

Bepaling van het belang van het agrarisch gebied voor de biodiversiteit in Nederland

Bepaling van het belang van het agrarisch gebied voor de biodiversiteit in Nederland

Een haalbaarheidsstudie

J. Lahr*
G.A.J.M. Jagers op Akkerhuis*
C.J.H. Booij**
D.R. Lammertsma*
J.J.C. van der Pol*

* Alterra

** PRI

Alterra-rapport 1139

Alterra, Wageningen, 2005

REFERAAT

Lahr, J., G.A.J.M. Jagers op Akkerhuis, C.J.H. Booij, D.R. Lammertsma & J.J.C. van der Pol. 2005. *Bepaling van het belang van het agrarisch gebied voor de biodiversiteit in Nederland. Een haalbaarheidsstudie.* Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1139. 72 blz.; 3 fig.; 11 tab.; 81 ref.

Voorliggende studie betreft een haalbaarheidsstudie naar de mogelijkheden om te bepalen welk percentage van de totale Nederlandse biodiversiteit (d.w.z. de soortenrijkdom) afhankelijk is van het agrarisch gebied. Het project bestond uit brainstormen, literatuuronderzoek en een inventarisatie van databases. Daarnaast werden twee pilot studies uitgevoerd waarin een geografische en een taxonomisch-ecologische methodiek werden uitgetoetst bij resp. vaatplanten en loopkevers. Beide methoden waren succesvol. Ondanks het feit dat Nederland voor 70% bestaat uit agrarisch gebied, geven de eerste resultaten aan dat het percentage soorten dat in sterke mate afhankelijk is van dit agrarisch gebied mogelijk minder dan 10% bedraagt. Deze eerste indicatie behoeft echter bevestiging voor veel meer groepen Nederlandse soorten. Voor vervolgonderzoek wordt o.m. een combinatie van GIS en functionele analyse aanbevolen. Hiermee kan in de toekomst b.v. het belang van het type teelt, het soort bedrijfsvoering en de mate van groen-blauwe dooradering voor de agrobiodiversiteit worden bepaald.

Trefwoorden: agrarisch gebied, agrobiodiversiteit, biodiversiteit, databases, GIS, groen-blauwe dooradering, landelijk gebied, loopkevers, vaatplanten

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door € 15,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 1139. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2005 Alterra
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

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

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

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
2 Biodiversiteit en het agrarisch gebied (brainstorm)	13
2.1 Definiëring agrarisch gebied	13
2.2 Indeling agrarisch gebied	14
2.3 Afhankelijkheid van de biodiversiteit van landbouwgebieden	16
3 Ontwikkelingen in Nederland en het buitenland (literatuurstudie)	21
3.1 Specificiteit van soorten voor habitats in het agrarisch gebied	21
3.2 De biodiversiteit op de akker in relatie tot gewas, teeltmaatregelen en bedrijfsvoering	24
3.3 De betekenis van het landschap voor de agrobiodiversiteit	28
4 Bepaling van de biodiversiteit in het agrarisch gebied (brainstorm & inventarisatie)	31
4.1 Mogelijke benaderingswijzen	31
4.2 Beschikbare ecologische gegevensbestanden	34
4.3 Gegevens over landgebruik	39
5 Geografische benadering: vaatplanten (pilot studie 1)	41
5.1 Methode	41
5.2 Resultaten	44
5.3 Discussie: ecologie van de soorten	45
5.4 Conclusies	48
6 Taxonomisch-ecologische benadering: loopkevers (pilot studie 2)	51
6.1 Methode	52
6.2 Resultaten	53
6.3 Conclusies	54
7 Algemene discussie & conclusies	55
8 Aanbevelingen & aanpak vervolgonderzoek	61
Literatuur	65

Woord vooraf

In dit rapport worden de resultaten gepubliceerd van een haalbaarheidsstudie naar de mogelijkheden om te bepalen welk percentage van de totale Nederlandse biodiversiteit (d.w.z. de soortenrijkdom) afhankelijk is van het agrarisch gebied. De studie ving in januari 2004 aan en is in februari 2005 afgerond. De uitvoerders zijn onderzoekers van het Centrum Ecosystemen van Alterra en van de business unit Biointeracties van Plant Research International (PRI). De studie is gefinancierd vanuit het onderzoeksprogramma Agrobiodiversiteit (programma nr. 432) binnen het onderzoekscluster ‘Transitie duurzame landbouw’ van de Dienst Wetenschap en Kennis (DWK) van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV). Als contactpersoon namens LNV trad drs. Edo Knegtering op van de Directie Natuur.

Bij het uitvoeren van de studie heeft een aantal directe collega’s en collega’s van andere instituten bijgedragen in de vorm van analyses, discussies, expertise en literatuur, te weten: Stephan Hennekens (Alterra, Centrum Ecosystemen: analyses in Symbiosis), Henk Meeuwssen (Alterra, Centrum Landschap: GIS landgebruik), Hans Turin (NIOO, Heteren: beoordeling loopkeversoorten), Theodoor Heijerman (Wageningen Universiteit, Leerstoelgroep Biodiversiteit: beoordeling loopkeversoorten), Rik Huiskes (Alterra, Centrum Ecosystemen: toelichting op plantensoorten) en Berend Aukema (Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen: informatie over wantsen en databases). Als laatste moet (als altijd) de prima service van bibliotheek De Haaff bij Alterra in Wageningen worden genoemd bij het verzamelen van literatuur.

Samenvatting

Het Nederlandse landoppervlak bestaat voor ongeveer tweederde deel uit landbouwgebied. Maar ruwweg welk deel van de meer dan 35.000 soorten in Nederland is eigenlijk afhankelijk van het agrarisch gebied? Het voorliggende rapport betreft een haalbaarheidsstudie naar de manier om deze vraag te beantwoorden.

Om de afhankelijkheid van soorten van het agrarisch gebied te kunnen bepalen, diende allereerst omschreven te worden wat het agrarisch gebied precies is. Agrarisch gebied werd gedefinieerd als 'het geheel van landbouwpercelen (akkers, weilanden, boomgaarden, etc.) inclusief de kleinschalige landschapselementen (groen-blauwe dooradering)'. Binnen het agrarisch gebied kan men verder onderscheid maken tussen verschillende bedrijfstypen (akkerbouw, melkveehouderij, etc.) en bedrijfssystemen, b.v. traditioneel of biologisch/ecologisch. Er zijn vele manieren waarop soorten organismen van het agrarisch gebied afhankelijk kunnen zijn. Centraal bij het bepalen van deze afhankelijkheid dient echter te staan dat het duurzaam voortbestaan van de populatie in Nederland in grote mate samen moet hangen met de kwaliteit van het agrarisch gebied.

Agrobiodiversiteit omvat alle vormen van biodiversiteit die gerelateerd zijn aan de landbouw (Beleidsbrief Biodiversiteit in de Landbouw; LNV, 2004a). De voorliggende studie naar de agrobiodiversiteit in Nederland was gericht op alle wilde soorten in het agrarisch gebied, dus niet op de cultuurgewassen en landbouwhuisdieren.

Met een literatuurstudie is nagegaan wat er nationaal en internationaal bekend is over de bijdrage van de agrobiodiversiteit aan de totale biodiversiteit. Over deze hoofdvraag van de haalbaarheidsstudie werd nagenoeg niets in de literatuur gevonden, niet in Nederlandse studies, noch in publicaties uit andere landen. Er bestaat daarentegen een geweldige hoeveelheid wetenschappelijke informatie over de relatie tussen agrobiodiversiteit en bepaalde teeltmaatregelen, het type agrarische bedrijfsvoering en de inrichting van het landbouwgebied. Hieruit blijkt dat er veel bekend is over de samenhang tussen de agrobiodiversiteit en de ecologische kwaliteit van het agrarisch gebied en het cultuurlandschap. Dit biedt in principe dus interessante handvaten voor beleid en beheer.

De drie belangrijkste benaderingswijzen om wetenschappelijk te bepalen welk deel van de totale biodiversiteit ruwweg afhankelijk is van agrarisch gebied zijn:

1. de geografische benadering (kijken naar voorkomen van soorten in relatie tot landgebruik),
2. de taxonomisch-ecologische benadering (kijken naar de leefwijze van de soorten, al dan niet op basis van een deskundigenoordeel), en
3. de onderzoeksbenadering (actief nieuwe gegevens genereren).

Tijdens de haalbaarheidsstudie zijn twee *pilots* uitgevoerd om de bruikbaarheid van methode 1 (geografische benadering) en methode 2 (taxonomisch-ecologische benadering) uit te proberen. In de eerste pilot werd met een GIS-analyse de verspreiding van vaatplanten in Nederland vergeleken met digitale gegevens over landgebruik. In de tweede pilot werd een lijst met loopkeversoorten voorgelegd aan twee deskundigen, waarna ze werd gevraagd kwalitatief aan te geven in welke mate ze de soorten al dan niet afhankelijk van het agrarisch gebied achtten. Beide benaderingswijzen leverden eenduidige en bruikbare informatie op. En in beide gevallen kwam uit de analyse dat het percentage soorten dat sterk afhankelijk zou zijn van het agrarisch gebied minder dan 10% bedraagt. Het is echter te vroeg om te stellen dat dit een regel of wetmatigheid zou zijn die opgaat voor de gehele biodiversiteit. Bij de vaatplanten kwam verder uit het onderzoek naar voren dat er relatief veel meer soorten gebonden zijn aan niet-agrarisch gebied (ca. 35%) en dat zeldzame plantensoorten nauwelijks in het agrarisch gebied voorkomen. Bij de loopkevers bleek op basis van het oordeel van de experts dat 20-40% van de soorten een specifieke voorkeur voor natuur zou hebben.

Voor een goede geografische analyse van de biodiversiteit zijn veel gegevens nodig over het voorkomen van soorten en het landgebruik in Nederland. In voorliggend rapport wordt daarom ook een overzicht gepresenteerd van de belangrijkste gegevensbestanden met soortwaarnemingen en wordt de bruikbaarheid van deze databases globaal beoordeeld. Hieruit blijkt dat voor een aantal bekende groepen organismen wel maar voor andere groepen geen afdoende gegevens voorhanden zijn voor een geografische analyse. Voor deze soorten zal dus een taxonomisch-ecologische deskundigenbenadering moeten worden gebruikt of aanvullend veldonderzoek moeten worden verricht. Er zijn daarentegen zeer goede landgebruiksgegevens beschikbaar voor het toepassen van een geografische benadering.

Als laatste worden aanbevelingen gedaan voor de aanpak van vervolgonderzoek. Er wordt aanbevolen de agrarische biodiversiteit verder te specificeren in relatie tot onder meer bedrijfstype en/of -sector, bedrijfsvoering en mate van groen-blauwe dooradering van het landschap. Een combinatie van de geografische analyse en een functioneel ecologische benadering lijkt hierbij het meest waardevol. Deze benadering kan in de toekomst tevens goede handvaten bieden voor het afleiden en monitoren van beleids- en beheersmaatregelen in het agrarisch gebied gericht op het duurzaam in stand houden van de biodiversiteit.

1 Inleiding

Agrobiodiversiteit omvat alle vormen van biodiversiteit die gerelateerd zijn aan de landbouw (Beleidsbrief Biodiversiteit in de Landbouw; LNV, 2004a). Agrobiodiversiteit omvat in beginsel dus zowel gecultiveerde of gedomesticeerde organismen als van nature voorkomende organismen. Voorliggend rapport richt zich op de van nature voorkomende organismen in agrarisch gebied. Tot dat deel van de agrobiodiversiteit behoren onder meer soorten die productiefuncties van de landbouw ondersteunen of andere belangrijke functies hebben, de zogenaamde functionele biodiversiteit. Voorbeelden hiervan zijn natuurlijke vijanden van plaagorganismen, bestuivers en bodemorganismen die bijdragen aan het in stand houden van de bodemstructuur en bodemvruchtbaarheid. Verder vindt men in landbouwgebieden een veelheid aan soorten die zich in agro-ecosystemen en de daarbij behorende natuurlijke landschapselementen bevinden omdat dit een geschikt biotoop voor ze is, de begeleidende biodiversiteit. Tijdens deze haalbaarheidsstudie is geen expliciet onderscheid gemaakt tussen plaagorganismen, functionele biodiversiteit en de overige soorten.

Wereldwijd vormen menselijke activiteiten een continue bedreiging voor de biodiversiteit. Soorten en zelfs hele ecosystemen verdwijnen. Een verarming van de biodiversiteit vindt ook plaats in de Nederlandse landbouwgebieden. Dit komt onder meer door schaalvergroting en intensivering van de teelt en het gebruik van kunstmest en bestrijdingsmiddelen. In het beleid van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) en andere ministeries is het uitgangspunt dat deze neerwaartse trend van de biodiversiteit gestopt moet worden. Zo moeten afspraken worden gemaakt over behoud en duurzaam gebruik van biodiversiteit in de landbouw als integraal onderdeel van het landbouwbeleid. Dit biedt kansen voor een duurzame landbouw en een vitaal platteland.

Door de ondertekening van het Biodiversiteitsverdrag (Convention on Biological Diversity) van Rio de Janeiro in 1992 heeft Nederland de verantwoordelijkheid op zich genomen voor het behoud van biologische diversiteit op haar grondgebied. De uitwerking van dit verdrag voor beleid en onderzoek staat beschreven in diverse beleidsnota's. Het Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit stelt zich in de nota 'Natuur voor mensen, mensen voor natuur' (LNV, 2000) en het beleidsprogramma 2004-2007 'Vitaal en Samen' (LNV, 2004b) ten doel dat in 2020 voor alle in 1982 in Nederland van nature voorkomende soorten de condities voor instandhouding duurzaam moeten zijn gegarandeerd. Vrij vertaald beoogt deze doelstelling het behoud van de natuurlijke Nederlandse soortdiversiteit (peiljaar 1982). De inzet is om in 2010 het biodiversiteitverlies tot stand te hebben gebracht. Dit is conform de EU-Biodiversiteitsstrategie en de wereldwijde Millenniumdoelen. Een belangrijk middel hiervoor is het realiseren van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), een netwerk van ecologisch belangrijke gebieden. Daarnaast zal echter ook een inspanning nodig zijn om soorten die in belangrijke mate van het areaal buiten de EHS afhankelijk zijn te behouden (zie o.a. Boele *et al.*, 1997; Lemaire *et al.*, 1997;

Stroo, 1997; van Swaay, 1997; Veling, 1997; LNV *et al.*, 2000). Naast de EHS zijn andere maatregelen nodig om aan de gestelde biodiversiteitsdoelstellingen te voldoen. Hiertoe dient aanvullend soortenbeleid.

Het totaal aantal bekende soorten in Nederland (exclusief virussen, bacteriën en microfungi) wordt geschat op meer dan 35.000, maar er bestaat geen integraal inzicht in de globale verdeling van al deze soorten over Nederland en over de Nederlandse landschappen, biotopen en ecosystemen. Een dergelijk inzicht is echter essentieel voor het kunnen realiseren van genoemde doelstelling of voor het maken van beleid op dit gebied. Omdat het grootste deel van terrestrisch Nederland landbouwgebied is (ca. 70%; LNV, 2004a), komt mogelijk een belangrijk deel van de Nederlandse soorten voor in het agrarisch gebied. Een belangrijke eerste vraag voor het beleid van het Ministerie van LNV is daarom welk deel van de soorten dit betreft, dus om hoeveel soorten het ruwweg gaat en tot welke taxonomische groepen deze behoren.

De geschetste vraag mag op het eerste gezicht misschien simpel lijken. Nadere beschouwing leert al snel dat de beantwoording een nogal complexe zaak is doordat voor vele groepen soorten slechts beperkt informatie voorhanden is over hun exacte voorkomen in Nederland en hun specifieke leefwijze. Om te inventariseren hoe de probleemstelling het beste benaderd kan worden, is in 2004 door Alterra en Plant Research International een haalbaarheidsstudie uitgevoerd om inzicht te geven in wat er zoal bekend is ten aanzien van de gestelde vraag en op welke wijze in een eventueel vervolgotraject de vraag kan worden beantwoord. De resultaten van deze studie staan in dit rapport.

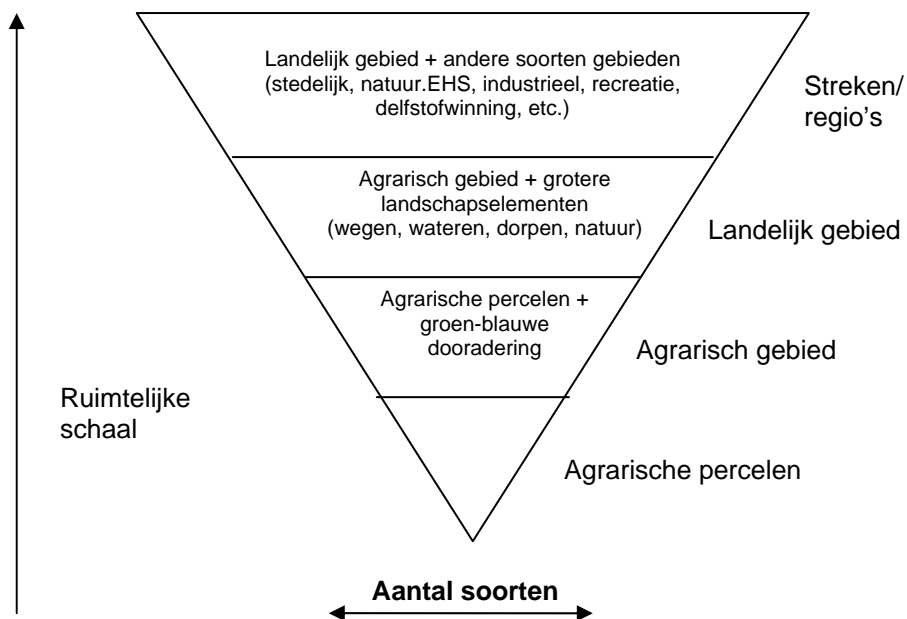
Tijdens de haalbaarheidsstudie is vooral onderzocht en geëvalueerd welke methoden kunnen worden gebruikt om vast te stellen hoeveel soorten organismen voorkomen in het agrarisch gebied, welke soorten dit betreft, en of gegevens over voorkomen zo mogelijk te differentiëren zijn naar type bedrijfsvoering, groen-blauwe aders in het landschap en naar regio's. Hiertoe is een aantal activiteiten ondernomen:

- Er is een werkdefinitie opgesteld voor het 'agrarisch gebied' en er is een eerste classificatie gemaakt van de indeling hiervan en de wijze van afhankelijkheid van soorten van het agrarisch gebied.
- Er is een overzicht opgesteld van de verschillende wetenschappelijke manieren waarop het belang van het agrarisch gebied voor de soortdiversiteit in Nederland kan worden afgeleid.
- Er is bestaande Nederlandse en buitenlandse literatuur geïnventariseerd om na te gaan of en hoe het belang van het agrarisch gebied of andere typen gebieden voor de soortdiversiteit elders zijn vastgesteld.
- De beschikbaarheid en bruikbaarheid van databases met autoecologische informatie en verspreidingsgegevens bij Alterra, PRI en derden is onderzocht.
- Er zijn twee korte pilot studies uitgevoerd met twee principieel verschillende benaderingswijzen, een autoecologische en een geografische analyse
- De conclusies van de haalbaarheidsstudie zijn vervolgens verwerkt in aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

2 Biodiversiteit en het agrarisch gebied (brainstorm)

2.1 Definiëring agrarisch gebied

Voor een studie als deze dient eerst te worden omschreven wat er onder agrarisch gebied wordt verstaan. In de spreektaal zijn er vele termen om aan te geven dat er op een bepaalde plaats landbouw plaats vindt. In dit rapport wordt een terminologie gehanteerd die nauw samenhangt met de ruimtelijke schaal waarop men kijkt (zie Figuur 1). Op het laagste niveau staan de landbouwpercelen. Het gaat hier bijvoorbeeld om akkers met gewassen, boomgaarden of weilanden met vee. Op een niveau hoger komt dan het *agrarisch gebied* zoals dat binnen deze studie gedefinieerd is. Agrarisch gebied bestaat uit percelen, akkers en weilanden inclusief de niet-productieve kleinschalige landschapselementen. Deze landschapselementen, ook wel de groen-blauwe dooradering (GBDA) genoemd, bestaat uit akkerranden, poelen, houtwallen, greppels, sloten, bosjes, etc. Op het derde niveau staat het *landelijk gebied*. Het landelijk gebied bestaat uit aaneengesloten agrarische gebiedsdelen met daar tussen onder meer wegen, bermen, grotere wateren en kleine natuurterreintjes, maar het omvat ook de erven, boerderijen en kleinere agrarisch georiënteerde dorpskernen in het gebied. Ten slotte kan men spreken van *streken* en/of *regio's* die bestaan uit afwisselend gedeelten landelijk, stedelijk, industrieel, delfstofwinnings-, natuur-(EHS) en recreatiegebied.



Figuur 1. Agrarische biodiversiteit als functie van de ruimtelijke schaal waarop deze wordt bestudeerd.

Het aantal soorten dat een gebied herbergt hangt eveneens samen met de ruimtelijke schaal waarop men kijkt. In akkers en weilanden zal men minder soorten aantreffen dan in het landelijk gebied als geheel. Welke specifieke soorten op landbouwpercelen

voorkomen hangt uiteraard samen met het soort teelt. In fruitboomgaarden zal men andere soorten planten en dieren vinden dan in weilanden met koeien. Op het niveau van het agrarisch gebied komen hier de soorten bij die zich bevinden in de GBDA en op het niveau van het landelijk gebied ook soorten die zich voornamelijk in (kleinere) natuurterreinen bevinden of zich op en rondom landelijke bebouwing ophouden. In Figuur 1 wordt dit voorgesteld als een trechtervormige verdeling van het aantal soorten waarbij de trechter zich steeds verwijdt op een hoger ruimtelijk schaalniveau. Op de hogere ruimtelijke schaalniveaus zal men ook steeds meer soorten vinden die een grote home range hebben, dus die van een groter gebied gebruik maken voor hun overleving. De home range van veel insecten bijvoorbeeld, zal niet groter zijn dan de omvang van de percelen waarin ze leven. En de meeste vaatplanten hebben sowieso een individuele standplaats. Vogels en zoogdieren, aan de andere kant, gebruiken de ruimte op gebiedsniveau en hoger. Interessant aan deze figuur is dat we eigenlijk nauwelijks weten in welke delen van de trechter de grootste verbreding plaats vindt (de vorm van de trechter zal in werkelijkheid niet zo mooi recht zijn). Is dit bij de overgang van perceelsniveau naar agrarisch gebied, dus als ook de GBDA en de randen worden meegenomen in de analyse? Of komt de echte verbreding pas als we de natuurterreinen en boerderijen/dorpen tevens beschouwen, dus op niveau van het landelijk gebied. De methoden die in dit rapport de revue zullen passeren, kunnen in de toekomst mogelijk ook worden gebruikt om op dit soort vragen een antwoord te geven.

2.2 Indeling agrarisch gebied

Volgens de bovenstaande definitie voor de studie bestaat het agrarisch gebied uit percelen die in gebruik zijn voor plantaardige of dierlijk productie en uit de tussenliggende niet-productieve landschapselementen. Alle ingrepen en het beheer in het agrarisch gebied zijn primair gericht op directe of indirecte bevordering van productie en worden veelal gedaan door agrarisch ondernemers. De bestemming en de functie van het gebied is dus primair agrarisch. Het omvat het productieoppervlak van de land- en tuinbouw en veehouderij. De kleinschalige elementen bestaan grotendeels uit perceelsbegrenzings (wegbermen, akkerranden, sloten, slootkanten, heggen en houtwallen, erfbeplanting en overhoeken). Het beheer van de percelen en deze landschapselementen wordt meestal door agrarische ondernemers of waterschappen uitgevoerd. Deze elementen hebben veelal een indirecte ondersteuning van productie zoals waterregulatie, driftbeperking, perceelbegrenzing, infrastructuur, bedrijfsimago.

Gebieden of percelen waar de natuurproductie centraal staat (agrarisch natuurbeheer) worden hier verder dus niet tot het agrarisch gebied gerekend, ook al wordt het beheer soms door agrariërs gevoerd zoals bij beheersakkers, kalkgraslanden, blauwgraslanden, rietvegetaties en grienden. Wel is het goed om te bedenken dat een deel van de huidige natuurgebieden oorspronkelijk een agrarisch functie had (veenweiden, kalkgraslanden, heidevelden).

Om inzicht te krijgen in de bijdrage van het agrarisch gebied aan de biodiversiteit is het nodig een indeling te maken van de grote verscheidenheid aan (agro)-ecosystemen in het agrarisch gebied. Een gangbaar uienperceel in de Flevopolder zal qua biodiversiteit totaal verschillen van een biologische boomgaard in Zuid Limburg. Agrosystemen variëren sterk m.b.t. geografische ligging, bedrijfstype, stijl van bedrijfsvoering, verbouwde gewassen, schaal enz. Alle systemen kennen daarbij een eigen dynamiek en levensgemeenschap.

Indeling naar sectoren

Het agrarisch gebied kan gezien het bovenstaande globaal worden ingedeeld naar bedrijfstype en sectoren (Tabel 1).

Tabel 1. Indeling van het agrarisch gebied in bedrijfstypen en/of -sectoren.

Bedrijfstype/Sector	Karakteristiek	Hoogste diversiteitspotentie bij:
Akkerbouw	Jaarlijkse grondbewerking, rotatie van 3-6 gewassen, Frequente ingrepen tegen onkruid, en ziekten en plagen.	Low input, organische mest, onkruidtolerantie, ruime rotatie, stabiele groene dooradering, natuurlijk slootkantbeheer.
Vollegrondstuintbouw	Intensief bewerkt met veel verschillende gewassen in rotatie. Frequente ingrepen tegen onkruid, ziekten en plagen.	Kleinschalig, low input, ruime rotatie met veel gewassen. Groene dooradering.
Boomteelt	Meerjarig met breed assortiment van gewassen. Beperkt ingrijpen tegen onkruid, ziekten en plagen.	Geïntegreerde teelt, veel meerjarige soorten. Bloeiende groenstroken.
Fruitteelt	Meerjarige teelt (6-10 jaar), geïntegreerde productie veel toegepast, maar wel vrij veel behandelingen, windsingels standaard.	Geïntegreerd of biologisch, verscheidenheid aan rassen, groenstroken, gevarieerde windsingels. Hoe ouder hoe beter (hoogstam).
Bloembollenteelt	Intensief bewerkt, krappe rotatie, hoge input, weinig divers.	Geïntegreerd met dooradering
Glastuintbouw	Gesloten Systemen met weinig interactie met de omgeving.	Emissiearme systemen
Intensieve Veehouderij (varkens en pluimvee)	Gesloten systemen, veelal in combinatie met voeder gewassen in omgeving.	Combinatie met voeder gewassen in biologisch of geïntegreerde teelt.
Graasveehouderij	Begraasd grasland en hooiland in combinatie met ligstallen en voeder gewassen.	Low input soortenrijk grasland, extensief beweid of gehooid + voeder gewassen biologisch. Ecologische beheerde groen-blauwe dooradering.
Multifunctionele bedrijven	Akkerbouw en veehouderij met verbrede doelstelling op het gebied van natuur- en landschapswaarden, recreatie zorg etc.	Wanneer landschapsfuncties en agrarisch natuurbeheer centraal staan.

Vergelijkend onderzoek tussen sectoren/bedrijfstypen op het gebied van biodiversiteit is nauwelijks gedaan.

Indeling naar bedrijfssystemen

Gezien de grote variatie in agrarische systemen zal het duidelijk zijn dat de bijdrage aan de biodiversiteit sterk van bedrijf tot bedrijf verschilt. Naast het bedrijfstype is vooral de intensiteit van het grondgebruik van belang en de manier waarop met input wordt omgegaan.

Alle in Tabel 1 genoemde bedrijfstypen/sectoren kennen gangbare, geïntegreerde en ecologisch/biologische vormen, waarbij de ecologisch/biologische systemen door hun aard de meeste potentie hebben richting biodiversiteit, maar veel hangt af van de bedrijfsinrichting (zoals aanwezigheid van een goed beheerde groen-blauwe dooradering). De mate waarin biodiversiteit tot z'n recht komt en aandacht heeft bij de agrarische ondernemer hangt samen met de doelstelling en attitude van de ondernemer die worden samengevat als bedrijfsstijlen (Bruin & van de Ploeg, 1990).

In heel Europa is onderzoek gedaan naar invloed van bedrijfsmanagementsystemen op de flora en fauna (zie ook § 3.2). Hoewel er nog heel veel discussie is blijkt in vrijwel alle gevallen de biodiversiteit toe te nemen van gangbaar → geïntegreerd → biologisch, waarbij het al dan niet gebruiken van bestrijdingsmiddelen en het gebruik van kunstmest dan wel organische mest een grote rol speelt (Azeez, 2000; Hole *et al.*, 2004). De variatie tussen bedrijven is echter erg groot en mogelijk speelt het al dan niet hebben van een groen-blauwe dooradering op het bedrijf een grotere rol bij het genereren van biodiversiteit. Ook in Nederland is vele jaren gemonitord in het bedrijfssystemenonderzoek waarbij dit beeld bevestigd wordt (Booij & Noorlander, 1992). Daarbij bleek wel dat de geproduceerde gewassen zelf een cruciale rol spelen voor de fauna op de akkers en dat semi-natuurlijke elementen sterk bijdragen aan de biodiversiteit van het bedrijf als totaal.

Al deze studies hebben datasets gegenereerd voor diverse soortgroepen, maar de vastgestelde biodiversiteit is nooit bekeken als relatieve bijdrage aan de totale landelijke biodiversiteit. Voor zover databases voldoende ecologische informatie bevatten over bedrijfstype en karakter daarvan kunnen deze gebruikt worden om te analyseren welke agrarische sectoren, gewassen of beheersvormen daaraan het meest bijdragen.

Een aparte categorie wordt gevormd door multifunctionele bedrijven, waarbij landbouwkundige functies (productie, inkomen) worden gecombineerd met niet landbouwkundige functies (natuur en landschap, recreatie, waterbeheer, etc). Hoewel biodiversiteit daarbij een aandachtspunt is, is er voor zover bekend weinig vergelijkend onderzoek aan gedaan. Natuurplannen op het bedrijf maken vaak wel expliciet onderdeel uit van dit type bedrijven.

2.3 Afhankelijkheid van de biodiversiteit van landbouwgebieden

Door de enorme variatie aan bedrijfstypen, -systemen en -stijlen, de regionale verschillen en de totale oppervlakte biedt het agrarisch gebied leefruimte aan veel organismen. Dat het agrarisch gebied van belang wordt geacht voor veel planten en

diersoorten blijkt onder andere doordat akkers en graslanden als natuurdoeltypen erkend worden (Bal *et al.*, 1995) en een flink aantal karakteristieke en bedreigde soorten bevatten. Voor de inschatting van de bijdrage aan de totale biodiversiteit is het echter van groot belang te weten welke organismen die er voorkomen werkelijk afhankelijk zijn van het agrarisch gebied. Tevens is het daarbij voor bescherming middels beleid en beheer nodig te weten waarom en op welke manier dergelijke soorten van het gebied afhankelijk zijn.

Agrarische ecosystemen zijn in wezen niet anders dan andere ecosystemen en herbergen daarom een scala aan karakteristieke en mindere karakteristieke soorten. Uiteindelijk hebben populaties van alle soorten in het agrarisch gebied hun oorsprong in natuurlijke ecosystemen. Deze oorsprong kan zowel binnen Nederland liggen als ver daarbuiten. De ontstaansgeschiedenis van de landbouw in Europa en de rest van de wereld heeft daarbij een sterke invloed gehad op de verspreiding en adaptatie van soorten in agrarische ecosystemen.

Agrarische systemen verschillen van natuurlijke ecosystemen vooral met betrekking tot het beheer en de menselijke invloed. Het accent ligt in de landbouw op handhaving en productie van soorten die voor humane doeleinden gebruikt kunnen worden en het onderdrukken van alle soorten die deze productie beperken. Een extreme vorm van 'natuur voor mensen' dus. De scheiding tussen de wilde flora en fauna, de verwilderde en de niet wilde flora en fauna is arbitrair. Bijvoorbeeld, vele cultuurgewassen worden niet bij de wilde Nederlandse flora gerekend, maar de daaraan gebonden insectensoorten zijn wel opgenomen in de faunalijsten. De keuze om naast de biodiversiteit in natuurlijke ecosystemen ook de - sterk door de mens beïnvloede of gecreëerde - agrarische biodiversiteit te beschermen is een maatschappelijke keuze aansluitend op de internationale beleidsdoelstellingen.

Statements op internet en in de literatuur (ook EU-documenten) suggereren dat 50% of meer van alle soorten in bepaalde gebieden vooral in het agrarisch gebied zou worden aangetroffen. Dit zegt echter weinig over afhankelijkheid omdat veel van de aanwezige soorten tevens in natuurgebieden voorkomen en zich vaak slechts handhaven in semi-natuurlijke elementen binnen het agrarisch gebied. Daarbij moet bedacht worden dat een aanzienlijk deel van Europa uit agrarisch cultuurland bestaat en dat naarmate het oppervlakte natuur kleiner wordt, de relatieve bijdrage van de landbouw groter is. Overigens staat ook de vastgestelde biodiversiteit in het agrarisch gebied steeds meer onder druk door intensivering en schaalvergroting waardoor de relatieve bijdrage aan de totale biodiversiteit weer vermindert.

Soorten kunnen in verschillende mate en op verschillende manieren afhankelijk zijn van het agrarisch gebied. Veel soorten die van oorsprong in kleine aantallen in natuurlijke ecosystemen voorkomen, komen in het agrarisch gebied veel voor omdat:

- er (tijdelijk) veel voedsel aanwezig is,
- ze tolerant zijn t.o.v. veel verstoring zijn,
- er minder concurrerende soorten voorkomen dan in natuurlijke systemen,
- er minder natuurlijke vijanden voorkomen dan in natuurlijke systemen, of
- ze afhankelijk zijn van soorten met de eerste vier eigenschappen.

Veel van de soorten in het agrarisch gebied worden gekenmerkt door een hoge reproductie, een sterk verspreidingsvermogen en andere aanpassingen aan snel veranderende omstandigheden. Dit geldt met name voor soorten die zich kunnen handhaven in productiepercelen.

De *ecologische afhankelijkheid* kan gedurende de hele levenscyclus zijn, maar er zijn ook soorten die slechts een deel van het jaar of in bepaalde fases gebruik maken van het agrarisch gebied. Veel soorten kunnen buiten het groeiseizoen namelijk niet overleven door te weinig voedsel, te weinig schuilplaatsen of te veel verstoring (bodembewerking). Veelal trekken deze zich tijdens de gewasvrije periode terug in de omringende, meer natuurlijke omgeving. Veel natuurlijke vijanden, zoals parasitaire wespen, roofwantsen, lieveheersbeestjes en zweefvliegen, kennen dit verschijnsel. Zij overwinteren of zoeken andere voedselbronnen tijdens de gewasvrije periode. Andere soorten zijn juist volledig aangepast, zoals veel onkruiden, maar ook een aantal loopkevers, roofmijten en plaaginsecten.

Een aantal zoogdieren en vogels heeft holen en nesten buiten de agrarische percelen maar zoekt voedsel in het agrarisch gebied. Voorbeelden daarvan zijn das, ree, vleermuizen, kerkuil, buizerd, kneu, spreeuw, kokmeeuw, dagvlinders, hommels en bijen. Tijdelijke aanwezigheid van veel voedsel maakt agrarische percelen gedurende korte perioden zeer aantrekkelijk. Onkruidzaden in de herfst, luizenplagen in graan, insecten kort na uitrijden van mest, wormen en insectenlarven na grondbewerking, bloeiende gewassen en muizenplagen zijn goede voorbeelden van dit 'gedekte-tafel'-fenomeen.

Het karakter van agrarische activiteiten en agrarische biotopen schept voor de echt afhankelijke soorten een aantal voorwaarden waardoor juist deze soorten in agrarisch gebied gedijen. Hieronder wordt een aantal mogelijke manieren gegeven waarop soorten met het agrarisch gebeuren verbonden kunnen zijn:

- gebonden aan gewassen zelf (vaak plaagsoorten)
voorbeeld: preimot, aspergekever, meikever
echter: vaak hebben gewassen wilde verwanten
- gebonden aan gewas in combinatie met wilde waardplant
voorbeeld: roze appelluis
- gebonden aan verbouw van gewassen (grondbewerking in combinatie met eenjarigen)
voorbeeld: hanepoot, aardaker, klapproos, kwartel, veldleeuwerik, hamster, geelgors.
echter: soms ook op ruderaal terreinen
- gebonden aan echte onkruiden
voorbeeld: een aantal wantsensoorten
echter: vaak ook op onkruiden in stedelijk gebied of op verwante planten in natuur
- gebonden aan boerenerven
bijvoorbeeld: boerenzwaluw, kippenbloedluis, stalvlieg etc.
echter: ook te vinden bij particuliere woningen op platteland.
- Gebonden aan hooilanden (maairegime) en weilanden (begrazing)
bijvoorbeeld: woelmuis, mieren, dagvlinders
- Gebonden aan vee en mest

voorbeeld: mestvliegen en –kevers

echter: ook bij grote zoogdieren en mest buiten de landbouw

- Gebonden aan akkerranden en heggen
voorbeeld: geelgors, meidoorn
- Gebonden aan overgangen bouwland/grasland naar bos
voorbeeld: vlinders, vlermuizen
- Gebonden aan agrarisch landschap door combinatie van elementen
voorbeeld: vlermuizen, grauwe klauwier, das
- Niet gebonden aan agrarisch landschap maar daar wel in veel hogere dichtheden voorkomend
voorbeeld: veel onkruiden, luizen, trips, en veel opportunistische insectensoorten, kneu, kerkuil, veldmuis.

De biodiversiteit met de meest directe binding aan het agrarisch gebied komt voor rekening van organismen die specifiek of met name aan gecultiveerde gewassen gebonden zijn (zie Box 1). Een deel van deze soorten worden tevens als plaag of ziekte beschouwd maar daarnaast zijn er vele neutrale soorten. Veel van deze gewasgebonden soorten hebben ook antagonisten/natuurlijke vijanden (parasieten, parasitoiden, hyperparasieten, etc.) waarvan een deel weer specifiek is. De gewasgebonden soorten zijn vrij goed gedocumenteerd en grotendeels terug te vinden in de Gewasbeschermingskennisbank van de Plantenziektenkundige Dienst, het Centraal Bureau voor Toelating Bestrijdingsmiddelen en de Bibliotheek van Wageningen UR. Deze databank bevat 1600 organismen waarvan een groot deel specifiek of met name gebonden is aan gewassen. Daaraan gelieerd zijn naar schatting zeker nog enkele honderden antagonisten zeer nauw gebonden aan het agrarisch gebeuren. Sectoren als de boomteelt of sierplantenteelt in de open lucht kunnen daardoor veel soorten herbergen (of dit het soort biodiversiteit is dat we willen beschermen, is natuurlijk de vraag). Voor de fruitteelt geeft van Frankenhuyzen (1988) al een beschrijving van 150 plaagsoorten en 50 natuurlijke vijanden, waarvan vele sterk van de fruitteelt afhankelijk zijn. Daarnaast zijn bij inventarisaties in appelboomgaarden ca. 400 niet-schadelijke of nuttige soorten gevonden die frequent worden aangetroffen, waaronder een flink aantal specifieke soorten (van Frankenhuyzen, 1988).

Ook graslanden vormen een aparte, soortenrijke categorie. Met name extensief beheerd, kruidenrijk grasland (hooiland en beweid grasland) kan zeer rijk aan plantensoorten en de daarmee geassocieerde fauna zijn. Beweide graslanden of met organische mest behandeld grasland hebben daarnaast een specifieke mestgerelateerde fauna die slechts ten dele vergelijkbaar is met die van zoogdiermest in natuurgebieden.

In akker- en tuinbouw is het aantal gewasgebonden soorten beperkter, maar daar staat tegenover dat bij niet al te intensief beheer veel soorten ofwel als onkruid, ofwel als typische akkerrand- en slootkantplant in het agrarisch gebied voorkomen die allemaal weer als waardplant of biotoop dienen voor een groot aantal insecten en hun natuurlijke vijanden. Op een gemiddeld bedrijf komen al snel meer dan 50 plantensoorten voor in en rond percelen (persoonlijke mededeling Andries Visser,

PPO-AGV). Ca. 125 plantensoorten komen als ‘onkruid’ op de Nederlandse akkers voor en hebben een sterke binding met het agrarisch gebied (referentie?).

Los daarvan kunnen slootkanten en akkerranden (groen-blauwe dooradering) bij goed beheer veel soorten herbergen, maar de meeste daarvan worden ook in natuurgebieden aangetroffen mits daar sprake is van enige storing of menselijke activiteit. Aan deze groen-blauwe dooradering is veel onderzoek gedaan, zowel naar de functionele biodiversiteit als naar de bijdrage aan de algemene biodiversiteit (bv. de Snoo *et al.*, 1995; Siepel *et al.*, 1996).

Door de gewasrotatie, grondbewerkingen en teeltmaatregelen in de akker- en tuinbouw zijn de meeste soorten aangepast aan een dynamische omgeving. Zij behoren daarom vaak tot de zogenaamde *r*-strategen of opportunisten. Ze hebben een groot reproductievermogen, verspreiden zich gemakkelijk en zijn soms ook talrijk in andere dynamische milieus, zoals bijvoorbeeld in het rivierengebied. De voor veel natuurgebieden zo karakteristieke soorten van meer stabiele milieus ontbreken in de akker- en tuinbouw.

De grootste soortenrijkdom in het agrarisch gebied wordt vaak aangetroffen in kleinschalig en gevarieerd landschap. De bekende overgangen van droog naar nat, van voedselarm naar voedselrijk en van lage naar hoge vegetatie leveren een hoge biodiversiteit op. Hierbij lijkt niet alleen de variatie aan microhabitats een rol te spelen, maar een aantal soorten lijkt het speciaal goed te doen in dergelijke overgangen, met name wanneer deze geleidelijk zijn. Groen-blauwe dooradering en ‘stepping stones’ in het agrarisch landschap (met name als deze stabiel zijn) dragen bij aan de overleving van populaties en aan de genetische gezondheid van gefragmenteerde populaties in natuurgebieden. Dit betreft niet zozeer de directe bijdrage van het agrarisch gebeuren aan de biodiversiteit, maar eerder de vraag hoe een betere, meer groene inrichting van agrarisch gebied kan bijdragen aan handhaving van de biodiversiteit in natuurgebieden door vermindering van versnippering. Ook andere maatregelen in de landbouw kunnen de negatieve effecten op nabijgelegen natuurgebieden verminderen zoals beperking van emissie van pesticiden en meststoffen en verminderde wateronttrekking.

Box 1. Voorbeelden van insecten met afhankelijkheid van agrarische sectoren.

- Boomgaarden hebben een rijke insectenfauna waarvan een aantal soorten specifiek op fruit voorkomen, zoals een aantal nachtvlinders.
- Boomteelt heeft veel - niet inheemse - soorten en rassen waaraan specifiek een aantal soorten gebonden zijn (wantsen, cicaden, luizen, motjes). Ook in tuinen en parken kunnen deze worden gevonden, maar in natuurgebieden veel minder.
- Akkerbouw bevat veel loopkevers en spinnensoorten die goed onderzocht zijn. Deze soorten zijn echter ook vaak talrijk langs rivieren en op ruderaal terreinen. De gewassen zelf kennen nauwelijks specifieke loopkeversoorten.
- Tuinbouw en sierteelt kennen vele kleinere gewassen die op fauna weinig onderzocht zijn, maar wel een flink aantal verschillende plaagsoorten kunnen bevatten (waarvan overigens een deel vanuit het buitenland is geïntroduceerd).
- Soortenrijke graslanden herbergen veel karakteristieke, typerende graslandplanten en kruiden en daarmee geassocieerde plantenetende en bloembezoekende insecten zoals dagvlinders, cicaden, wantsen, thrips, luizen, hommels en zweefvliegen.

3 Ontwikkelingen in Nederland en het buitenland (literatuurstudie)

In de literatuur is veel informatie beschikbaar over onderzoek naar de biodiversiteit van het agrarisch gebied. Dit bleek reeds uit het voorgaande hoofdstuk. Het uitgevoerde onderzoek hiernaar kan, min of meer in historische volgorde, worden gegroepeerd in drie verschillende thema's:

- Voorkomen en ecologie. Het eerste thema is onderzoek naar de ecologie van de soorten in het agrarisch gebied. Dit levert informatie over de mate waarin soorten een voorkeur hebben voor bepaalde landschapsonderdelen, zoals akkers, weilanden, houtwallen, bos, etc., met andere woorden, hoe 'specifiek' soorten zijn.
- Beheer. Het tweede thema is de wens om effecten van agrarisch handelen op de biodiversiteit te monitoren. Dit onderzoek richt zich op verschillende aspecten van de agrarische bedrijfsvoering, zoals het verbouwen van verschillende gewassen, effecten van ploegen, van rotatieschema's, van biologische of conventionele bedrijfsvoering, van intensieve of extensieve landbouw, van verschillende gewastypen, al of niet met ondergroei van groenbemesters, etc.
- Landschapsinrichting. Ten slotte is er recent veel interesse voor geïntegreerd onderzoek gericht op de grootschalige indeling van het agrarische landschap, waarbij speciaal wordt gelet op het percentage oppervlak en de verbindingen tussen de akkers en weiden zelf en de aanwezigheid van de 'aders', zoals greppels, houtwallen of bos. Bij dit onderzoek wordt veel gebruik gemaakt van geografische informatie systemen (GIS) die inzicht geven in de percentages en eigenschappen van de verschillende landschapselementen in een gekozen onderzoeksgebied.

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de onderzoeksontwikkelingen op het gebied van biodiversiteit in het agrarisch gebied, geordend volgens de drie bovenstaande thema's.

3.1 Specificiteit van soorten voor habitats in het agrarisch gebied

Dieren en planten vertonen zelden een gelijkmatige verdeling over het agrarische landschap. De meeste soorten hebben een voorkeur voor een bepaald landschapsonderdeel omdat ze daar de beste levensvoorwaarden vinden. Soms zijn dit de houtwallen, soms de greppels, soms de akkers, etc. Dit geldt bijvoorbeeld voor grotere soorten, zoals vogels, die bijvoorbeeld houtwallen gebruiken om nesten te bouwen of als uitzichtpunten, terwijl ze foerageren op de akkers of in grasland. Voorkeuren gelden in nog sterkere mate voor planten en kleine, weinig mobiele diersoorten, zoals veel insecten, die een groot deel van hun levensloop op dezelfde plek of binnen een beperkt aantal vierkante meters doorbrengen. De kieskeurigheid van een soort, dat wil zeggen de mate waarin hij voorkeur heeft voor een bepaald landschapsonderdeel, wordt ook wel de 'specificiteit' genoemd. Verschillende benamingen kunnen als basis worden gekozen voor de berekening van de specificiteit. Voorbeelden hiervan zijn:

- *habitats* (in de -Engelse- betekenis van een uniform areaal dat bepaalde levensvoorwaarden biedt aan een soort, overeenkomend met het Nederlandse ‘biotoop’) zoals open grasland, veengebieden, bos, etc.;
- *kleine landschapselementen* zoals houtwallen, bosjes, wegbermen, etc.;
- *terreintypen* zoals industrieterrein, natuurterrein, agrarisch terrein, etc.

Bij planten komen soorten vaak in dezelfde combinaties voor, die ‘associaties’ worden genoemd. In dat geval spreekt men niet van specificiteit maar van ‘associatietrouw’ als een soort selectief voorkomt in een bepaalde associatie. Vooral binnen wat ruimer gedefinieerde habitats (bijvoorbeeld bos, of heide) kunnen verschillende plantenassociaties naast elkaar voorkomen.

De specificiteit van soorten voor habitats kan worden gebruikt om de bijdrage van deze habitats aan de biodiversiteit te berekenen (zie b.v. Wagner & Edwards, 2001). Het belang van het agrarisch gebied is natuurlijk het grootst voor de soorten die specifiek voorkomen in een habitat dat tevens uniek is voor het agrarisch gebied, zoals akkerland. Daarnaast kan het agrarisch gebied belangrijk zijn omdat het een grote diversiteit van weinig kieskeurige soorten herbergt. Beide gevallen zijn op een verschillende manier waardevol voor de biodiversiteit.

Belang van een specifiek agrarisch habitat

Verschillende studies geven inzicht in de specifieke binding van soorten aan agrarische habitats. Als voorbeeld noemen we een aantal studies naar het voorkomen van loopkevers.

- In de ‘Drachenfeldser Ländchen’, een gebied met bos, akkers en weiden in Duitsland (Raths & Rieken, 1999) werd met ongeveer 110 potvallen per habitat gekeken naar het voorkomen van kevers in bossen, bij oevers, in bossage, op braakland, in weiden en op akkers. Er werden in totaal 94 soorten gevangen (17.441 individuen). Hiervan kwamen er 44 in voldoende aantallen voor en in een voldoende duidelijk patroon om ze te kunnen toekennen aan bepaalde keuze van habitat(s). Er waren 9 soorten (ongeveer 20%) die het meest voorkwamen in akkers, met van iedere soort vangsten in bijna alle andere habitats behalve bos. Verder kwamen er 7 soorten min of meer specifiek voor in akkers en weilanden, 8 soorten in alle habitats behalve bos, 11 soorten in weiland, braakland en oever, 12 soorten in bosjes en oevers en 3 soorten specifiek in bos. De overige 50 soorten vertoonden geen duidelijke voorkeur voor habitats of werden in te lage aantallen gevangen. Dit laat zien dat voorkeuren zelden betekenen dat een soort buiten deze habitat niet wordt gevangen. De enige kevers die voor meer dan 50% op akkerland werden gevangen waren: *Bembidion obtusum*, *Anchomenus dorsalis*, *Amara similata*, *Poecilus cupreus*, *Pseudoophonus rufipes*, *Acupalpus meridianus* en *Carabus cancellatus*. Hiervan werd alleen *Anchomenus dorsalis* voor meer dan 90% op 1 akker en 1 weide gevangen. De specificiteit voor een typisch agrarisch habitat als akkers is dus zelfs voor de meest typische ‘akkersoorten’ onder de loopkevers nooit erg hoog.

- De geringe specificiteit voor agrarische habitats van de in de bovenstaande studie gevonden loopkevers wordt bevestigd door de ecologische indelingen van de loopkevers in het naslagwerk over de Nederlandse loopkevers van Turin (2000).
- Geringe specificiteit van soorten kan snel leiden tot een interpretatiefout bij het bepalen van de bijdrage van agrarisch habitat aan de biodiversiteit. Zoals veel andere auteurs, trekken bijvoorbeeld Thiele (1977) en Kromp (1999) de conclusie dat bepaalde soorten loopkevers in een groot deel van de 29 onderzochte landbouwhabitats voorkomen, en daarom kenmerkend zijn voor dit habitat. Zoals hierboven is aangetoond, gaat het echter vaak om soorten met een heel breed ecologisch spectrum, die ook in landbouwkundig gebruikt gebied voorkomen.

Bovenstaande voorbeelden met loopkevers laten zien dat gericht ecologisch onderzoek goede handvaten biedt om het belang van het agrarisch gebied voor de biodiversiteit te onderzoeken op grond van de specificiteit van soorten voor habitats in het agrarisch gebied. Bij het bepalen van de specificiteit moet wel nadrukkelijk worden onderzocht of en in welke habitats *buiten* het agrarisch gebied de soorten ook voorkomen.

Belang van agrarisch gebied voor de biodiversiteit

In een website van de European Environmental Agency wordt vermeldt dat ‘bijna al onze cultuurlandschappen zijn ontstaan door landbouwkundige gebruik en 50% van alle soorten in Europa afhankelijk zijn van agrarische habitats’ (<http://ims.eionet.eu.int/Topics/AGRI>).

Dit type claims is veelal eenvoudig te onderbouwen met tellingen van soorten die aanwezig zijn in het agrarisch gebied ten opzichte van alle soorten in een land. Dit soort getallen kan op verschillende wijzen worden geïnterpreteerd. Natuurlijk beslaat het agrarisch gebied in veel landen een groot deel van het areaal en zal het alleen daarom al veel soorten herbergen, maar - zoals we hierboven hebben gezien voor loopkevers - niet alle soorten die in agrarische habitats voorkomen zijn ook specifiek voor deze habitats, en niet alle habitats zijn uniek voor het agrarisch gebied. Soorten die vroeger voorkwamen in grazige randen langs bossen, komen nu ook in weiden voor. Soorten van oevers komen nu ook in greppelranden voor. Het agroecosysteem werkt als een soort *vergrootglas* voor de soorten die zich vanuit natuurlijke habitats kunnen vestigen in de agrarische habitats. In plaats van een soms marginaal natuurlijk habitat zijn voor deze soorten opeens uitgestrekte, in cultuur gebrachte habitats beschikbaar. Anderzijds betekent een groot agrarisch areaal ook dat er weinig natuurlijk areaal overblijft en dus minder leefruimte voor soorten buiten het agrarisch gebied.

In de pilot studie naar de verdeling van plantensoorten in agrarisch en niet-agrarisch gebied in Nederland (Hoofdstuk 5), laten we ook zien dat het agrarisch gebied vooral hoge aantallen van algemene soorten herbergt, die bovendien zelden een uitgesproken voorkeur voor agrarisch gebied hebben.

3.2 De biodiversiteit op de akker in relatie tot gewas, teeltmaatregelen en bedrijfsvoering

De landbouw is sterk veranderd in de afgelopen 50 jaar. Samen met toenemende mechanisering is een verschuiving opgetreden van kleinschalig en extensief naar grootschalig en intensief. Samen met grotere percelen nam het areaal aan niet-productieve ruimte rond de velden af. Bemesting en toepassing van onkruidbestrijdingsmiddelen, insecticiden en fungiciden namen toe en veranderden veel in het landbouwecosysteem. De introductie van maïs, in combinatie met intensieve vee teelt, heeft in Nederland geleid tot zware bemesting van met name zandgronden. Daarnaast nam de begrazingsdruk in de traditionele weidegebieden toe. Herbiciden tegen breedbladige onkruiden en het gebruik van sterk groeiende raaigrassen zorgden voor relatief onkruidvrije weiden.

Deze trends zijn algemeen voor veel landen in Europa, maar hebben zich relatief sterk gemanifesteerd in het dicht bevolkte en intensief agrarisch benutte Nederland. Naast deze intensivering ontstaat er toenemende aandacht voor 'duurzame landbouw', met als doel, de toenemende vraag naar goedkope voedselproductie op steeds minder grond te verenigen met bescherming van de natuur voor toekomstige generaties. Voorbeelden hiervan zijn de geïntegreerde en biologische landbouw, die zicht vanuit verschillende invalshoeken richten op reductie van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, een gering meststofgebruik en behoud van de agrobiodiversiteit, waaronder de functionele biodiversiteit. Onder invloed van verschillende wetgevingen, gericht op het behoud van biodiversiteit (Birds and Habitats Directives; Convention on Biological Diversity, Rio de Janeiro; etc.) is daar nog een nieuw agrarisch doel bijgekomen in de vorm van agrarisch natuurbeheer (Kleijn *et al.*, 2001).

Van de verschuivingen in de agrobiodiversiteit als gevolg van al deze ontwikkelingen bestaat geen compleet overzicht omdat er door de jaren heen geen gestructureerde monitoring heeft plaatsgevonden. Voor een deel kan informatie worden afgeleid uit historische meldingsdata die ruimtelijk kunnen worden weergegeven in verspreidingsatlassen. De meldingsdata zijn echter veelal onvoldoende kwantitatief van opzet voor goede analyses en bevatten zelden veel gegevens uit het agrarisch gebied. Het lijkt aannemelijk dat de vrijwilligers die al deze data aanleveren liever hun tijd doorbrengen in een meer natuurlijke omgeving en binnen het agrarisch gebied de neiging hebben om de meer natuurlijke elementen te bemonsteren..

Ondanks het ontbreken van langlopende monitoring in het landelijk gebied, bestaan er veel losse studies gericht op de effecten van landbouwkundige ingrepen, al of niet in de context van een bepaalde bedrijfsvoering zoals 'conventioneel', 'biologisch' of 'geïntegreerd' of onderzoek in het kader van thema's zoals 'duurzaam gebruik', 'verminderde input', etc. Veruit de meeste studies richten zich op planten, arthropoden en vogels of zijn gericht op losse aspecten van de agrarische diversiteit, zoals plaaginsecten, effecten van gewassen, effecten op het bodemleven, etc.

Integratieve studies en lange termijn studies

Intensiteit en biodiversiteit. Over het algemeen heeft intensivering van landgebruik een negatief effect op de biodiversiteit. Dit blijkt onder andere uit studies van Paoletti *et al.* (1995), Schwab *et al.* (2002), Shochat *et al.* (2004), Krooss & Schaefer (1998), von Arx *et al.* (2002) en Haberl *et al.* (2004). Al deze onderzoeken tonen op verschillende manieren overtuigend aan dat de biodiversiteit (aantal soorten spinnen, kortschildkevers, kruiden, kevers, etc.) afneemt naarmate intensievere landbouw wordt bedreven. Haberl *et al.* (2004) koppelen voor 38 locaties in Oostenrijk de biodiversiteit aan de gebruiksintensiteit, uitgedrukt als de HANPP, de Human Appropriation of Net Primary Production, oftewel de menselijke toe-eigening van de netto primaire productie. Dit betreft het door de mensen gebruikte deel van de potentiële lokale biomassa-productie. Voor verschillende groepen planten en dieren laten Haberl *et al.* (2004) zien dat het *aantal soorten* plotseling sterk begint af te nemen bij een HANPP van ongeveer 70% en met een factor 10 tot 15 is gereduceerd bij HANPP-waarden rond de 90%. Om twee redenen mag hieruit echter niet de conclusie worden getrokken dat onder 70% HANPP geen effecten op de biodiversiteit optreden:

1. Hoewel Haberl *et al.* (2004) hier niet op ingaan in hun discussie, is biodiversiteit niet alleen afhankelijk van het aantal soorten maar ook van de soortensamenstelling. Zoals ook blijkt uit een studie van Burel *et al.* (1998), laten de soortensamenstellingen van verschillende planten- en diergroepen veel eerder verschuivingen zien dan het aantal soorten. De soortensamenstelling reageert immers direct als er een verandering van het milieu optreedt. Soorten die passen bij het vorige milieu worden vervangen door soorten die passen bij het nieuwe milieu. Het aantal soorten vermindert pas als de leefomgeving zo extreem wordt dat er zelfs voor de meest flexibele en aangepaste soorten geen levensruimte en/of resources meer zijn.
2. Haberl *et al.* (2004) hebben op ieder van de 38 locaties gewerkt met 10 monsterpunten. Het aantal soorten is bepaald door alle soorten van deze 10 locaties samen te nemen. Daardoor verdwijnt de relatie tussen aantal gevangen individuen en aantal gevangen soorten. Normaal neemt het aantal individuen veel sneller toe dan het aantal soorten. Uit veel studies blijkt dat in het agrarische ecosysteem een beperkt aantal soorten voorkomt, maar in hoge aantallen. Door niet te corrigeren voor het gevangen of bemonsterde aantal wordt de biodiversiteit op deze locaties waarschijnlijk overschat. Immers, er wordt wel geconstateerd dat er 20 soorten voorkomen, maar er wordt geen rekening gehouden met het gegeven dat deze 20 soorten gebaseerd zijn op een veel groter aantal individuen bij een hoge HANPP dan bij een lagere HANPP. Het is aannemelijk dat, wanneer met een aantals-onafhankelijke soortdiversiteitswaarde zou worden gewerkt, de biodiversiteit al bij veel lagere HANPP zou dalen.

Rekening houdend met bovenstaande twee discussiepunten mogen de volgende conclusies worden getrokken:

- De studie van Haberl *et al.* (2004) geeft, op grond van 38 locaties en een breed scala aan soortgroepen, een zeer duidelijk beeld van de afname van de biodiversiteit door intensievere benutting van de lokale gewasgroei door agrarisch gebruik.

- Het dient te worden benadrukt dat de waargenomen relaties zeer waarschijnlijk een onderschatting geven van de werkelijke effecten van intensivering op de biodiversiteit.

Tijdseries. Een van de zeldzame analyses van een langlopende tijdserie, die integraal zicht geeft op de relatie tussen biodiversiteit en landbouwmethoden is de studie van Benton et al. (2002) uit Schotland. Deze auteurs onderzochten de relaties van insecten in zuigvallen en vogelmeldingen met de landbouwkundige praktijk in Schotland in de dertigjarige periode tussen 1967 en 1999. Hun conclusies geven aan dat intensievere landbouw gepaard gaat met lagere aantallen arthropoden in zuigvallen en lagere aantallen vogels, deels door het geringere voedselaanbod, deels door andere factoren die samenhangen met intensievere landbouw, zoals grotere velden met minder randen en niet-bebouwde gronden.

Effectstudies naar losse factoren

Veldgrootte. Effecten van veldgrootte worden geïllustreerd door de resultaten van Wagner & Edwards (2001) die laten zien dat het midden van grote velden relatief minder, en de randen relatief meer bijdragen aan de biodiversiteit (aantal soorten) van het landschap dan mag worden verwacht op grond van hun oppervlak. Een belangrijke oorzaak hiervoor is waarschijnlijk dat eentonige habitats minder soorten herbergen dan gradiëntrijke habitats, wat akkerranden en ‘groene aders’ in feite zijn, zoals ook in andere studies is aangetoond. Voor spinnen blijkt dit bijvoorbeeld uit de afname van het aantal soorten in de gradiënt van ruige, natuurlijke terreinen, via parken naar landbouwgronden (Shochat *et al.*, 2004). Chamberlain *et al.* (2000) concluderen in een review van effecten van landbouwpraktijken op vogels dat toenemende mechanisering, meer kunstmest (en minder organische mest), gewasrotaties met minder gewassen en toename van het bestrijdingsmiddelengebruik in Engeland belangrijker factoren zijn dan de afname van het aantal heggen. Daarnaast geldt dat de uitstraling van de akkerranden in het veld afhankelijk is van de afstand tot de akkerrand. Voor veel soorten, onder andere veel predatoren, neemt het aantal individuen dat vanuit de randen in een grote akker doordringt af met deze afstand (o.a. Denys & Tschardtke, 2002).

Insecticiden. De effecten op de biodiversiteit van insecticiden zijn zeer breed onderzocht. Vaak treffen de bespuitingen naast plaaginsecten ook de biologische vijanden, zoals spinnen, sluipwespen, zweefvliegen, roofkevers, etc. In het algemeen lijden grote soorten minder directe schade dan kleine, omdat de laatste groep een grotere oppervlakte/inhoud verhouding heeft en dus bij gelijk gewicht zwaarder worden blootgesteld. Omdat veel insecticiden op webben lang beschikbaar blijven, zijn webspinnen extra gevoelig. Ook metabolisch actieve metamorfosestadia, zoals het popstadium bij vlinders, zijn erg gevoelig voor insecticiden.

Herbiciden. Onkruidbestrijdingsmiddelen hebben een groot effect op de biodiversiteit. Met het verdwijnen van onkruiden in het gewas verdwijnt ook het habitat (waardplant, schuilplaats en microklimaat) voor een breed scala aan insecten die veelal op hun beurt voedsel zijn voor veel predatore insecten en vogelsoorten. Toepassing van genetisch gemanipuleerde gewassen in combinatie met onkruid-

bestrijdingsmiddelen kan zowel positieve als negatieve effecten hebben. Effecten op de biodiversiteit van insecten die afhankelijk zijn van het onkruid hangen sterk samen met het moment waarop het onkruid wordt doodgespoten. Als gevolg van het gebruik van herbiciden in combinatie met een strikte onkruidbeheersing, neemt het aantal zaden in de zaadbank al jaren af (Marshall *et al.*, 2003).

Ploegen. Ploegen zet het bodembiodiversiteit letterlijk op zijn kop. Met detritus, worteluitscheidingen en levend plantenmateriaal als basis vertakt het bodemvoedselweb zich in hoofdzaak in twee takken: een bacterietak en een schimmeltak. Direct daarboven staan de protozoën, de aaltjes, de potwormen, de wormen, de mijten en springstaarten. Over het algemeen buigen ploegen en kunstmest het voedselweb in de richting van de bacteriële tak (Kladivko, 2001). Niet kerend ploegen en oppervlakkige toepassing van organische mest bevorderen de schimmeltak in het voedselweb. Het verloop van de vertering van organisch materiaal via de bacteriële tak of schimmeltak heeft ook veel effect op, en wordt beïnvloed door de microarthropoden die van deze stofstromen afhankelijk zijn.

Bemesting. Wat betreft de fauna is er een duidelijke negatieve relatie aangetoond tussen het aantal plantensoorten in grasland en de hoeveelheid stikstofbemesting. Van Strien *et al.* (1988) en van Strien (1991) laten zien dat het aantal soorten planten afneemt van gemiddeld ongeveer 25 bij onbemest grasland tot ongeveer 10 bij 600 kg N per ha per jaar. Van overbemesting, met name door drijfmest, zijn ook zeer negatieve effecten waargenomen op schimmelende microarthropoden (Siepel, 1996). Bemesting heeft in principe wel vaak een positief effect op de aantallen van de nog aanwezige soorten. Dit hangt samen met de toename in biomassa-productie, wat zorgt voor meer bovengrondse en ondergrondse resources voor fytofage voedselketens en, wat de bodem betreft, voor een hoger organische stofgehalte van de bodem.

Gewaskeuze. Ook de gewaskeuze vertoont een sterke relatie met de biodiversiteit, zowel bovengronds als ondergronds. Deze effecten hangen deels samen met de teelmethoden die aan een gewas zijn gekoppeld, zoals het rooien van aardappelen, bespuitingen, tussenzaai van groenbemester, etc, deels met de gewasstructuur en deels met de wortelstructuur van het gewas. Wat betreft hun effecten op de diversiteit van microarthropoden (boven- en ondergronds) kunnen gewassen grofweg in drie groepen worden ingedeeld:

1. Zeer rijke fauna: de grassen en granen, met een fijnmazig, diep in de grond dringende beworteling en zonder zware grondbewerking.
2. Zeer arme fauna: de hakvruchten, zoals suikerbiet en aardappelen, met een geringe beworteling van de grond en zeer zware grondbewerking.
3. Een restgroep waartoe bijvoorbeeld vlas, erwten, koolzaad en crucifere groenbemers behoren (Jagers op Akkerhuis *et al.*, 1988; Frampton & van den Brink, 2002).

Ook bovengronds zijn bijvoorbeeld voor vlinders en kevers duidelijke verschillen aangetoond tussen weiland en akkers (Weibull & Ostman, 2003; Weibull *et al.*, 2003; Booij, 1994).

Begrazing. Begrazing heeft een sterk effect op de gewasstructuur. De vegetatie wordt meestal eentoniger naarmate de begrazing in intensiteit toeneemt. In verschillende studies (o.a. Dennis, 2001) is aangetoond dat met name reptielen en arthropoden negatief reageren op begrazing.

3.3 De betekenis van het landschap voor de agrobiodiversiteit

Verschillende onderdelen van het landschap en de patronen die deze onderdelen vormen spelen een rol bij het tot stand komen en handhaven van de biodiversiteit in het agrarisch gebied. Kennis van de invloed van de verschillende landschaps-onderdelen en hun patronen is van belang om te komen tot een habitatmanagement gericht op behoud en/of stimulering van de rol van natuurlijke vijanden in het agroecosysteem (Marc & Canard, 1997; van Wingerden & Booij, 1999; Altieri, 1999; Landis *et al.*, 2000; Gurr *et al.*, 2003). Hieronder zullen we een aantal factoren bespreken die van belang zijn voor de biodiversiteit van het agrarisch gebied.

Randen rond percelen. De randen van agrarisch gebruikte percelen kunnen er zeer verschillend uitzien, variërend van grasranden, sloten of greppels, aarden wallen, stenen muurtjes tot houtwallen of bos. Deze randen hebben op verschillende manieren invloed op de biodiversiteit (review door o.a. Marshall *et al.*, 2003). Ten eerste bieden de randen meestal een stabiel milieu dan agrarische percelen. In de zomer zijn er meer bloeiende planten aanwezig die voor insecten een potentiële voedselbron leveren. De aanwezigheid van grote vlaktes bloeiende planten kan bepaalde insecten aantrekken, bijvoorbeeld hommels (Backman & Tiainen, 2002) en zweefvliegen (MacLeod, 1999). In de winter bieden de randen zaden als voedsel en een ongestoord overwintermilieu, dat zeker in geval van muren of houtwallen beschutting biedt tegen koude (Kromp, 1999). Het is dan ook voor een groot aantal soorten, met name insecten, aangetoond dat overwintering in deze randen belangrijk is voor hun overleven in het agrarisch gebied (Wiedemeier & Duelli, 1999). Van de mogelijkheden van de randen maken zowel schadelijke insecten, zoals luizen, als hun predatoren en parasieten gebruik. Verder bieden hogere randen een windluwe omgeving. Sommige insecten wagen zich nooit ver van een rand, andere hebben hun optimum op enige meters van de rand. Weer anderen worden vooral in het vrije veld gevangen (Lewis, 1969). Omdat in randen relatief veel zaden en insecten voorkomen hebben randen veelal een gunstig effect op grotere zaad- of insectenetende fauna, zoals vogels.

Veldgrootte. Veel studies tonen negatieve effecten aan van landbouwkundig gebruikte arealen op de biodiversiteit. Studies van Wagner & Edwards (2001) en Duelli & Obrist (2003) laten duidelijk zien dat het aandeel van algemene soorten binnen weiden en akkers veel groter is dan in de randen en de dooradering. De landbouwkundig gebruikte velden bezitten minder soorten en verhoudingsgewijs ook minder zeldzame soorten. Bij deze effecten speelt ook de afmeting van de percelen een rol. Hoe groter het perceel, hoe verder de afstand tot de rand en hoe kleiner de omtrek-tot-inhoud ratio die aangeeft hoeveel rand er om hoeveel veld ligt. Als het veld groter is neemt hierdoor bijna altijd de invloed van de rand op de biodiversiteit

van het perceel af, wat leidt tot lagere aantallen predatoren (Altieri, 1999), bestuivers (Denys & Tschardtke, 2002) en bijvoorbeeld ook de voedingstoestand van sommige keversoorten (Ostman *et al.*, 2001). Om randsoorten binnen de percelen te houden wordt wel gebruik gemaakt van onkruid- of grasranden binnen de velden.

Mozaïekstructuur. Uit een groot aantal studies blijkt dat variatie op landschapsniveau leidt tot een hogere biodiversiteit in een gebied. Uit een Canadese studie met vlinders blijkt dat in vergelijkbare oppervlaktes met veel habitatvariatie een groter aantal soorten voorkomt dan in oppervlaktes zonder variatie. Dit effect kan liggen aan de habitatdiversiteit zelf, aan de grotere variatie in vegetatie, aan de dooradering of aan het gebruiksmozaïek. Bewijzen dat insecten zich bij hun verspreiding sterk laten leiden door dooradering zijn er vooral voor vlinders (Haddad, 1999) en voor typische bosgebonden roofkeversoorten. Voor veel overige soorten werkt dooradering vaak juist als barrière, bijvoorbeeld voor de verspreiding van thrips (den Belder *et al.*, 2002). In het algemeen geldt dat wat door de ene soort wordt gezien als verbinden, door een andere soort wordt gezien als versnipperen en dat dezelfde rand voor verschillende soorten een soorteigen doordringbaarheid ('permeabiliteit') kent (Jepson, 1990). Bovendien kan het verbinden van een goed en een slecht habitat leiden tot het verdwijnen van individuen naar het slechte deel, en dus een 'sink' werking van het slechte habitat. De mozaïekstructuur van het landschap heeft ook effect op de relatie plant-parasieten, zoals luizen en hun natuurlijke vijanden. Thies & Tschardtke (1999) vonden dat luizen vooral reageerden op de grotere landschapsschaal tussen 1 en 6 km, terwijl de parasieten vooral reageerden op het landschap binnen stralen van 0.5 tot 2 km.

De vraag naar het relatieve belang van vegetatie, habitatype (akker, houtwal, bos, etc.) en landschapseffecten, zoals dooradering, heterogeniteit, gecultiveerd land, etc. vormt onderdeel van verschillende recente studies. Jeanneret *et al.* (2003) keken naar effecten op loopkevers, spinnen en vlinders. Spinnen waren weinig afhankelijk van het aantal soorten planten, maar wel afhankelijk van het habitatype. Loopkevers waren weinig afhankelijk van landschap (vooral gecultiveerd land), maar wel van habitat en plantenrijkdom. Vlinders waren licht afhankelijk van de plantenrijkdom en van de landschapsfactoren bos en ecologische compensatievlakte. Voor balloonende Lynphiïde spinnen zijn modellen op landschapsschaal ontwikkeld die rekening houden met reproductie, ploegen van akkers, herkolonisatie, akkerranden, etc. (Thacker & Jepson, 1993). Voor vogels vonden Robinson *et al.* (2001) dat een toenemend areaal akkerland leidt tot een grotere dichtheid van bijvoorbeeld patrijs, leeuwerik en een afname van bijvoorbeeld goudvink en roodborstje.

Wat betreft de rol van kleine landschapselementen in het agrarisch gebied is het van belang om het SLOSS debat te volgen. Dit gaat over de rol van een grote ('Single Large') versus veel kleine ('Several Small') oppervlaktes voor het behoud van de soortdiversiteit. Hoewel dit debat in zijn algemeenheid wordt gevoerd, is het ook van belang voor het agrarisch gebied. Een interessante bijdrage aan dit debat is geleverd door Tschardtke *et al.* (2002). Uit hun studie blijkt dat een gelijk areaal kleine gebieden veel meer soorten (98% van de onderzochte vlindersoorten) herbergt dan een identiek areaal dat uit een of twee gebieden bestaat (slechts 50-60% van de

vlindersoorten). Dit suggereert een groot belang van het in stand houden van kleine refugia van niet-agrarische habitats in het agrarische landschap.

Keystone structures. Een interessante benadering van effecten van landschap op de biodiversiteit is de focus op 'keystone structures' (Tews *et al.*, 2004). Hierbij benadrukken de auteurs dat het effect per diersoort sterk samenhangt met de manier waarop een soort het landschap ziet. De belangrijkste vraag daarbij is of een soort de variatie in het landschap ervaart als heterogeniteit of als fragmentatie. Bovendien blijkt dat veel soorten sterk afhankelijk zijn van bepaalde keystone structures in het landschap, zoals oude bomen, aarden wallen, houtwallen, sloten, uitstekende takken boven het water, rotsen in open terrein, etc. Voor loopkevers bijvoorbeeld blijkt dat de vegetatiestructuur een keystone structure is, die van groter belang is dan de diversiteit van de vegetatie (Brose, 2003).

Er zijn verschillende initiatieven om de aanwezigheid van organismen, met name arthropoden, in het agrarisch gebied te modelleren in relatie tot de opbouw van het landschap uit verschillende patronen met verschillende habitats. Voor een deel zijn deze gebaseerd op regressiemodellen waarmee de samenhang wordt onderzocht tussen de aanwezigheid van soorten en één of meer landschappelijke factoren, zoals bos, akkers, sloten, randen, kleinschaligheid, etc. (Luoto, 2000; Petit *et al.*, 2003). Voor een deel gaat het om simulatiemodellen waarbij de dichtheden van individuen van een soort of soortgroep worden gemodelleerd in relatie tot migratiegedrag, voortplanting en overwintering van de individuen in de verschillende terreinonderdelen, zoals akker, grasranden, houtwallen, etc. (Thacker, 1993).

4 Bepaling van de biodiversiteit in het agrarisch gebied (brainstorm & inventarisatie)

4.1 Mogelijke benaderingswijzen

Er is een grote hoeveelheid aan methoden denkbaar waarmee men zou kunnen bepalen hoeveel soorten van het totale aantal in Nederland afhankelijk zijn van het agrarisch gebied. Grofweg kunnen drie verschillende benaderingswijzen worden onderscheiden:

1. de geografische benadering,
2. de taxonomische of auto-ecologische benadering, en
3. gebruik maken van al dan niet voor dit doel opgezet, gericht onderzoek.

Voor alle benaderingen geldt dat het selecteren van de soorten die in het agrarisch gebied *kunnen* voorkomen geen direct inzicht geeft in het belang van het agrarisch gebied voor de soort (als je lang genoeg wacht neem je misschien alle Nederlandse soorten wel een keer waar in het agrarisch gebied). Aan de andere kant, het selecteren van soorten die *uitsluitend* voorkomen in het agrarisch gebied levert naar verwachting een juist zeer beperkt lijstje op. Veel soorten die in agrarisch gebied voorkomen zijn waarschijnlijk eurytoop (komen in veel biotopen voor). Voor een weging van het belang van het agrarisch gebied is het dus hoofdzaak om de *voorkeur* van een soort te bepalen voor dit gebied. Soorten kunnen daarbij voor hun gehele levenscyclus gebonden zijn aan agrarisch gebied of deels gebruik maken van (delen van) dit gebied voor bijvoorbeeld de reproductie of om te foerageren. Bij de afleiding van het belang van het agrarisch gebied voor een bepaalde soort, dient daarom centraal te staan in welke mate de levensvatbaarheid en vitaliteit van de populatie in Nederland, en derhalve het voortbestaan daarvan, samenhangt met de omvang en de kwaliteit van het agrarisch gebied.

In dit hoofdstuk worden de benaderingswijzen voor de hoofdvraag van de studie kort nader toegelicht. Daarnaast wordt een inventarisatie gepresenteerd van gegevensbestanden en hun bruikbaarheid voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen.

Geografische analyse

De geografische benadering komt er op neer dat de verspreiding van soorten wordt vergeleken met het landgebruik op de plekken waar de organismen worden waargenomen. Deze aanpak is goed uit te werken met geografische informatie systemen (GIS). In GIS kunnen databases met gegevens over landgebruik, habitats, biotopen en/of landschapstypen worden gekoppeld aan databases of kaarten waarin opnames van bepaalde groepen soorten zijn verwerkt.

Essentieel bij deze benadering is dat er een zo groot mogelijke databank beschikbaar is met verspreidingsgegevens van verschillende groepen soorten. De diverse databanken (planten, gewervelden, ongewervelden) dienen qua ruimtelijke resolutie

(polygoon/grid/coördinaat) op elkaar aan te sluiten. Of het agrarisch gebied van belang is voor een soort kan vervolgens worden getoetst middels de aan- en afwezigheid en eventueel met behulp van de abundantie (dichtheden). Voordeel van de geografische benadering is dat er geen specifieke ecologische kennis nodig is om de hoofdvraag te beantwoorden en dat een zeer breed beeld van het voorkomen in relatie tot het habitat wordt verkregen. Een opdeling naar fysisch-geografische regio is daarnaast bij deze benadering eenvoudig realiseerbaar. Verder biedt de benadering ook handvaten om de biodiversiteit verder uit te splitsen, naar bedrijfstype, soort teelt, mate van groen-blauwe dooradering, etc. Een nadeel is echter dat het specifieke voorkomen van soorten niet zonder meer betekent dat ze sterk afhankelijk van het agrarisch gebied zijn. Soorten kunnen b.v. een cruciaal deel van hun levenscyclus buiten het agrarisch gebied doorlopen. Daarnaast is het denkbaar dat 'niet agrarische' soorten slechts een zeer kort maar wel belangrijk deel van hun levenscyclus in het agrarisch gebied doormaken. Deze soorten zouden met een geografische analyse op basis van een beperkte hoeveelheid waarnemingen in de tijd eenvoudig gemist kunnen worden.

Naast verspreidingsgegevens zijn voor een geografische analyse ook goede GIS-gegevens nodig over landgebruik en het type teelten.

Taxonomische/auto-ecologische benadering

Het belang van het agrarisch gebied voor de totale biodiversiteit kan ook bepaald worden door een steekproef te nemen uit de totale soortenlijst van Nederland. Deze was ten tijde van het schrijven van het uitvoeren van deze studie nog steeds in de maak bij Naturalis te Leiden. Een random steekproef van 1% van de soorten bijvoorbeeld, zoals voorgesteld door van Strien *et al.* (2003) ten behoeve van het monitoren van de biodiversiteit in Nederland, zou zo'n 350 soorten opleveren (Tabel 2). Als resultaat van deze benadering zouden veel soorten uit soortenrijke ordes (insecten: kevers, vliegen, muggen, vliesvleugeligen) geselecteerd worden. Van kleine ordes (zoogdieren en vogels) zullen hooguit 2 soorten getrokken worden. De afhankelijkheid van deze soorten van het agrarisch gebied zal vervolgens moeten worden vastgesteld door zoeken in de literatuur of het inschakelen van persoonlijke deskundigheid op het gebied van de taxonomie en auto-ecologie (leefwijze) van de soorten. Nadeel van deze benadering is dat in dat geval vele tientallen experts dienen te worden geraadpleegd. Een mogelijk probleem is dat van veel soorten die geselecteerd worden de auto-ecologie en de mate van binding met het agrarisch gebied onvoldoende bekend kunnen zijn.

Tabel 2. Aantal soorten (N) per soortgroep bij een random steekproef uit de soorten van Nederland (n = 350).
Bron: *Natuurcompendium* (RIVM/CBS/DLO, 2003).

Groep	N	Groep	N
neteldieren	1	korstmossen	6
platwormen	3	paddestoelen	35
raderdiertjes	4	microfungi	7
nematoden	17	roodwieren	1
weekdieren	3	bruinwieren	1
ringwormen	3	kiezelwieren	13
spinnen	6	xanthophyceae	1
mijten	12	goudwieren	3
kreeftachtigen	12	haptophyta	1
duizendpoten	1	pantserwieren	3
insecten	174	oogwieren	2
mosdiertjes	1	kranswieren/sieralgen	5
vissen	1	overige groenwieren	12
vogels	2	mossen	5
zoogdieren	1	zaadplanten	14

Door een random trekking uit soortenlijsten wordt een taxonomisch representatieve steekproef verkregen. De verdeling van de soorten in de trekking weerspiegelt de verdeling van het totale aantal soorten over de diverse taxonomische groepen. Daarnaast is het mogelijk om met taxonomisch niet-representatieve steekproeven te werken. Hierbij wordt uitgegaan van de beter wetenschappelijk bestudeerde soortgroepen (veelal aaibare soorten, maar deels ook ongewervelden). Voor soortgroepen waarvan ecologische informatie beschikbaar is (ecologische atlassen van b.v. dagvlinders, loopkevers, weidevogels, roofvogels, sprinkhanen, etc.) kan wederom via een literatuurstudie of het raadplegen van experts worden aangegeven welk percentage van de soorten kenmerkend is voor agrarisch gebied, uitsluitend voorkomt in agrarisch gebied, gedurende welke fase van hun levenscyclus ze gebruik maken van dit gebied en welke elementen hierbij van belang zijn.

Onderzoeksmatige benadering

Ook gericht onderzoek kan bijdragen aan het bepalen van het percentage soorten dat afhankelijk is van het agrarisch gebied in Nederland. Bij dergelijk onderzoek kunnen bepaalde groepen organismen gericht gevangen of waargenomen worden in tegelijkertijd agrarische en niet-agrarische habitats. Op deze wijze opgezet onderzoek heeft in het verleden wel plaats gevonden, maar dit was nooit specifiek gericht op de rol van het agrarisch gebied. Het is b.v. gebruikt om de diversiteit van insecten in het stedelijk gebied te bepalen (Alterra, ongepubliceerde gegevens). Naast voorkomen van soorten kan daarbij ook hun leefwijze bestudeerd worden. Van de drie benaderingswijzen is (veld)onderzoek waarschijnlijk het meest tijdrovend en derhalve het kostbaarst. De benadering biedt echter wel de beste mogelijkheid om de onderzoeksvraag afdoende te beantwoorden. Mogelijk kan aanvullend onderzoek dienen voor het bepalen van de afhankelijkheid van het agrarisch gebied van soorten waar onvoldoende verspreidingsgegevens zijn en de ecologie niet goed bekend is.

4.2 Beschikbare ecologische gegevensbestanden

Afhankelijk van de onderzoeksbenadering zijn verschillende soorten gegevens nodig. Voor de geografische strategie zijn in ieder geval verspreidingsgegevens van soorten en gegevens omtrent landgebruik noodzakelijk. Voor de taxonomische benadering en de onderzoeksbenadering kunnen ook databases met auto-ecologische gegevens worden geraadpleegd.

In Nederland houden honderden organisaties zich bezig met het verzamelen van data omtrent flora en fauna (vnl. verspreidingsgegevens):

- Particuliere Gegevensbezittende Organisaties (PGO's) verenigd in de VOFF: FLORON, SOVON, Vlinderstichting, EIS-NL, RAVON, VZZ, NMV, BLWG, Loopkeverstichting, TINEA, KNNV, NEV, Stichting ANEMOON.
- Provincies
- Gemeenten
- Waterschappen
- Hoogheemraadschappen
- Duinwaterleidingbedrijven
- Rijkswaterstaat: DWW, RIZA, RIKZ
- Dienst Landelijk Gebied
- Alterra
- RIVO
- OVB
- Staatsbosbeheer
- Vereniging Natuurmonumenten
- Provinciale landschappen
- Musea
- Ingenieursbureaus
- Universiteiten
- Faunabeheereenheden
- KNJV
- Landelijke commissie Muskusrattenbestrijding

Door deze organisaties worden gegevens verzameld met verschillende doelen: atlasprojecten, monitoring, losse meldingen, onderzoek. In Tabel 3 wordt een eerste overzicht gepresenteerd van databases en hun beheerders. Tevens wordt aangegeven hoe goed de landelijke dekking van de verspreidingsgegevens is.

Beschikbaarheid van data

Vogel (2002) deed een inventarisatie van beschikbare gegevens van flora en fauna in Nederland. Middels een enquête werden honderden organisaties, werkgroepen en particulieren benaderd. Hij concludeert dat de ontsluiting van databestanden en opnames per taxonomische groep in één centraal bestand nog veel energie zal vergen. Dit geldt met name voor hogere planten, mossen en korstmossen, algen, paddestoelen, de herpetofauna en vissen. Vogel (2002) concludeert verder dat:

- van 38% van de soorten zeer beperkt gegevens worden verzameld, alleen middels losse waarnemingen waardoor deze niet bruikbaar zijn voor biodiversiteitsvraagstukken;
- van 41% van de soorten geen centraal databestand wordt bijgehouden,
- de afstemming tussen organisaties/verzamelaars m.b.t de gebruikte waarnemingsmethode meer afstemming vereist om te komen tot landelijke verspreidingsbeelden, en
- het wenselijk is dat er een overzicht komt van de afstemming en ontsluiting van databestanden met verspreidingsgegevens.

Op basis van de literatuur (o.m. Koomen *et al.*, 1995; van der Meijden *et al.*, 1995; Vogel, 2002; Schouten *et al.*, 1997; van Strien & van der Meij, 2004; data Alterra) kan een indicatief overzicht worden gegenereerd van beschikbare data (Tabel 3). Hieruit blijkt dat voor veruit de meeste soortgroepen slechts een beperkte landelijke dekking voorhanden is. Wanneer echter een grote inspanning gedaan wordt om alle in Nederland beschikbare data boven tafel te krijgen, zoals dit gebeurde door Aukema *et al.* (2002), kunnen er soms veel meer gegevens blijken te zijn dan in eerste instantie wordt aangenomen (zie ook Jagers op Akkerhuis *et al.*, 2004a).

Momenteel wordt gewerkt aan de opzet van een nationale databank binnen de 'Netherlands Biodiversity Information Facility' (NLBIF). NLBIF is het Nederlandse contactpunt van de 'Global Biodiversity Information Facility' (GBIF). Binnen NLBIF wordt een nationaal platform gecreëerd voor het uitwisselen van data, informatie en kennis over de in Nederland aanwezige gegevensbestanden m.b.t. wereldwijde biodiversiteit. NLBIF betreft data van het CBS, NHN, NIOO, NNM, VOFF, ZMA, NGO's, universiteiten, musea en ministeries. Uit een in januari 2004 gehouden onderzoek naar de mate van digitale ontsluiting en de bereidheid van dataleveranciers om (meta)data op het internet beschikbaar te stellen bleek overigens dat veel databezitters huiverig zijn om dit te doen (<http://www.nlbif.nl>). Organisaties die wel bereid zijn om inzicht te verschaffen in de aanwezige databestanden hebben de gevraagde informatie daarnaast niet op de plank liggen. Om een relatief eenvoudige vraag als "hoeveel records per soortgroep heeft u en met welke ruimtelijke resolutie zijn de data opgeslagen?" te beantwoorden, dienen momenteel meer dan honderd instellingen benaderd te worden waar mensen tijd moeten vrijmaken voor deze vraag. Binnen de huidige haalbaarheidsstudie was het financieel en organisatorisch niet haalbaar om een geheel compleet overzicht van beschikbare databestanden te genereren. Het verdient dan ook aanbeveling om snel een landelijke databank op te zetten die via het internet inzichtelijk is.

Tabel 3. Voorlopig overzicht van beschikbare data in Nederland. * = geringe landelijke dekking: 0-10% van de kilometerbokken; ** = matige landelijke dekking: 11-50% van de kilometerbokken; *** = goede landelijke dekking: >50% van de kilometerbokken.

Soortgroep		Aantal soorten	Dekking	Bronhouder	
Chlorophyta	Groenwieren	1150	*	AQUASENSE/WATERSCHAPPEN/ALTERRA/PROV	
Desmidiaceae	Sieralgen	450	*	UVA/AQUASENSE	
Charophyceae	Kranswieren	23	*	ALTERRA/PROV	
Euglenophyta	Oogwieren	250	*		
Dinophyta	Pantserwieren	300	*		
Cryptophyta		25	*		
Haptophyta		100	*		
Chrysophyta	Goudwieren	540	*		
Bacillariophyceae	Diatomeen/Kiezelwieren	1300	**	AQUASENSE/WATERSCHAPPEN/ALTERRA/PROV	
Rhodophyta	Roodwieren	78	*	ANEMOON	
Bryophyta	Mossen	125	**	BLWG, PROV	
Bryopsida	Bladmossen	380	**	BLWG	
Spermatophyta/ Pteridophyta	Zaadplanten/vaatcryptogamen	1400	***	FLORON, DWW, PROV,ALTERRA,SBB,NM	
Macrofungi	Grotere schimmels	3500	**	NMV	
Lichenes	Korstmossen	633	*	BLWG	
Porifera	Sponzen	16	*	ANEMOON	
Cnidaria/Coelenterata	neteldieren/holtdieren	118	*	ANEMOON	
Ctenophora	Ribkwallen	2	*	ANEMOON	
Platyhelminthes	Platwormen	320	*	ANEMOON	
Nemertea	snoerwormen/bandwormen	9	*	ANEMOON	
Gnathostomulida	Kaakplatwormen	1	*	ANEMOON	
Gastrotricha	Buikharigen	27	*	ANEMOON	
Rotifera	Raderdierjes	400	*	ANEMOON	
Kinorhyncha	Slurfwormen	2	*	ANEMOON	
Nematoda	draadwormen/rondwormen/aaltjes	1700	**	RIVM	
Nematomorpha	paardehaarwormen	1	*	ANEMOON	
Acanthocephala	Stekelsnuitwormen/haakwormen	1	*	ANEMOON	
Mollusca	Weekdieren				
	Palyplacophora	Keverslakken	2	*	ANEMOON,EIS
	Gastropoda	Slakken	225	*	ANEMOON,EIS
	Cephalopoda	Inktvissen	5	*	ANEMOON,EIS
	Bivalvia	Tweekleppigen/n	89	*	ANEMOON,EIS
Annelida	Gelede wormen				
	Polychaeta	Mariene Borstelw	160	*	ANEMOON,EIS
	Hirudinea	Bloedzuigers	20	*	EIS-NL/ALTERRA
	Oligochaeta	Regenwormen/zx	160	**	RIVM, ALTERRA
Echiuroidea			1	*	
Sipunculoidae			6	*	
Arthropoda	Geleedpotigen				
	Araneae	Spinnen	586	*	EIS-NL,ALTERRA
	Pseudoscorpiones	Bastaardschorpic	14	*	EIS-NL,ALTERRA
	Opiliones	Hooiwagens	24	*	EIS-NL,ALTERRA
	Acari	Mijten/Teken	1200	**	RIVM/ALTERRA
Pycnogonida	Zeespinnen		9	*	ANEMOON
Branchiopoda	Kieuwpootkreeftjes		98	*	
Ostracoda	Mosselkreeftjes		112	*	
Copepoda	Roeipootkreeftjes		736	*	
Branchiura	Visluizen		1	*	
Cirripedia	Rankpotigen		18	*	

Malacostraca	Hogere Kreeften		294	*	ANEMOON	
Myriapoda	Duizendpootachtigen		90	*		
Entognatha			204	*		
Insecta	Insecten	Archaeognatha	Franjestaarten	8	*	EIS-NL
		Thysanura	Zilvervisjes	2	*	EIS-NL
		Ephemeroptera	Haften/eendagsv	59	*	EIS-NL/ALTERRA
		Odonata	Libellen/waterjuff	60	**	VLINDERSTICHTING,EIS-NL,ALTERRA
		Plecoptera	Steenvliegen	28	*	EIS-NL,ALTERRA
		Dictyoptera	Kakkerlakken	4	*	EIS-NL
		Dermoptera	Oorwormen	5	*	EIS-NL
		Orthoptera	Sprinkhanen/krel	45	**	EIS-NL
		Psocoptera	Stofluizen	56	*	EIS-NL
		Phthiraptera	Luizen	145	*	EIS-NL
		Heteroptera	Wantsen	630	*/**	EIS-NL
		Hemiptera	Bladluizen/schild	724	*	EIS-NL
		Thysanoptera	Tripsen	133	*	EIS-NL
		Strepsiptera	Waaiervleugelige	4	*	EIS-NL
		Coleoptera	Kevers	4021	*/**	EIS-NL,ALTERRA
		Mecoptera	Schorpioenvlieg	5	*	EIS-NL
		Neuroptera	Gaasvliegen	54	*	EIS-NL
		Megaloptera	Elzevliegen	3	*	EIS-NL
		Raphidioptera	Kameelhalsvlieg	6	*	EIS-NL
		Siphonaptera	Vlooiën	50	*	EIS-NL
		Diptera	Vliegen/muggen	4967	*/**	EIS-NL,ALTERRA
		Trichoptera	Kokerjuffers	177	*	EIS-NL,ALTERRA
		Lepidoptera	Vlinders	2244	***	VLINDERSTICHTING, TINEA, EIS-NL,ALTERRA
		Hymenoptera	Vliesvleugeligen	4000	*/**	EIS-NL,ALTERRA
Pentatomida	Tongwormen		1	*		
Tardigrada	Beerdiertjes/mosbeertjes		21	*	EIS-NL	
Entoprocta	Kelkdiertjes/kelkwormen		3	*		
Bryozoa	mosdiertjes		54	*		
Phoronida	Hoefijzerwormen		1	*		
Echinodermata	stekelhuidigen		30	*		
Chaetognatha	pijlwormen		2	*		
Hemichordata	eikelwormen		1	*		
Chordata	Urochordata/Tunici	Manteldieren/mantelvisjes/zakpijpen	15	*	ANEMOON	
	Cephalochordata	Lancetvisjes	1	*		
	Cyclostomata	Rondbekken.Prikken	3	*	RAVON	
	Chondrichthyes	Haaien/Roggen	23	*	RIKZ, ANEMOON	
	Actinopterygii	Beenvissen	112	*/**	RIVO, RAVON, OVB, NVVS, ANEMOON	
	Amphibia	Amfibieën	16	**	RAVON	
	Reptilia	Reptielen	7	**	RAVON	
	Aves	Vogels	240	***	SOVON/PROV/SBB/NM/RIKZ	
	Mammalia	Zoogdieren	71	*/***	VZZ/KNJV/FBE//PROV/NM/ LC. MUSKUSRATTENBESTRIJDING	
		Totaal:	34936			

Voorwaarden gebruik

Voor gebruik van de gegevens die organisaties beheren moet veelal worden betaald. Zo loopt de aanvraag van gegevens van de VOFF via het Natuurloket (<http://www.natuurloket.nl>). De prijs voor het verkrijgen van gegevens over alle kilometerhokken zou bij gebruikmaking van het natuurloket volgens de geldende tarieven per kilometerhok in de miljoenen Euro's lopen. Databestanden binnen diverse organisaties worden daarnaast beheerd door verschillende onderzoekers. Sommige onderzoekers stellen data vrij beschikbaar, anderen willen geld hebben voor het gebruik. Data bij de diverse PGO's kan veelal alleen verkregen worden tegen betaling of is alleen vrij beschikbaar voor participanten.

Ruimtelijke resolutie

Afhankelijk van het doel waarvoor data is verzameld wordt deze door de diverse organisaties in de bestanden met een verschillende ruimtelijke resolutie vastgelegd: grid (hok van b.v. 1×1 km of 5×5 km), transect (telroute met een bepaalde breedte en lengte), polygoon (gebied met veelhoekige vaak natuurlijke grenzen) en coördinaten (puntmetingen). Doordat de ecologie verschilt tussen soortgroepen is de benodigde ruimtelijke resolutie voor het beantwoorden van de agrobiodiversiteitsvraag verschillend. Bodemorganismen zoals mijten zijn direct gebonden aan kleine landschapselementen en kunnen het meest efficiënt bekeken worden op basis van coördinaten. Dieren met grote home ranges (zoogdieren en vogels) daarentegen zullen in veel gevallen gebruik maken van meerdere landschapselementen

Om de agrobiodiversiteitsvraag te beantwoorden dienen verschillende databanken idealiter qua ruimtelijke resolutie (polygoon/grid/coördinaat) op elkaar aan te sluiten. Hierbij dient uitgegaan te worden van de grootste database en moeten kleinere databases eraan gekoppeld worden. Hiervoor moet een compatibiliteitsslag gemaakt worden m.b.t. taxonomie, aantallen, ruimtelijke resolutie, locatiegegevens en eventuele ecologische data. In de meeste gevallen zijn verspreidingsgegevens om te zetten naar 1×1 km (Vogel, 2002). Daar waar sprake is van atlasprojecten bij b.v. paddestoelen, vlinders en vissen is dit echter niet mogelijk en is slechts een resolutie haalbaar op atlasblokniveau van 5×5 km.

Een verspreidingsanalyse kan gedaan worden op basis van presentie of op basis van abundanties. In beide gevallen is het van belang om te corrigeren voor de monsterintensiteit (aantal vanguren, methode). Over deze aspecten bevatten de databases van de genoemde organisaties veelal geen informatie (Jagers op Akkerhuis et al., 2004b). Wel kan gecorrigeerd worden voor het aantal malen dat een locatie werd bezocht omdat de waarnemingsdatum altijd in de databases is opgenomen. Ellis (2003) concludeert dat een inzichtelijke verspreidingskaart tot stand komt door het aantal malen dat een soort is waargenomen op een locatie te delen door het aantal waarneemdagen (1 datum, 1 waarnemer, 1 locatie).

4.3 Gegevens over landgebruik

Gegevens met betrekking tot agrarisch landgebruik, omgevingsvariabelen en exacte vangstlocatie zijn veelal niet opgenomen in de in de vorige paragraaf genoemde databases. Data worden meestal opgeslagen op kilometerhokniveau terwijl dieren met een kleine home range gebonden zijn aan vaak kleine landschapselementen zoals poelen, houtwallen en bosjes binnen deze hokken. Alleen voor databases waar data opgeslagen worden met coördinaten (b.v. bij hogere planten, broedvogels, kranswieren, zoogdieren), zijn gegevens op detailniveau beschikbaar (te maken) door koppeling aan GIS bestanden of beschikbare beschrijvingen van onderzoekslocaties. Bij gebruik van atlasblokken (5×5 km) of kilometerhokgegevens bestaat overigens de kans dat waarnemingsdata werden verzameld in een klein stukje EHS of natuurgebied, terwijl het hok als zodanig als agrarisch kan worden bestempeld. Hierdoor neemt de betrouwbaarheid van een geografische analyse af.

Verdouw & Boels (2003) geven een overzicht van databestanden van o.m. landgebruik:

- Meetnet landschap (Alterra en EC-LNV). Van de binnen het meetnet landschap gehanteerde maatlatten zijn er twee met mogelijke relevantie voor dit onderzoek: de landschapsecologische index (ELI) en het virtueel ruimtelijk informatiesysteem (VIRIS). De ELI is deels operationeel op basis van het Landelijk Grondgebruikbestand Nederland (LGN; grid van 50×50 m). Deze index bestaat uit vier graadmeters: ruimtelijke samenhang, ruimtelijke verscheidenheid (heterogeniteit), waterrelaties en stofstromen. VIRIS meet de schaalkenmerken van het landschap (mate van openheid). VIRIS is operationeel op gridniveau (1×1 km en 250×250 meter) op basis van de Top-10 vectorkaart (zie hier onder).
- Bodemkaarten van Nederland (Alterra). Bodemtypen met een schaal van 1:50.000.
- Top-10 vectorkaart (Topografische Dienst Nederland). De Top-10 kaart geeft informatie over vlak-, lijn- en puntvormige elementen op een schaal van 1:10.000. Veel kleine landschapselementen zijn niet direct af te lezen uit de legenda. Heggen en bomenrijen zitten er in, poelen indirect als kleine wateren, akkerranden indirect als contour van landbouwpercelen. Bermen zijn alleen af te leiden uit het wegnnet.
- Landelijk Grondgebruikbestand Nederland (LGN) (Alterra). LGN5 geeft informatie over het landgebruiktype voor agrarisch-, bos-, natuur- en stedelijk gebied op basis van een grid van 50×50 m. Gebruikte klassen zijn b.v. gras, maïs, tuinbouw, bebouwing, loofbos, heide en veenweide.
- Geografisch Informatiesysteem Agrarische Bedrijven (GIAB) (Alterra). GIAB geeft locaties van agrarische bedrijven en bedrijfsgegevens over o.a. het aantal gehouden dieren, bedrijfstype en bedrijfsomvang. Het databestand is omwille van privacy van individuele bedrijven alleen geaggregeerd te gebruiken.
- Histland (Alterra). Histland geeft een indeling van Nederland op basis van de ontginningsgeschiedenis (gebaseerd op verkavelingspatronen, waterlopen, wegen, dijken en houtranden om percelen) in 52 typen.

Geen van de GIS-bestanden levert naar verwachting alle informatie tegelijkertijd. Koppeling van GIS-bestanden is dan ook nodig. Door Geertsema *et al.* (2003) werd

door koppeling van o.a. de Top-10 vectorkaart en historisch landgebruik (Histland) een indeling van Nederland in 17 landschapstypen verkregen met informatie over het aandeel groen-blauwe dooradering (oppervlakteaandeel bosjes, heggen, bomenrijen, sloten, kleine wateren).

5 Geografische benadering: vaatplanten (pilot studie 1)

Hoeveel soorten zijn voor hun voortbestaan afhankelijk van het agrarisch gebied? In de vorige hoofdstukken is gekeken naar hetgeen hierover al bekend is en zijn verschillende manieren op een rij gezet om studie naar deze vraag te verrichten. In dit hoofdstuk zoeken we een antwoord op deze vraag door te kijken naar de samenhang tussen de ruimtelijke verspreiding van een soort en de ligging van het agrarisch gebied. Een geografische analyse dus. Daarbij zullen we in deze pilot gebruik maken van planten, omdat daarbij relatief weinig discussie is over de afhankelijkheid van plant van zijn standplaats. Oftewel, een sterke concentratie in het agrarisch gebied gaat voor vaatplanten waarschijnlijk hand in hand met afhankelijkheid hiervan.

5.1 Methode

Ruimtelijke kartering van het agrarisch gebied

Voor de constructie van een kaart van het agrarisch gebied is gebruik gemaakt van verschillende GIS-bestanden. Omdat de huidige studie een pilot betreft zijn de selecties uitgevoerd op hoofdlijnen, waarbij soms kaarten met meer details buiten beschouwing moesten worden gelaten. Bij de selecties is uitgegaan van het VIRIS bestand, het LGN4 en een kaart van het Natuurplanbureau met de natuurgebieden in Nederland (Natuur2004nn_dis), verrasterd met een resolutie van 25 meter.

De huidige kaart van het agrarisch gebied is als volgt tot stand gekomen. Alleen plekken met LGN4 waarden 1 t/m 10 werden gebruikt (de agrarische habitats), locaties met natuur (Natuur2004nn_dis) zijn afgetrokken. Cellen (25 bij 25 meter) met minder dan 50% agrarisch zijn 'weggepoetst'. Vervolgens zijn alle locale, niet-agrarische 'patches' kleiner dan 100 m doorsnede ingelijfd bij het agrarisch gebied. Op dezelfde manier zijn kleine agrarische enclaves verwijderd. Uiteindelijk zijn door deze bewerkingen alle eenheden kleiner dan 1 ha (100 maal 100 m) verwijderd. Het resultaat van deze bewerkingen is te zien in Figuur 2. Het agrarisch gebied volgens deze definitie beslaat 2.048.266 ha. Dit oppervlak is groter dan bij een nog nauwere definitie van het agrarisch gebied (1.814.585 ha), waarbij alle houtwallen, wegen, etc. niet meer meetellen. Het oppervlak van heel Nederland (exclusief Waddenzee, IJsselmeer, randmeren en Zeeuwse wateren, maar inclusief Friese en andere meren) beslaat 3.490.175 ha. Het verschil van deze twee waarden geeft een benadering van het niet-agrarische oppervlak. Dit is 1.441.909 ha groot. Volgens deze berekening omvat het agrarisch gebied 58,7% van de totale oppervlakte van Nederland en de rest 41,3%..



Figuur 2: Agrarisch gebied in Nederland.

Planten

De gebruikte plantenbestanden zijn afkomstig van het Alterra systeem Symbiosis. Door een selectie te maken van alle opnamen na 1990 is ervoor gezorgd dat de analyse niet wordt verstoord door te oude gegevens. Het bestand in Symbiosis bevat 2002 taxa. Daarvan zijn 1732 taxa gespecificeerd tot op soortniveau, en 270 taxa aangeduid met 'spec', wat betekent dat van deze exemplaren niet de soortnaam kon worden vastgesteld tijdens of na de opname. Deze 270 'spec' taxa waren regelmatig over alle opnamen verdeeld en konden dus worden weggelaten bij een analyse op soort, zonder dat dit effect zou hebben op trends in de uitkomsten.

In totaal bleek dat er 19.822 opnames beschikbaar waren in het agrarische gebied en 95.339 in het niet-agrarische gebied. Dit betekent dat er ongeveer vier en een half

maal zoveel opnames in niet-agrarisch gebied zijn. Op basis van al deze opnames is per plantensoort vastgesteld in hoeveel opnames de soort voorkomt in agrarisch en in niet agrarisch gebied. Deze getallen zijn vervolgens gebruikt om per soort de voorkeur voor agrarisch gebied, en de gemiddelde presentie te berekenen.

De voorkeur van een soort voor het agrarische habitat

Hierbij gaat het om de keuze die een soort maakt voor de ene of de andere leefomgeving. Daarbij mag niet meewegen hoe groot deze omgeving is. Om dit te berekenen zijn eerst de fracties presentie (fa) berekend door (per habitat) het aantal opnames waarin de soort aanwezig is te delen door het totaal aantal opnames in dat habitat. Dit zorgt voor een oppervlakteonafhankelijke voorkeursmaat. De mate waarin een soort in agrarisch gebied voorkomt (uitgaande van gelijke arealen van beide typen habitat) kan nu worden berekend door $fa(\text{agrarisch})$ te delen door de som $[fa(\text{agrarisch}) + fa(\text{niet-agrarisch})]$. Deze fractie kan variëren van 1 (soort heeft een 100% voorkeur voor het agrarisch gebied) tot 0 (soort komt niet in agrarisch gebied voor).

De gemiddelde presentie van een soort

Zowel zeldzame als algemene soorten kunnen voor 60% voorkomen in het agrarisch gebied. De voorkeur van een soort voor agrarisch of niet-agrarisch habitat zegt dus niet of een soort algemeen is. Voor dit laatste is informatie nodig over de gemiddelde presentie van de soort. De gemiddelde presentie is als volgt berekend: $[fa(\text{agrarisch}) + fa(\text{niet-agrarisch})]/2$. Net als bij het voorkomen in agrarisch of niet agrarisch gebied, gaat ook de gemiddelde presentie uit van gelijke oppervlaktes van beide gebiedstypen.

Door de bovenstaande maten te gebruiken is van iedere soort snel vast te stellen of hij veel voorkomt in Nederland (gemiddelde presentie) en of hij een voorkeur heeft voor het agrarisch gebied (fractie in agrarisch). Het bleek dat de gemiddelde presenties varieerden in waarde van 0.000005 (soort zit gemiddeld in 0.0005% van alle monsters) tot 0.233 (wat betekent dat deze soort gemiddeld in 23.3% van alle opnames voorkomt). Omdat er zo'n grote variatie is in gemiddelde presentie, is besloten om deze variabele op een logaritmische schaal weer te geven. Hierbij zijn in deze studie de volgende klassen toegepast:

ZA	= zeer algemeen	= de soort zit in 10 tot 99% van alle opnames
A	= algemeen	= de soort zit in 1 tot 9.9% van alle opnames
NA	= niet algemeen	= de soort zit in 0.1 tot 0.99% van alle opnames
VZ	= vrij zeldzaam	= de soort zit in 0.01 tot 0.099% van alle opnames
Z	= zeldzaam	= de soort zit in 0.001 tot 0.0099% van alle opnames
ZZ	= zeer zeldzaam	= de soort zit in 0.0001 tot 0.00099% van alle opnames

5.2 Resultaten

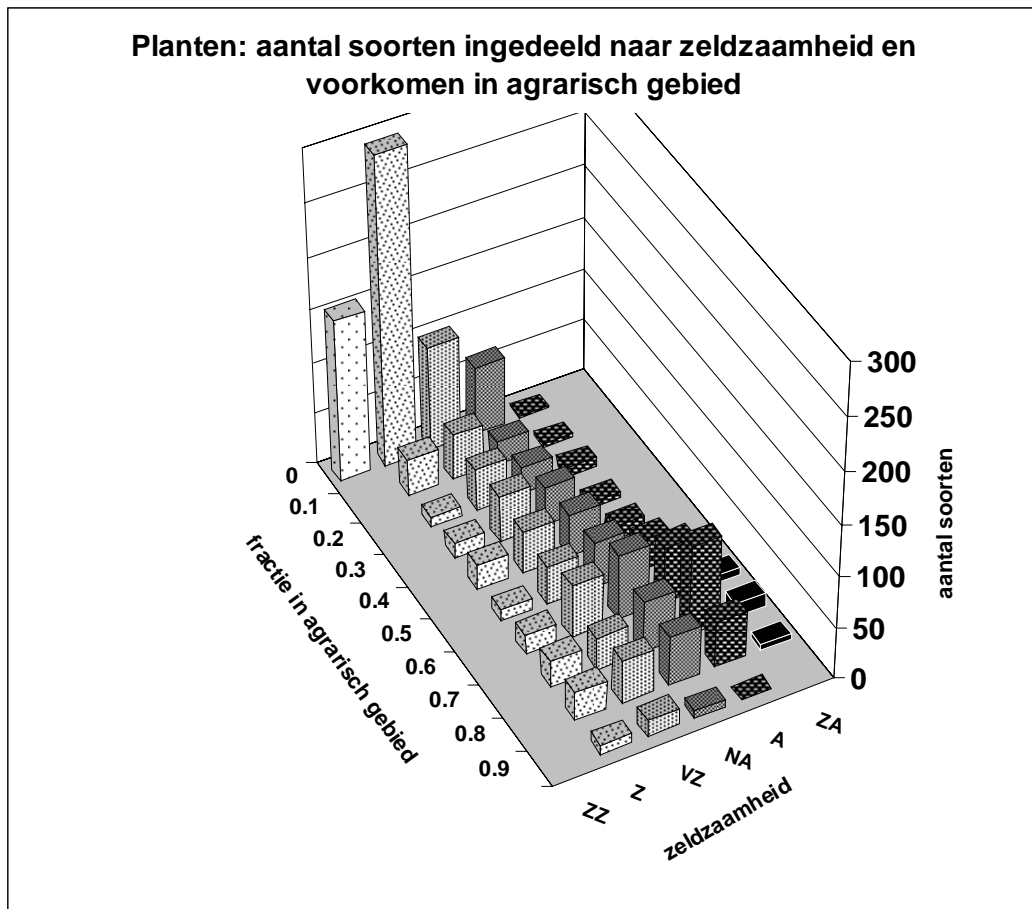
Tabel 4 en Figuur 3 geven informatie over het aantal soorten dat een bepaalde zeldzaamheid heeft en een bepaalde voorkeur voor het agrarisch gebied. Op grond van deze informatie kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Bijna alle algemene en zeer algemene soorten in Nederland vertonen een lichte of sterke voorkeur voor het agrarisch gebied.
- De zeldzame en zeer zeldzame soorten komen vrijwel alleen voor in het niet-agrarische gebied, mogelijk in natuurgebied.
- 34.2 procent van de soorten heeft meer dan 70% voorkeur voor agrarisch gebied, 11,4 procent meer dan 80% voorkeur en slechts 1.9% meer dan 90% voorkeur. Als afhankelijkheid van het agrarisch gebied wordt gedefinieerd als meer dan 80% voorkeur, dan is dit dus maximaal 11.4% van de soorten, bij 90% zelfs maximaal 1.9%.
- 46.4 procent van de soorten heeft minder dan 30% voorkeur voor agrarisch gebied (en dus een 'afkeer'), 41.5 procent minder dan 20% voorkeur en 35.5 procent minder dan 10% voorkeur. Er zijn dus relatief meer soorten die sterk gebonden zijn aan niet-agrarisch gebied dan aan agrarisch gebied (35.5% tegen 1.9%).

Er komen veel plantensoorten voor in het agrarisch gebied, maar die komen bijna allemaal ook voor in andere gebieden. Slechts een zeer kleine groep soorten komt selectief voor in agrarisch gebied. Wat het aantal soorten niet laat zien, is welk type soorten precies profiteren van het agrarisch gebied. Daarvoor is een analyse nodig van de ecologie van de soorten.

Tabel 4. Het percentage soorten dat voorkomt in iedere klasse van zeldzaamheid en de mate van voorkomen in agrarisch gebied (uitgedrukt als de fractie van de opnames per soort in het agrarisch gebied). Daarnaast is aangegeven hoe het percentage soorten toeneemt wanneer een steeds bredere marge wordt gehanteerd bij het toekennen van een soort aan het agrarisch gebied. Taxa die niet op soort werden gedetermineerd zijn niet in deze tabel opgenomen.

Fractie van de opnames per soort in agrarisch gebied	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	
Zeldzaamheid soort:	Aantal soorten in procenten										
ZA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.7	0.3	0.0	
A	0.1	0.2	0.6	0.3	0.7	1.7	3.1	4.9	2.5	0.1	
NA	3.7	1.2	1.5	2.1	2.3	2.5	3.6	2.8	2.7	0.4	
VZ	5.7	2.5	2.3	2.5	2.3	2.1	2.9	1.8	2.3	0.9	
Z	17.0	2.1	0.5	0.8	1.4	0.6	1.1	1.5	1.6	0.6	
ZZ	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Totaal percentage soorten per fractie	35.5	6.0	4.9	5.7	6.7	6.9	11.1	11.7	9.5	1.9	
Cumulatief aantal soorten beginnend bij 90-100% agrarisch	100.0	64.5	58.5	53.6	47.9	41.2	34.2	23.1	11.4	1.9	



Figuur 3. Het aantal soorten als functie van de zeldzaamheid en het voorkomen van de soort in het agrarisch gebied. Taxa die niet op soort werden gedetermineerd zijn niet in deze figuur opgenomen.

5.3 Discussie: ecologie van de soorten

Om uitspraken te kunnen doen over de reden dat planten algemeen of zeldzaam zijn in het agrarisch gebied en om aan te kunnen geven welke maatregelen er nodig zijn om een zeldzame agrarische soort te behouden, is het wenselijk dat niet alleen naar aantallen wordt gekeken maar ook naar de ecologie van de soorten in de verschillende klassen in Figuur 3 en Tabel 4. Hoewel een gedetailleerde analyse buiten de scope van deze pilot valt, kunnen op grond van enkele 'top-lijsten' toch wel een aantal hypothesen worden gegenereerd.

Ten eerste is er een top-11 gemaakt van soorten met een 90-100% voorkeur voor het agrarisch gebied. Dit zijn dus de 'echte' agrarische soorten. Uit de lijst (Tabel 5) blijkt dat biet en maïs een positieve controle vormen voor de classificatie. Immers, het is logisch dat deze gewassen in een groot aantal opnames voorkomen in het agrarisch gebied. Daarnaast valt op dat 3 van de 11 soorten uit de top-11 een aquatische levenswijze heeft. Dit hangt mogelijk samen met de ligging van een groot deel van het agrarisch gebied in de lager gelegen delen van Nederland (vaak weidegebied), en dus het grote belang van greppels en sloten.

Tabel 5. Top-11 van min of meer algemene soorten met 90-100% voorkeur voor agrarisch.

Soort vaatplant	Voorkeur voor agrarisch	Zeldzaamheid
Stomphoekig sterrenkroos	0.900	0.014
Bastaardpaardenstaart	0.918	0.004
Paarbladig fonteinkruid	0.932	0.003
Boshavikskruid	0.901	0.003
Witte krodde	0.926	0.002
Biet s.s.	0.947	0.001
Maïs	0.951	0.001
Ingesneden dovenetel	0.949	0.001
Smal streepzaad	0.932	0.000
Stinkende kamille	0.987	0.000
Blonde egelskop	0.906	0.000

De karakteristieken van de top-11 met zeer sterk agrarisch gebonden soorten zijn ook te zien in de top-20 van algemene soorten met een iets geringere voorkeur. Zoals in Tabel 6 is te zien staan er weer 4 typische waterplanten in de lijst. Daarnaast bevat de lijst een groot aantal zeer algemene ‘onkruiden’.

Tabel 6. Top-20 van algemene soorten met 80-90% voorkeur voor agrarisch.

Soort vaatplant	Voorkeur voor agrarisch	Zeldzaamheid
Kropaar	0.824	0.122
Mannagras	0.810	0.122
Gladde witbol	0.858	0.117
Moerasrolklaver	0.809	0.096
Gewoon duizendblad	0.810	0.083
Klein kroos	0.843	0.076
Glanshaver	0.833	0.058
Grote waterweegbree	0.831	0.054
Gewone en Glanzende hoornbloem	0.823	0.053
Heermoes	0.821	0.051
Smalle waterpest	0.846	0.048
Fluitenkruid	0.814	0.048
Blaartrekkende boterbloem	0.832	0.042
Veelwortelig kroos	0.815	0.042
Hop	0.807	0.040
Zevenblad	0.830	0.034
Stijf havikskruid	0.887	0.031
Timoteegras s.s.	0.811	0.030
Boerenwormkruid	0.873	0.030

Een zeer interessante groep vormt natuurlijk de groep met de zeldzame soorten die een grote voorkeur hebben voor het agrarisch gebied (Tabel 7). Hier vinden we onder andere een typisch, oud akkeronkruid (Ruw parelzaad).

Tabel 7. 'Staart'-20 van zeldzame soorten met 80% voorkeur voor agrarisch.

Soort vaatplant	Voorkeur voor agrarisch	Zeldzaamheid
Pekbloem	0.828	0.000
Erwt	0.828	0.000
Schijnaardbei	0.828	0.000
Amerikaanse populier	0.828	0.000
Klavervreter	0.828	0.000
Gele wikke	0.828	0.000
Ruw pazelzaad	0.828	0.000
Grote biesvaren	0.828	0.000
Zand-haarmos (dood)	0.828	0.000
Stijve wolfsmelk	0.828	0.000
Draadzwengras	0.828	0.000
Gewone vogelmelk (subsp. <i>umbellatum</i>)	0.828	0.000
Lenteklokje	0.828	0.000
Sachalinse duizendknoop	0.828	0.000
Knikkende vogelmelk	0.828	0.000
Donzige klit	0.828	0.000
Bernagie	0.828	0.000
Scherpkruid	0.828	0.000
Eenstijlige x Koraalmeidoorn	0.828	0.000

Behalve dat het interessant is om inzicht te hebben in de soorten met een voorkeur voor agrarisch gebied is het ook nuttig om te weten welke soorten een sterke afkeer hebben. Deze soorten indiceren namelijk de milieus die zich niet laten verenigen met agrarisch gebruik, zelfs niet in de omgeving. Heel duidelijk blijkt uit de top-22 (Tabel 8) dat het hier soorten betreft van zoute wateren (slikken en schorren), van duinen en van moerassen.

Tabel 8. Top-22 van algemene soorten met 0-10% voorkeur voor agrarisch (dus een 'afkeer' van agrarisch gebied).

Soort vaatplant	Voorkeur voor agrarisch	Zeldzaamheid
Zandzegge	0.081	0.023
Zilte rus	0.096	0.008
Veenpluis	0.061	0.008
Strandkweek	0.046	0.007
Zeegroene zegge	0.074	0.007
Melkkruid	0.061	0.007
Zulte	0.047	0.007
Helm	0.018	0.007
Gewoon kweldergras	0.051	0.007
Zandpaardenbloemen	0.067	0.007
Duinkruiskruid	0.000	0.006
Duindoorn	0.004	0.006
Schorrenkruid	0.009	0.006
Kortarige zeekraal	0.028	0.005
Smal fakkkelgras	0.010	0.005
Smalle waterweegbree	0.061	0.005
Zeeweegbree	0.018	0.004
Gerande schijnspurrie	0.056	0.004
Ruw vergeet-mij-nietje	0.062	0.004
Duinreigersbek	0.007	0.004
Schorrenzoutgras	0.050	0.004

Daarnaast biedt de top-20 van zeldzame soorten met een afkeer van agrarisch gebied (Tabel 9) inzicht in de soorten die voorkomen op terreintypen die ofwel geen enkele interactie hebben met agrarisch gebruik (zoute wateren, slikken en schorren, stad) of soorten die alleen overleven in bos of grasland dat beschermd is tegen agrarische invloeden.

Tabel 9. Top-20 van zeldzame soorten met 0-10% voorkeur voor agrarisch (dus een 'afkeer' van agrarisch gebied).

Soort vaatplant	Voorkeur voor agrarisch	Zeldzaamheid
Oranje springzaad	0.000	0.000
Hazelaarbraam (R. camptostachys)	0.000	0.000
Goudenregen	0.000	0.000
Hartbladzonnebloem	0.000	0.000
Smalle olijfwilg	0.000	0.000
Wrangwortel	0.000	0.000
Gedeelde meelbes	0.000	0.000
Boswalstro	0.000	0.000
Westerse karmozijnbes	0.000	0.000
Vlaswarkruid	0.000	0.000
Nieuwzeelandse spinazie	0.000	0.000
Welriekende en Bergnachtorchis	0.000	0.000
Amerikaans vergeet-mij-nietje	0.000	0.000
Akkerviltkruid	0.000	0.000
Gladde aster	0.000	0.000
Mansoor	0.000	0.000
Strandvarkensgras	0.000	0.000
Rond kaasjeskruid	0.000	0.000
Zandstruisgras (dood)	0.000	0.000

5.4 Conclusies

Method

Het blijkt zeer goed mogelijk om op basis van een landelijke kartering van 'agrarisch gebied' een indruk te geven van de voorkeur van plantensoorten voor agrarisch of niet-agrarisch gebied en bij deze analyse ook rekening te houden met de zeldzaamheid van de soorten. Omdat in de huidige methode een vrij brede definitie is gebruikt van het agrarisch gebied, mogen de resultaten als vrij robuust worden beschouwd. De trends in de huidige resultaten zullen zich naar alle waarschijnlijkheid nog scherper gaan aftekenen bij een smallere definitie van het agrarisch gebied.

Mate van detail

In de huidige analyse is vrij grof gewerkt. Dit betekent dat een groot aantal subhabitats zoals greppels, bermen, houtwallen, kleine bosjes, wegen, vaarten, kleine bebouwing, moerassige plekken en poelen, is ingelijfd bij het agrarisch gebied. Enerzijds is dit logisch omdat sommige van deze elementen onderdeel uitmaken van het agrarisch gebied volgens de definitie (zie Hoofdstuk 2). Anderzijds zorgt deze manier van werken voor een vervlakking van de resultaten. Het is nu bijvoorbeeld niet duidelijk van welk element in het agrarisch gebied de soorten precies afhankelijk zijn.

Er zijn minimaal twee methoden om een beter zicht te krijgen op het belang van de verschillende sub-habitats:

- Het werken met een aanvullende ecologische analyse, die aangeeft welke ecologische factoren in het agrarisch gebied van belang zijn voor het overleven van de soorten.
- Een ruimtelijke analyse op een kleinere schaal, waarbij rekening wordt gehouden met het voorkomen van soorten in relatie tot de aanwezigheid van greppels, bermen, ruigtes, etc. in de in de analyse gebruikte terrein-eenheden. Hierbij kan voor iedere soort de 'specificiteit' (dat wil zeggen de voorkeur van een soort voor een sub-habitat ten opzichte van de andere habitats) worden berekend voor bepaalde sub-habitats, zoals houtwallen, greppels, etc.

Voor beide methodes zijn technieken beschikbaar.

Aanwezigheid van soorten

De huidige analyse is gebaseerd op de aanwezigheid, ofwel de 'presentie' of het voorkomen, van een soort in een opname. Dit heeft twee consequenties:

- Het gebruik van presentie werkt sterk vervlakkend op de aantallen van de individuen. Daarmee geeft een presentie-analyse vrijwel altijd een minder sterk beeld dan een aantalsanalyse (abundantie, dichtheid). De trends in de huidige analyse zijn daarom naar verwachting een zwakke afspiegeling van de trends die de aantallen van de soorten in het veld zullen laten zien.
- Presentie zegt niet altijd iets over de afhankelijkheid van een soort van het gebiedstype. Wellicht is de aanwezigheid van sommige soorten in het niet-agrarische gebied wel het gevolg van kiemende zaden die hun oorsprong hebben in het agrarische gebied. Ook het omgekeerde kan voorkomen. Als niet met planten, maar met dieren, bijvoorbeeld insecten wordt gewerkt, wordt dit spreidingseffect mogelijk nog sterker.

Voor inzicht in beide aspecten is een meer gedetailleerde analyse noodzakelijk waarbij ook wordt gekeken naar de aantallen en de ecologie van de soorten.

Areaal van agrarisch en niet-agrarisch gebied

In deze studie is de kans op het voorkomen van een soort in een opname uitgedrukt voor gelijke arealen agrarisch en niet agrarisch gebied. We hebben ook uitgerekend wat er met de kansen gebeurt als er met de actuele oppervlaktes zou worden gewerkt en het resultaat was dat vooral de soorten met 60-80% voorkeur voor agrarisch een 5 tot 8% grotere voorkeur kregen voor het agrarisch gebied. De voorkeur van soorten die toch niet in agrarisch gebied voorkomen of al zo'n grote voorkeur hebben dat dit niet makkelijk groter kan, vertonen weinig verandering. Hierdoor zijn iets meer soorten in absolute zin afhankelijk van het agrarisch gebied. Niet omdat ze het daar zo naar hun zin hebben, maar omdat er toevallig 30% meer agrarisch areaal is, waarin ze toch zo nu en dan een plekje vinden.

6 Taxonomisch-ecologische benadering: loopkevers (pilot studie 2)

Analyse van databases met verspreidingsgegevens heeft als grootste bezwaar dat de onderliggende data vaak een te kleine geografische resolutie hebben en kampen met veel bias in de bemonstering. Gecombineerde kennis over de ecologie, habitatbinding en verspreiding is vaak goed voorhanden bij ecologische taxonomen met jarenlange ervaring in een bepaalde groep.

Er zijn goede redenen te veronderstellen dat experts met deze ervaringskennis goed kunnen inschatten in welke mate soorten afhankelijk zijn van bepaalde biotopen en bijbehorende beheersvormen. Voor deze tweede pilot studie is gekozen voor loopkevers, omdat van deze groep veel kennis aanwezig is en de experts bereid waren mee te werken. Het doel was vooral om de bruikbaarheid van de methode te toetsen, zodat die in de toekomst ook op andere taxonomische groepen toegepast kan worden.

Om de bruikbaarheid van de taxonomisch-ecologische benadering te toetsen zijn er drie mogelijke methoden (en mengvormen daarvan):

1. Aan elke soort kunnen door experts een aantal life-history kenmerken toegekend worden zoals reproductiecapaciteit, dispersievermogen, stresstolerantie etc. Op die basis zou je een combinatie van criteria kunnen formuleren om de potentiële habitatbinding van soorten te kunnen inschatten. Bijvoorbeeld aan welke eigenschappen soorten moeten voldoen om gebonden te zijn aan extreem dynamische milieus zoals agrarische percelen.
voordeel: verspreidingsgegevens zijn niet nodig, geeft meteen verklaring waarom soorten aan agrarisch gebied gebonden zijn.
nadeel: life-history gegevens zijn vaak niet voorhanden of gokwerk; check op werkelijke voorkomen is alsnog nodig.
2. Alle records in databases waaraan ecologische gegevens hangen worden op basis van deze gegevens en op basis van door experts bepaalde kwantitatieve criteria al dan niet toegekend aan een categorie 'primair agrarisch'.
voordeel: kwantitatieve persoonsafhankelijke benadering.
nadeel: bij veel records ontbreken ecologische gegevens, bekende bias (representativiteit) in data blijft een probleem.
3. Eén of meerder experts wordt gevraagd op basis van hun ecologische en andere specialistische kennis soorten in te delen bij agrarische en niet-agrarische habitatcategorieën. In feite combineren zij daarbij hun eigen ervaringskennis met de kennis die ze hebben over 1 en 2.
voordeel: kan relatief snel worden uitgevoerd met integratie van alle kennis.
nadeel: persoonsgebonden bias/opinie kan sterk zijn; bij sommige taxonomische groepen zijn er maar slechts 1 á 2 experts in Nederland.

In de pilot studie hebben we voor methode 3 gekozen met loopkevers als taxonomische testgroep.

6.1 Methode

Aanpak:

- Keuze voor de goed onderzochte groep loopkevers waarin 390 soorten zitten met een uiteenlopende binding aan stabiele en instabiele habitats en die geen directe binding hebben met plantensoorten.
- Onafhankelijke beoordeling door 2 experts (Theodoor Heijerman en Hans Turin).
- Vooraf aangereikte indeling van evenwichtige categorieën habitats en toelichting en check of ze er mee uit de voeten dachten te kunnen.
- De helft van de soorten werd beoordeeld, zodat het voldoende kwantitatief was en toch ruimte liet voor een herhaling (met evt. een ander methode) op een andere gegevensset.
- Naast kennis in eigen hoofd was het toegestaan de loopkeveratlas met verspreidingsgegevens te raadplegen voor zelfreflectiemogelijkheid bij de beoordeling.

Er werd gevraagd in een paar uur 189 soorten (alle even genummerde loopkeversoorten) zoveel mogelijk exclusief in te delen in de volgende categorieën:

- **A-** soorten die voornamelijk gevonden worden in agrarische milieu's (akkerland, regulier beweide of gemaaid grasland, fruitteelt, boomteelt, bollenteelt, inclusief erven, etc.)
- **B-** soorten die talrijk zijn in een agrarische omgeving en vergelijkbare, instabiele en sterk door de mens beïnvloede milieus (stedelijk gebied), of soorten die overgangen of combinaties van natuur/landbouw prefereren.
- **C-** soorten die vooral in natuurgebieden voorkomen, maar zich ook handhaven in natuurlijke elementen in het agrarisch landschap.
- **D-** soorten die uitsluitend in natuurgebieden voorkomen (bos, heide, duinen, kwelders, moerassen, etc.).

Bij grote onzekerheid was een vraagteken toegestaan. De categorie 'eurytope soorten die in veel habitats worden gevonden' is bewust uit het geheel weggelaten om tenminste een beeld te krijgen of soorten vooral in het agrarisch gebied dan wel het natuurgebied worden gevonden.

Als achtergrond van deze indeling werd meegegeven:

- **A** betreft soorten afhankelijk van het agrarisch gebeuren (de centrale vraag van het project).
- **A+B** zijn soorten van het cultuurlandschap.
- **C+D** zijn natuur geassocieerde soorten.
- **D** soorten afhankelijk van natuurgebied.

De volgorde van A → D loopt van veel gestoord naar minimaal gestoord en van sterk cultuurbepaald naar sterk natuurgebonden en kan opgevat worden als een gradiënt.

Agrarisch zijn alle biotopen die door ondernemers beheerd worden met als doel agrarische productie (Hoofdstuk 2), dus niet blauwgraslanden en door boeren

beheerde natuur. Er is gevraagd niet lang stil te staan bij lastige grensgevallen, maar gewoon een keuze te maken. Voor enig kwantitatief houvast bij de beoordeling van soorten werd ook nog de volgende tekst meegeven:

- Een beest dat voor > 90% op akkers zit of in gewassen naar **A**.
- Een beest dat voor > 50% in akkers of ruige terreinen zit in **B**.
- Een beest dat voor > 50% gevonden wordt in natuurterreinen maar ook in overhoekjes, houtwallen of slootkanten indelen in **C**.
- Een beest wat > 90% in het bos zit maar ook in houtwallen gevonden wordt in **D**.

6.2 Resultaten

Binnen een week na uitzetten van de vraag waren de door de experts ingevulde lijsten weer beschikbaar. De resultaten zijn uitgewerkt in Tabel 10. De meegegeven aanwijzingen bleken voldoende helder om de soorten in enkele uren bij de categorieën in de delen. Wel bleek dat in sommige gevallen de experts twijfelden tussen 2 categorieën en daarom 2 kruisjes hebben gezet.

Tabel 10. *Afhankelijkheid van loopkeversoorten van het agrarisch gebied volgens twee onafhankelijke loopkeverdeskundigen.*

Categorieën	Aantal soorten	
	Expert 1	Expert 2
A - vooral agrarisch	5	16
B - agrarisch en stedelijk	49	39
C - natuur en natuurelementen	119	78
D - vooral natuur	37	73
onbekend	13	6

Op basis van de resultaten in bovenstaande tabel kon het volgende worden samengevat:

- Bij 5% van de soorten konden de experts geen keuze geven, meestal omdat de soort maar één of enkele keren in Nederland gevangen was.
- Bij 14% van de soorten werden 2 kruisjes gezet, veelal in de categorieën C en D.
- Weinig soorten werden aangemerkt als afhankelijk van het agrarisch gebied (categorie A), n.l. resp. 3% en 7% voor experts 1 en 2. Opvallend was dat de weinige soorten die expert 1 opsomde alle ook genoemd werden door expert 2.
- Zoals verwacht werden veel meer soorten afhankelijk geacht van natuurgebied (categorie D), n.l. 20-40%.
- Aan de categorieën C en D werden door de twee experts respectievelijk 23% en 52% van de soorten toegekend.

In grote lijnen kan geconcludeerd worden dat volgens de beide deskundigen 30% van de loopkevers relatief veel voorkomt in het cultuurlandschap (A + B) en 70% meer in het natuurgeedomineerde gebieden (C+D). Mogelijk is slechts 3-7% van de loopkeversoorten puur afhankelijk van agrarisch gebied.

Soorten die door de experts werden aangegeven als afhankelijk van het agrarisch gebied zijn:

Loricera pilicornis
Dyschirius globosus
Trechus quadristriatus
Belbidion lampros
Bembidion quadrimaculatum
Bembidion guttula
Bembidion tetracolum
Pterostichus melanarius
Calathus melanocephalus
Agonum muelleri
Amara plebeja
Amara lunicollis
Harpalus rufipes
Harpalus affinis
Harpalus tardus

Al deze soorten worden als algemene soorten in Nederland gezien. Op basis van deze lijst is de schatting dat van de totaal 390 loopkeversoorten in Nederland er ca. 20 afhankelijk zijn van het agrarisch gebied, d.w.z. dat ze daar in hoge mate geconcentreerd voorkomen.

De analyse van de kruisjeslijsten richtte zich naast de percentages soorten in verschillende categorieën ook op de consistentie tussen de experts om de betrouwbaarheid van de methode te toetsen. De consistentie tussen de experts was hoog. Bij liefst 69% van de soorten gaven de experts exact dezelfde categorie en bij nog eens 28% werd de nevenstaande categorie genoemd, In het laatst geval betrof het vaak de verschuiving tussen categorieën C en D en een enkele maal tussen A en B. Slechts bij 5 soorten (3%) was er een echte discrepantie (B <-> D) in het oordeel.

6.3 Conclusies

De voorlopige conclusies naar aanleiding van deze pilot studie zijn:

- De methode met de aangegeven criteria lijkt voldoende helder en consistent resultaat te leveren.
- Herhaling met twee andere experts, een andere dataset of een andere taxonomisch groep zou meer inzicht kunnen geven hoe breed de methode toepasbaar is.
- In de pilot studie werd duidelijk dat slechts een klein percentage van de loopkevers echt afhankelijk lijkt van het puur agrarisch gebeuren, maar dat het cultuurlandschap in zijn algemeenheid voor veel soorten belangrijk is.

7 Algemene discussie & conclusies

In hoofdstuk 2 is uitgelegd dat de omschrijving van het agrarisch gebied, d.w.z. welke elementen er wel en niet toe worden gerekend, zeer nauw luistert voor het aantal soorten dat in het gedefinieerde habitat voorkomt. Op welke ruimtelijke schaal welke biodiversiteit aanwezig is, is iets dat voor zover ons bekend nog nooit goed is onderzocht. Dit geldt echter niet alleen voor het agrarisch gebied, maar ook voor andere typen gebieden, waaronder natuurgebied.

Conclusie: De definitie van agrarisch gebied bepaalt in grote mate welke biodiversiteit zich daarin bevindt. Studies van de agrobiodiversiteit zullen derhalve altijd gepaard moeten gaan met een gedetailleerde omschrijving van wat men onder agrarisch gebied verstaat.

In Hoofdstuk 2 is agrarisch gebied gedefinieerd als het geheel van landbouwpercelen (akkers, weilanden, boomgaarden, etc.) inclusief de kleinschalige landschapselementen (groen-blauwe dooradering). Het agrarisch gebied is goed in te delen in bedrijfstypen (of –sectoren). Daarnaast kan onderscheid gemaakt worden tussen bedrijfssystemen, b.v. traditioneel versus biologisch/ecologische vormen.

Naast een indeling van het agrarisch gebied is nagegaan op wat voor een manieren soorten afhankelijk kunnen zijn van het agrarisch gebied. De levensvoorwaarden van de soorten bepalen hun voorkomen in en hun specificiteit voor bepaalde habitats. Het landbouwecosysteem bevat een groot aantal habitats en biedt dus een leefomgeving aan een groot aantal soorten. Er zijn veel soorten die op opportunistische wijze gebruik kunnen maken van cultuurgronden en daar dan (tijdelijk) hoge dichtheden kunnen bereiken. Dit zijn vaak niet de soorten die perse afhankelijk zijn van cultuurgronden. Sterk van het agrarisch gebied afhankelijke soorten maken gebruik van typisch agrarische kenmerken zoals de beschikbaarheid van bepaalde waardplanten (cultuurgewassen en/of onkruiden), plaagorganismen (voedselbron of gastheer voor natuurlijke vijanden), het mairegime in gras- en hooilanden, ploegen (brengt wormen aan de oppervlakte), graan, muizenplagen (beiden als voedsel) en de aanwezigheid van vee en mest. Echte afhankelijkheid houdt vooral in dat er cruciale fasen in de levenscyclus van soorten zijn die specifiek in het agrarisch gebied plaats vinden (broeden, foerageren, overwintering, etc.).

Conclusie: Er zijn vele manieren waarop soorten van het agrarisch gebied afhankelijk kunnen zijn. Bij afhankelijkheid van het agrarisch gebied (of landelijk gebied) dient centraal te staan dat het duurzaam voortbestaan van de populatie in Nederland in grote mate samenhangt met de ecologische kwaliteit van het agrarisch gebied (of landelijk gebied).

Met een literatuurstudie (Hoofdstuk 3) is nagegaan wat er nationaal en internationaal bekend is over de bijdrage van de agrobiodiversiteit aan de totale biodiversiteit. Op het internet werd een claim gevonden dat dit 50% zou zijn. Hierbij werd echter geen (wetenschappelijke) onderbouwing gegeven. Aannemelijk lijkt dat dit percentage de soorten betreft die (wel eens) in het agrarisch gebied worden waargenomen. Deze

soorten zijn volgens de gevonden literatuur echter lang niet altijd specifiek gebonden aan het agrarisch landschap. Over de hoofdvraag van deze haalbaarheidsstudie werd door ons dus nagenoeg niets gevonden. Mogelijk is deze vraag nog nooit eerder wetenschappelijk onderzocht.

Conclusie: Het is niet uit de bestaande literatuur af te leiden welke percentage soorten van de totale biodiversiteit er daadwerkelijk afhankelijk is van het agrarisch gebied, noch binnen Nederland, noch in andere landen.

Er bestaat daarentegen een geweldige hoeveelheid wetenschappelijke informatie over de relatie tussen agrobiodiversiteit en het soort gewas, bepaalde teeltmaatregelen, het type agrarische bedrijfsvoering en de inrichting van het landbouwgebied. Over het algemeen blijkt dat onder meer de volgende ingrepen leiden tot een lagere biodiversiteit in het agrarisch gebruikt areaal: een eentonige gewasstructuur, recente verstoring, grote afmeting van de vlakten, reductie van de diversiteit van plantensoorten (onkruidbestrijding), zware bemesting en toepassing van insecticiden. De overblijvende soorten kunnen soms in hoge dichtheden voorkomen. Aanwezigheid van randen en kleine landschapselementen, afwisselende kleine gebieden (mozaïekstructuur) en een goede dooradering van het landschap zijn in de meeste gevallen gunstig voor de biodiversiteit binnen het agrarisch gebied.

Conclusie: Er is veel bekend over de samenhang tussen de agrobiodiversiteit en de kwaliteit van het agrarisch gebied en het cultuurlandschap. Dit biedt in principe handvaten voor beleids- en beheersmaatregelen.

Voor het bepalen van het deel van de biodiversiteit dat afhankelijk is van agrarisch gebied bestaan drie principiële benaderingswijzen:

1. de geografische benadering (kijken naar voorkomen van soorten in relatie tot landgebruik),
2. de taxonomisch-ecologische benadering (kijken naar de leefwijze van de soorten, al dan niet op basis van een deskundigenoordeel), en
3. de onderzoeksbenadering (actief nieuwe gegevens genereren, b.v. in gebiedsstudies).

De pilot studies in Hoofdstukken 5 en 6 laten zien dat zowel de geografische als de taxonomisch-ecologische benadering eenduidige en bruikbare informatie oplevert. De onderzoeksbenadering is niet in een pilot uitgewerkt, maar spreekt voor zich.

Om ruwweg vast te stellen welk deel van de Nederlandse biodiversiteit afhankelijk is van agrarisch gebied, zou de taxonomisch-ecologische benadering kunnen worden toegepast op de totale soortenlijst van Nederland, d.w.z. met een steekproef. Aan zo'n soortenlijst werd ten tijde van het schrijven van dit rapport de laatste hand gelegd door Naturalis. De benadering is derhalve nog niet op deze lijst uitgetoetst. Voor deze exercitie zou een heel scala aan taxonomisch-ecologische deskundigen moeten worden geraadpleegd. Voor sommige soortgroepen zullen deze binnen Nederland mogelijk niet aanwezig zijn.

Voor de geografische benadering zijn grote hoeveelheden gegevens nodig over het voorkomen van de vele groepen soorten en het landgebruik in Nederland. Een geheel uitputtende inventarisatie van al deze databestanden binnen Nederland was in het kader van voorliggende studie niet mogelijk. Wel is in Hoofdstuk 4 een overzicht gepresenteerd van een aantal belangrijke gegevensbestanden en hun bruikbaarheid voor geografische analyse. Hieruit blijkt dat niet voor alle groepen afdoende gegevens bestaan of beschikbaar zijn voor een geografische aanpak. Voor deze soorten zal hoe dan ook een taxonomisch-ecologische benadering moeten worden gebruikt of aanvullend onderzoek moeten worden verricht. Voor de belangrijkste en meest in het oog springende groepen organismen is er waarschijnlijk wél genoeg informatie voor een geografische analyse. Ook zijn er gedetailleerde en verschillende vormen van landgebruiksgegevens beschikbaar voor heel Nederland.

De geografische analyse heeft als groot voordeel dat deze objectief en verifieerbaar is. Dit is bij de taxonomisch-ecologische aanpak in mindere mate het geval. De geografische analyse biedt ook mogelijkheden om de agrobiodiversiteit nader te specificeren, b.v. door deze te koppelen aan het soort teelt en de mate van dooradering van het landschap. Nadeel van de geografische benadering is echter wel dat er grote hoeveelheden opnames van de bestudeerde groep organismen moeten bestaan, ook in het agrarisch gebied. Dit is niet altijd het geval. Ook betekent specifiek voorkomen in agrarisch gebied *an sich* niet altijd een grote mate van afhankelijkheid van het agrarisch gebied. Verder zegt een geografische analyse van de huidige stand van zaken niet alles over de *potentie* van het agrarisch gebied voor de biodiversiteit. Door vershraling van het gebied kunnen in de loop der tijd al vele 'typisch' agrarische soorten verdwenen zijn. Voor een goede interpretatie zijn dus ook gegevens nodig over de specificiteit van soorten voor het agrarisch gebied en over hun leefwijze en levenscyclus. Ook kunnen historische gegevens een rol spelen. Er is bij een geografische analyse dus uiteindelijk toch ook behoefte aan aanvullende, vooral ecologische, informatie over de individuele soorten zelf. Dit soort gegevens kan b.v. uit functionele databases worden gehaald (zie b.v. Jagers op Akkerhuis *et al.*, 2004b).

*Conclusie: Een (random) steekproef uit de soortenlijst van Nederland in combinatie met een deskundigenoordeel is waarschijnlijk alleen geschikt om het ruwe plaatje van het belang van het agrarisch gebied voor de soortdiversiteit in Nederland te schetsen (zie ook Jagers op Akkerhuis *et al.*, 2004a, voor een gelijksoortige conclusie t.a.v. de monitoring van biodiversiteit). Het meest kansrijk voor de toekomst lijkt echter een combinatie van de geografische analyse op basis van GIS met ecologische gegevens over leefwijze, levenscyclus, etc. Met deze (functionele) benadering kunnen op termijn ook handvaten worden geboden voor beleid en beheer, inclusief de monitoring van het effect van maatregelen.*

Ook na deze eerste haalbaarheidsstudie kan niet met zekerheid gezegd worden welk gedeelte van de Nederlandse biodiversiteit afhankelijk is van agrarisch gebied. Er zijn echter twee korte pilot studies uitgevoerd, met vaatplanten (geografische benadering) en met loopkevers (taxonomisch-ecologische benadering). En in beide gevallen kwam uit de analyse dat het percentage soorten dat sterk afhankelijk is (of lijkt) van het agrarisch gebied 10% of minder bedraagt indien afhankelijkheid strikt wordt

gedefinieerd (bij de vaatplanten 1,9% en bij de loopkevers 3-7%). Ook bij een iets ruimere definitie zou maar 11,4% van de plantensoorten gebonden zijn aan agrarisch gebied. Bij de vaatplanten bleek verder dat er relatief veel meer soorten voorkomen die geheel gebonden zijn aan niet-agrarisch gebied (35.5%) en dat de meeste in Nederland zeldzame en zeer zeldzame plantensoorten nauwelijks in ons agrarisch worden gevonden. Het is waarschijnlijk dat deze een voorkeur voor natuurgebieden hebben. Uit het oordeel van de deskundigen over de lijst met loopkevers bleek analoog dat bij deze groep 20-40% van de soorten een voorkeur voor natuur lijkt te hebben.

Deze eerste gegevens doen geen recht aan claims dat 50% van alle soorten afhankelijk zou zijn van agrarisch gebied. Het gaat dus eerder om 10% of minder. Is dit de regel voor alle groepen organismen of is de overeenkomst tussen de twee pilot analyses toeval? Een snelle blik op de vogellijst van de Lage Landen (<http://nl.wikipedia.org>) aangevuld met een ruwe beoordeling levert Tabel 11 op. Hieruit blijkt dat ook bij de vogels waarschijnlijk maar een klein gedeelte van de soorten, zo'n 7% grotendeels afhankelijk is van agrarisch gebied. Dit percentage is bij benadering vergelijkbaar met dat voor vaatplanten en loopkevers. Ca. 15% (7% + 8%) is mogelijk afhankelijk van landelijk gebied (dus agrarisch gebied plus dorpen, erven, bermen, kleine stukjes natuur, etc.; zie Tabel 11).

*Tabel 11. Soorten vogels waarvan voor de vuist weg kan worden aangenomen dat zij in grote mate afhankelijk zijn van het agrarisch en/ of landelijk gebied voor voedsel, nestgelegenheid en/ of beschutting. Voor het totale aantal Nederlandse vogels is uitgegaan van 245 soorten (onregelmatige gasten en dwaalgasten niet meegerekend). Soorten gemerkt met een * staan op de Rode Lijst (Vogelbescherming, 2004).*

Agrarisch gebied?	Landelijk gebied?
Grauwe gans	Ooievaar
Kolgans	Slobeend*
Rietgans	Zomertaling*
Kleine rietgans	Grauwe kiekendief*
Brandgans	Kievit
Rotgans	Watersnip*
Kleine zwaan	Tureluur*
Knobbelzwaan	Kerkuil*
Patrijs*	Steenuil*
Kwartel	Boerenzwaluw*
Kwartelkoning*	Huiszwaluw*
Grutto*	Roek
Kemphaan*	Kramsvogel*
Veldleeuwerik*	Grauwe vliegenvanger*
Gele kwikstaart*	Graspieper*
Engelse gele kwikstaart*	Witte kwikstaart
Grauwe gors*	Grauwe klauwier*
Ringmus*	Kneu*
	Geelgors
	Ortolaan*
Ca. 18 soorten = 7,3%	Ca. 20 soorten = 8,2%

Conclusie: Ondanks het feit dat 70% van Nederland zou bestaan uit agrarisch gebied (uit onze pilot studie kwam een percentage van 59%), lijkt het percentage soorten dat hiervan in sterke mate afhankelijk is veel lager, mogelijk minder dan 10%. Deze eerste indicatie behoeft echter bevestiging voor veel meer groepen soorten.

Het zou echter te ver gaan om uit deze preliminaire conclusie af te leiden dat het agrarisch gebied er niet toe doet voor het behoud van de biodiversiteit in Nederland. Het gaat, zoals gezegd, immers om een zeer groot areaal waarin ook andere soorten soms voedsel en beschutting vinden. Niet alleen het voorkomen van soorten, maar ook de aantallen individuen van soorten die het agrarisch gebied herbergt, zullen bijdragen aan het in stand houden van levensvatbare populaties in Nederland. Bovendien kan de soortenarmoede in het agrarisch gebied juist het gevolg zijn van de slechte milieukwaliteit van het gebied (een cumulatie van stressfactoren als verdroging, verzuring, versnippering, vermesting, vervuiling, etc.). Dit kan eveneens geïllustreerd worden met het bovenstaande voorbeeld van de Nederlandse vogels. Opvallend aan de lijst met vogels in Tabel 11 is n.l. dat zich onder deze soorten een groot aantal bevindt dat op de Rode Lijst staat (Vogelbescherming, 2004), 24 van de 38 genoemde soorten. Voor de meeste van deze soorten wordt het verminderde voedselaanbod of de afgenomen nestgelegenheid in het agrarisch gebied genoemd als reden voor de bedreiging van de soort. Daarnaast zij er nog diverse minder voor de hand liggende vogelsoorten waarvoor de verminderde leefkwaliteit in het agrarisch gebied mede als reden wordt genoemd voor hun status op de Rode Lijst (hop, roodkopklauwier, zomertortel, ransuil, paapje).

Conclusie: Ook veel niet-typische agrarische soorten zullen profiteren van een verbetering van de ecologische kwaliteit van het agrarisch gebied.

8 Aanbevelingen & aanpak vervolgonderzoek

In deze haalbaarheidsstudie is nog geen definitief oordeel geveld over het percentage van de Nederlandse biodiversiteit dat afhankelijk is van het agrarisch gebied. Wel is een eerste indicatie verkregen dat het mogelijk om 10% of minder van alle soorten zou gaan. Dit percentage kan worden geverifieerd met een steekproef uit de database van de Nederlandse soorten die Naturalis thans bijna gereed heeft. Indien het veronderstelde percentage voor alle soorten ruwweg zou worden bevestigd, kan verder onderzoek zich richten op b.v. de rol van de agrobiodiversiteit en de relatie met gewassen, teeltmaatregelen, bedrijfsvoering en dooradering. Hiervoor wordt een combinatie van geografische (GIS) en functionele analyse voorgesteld.

Steekproef uit database Naturalis

Het is de uitdrukkelijke wens van de Directie Natuur van het Ministerie van LNV om in eerste instantie vooral de vraag te beantwoorden welk deel van de biodiversiteit in Nederland ruwweg afhankelijk is van het agrarisch gebied. Voor het definitief beantwoorden van deze vraag zal een steekproef worden genomen uit de soorten-database van Nederland die binnenkort door Naturalis in Leiden wordt afgerond. Zo'n steekproef geeft een algemene indicatie van het percentage agrobiodiversiteit van de totale biodiversiteit. Ook zou op basis van de steekproef globaal kunnen worden aangegeven uit welk soort organismen deze agrobiodiversiteit bestaat. Voor het beoordelen van de afhankelijkheid zal een beroep moeten worden gedaan op taxonomische en ecologische experts. De tweede pilot in de huidige haalbaarheidsstudie heeft aangetoond dat deze expertbenadering goed werkt, mits de deskundigen duidelijke richtlijnen worden gegeven. Voor de indeling van het agrarisch gebied en de afhankelijkheid daarvan kan gebruik worden gemaakt van de reeds opgezette classificaties in Hoofdstuk 2. Het is overigens mogelijk dat van een aantal soorten helemaal geen (auto)ecologische gegevens bekend zijn. Het is belangrijk voor de toekomst om de groepen soorten waarvoor deze kennislacunes bestaan op basis van de voorgestelde steekproef te benoemen.

Omdat een aselechte steekproef uit een database met duizenden soorten slechts tot een ruwe schatting van de agrobiodiversiteit leidt, zal hiervan ook de statistische onzekerheid moeten worden berekend om aan te geven hoe verantwoord deze schatting is. De steekproef zal beperkt moeten zijn van omvang. Te denken valt aan enkele honderden van de 35.000 soorten.

Vervolgonderzoek

Naast de hoofdvraag van voorliggende studie, namelijk welk deel (%) van de biodiversiteit in Nederland afhankelijk is van het 'agrarisch gebied', is een aantal afgeleide vragen te onderscheiden die op de langere termijn via nadere studie beantwoord moeten worden. Enkele hiervan zijn:

- Hoe verhoudt het percentage soorten in het agrarisch gebied in Nederland zich tot het stedelijke gebied en de EHS?

- Hoe groot is de afhankelijkheid van specifieke (groepen) soorten van het agrarisch gebied en op welke wijze (levenscyclus, foerageren, voortplanting, standplaats, enz.) en in welke mate (kwantitatief) zijn ze afhankelijk (obligaat, ten dele, uitwijk, enz.)?
- In welke delen van het agrarisch gebied bevindt de agrobiodiversiteit zich eigenlijk? Met welke teelten/bedrijfstypen hangt zij samen? En wat is de precieze bijdrage van de groen-blauwe dooradering voor de diverse groepen ‘agrarische’ soorten? (sommige deskundigen stellen dat de werkelijk diversiteit in het landelijk gebied juist zit in de kleine ‘pareltjes’, de poeltjes en kleine natuurterreintjes, en niet in de grote monotone vlaktes van de akkers en weilanden; zie ook hoofdstuk 3).
- Zijn onder de ‘agrarische’ soorten natuurdoelsoorten, beschermde soorten, sleutelsoorten etc. en zo ja wat is dan hun aandeel in het totale aantal ‘agrarische’ soorten? (zie het voorbeeld van de vogels in Hoofdstuk 7).
- Welke elementen van de agrobiodiversiteit hebben een (productie-ondersteunende) functie (de z.g. Life Support Functies, LSF) voor de duurzaamheid van de landbouw (natuurlijke vijanden, bodemleven, enz.)?
- Zijn de soorten die in belangrijke mate afhankelijk zijn van het agrarisch gebied dezelfde als de soorten met de grootste betekenis voor de landbouw uit het oogpunt van duurzaamheid (zie bovenstaande vraag)?
- Wat betekent de transitieproces naar een duurzame landbouw voor de biodiversiteit in het agrarisch gebied (en hoe monitor je dat)?
- Op welke elementen van de agrobiodiversiteit zou beleid en (agrarisch) beheer zich moeten richten, zowel om de diversiteit in stand te houden en te doen toenemen als om de landbouwpraktijk duurzamer te maken?

Het is aannemelijk dat de agrobiodiversiteit sterk samenhangt met inwendige indeling en kwaliteit van het agrarisch gebied, maar hier bestaat tot op heden weinig inzicht in. Daarom kan middels een regionale studie voor geselecteerde functionele groepen soorten worden nagegaan hoe de diversiteit samenhangt met het bedrijfstype, de bedrijfsvoering en de dooradering van de percelen. Hierbij dienen doublures met eerdere inventarisaties (zie Hoofdstuk 3) en met nog lopend onderzoek te worden voorkomen.

Als hoofdbenadering voor het beantwoorden van deze vragen wordt een combinatie van GIS met functionele analyse op basis van ecologische kennis (en databestanden) aanbevolen. Uit pilot studie 1 van het voorliggende onderzoek bleek dat dit voor bepaalde groepen organismen een zeer goed beeld kan geven. De bestaande gegevensbestanden van landgebruik zijn dusdanig gedetailleerd dat een nadere analyse op een kleinere schaal goed mogelijk is. Interessante en belangrijke (functionele) groepen organismen waar waarschijnlijk goede bestanden met verspreidingsgegevens van bestaan zijn dagvlinders, zweefvliegen, wantsen en de ongewervelde bodemfauna (mijten, nematoden, springstaarten, wormen, etc.; deze worden ook gemonitord binnen het Landelijk Meetnet Bodem t.b.v. de Bodembiologische Indicator, ‘BOBI’).

Naar verwachting kan dit soort analyses in de toekomst belangrijke informatie opleveren over de gevolgen van (overgangs)scenario's voor transitie naar duurzame landbouw voor de biodiversiteit in Nederland, n.l. door de gevolgen van een veranderende landbouwpraktijk en de soortdiversiteit in een bepaald geografisch gebied met elkaar in verband brengen.

Literatuur

- Altieri, M.A., 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 19-31.
- Arx, G. von, A. Bosshard & H. Dietz., 2002. Land-use intensity and border structures as determinants of vegetation diversity in an agricultural area. *Bulletin of the Geobotanical Institute ETH* 68: 3-15.
- Aukema B., J.G.M. Cuppen, N. Nieser & D. Tempelman, 2002. *Verspreidingsatlas Nederlandse wantsen (Hemiptera: Heteroptera). Deel 1: Dipsocoromorpha, Nemepomorpha, Gerromorpha & Leptodopomorpha*. Leiden, EIS-Nederland.
- Azeez, G., 2000. *The biodiversity benefits from organic farming*. UK, Soil Association/WWF. p. 1-34.
- Backman, J.P.C. & J. Tiainen, 2002. Habitat quality of field margins in a Finnish farmland area for bumblebees (Hymenoptera: *Bombus* and *Psithyrus*). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 89: 53-68.
- Bal, D, H.M. Bijl, Y.R. Hoogeveen, S.R.J. Jansen & P.J. van Reest, 1995. *Handboek natuuroeltypen in Nederland*. Wageningen, IKC Natuurbeheer. Rapport nr. 11, 408 p.
- Belder, E. den, J. Elderson, W.J.v.d. Brink & G. Schelling, 2002. Effect of woodlots on thrips density in leek fields: a landscape analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 91: 139-145.
- Benton T., G., M. Bryant David, L. Cole & Q.P. Crick Humphrey, 2002. Linking agricultural practice to insect and bird populations: A historical study over three decades. *Journal of Applied Ecology* 39: 673-687.
- Boele, A., M. Klemann & R. Vogel, 1997. Broedvogel-doelsoorten binnen en buiten de Ecologische Hoofdstructuur: een verspreidingsanalyse. Beek-Ubbergen, SOVON. Onderzoeksrapport 1997/03.
- Booij, K., 1994. Diversity patterns in carabid assemblages in relation to crops and farming systems. In: Desender K. M. Dufrene & M. Loreau (red.) *Carabid beetles: ecology and evolution*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. p. 425-431.
- Booij, C.J.H. & J. Noorlander, 1992. Farming systems and insect predators. *Agriculture, Ecosystems and Environment*:40: 125-135
- Brose, U., 2003. Bottom-up control of carabid beetle communities in early successional wetlands: mediated by vegetation structure or plant diversity? *Oecologia* 135: 407-413.

Bruin, R. de & J.D. van de Ploeg, 1990. *Maat houden. Bedrijfstijlen en het beheer van natuur en landschap in de Noordelijke Friese Wouden en het Zuidelijke Westerkwartier*. Wageningen, Wageningen Universiteit. 112 p.

Burel, F., J. Baudy, A. Butet, P. Clergeau, Y. Delettre, D. Le Coeur, F. Dubs, N. Morvan, G. Paillat, S. Petit, C. Thenail, E. Brunel & C. Lefeuvre Jean, 1998. Comparative biodiversity along a gradient of agricultural landscapes. *Acta Oecologica* 19: 47-60.

Chamberlain, D.E., R.J. Fuller, R.G.H. Bunce, J.C. Duckworth & M. Shrubbs, 2000. Changes in the abundance of farmland birds in relation to the timing of agricultural intensification in England and Wales. *Journal of Applied Ecology* 37: 771-788.

Dennis, P., M.R. Young & C. Bentley, 2001. The effects of varied grazing management on epigeal spiders, harvestmen and pseudoscorpions of *Nardus stricta* grassland in upland Scotland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 86: 39-57.

Denys, C. & T. Tschardtke, 2002. Plant-insect communities and predator-prey ratios in field margin strips, adjacent crop fields, and fallows. *Oecologia* 130: 315-324.

Duelli, P. & K. Obrist Martin, 2003. Regional biodiversity in an agricultural landscape: the contribution of seminatural habitat islands. *Basic and Applied Ecology* 4: 129-138.

Ellis, W, 2003. Voorbij de stippenkaart: voorstel voor een meer informatieve verspreidingskaart. *Nieuwsbrief EIS-NL* 36: 15-20.

Frampton G.K. & P.J. van den Brink, 2002. Influence of cropping on the species composition of epigeic Collembola in arable fields. *Pedobiologia* 46 (3-4): 328-337.

Frankenhuizen, A. van, 1988. *Schadelijke en nuttige insecten en mijten in fruitgewassen*. Wageningen, Uitgeverij Nederlandse Fruitteelt Organisatie en Plantenziektenkundige Dienst. 285 p.

Geertsema, W., A. Griffioen, H.A.M. Meeuwssen & J.T.R. Kalkhoven, 2003. *Natuur en identiteit. Een rapport over 2002: Groenblauwe dooradering is belangrijk voor natuur en identiteit in het agrarisch cultuurlandschap*. Wageningen, Alterra. Rapport 712.

Gurr Geoff, M., D. Wratten Stephen & M. Luna John, 2003. Multi-function agricultural biodiversity: Pest management & other benefits. *Basic and Applied Ecology* 4: 107-116.

Haberl, H., N.B. Schulz, C. Plutzer, K.H. Erb, F. Krausmann, W. Loibl, D. Moser, N. Sauberer, H. Weisz, H.G. Zechmeister & P. Zulka, 2004. Human appropriation of net primary production and species diversity in agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 102: 213-218.

- Haddad, N.M., 1999. Corridor and distance effects on interpatch movements: a landscape experiment with butterflies. *Ecological Applications* 9: 612-622.
- Hole, D.G., A.J. Perkins, J.D. Wilson, I.H. Alexander, P.V. Grice & A.D. Evans, 2004. Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*. 122: 113-130.
- Jagers Op Akkerhuis, G.A.J.M., F. De Ley, H.J.C. Zwetsloot, J.F. Ponge & L. Brussaard, 1988. Soil microarthropods acari and collembola in two crop rotations on a heavy marine clay soil. *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol* 25: 175-202.
- Jagers op Akkerhuis, G.A.J.M., D.R. Lammertsma & G.W.T.A. Groot Bruinderink, 2004a. *Een meetnet voor de Nederlandse soortdiversiteit. Nationale en internationale afspraken, bestaande meetnetten en een aanbeveling voor een meetnet soortdiversiteit*. Wageningen, Alterra. Rapport 1063.
- Jagers op Akkerhuis, G., D. Lammertsma, G. Martakis & A. van den Berg, 2004b. *Functioneel ecologische voorwaarden voor hotspots van biodiversiteit. Verspreiding van cryptobiota met zweefvliegen (Syrphidae) als voorbeeld*. Wageningen, Alterra. Rapport 937.
- Jeanneret, P., B. Schupbach & H. Luka, 2003. Quantifying the impact of landscape and habitat features on biodiversity in cultivated landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98: 311-320.
- Jepson, P.C. & J.R.M. Thacker, 1990. Analysis of the spatial component of pesticide side-effects on nontarget invertebrate populations and its relevance to hazard analysis. *Functional Ecology* 4: 349-355.
- Kladivko, E.J., 2001. Tillage systems and soil ecology. *Soil and Tillage Research* 61: 61-76.
- Kleijn, D., F. Berendse, R. Smit & N. Gilissen, 2001. Agri-environment schemes do not effectively protect biodiversity in Dutch agricultural landscapes. *Nature* 413: 723-725.
- Koomen, P., E.J. van Nieuwerkerken & J. Krikken, 1995. *Zoölogische diversiteit in Nederland*. In: Van Nieuwerkerken, E.J. & A.J. van Loon (red.). *Biodiversiteit in Nederland*. Nationaal Natuurhistorisch Museum, KNNV Uitgeverij. pp. 49-74.
- Kromp, B., 1999. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 187-228.
- Krooss, S. & M. Schaefer, 1998. The effect of different farming systems on epigeic arthropods: a five-year study on the rove beetle fauna (Coleoptera: Staphylinidae) of winter wheat. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 69: 121-133.

- Landis, D.A., S.D. Wratten & G.M. Gurr, 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology* 45: 175-201.
- Lemaire, A., R. Beringen & K. Groen, 1997. Verspreiding van doelsoorten (vaatplanten) in relatie tot de Ecologische Hoofdstructuur. Leiden, Stichting FLORON.
- Lewis, T., 1969. The diversity of the insect fauna in a hedgerow and neighbouring fields. *Journal of Applied Ecology* 6: 453-458.
- LNV, 2000. *Natuur voor mensen, mensen voor natuur. Nota natuur, bos en landschap in de 21e eeuw*. Den Haag, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer & Visserij.
- LNV, 2004a. *Beleidsbrief biodiversiteit in de landbouw*. Den Haag, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- LNV, 2004b. *Vitaal en samen. LNV-beleidsprogramma 2004-2007*. Den Haag, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- LNV, Interprovinciaal Overleg & Platform Soortenbeschermende Organisaties, 2000. Meerjarenprogramma Uitvoering Soortenbeleid 2000-2004. Den Haag, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.
- Luoto, M., 2000. Landscape ecological analysis and modelling of habitat and species diversity in agricultural landscapes using gis. *Annales Universitatis Turkuensis Series A II Biologica Geographica Geologica* 141: 1-36.
- MacLeod, A., 1999. Attraction and retention of *Episyrphus balteatus* DeGeer (Diptera: Syrphidae) at an arable field margin with rich and poor flora resources. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 73: 237-244.
- Marc, P. & A. Canard, 1997. Maintaining spider biodiversity in agroecosystems as a tool in pest control. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 62: 229-235.
- Marshall, E.J.P., V.K. Brown, N.D. Boatman, P.J.W. Lutman, G.R. Squire & L.K. Ward, 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research* 43: 77-89.
- Meijden, R. van der, J.J. Vermeulen, G.M. Lokhorst, M.E. Noordeloos, H. van Dam, J.A. Sinkeldam, F.A.C. Kouwets & P.F.M. Coesel, 1995. *Botanische diversiteit in Nederland: de getallen*. In: Van Nieukerken, E.J. & A.J. van Loon (red.). *Biodiversiteit in Nederland*. Nationaal Natuurhistorisch Museum, KNNV Uitgeverij. p. 43-48.
- Ostman, O., B. Ekbom, J. Bengtsson & A.C. Weibull, 2001. Landscape complexity and farming practice influence the condition of polyphagous carabid beetles. *Ecol appl.* 11: 480-488.

- Paoletti, M.G., D. Sommaggio, G. Petruzzelli, B. Pezzarossa & M. Barbafieri, 1995. Soil invertebrates as monitoring tools for agricultural sustainability. *Polskie Pismo Entomologiczne* 64: 113-122.
- Petit, S., K. Haysom, R. Pywell, L. Warman, D. Allen, R. Booth & L. Firbank, 2003. Habitat-based models for predicting the occurrence of ground-beetles in arable landscapes: Two alternative approaches. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 95: 19-28.
- Raths, U. & U. Riecken, 1999. *Laufkäfer im Drachenfelder Ländchen*. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 59. Duitsland, Bonn/Bad Godesberg, Bundesamt für Naturschutz.
- RIVM/CBS/DLO, 2003. *Natuurcompendium 2003. Natuur in cijfers*. Utrecht, KNNV Uitgeverij (distributie). 494 p.
- Robinson, R.A., J.D. Wilson & H.Q.P. Crick, 2001. The importance of arable habitat for farmland birds in grassland landscapes. *Journal of Applied Ecology* 38: 1059-1069. [Erratum: Dec 2001, vol. 38 (6), p. 1386].
- Schouten, A.J., L. Brussaard, P.C. de Ruiter, H. Siepel & N.M. van Straalen, 1997. *Een indicatorsysteem voor life support functies van de bodem in relatie tot biodiversiteit*. Bilthoven, RIVM. Rapport 712910005.
- Schwab, A., D. Dubois, P.M. Fried & P.J. Edwards, 2002. *Estimating the biodiversity of hay meadows in north-eastern Switzerland on the basis of vegetation structure*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 93: 197-209.
- Shochat, E., W.L. Stefanov, M.E.A. Whitehouse & S.H. Faeth, 2004. Urbanization and spider diversity: Influences of human modification of habitat structure and productivity. *Ecological Applications* 14: 268-280.
- Siepel, H., 1996. Biodiversity of soil microarthropods: the filtering of species. *Biodiversity and Conservation* 5: 251-260.
- Siepel, H.J., R.J.M. van Kats, D.R. Lammertsma & A.P. Noordam, 1996. *De bijdrage van verruigde akkerranden aan de biodiversiteit van het landelijk gebied*. Arnhem, IBN. Rapport nr. 215.
- Snoo, G.R. de, A.J.W. Rotteveel & H. Heemsbergen (eds.), 1995. *Akkerranden in Nederland*. Wageningen, IKC Natuurbeheer. 194 p.
- Strien, A.J van, 1991. *Maintenance of plant species diversity on dairy farms*. Universiteit Leiden, Academisch proefschrift.

- Strien, A.J. van, T.C.P. Melman & J.L.H. De Heiden, 1988. Extensification of dairy farming and floristic richness of peat grassland. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 36: 339-356.
- Strien, A. van, A. Hinsberg & L. van Duuren, 2003. *Verkenning meetnet biodiversiteit*. Intern concept. CBS/Milieu- en Natuurplanbureau.
- Strien, A. van & T. van der Meij, 2004. *Landelijke natuurmeetnetten van het NEM in 2003: resultaten en ontwikkelingen*. Voorburg/Heerlen, Centraal Bureau voor de Statistiek.
- Stroo, A., 1997. Verspreidingsanalyse doelsoorten libellen. Leiden, European Invertebrate Survey.
- Swaay, C.A.M. van, 1997. Verspreidingsanalyse doelsoorten en dagvlinders. Wageningen, De Vlinderstichting. Rapport nr. 97.04.
- Tews, J., U. Brose, V. Grimm, K. Tielboerger, M.C. Wichmann, M. Schwager & F. Jeltsch, 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography* 31: 79-92.
- Thacker, J.R.M. & P.C. Jepson, 1993. Pesticide risk assessment and non-target invertebrates: integrating population depletion, population recovery, and experimental design. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 51: 523-531.
- Thiele, H.U., 1977. *Carabid beetles in their environments : a study on habitat selection by adaptations in physiology and behaviour*. Berlijn, Springer Verlag. 369 pp.
- Thies, C. & T. Tschardtke, 1999. Landscape structure and biological control in agroecosystems. *Science* 285: 893-895.
- Tschardtke, T., I. Steffan Dewenter, A. Kruess & C. Thies, 2002. Contribution of small habitat fragments to conservation of insect communities of grassland-cropland landscapes. *Ecological Applications* 12: 354-363.
- Turin, H, 2000. *De Nederlandse loopkevers. Verspreiding en ecologie (Coleoptera: Carabidae)*. *Nederlandse Fauna 3*. Leiden, Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij & EIS-Nederland. pp. 666.
- Veling, K., 1997. Verspreidingsanalyse doelsoorten EHS: overkoepelende rapportage. Wageningen, Vereniging Onderzoek Flora en Fauna.
- Verdouw, C.N. & D. Boels, 2003. *Van meten naar weten. Een inventarisatie van informatiebronnen voor natuur en milieu*. Den Haag, LEI. Rapport 3.03.03.

Vogel, R.L. (red.), 2002. *Inventarisatie van het aanbod van de verspreidingsgegevens van flora en fauna in Nederland*. Nijmegen, Vereniging Onderzoek Flora en Fauna. VOFF-rapport 2002/01.

Vogelbescherming, 2004. *Rode Lijst van Nederlandse broedvogels*. Zeist, Vogelbescherming Nederland. Brochure behorende bij het tijdschrift VOGELS, winter 2004.

Wagner H.H. & P.J. Edwards, 2001. Quantifying habitat specificity to assess the contribution of a patch to species richness at a landscape scale. *Landscape Ecology* 16: 121-131.

Weibull, A.C. & O. Ostman, 2003. Species composition in agroecosystems: The effect of landscape, habitat, and farm management. *Basic and Applied Ecology* 4: 349-361.

Weibull, A.C., O. Ostman & A. Granqvist, 2003. Species richness in agroecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management. *Biodiversity and Conservation* 12: 1335-1355.

Wiedemeier, P. & P. Duelli, 1999. Ökologische Ausgleichsflächen und Nützlingsförderung. *Agrarforschung* 6: 265-268.

Wingerden, W.K.R.E. van & K. Booi, 1999. *Biodiversiteit en onderdrukking van ziekten en plagen: strategieën en graadmeters*. Wageningen, IBN-DLO, IPO-DLO. IBN rapport nr. 413. pp. 90.

