

HOOFDSTUK 8

VERANDERINGEN IN DE LIBELLENFAUNA

V.J. Kalkman, R. Ketelaar
& D. Groenendijk

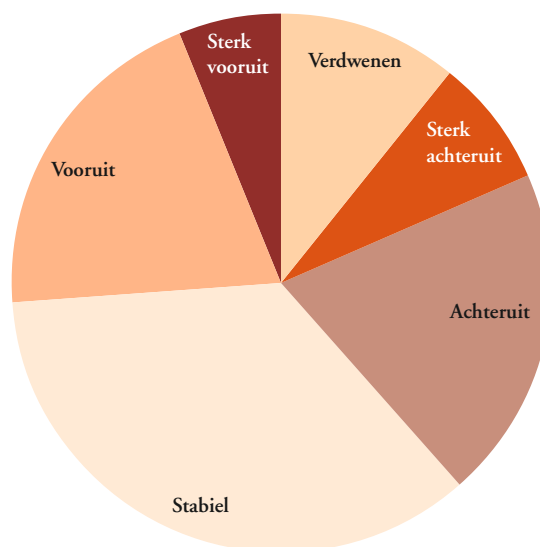
Voortdurend verandert de samenstelling van de libellenfauna, niet alleen de soortendiversiteit, ook de aantalsverhoudingen tussen soorten. In dit hoofdstuk staat de libellenfauna vanaf 1900 centraal. In de afgelopen honderd jaar veroorzaakte de mens de meeste veranderingen in de libellenfauna. Soms echter was de voor- of achteruitgang van een soort het gevolg van een natuurlijk proces. In het eerste deel van dit hoofdstuk komen de veranderingen in de Nederlandse libellenfauna aan bod, het tweede deel behandelt de oorzaken daarvan.

VERANDERINGEN

In dit hoofdstuk bekijken we de libellenfauna in zijn geheel, specifieke informatie over de verspreiding van de Nederlandse libellensoorten tijdens de afgelopen eeuw is te vinden in de soortteksten van hoofdstuk 11. De beschikbare gegevens hebben betrekking op de periode 1900 tot en met 1997 – uit de periode voor 1900 is helaas weinig bekend. Zelfs van een groot deel van de twintigste eeuw is de informatie over de verspreiding beperkt. Zo doen waarnemingen van vuurlibellen (*Crocothemis erythraea*) bij Bakum (1959), De Bilt (1967) en Elsloo (1968) vermoeden dat deze soort in de jaren zestig op een aantal plaatsen in Nederland populaties had, maar we weten van deze periode te weinig om hier zeker van te zijn. Bij het interpreteren van oude verspreidingbeelden en het inschatten van veranderingen moet dan ook in het achterhoofd worden gehouden dat we slechts kleine stukjes van de puzzel kennen. Tabel 1 geeft van elke soort per decennium de zeldzaamheidsklasse (zie ook kader ‘Berekening van zeldzaamheidsklassen’). De periode voor 1950 is vanwege het kleine aantal waarnemingen niet opgesplitst. Ook geeft de tabel per soort de actuele trend aan (zie kader voor de wijze van bepaling). Deze trend maskeert schommelingen in het aantalsverloop van veel soorten, die wel zijn af te lezen aan de zeldzaamheidsklassen per periode. Deze methode wijkt af van die waarmee de Rode Lijst is opgesteld – daarbij vergelijkt men de periode 1900-1950 met 1990-1996 (WASSCHER 1999).

De verdeling van de soorten over de trendklassen (figuur 1) doet vermoeden dat er sprake is van een lichte achteruitgang van de Nederlandse libellenfauna. Grofweg eenderde van de soorten is stabiel gebleven en de zeventien soorten die vooruit zijn gegaan wegen op tegen de achttien soorten die achteruit gingen. Toch is er een aantal redenen om te denken dat de achteruitgang van een aantal soorten sterker is geweest dan uit de getallen blijkt. Zo maakt onze methode gebruik van atlasblokken (5 × 5 km) in plaats van kilometerhokken, waardoor kleinschalige voor- of achteruitgang onopgemerkt blijft – het aantal populaties in een atlasblok kan met meer dan de helft toe- of afnemen zonder dat dit invloed op de berekening heeft. Daarnaast wordt bij de gebruikte methode slechts gedeeltelijk gecorrigeerd voor verschillen in waarnemersintensiteit; in de afgelopen decennia zijn relatief veel waarnemingen verricht, wat achteruitgang kan verdoezelen.

Tabel 1 toont duidelijke verschillen in biotoopkeuze tussen soorten die vooruit en soorten die achteruit zijn gegaan. Veel soorten waarmee het goed gaat, zijn te vinden in allerlei stilstaande wateren en kunnen door hun biotoopkeuze in heel Nederland voorkomen. Deels betreft het soorten die in Nederland de noordrand van hun areaal bereiken en geprofiteerd hebben van de warme zomers van de jaren negentig. Veel van de soorten met een negatieve trend hebben een meer uitgesproken biotoopvoorkeur en komen maar in een beperkt deel van Nederland voor.



Figuur 1
Verdeling van de 65 als inheems beschouwde soorten over de 6 onderscheiden trendklassen.

BEREKENING VAN ZELDZAAMHEIDSKLASSEN

De berekening van de zeldzaamheidsklassen volgt de methode beschreven in Tax (1989). Per periode wordt het aantal atlasblokken waarin een soort is waargenomen gedeeld door het aantal onderzochte hokken. Dit percentage wordt vervolgens aan een zeldzaamheidsklasse (blokfrequentieklasse, bfk) toegekend, volgens onderstaande tabel. Het voordeel van deze methode is dat de berekeningen eenvoudig zijn, waardoor de methode inzichtelijk is. De indeling in klassen is vrij grof, zodat allerlei waarnemerseffecten (zie hoofdstuk 10) niet meteen leiden tot een verschuiving in klasse. Nadeel is wel dat een soort voor- of achteruit kan gaan zonder dat hij in een andere klasse terechtkomt.

Bfk	zeldzaamheidsklasse	bovengrens % atlasblokken
0	verdwenen/afwezig	0
1	uiterst zeldzaam	0,39
2	zeer zeldzaam	0,78
3	zeldzaam	1,56
4	vrij zeldzaam	3,13
5	minder algemeen	6,25
6	vrij algemeen	12
7	algemeen	25
8	zeer algemeen	50
9	uiterst algemeen	100

Tabel 1

Veranderingen in de Nederlandse libellenfauna in de periode 1900 tot en met 1997. Per periode is per soort de zeldzaamheidsklasse aangegeven. De trend is berekend door de blokfrequentieclassen van de periode voor 1990 af te trekken van de periode vanaf 1990. Van niet-inheemse soorten is geen trend gegeven.

Legenda

verschil	trend
2 of meer	sterk vooruit
1	vooruit
0	stabiel
-1	achteruit
-2 of meer	sterk achteruit

Nederlandse naam	wetenschappelijke naam	Voor 1950	1950-1959	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1997	1900-1990	trend
mercuurwaterjuffer	<i>Coenagrion mercuriale</i>	2	0	0	0	0	0	1	Verdwenen
sierlijke witsnuitlibel	<i>Leucorrhinia caudalis</i>	3	1	1	1	0	0	2	Verdwenen
dwergjuffer	<i>Nehalennia speciosa</i>	2	0	0	0	0	0	1	Verdwenen
bronslibel	<i>Oxygastra curtisii</i>	2	0	0	1	1	0	2	Verdwenen
oostelijke witsnuitlibel	<i>Leucorrhinia albifrons</i>	1	2	2	0	1	1	1	Verdwenen ¹
gaffellibel	<i>Ophiogomphus cecilia</i>	5	0	0	0	0	1	3	Verdwenen ²
donkere waterjuffer	<i>Coenagrion armatum</i>	2	2	0	0	0	0	1	Verdwenen ²
bosbeekjuffer	<i>Calopteryx virgo</i>	6	5	5	4	4	4	6	Sterk achteruit
speerwaterjuffer	<i>Coenagrion hastulatum</i>	5	4	4	3	4	2	5	Sterk achteruit
bronlibel	<i>Cordulegaster boltonii</i>	2	2	5	2	2	2	4	Sterk achteruit
gevlekte glanslibel	<i>Somatochlora flavomaculata</i>	4	2	2	1	2	1	4	Sterk achteruit
noordse winterjuffer	<i>Sympetma paedisca</i>	6	6	3	3	2	1	5	Sterk achteruit
venglazenmaker	<i>Aeshna juncea</i>	5	6	6	6	6	6	7	Achteruit
vroege glazenmaker	<i>Aeshna isocles</i>	7	6	4	6	5	6	7	Achteruit
groene glazenmaker	<i>Aeshna viridis</i>	5	5	5	4	4	4	5	Achteruit
glassnijder	<i>Brachytron pratense</i>	7	7	6	6	6	7	7	Achteruit
maanwaterjuffer	<i>Coenagrion lunulatum</i>	5	5	5	5	6	5	6	Achteruit
beekrombout	<i>Gomphus vulgatissimus</i>	6	2	2	1	1	3	5	Achteruit
tengere grasjuffer	<i>Ischnura pumilio</i>	4	3	4	6	5	5	6	Achteruit
venwitsnuitlibel	<i>Leucorrhinia dubia</i>	6	6	6	6	6	6	7	Achteruit
gevlekte witsnuitlibel	<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	5	4	4	4	4	4	5	Achteruit
noordse witsnuitlibel	<i>Leucorrhinia rubicunda</i>	6	6	6	6	6	6	7	Achteruit
hoogveenglanslibel	<i>Somatochlora arctica</i>	2	1	2	1	1	1	2	Achteruit
kempense heidelibel	<i>Sympetrum depressiusculum</i>	3	3	1	0	2	2	3	Achteruit
rivierrombout	<i>Gomphus flavipes</i>	4	0	0	0	0	1	2	Achteruit ³
blauwe glazenmaker	<i>Aeshna cyanea</i>	7	6	6	7	8	8	8	Stabiel
bruine glazenmaker	<i>Aeshna grandis</i>	7	6	7	7	7	8	8	Stabiel
noordse glazenmaker	<i>Aeshna subarctica</i>	3	1	0	1	1	2	2	Stabiel
koraaljuffer	<i>Ceriagrion tenellum</i>	6	6	5	5	5	6	6	Stabiel
azuurwaterjuffer	<i>Coenagrion puella</i>	7	7	7	8	8	8	8	Stabiel
variabele waterjuffer	<i>Coenagrion pulchellum</i>	8	8	7	8	8	8	8	Stabiel
smaragdlibel	<i>Cordulia aenea</i>	6	6	6	6	6	7	7	Stabiel
watersnuffel	<i>Enallagma cyathigerum</i>	7	8	8	8	8	8	8	Stabiel
grote roodoogjuffer	<i>Erythromma najas</i>	7	7	6	7	7	8	8	Stabiel
plasrombout	<i>Gomphus pulchellus</i>	5	1	4	5	5	6	6	Stabiel
lantaarntje	<i>Ischnura elegans</i>	8	8	8	9	9	9	9	Stabiel
tangpantserjuffer	<i>Lestes dryas</i>	6	6	4	5	7	7	7	Stabiel
gewone pantserjuffer	<i>Lestes sponsa</i>	8	7	8	8	8	8	8	Stabiel
tengere pantserjuffer	<i>Lestes virens</i>	6	5	5	5	5	6	6	Stabiel
bruine korenbout	<i>Libellula fulva</i>	5	5	1	4	4	5	5	Stabiel
viervlek	<i>Libellula quadrimaculata</i>	8	7	7	8	8	8	8	Stabiel
kleine tanglibel	<i>Onychogomphus forcipatus</i>	2	0	0	0	0	1	1	Stabiel ⁴
beekoeverlibel	<i>Orthetrum coerulescens</i>	4	3	2	1	3	4	4	Stabiel
vuurjuffer	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	7	7	7	8	8	8	8	Stabiel
metaalglanslibel	<i>Somatochlora metallica</i>	6	5	6	6	6	7	7	Stabiel
bruine winterjuffer	<i>Sympetma fusca</i>	6	5	3	3	2	4	5	Stabiel
zwarte heidelibel	<i>Sympetrum danae</i>	7	7	8	8	8	8	8	Stabiel
geelvlakheidlibel	<i>Sympetrum flavesculum</i>	7	6	7	7	7	8	8	Stabiel
paardenbijter	<i>Aeshna mixta</i>	7	6	7	7	8	9	8	Vooruit
grote keizerlibel	<i>Anax imperator</i>	5	6	6	7	7	8	7	Vooruit
weidebeekjuffer	<i>Calopteryx splendens</i>	7	6	5	6	7	8	7	Vooruit
kanaaljuffer	<i>Cercion lindenii</i>	3	3	0	1	3	4	3	Vooruit
vuurlibel	<i>Crocothemis erythraea</i>	0	1	2	0	0	2	2	Vooruit
houtpantserjuffer	<i>Lestes viridis</i>	7	6	7	7	8	9	8	Vooruit
platbuik	<i>Libellula depressa</i>	7	6	5	7	7	8	7	Vooruit
zuidelijke oevelibel	<i>Orthetrum brunneum</i>	2	0	0	0	0	2	1	Vooruit

Noten

¹ De oostelijke witsnuitlibel (*Leucorrhinia albifrons*) heeft momenteel waarschijnlijk geen populatie in Nederland, daarom wordt aangenomen dat deze soort is verdwenen.

² Van de donkere waterjuffer (*Coenagrion armatum*) en de gaffellibel (*Ophiogomphus cecilia*) zijn respectievelijk in 1999 en 2000 weer populaties ontdekt.

³ Sinds 1997 zijn er van de rivierrombout (*Gomphus flavipes*) veel nieuwe locaties gevonden.

⁴ De kleine tanglibel (*Onychogomphus forcipatus*) werd jarenlang beschouwd als niet-inheems. Uit de vondsten in 2000 blijkt dat de soort mogelijk wel inheems is.

Nederlandse naam	wetenschappelijke naam	Voor 1950	1950- 1959	1960- 1969	1970- 1979	1980- 1989	1990- 1997	1990- 1990	trend
gewone oeverlibel	<i>Orthetrum cancellatum</i>	7	6	6	7	8	9	8	Vooruit
breedscheenjuffer	<i>Platynemis pennipes</i>	6	6	5	6	6	7	7	Vooruit
bloedrode heidelibel	<i>Sympetrum sanguineum</i>	7	7	7	7	8	9	8	Vooruit
bruinrode heidelibel	<i>Sympetrum striolatum</i>	7	7	6	6	7	8	7	Vooruit
steenrode heidelibel	<i>Sympetrum vulgatum</i>	7	7	7	8	8	9	8	Vooruit
kleine roodoogjuffer	<i>Erythromma viridulum</i>	3	2	1	4	5	8	5	Sterk vooruit
zwervende pantserjuffer	<i>Lestes barbarus</i>	5	3	4	4	4	7	5	Sterk vooruit
zwervende heidelibel	<i>Sympetrum fonscolombii</i>	2	0	3	0	1	5	2	Sterk vooruit
bandheidelibel	<i>Sympetrum pedemontanum</i>	0	0	0	0	3	3	2	Sterk vooruit
zuidelijke glazenmaker	<i>Aeshna affinis</i>	1	1	1	0	0	3	0	Niet inheems
zuidelijke keizerlibel	<i>Anax parthenope</i>	1	0	0	0	0	1	0	Niet inheems
tweevlek	<i>Epitheca bimaculata</i>	1	0	0	0	0	0	0	Niet inheems
zadellibel	<i>Hemianax ephippiger</i>	0	0	0	0	0	1	0	Niet inheems
zuidelijke heidelibel	<i>Sympetrum meridionale</i>	1	0	0	0	0	0	0	Niet inheems

Klassen van verandering

De soorten die over de laatste eeuw aantalsveranderingen te zien hebben gegeven zijn toegenomen of afgenomen, soms zelfs verdwenen. Als een soort na 1990 in dezelfde zeldzaamheidsklasse valt als daarvoor dan spreken we van een stabiele soort. Deze categorie bevat vooral wijdverbreide soorten. Sommige stabiele soorten kunnen op kortere tijdschaal sterk fluctueren, zoals bruine winterjuffer (*Symptetma fusca*), beekoeverlibel (*Orthetrum coerulescens*) en hoogveenglazenmaker (*Aeshna subarctica*). De laatste leek op een gegeven moment zelfs verdwenen.

Vijf in Nederland waargenomen soorten hebben zich voor zover bekend nooit enkele jaren achtereen hier voortgeplant en voor deze soorten is geen trend bepaald. Van de tweevlek (*Epitheca bimaculata*) is alleen een waarneming uit de negentiende eeuw bekend. De overige vier zijn zwervers uit het zuiden. De zadellibel (*Hemianax ephippiger*) is een zwerver uit tropische gebieden die zich in sommige jaren voortplant in zuidelijk Europa. De resterende drie bereiken hun noordgrens in Noord-Frankrijk of België. De zuidelijke heidelibel (*Sympetrum meridionale*) is slechts twee keer in Nederland waargenomen. De zuidelijke glazenmaker (*Aeshna affinis*) en de zuidelijke keizerlibel (*Anax parthenope*) zijn de afgelopen jaren steeds vaker in Nederland gezien en zouden zich hier in de komende jaren kunnen vestigen.

Verdwenen

Van acht soorten waren in 1997 geen populaties meer bekend. Drie daarvan – donkere waterjuffer (*Coenagrion armatum*), kleine tanglibel (*Onychogomphus forcipatus*) en gaffellibel (*Ophiogomphus cecilia*) – zijn in 1999 en 2000 weer teruggevonden. Van de overige vijf soorten staat in tabel 2 wanneer ze voor het laatst zijn waargenomen. Mercurwaterjuffer (*Coenagrion mercuriale*) en dwergjuffer (*Nehalennia speciosa*) zijn in de eerste helft van de 20^e eeuw verdwenen. Ook van de bronslibel (*Oxygastra curtisii*) stammen de laatste waarnemingen die zeker betrekking hadden op een populatie uit de eerste helft van de 20^e eeuw. Latere waarnemingen hebben mogelijk betrekking op zwervers. De oostelijke witsnuitlibel (*Leucorrhinia albifrons*)

en de sierlijke witsnuitlibel (*Leucorrhinia caudalis*) zijn het wijdst verspreid geweest. Beide kwamen voor bij vennen op de hoge zandgronden en zijn in de loop van de eeuw geleidelijk achteruitgegaan.

Achteruitgegaan

In totaal zijn 18 soorten (sterk) achteruitgegaan. De meeste komen voor bij vennen, enkele bij beken of laagveen. De achteruitgang van de laagveensoorten lijkt goeddeels te zijn gestopt en de typische soorten van beken herstellen zich zelfs weer. De achteruitgang van de soorten van vennen lijkt nog door te gaan. Hoewel de meeste vennen in natuurgebieden liggen is de invloed van verzuring en vermesting nog steeds merkbaar. De aantallen van speerwaterjuffer (*Coenagrion hastulatum*), gevlekte glanslibel (*Somatochlora flavomaculata*) en gevlekte witsnuitlibel (*Leucorrhinia pectoralis*) nemen nog steeds af. Sommige soorten, zoals de hoogveenglanslibel (*Somatochlora arctica*), gevlekte glanslibel (*S. flavomaculata*) en gewone bronlibel (*Cordulegaster boltonii*), zijn nog slechts van een handvol populaties bekend.

Vooruitgegaan

Veel soorten die in de afgelopen eeuw vooruit zijn gegaan, bevinden zich in Nederland aan de noordgrens van hun areaal. Waarschijnlijk zijn ze geholpen door de warme zomers van de jaren negentig. Of de toename van zuidelijke soorten uniek is voor de jaren negentig is echter onduidelijk. Mogelijk vonden dergelijke oplevingen eerder plaats, maar bleven ze onopgemerkt door het geringe aantal

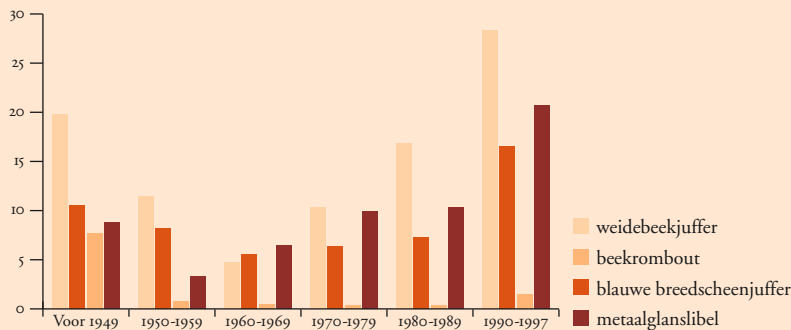
soort	laatste waarneming
mercurwaterjuffer (<i>Coenagrion mercuriale</i>)	1929
oostelijke witsnuitlibel (<i>Leucorrhinia albifrons</i>)	1994
sierlijke witsnuitlibel (<i>Leucorrhinia caudalis</i>)	1970
dwergjuffer (<i>Nehalennia speciosa</i>)	1912
bronslibel (<i>Oxygastra curtisii</i>)	1982

Tabel 2

Verdwenen soorten en het jaar waarin de laatste waarneming werd gedaan.

DE ONDERGANG EN OPKOMST VAN DE WEIDEBEEKJUFFER

Tegenwoordig is de weidebeekjuffer (*Calopteryx splendens*) bij vrijwel alle stromende wateren in Oost- en Zuid-Nederland te vinden, maar in de jaren zestig en zeventig was dit anders. Door de verslechterde waterkwaliteit was de soort zeldzaam geworden en in sommige streken zelfs geheel verdwenen. Naast de waterkwaliteit zullen ook het maaibeheer en de normalisatie de soort parten hebben gespeeld. Door zijn onmiskenbare uiterlijk viel de achteruitgang van de weidebeekjuffer erg op. Maar ook enkele andere soorten van grotere, onbeschaduwde beken gingen in de jaren zestig en zeventig achteruit (figuur 2). Sinds de jaren tachtig is de waterkwaliteit van beken geleidelijk verbeterd en parallel hiermee ging een aantal libellensoorten van stromende wateren weer vooruit – soorten werden talrijker en ze wonnen verloren terrein terug. Aan het begin van de 21^e eeuw kunnen we stellen dat weidebeekjuffer, blauwe breedscheenjuffer (*Platycnemis pennipes*) en metaalglanslibel (*Somatochlora metallica*) weer ongeveer dezelfde verbreiding hebben als in het begin van de 20^e eeuw. De beekrombout (*Gomphus vulgatissimus*) gaat sinds eind jaren negentig sterk vooruit. Al met al lijken de soorten van de Nederlandse laaglandbeken uit hun diepe dal op te klimmen.



Figuur 2

Achter- en vooruitgang van respectievelijk de weidebeekjuffer (*Calopteryx splendens*), blauwe breedscheenjuffer (*Platycnemis pennipes*), beekrombout (*Gomphus vulgatissimus*) en de metaalglanslibel (*Somatochlora metallica*). Per decennium is het percentage berekend van de onderzochte atlashokken waarin de soort is vastgesteld. Deze soorten werden in de jaren vijftig, zestig en zeventig relatief weinig waargenomen.

► **Tabel 3**

De soortenrijkste atlasblokken in verschillende perioden met het totaal aantal waargenomen soorten.

	20 ^e eeuw	voor 1950	1950- 1989	vanaf 1990
Oisterwijk	49	44	37	
Plasmolen	47	38		
Kampina	46		38	42
Borkel, Groot Malpieven	45			
Liessel, Deurnsche Peel	44			38
Blerick/Venlo		42		
Breda			39	
Winterswijk		35		
Nijmegen, Overasseltse en Hatertse Vennen			40	
Aalst, Groote Heide			39	
Strabrechtse Heide			38	
Geldrop			37	
Meinweg				39
Haeselaarbroek				38
Budel-Dorplein				37
Helenaveen, Mariapeel				37

waarnemers. Naast soorten die als typisch zuidelijk te boek staan gaat het om enkele soorten die ook net ten noorden van Nederland voorkomen, zoals de houtpantserjuffer (*Lestes viridis*) en de gewone oeverlibel (*Orthetrum cancellatum*). Vanaf 1993 is Nederland enkele keren geïnvadeerd door voorheen zeldzame soorten. Soms leidde een invasie tot voortplanting.

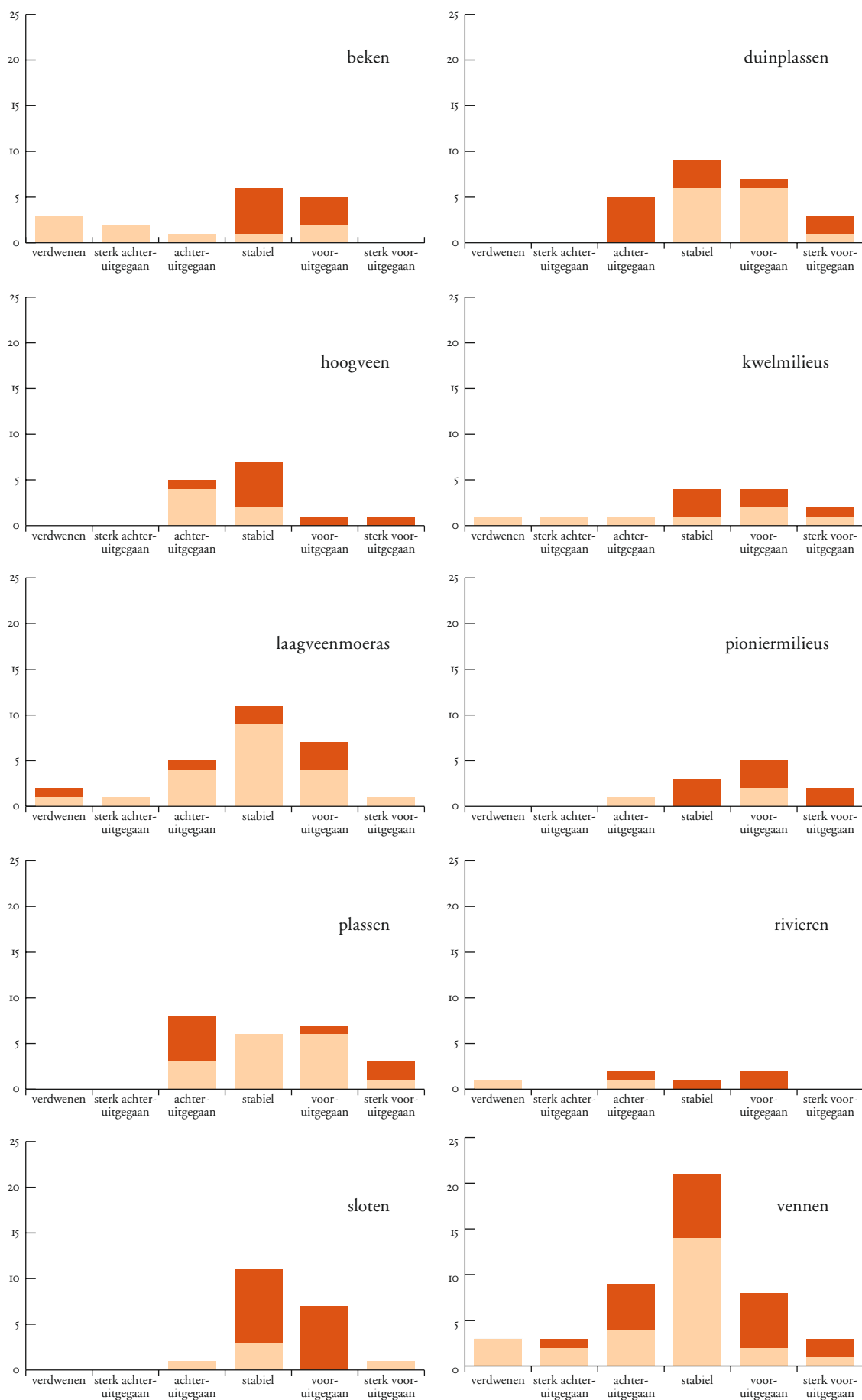
Veel van de soorten die vooruit zijn gegaan gedijen in voedselrijke biotopen – ze zijn betrekkelijk ongevoelig voor eutrofiëring en hebben hiervan mogelijk zelfs geprofiteerd. De weidebeekjuffer (*Calopteryx splendens*) is geheel beperkt tot stromend water, de breedscheenjuffer (*Platycnemis pennipes*) grotendeels. Waarschijnlijk hebben beide baat gehad bij de verbetering van de waterkwaliteit in de afgelopen jaren en zitten ze tegenwoordig weer op het niveau van het begin van de 20^e eeuw (zie kader). Zwervende pantserjuffer (*Lestes barbarus*), vuurlibel (*Crocothemis erythraea*), zwervende heidelibel (*Sympetrum fonscolombii*) en bandheidlibel (*Sympetrum pedemontanum*) zijn nieuwkomers die zich pas na 1980 in Nederland vestigden.

Trends per biotoop

De aantalsveranderingen van soorten verschillen per biotoop (figuur 3). Ruwweg zijn de soorten van vennen, beken en rivieren het sterkst achteruitgegaan. Sinds de jaren tachtig gaan sommige soorten van beken en rivieren weer vooruit. De soorten van vennen namen vooral af door het verdwijnen van gebufferde, matig voedselrijke vennen. Negen in vennen voorkomende soorten zijn vooruitgegaan – allemaal soorten die ook voorkomen in andere habitats. Soorten van stilstaande wateren lijken te zijn vooruitgegaan, al kan dit beeld beïnvloed zijn door intensievere inventarisaties. Deze soorten hebben wel voordeel gehad van natuurontwikkelingsprojecten. Overigens kan een soort in verschillende biotopen verschillende trends vertonen. De gevleete witsnuitlibel (*Leucorrhinia pectoralis*) en de vroege glazenmaker (*Aeshna isocles*) zijn bijvoorbeeld in vennen veel sterker achteruitgegaan dan in laagveenmoerassen (DE GROOT & WASSCHER 1999).

Trends in soortenrijkdom

De soortenrijkdom van libellen is niet gelijkelijk verdeeld over Nederland. De grootste diversiteit bestaat op de Hondsrug in Drenthe, de zandgronden van Friesland, de Kop van Overijssel, de Utrechtse Heuvelrug, delen van de Veluwe, de Achterhoek en Twente, de oostelijke Maasoever, de Peel, de Kempen en de Kampina met de Oisterwijkse Vennen. Globaal is dit beeld in de loop der jaren vrijwel constant gebleven (figuur 4), maar hier en daar is de soortenrijkdom flink veranderd. Zo is de diversiteit van het atlas-blok waarin de Oisterwijkse Vennen liggen sterk afgenomen – in de periode voor 1950 was dit het soortenrijkste atlasblok van Nederland, in de periode 1990-1997 komt het niet meer voor in de top vijf (tabel 3). Ook in de daaropvolgende vier soortenrijkste atlasblokken uit de periode voor 1950 zijn recent minder soorten gezien.



OORZAKEN

Het is niet altijd eenvoudig om de oorzaken voor verandering te onderkennen, aangezien een oorzaak soms met een grote vertraging een effect heeft. Zo leidt een mestlozing vrijwel onmiddellijk tot een daling van de hoeveelheid zuurstof in het water, waar een libellenlarve direct hinder van kan ondervinden. Maar indirect heeft de mestlozing bijvoorbeeld effect op de vegetatie in en rond het water, en ook de vegetatieverandering kan de libellenfauna beïnvloeden. Veelal speelt meer dan één oorzaak een rol. Zo resulteert verdroging vaak ook in vermesting

of verzuring van het water. Het is dus lastig om precies te bepalen wat veranderingen in de libellenfauna heeft veroorzaakt.

Bij veel soorten is de diversiteit van bewoonde habitats in de kern van hun areaal groter dan aan de rand (HENGEVELD & HAECK 1981, 1982). Zo is de koraaljuffer (*Ceragrion tenellum*) in Frankrijk te vinden bij stromend en stilstaand water terwijl de soort in Nederland zelden bij stromend water voorkomt. De soms aanzienlijke verschillen in habitat tussen verschillende delen van het areaal maakt dat de invloed van verstoringen niet overal hetzelfde is. Hierdoor zijn resultaten en

Figuur 4
Het aantal soorten per atlashok.

Hoe groter de stip, hoe meer soorten.

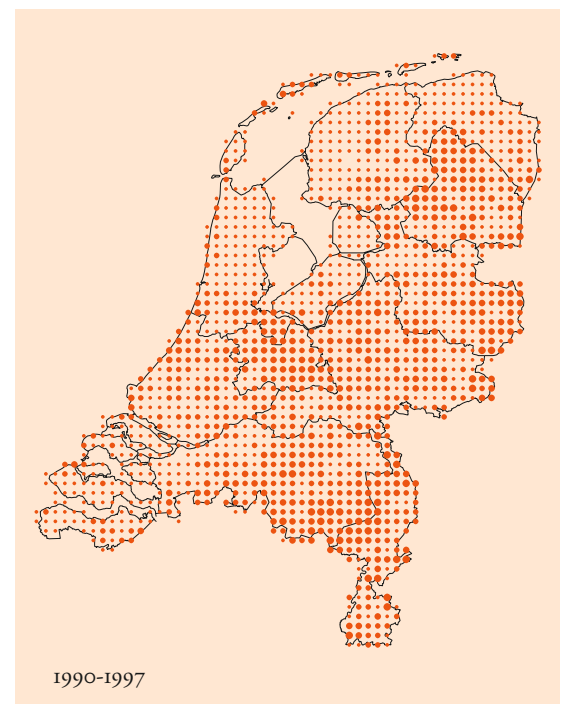
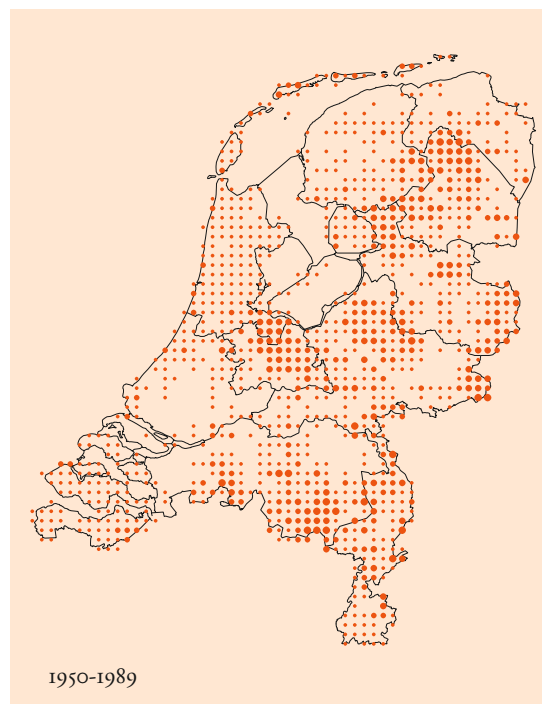
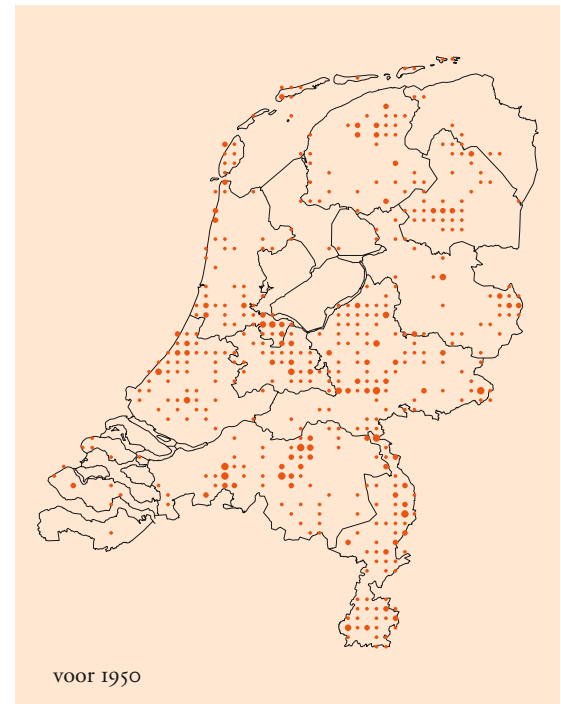
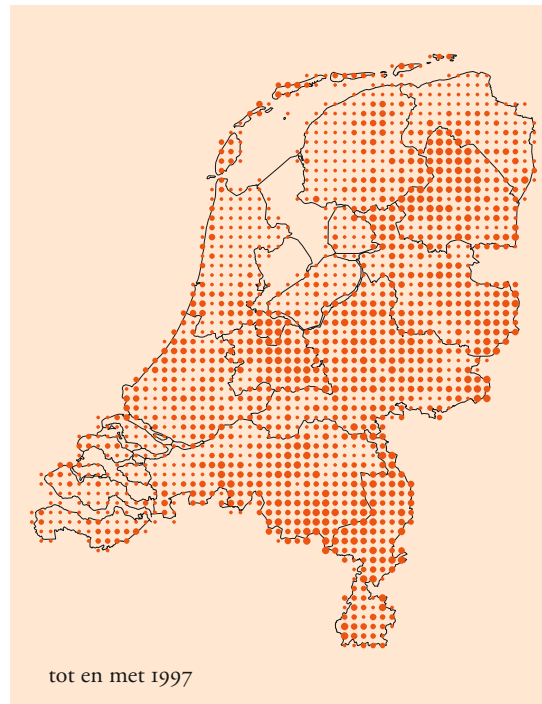
Bovengrens (grootste stip):

tot en met 1997: 49

voor 1950: 44

1950-1989: 40

1990-1997: 42



ervaringen uit het buitenland niet vanzelfsprekend relevant voor de Nederlandse situatie.

Factoren die leiden tot veranderingen in de libellenfauna beïnvloeden meestal het larvestadium, waarin libellen immers de sterkste binding met hun biotoop hebben. Het larvale stadium is het meest gevoelig voor veranderingen omdat:

- in gematigde streken de meeste soorten veel langer als larve dan als imago leven;
- tijdelijke catastrofes (bijvoorbeeld het droogvallen van een water) door larven moeilijker ontweken kunnen worden;
- veel verontreiniging in het aquatische milieu accumuleert, waardoor larven vaker blootstaan aan de directe gevolgen van verontreiniging (bijvoorbeeld zuurstofgebrek).

Het is moeilijk om in zijn algemeenheid factoren aan te wijzen die leiden tot toename dan wel afname van soorten. Wat goed is voor de een kan immers slecht zijn voor de ander. Dit dient men in het achterhoofd te houden bij de onderstaande ruwe indeling van factoren die hebben bijgedragen aan voor- of achteruitgang van soorten.

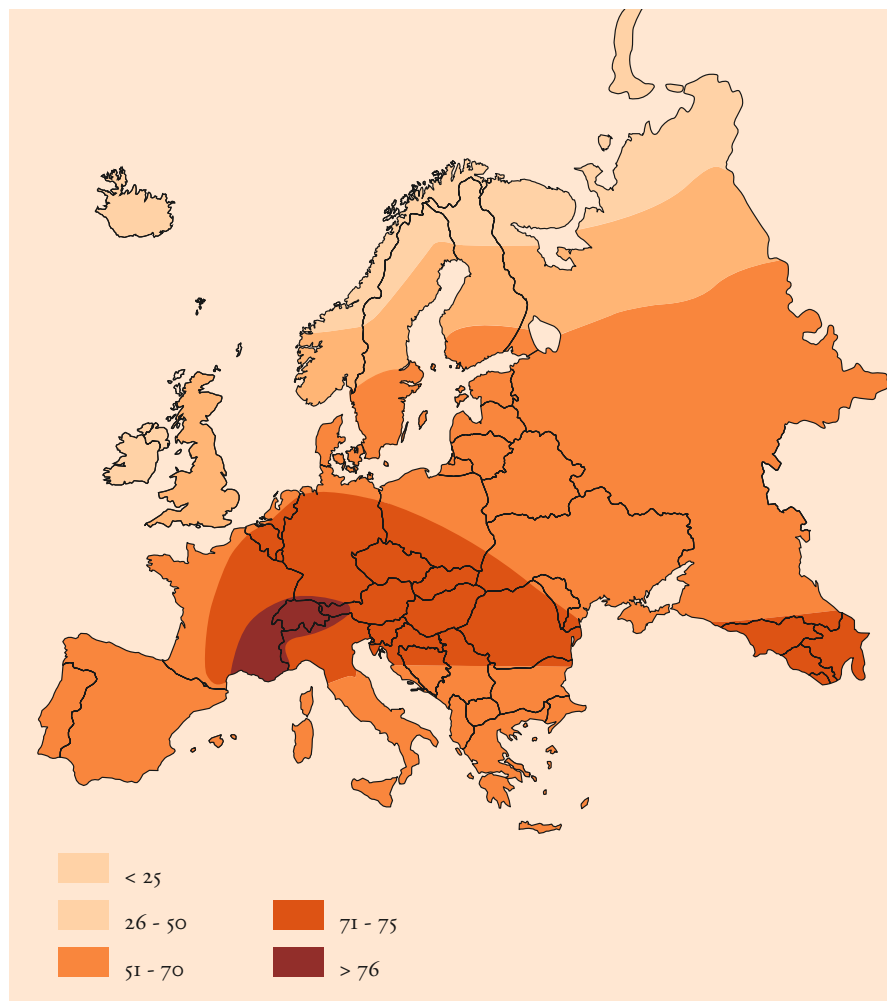
Oorzaken van vooruitgang

Natuurontwikkeling

Tot eind jaren tachtig heeft de Nederlandse natuurbescherming altijd een defensieve houding aangenomen. Geprobeerd werd om natuurgebieden te behouden en verdere achteruitgang te voorkomen. Vanaf eind jaren tachtig is deze houding veranderd en tegenwoordig is het heel normaal dat door actief ingrijpen nieuwe natuur ontstaat. Bij dergelijke natuurontwikkelingsprojecten ontstaan voor libellen vaak interessante biotopen. Doordat libellen in het algemeen een goede dispersiecapaciteit hebben, koloniseren ze deze nieuw ontstane biotopen meestal snel.

De voor libellen belangrijkste natuurontwikkelingsprojecten vonden plaats in de duinen en het riviereengebied. Bij veel van de projecten in de duinen is het waterpeil verhoogd, waardoor oude (natte) valleien en plassen hersteld werden en de hoeveelheid geschikte biotoop in de duinen sterk is toegenomen. Mede hierdoor is de platbuik (*Libellula depressa*) weer een algemene verschijning in de duinen geworden. Laagveensoorten die vroeger talrijk waren in de duinen – zoals de vroege glazenmaker (*Aeshna isoeles*) en de gevlekte witsnuitlibel (*Leucorrhinia pectoralis*) – zullen zich door de ontwikkeling van vegetatierijke plassen weer in de duinen kunnen vestigen of uitbreiden. In het riviereengebied zijn de afgelopen jaren veel uiterwaarden teruggegeven aan de natuur, waardoor nieuwe moerassige plekken zijn ontstaan. Veel plekken zijn nog in ontwikkeling maar de verwachting is dat hierdoor soorten zoals de glassnijder (*Brachytron pratense*) en de bruine korenbout (*Libellula fulva*) in het riviereengebied gaan toenemen.

Natuurontwikkeling in gebieden met een hoge kweldruk heeft slechts op kleine schaal plaatsgevonden, maar had wel grote invloed op de verspreiding van libellen. Voorbeelden zijn de in Limburg gelegen gebieden Haeselaarbroek en Weustenrade. Hier zijn ondiepe kwelmoerasjes ontstaan, waardoor een aantal bijzondere soorten zich kon uitbrei-



den, zoals tengere grasjuffer (*Ischnura pumilio*) en zuidelijke oeverlibel (*Orthetrum brunneum*).

De meeste projecten zijn zo recent gestart dat op dit moment veel van de nieuwe natuur in wording is. De verwachting is dan ook dat door natuurontwikkeling de komende jaren nog veel zal veranderen in de libellenfauna, met name op de zandgronden.

Temperatuurstijging

Klimatologische omstandigheden bepalen sterk het areaal van een libellensoort. Veel areaalgrenzen vallen samen met temperatuurgrenzen (O.A. EVERS HAM & COOPER 1998, KUHN & BURBACH 1998, PILON ET AL. 1966). Libellen staan bekend als warmteminners. In Groot-Brittannië bijvoorbeeld bleek het aantal libellensoorten samen te hangen met de gemiddelde zomertemperatuur – de soortenrijkste gebieden liggen in het zuiden en zuidwesten, waar het gemiddeld een aantal graden warmer is dan in het noorden (EVERSHAM & COOPER 1998). Het verband tussen het voorkomen van libellen en de temperatuur blijkt ook uit de diversiteit in Europa (figuur 5) (WASSCHER & BOS 2000). In het koude noorden van Europa is de diversiteit het laagst. Vanaf Nederland zuidwaarts neemt de soortenrijkdom toe tot aan zuidelijk Frankrijk. (De lagere diversiteit in nog zuidelijker Europa (zie figuur 5) hangt niet zo zeer samen met temperatuur, maar wordt veroorzaakt door het ontbreken van biotooptypen die noordelijker wel voorkomen.)

Figuur 5

Ruwe weergave van de diversiteit aan soorten libellen, gebaseerd op blokken van 250 × 250 km². Naar Wasscher & Bos (2000).

Het ligt voor de hand dat klimaatsverandering de verspreidingspatronen van libellen kan wijzigingen. Voor diverse soorten dag- en nachtvlinders is aannemelijk gemaakt dat de hogere temperatuur van de afgelopen jaren een belangrijke noordwaartse uitbreiding mogelijk heeft gemaakt (BURTON 1998, POLLARD 1979). Er bestaat een sterk vermoeden dat voor libellen hetzelfde geldt. In de negentiger jaren is in Nederland een aantal libellen met een zuidelijke verspreiding

duidelijk vooruitgegaan (tabel 4) (VAN DELFT 1998, DIJKSTRA ET AL. 1998, HERMANS & GUBBELS 1997, KALKMAN & KETELAAR 1999). Veel van deze areaaluitbreidingen werden voorafgegaan door invasies (zie kader 'Invasies'). Een verband met de hogere temperatuur ligt voor de hand, zoals bijvoorbeeld voor de uitbreiding van de vuurlibel (*Crocothemis erythraea*) is verondersteld (OTT 1996).

Een effect van temperatuurstijging op de zuidgrens van noordelijke soorten is veel moeilijker aan te tonen. Veel van de soorten die in Nederland aan de zuidgrens van hun areaal zitten zijn gebonden aan biotooptypen die de afgelopen eeuw sterk achteruitgegaan zijn (bijvoorbeeld vennen). Dit effect maskeert de mogelijke achteruitgang van noordelijke soorten onder invloed van klimaat.

Oorzaken van achteruitgang

Biotoopvernietiging

Van alle oorzaken voor de verandering van de fauna is biotoopvernietiging de meest rigoureuze. In de eerste helft van de twintigste eeuw verdwenen libellenbiotopen vooral als gevolg van ontginning van heide en hoogvenen en de ontwatering van moerassen. Zo is het oppervlak hoogveen en heide met meer dan negentig procent afgenomen (WEINREICH & MUSTERS 1989). Alhoewel vennen hierbij relatief vaak zijn gespaard is de hoeveelheid libellenbiotoop die hiermee verdween enorm. Vanaf de jaren zestig sneuvelen veel geschikte biotopen in het agrarisch landschap door ruilverkaveling. Tegenwoordig zijn het vooral infrastructurele projecten en woningbouw die het verdwijnen van biotopen veroorzaken. Vaak verdwijnen de 'groene' gebieden aan de randen van steden ten gunste van bedrijventerreinen of woonwijken.

Tabel 4
Zuidelijke soorten die vanaf 1990 mogelijk onder invloed van een warmer klimaat in Nederland zijn toegenomen (zie soortteksten in hoofdstuk II voor meer informatie).

soorten die hun areaal hebben uitgebreid:	
<i>Sympecma fusca</i>	bruine winterjuffer
<i>Lestes viridis</i>	houtpantserjuffer
<i>Cercion lindenii</i>	kanaaljuffer
<i>Erythromma viridulum</i>	kleine roodoogjuffer
<i>Orthetrum cancellatum</i>	gewone oeverlibel
soorten die zich hebben gevestigd:	
<i>Lestes barbarus</i>	zwervende pantserjuffer
<i>Orthetrum brunneum</i>	zuidelijke oeverlibel
<i>Crocothemis erythraea</i>	vuurlibel
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	zwervende heidelibel
soorten die vaker optreden als zwerver:	
<i>Aeshna affinis</i>	zuidelijke glazenmaker
<i>Anax parthenope</i>	zuidelijke keizerlibel

INVASIES

Men spreekt van een invasie als een soort tijdelijk sterk in aantal toeneemt door aanvoer van individuen van elders. Op twee manieren spelen klimatologische omstandigheden een belangrijke rol bij invasies. Ten eerste moeten de weersomstandigheden in de jaren voor de invasie een toename van het aantal individuen in de bronpopulatie toelaten. Voor de kleine roodoogjuffer (*Erythromma viridulum*) is aangetoond dat warmte tijdens het larvale stadium niet alleen zorgt voor een hogere overleving van de larven maar ook de aanmaak van grotere vliegspieren mogelijk maakt (WASSCHER 1987A). Ten tweede moet het weer op het moment dat de libellen gaan zwerven gunstig zijn – het moet warm en droog zijn en de wind moet gunstig zijn. Libellen vliegen vooral met de wind mee. Bij een analyse van weersinvloeden op het opduiken van libellen op het Duitse waddeneiland Scharhörn bleek duidelijk een verband tussen ligging van het brongebied en windrichting (MLODY 1986). Op dagen met een sterke influx van libellen lag er telkens een gebied met lage luchtdruk boven het westen van Europa en een hoge drukgebied boven het oosten, wat zorgt voor een zuidelijke of oostelijke stroming van veelal warme lucht. Ook de influx in Nederland van de geel-

vlekheidlibel (*Sympetrum flaveolum*) in 1995 – gelijktijdig met enkele andere soorten heidelibellen, dagpauwogen (*Inachis io*) en rouwmantels (*Nymphalis antiopa*) – gebeurde tijdens een periode van warm weer met sterke oostenwinden (WASSCHER 1998). Voorbeelden van soorten die invasiegewijs voorkomen zijn de viervlek (*Libellula quadrimaculata*) en de geelvlekheidlibel (*Sympetrum flaveolum*). Van deze soorten zijn invasies bekend van duizenden individuen, verspreid over grote delen van Nederland (WASSCHER 1995B, 1996A). Ook van de paardenbijter (*Aeshna mixta*) komen waarschijnlijk elk jaar duizenden individuen Nederland binnen. Toch hebben deze invasies betrekkelijk weinig invloed op de verspreidingsbeelden van deze toch al algemene soorten. In de jaren negentig invadeerden in Nederland opvallend veel zeldzame soorten. Spectaculaire voorbeelden betreffen zwervende heidelibel (*Sympetrum fonscolombii*), zuidelijke glazenmaker (*Aeshna affinis*) en zwervende pantserjuffer (*Lestes barbarus*). Uit de Nederlandse namen blijkt dat het gaat om soorten waarvan het zwerfgedrag al bekend was. In veel gevallen hebben deze invasies geleid tot een uitbreiding van het areaal. Ook andere zuidelijke soorten zoals vuurlibel (*Crocothemis erythraea*) en zuidelijke oeverlibel (*Orthetrum brunneum*) hebben zich waarschijnlijk na een invasie in Nederland kunnen vestigen.

Kanalisisatie

Kanalisisatie is het 'rechttrekken' (normaliseren) van beken en rivieren (zie figuur 16). Dit gebeurde vooral veel bij land-inrichtingsprojecten na de Tweede Wereldoorlog. De voordelen zijn een snellere waterafvoer en een groter areaal economisch bruikbaar land. Veel libellensoorten van stromend water zijn hierdoor echter uit de beken verdwenen of zeldzaam geworden. De invloed van kanalisatie op beken is te splitsen in de invloed op het landschap, de structuur van de beek, de hydrologie en het beheer.

- Landschappelijk: Beekkanalisaties maken vaak onderdeel uit van een algehele herinrichting van een gebied. In de regel is de hoofddoelstelling het versnellen van de waterafvoer naar de beek. Om dit te realiseren wordt bos en struweel op de oever gekapt, met een nivellering van het landschap tot gevolg. Voor libellen van beschaduwde beken zijn deze locaties niet langer geschikt voor voortplanting. In Nederland betreft dit vooral de bosbeekjuffer (*Calopteryx virgo*). Als neveneffect van de herinrichting van het landschap neemt de inspoeling van grond en organisch materiaal toe. Hierdoor wordt de beek voedselrijker en neemt de zuurstofconcentratie af.
- Beekstructuur: Door het rechttrekken van de meanders neemt de invloed van erosie en sedimentatie af. Dit verkleint de variatie in stroomsnelheid en bodemsamenstelling, waar de larven van specifieke beeksoorten vaak juist gebruik van maken.
- Hydrologie: Het omringende landschap geeft normaal gesproken langzaam water af aan de beek. Bij genormaliseerde beken is het landschap zo ingericht dat de waterafvoer zo snel mogelijk verloopt. Dit leidt ertoe dat een beek in een periode met veel regen korte tijd veel water bevat en in een droge periode (bijna) geheel droog staat. Grote schommelingen in de waterstand zijn ongunstig voor veel waterplanten.
- Beheer: Vaak hebben genormaliseerde beken een steile, strakke oever die makkelijk gemaaid en geschoond kan worden. Op dergelijke oevers staat meestal geen hoge kruidenrijke vegetatie die rust-, fourageer- en schuilmogelijkheden voor de imago's biedt.

De invloed van kanalisatie op rivieren is vergelijkbaar met de invloed op beken. Kanalisatie en stuwing van bijvoorbeeld de Maas heeft grote stukken oever ongeschikt gemaakt voor libellen. Vanaf eind jaren tachtig worden veel natuurontwikkelingsprojecten uitgevoerd langs rechtgetrokken beken. Op weg geholpen door een aantal kunstmatige meanders krijgen beken daarbij weer de ruimte om hun weg door het landschap te zoeken.

Verdroging

Vrijwel heel Nederland is de afgelopen decennia droger geworden, voornamelijk als gevolg van drinkwaterwinning en ontwatering ten behoeve van de landbouw. Biotopen die geheel of gedeeltelijk opdrogen, verliezen kwaliteit voor libellen (figuur 17). Als het water niet meer in contact met de oevervegetatie staat, verdwijnt in sommige gevallen de gehele oever- en/of watervegetatie. In vennen kunnen veenmosvegetaties droog komen te liggen (figuur 8). Doordat



Figuur 6

Een gekanaliseerde beek ten noorden van Deventer. Vooral de afwezigheid van water- en oeverplanten maakt deze locatie ongeschikt voor libellen.



Figuur 7

Het droogvallen van vennen veroorzaakt een verarming van de libellenfauna. Op dit ven op de Gorsselse Heide verdween de glassnijder (*Brachytron pratense*) als gevolg van verdroging.



a



b

Figuur 8

Het effect van een droge zomer op een veenmosvegetatie in de boswachterij Gees:

a de situatie in een normale zomer (1997);

b de situatie in een droge zomer (1996).

dieren in een steeds kleiner volume water leven, nemen in uitdrogende wateren voedselconcurrentie en predatie toe. Verdroging kan ook leiden tot het stagneren van de kwel-aanvoer. Gebieden die hiervan afhankelijk zijn voor de wateraanvoer drogen dan op. In vennen waar kwel voor de buffering van het water zorgt, kan dit tot verzuring leiden. Een ander effect van verdroging is de versnelde mineralisatie van de drooggevalle oever. Vrijkomende voedingsstoffen spoelen vervolgens uit naar het water dat hierdoor verrijkt wordt.

Geheel of gedeeltelijk droogvallen van wateren gebeurt met name in de duinen en in de bovenlopen van beken. Een aantal libellensoorten is daardoor uit de duinen verdwenen of veel schaarser geworden. Dit betreft vooral soorten die thans voornamelijk in laagveengebieden voorkomen, zoals gevlekte witsnuitlibel (*Leucorrhinia pectoralis*), vroege glazenmaker (*Aeshna isocetes*) en smaragdlibel (*Cordulia aenea*). De afgelopen jaren is door het stoppen van de drinkwaterwinning de waterhuishouding van enkele duingebieden sterk verbeterd en is een aantal soorten weer toegenomen.

In Oost- en Zuid-Nederland hebben bronnen en bovenlopen van beken ernstig te leiden onder verdroging. Veel typische bewoners verdwijnen wanneer deze biotopen enkele weken droogvallen. De mercurwaterjuffer (*Coenagrion mercuriale*) is mogelijk mede hierdoor uit Nederland verdwenen; de bosbeekjuffer (*Calopteryx virgo*) en de gewone bronlibel (*Cordulegaster boltonii*) zijn hierdoor achteruit gegaan. Van deze laatste wordt aangenomen dat hij door het regelmatig droogvallen van de beek verdwenen is uit de omgeving van Malpie (WASSCHER & VAN TOL 1993). Thans wordt één van de laatste drie Nederlandse populaties bedreigd door het verdrogen van de Boschbeek (Meinweg), als gevolg van wateronttrekking door de Duitse bruinkoolindustrie. Verdroging wordt veelal bestreden door zogenaamd gebiedsvreemd water van slechte kwaliteit in te laten. Vooral in laagveengebieden heeft dit negatieve gevolgen gehad. Een klein aantal libellensoorten, zoals de zwervende pantserjuffer (*Lestes barbarus*) en de geelvlakheidlibel (*Symptetrum flaveolum*), heeft mogelijk geprofiteerd van verdroging. Dit betreft soorten van periodiek uitdrogend en relatief ondiep, snel opwarmend water.

Vermesting

Vermesting (eutrofiëring, verrijking) is de onnatuurlijke toename van de hoeveelheid voedingsstoffen ten opzichte van de natuurlijke situatie. Vrijwel alle wateren in Nederland zijn de afgelopen eeuw aangetast door deze verrijking. Belangrijke veroorzakers zijn landbouw, verkeer, fosfaat-houdende wasmiddelen en riooloverstorten. Vermesting kan diffuus zijn (bijvoorbeeld neerslag) maar ook geconcentreerd (bijvoorbeeld een lozing in een sloot). Geconcentreerde vermesting heeft meestal alleen lokaal grote gevolgen. Diffuse vermesting heeft voor de hele Nederlandse natuur ernstige gevolgen. Op veel plaatsen is de natuurlijke gradiënt tussen voedselrijke en voedselarme biotopen verdwenen. Deze overgang is doorgaans de soortenrijkste plek in een natuurgebied. Vermesting treedt vaak sluipend op. Zo kan een mooi mesotroof ven in de loop van tientallen jaren veranderen in een eutrofe plas.

Vermesting leidt tot grote veranderingen in de planten- en algengroei – een mozaïekachtige vegetatiestructuur (figuur 9) kan in het ergste geval veranderen in een monocultuur van één enkele plantensoort. Vermesting veroorzaakt ook zuurstofarmoede, algenbloei, een dikke detrituslaag en vertroebeling van het water. Het gevolg is een minder diverse habitat met een soortenarme libellenfauna (LENZ 1991). Alleen algemene, tolerante soorten overleven in zo'n verrijkte omgeving, bijvoorbeeld het lantaarntje (*Ischnura elegans*) en de blauwe glazenmaker (*Aeshna cyanea*) (SCHLÜPMANN 1995). Voor libellen heeft vermisting de ingrijpendste gevolgen in niet-zure, mesotrofe wateren. Deze vennen op de zandgronden behoorden tot de rijkste libellengebieden. Een aantal karakteristieke soorten is de afgelopen 100 jaar mede door vermisting sterk achteruitgegaan. Zo is het verdwijnen van sierlijke witsnuitlibel (*Leucorrhinia caudalis*), oostelijke witsnuitlibel (*L. albifrons*) en noordse winterjuffer (*Sympecma paedisca*) uit het landgoed Lonnekermeer bij Hengelo waarschijnlijk te wijten aan vermisting (WASSCHER & VAN TOL 1993). Ook laagveenmoerassen zijn vermest doordat rivierwater wordt ingelaten om verdroging te voorkomen (ROELOFS & SMOLDERS 1993). Vermesting tast bestaande vegetatie aan, maar vertraagt ook het verlandingproces. Veel typische laagveenlibellen, zoals de gevlekte witsnuitlibel (*Leucorrhinia pectoralis*), moeten het juist hebben van de verlandingsvegetatie (DE GROOT & WASSCHER 1999). Niet alleen stilstaande, ook stromende wateren hebben te lijden onder vermisting, bijvoorbeeld door afvoer van water met meststoffen uit landbouwgebieden. Een Australisch onderzoek vergeleek de libellenfauna van een rivier voor en na de inlaat van een rioolwaterzuivering. De diversiteit bleek benedenstrooms sterk verlaagd en vooral de specifiek stroomminnende soorten verdwenen snel (WATSON ET AL. 1982).

Verontreiniging met gifstoffen

De belangrijkste gifstoffen zijn landbouwgif en zware metalen. Slechts voor enkele van deze stoffen is de directe invloed op libellen onderzocht, en dan meestal voor één of een paar soorten. De invloed van gifstoffen verschilt echter per soort en ook de leeftijd van larven is bepalend voor de werking van gifstoffen (CORBET 1999). Bijna al het onderzoek is gedaan in het laboratorium. De combinatie van deze factoren maakt het moeilijk om de invloed van gifstoffen in een ecosysteem te duiden.

Vergeleken met andere waterinsecten zijn libellen tolerant ten aanzien van vervuiling met gifstoffen (CHERRY ET AL. 1979, GIDDINGS ET AL. 1996, MACKIE 1989, WALLACE ET AL. 1991). Enkele soorten zoals weidebeekjuffer (*Calopteryx splendens*), watersnuffel (*Enallagma cyathigerum*) en lantaarntje (*Ischnura elegans*) kunnen zelfs opvallend goed tegen gifstoffen (BROWN & PASCOE 1988, THORP & LAKE 1974). Over het algemeen hebben middelen voor onkruidbestrijding (herbiciden) minder invloed dan middelen voor insectenbestrijding (insecticiden). Waarschijnlijk worden libellen vooral indirect beïnvloed door afname van prooidieren (CORBET 1999).

Zware metalen bereiken het milieu vooral toe door lozing van industrieel afvalwater. Bovendien maakt de verzuring van het water dat een deel van de zware metalen niet langer gebonden is aan organische deeltjes of sedimenten, maar als opgelost ion vrij in het milieu voorkomt. Een hoge con-



centratie zware metalen verkleint de overlevingskans van jonge larven en leidt tot meer vervormingen bij het uitsluipen (CORREA ET AL. 1985, JONES 1985). In België werd vastgesteld dat watersnuffels (*Enallagma cyathigerum*) uit een ven met een verhoogde loodconcentratie een kleinere overlevingskans hadden en lichter en minder symmetrisch waren dan watersnuffels uit een ven met een normale loodconcentratie (DE BLOCK & STOKS 1997).

Of landbouwgif en/of zware metalen daadwerkelijk effect op de libellenstand hebben, hangt af van vele factoren. Een hoge concentratie van een giftige stof en langdurige blootstelling zal tot grote sterfte en zelfs uitroeiing van een populatie kunnen leiden. Bij kleinere belasting zijn de effecten vaak minder opvallend, maar ze kunnen bij langdurige blootstelling ernstig zijn en het overleven van een populatie bedreigen. Larven van *Aeshna umbrosa* hebben bijvoorbeeld bij blootstelling aan giftige chloorverbindingen een verhoogde zuurstofbehoefte – bij aanhoudende blootstelling zal de hoeveelheid zuurstof in het water dus eerder belemmerend zijn (DOMINGUEZ ET AL. 1988). Behalve de concentratie van een gifstof en de duur van de belasting is ook de ecologie van een soort bepalend voor de effecten. Zo ontloopt op rijstvelden in Japan de beekjuffer *Calopteryx atrata* door zijn fenologie goeddeels de gevolgen van insecticiden (TAKAMURA 1996).

Er is geen direct bewijs dat in Nederland libellen achteruit zijn gegaan door het gebruik van gifstoffen of zware metalen. Wel is geopperd dat het landbouwgif atrazine de achteruitgang van krabbescheer (*Stratiotes aloides*) heeft veroorzaakt, en daarmee van de groene glazenmaker (*Aeshna viridis*). Atrazine blokkeert bij vrijwel alle groene planten de fotosynthese, waardoor in de maïsteelt onkruiden effectief bestreden worden (PROVINCIE NOORD-HOLLAND 1997, WASSCHER 1993, WASSCHER & VAN TOL 1993).

Figuur 9

Voorbeeld van een water met een gevarieerde oever- en watervegetatie. Door verzuring, vermisting en/of verdroging verdwijnen dergelijke bijzondere structuren vaak, waarmee eiafzetsubstraat en leefgebied voor larven verloren gaat (Budel-Dorplein).

Verzuring

Anders dan bijvoorbeeld amfibieën en mollusken lijken libellen betrekkelijk weinig gevoelig te zijn voor de zuurgraad van het water (FOSTER 1994, POLLARD & BERRILL 1991). Zo werden in Scandinavië gewone bronlibel (*Cordulegaster boltonii*), grote roodoogjuffer (*Erythromma najas*) en metaalglanslibel (*Somatochlora metallica*) aangetroffen in wateren met een pH uiteenlopend van 4,6 tot 8,0 (CORBET 1999). In Engeland was de voortplanting van venglazemaker (*Aeshna juncea*), vuurjuffer (*Pyrrhosoma nymphula*) en zwarte heidelibel (*Sympetrum danae*) even succesvol na bekalking (pH 5,6-6,7) als ervoor (pH 4,0) (FOSTER 1995). Een Nederlands voorbeeld is de tengere grasjuffer (*Ischnura pumilio*), die zowel in de zeer kalkrijke (basische) Encigroeve bij Maastricht voorkomt als in de zure Rode beek (Brunssummerheide). Een verhoging van de pH met twee eenheden bleek geen van de zestien onderzochte Europese libellensoorten van stilstaand water te beperken in hun voorkomen (SCHLÜPMANN 1995).

Verzuring lijkt vooral indirect gevolgen voor de libellenfauna te hebben. Veranderingen in de water- en oevervegetatie en in het bodemsubstraat door opeenhoping van detritus zijn voor libellen het belangrijkste. Dit laatste wordt veroorzaakt door de afname van de afbraaksnelheid van organisch materiaal (VERBEEK ET AL. 1986). Meer detritus betekent voor bodembewonende larven meer schuilmogelijkheden, en dus een grotere overlevingskans, wat deels de hogere dichtheden van een aantal libellensoorten bij verzuurde wateren verklaart.

Een opvallend effect van verzuring is de afname van vis (BENDELL & MCNICOL 1995). Een toename van libellensoorten die een lagere zuurgraad tolereren, is waarschijnlijk vooral te danken aan verminderde larvenpredatie door vissen. Bij een onderzoek naar de soortensamenstelling in vier Brabantse vennen die varieerden in pH van 4,2 tot 8,8, werden geen opvallende verschillen gevonden. Wel bleek de viervlek (*Libellula quadrimaculata*) juist in het zuurste ven de grootste dichtheid te hebben en had de watersnuffel (*Enallagma cyathigerum*) opvallend hoge dichtheden larven in zure,

visloze vennen (figuur 10) (VERBEEK ET AL. 1986).

Alhoewel nagenoeg elk water in Nederland beïnvloed is door verzuring hebben vooral afgesloten, kleinere wateren te lijden gehad, met name vennen en in mindere mate duinplassen. Vooral libellen van de zwak gebufferde vennen zijn sterk door verzuring beïnvloed. In Nederland gaat verzuring van deze wateren vaak gepaard met de achteruitgang van de meeste soorten en de toename van een paar algemene. Vooral gewone pantserjuffer (*Lestes sponsa*), watersnuffel (*Enallagma cyathigerum*), viervlek (*Libellula quadrimaculata*) en zwarte heidelibel (*Sympetrum danae*) profiteren van verzuring. Veel soorten die sterk te lijden hebben onder verzuring waren ook daarvoor al schaars en zijn tegenwoordig zeldzaam of zelfs uit Nederland verdwenen; sommige zijn in heel West-Europa zeldzaam geworden, zoals speerwaterjuffer (*Coenagrion hastulatum*), sierlijke witsnuitlibel (*Leucorrhinia caudalis*) en oostelijke witsnuitlibel (*Leucorrhinia albifrons*).

Versnippering

In de afgelopen eeuwen zijn de Nederlandse natuurgebieden versnipperd geraakt – grote aaneengesloten gebieden zijn opgedeeld in kleinere, die vaak geïsoleerd in het cultuurlandschap liggen. Hoe groter de onderlinge afstand tussen geschikte biotopen hoe kleiner de kans dat libellen van de ene naar de andere locatie komen.

Veel soorten zijn binnen hun areaal niet gelijkmatig verspreid, maar komen in clusters voor. Tussen de verschillende populaties binnen een cluster vindt frequent uitwisseling van individuen plaats. Clusters van grotere en kleinere populaties waartussen uitwisseling plaatsvindt vormen een metapopulatie. Een populatie die deel uitmaakt van een metapopulatie heeft om twee redenen een grotere overlevingskans dan een geïsoleerde populatie. Ten eerste is binnen een metapopulatie de kans op herkolonisatie groter. Het is niet ongewoon dat een kleine of geïsoleerde populatie door toeval of door een catastrofe uitsterft (DEN BOER 1981). Binnen een metapopulatie gebruiken soorten zogenaamde gelegenhedsbiotopen, plaatsen waar voortplanting alleen in gunstige jaren mogelijk is. Het belang hiervan is door Sternberg (1995A) aangetoond voor de noordse glazemaker (*Aeshna subarctica*) in het Zwarte Woud (zie kader 'Het belang van de metapopulatie'). Ten tweede is binnen een metapopulatie de genetische diversiteit groter (BOER 1990). In een populatie met een grote genetische diversiteit is de kans groter dat er individuen zijn die veranderende omstandigheden overleven. Een rampjaar waarin slechts weinig individuen overleven zal de genetische variatie binnen een populatie versmallen. Zwervers van andere populaties zullen de variatie weer verbreden. Bij een geïsoleerde populatie gebeurt dit per definitie niet. Onbekend is hoe groot het probleem van afname van genetische variatie in kleine libellenpopulaties precies is.

De afstand tussen populaties waarbij van versnippering kan worden gesproken verschilt per soort.

Figuur 10

Grote aantallen van de watersnuffel (*Enallagma cyathigerum*) duiden vaak op verzuring.

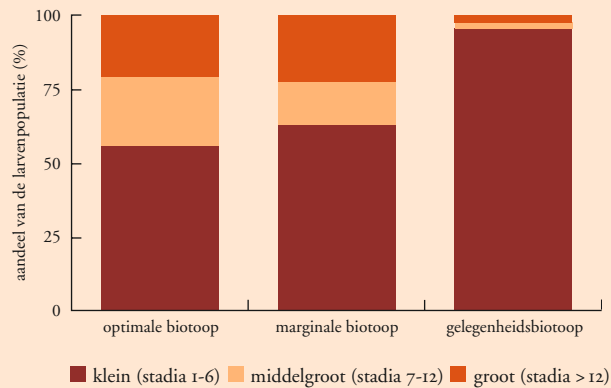


HET BELANG VAN DE METAPOPULATIE

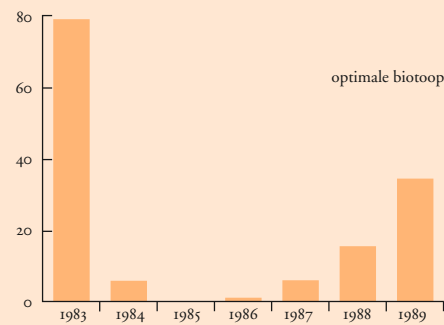
Van 1981 tot 1990 volgde Sternberg de omvang en samenstelling van de negentien populaties van de noordse glazenmaker (*Aeshna subarctica*) in het Zwarte Woud (STERNBERG 1995A). Bij vijf van deze populaties werd geprobeerd alle larvenhuidjes te verzamelen en zoveel mogelijk larven en imago's te vangen. Alle gevangen larven werden opgemeten en gemerkt door één van de poten af te knippen – voor elk ven een andere. Doordat dit bij het imago als vergroeiing zichtbaar blijft kon de herkomst van een individu worden bepaald.

De leeftijdsopbouw van larven binnen een ven toonde aan dat niet alle vennen even belangrijk zijn voor de noordse glazenmaker. In de minder belangrijke vennen werden slechts enkele larven groot en werden naar verhouding veel jonge larfjes aangetroffen (figuur 11). Aan de hand van deze waarnemingen deelde Sternberg de vennen in drie categorieën in: optimale biotopen, met jaarlijks grote aantallen uitsluitende individuen; marginale biotopen, met jaarlijks weinig uitsluitende individuen; en gelegheidsbiotopen, met slechts in sommige jaren uitsluitende individuen en nooit in hoge aantallen. In de laatste categorie sterft *A. subarctica* regelmatig uit. Alleen herbevolking vanuit andere populaties zorgt ervoor dat in deze categorie biotopen regelmatig noordse glazenmakers te zien zijn. Dat uitwisseling daadwerkelijk plaatsvindt tussen populaties bleek uit de vangst van achttien individuen bij andere vennen dan waar ze als larve gemerkt waren.

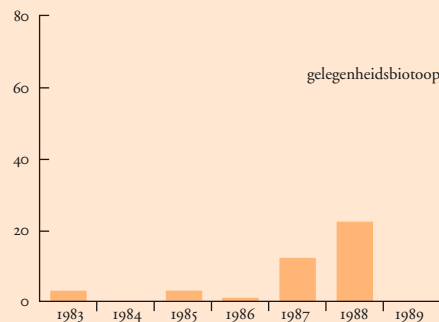
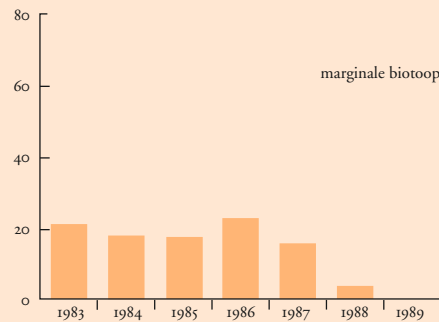
Uitdroging van bijna alle vennen in 1983 in combinatie met zeer slecht weer in 1984, precies in de periode dat de individuen uitsluitten, maakte dat het aantal en de omvang van de populaties dramatisch afnamen. Bij veel vennen verdween *A. subarctica* en zonder herbevolking vanuit andere vennen was de soort nooit zo snel teruggekomen. Een opvallend gevolg van het uitdrogen van de vennen was dat *A. subarctica* geheel verdween uit een aantal optimale biotopen maar stand hield in een enkele marginale (figuur 12). De eindconclusie was dat de dicht bij elkaar gelegen optimale, marginale en gelegheidsbiotopen gezamenlijk verantwoordelijk zijn voor het voortbestaan van *A. subarctica* in het Zwarte Woud.



Figuur 11
De leeftijdsopbouw van larven van de noordse glazenmaker (*Aeshna subarctica*) in verschillende biotopen in het Zwarte Woud (Duitsland). In de optimale biotopen is het aandeel van de jongste larven het kleinst, in de gelegheidsbiotopen is het aandeel bijna uitsluitende larven opvallend klein. Naar Sternberg (1995A).



Figuur 12
De aantallen uitgeslopen individuen van de noordse glazenmaker (*Aeshna subarctica*) in de jaren 1983-1989 in de verschillende biotopen in het Zwarte Woud (Duitsland). Naar Sternberg (1995A).



In de meeste gevallen gelden de volgende algemene regels:

- Soorten met de neiging om te zwerven hebben minder last van versnippering. Veel libellen zijn fysiek in staat om te zwerven maar niet alle soorten doen het. Zo wordt de houtpantserjuffer (*Lestes viridis*) zelden zwerwend aangetroffen, terwijl de even grote zwervende pantserjuffer (*Lestes barbarus*) juist hierom bekend staat. De stabiliteit van de voorkeursbiotoop van een soort hangt samen met de neiging tot zwerven. Soorten van instabiele biotopen – bijvoorbeeld de tengere grasjuffer (*Ischnura pumilio*) – hebben vaak een sterkere neiging tot zwerven dan soorten van stabiele milieus, zoals bijvoorbeeld de dwergjuffer (*Nehalennia speciosa*).
- Abundante soorten zijn minder gevoelig voor versnippering dan soorten die minder talrijk zijn. Door de hoge dichtheden is de kans op lokaal uitsterven kleiner en is de kans dat zwervers andere populaties bereiken groter. Dit laatste komt simpelweg doordat er meer zwervers zullen zijn.
- Soorten van stromend water hebben veelal minder last van versnippering dan soorten van stilstaand water. Stromend water vormt vaak één langgerekte (meta-) populatie waardoor de kans op uitsterven verkleind wordt. Ook kunnen larven van een aantal van deze soorten door drift (= meespoelen) andere deelpopulaties bereiken.

Waarschijnlijk is versnippering pas van belang nadat een soort door een andere oorzaak sterk achteruit is gegaan. Een voorbeeld is de speerwaterjuffer (*Coenagrion hastulatum*) in Oost-Nederland. Tot de jaren tachtig kwam deze soort daar tamelijk algemeen voor. De afgelopen decennia is hij echter sterk achteruitgegaan en tegenwoordig vindt er waarschijnlijk geen uitwisseling meer plaats tussen de overgebleven populaties.

Visuitpoot

Vissen kunnen een grote invloed op de libellenstand hebben. De grote doorns en de geringere activiteit van de larven van sommige soorten te beschouwen als aanpassingen die predatie door vissen beperken (CONVEY 1988, JOHANSSON & SAMUELSSON 1994). Wildermuth (1991B) vond bij een Zwitsers

onderzoek twaalf keer zoveel huidjes bij visloze wateren als bij vergelijkbare wateren met vis.

Niet alleen sportvissers beïnvloeden opzettelijk de visfauna, dat doen ook natuurbeschermers bij herintroductions (van bijvoorbeeld forel) en waterbeheerders die het dichtgroeien van wateren willen voorkomen door graskarper (*Ctenopharyngodon idella*) uit te zetten. In Nederland is geen onderzoek verricht naar de effecten van het uitzetten van vis. Wel is geopperd dat de achteruitgang van de bosbeekjuffer (*Calopteryx virgo*) in de Geul te maken heeft met het uitzetten van beek- en regenboogforel (WASSCHER & VAN TOL 1993). Een bewijs hiervoor ontbreekt echter en de gelijktijdige toename van de weidebeekjuffer (*Calopteryx splendens*) lijkt het te ontkrachten.

Het uitzetten van graskarper heeft mogelijk grote invloed op de libellenfauna. Deze uit China afkomstige planteneeter wordt in Nederland sinds 1966 gebruikt om het dichtgroeien van wateren tegen te gaan. Graskarpers langer dan 2,5 cm eten zowel waterplanten als overhangende oeverplanten. Ze hebben een voorkeur voor zachte waterplanten als flab, waterpest en kroos, maar wanneer ze voldoende talrijk zijn blijft er niets over van de watervegetatie. Daarnaast wroeten graskarpers in de bodem waardoor het water voedselrijker en troebeler wordt. Deze activiteiten verminderen de schuilmogelijkheden voor libellenlarven en het aantal eiafzetlocaties voor imago's aanzienlijk. Door de beperking van schuilmogelijkheden neemt de larvenpredatie door carnivore vissen toe. De potentieel dramatische gevolgen van het uitzetten van graskarper voor de libellenfauna blijken uit Duits onderzoek – na het uitzetten van graskarpers in een vijver ging zowel de oever- als de watervegetatie sterk achteruit. Hieraan gepaard nam het aantal libellensoorten af, net als de aantallen individuen per soort. Na enkele jaren kon nog maar van drie van de voorheen negentien soorten voortplanting worden aangetoond (OTT 1993, 1995A, 1995B). Omdat graskarpers paaien in water van 27 tot 29°C kan de soort zich niet in Nederland voortplanten en permanente vestiging lijkt dan ook uitgesloten. In Nederland is het uitzetten van graskarpers met vergunningen geregeld. Ze mogen alleen in afgesloten wateren worden uitgezet en niet in natuurgebieden (DE NIE 1996, NIJSSSEN & DE GROOT 1987).