

De invloed van natuurgebieden op zweefvliegen en bijen in agrarische gebieden (Diptera: Syrphidae; Hymenoptera: Apidae)

Florian Kohler
Roel van Klink
Jinze Noordijk
David Kleijn

TREFWOORDEN

bloembezoekende insecten, bloemdichtheid, ecologische infrastructuur, soortenrijkdom

Entomologische Berichten 67 (6): 187-192

De soortenrijkdom van bloembezoekende insecten zoals bijen en zweefvliegen is de laatste decennia sterk afgenomen in agrarische gebieden. Initiatieven om de diversiteit te bevorderen (beheersovereenkomsten) zijn vaak niet effectief, vooral in intensief gebruikte agrarische gebieden. Mogelijk is hierbij de afstand tot potentiële brongebieden een beperkende factor. Wij onderzochten de effecten van natuurgebieden op de insectendiversiteit in agrarische gebieden. In slootkanttrajecten van driehonderd meter lang, grenzend aan en loodrecht op geïsoleerde natuurgebieden, werden zweefvliegen en bijen bemonsterd. Diversiteit en talrijkheid van zweefvliegen namen af in de eerste 125 meter vanaf de natuurgebieden, maar daarna niet meer. Diversiteit en talrijkheid van bijen lieten al een scherpe afname zien over de eerste 25 meter vanaf natuurgebieden. Bloembezoekende insecten die uit natuurgebieden afkomstig zijn vliegen kennelijk over beperkte afstanden (<150 meter) het agrarische gebied in. Deze resultaten geven een indruk van de kans op kolonisatie van een plek in samenhang met de afstand tot een natuurgebied. Beheersovereenkomsten met als doel het bevorderen van insectendiversiteit zijn dus in de nabijheid van brongebieden het meest effectief.

Inleiding

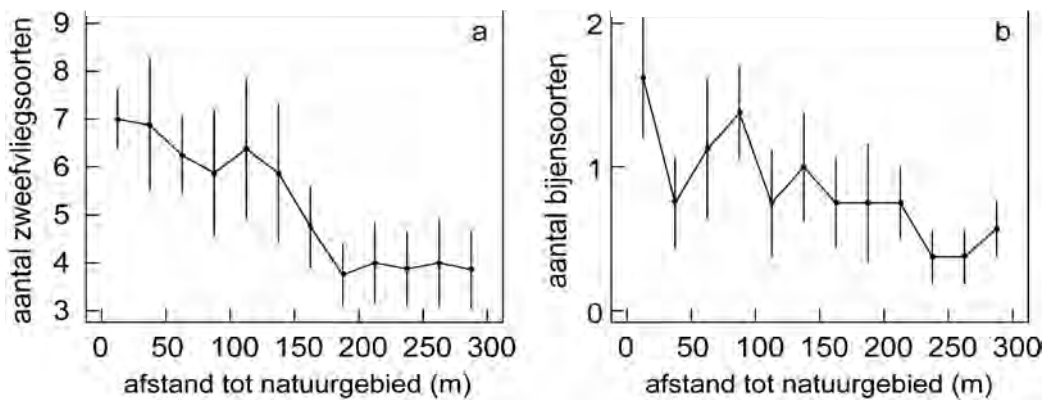
De afgelopen decennia is de biodiversiteit van het agrarische landschap dramatisch afgenomen, vooral door fragmentatie van leefgebieden en het gebruik van veel mest en pesticiden (Krebs *et al.* 1999; Donald *et al.* 2001; Gregory *et al.* 2004). Het behouden van biodiversiteit is niet alleen wenselijk vanuit het oogpunt van natuurbescherming. Biodiversiteit is veelal positief gerelateerd aan de levering van zogenaamde ecosysteemdiensten, zoals bijvoorbeeld bestuiving. Een ander voordeel van een verhoogde biodiversiteit in akkers is de mogelijke onderdrukking van bladluisplassen door zweefvliegen (Gurr *et al.* 2003). Daar de larven van sommige zweefvliegen flinke hoeveelheden (nymfen van) bladluizen kunnen eten, kunnen hogere dichtheden zweefvliegen bijdragen aan de bestrijding van deze plagen waardoor een vermindering van pesticidengebruik mogelijk is. Zo bleken in het Verenigd Koninkrijk de kosten voor het aanleggen van overwinteringsgebieden voor roofinsecten veel lager dan de geschatte opbrengsten door een verhoogde bladluisbestrijding in graanvelden (Thomas *et al.* 1991). Het bevorderen van soortenrijkdom kan dus ook economische voordelen hebben.

In West-Europa richten initiatieven om biodiversiteit in het agrarisch landschap te herstellen of te behouden zich vooral op

de extensivering van het landgebruik en het creëren van plekken met halfnatuurlijke elementen. Vaak wordt dit gestimuleerd door, door de overheid gefinancierde, beheersovereenkomsten. In landbouwkundig intensief gebruikte gebieden, zo-



1. Een van de onderzochte slootkanten. Foto: F. Kohler
One of the studied ditch banks



2. Relatie tussen de afstand tot natuurgebieden en de soortenrijkdom (gemiddelde \pm SE) van (a) zweefvliegen en (b) bijen.
Relationship between the distance to nature reserves and the species density (means \pm SE) of (a) hoverflies and (b) bees.

als de meeste landbouwgebieden van Nederland, hebben deze initiatieven vaak geen effect op de biodiversiteit (Kleijn *et al.* 2004, Blomqvist 2005, Kohler *et al.* 2007). Een factor die de bescherming van geleedpotigen in het agrarisch gebied bemoeilijkt is mogelijk het beperkte verspreidingsvermogen van veel soorten (Kleijn *et al.* 2001). Andere oorzaken kunnen bijvoorbeeld de tijdelijke aard van veel van deze initiatieven en een gebrek aan aanleg van daadwerkelijke reproductieplekken voor geleedpotigen zijn. Beheersmaatregelen kunnen met succes de kwaliteit van akkerhabitats vergroten, maar tegelijkertijd niet de diversiteit verhogen als de soorten niet in staat zijn de plekken te bereiken. Mogelijk groeit de effectiviteit van beheersmaatregelen in agrarische gebieden door ze uit te voeren op akkers in de buurt van gebieden die kunnen dienen als brongebied voor soorten (Blomqvist *et al.* 2003).

In Nederland fungeren vooral half-natuurlijke gebieden, zoals bosjes, waterplassen of natuurreservaten, als brongebied voor bijen en zweefvliegen (Kleijn & Van Langevelde 2006). Biodiversiteit in het agrarische gebied en de daarmee samenhangende ecosystemendiensten zijn positief gecorreleerd met de hoeveelheid half-natuurlijke habitats in het landschap (Kleijn & van Langevelde 2006). Duelli & Obrist (2003) laten zien dat het voorkomen van meer dan 60% van de geleedpotigen in een Zwitsers agrarisch gebied afhankelijk is van dichtbij gelegen half-natuurlijke habitats. Steffan-Dewenter & Tschardt (1999) vonden dat de interactie tussen planten en hun bestuivers afnam naarmate de afstand tot het dichtbij gelegen half-natuurlijke habitat toenam. De studie van Öckinger & Smith (2007) maakt duidelijk dat hommels en vlinders in veel hogere dichtheden voorkomen in akkerranden die dichtbij half-natuurlijke graslanden liggen dan in gelijksoortige akkerranden op meer

dan duizend meter afstand. Al deze resultaten suggereren dat halfnatuurlijke habitats in het algemeen als dispersiebron voor plant- en diersoorten fungeren en hierdoor dus een grote invloed kunnen hebben op de naburige gebieden. Belangrijke vragen blijven echter tot op welke afstand deze positieve effecten van soortenrijke gebieden te merken zijn in het agrarische landschap en of ze samenhangen met de mobiliteit van de soortengroep.

Doel van deze studie is een schatting van de afstand waarover de soortendichtheid en talrijkheid van zweefvliegen (Diptera: Syrphidae) en bijen (Hymenoptera: Apidae s.l.) in intensief gebruikte agrarische landschappen worden beïnvloed door de aanwezige half-natuurlijke gebieden. De onderzochte half-natuurlijke gebieden bestaan uit kleine tot middelgrote natuurgebieden (enkele tot enkele tientallen hectares), met mozaïeken van grasland, heidevegetatie, bospercelen, en af en toe een ven. Hierdoor voorzien alle gebieden in potentiële foerageer- en nestgelegenheid voor een breed scala aan zweefvliegen en bijen. Een uitgebreider onderzoek hierover wordt elders gepubliceerd (Kohler *et al.* 2008).

Methoden

Gebieden en experimentele opzet

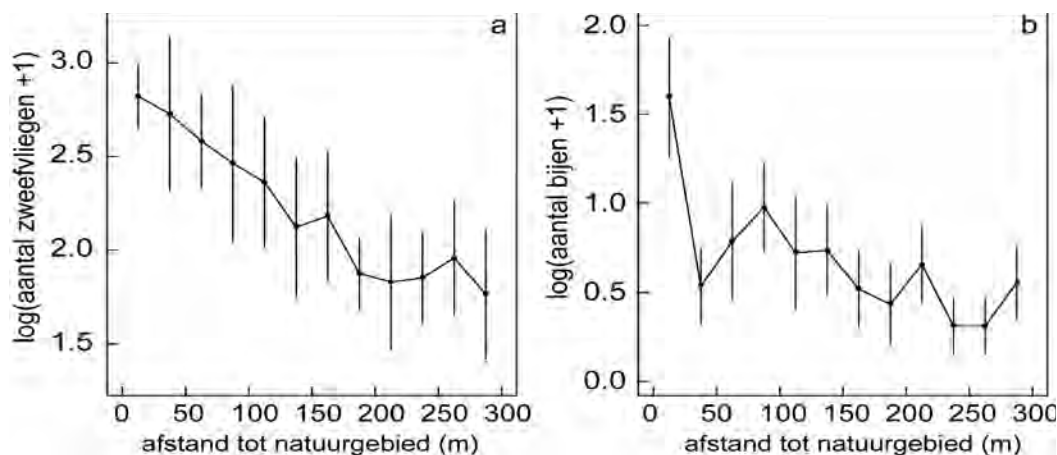
Dit onderzoek werd in de zomer van 2005 uitgevoerd in Zuidoost-Nederland. Om de relatie te onderzoeken tussen de aanwezigheid van halfnatuurlijke gebieden en de talrijkheid en diversiteit van zweefvliegen en bijen in het agrarisch gebied, hebben we vier natuurgebieden op de hogere zandgronden geselecteerd: Empesche en Tondensche Heide (Gelderland), Eckeltse Bergen (Limburg), Nieuwe Kooi (Noord-Brabant) en Sompen en

Tabel 1. De waargenomen soorten. n: aantal individuen, t: aantal transecten waar de soort is waargenomen.
The observed species. n: number of individuals, t: number of transects where the species were observed.

zweefvliegen			zweefvliegen			bijen		
	n	t		n	t		n	t
<i>Anasimyia lineata</i> (Fabricius)	29	3	<i>Melanostoma mellinum</i> (Linnaeus)	127	8	<i>Bombus lapidarius</i> (Linnaeus)	6	2
<i>Anasimyia transfuga</i> (Linnaeus)	1	1	<i>Melanostoma scalare</i> (Fabricius)	5	3	<i>Bombus pascuorum</i> (Scopoli)	77	8
<i>Cheilosia pagana</i> (Meigen)	3	1	<i>Myathropa florea</i> (Linnaeus)	13	4	<i>Bombus pratorum</i> (Linnaeus)	6	1
<i>Cheilosia velutina</i> Loew	1	1	<i>Neoascia tenax</i> (Harris)	1	1	<i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus)	14	5
<i>Cheilosia</i> ssp.	1	1	<i>Paragus haemorrhous</i> Meigen	2	1	<i>Andrena fuscipes</i> (Kirby)	1	1
<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer)	124	8	<i>Platycheirus albimanus</i> (Fabricius)	2	2	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus	24	4
<i>Eristalinus sepulchralis</i> (Linnaeus)	104	6	<i>Platycheirus angustatus</i> (Zetterstedt)	6	4	<i>Colletes succinctus</i> (Linnaeus)	2	1
<i>Eristalis abusiva</i> Collin	174	8	<i>Platycheirus clypeatus</i> (Meigen)	19	6	<i>Lasioglossum zonulum</i> (Smith)	1	1
<i>Eristalis arbustorum</i> (Linnaeus)	7	5	<i>Platycheirus peltatus</i> (Meigen)	24	6	<i>Macropis europaea</i> Warncke	6	3
<i>Eristalis intricaria</i> (Linnaeus)	5	2	<i>Pyrophaena granditarsa</i> (Förster)	39	5	<i>Melitta nigricans</i> Alfken	23	3
<i>Eristalis pertinax</i> (Scop.)	10	5	<i>Rhingia campestris</i> Meigen	40	4	<i>Osmia claviventris</i> Thomson	1	1
<i>Eristalis tenax</i> (Linnaeus)	226	7	<i>Scaeva pyrastris</i> (Linnaeus)	4	2			
<i>Eupeodes corollae</i> (Fabricius)	30	7	<i>Scaeva selenitica</i> (Meigen)	1	1			
<i>Eupeodes luniger</i> (Meigen)	1	1	<i>Sphaerophoria scripta</i> (Linnaeus)	137	8			
<i>Helophilus hybridus</i> Loew	14	5	<i>Syrphidia pipiens</i> (Linnaeus)	54	7			
<i>Helophilus pendulus</i> (Linnaeus)	14	5	<i>Syrphus ribesii</i> (Linnaeus)	5	4			
<i>Helophilus trivittatus</i> (Fabricius)	28	5	<i>Syrphus vitripennis</i> Meigen	7	2			

3. Relatie tussen de afstand tot natuurgebieden en de talrijkheid (gemiddelde \pm SE) van (a) zweefvliegen en (b) bijen.

Relationship between the distance to nature reserves and the abundance (means \pm SE) of (a) hoverflies and (b) bees.



Zooislagen (Noord-Brabant). Al deze gebieden liggen geïsoleerd in het agrarische landschap. De agrarische gebieden in het bestudeerde landschap bestaan uit monoculturen van gras of akkerbouwgewassen die ongeschikt zijn voor bloembezoekende insecten (maar eventueel wel als foerageergebied kunnen dienen voor zweefvliegsoorten die graspollen eten). De akkerranden in deze gebieden bestaan echter vaak uit ruderalesoortenarme vegetatie, waarin wel gemeenschappen van bloembezoekende insecten kunnen voorkomen (Kleijn & van Langevelde 2006).

Per natuurgebied selecteerden we twee (droogvallende) sloten grenzend aan en loodrecht op de rand van het gebied, niet al te nabij boerderijen of tuinen om de mogelijke invloed hiervan te verminderen. De sloten waren meer dan driehonderd meter lang (een was 275 m) en liepen langs diverse intensief gebruikte percelen (maïs, gerst, wortelen, raaigras of weide) (figuur 1). De sloten waren ongeveer een meter breed en de randen werden eenmaal per jaar gemaaid in de late zomer. Hoewel de vegetatie in de sloten niet werd bemest, was er toch een duidelijke indirecte invloed op de plantensamenstelling door bemesting van de aangrenzende akkers. De geselecteerde sloten waren zo'n 15-40 jaar voor aanvang van de studie gegraven en vallen niet onder beheersovereenkomsten. Aan een zijde van elke sloot maakten we een transect van driehonderd meter lang (in een geval 275 m), beginnend bij het natuurreserveaat, waarin we de zweefvliegen, bijen en bloemrijkdom onderzochten.

Inventarisatie van de insecten

Elk transect was verdeeld in twaalf (in een geval elf) plots van 25 meter lang en ongeveer een meter breed (breedte hing af van de breedte van de slootkant maar is per lokatie constant gehouden). De insecten zijn bemonsterd door twee personen die in tien minuten alle zweefvliegen en bijen binnen een plot ving. Alle individuen werden gedood met behulp van een stikpot en later tot op soort gedetermineerd. De inventarisatieronden vonden plaats tussen 10.00-17.00 uur op zonnige dagen met weinig wind en een minimum temperatuur van 18 °C. We deden drie bemonsteringsronden per transect in juli en augustus (voor het maaien). Elk transect werd binnen een dag onderzocht onder vergelijkbare weersomstandigheden. De volgorde waarin plots werden bemonsterd verschilde per ronde. Na elke bemonstering werd het aantal bloeiende kruiden in elk plot geteld.

Analyse

Alle gevangen individuen van de drie bemonsteringsronden zijn samengevoegd. De soortenrijkdom is bepaald door het totaal aantal soorten van deze ronden te tellen. We bepaalden de bloemrijkdom per plot door het aantal bloeiende kruiden van de drie ronden bij elkaar op te tellen. Hierbij zijn alleen de planten

meegenomen die volgens Klotz et al. (2002) door insecten worden bestoven.

Om vast te stellen of het verspreidingspatroon rond de natuurreserveaten afhangt van bepaalde eigenschappen van het insect zijn hier verscheidene functionele groepen onderscheiden. Voor de zweefvliegen zijn enkele afzonderlijke groepen gekozen gebaseerd op: 1) waardplanttype (gras of kruid) en 2) larvetype (aphidofaag of detritivoor) (zie Van Veen 2004). Detritivorie komt vooral voor bij aquatische en semi-aquatische larven en bij soorten die in vloeibare uitwerpselen leven. Binnen de bijen kon door het geringe aantal soorten slechts een andere groep worden gemaakt; naast alle bijen zijn de hommels afzonderlijk geanalyseerd.

Resultaten

In totaal zijn 1258 zweefvliegen verzameld, behorende tot 34 soorten (tabel 1). Van de bijen werden 161 individuen verzameld behorende tot elf soorten (tabel 1). Van deze laatste groep bestond 64% uit hommels *Bombus*-soorten; 15% van de vangsten betrof honingbijen *Apis mellifera*. Slechts 34 individuen waren solitaire bijen, waarvan ook nog eens de helft op één transect is gevangen (bij natuurgebied Sompen en Zooislagen).

Soortenrijkdom en talrijkheid van de zweefvliegen hingen duidelijk samen met de bloemrijkdom en de afstand tot het natuurgebied (hierna 'afstand' genoemd). Beide nemen sterk af in de eerste 125 meter (figuren 2a en 3a). Op grotere afstand bleven soortenrijkdom en talrijkheid nagenoeg onveranderd op respectievelijk zo'n 55% en 40% vergeleken met het plot grenzend aan het natuurgebied. Zweefvliegen met grassen als voornaamste voedselplant waren niet significant gerelateerd aan bloemrijkdom; wel kon voor een aantal soorten een relatie met afstand worden aangetoond. De respons van zweefvliegen was onafhankelijk van het larvetype. Zowel soorten waarvan de larven aphidofaag zijn als soorten waarvan de larven detritivoor zijn lieten een positieve relatie zien met bloemrijkdom en een negatieve met afstand. Twee veel voorkomende zweefvliegsoorten, snorzweefvlieg *Episyrphus balteatus* en grote langlijf *Sphaerophoria scripta*, waren sterk positief gecorreleerd met bloemrijkdom en niet met de afstand tot natuurgebieden. Het voorkomen van de eveneens zeer talrijke gewone driehoekzweefvlieg *Melanostoma mellinum*, een soort die vooral stuifmeel van gras eet, was niet gerelateerd aan bloemrijkdom. Deze zweefvlieg vertoonde wel een negatieve relatie met afstand.

Talrijkheid en soortenrijkdom van bijen nam toe met toenemende bloemrijkdom. Alleen de talrijkheid van individuen vertoonde een significant negatieve relatie met de afstand (figuur 3b). We vonden veel meer soorten en individuen aan de rand van de natuurgebieden (0-25 m) dan in de plots die verderaf la-



4. Blinde bij *Eristalis tenax*, de meest gevangen soort. Foto: Jinze Noordijk
Eristalis tenax, the most frequently caught species.

gen (figuren 2b en 3b). Afstand tot het natuurgebied heeft geen effect op de hommels.

Discussie

Soortensamenstelling

De dichtheden van de verzamelde insecten waren over het algemeen laag. De aantallen soorten en individuen van solitaire bijen waren laag, omdat deze groep zware eisen stelt aan een habitat (Westrich 1996). Ook de zweefvlieg dichtheden waren laag, mogelijk doordat er weinig in de ochtenduren is verzameld – juist dan zijn bijvoorbeeld *M. mellinum* en enkele platvoetjes *Platycheirus*-soorten erg actief (pers. med. W. van Steenis). Voor de vergelijkingen die in dit onderzoek gemaakt zijn heeft dit overigens geen gevolgen.

Alle tijdens deze studie verzamelde soorten zijn zeer algemeen en eurytoop (zie figuren 4-5 voor vaak verzamelde soorten). We hebben slechts twee zeldzame soorten gevonden, maar van beide slechts een individu. De heidezandbij *Andrena fuscipes* (Kirby) werd dichtbij de Eckeltse Bergen verzameld. Deze soort is monolectisch op struikhei (*Calluna vulgaris*) en het aantal vindplaatsen neemt af; hij staat op de rode lijst van bedreigde soorten (Peeters & Reemer 2003). Van alle zweefvliegen is alleen *Cheilosia velutina* Loew niet algemeen in Nederland. Ook deze soort werd vlakbij de Eckeltse Bergen verzameld, *C. velutina* is afhankelijk van grote hoeveelheden wilde peen (*Daucus carota*).

Een aantal zweefvliegsoorten met bladluisetende larven werd in hoge dichtheid waargenomen langs alle slootkanten: bijvoorbeeld *E. balteatus*, *S. scripta* en *M. mellinum*. De talrijkheid van *E. balteatus* en *S. scripta* hing sterk samen met de bloemrijkdom in de slootkant. Dit illustreert het belang van bloemrijke slootkanten als potentiële bijdrage aan de bestrijding van bladluizen in akkers. De talrijkheid van *M. mellinum* hing sterk samen met de afstand tot de natuurgebieden. Dit onderbouwt juist het belang van het behoud van half-natuurlijke elementen in het agrarisch landschap en een kleinschalig karakter van het landschap, voor de bestrijding van bladluisplagen.

Effecten van natuurgebieden

De diversiteit en talrijkheid van bloembezoekende insecten hingen nauw samen met bloemrijkdom, hetgeen overeenkomt met eerdere onderzoeken (Pywell *et al.* 2005, Kleijn & van Langevelde 2006). Het aantal zweefvliegsoorten en -individuen en het aan-

tal bijenindividuen namen af met de afstand tot natuurgebieden. De hommels lieten geen enkele relatie zien met de afstand tot natuurgebieden. Steffan-Dewenter & Tschardtke (1999) vonden slechts een zeer lichte afname van hommels in agrarische gebieden op afstanden van meer dan een kilometer van natuurlijke gebieden. Het geobserveerde patroon langs de sloten geeft waarschijnlijk aan dat sommige soorten een habitat vinden in de slootkanten en dat er een andere groep soorten is die vanuit de natuurgebieden de slootkanten gebruikt voor het vinden van voedsel.

De afname van het aantal zweefvliegsoorten en -individuen van respectievelijk 45% en 60% over de trajecten van slechts driehonderd meter staat in contrast met de resultaten van Steffan-Dewenter & Tschardtke (1999). Zij vonden op trajecten van een kilometer in agrarisch gebied geen relatie tussen het aantal zweefvliegen dat kruiden bezocht en de afstand tot de dichtstbijzijnde soortenrijke graslanden. Wratten *et al.* (2003) lieten zien dat zweefvliegindividuen tot tweehonderd meter afstand van brongebieden vliegen, hetgeen dus meer overeenkomt met onze resultaten.

Ook bijen reageerden sterk op de afstand tot het natuurgebied: tussen de rand van het natuurgebied en driehonderd me-



5. *Bombus terrestris* is langs vijf van de acht sloten aangetroffen. Foto: David Kleijn
Bombus terrestris was found alongside five out of eight ditches.

ter hiervan verwijderd was er een afname van 70-80% in soortenrijkdom en talrijkheid. Daarnaast zagen we een duidelijke afname in vooral de talrijkheid van individuen op 25 meter afstand van de natuurgebieden. De meeste gevonden zweefvliegen kunnen in de natuurgebieden of in de sloten reproduceren. De bijen daarentegen zijn voor hun nestplekken waarschijnlijk aangewezen op de natuurgebieden (Westrich 1996). Dit verklaart de hogere aantallen bijen dichtbij de natuurreservaten.

Betekenis voor beheer

Onze resultaten benadrukken het belang van half-natuurlijke restelementen of natuurgebieden voor de diversiteit aan zweefvliegen en bijen in het agrarische gebied. De invloed van natuurgebieden lijkt in de door ons bestudeerde situatie echter beperkt te zijn tot afstanden kleiner dan 150 meter. Deze invloed is natuurlijk afhankelijk van de geschiktheid van het agrarische gebied. Als er bijvoorbeeld geen sloten zijn, dan is deze invloed waarschijnlijk veel geringer. De agrarische gebieden in Nederland behoren tot de meest intensief gebruikte ter wereld. Positieve effecten van half-natuurlijke elementen voor bloembezoekende insecten kunnen in minder vijandige agrarische gebieden waarschijnlijk een stuk verder doorwerken. Het stimuleren van bijen is waarschijnlijk het moeilijkst door hun afhankelijkheid van geschikte nestplekken (Potts et al. 2005). Het is duidelijk dat voor een diverse bijengemeenschap zowel behoefte is

aan nestplekken als aan voldoende nectarplanten (Westrich 1996).

Daarnaast laten de resultaten zien dat biodiversiteitsbescherming en de levering van ecosysteemdiensten, zoals bestuiving of plaagbestrijding, in een landschapsperspectief geplaatst moeten worden (Tscharntke et al. 2005). In simpele landschappen, zoals onze onderzoeksgebieden met grote velden en monocultures, kunnen beschermingsmaatregelen zoals bepaalde beheersovereenkomsten effectiever zijn door ze strategisch in het landschap toe te passen. Zo zouden volgens onze resultaten stimulerende maatregelen voor bloembezoekende insecten dus bij voorkeur binnen 150 meter afstand van brongebieden moeten plaatsvinden.

Dankwoord

Wij bedanken alle boeren, waterschappen en beheerders van de natuurgebieden die ons het onderzoek lieten uitvoeren op hun land. De hulp van Mathilde Barreau bij het veldwerk en van Nico de With en Ivo Raemakers bij het determineren wordt zeer gewaardeerd. Ook bedanken wij Wouter van Steenis voor waardevolle opmerkingen op het manuscript. Dit onderzoek werd gefinancierd door de Europese Unie (EASY-Project QLK5-CT-2002-1495) en voor FK door Wageningen Institute for Environment and Climate Research en de 'Swiss National Science Foundation' (grant PBNEA-1102303).

Literatuur

- Blomqvist MM 2005. Restoration of plant species diversity of ditch banks. Proefschrift, Universiteit Leiden.
- Blomqvist MM, Vos P, Klinkhamer PGL & ter Keurs WJ 2003. Declining plant species richness of grassland ditch banks - a problem of colonisation or extinction? *Biological Conservation* 109: 391-406.
- Donald PF, Green RE & Heath MF 2001. Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proceedings of the Royal Society of London Series B* 268: 25-29.
- Duelli P & Obrist MK 2003. Regional biodiversity in an agricultural landscape: the contribution of seminatural habitat islands. *Basic and Applied Ecology* 4: 129-138.
- Gregory RD, Noble DG & Custance J 2004. The state of play of farmland birds: population trends and conservation status of lowland farmland birds in The United Kingdom. *Ibis* 146: 1-13.
- Gurr GM, Wratten SD & Luna JM 2003. Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. *Basic and Applied Ecology* 4: 107-116.
- 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.
- Kleijn D, Berendse F, Smit R, Gilissen N, Smit J, Brak B & Groeneveld R 2004. Ecological effectiveness of agri-environment schemes in different agricultural landscapes in the Netherlands. *Conservation Biology* 18: 775-786.
- Kleijn D & van Langevelde F 2006. Interacting effects of landscape context and habitat quality on flower visiting insects in agricultural landscapes. *Basic and Applied Ecology* 7: 201-214.
- Klotz F, Kühn I & Durka W 2002. BIOLFLOR - Eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- Kohler F, Verhulst J, Knop E, Herzog F & Kleijn D 2007. Indirect effects of grassland extensification schemes on pollinators in two contrasting European countries. *Biological Conservation* 135: 302-307.
- Kohler F, Verhulst J, van Klink R & Kleijn D. 2008. At what spatial scale do high quality habitats enhance the diversity of forbs and pollinators in intensively farmed landscapes? *Journal of Applied Ecology* 45: in druk
- Krebs JR, Wilson JD, Bradbury RB & Siriwardena GM 1999. The second silent spring? *Nature* 400: 611-612.
- Öckinger E & Smith GH 2007. Semi-natural grasslands as population sources for pollinating insects in agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology* 44: 50-59.
- Peeters TMJ & Reemer M 2003. Bedreigde en verdwenen bijen in Nederland (Apidae s.l.). Basisrapport met voorstel voor de rode lijst. Stichting European Invertebrate Survey - Nederland, Leiden.
- Potts SG, Vulliamy B, Roberts S, O'Toole C, Dafni A, Ne'Eman G & Willmer P 2005. Role of nesting resources in organising diverse bee communities in a Mediterranean landscape. *Ecological Entomology* 30: 78-85.
- Pywell RF, Warman EA, Carvell C, Sparks TH, Dicks LV, Bennett D, Wright A, Critchley CNR & Sherwood A 2005. Providing foraging resources for bumblebees in intensively farmed landscapes. *Biological Conservation* 121: 479-494.
- Steffan-Dewenter I & Tscharntke T 1999. Effects of habitat isolation on pollinator communities and seed set. *Oecologia* 121: 432-440.
- Thomas MB, Wratten SD & Sotherton NW 1991. Creation of 'island' habitats in farmland to manipulate populations of beneficial arthropods: predator densities and emigration. *Journal of Applied Ecology* 28: 906-917.
- Tscharntke T, Klein AM, Kruess A, Steffan-Dewenter I & Thies C 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity - ecosystem service management. *Ecology Letters* 8: 857-874.
- Veen MP van 2004. Hoverflies of Northwest Europe: identification keys to the Syrphidae KNNV Publishing, Utrecht.
- Westrich P 1996. Habitat requirements of the 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, London.
- Wratten SD, Bowie MH, Hickman JM, Evans AM, Sedcole JR & Tylianakis JM 2003. Field boundaries as barriers to movement of hoverflies (Diptera: Syrphidae) in cultivated land. *Oecologia* 134: 605-611.

Summary

The influence of nature reserves on hoverflies and bees in agricultural areas (Diptera: Syrphidae; Hymenoptera: Apidae s.l.)

Over the last decades, biodiversity in agricultural landscapes has declined drastically. Initiatives to enhance biodiversity, such as agri-environment schemes, are often ineffective, especially in intensively farmed landscapes. Possibly, the distance to source areas is a limiting factor. We evaluated the effects of (semi-) natural habitats on biodiversity of hoverflies and bees in the surrounding, intensively managed agricultural landscape. We surveyed bees and hoverflies in 300 m long transects along ditch banks, both bordering and perpendicular to the edge of four nature reserves, forming small islands in landscapes dominated by agriculture. Species density and abundance of hoverflies declined over the first 125 m beyond the nature reserves. After these distances no further decline was observed. Species density of the bees declined sharply already after 25 m. Therefore, species of flower-visiting insects resident in high-quality (semi-) natural habitats tend to disperse over limited distances (<150 m) into the neighbouring agricultural landscape. These results give an indication of the chance of colonisation of a site in relation to the distance to a nature reserve. Agri-environment schemes focussed on biodiversity conservation may therefore be most effective when implemented in the direct vicinity of (semi-) natural habitats.

Florian Kohler^{1,2}, Roel van Klink¹, Jinze Noordijk¹ & David Kleijn^{1,3}

¹Wageningen Universiteit

Leerstoelgroep Natuurbeheer en Plantenecologie

Postbus 47

6700 AA

Wageningen

²Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

EPFL

Laboratory of Ecological Systems ECOS

CH-1015 Lausanne, Switzerland

flkohler@bluewin.ch

³Alterra, Centrum Ecosystemen

Postbus 47

6700 AA Wageningen

