Riek van Noordwijk en Henny Wiering voor hun bijdrage aan de insectendeterminaties. Wij bedanken André Schaffers voor zijn commentaar op een eerdere versie van dit artikel. Dit artikel is gebaseerd op promotieonderzoek verricht tussen 2000 en 2005 aan de Rijksuniversiteit Groningen, gefinancierd door het Stimuleringsfonds Biodiversiteit van NWO-ALW.

### Literatuur

- Biesmeijer JC, Roberts SPM, Reemer M, Ohlemüller R, Edwards M, Peeters T, Schaffers AP, Potts SG, Kleukers R, Thomas CD, Settele J & Kunin WE 2006. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science* 313: 351-354.
- Brugge B, Spek E van der & Kwak MM 1998. Honingbijen in natuurgebieden? *De Levende Natuur* 99: 71-76.
- Calabuig I 2000. Solitary bees and bumblebees in a Danish agricultural landscape. Proefschrift Universiteit van Kopenhagen.
- Collinge SK, Prudice KL & Oliver JC 2003. Effects of local habitat characteristics and landscape context on grassland butterfly diversity. *Conservation Biology* 17: 178-187.
- Ellis WN & Ellis-Adam AC 1993. To make a meadow it takes a clover and a bee: the entomophilous flora of N.W. Europe and its insects. *Bijdragen tot de Dierkunde* 63: 193-220.
- Fægri K & van der Pijl L 1979. *The principles of pollination ecology*. Pergamon Press.
- Forup ML & Memmott J 2005. The restoration of plant-pollinator interactions in hay meadows. *Restoration Ecology* 13: 265-274.
- Hoffmann F 2005. Biodiversity and pollination. Flowering plants and flower-visiting insects in agricultural and semi-natural landscapes. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.
- Kearns CA & Inouye DW 1997. Pollinators, flowering plants, and conservation biology. *Bioscience* 47: 297-307.
- Kleijn D, Berendse F, Smit R & Gilissen N 2001. Agri-environment schemes do not effectively protect biodiversity in Dutch agricultural landscapes. *Nature* 413: 723-725.
- Kwak MM 1994. Populatiestructuur en bestuiving: effecten van ruimtelijke rangschikking bij de Zwartblauwe Rapunzel. *Landschap* 11: 15-24.
- Kwak MM, Velterop O & van Andel J 1998. Pollen



- and gene flow in fragmented habitats. *Applied Vegetation Science* 1: 37-54.
- Luijten SH, Dierick A, Oostermeijer JGB, Raijman LEL & Den Nijs HCM 2000. Population size, genetic variation, and reproductive success in a rapidly declining, self-incompatible perennial (*Arnica montana*) in the Netherlands. *Conservation Biology* 14: 1776-1787.
- Noordijk J, Raemakers IP, Schaffers AP, de Nijs L, Gleichman M & Sýkora KV 2006. Kansen voor geleedpotigen in bermen - acht jaar onderzoek langs de weg. *Entomologische Berichten* 66: 166-173.
- Osborne JL & Corbet SA 1994. Managing habitats for pollinators in farmland. *Aspects of Applied Biology* 40: 207-215.
- Osborne JL, Clark SJ, Morris RJ, Williams IH, Riley JR, Smith AD, Reynolds DR & Edwards AS 1999. A landscape-scale study of bumble bee foraging range and constancy, using harmonic radar. *Journal of Applied Ecology* 36: 519-533.
- Peeters TMJ, Raemakers IP & Smit J 1999. Voorlopige atlas van de Nederlandse bijen (Apidae) European Invertebrate Survey Nederland.
- Petchey OL 2004. On the statistical significance of functional diversity effects. *Functional Ecology* 18: 297-303.
- Schaffers AP 2000. Ecology of roadside plant communities. Proefschrift Wageningen Universiteit.
- Schaffers AP, Vesseur MC & Sýkora KV 1998. Effects of delayed hay removal on the nutrient balance of roadside plant communities. *Journal of Applied Ecology* 35: 349-364.
- Stang M, Klinkhamer PGL & van der Meijden E 2006. Size constraints and flower abundance determine the number of interactions in a plant-flower visitor web. *Oikos* 112: 111-121.
- Sutherland JP, Sullivan MS & Poppy GM 2001. Distribution and abundance of aphidophagous hoverflies (Diptera: Syrphidae) in wildflower patches and field margins. *Agricultural and Forest Entomology* 3: 57-64.
- Treuren R van, Bijlsma R, Ouborg NJ & Kwak MM 1994. Relationships between plant density, outcrossing rates and seed set in natural and experimental populations of *Scabiosa columbaria*. *Journal of Evolutionary Biology* 7: 287-302.
- Westrich P 1996. Habitat requirements of central European bees and the problems of partial habitats. In: *The conservation of bees* (Matheson A, Buchmann SL, O'Toole C, Westrich P & Williams IH eds): 1-16. Academic Press.
- Williams IH 1996. Aspects of bee diversity and crop pollination in the European Union. In: *The conservation of bees* (Matheson A, Buchmann SL, O'Toole C, Westrich P & Williams IH eds): 63-80. Academic Press.

## Summary

### Diversity of flowering plants and flower visiting insects in relation to land use

In agricultural landscapes, biodiversity is concentrated in highly dynamic, mostly linear, landscape fragments like road verges and ditch banks. Many plant species depend on insect pollination. Therefore, knowledge of the diversity of plants and their pollinators in such habitats is important for conservation. We analysed the effect of the type and intensity of land use ('landscape diversity') on insect visitation of wild plant species and studied how insect and plant communities are related. The number of plant species at a site was affected by the surrounding landscape diversity. Total insect diversity was not affected by landscape diversity, but solitary bees were. The total number of insect species was positively correlated with the number of plant species and flowers at a site. Because of the positive relation between plant diversity and landscape diversity, insects are indirectly affected by landscape diversity as well. There was no effect of landscape diversity on total insect diversity. However, there was a positive effect on species richness and abundance of solitary bees. Bee diversity was also higher at sites that were not mown or mown with flowers in adjacent areas than at mown sites without flowers in adjacent areas. Flower-visiting insects (and thus plants) in agricultural landscapes are therefore promoted by a high landscape diversity and an adequate management of road verges and ditch banks.

Frank Hoffmann<sup>1,2</sup> & Manja M. Kwak<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Community and Conservation Ecology group  
Rijksuniversiteit Groningen  
Postbus 14  
9750 AA Haren

<sup>2</sup> Réaumurlaan 19  
1222 LS Hilversum  
frankho2fma2n@hotmail.com

