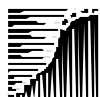


Monitoring van abiotiek, vegetatie, dansmuggen en kokerjuffers in gerestaureerde zwakgebufferde oppervlaktewateren

Kolonisatie van diersoorten

Hein van Kleef
Hans Esselink



landbouw, natuur en
voedselkwaliteit



Katholieke Universiteit Nijmegen

© 2005 Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit

Rapport EC-LNV nr. 2005/267-O
Ede, 2004

Teksten mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

Deze uitgave kan schriftelijk of per e-mail worden besteld bij het Expertisecentrum LNV onder vermelding van code 2005/267-O en het aantal exemplaren.

Oplage 200 exemplaren

Samenstelling Hein van Kleef, Hans Esselink

Druk Ministerie van LNV, directie IFA/Bedrijfsuitgeverij

Productie Expertisecentrum LNV
Bedrijfsvoering/Vormgeving en Presentatie
Bezoekadres : Horapark, Bennekomseweg 41
Postadres : Postbus 482, 6710 BL Ede
Telefoon : 0318 822500
Fax : 0318 822550
E-mail : Balie@minlnv.nl

Voorwoord

Dit rapport is onderdeel van een drieluik waarin verslag wordt gedaan van onderzoek naar ongewervelde waterdieren in vennen waarin herstelmaatregelen hebben plaatsgevonden. De effecten die maatregelen hebben op de abiotische randvoorwaarden en op de vegetatie zijn al goed bekend en hebben bijvoorbeeld geleid tot de bekende Vennensleutel. Over de effecten op de fauna van vennen is veel minder bekend. Vanuit de aard van de nu autonoom uitgevoerde maatregelen (meestal: integraal uitbaggeren na tijdelijke drooglegging) waren vermoedens gerezen over mogelijk negatieve effecten op de nog aanwezige dieren. De maatregelen zouden kunnen leiden tot het lokaal verdwijnen van diersoorten (waaronder doelsoorten), zonder dat er vervolgens sprake is van herkolonisatie.

De vraag die in dit rapport centraal staat, is daarom: worden vennen, na het uitvoeren van herstelmaatregelen, weer gehekoloniseerd door ongewervelde waterdieren en is de mate van herkolonisatie gecorreleerd met de mobiliteit van deze dieren? Uit dit onderzoek, dat uitgevoerd is in vijftig vennen, blijkt o.a. dat herkolonisatie inderdaad optreedt, maar dat er wel verschillen zijn tussen de soorten, afhankelijk van het vermogen om grote afstanden te overbruggen en de afstand tot wateren in de omgeving.

Deze conclusie leidt tot de aanbevelingen om zuinig te zijn op relictpopulaties van name zeldzame (doel)soorten met een beperkte verspreidingscapaciteit, zo mogelijk eerst een nieuw ven in de omgeving te graven alvorens het aangetaste ven te herstellen (zodat er nieuwe bronpopulaties zijn gevestigd) en eventueel over te gaan tot herintroductie indien soorten ook op langere termijn niet vanzelf zullen terugkeren.

Met dit rapport is duidelijk een bijdrage geleverd aan de discussie rond het verbeteren van effectgerichte maatregelen in vennen. Ik beveel dit rapport dan ook bij onderzoekers en beheerders, en als bouwsteen voor de kennisoverdracht binnen het Overlevingsplan Bos en Natuur.

Ir. H. de Wilde
Waarnemend Directeur Expertisecentrum LNV

Inhoudsopgave

1	Inleiding	7
1.1	Achteruitgang en herstel van levensgemeenschappen van vennen	7
1.1.1	Achteruitgang van vennen	7
1.1.2	Herstel van vennen	7
1.1.3	De plaats van fauna in het herstelbeheer	8
1.1.4	Onderzoek naar de effecten van herstelbeheer in vennen op diersoorten	9
1.2	Speciale onderzoeksaanpak	9
1.2.1	Monitoring langdurig of intensief en kort?	9
1.2.2	Verschillen in dispersie	10
1.2.3	Aangepaste onderzoeksmethoden	10
1.2.4	Analyse van dispersievermogen	10
1.2.5	Herstellen of creëren?	11
1.2.6	Adviezen voor toekomstig herstelbeheer	11
2	Materiaal en methoden	13
2.1	Selectie van vennen	13
2.2	Verzameling van gegevens	14
2.2.1	Abiotiek	14
2.2.2	Vegetatie	15
2.2.3	Dansmuggen	15
2.2.4	Kokerjuffers	16
2.3	Analyse van gegevens	17
3	Resultaten en discussie	19
3.1	Ontwikkeling van ventypen	19
3.1.1	Indeling van onderzochte vennen	19
3.1.2	Vegetatie, abiotiek, soortenrijkdom en beheer	20
3.2	Nieuwe methodieken, nieuwe soorten en nieuwe inzichten	23
3.3	Dansmugggemeenschappen in vennen waar herstelmaatregelen zijn uitgevoerd	25
3.3.1	Karakteristieke soorten	25
3.3.2	Dansmuggen met een voorkeur voor specifieke ventypen	26
3.4	Kokerjuffergemeenschappen in vennen waar herstelmaatregelen zijn uitgevoerd	27
3.4.1	Karakteristieke soorten	27
3.4.2	Kokerjuffers met een voorkeur voor specifieke ventypen	29

3.5	Kolonisatie van vennen, waar herstelmaatregelen zijn uitgevoerd	30
3.5.1	Soorten met lichte dispersieproblemen	30
3.5.2	Soorten met grote dispersieproblemen	35
3.6	Opnieuw uitgraven van vennen en poelen	38
4	Samenvatting en conclusies	41
5	Aanbevelingen voor verder onderzoek	45
6	Literatuur	47
Bijlage	Onderzoekslocaties	51

1 Inleiding

1.1 Achteruitgang en herstel van levensgemeenschappen van vennen

1.1.1 Achteruitgang van vennen

Ontginningen tijdens de eerste helft van de vorige eeuw hebben geleid tot het verdwijnen van veel vennen. In vennen die gespaard zijn gebleven bij de grootschalige ontginningen zijn de levensgemeenschappen als gevolg van verzuring, vermesting en verdroging sterk achteruitgegaan (Arts 1988). Hierdoor zijn veel bijzondere planten- en diersoorten, die voor hun voortbestaan afhankelijk zijn van vennen, zeldzaam geworden. Om de achteruitgang van deze levensgemeenschappen een halt toe te roepen, is de overheid in de jaren 1980 gestart met het terugdringen van de uitstoot van schadelijke stoffen. Om karakteristieke soorten in Nederland te behouden, totdat de uitstoot van verzurende en vermestende stoffen onder de kritische waarden gedaald is, zijn op hetzelfde moment in het kader van het Overlevingsplan Bos en Natuur (OBN) herstelmaatregelen ontwikkeld.

1.1.2 Herstel van vennen

Herstelbeheer in vennen is gericht op het herstellen van abiotische condities (koolstof-, stikstof- en fosfaatlimitatie, aërobe zandbodem), waaronder karakteristieke levensgemeenschappen zich vervolgens kunnen ontwikkelen. De herstelmaatregelen bestaan doorgaans uit het verwijderen van geaccumuleerd organisch materiaal, het verwijderen van verlandingsvegetaties van helofyten, het herstellen van de buffercapaciteit en het vrijstellen van de oevers. Meestal worden vennen drooggelegd om het verwijderen van slib gemakkelijker en beter te kunnen uitvoeren.

Herstelmaatregelen in vennen hebben inmiddels een reguliere status gekregen binnen het Overlevingsplan Bos en Natuur. Dat wil zeggen dat zij zonder begeleidend onderzoek door deskundigen uitgevoerd kunnen worden en dat beheerders op basis van bestaande kennis en beoordelingsleutels zelf het beheer kunnen plannen en uitvoeren zonder dat daar een inhoudelijke toetsing voor nodig is. De reden daarvoor is dat jarenlang onderzoek heeft uitgewezen dat de maatregelen leiden tot geschikte abiotische condities en het herstel van karakteristieke plantengemeenschappen (Buskens 1989; Bellemakers 2000; Brouwer 2001).



Foto 1: Herstelmaatregelen worden uitgevoerd in Verwolde

1.1.3 De plaats van fauna in het herstelbeheer

Bij herstelmaatregelen in vennen worden de vereiste abiotische randvoorwaarden hersteld, waarna karakteristieke planten- en diersoorten zich kunnen vestigen. Planten, die karakteristiek zijn voor vennen, vormen een persistente zaadbank van waaruit zij zich in een gerestaureerd ven kunnen vestigen. Karakteristieke diersoorten moeten zich na herstel vestigen uit andere wateren, voor zover zij niet in het ven voorkwamen. Aan de vestiging en uitbereiding van karakteristieke planten is veel onderzoek verricht (Buskens 1989; Brouwer 2001). Maar er zijn slechts enkele kleine studies naar de effecten van venherstel op karakteristieke diersoorten (Buskens 1989; Bellemakers 2000), waardoor er slechts zeer weinig bekend is over hoe diersoorten op herstelmaatregelen reageren.

Dat herstelmaatregelen leiden tot een herstel van karakteristieke faunagemeenschappen is minder vanzelfsprekend dan het op het eerste gezicht lijkt. Gezien de schaal en de intensiteit van de herstelmaatregelen (integraal verwijderen van slib en vegetatie) is het goed mogelijk dat karakteristieke diersoorten, die ten tijde van de uitvoering in het ven leven, als gevolg van de maatregelen verdwijnen. Tevens is het nog maar de vraag of karakteristieke diersoorten in staat zijn op eigen kracht herstelde vennen te koloniseren. Populaties van karakteristieke soorten zijn immers door ontginningen sterk versnipperd geraakt en door verzuring, vermesting en verdroging in omvang afgenomen. Ook heeft een aantal soorten een beperkt dispersievermogen, waardoor kolonisatie van herstelde vennen wellicht een onmogelijke opgave is geworden.

Vanwege het gebrek aan kennis over de effecten van herstelmaatregelen in natuurterreinen op diersoorten en de mogelijke ongewenste neveneffecten voor karakteristieke soorten, heeft het OBN-deskundigenteam Fauna bepleit de status van alle reguliere herstelmaatregelen te veranderen in proefmaatregel. Hierdoor zou het nemen van herstelmaatregelen echter zeer kostbaar worden. Daarom is gekozen voor een tussenweg: stimuleren van het vastleggen van de uitgangssituatie voor de fauna voorafgaand aan de uitvoering en het hanteren van vuistregels waarmee de kans op het ongewenste verdwijnen van diersoorten wordt verkleind. Deze vuistregels en de methoden voor het vastleggen van de uitgangssituatie worden uitvoerig beschreven door Bosman et al. (1999). Om de bestaande kennislacunes op te vullen is gelijktijdig onderzoek uitgevoerd naar de effecten van herstelbeheer op diersoorten.

1.1.4 Onderzoek naar de effecten van herstelbeheer in vennen op diersoorten

Door het OBN-deskundigenteam Fauna is onderzoek geïnitieerd naar de effecten van herstelmaatregelen in vennen op diersoorten. Het onderzoek is op drie niveaus ingezet:

1. Om na te gaan of herstel van de abiotiek en vegetatie van zwakgebufferde wateren leidt tot een herstel van karakteristieke faunagemeenschappen is onderzoek verricht in een gebied, dat in het verleden rijk was aan gradiënten in waterkwaliteit: het Weerterbos (Van Kleef & Esselink 2003). Omdat in het Weerterbos tegenwoordig nog op veel plaatsen kwel uittreedt, werd verwacht dat een deel van de oorspronkelijke soortenrijkdom nog in het gebied te vinden was, waardoor herstel van vennen een snelle vestiging van karakteristieke soorten tot gevolg zou hebben. Vestiging van karakteristieke soorten bleek echter erg laag, waarschijnlijk omdat veel soorten toch uit het gebied verdwenen zijn als gevolg van bebossing, ontwatering en eutrofiëring.
2. Het optreden van ongewenste neveneffecten tijdens en na de uitvoering van herstelmaatregelen is onderzocht (Van Kleef & Esselink 2004). Hieruit bleek dat bij het verwijderen van slib en vegetatie een groot aantal soorten verdwijnt. Vooral soorten die voorkomen in lage dichtheden (waaronder veel karakteristieke soorten) zijn hierdoor gevoelig voor herstelmaatregelen. Tevens verdwijnen veel soorten, die gebonden zijn aan vegetaties van waterplanten, omdat hun geprefereerde habitat verdwijnt.
3. Karakteristieke diersoorten verdwijnen dus niet alleen door ontginningen, verzuring, verdroging en eutrofiëring, maar ook als gevolg van de herstelmaatregelen. Daarmee is kolonisatie van herstellende vennen door karakteristieke diersoorten erg belangrijk geworden voor het behoud en herstel van deze soorten in Nederland. De kolonisatie van herstellende vennen door karakteristieke soorten is onderzocht en wordt in dit rapport besproken.

In deze studie naar de kolonisatie van vennen, waar herstelmaatregelen zijn uitgevoerd, door diersoorten worden de volgende vragen beantwoord:

- Leiden herstelmaatregelen in vennen tot de terugkeer van karakteristieke soorten?
- Welke soorten ondervinden kolonisatieproblemen?
- Is het opnieuw uitgraven van vennen een geschikte manier om verzwakte populaties van soorten met een slecht verspreidingsvermogen te versterken worden, waardoor de mogelijkheden voor kolonisatie toenemen?

1.2 Speciale onderzoeks aanpak

In dit onderzoek is voor een aanpak gekozen, die afwijkt van normale monitoring- en inventarisatiemethodieken. Hieronder worden de keuzes, die gemaakt zijn voor de uitvoering en uitwerking van het onderzoek, kort besproken.

1.2.1 Monitoring langdurig of intensief en kort?

Voor het vaststellen van kolonisatie van herstellende vennen zijn in het ideale geval gegevens nodig over het voorkomen van diersoorten in de vennen gedurende een periode van vele jaren. In de praktijk is het echter nauwelijks mogelijk om dergelijke lange monitoringsreeksen te verzamelen. Daarbij komt dat de gegevens nu al nodig zijn, zodat bij het herstelbeheer rekening gehouden kan worden met moeilijk verspreidende soorten. Daarom is er voor gekozen een groot aantal vergelijkbare herstellende vennen eenmalig op het voorkomen van diersoorten te onderzoeken. In eerdere studies van levensgemeenschappen in vennen (Leuven 1988 en Duursema 1996) heeft deze methode bevredigende resultaten opgeleverd. Bij de selectie van de onderzoeksvennen is er voor gezorgd dat de jaren waarin de herstelmaatregelen zijn uitgevoerd gelijkmatig over de tijd zijn verspreid en verschillen in de mate waarin zij geïsoleerd liggen in het landschap. Tevens is geprobeerd om vennen te selecteren waarin het herstelbeheer heeft geleid tot de ontwikkeling van karakteristieke plantengemeenschappen van voedselarme zwakgebufferde wateren.

1.2.2 Verschillen in dispersie

Om verschillen in dispersievermogen tussen soorten en soortgroepen aan te kunnen tonen zijn drie soortgroepen onderzocht waarvan verwacht wordt dat zij verschillen in verspreidingsvermogen. Als slechte verspreiders is gekozen voor kokerjuffers. Een soortgroep waarvan verwacht werd dat zij een gemiddelde verspreiding vertoont, zijn dansmuggen. En als goede verspreiders zijn libellen gekozen. Deze laatste worden niet in dit rapport behandeld maar zijn reeds besproken in Sierdsema et al. (2003). Dansmuggen, kokerjuffers en libellen brengen het grootste deel van hun leven door in het water. De eieren worden in of nabij het water afgezet. De larven groeien op in het water. Pas na de verpopping, die in of buiten het water plaatsvindt, verlaat het volwassen insect het water waar het zich voortplant, waarna de cyclus opnieuw begint.

1.2.3 Aangepaste onderzoeksmethoden

Het vaststellen of een soort in een ven voorkomt, vereist zeer grondige inventarisatiemethodieken. De gangbare bemonsteringsmethodiek voor watermacrofauna, waarbij alle met het oog te onderscheiden microhabitats met een schepnet worden bemonsterd, geeft vaak een onvolledig beeld van het totale soortenspectrum. Bij deze schepnetmethode is de effectief bemonsterde oppervlakte namelijk relatief klein en kleine specifieke habitats worden snel over het hoofd gezien. Daarom is in dit onderzoek gebruik gemaakt van bemonsteringsmethoden, die speciaal voor de te onderzoeken diergroepen zijn ontwikkeld en waarbij de kans dat soorten gemist worden veel kleiner is.

Dansmuggen zijn onderzocht aan de hand van de uitsluiphuidjes (exuviae), die achterblijven op het wateroppervlak als een dansmug verpopt is. Dansmuggen verpoppen over de gehele oppervlakte van een ven. Vervolgens worden de exuviae door de wind naar één kant van het ven geblazen. Met behulp van de exuviae, die zich zo aan één zijde van het ven verzamelen kan de soortensamenstelling van het gehele ven onderzocht worden.

Voor het onderzoeken van kokerjuffers is een andere methode gebruikt. Omdat larven soms moeilijk te vinden en te determineren zijn, zijn volwassen kokerjuffers verzameld. Volwassen kokerjuffers komen 's nachts op licht af en zijn daarom met behulp van draagbare lichtvallen verzameld.

1.2.4 Analyse van dispersievermogen

In verschillende typen vennen leven verschillende soorten dieren. Voordat bepaald kon worden in welke mate karakteristieke diersoorten zich hebben gevestigd in de herstellende vennen, is daarom nagegaan of de geselecteerde vennen zich wat betreft abiotiek en vegetatie op de gewenste manier hebben ontwikkeld. Vervolgens is onderzocht in hoeverre karakteristieke soorten de verschillende ventypen hebben gekoloniseerd. Omdat mogelijk ook andere soorten hebben geprofiteerd van de herstelmaatregelen, is nagegaan of er nog andere soorten waren, die gebonden zijn aan de verschillende ventypen.

Soorten, die zware dispersieproblemen ondervinden zullen zeer zeldzaam zijn of slechts lokaal voorkomen. Daarom is nagegaan welke zeer zeldzame soorten in de herstellende vennen voorkomen en welke soorten een beperkte verspreiding hebben.

Soorten met lichte dispersieproblemen zullen in staat zijn de meeste vennen te koloniseren, maar problemen hebben om geïsoleerde vennen te bereiken. Daarom is nagegaan welke soorten minder zijn aangetroffen in geïsoleerde vennen, dan in vennen waar veel potentiële kolonisatiebronnen in de buurt liggen. Het is echter ondoenlijk om voor elk ven te bepalen welke bronpopulaties er in de omgeving van het ven voorkomen. Daarom is de oppervlakte aan water in de omgeving gebruikt als maat voor de geïsoleerdheid van het ven. Hierbij is aangenomen dat er een positief verband bestaat tussen het voorkomen van bronpopulaties van soorten en de oppervlakte aan water per oppervlakte-eenheid. Met andere woorden: hoe meer water in een gebied hoe groter de kans is dat diersoorten zich kunnen vestigen in het desbetreffende ven. Uit het onderzoek van Moller Pillot (2003) is gebleken dat veel gespecialiseerde soorten zich (tijdelijk) kunnen handhaven buiten hun geprefereerde

milieu. Zo kunnen zij ook wateren waarin zij niet gespecialiseerd zijn, gebruiken als “stepping-stones” bij dispersie naar andere gebieden. Hierdoor is het dus aannemelijk dat de aanwezigheid van oppervlaktewateren (ongeacht welke watertypen het betreft) bijdraagt aan de vestigingskans van soorten in herstelde vennen. Omdat het voorkomen van soorten ook afhankelijk kan zijn van het onderzochte ventype, het aantal jaar sinds de uitvoering van maatregelen (Fairchild et al. 2000; Van Duinen et al. 2003), de oppervlakte van het bemonsterde water (McArthur and Wilson 1967; Oertli et al. 2002) en de terreinheterogeniteit (Preston 1960; Verberk & Esselink 2003) is voor deze variabelen gecorrigeerd alvorens de invloed van nabijgelegen oppervlaktewateren bepaald is.

1.2.5 Herstellen of creëren?

Tegenwoordig worden veel vennen, die zijn aangetast door verzuring, vermesting en verdroging, hersteld. Uit onderzoek is echter gebleken dat veel soorten problemen hebben om de uitvoering van maatregelen te overleven (Van Kleef & Esselink 2004). Voor behoud van relictpopulaties van karakteristieke diersoorten is het daarom wellicht verstandiger om aangetaste vennen waar deze soorten nog voorkomen met rust te laten en het herstelbeheer te richten op het versterken van deze populaties door nieuwe vennen te creëren. Daarom is de ontwikkeling van de planten- en faunagemeenschappen in opnieuw uitgegraven vennen onderzocht en worden de potenties van deze manier van natuurbeheer voor het behoud en herstel van levensgemeenschappen van vennen besproken.

1.2.6 Adviezen voor toekomstig herstelbeheer

Tot slot wordt geadviseerd hoe herstelmaatregelen uitgevoerd moeten worden zodat zij leiden tot de ontwikkeling van levensgemeenschappen van zeer zwak- en zwakgebufferde vennen. Tevens wordt er geadviseerd over hoe bij het herstel van vennen rekening gehouden kan worden met relictpopulaties van karakteristieke soorten, zodat zij niet als gevolg van de herstelmaatregelen verdwijnen. En tenslotte wordt besproken hoe het verspreidingsareaal uitgebreid kan worden van soorten, die in hun voortbestaan bedreigd worden door verzuring, vermesting en verdroging, maar die niet op eigen krachten herstelde vennen kunnen koloniseren.

2 Materiaal en methoden

2.1 Selectie van vennen

Om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden, moet de selectie van onderzochte vennen aan de volgende criteria voldoen:

- De selectie moet bestaan uit een groot aantal vennen, waar herstelmaatregelen zijn uitgevoerd. Door een groot aantal vennen te onderzoeken, kunnen verschillen op basis van toeval en specifieke terreineigenschappen (ruis) gescheiden worden van de variatie, die veroorzaakt wordt door verschillen in kolonisatiemogelijkheden voor diersoorten (het aantal jaar sinds de uitvoering van maatregelen en isolatie).
- De herstelmaatregelen hebben geleid tot een succesvolle ontwikkeling van abiotische condities en plantengemeenschappen van zeer zwak- en zwakgebufferde vennen (Brouwer et al. 1996). Hierdoor wordt het aantal mogelijke ventypen zoveel mogelijk beperkt tot typen met een gewenste ontwikkeling.
- De jaren waarin de herstelmaatregelen zijn uitgevoerd zijn gelijkmatig verdeeld over de tijd. Als soorten problemen hebben om herstelde vennen te koloniseren, zal de mate van kolonisatie toenemen naar mate het langer geleden is dat de maatregelen zijn uitgevoerd.
- De mate waarin de vennen geïsoleerd in het landschap liggen varieert. Soorten met een slechte verspreidingscapaciteit zullen geïsoleerde vennen moeilijker weten te bereiken dan vennen waar veel potentiële kolonisatiebronnen in de buurt liggen.

Op basis van deze criteria zijn in totaal vijftig wateren geselecteerd (figuur 1 en de bijlage). De vennenselectie is als volgt tot stand gekomen. Allereerst is gezocht naar vindplaatsen van Oeverkruid (basisgegevens van Arts et al. 2001). Oeverkruid is een karakteristieke plant, die tegenwoordig vooral voorkomt in vennen waar herstelmaatregelen zijn uitgevoerd. Op deze wijze zijn vooral zeer zwak- en zwakgebufferde vennen geselecteerd. Vervolgens is de lijst compleet gemaakt met hulp van de OBN-coördinatoren van de terreinbeherende instanties, afdeling Milieubiologie (KUN) en Stichting Reptielen, Amfibieën en Vissen Onderzoek Nederland (RAVON).



Figuur 1: Ligging van de monitoringslocaties.

2.2 Verzameling van gegevens

2.2.1 Abiotiek

Van elk water zijn abiotische variabelen (zie tabel 1) eenmalig in juli/ augustus 2001 gemeten (Tabel 1) volgens de methodieken, zoals die beschreven zijn in Tomassen et al. (2002).

Tabel 1 Gemeten abiotische variabelen.

Oppervlaktewater		Morfologie
pH	Totaal fosfaat	Maximale diepte
Alkaliniteit	Totaal zwavel	Oppervlakte (m ²)
Extinctie 450nm	Aluminium	Waterkleur
Turbiditeit	Chloride	Kwelindicatie
EGV	Ortho-fosfaat	Eutrofiëringsindicatie
Totaal anorganisch koolstof	NO ₃	Schaduwpercentage
CO ₂	NH ₄	Omringing door bomen (%)
HCO ₃	Calcium	Maximale talud
Natrium	Magnesium	Minimale talud
Kalium	Mangaan	
IJzer	Zink	
Silicium		

2.2.2 Vegetatie

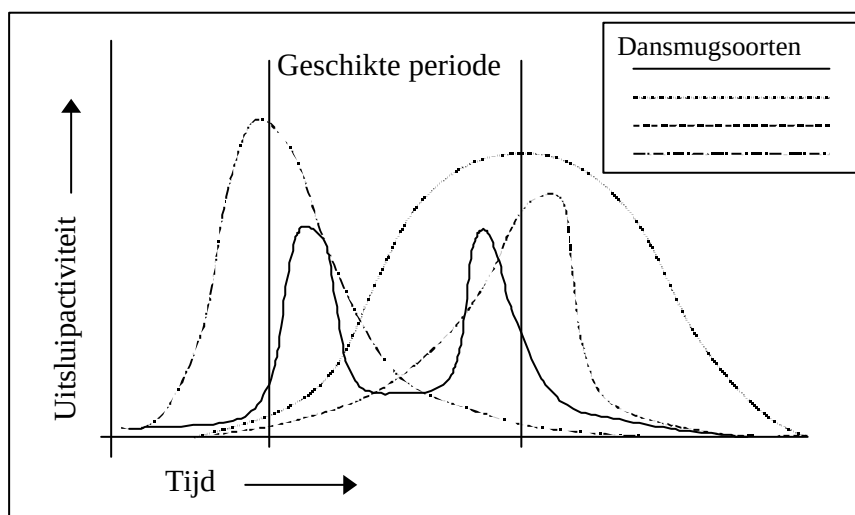
Voor het opnemen van de vegetatie is gebruik gemaakt van de Tansley-schaal (Tansley 1946). In elk ven is de vegetatie eenmalig beschreven in juli en augustus 2001. Om verdere berekeningen mogelijk te maken zijn de Tansley-scores omgezet naar numerieke scores (Tabel 2).

Tabel 2: Overzicht van de Tansley-schaal en de score na transformatie.

Abundantie	Code	Score
Seldom	S	1
Rare	R	2
Locally occasional	LO	2
Occasional	O	3
Locally frequent	LF	3
Frequent	F	4
Locally abundant	LA	4
Abundant	A	5
Locally co-dominant	LCD	5
Co-dominant	CD	6
Locally dominant	LD	6
Dominant	D	7

2.2.3 Dansmuggen

Dansmuggen zijn bemonsterd door met een plankton-netje exuvia (verpoppingshuidjes), die drijven aan de wateroppervlakte, te verzamelen. In elk ven is de bemonstering van exuvia eenmalig uitgevoerd in juli of augustus 2001. Er is naar gestreefd de bemonstering in een zo kort mogelijke periode uit te voeren, zodat verschillen als gevolg van variaties in uitsluipactiviteit minimaal zijn. Er zijn 27158 exuvia verzameld en gedetermineerd, verdeeld over 146 soorten. Omdat de waargenomen talrijkheid van soorten in de monsters sterk bepaald wordt door de uitsluipactiviteit van soorten (Figuur 2), zijn alle analyses verricht op basis van aan- en afwezigheid van soorten.

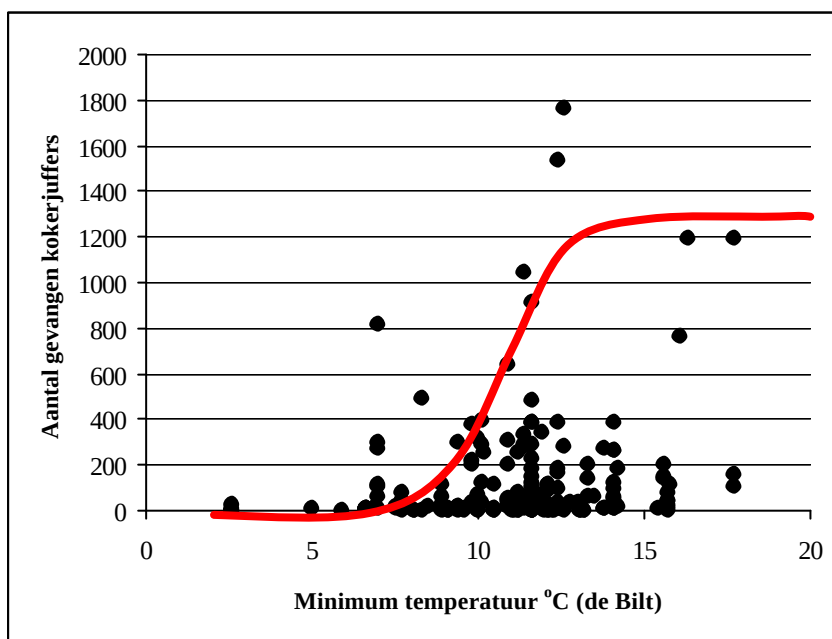


Figuur 2: Theoretische uitsluipactiviteit van verschillende soorten en de periode, waarin al deze soorten gevangen kunnen worden.

2.2.4 Kokerjuffers

Kokerjuffers zijn bemonsterd met behulp van draagbare lichtvallen. De lichtvallen bestaan uit een plastic afwasteil waarboven een kleine UV TL-lamp is bevestigd. Voor de stroomvoorziening is gebruik gemaakt van een autoaccu. Een extra koelelement is geplaatst om de elektronica in de lampen te behoeden voor oververhitting. De afwasteil wordt gedeeltelijk gevuld met water waaraan een scheutje afwasmiddel is toegevoegd om de oppervlaktespanning van het water te verminderen. Insecten, die 's nachts op het licht afkomen, vallen in het water en verdrinken.

De activiteit van kokerjuffers is niet alleen afhankelijk van de lokale dichtheden, maar wordt ook in belangrijke mate bepaald door de minimale nachttemperatuur (figuur 3). Boven ca. 11°C werken de lichtvallen het beste. Daardoor is de geschikte vangstperiode beperkt tot mei, juni en juli. In augustus zijn de nachten veelal te koud. Het merendeel (14 van de 17) van de kokerjuffersoorten die gebonden zijn aan vennen kan in deze periode gevangen worden (tabel 3).



Figuur 3: Invloed van de nachtelijke minimum temperatuur (bron: <http://www.knmi.nl/product/>) op de activiteit van kokerjuffers.

Tabel 3 Fenologie van karakteristieke kokerjuffers.
Lichtgrijs: vliegperiode. Donkergrijs: vliegpiek.

	April	Mei	Juni	Juli	Augustus	September	Oktober	November
<i>Oligostoma reticulata</i>	■	■						
<i>Limnephilus griseus</i>		■	■	■	■	■	■	■
<i>Oligotricha striata</i>		■	■	■	■	■		
<i>Rhadicleptus alpestris</i>		■	■	■	■	■	■	■
<i>Limnephilus marmoratus</i>		■	■	■	■	■	■	■
<i>Limnephilus incisus</i>		■	■	■	■	■	■	■
<i>Limnephilus binotatus</i>		■	■	■	■	■	■	■
<i>Limnephilus elegans</i>		■	■	■	■	■	■	■
<i>Limnephilus luridus</i>		■	■	■	■	■	■	■
<i>Holocentropus dubius</i>		■	■	■	■	■	■	■
<i>Trichostegia minor</i>		■	■	■	■	■	■	■
<i>Limnephilus stigma</i>		■	■	■	■	■	■	■
<i>Molanna albicans</i>		■	■	■	■	■	■	■
<i>Holocentropus insignis</i>		■	■	■	■	■	■	■
<i>Agrypnia varia</i>		■	■	■	■	■	■	■
<i>Agrypnia obsoleta</i>		■	■	■	■	■	■	■
<i>Limnephilus nigriceps</i>		■	■	■	■	■	■	■

In 2002 en 2003 zijn bij alle geselecteerde vennen kokerjuffers verzameld in de tweede helft van mei en de tweede helft van juni. Indien in een periode bij een ven slechts weinig exemplaren werden gevangen, is de bemonstering nogmaals uitgevoerd in een volgende warme nacht. Vier wateren van de selectie van 50 zijn niet meegenomen in de kokerjuffermonitoring. De Gerritsfles is zeer ontoegankelijk, doordat het ven op militair terrein ligt. Het ven kan slechts op enkele dagen bezocht worden, waarvoor van tevoren een afspraak gemaakt moet worden. Door de sterke weersafhankelijkheid van de monitoring was het niet mogelijk om veldbezoeken te plannen. De oevers van de Krang en het Plakkeven zijn erg slecht toegankelijk, waardoor het niet mogelijk was om de lichtvallen op goede locaties te plaatsen. Het gevolg was dat, ondanks meerdere pogingen, op deze plaatsen geen kokerjuffers zijn gevangen. Tenslotte bleek het ven de Wildernis om een andere reden ongeschikt om kokerjuffers te monitoren. Het ven ligt direct naast een druk bereden fietspad, fungeert als recreatiegebied en is daardoor goed toegankelijk. Al tijdens de eerste vangstronde is het vangmateriaal hier ontvreemd. Daarom is besloten deze locatie niet langer op te nemen in de monitoring. In de 46 onderzochte wateren zijn 19039 kokerjuffers verzameld en gedetermineerd, verdeeld over 62 soorten.

2.3 Analyse van gegevens

Niet alle vennen hebben zich na de uitvoering van herstelmaatregelen op dezelfde wijze ontwikkeld. Daarom zijn ze eerst op basis van abiotiek en vegetatie ingedeeld in verschillende ventypen (Arts 2000). Vervolgens is onderzocht hoe het herstelbeheer heeft bijgedragen aan de ontwikkeling van de verschillende ventypen.

Een lijst van karakteristieke soorten is opgesteld op basis van Nederlandse literatuur (Arts 2000) en gesprekken met de deskundigen H.K.M. Moller Pillot en L.W.G. Higler. Aan de hand van deze lijst is nagegaan in hoeverre karakteristieke soorten zich hebben gevestigd in de herstellende vennen. Tijdens het onderzoek zijn soorten waargenomen, die duidelijk gebonden waren aan één of enkele ventypen, maar die niet door deskundigen en literatuur als karakteristiek werden aangemerkt. Omdat herstellende vennen voor deze soorten een potentieel belangrijk leefgebied vormen, zijn deze soorten meegenomen in de analyse van de dispersieproblemen.

Met de lichtvallen zijn volwassen kokerjuffers gevangen. Daardoor is het waarschijnlijk dat een deel van de verzamelde dieren afkomstig is van buiten het gebied en zich niet in de vennen voortplant. Bij de kolonisatie van herstelde vennen door karakteristieke kokerjuffers is voor deze zwervende exemplaren gecorrigeerd door de soorten weg te laten, die op een locatie minder dan 1 procent van het totale aantal individuen vertegenwoordigden. In de overige analyses is niet gecorrigeerd voor zwervers en zijn alle soorten kokerjuffers meegenomen.

Om duidelijkheid te krijgen of dansmuggen en kokerjuffers problemen ondervinden bij de kolonisatie van nieuwe locaties is nagegaan of in vennen die in waterrijke gebieden liggen, meer soorten voorkomen dan in vennen die geïsoleerd zijn. Verder is onderzocht of er soorten zijn die vaker in waterrijke gebieden voorkomen dan in gebieden met weinig water. Voor deze analyses zijn met behulp van een geografisch informatie systeem (Arcview) voor elk ven de volgende “isolatievariabelen” berekend:

- Totale oppervlakte aan vlakvormige wateren in stralen van resp. 1, 2, 3, 5 en 10 kilometer rond het ven.
- Totale oeverlengte van vlakvormige wateren in stralen van resp. 1, 2, 3, 5 en 10 kilometer rond het ven.

De soortenrijkdom en het voorkomen van karakteristieke soorten kunnen ook afhankelijk zijn van het onderzochte ventype, het aantal jaar sinds de uitvoering van maatregelen (Fairchild et al. 2000; Van Duinen et al. 2003), de oppervlakte van het bemonsterde water (McArthur and Wilson 1967; Oertli et al. 2002) en de terreinheterogeniteit (Preston 1960; Verberk & Esselink 2003). Daarom zijn de volgende “gebiedspecifieke variabelen” opgenomen in de analyses:

- Oppervlakte van het ven.
- Oeverlengte van het ven.
- Het aantal jaren dat verstreken is sinds het herstelbeheer is uitgevoerd.
- Ventype volgens Arts (2000).
- Terreinheterogeniteit uitgedrukt in het aantal plantensoorten in de waterlaag.
- Terreinheterogeniteit uitgedrukt in de diversiteitsindex (Shannon) van de vegetatie.

Abiotische variabelen zijn niet afzonderlijk opgenomen, omdat de verschillende ventypen de variatie in abiotiek al grotendeels omvatten.

Voor het verrichten van de analyses is gebruikt gemaakt van een multiple regressie met een logistische verdeling (GENSTAT). Hierbij is voor elke afzonderlijke faunagroep eerst nagegaan welke gebiedspecifieke variabelen bijdragen aan de waargenomen soortenrijkdom. Hieruit zijn vervolgens de variabelen gekozen waarvan het duidelijk ($p < 0,05$) of aannemelijk ($0,05 < p < 0,10$) is dat zij een bijdrage leveren aan de soortenrijkdom. Vervolgens is voor de invloed van deze variabelen gecorrigeerd, waarna de bijdrage van de afzonderlijke “isolatievariabelen” aan de soortenrijkdom en aan het voorkomen van de afzonderlijke soorten geanalyseerd is.

3 Resultaten en discussie

3.1 Ontwikkeling van ventypen

3.1.1 Indeling van onderzochte vennen

Verschillende ventypen herbergen verschillende diersoorten. Alvorens bepaald kan worden in welke mate karakteristieke diersoorten zich hebben kunnen vestigen in de herstelde vennen, is daarom nagegaan of de onderzochte vennen zich wat betreft abiotiek en vegetatie op de gewenste manier hebben ontwikkeld. Op basis van de vegetatiesamenstelling en abiotische variabelen zijn de meeste vennen ingedeeld in verschillende ventypen zoals beschreven door Arts (2000): zie tabel 4. Ongeveer de helft van de vennen heeft zich na de uitvoering van herstelmaatregelen ontwikkeld tot zeer zwak- en zwakgebufferde vennen. Zeventien vennen hebben zich ontwikkeld tot ionenrijke, matig zure en zure vennen zonder hoogveenontwikkeling. De zeven overige wateren (onder in de tabel) zijn niet met Arts (2000) tot een ventype toe te delen.

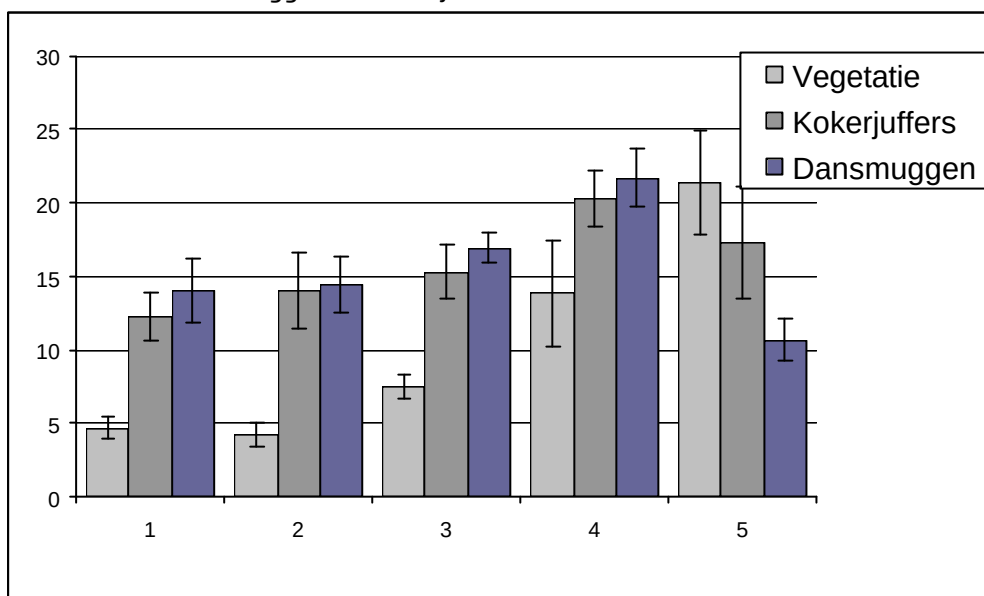
Tabel 4 Verdeling van de vennen over verschillende ventypen.

Ionenrijk, matig zuur ven zonder hoogveenontwikkeling	Zuur ven zonder hoogveenontwikkeling	Zeer zwakgebufferd zandbodemven	Ondiep zwakgebufferd zandbodemven	Diep zwakgebufferd zandbodemven
Verwolde	Gerritsfles	Leikeven, kleine plas (NW)	Koolespeelke	Klotven
Steenhaarplas	De Wildernis	Karregat	Witven	Broekse Wielen - Oost
Diepreit	Molenvten	Leikeven, grote plas (Z)	Van Esschenven	Broekse Wielen - West
Koopmansveentje	Meeuwven	Beuven, Lobeliabaai	Groote Meer	
Zwart Goor	Ganzepoel	Keijenhurk	Teeselinkven	
Zwart ven	Padvindervten	Scherpven	Ijsbaan	
Boshuizerbergen	De Hamert	Bergven I	Grenspoel	
	Mussenslenk	Rietven (Bergven III)	Voorste Goorven	
	Sluiskensven	Rondven (Bergven IV)	Soerendonks Goor	
	Palenvten	Eilandven (Bergven VI)	Beuven	
			De Banen Noord	
			De Banen	
			Grootmeer	
	Laagveenven	Beekdalven	Poel	
	Heervten	De Krang	Oldenaller	
	Plakkeven		Voltherbroek I	
			Voltherbroek II	
			Ravenvennen	

3.1.2 Vegetatie, abiotiek, soortenrijkdom en beheer

Een groot deel van de herstelde vennen blijkt dus niet de gewenste ontwikkeling te vertonen tot zeer zwak- en zwakgebufferde vennen. Hieronder wordt ingegaan op de gevolgen en oorzaken van deze ontwikkeling. Dat behoort weliswaar niet tot de doelstellingen van dit onderzoek, maar is wel van groot belang voor het herstelbeheer van zwakgebufferde en voedselarme wateren.

Over het algemeen kan gesteld worden dat zeer zwak- of zwakgebufferde vennen het soortenrijkst zijn (Figuur 4). In zeer zwak- en zwakgebufferde vennen komen meer plantensoorten voor dan in zure en matig zure vennen. In zure vennen komen de minste kokerjuffers voor. De meeste soorten dansmuggen zijn waargenomen in de ondiepe zwakgebufferde wateren, terwijl de zeer zwakgebufferde vennen een intermediaire dansmuggensoortenrijkdom hebben.



Figuur 4: Gemiddelde soortenrijkdom van vegetatie, kokerjuffers (Trichoptera) en dansmuggen (Chironomidae) in de eerste vijf ventypen uit tabel 4 (Student T-toets).

In ongeveer de helft van de onderzochte wateren hebben zich na uitvoering van herstelmaatregelen vegetaties ontwikkeld met soorten die karakteristiek zijn voor zeer zwak en zwakgebufferde wateren (Tabel 5). Hiervan zijn de ondiepe zwakgebufferde vennen erg soortenrijk; dit betreft niet alleen soorten die gevoelig zijn voor verzuring en vermesting maar ook soorten die daarvan juist profiteren. De gemiddelde bedekking van de gevoelige soorten is echter groter dan die van de aantastingindicatoren (Tabel 6).

Tabel 5 Presentie (relatieve aanwezigheid) van indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van plantengemeenschappen in vennen in de verschillende ventypen (Aggenbach et al. 1997).

	lonenrijk, matig zuur ven zonder hoogveen- ontwikkeling	Zuur ven zonder hoog- veenontwikkeling	Zeer zwakgebufferd zandbodemven	Ondiep zwakgebufferd zandbodemven	Diep zwakgebufferd zandbodemven	Laagveenven	Beekdalven	Poel
Aantal vennen	7	10	10	13	3	2	1	4
Soorten gevoelig voor verdroging, verzuring en vermesting								
<i>Eleocharis acicularis</i>				0,38	0,67			
<i>Lythrum portula</i>				0,15				
<i>Ranunculus flammula</i>				0,23	0,33			0,50
<i>Apium inundatum</i>				0,08	0,67			
<i>Echinodorus ranunculoides</i>				0,08	1,00			
<i>Echinodorus repens</i>			0,10	0,31				
<i>Hypericum elodes</i>			0,20	0,15				
<i>Isoetes echinospora</i>				0,23				
<i>Littorella uniflora</i>	0,14	0,10	0,80	0,23	1,00			
<i>Lobelia dortmanna</i>		0,10	0,50	0,08				
<i>Luronium natans</i>			0,10	0,15	0,67			
<i>Pilularia globulifera</i>				0,08				
<i>Potamogeton gramineus</i>				0,23				
<i>Potamogeton polygonifolius</i>				0,15	0,33			
<i>Elatine hexandra</i>				0,38				
<i>Eleogiton fluitans</i>	0,14			0,15				0,25
Soorten bevoordeeld voor verdroging, verzuring en vermesting								
<i>Drosera intermedia</i>		0,10						
<i>Juncus bulbosus</i>	0,86	0,80	1,00	0,85				0,50
<i>Drepanoclades fluitans</i>								0,25
<i>Drepanoclades spec.</i>				0,08				
<i>Sphagnum spec.</i>	0,71	0,60	0,80	0,31		0,50		
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>					0,67			
<i>Potamogeton natans</i>		0,10	0,10	0,31	0,33		1,00	0,50
<i>Potamogeton pusillus</i>								0,25
<i>Molinea caerulea</i>	0,29	0,50	0,30	0,08	0,33	0,50		
<i>Agrostis canina</i>								
<i>Bidens frondosa</i>				0,15				
<i>Bidens tripartata</i>				0,08				
<i>Calamagrostis canescens</i>				0,08				
<i>Glyceria fluitans</i>	0,29	0,30		0,08		0,50		0,50
<i>Gnaphalium uliginosum</i>				0,15				0,25
<i>Lemna minor</i>		0,10		0,15	0,67		1,00	0,75
<i>Lycopus europaeus</i>				0,15	0,33			0,25
<i>Lysimachia vulgaris</i>				0,15	0,33	0,50		0,25
<i>Phragmites australis</i>	0,29		0,40	0,69	0,33	0,50		0,25
<i>Potamogeton obtusifolius</i>				0,15				
<i>Typha latifolia</i>		0,10		0,15				0,50
<i>Typha/ Sparganium</i>				0,23				

Tabel 6 Gemiddelde bedekking van indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van plantengemeenschappen in vennen in de verschillende ventypen (Aggenbach et al. 1997).

	lonenrijk, matig zuur ven zonder hoogveenontwikkeling	Zuur ven zonder hoogveenontwikkeling	Zeet zwakgebufferd zandbodemven	Ondiep zwakgebufferd zandbodemven	Diep zwakgebufferd zandbodemven	Laagveenven	Beekdalven	Poel
Gemiddelde bedekking van soorten gevoelig voor:								
Verzuring en ammonium	0,6	0,3	3,8	2,6	4,2			1,8
Stikstof en fosfor	4,1	3,2	4,4	3,9	4,3			1,3
Stikstof en fosfor / alkalinisatie	4,1	3,2	4,4	3,9	4,3			2,0
Gemiddelde bedekking van soorten met voordeel van:								
Verzuring en ammonium	4,5	3,3	4,7	3,4	0,7	2,0		1,8
Stikstof en fosfor	2,3	1,4	1,2	2,6	1,7	2,0	3,0	3,4
Stikstof en fosfor / alkalinisatie	2,3	1,4	1,2	2,6	1,7	2,0	3,0	3,4
Verdroging	1,3	1,3	0,8	0,2	0,7	0,5		

De selectie van de monitoringslocaties heeft vooral plaatsgevonden op basis van verspreidingsgegevens van de laatste 10 jaar van Oeverkruid, een karakteristieke soort van kalk- en voedselarme wateren. Desondanks wordt een groot aantal van de onderzochte vennen (40 %) ingedeeld tot de matig zure en zure vennen zonder hoogveenontwikkeling. De vegetaties in deze vennen bevatten slechts weinig karakteristieke soorten en voor zover deze al voorkomen dan is het in zeer lage bedekkingen (Tabel 5 en 6). In deze vennen is Oeverkruid na herstel tijdelijk teruggekeerd, maar na enkele jaren toch verdwenen.

Tabel 7 Abiotiek (gemiddelden) en uitgevoerde herstelmaatregelen in de verschillende ventypen.

	lonenrijk, matig zuur ven zonder hoogveenontwikkeling	Zuur ven zonder hoogveenontwikkeling	Zeet zwakgebufferd zandbodemven	Ondiep zwakgebufferd zandbodemven	Diep zwakgebufferd zandbodemven	Laagveenven	Beekdalven	Poel
pH	4,1	4,5	4,6	5,8	7,2	5,8	6,7	6,5
Alkaliniteit (meq/l)	0,01	0,04	0,03	0,30	1,04	0,68	1,96	0,53
CO ₂ (µmol/l)	6,1	13,8	5,9	9,8	18,1	3,3	65,4	20,1
HCO ₃ (µmol/l)	0,1	0,8	0,2	19,6	114,1	2,7	141,2	29,0
Ortho-fosfaat (µmol/l)	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	3,7	0,3	0,7
NO ₃ (µmol/l)	5,5	2,0	1,5	0,3	1,4	0,0	0,0	0,1
NH ₄ (µmol/l)	11,5	12,9	3,1	2,1	0,1	133,2	0,0	0,0
Calcium (µmol/l)	119,8	44,0	68,3	237,0	602,4	237,1	910,8	389,8
IJzer (µmol/l)	5,1	24,7	4,2	8,3	7,1	3,8	6,4	11,9
Totaal zwavel (µmol/l)	270,1	88,6	121,1	197,2	341,9	133,9	259,4	211,6
Aluminium (µmol/l)	16,0	10,4	8,0	5,1	5,4	3,3	0,6	4,5
Verwijderen sliblaag (aandeel binnen watertype)	0,9	0,9	1,0	1,0	0,7	1,0	1,0	
Opnieuw uitgegraven (aandeel binnen watertype)	0,1				0,3			1,0
Inlaat gebufferd water (aandeel binnen watertype)			0,6	0,5				

De ontwikkeling van een aanzienlijk deel van de vennen tot floristisch weinig interessante wateren, is te wijten aan de ontwikkeling van de waterkwaliteit van de vennen (Tabel 7). Naast de lage pH en lage buffercapaciteit van de vennen speelt het ammoniumgehalte een belangrijke rol in het achterwege blijven van de ontwikkeling van waardevolle vegetaties. De matig zure en zure vennen hebben hoge ammoniumconcentraties. Vrijwel alle submerse planten uit zwakgebufferde wateren nemen stikstof bij voorkeur op in de vorm van nitraat en verdwijnen bij hoge ammoniumconcentraties (Bloemendaal en Roelofs 1988). Naast ammoniumtoxiciteit kan ook aluminiumvergiftiging optreden, omdat bij een hoge zuurgraad zware metalen uit de bodem in oplossing gaan.

In tabel 7 is per ventype aangegeven welke herstelmaatregelen zijn uitgevoerd. In de 17 matig zure en zure vennen zonder hoogveenvorming zijn geen maatregelen genomen om herverzuring tegen te gaan. Het gevolg is dat deze wateren verzuurd zijn en vermet met ammonium. In de vennen waar gebufferd water wordt ingelaten in de vorm van voorgezuiverd oppervlaktewater of opgepompt grondwater hebben zich zwakgebufferde omstandigheden hersteld en hebben zich waardevolle vegetaties ontwikkeld. Verzuring na de uitvoering van herstelmaatregelen treedt op als de sliblaag, die door denitrificatie en sulfaatreductie voor enige buffering zorgt (Brouwer 2001), verwijderd wordt. Het is daarom noodzakelijk om bij herstel van verzuringgevoelige wateren aanvullende maatregelen te nemen om de buffercapaciteit te waarborgen.

3.2 Nieuwe methodieken, nieuwe soorten en nieuwe inzichten

Bij alle eerdere onderzoeken naar het voorkomen van dansmuggen en kokerjuffers in vennen, die de basis vormen van de huidige streefbeelden, is gebruik gemaakt van een gestandaardiseerde schepnetmethode, waarbij verschillende venhabitats werden bemonsterd (Leuven 1988; Duursema 1996; onderzoek van zuivering- en waterschappen). In dit onderzoek zijn echter methodieken gebruikt, die speciaal zijn ontwikkeld voor het bemonsteren van deze diergroepen: van dansmuggen zijn exuvia verzameld en kokerjuffers zijn als adulten bemonsterd. Dit heeft een aantal consequenties voor de volledigheid en interpretatie van de gegevens.

Allereerst zijn exuvia van dansmuggen en volwassen kokerjuffers tot op soort te determineren, wat bij larven vaak niet mogelijk is. Doordat exuvia van dansmuggen vanuit het hele ven door de wind naar één kant geblazen worden en volwassen kokerjuffers zelf actief op lichtvallen afkomen, worden automatisch alle habitats in het ven bemonsterd. Hierdoor is het niet nodig om alle habitats in een ven apart te bemonsteren. Uiteindelijk wordt een overzicht verkregen van de complete soortensamenstelling. Ter vergelijking: verspreid over 35 vennen werden 57 dansmug-taxa waargenomen, waarvan er 21 tot op soort gedetermineerd konden worden (Leuven et al. 1987a), daarnaast werden 29 verschillende soorten kokerjuffers vastgesteld (Leuven et al. 1987b). In dit onderzoek zijn in 50 vennen 146 soorten dansmuggen en 62 soorten kokerjuffers waargenomen, dat is respectievelijk ongeveer zeven en twee keer zoveel dan waargenomen door Leuven et al. (1987a; 1987b).

Het gebruik van deze vangstmethoden heeft niet alleen geleid tot een groot aantal waargenomen soorten, maar ook tot een groot aantal soorten dat nooit eerder in Nederland is waargenomen (Beuk 2002; Higler 1995). In totaal zijn negentien soorten dansmuggen en vier soorten kokerjuffers nieuw voor de Nederlandse fauna waargenomen (Tabel 8). Voor een deel zal het hier zeldzame soorten betreffen, maar een aantal van deze soorten is tot nu toe over het hoofd gezien doordat de larven niet op soort te determineren zijn. Vooral kleine soorten kokerjuffers (*Hydroptila*, *Orthotrichia* en *Oxyethira*) en dansmuggen behorende tot de Tanytarsini (*Cladotanytarsus*, *Paratanytarsus* en *Tanytarsus*) zijn moeilijk op naam te brengen. Een aantal van deze soorten is waarschijnlijk niet zeldzaam, want ze zijn in veel van

de onderzochte vennen waargenomen (*Cladotanytarsus pallidus*, *Tanytarsus nemorosus* en *T. striatulus*).

Tabel 8 Presentie (relatieve aanwezigheid) van dansmuggen en kokerjuffers, die niet eerder in Nederland zijn waargenomen, binnen de verschillende ventypen.

		lonenrijk, matig zuur ven zonder hoogveen- ontwikkeling	Zuur ven zonder hoog- veenontwikkeling	Zeer zwakgebufferd zandbodemven	Ondiep zwakgebufferd zandbodemven	Diep zwakgebufferd zandbodemven	Laagveenven	Beekdalven	Poel
DANSMUGGEN	Aantal vennen	7	10	10	13	3	2	1	4
Procladius flavifrons					0,1				
Acamptocladius reissi				0,1					
Corynoneura arctica				0,2					
Corynoneura lobata		0,3		0,2					
Orthocladius dentifer					0,1				
Parakiefferiella smolandica					0,1				
Psectrocladius barbatipes			0,1	0,5	0,1				
Chironomus lugubris		0,1							
Cladopelma lateralis									0,3
Dicrotendipes objectans			0,2	0,1	0,1				
Polypedilum pullum			0,1		0,1				
Polypedilum tetracrenatum			0,1						
Cladotanytarsus pallidus			0,1	0,1	0,5				0,5
Paratanytarsus laccophilus									0,5
Tanytarsus chinyensis					0,1				
Tanytarsus gibbosiceps									0,3
Tanytarsus longitarsis				0,3	0,2				0,3
Tanytarsus nemorosus		0,1	0,1	0,6	0,5	0,3			0,5
Tanytarsus striatulus		1,0	0,4	0,7	0,2	0,3			
KOKERJUFFERS	Aantal vennen	7	8	10	13	3	1	0	4
Hydroptila angulata					0,1				
Hydroptila forcipata					0,1				
Orthotrichia tragetti									0,3
Oxyethira sagittifera		0,1		0,1	0,2				

De verspreidingsonderzoeken waarop de huidige streefbeelden zijn gebaseerd, blijken dus een onvolledig beeld te geven van de werkelijke soortenrijkdom van de Nederlandse vennen en dit geldt waarschijnlijk ook voor andere watersystemen. Toch zal de bestaande typologie van vennen (Arts 2000) haar waarde hierdoor niet verliezen, omdat zij is ontstaan uit gedegen onderzoek. De soorten, die binnen de verschillende ventypen onderscheiden zijn, zijn echt karakteristiek voor het betreffende type. Echter, het aantal soorten dat karakteristiek is voor de verschillende soorten vennen zal in werkelijkheid waarschijnlijk groter zijn dan tot nu toe verondersteld werd.

3.3 Dansmuggemeenschappen in vennen waar herstelmaatregelen zijn uitgevoerd

3.3.1 Karakteristieke soorten

Herstelbeheer in vennen is bedoeld om levensgemeenschappen van karakteristieke soorten te herstellen. Daarom is onderzocht in hoeverre karakteristieke soorten de verschillende ventypen hebben gekoloniseerd. Hiervoor is door de dansmuggen-specialist Henk Moller Pilot en op basis van Arts (2000) een lijst opgesteld van dansmuggen, die karakteristiek zijn voor vennen (Tabel 9). Soorten, die karakteristiek zijn voor specifieke ventypen zijn in grijs weergegeven. Van de overige soorten was niet duidelijk of zij gebonden zijn aan één type. Aan de hand van deze lijst is nagegaan in hoeverre karakteristieke soorten dansmuggen de verschillende ventypen hebben gekoloniseerd.

Tabel 9 Presentie (relatieve aanwezigheid) van karakteristieke dansmugsoorten binnen de verschillende ventypen. In grijs: de ventypen waarvoor een soort indicatief is. Hoge presenties ten opzichte van presenties in andere wateren zijn vetgedrukt.

	Aantal vennen	Ionenrijk, matig zuur ven zonder hoogveenontwikkeling	Zuur ven zonder hoogveenontwikkeling	Zeer zwakgebufferd zandbodenven	Ondiep zwakgebufferd zandbodenven	Diep zwakgebufferd zandbodenven	Laagveenven	Beekdalven	Poel
	7	10	10	13	3	2	1	4	
Psectrocladius brehmi ²	0,3	0,2	0,1	0,1					
Psectrocladius oligosetus ²	0,9	0,6	0,9	0,3		0,5			0,5
Psectrocladius bisetus ²	0,7	0,7	0,7	0,2		0,5			0,5
Tanytarsus buchonius ²	0,7	0,4	0,2	0,1					0,3
Ablabesmyia phatta ²	0,4	0,6	0,2	0,4				1,0	
Psectrocladius platypus ^{1, 2}	0,4	0,5	0,4	0,1		0,5			
Psectrocladius psilopterus ^{1,2}	0,4	0,2	0,7	0,2		0,5			
Pseudochironomus prasinatus ^{1, 2}	0,3	0,3	1,0	0,8	0,7	0,5			
Dicrotendipes tritomus ¹	0,3	0,3	0,6	0,5	0,7	0,5			
Parakiefferiella bathophila ¹			0,1						
Acamptocladus reissi ²			0,1						
Cladopelma bicarinata ²	0,1	0,2	0,2	0,3					
Polypedilum uncinatum ¹	0,4	0,2	0,5	0,5	0,3	0,5			0,5

¹ Arts (2000)

² Mond. med. H. Moller Pilot

Indicatorsoort (Arts (2000))

Vooral de soorten, die karakteristiek zijn voor zeer zwak- en zwakgebufferde wateren zijn belangrijk, omdat het herstelbeheer zich richt op het herstel van deze vennen.

Vier soorten zijn indicatief voor deze ventypen (*Parakiefferiella bathophila*, *Psectrocladius psilopterus*, *Pseudochironomus prasinatus* en *Dicrotendipes tritonus*). Drie van deze soorten zijn vaak waargenomen en hebben duidelijk geprofiteerd van het gevoerde herstelbeheer. Alleen *Parakiefferiella bathophila* is nauwelijks waargenomen en heeft mogelijk problemen om de herstelde vennen te koloniseren.

Ook *Psectrocladius oligosetus*, *Psectrocladius bisetus*, *Tanytarsus buchonius*, *Ablabesmyia phatta* en *Psectrocladius platypus* komen veelvuldig voor in vennen, waar herstelmaatregelen zijn uitgevoerd. Zij zijn echter vooral waargenomen in vennen, die na de uitvoering van maatregelen zijn verzuurd en deels in zeer zwakgebufferde vennen. Deze soorten hebben dus vooral profijt van herstelbeheer dat niet geslaagd is in het herstellen van zwakgebufferde omstandigheden en waar zich een ongewenste vegetatieontwikkeling heeft voorgedaan.

Herstelbeheer leidt dus tot een terugkeer van karakteristieke dansmugsoorten van zeer zwak en zwakgebufferde vennen, mits het herstelbeheer zorgt voor de juiste abiotische condities.

3.3.2 Dansmuggen met een voorkeur voor specifieke ventypen

Slechts vier soorten worden verondersteld karakteristiek te zijn voor zeer zwak- en zwakgebufferde vennen. Er zijn echter veel meer soorten dansmuggen, die voorkomen in vennen en voor een aantal van die soorten zullen zeer zwak- en zwakgebufferde vennen een belangrijk leefgebied vormen. Soorten uit deze laatste groep zijn daarmee ook gebaat bij het herstel van vennen. Daarom is gezocht naar andere soorten waarvan het zwaartepunt van het voorkomen in één of enkele ventypen ligt (Tabel 10). Een deel van deze soorten komt ook voor in ventypen die niet in dit onderzoek zijn opgenomen. Desalniettemin vertonen ze binnen de verzameling vennen duidelijke verschillen in voorkomen en zijn daarmee indicatoren voor specifieke milieucondities.

Tabel 10 Presentie (relatieve aanwezigheid) van soorten, waarvan het zwaartepunt van het voorkomen in één of enkele ventypen ligt. Hoge presentaties ten opzichte van presentaties in andere wateren zijn vetgedrukt.

	lonenrijk, matig zuur ven zonder hoogveenontwikkeling	Zuur ven zonder hoogveenontwikkeling	Zeer zwakgebufferd zandbodenv	Ondiep zwakgebufferd zandbodenv	Diep zwakgebufferd zandbodenv	Laagveen	Beekdalven	Poel
Aantal vennen	7	10	10	13	3	2	1	4
<i>Endochironomus tendens</i>	0,4	0,6	0,2	0,3	0,3			0,5
<i>Psectrocladius barbatipes</i>		0,1	0,5	0,1				
<i>Corynoneura arctica</i>			0,2					
<i>Psectrocladius obvius</i>			0,2					
<i>Cladotanytarsus pallidus</i>		0,1	0,1	0,5				0,5
<i>Demicryptochironomus vulneratus</i>	0,1		0,2	0,4				
<i>Glyptotendipes gripekoveni</i>				0,3				0,3
<i>Polypedilum nubeculosum</i>		0,1		0,4			1,0	0,3
<i>Polypedilum sordens</i>	0,1	0,3	0,2	0,8	0,3		1,0	0,8
<i>Procladius sagittalis</i>	0,3	0,3	0,3	0,7	0,3	1,0	1,0	0,8
<i>Psectrocladius sordidellus</i>				0,4				
<i>Tanytarsus kraatzi</i>	0,1			0,2	0,7	0,5	1,0	0,3
<i>Tribelos intextus</i>		0,2		0,3	0,7			
<i>Tanytarsus mendax</i>				0,2	1,0		1,0	0,8
<i>Chironomus aprilinus sensu Langton</i>	0,9	0,6	0,3	0,1				0,3
<i>Tanytarsus striatulus</i>	1,0	0,4	0,7	0,2	0,3			
<i>Ablabesmyia monilis</i>	1,0	0,7	1,0	0,8		0,5	1,0	0,3
<i>Procladius choreus</i>	0,9	0,6	0,8	0,6	0,3			0,3
<i>Tanytarsus nemorosus</i>	0,1	0,1	0,6	0,5	0,3			0,5

(vervolg)								
Cladotanytarsus nigrovittatus			0,3	0,4				0,3
Cryptochironomus obreptans	0,1		0,4	0,5				0,5
Microtendipes chloris/pedellus		0,2	0,7	0,5		0,5		0,5
Tanytarsus buchonius	0,7	0,4	0,2	0,1				0,3
Ablabesmyia phatta	0,4	0,6	0,2	0,4			1,0	
Psectrocladius psilopterus	0,4	0,2	0,7	0,2		0,5		
Psectrocladius bisetus	0,7	0,7	0,7	0,2		0,5		0,5
Psectrocladius oligosetus	0,9	0,6	0,9	0,3		0,5		0,5
Psectrocladius platypus	0,4	0,5	0,4	0,1		0,5		
Dicrotendipes tritonus	0,3	0,3	0,6	0,5	0,7	0,5		
Pseudochironomus prasinatus	0,3	0,3	1,0	0,8	0,7	0,5		

Na de uitvoering van herstelmaatregelen in de vennen hebben zich levensgemeenschappen van dansmuggen ontwikkeld, waarvan de soortensamenstelling sterk verschilt tussen de verschillende ventypen. Dus niet alleen karakteristieke soorten profiteren van het gevoerde herstelbeheer, maar ook een groot aantal andere soorten wordt veelvuldig in vennen, waar herstelmaatregelen zijn genomen, aangetroffen.

Veertien soorten vertonen in hun voorkomen een sterke voorkeur voor één specifiek ventype. In zure vennen zonder hoogveenontwikkeling komt *Endochironomus tendens* veelvuldig voor. *Psectrocladius psilopterus*, *Psectrocladius barbatipes*, *Corynoneura arctica* en *Psectrocladius obivus* zijn met name waargenomen in zeer zwakgebufferde zandbodemvennen. Een aantal soorten komt vooral voor in ondiepe zwakgebufferde zandbodemvennen (*Cladotanytarsus pallidus*, *Demicryptochironomus vulneratus*, *Glyptotendipes gripekoveni*, *Polypedilum nubeculosum*, *Polypedilum sordens*, *Procladius sagittalis* en *Psectrocladius sordidellus*). En tenslotte vinden *Tanytarsus mendax*, *Tanypus kraatzi* en *Tribelos intextus* in diepe zwakgebufferde vennen hun optimum.

Enkele soorten zijn minder kritisch en komen in meerdere ventypen voor. *Ablabesmyia monilis* en *Procladius choreus* worden in alle soorten vennen gevonden die zuur tot zwakgebufferd zijn. *Chironomus aprilinus* (*sensu* Langton) is vooral waargenomen in de matig zure en zure vennen, terwijl *Tanytarsus striatulus* ook in zeer zwakgebufferde wateren wordt gevonden. Een aantal soorten (*Tanytarsus nemorosus*, *Cladotanytarsus nigrovittatus*, *Cryptochironomus obreptans* en *Microtendipes chloris/pedellus*) is met name waargenomen in zeer zwak en zwakgebufferde vennen.

Door aan de hand van verzamelde exuvia's de dansmugggemeenschappen in vennen te onderzoeken is het gelukt om een groot aantal soorten te onderscheiden, die hun voorkomen hebben in één of enkele ventypen. Voor deze soorten en vooral de soorten, die voorkomen in zeer zwak- en zwakgebufferde vennen, kan herstelbeheer een belangrijke rol vervullen in het behoud en herstel van geschikte leefgebieden.

3.4 Kokerjuffergemeenschappen in vennen waar herstelmaatregelen zijn uitgevoerd

3.4.1 Karakteristieke soorten

Ook voor kokerjuffers is onderzocht in hoeverre karakteristieke soorten de ventypen hebben gekoloniseerd. Hiervoor is door de kokerjuffer-specialist L.W.G. Higler en op basis van Arts (2000) een lijst opgesteld van kokerjuffers, die karakteristiek zijn voor vennen (Tabel 11). Soorten, die volgens Arts (2000) karakteristiek zijn voor specifieke ventypen zijn in donkergrijs weergegeven, (overige) doelsoorten uit Bal et al. (2001) zijn in lichtgrijs weergegeven. *Rhadicoleptus alpestris* en *Oligotrichia striata* zijn

karacteristiek voor hoogveenvennen, een ventype dat niet in het onderzoek is meegenomen. Aan de hand van deze lijst is nagegaan in hoeverre karakteristieke soorten kokerjuffers de verschillende ventypen hebben gekoloniseerd.

Tabel 11 Presentie (relatieve aanwezigheid) van karakteristieke kokerjuffersoorten binnen de verschillende ventypen. In lichtgrijs: de ventypen waar een soort indicatief is. In donkergrijs: de ventypen waar een soort doelsoort is.

	lonenrijk, matig zuur ven zonder hoogveenontwikkeling	Zuur ven zonder hoogveenontwikkeling	Zeet zwakgebufferd zandbodemven	Ondiep zwakgebufferd zandbodemven	Diep zwakgebufferd zandbodemven	Laagveenven	Poel
Aantal vennen	7	8	10	13	3	1	4
<i>Rhadicleptus alpestris</i> ^{1, 2}	0,1						
<i>Limnephilus elegans</i> ^{1, 2}	0,1						
<i>Limnephilus stigma</i> ^{1, 2}							0,3
<i>Trichostegia minor</i> ^{1, 2}	0,3	0,1	0,1	0,2			1,0
<i>Limnephilus luridus</i> ^{1, 2}				0,1			
<i>Oligotrichia striata</i> ^{1, 2}	0,1	0,1					
<i>Limnephilus marmoratus</i> ²	0,3	0,3	0,2	0,5	0,7	1,0	0,5
<i>Holocentropus dubius</i> ²	0,1	0,3	0,6	0,6	0,3		0,3
<i>Phryganea varia</i> ²	0,7	0,3	0,4	0,4			
<i>Limnephilus binotatus</i> ²				0,2	0,3		0,3

¹ Arts (2000)

² Mond. med. B. Higler

Indicator en/of doelsoort (Arts, 2000)

Doelsoort (Bal et al., 2001)

Voor kokerjuffers hebben de herstelmaatregelen minder succesvol uitgepakt dan voor dansmuggen. Over het algemeen zijn de presenties laag. Een aantal soorten (*Holocentropus insignis*, *Molanna albicans*, *Limnephilus griseus* en *Limnephilus incisus*) is helemaal niet waargenomen. Alleen *Trichostegia minor*, *Limnephilus marmoratus*, *Holocentropus dubius* en *Phryganea varia* zijn regelmatig waargenomen. Daarvan is alleen *Limnephilus marmoratus* min of meer afhankelijk van het herstel van zwakgebufferde venen.

Karakteristieke soorten blijven dus weg of worden slechts sporadisch aangetroffen. Dit betekent dat herstelbeheer het voorkomen van karakteristieke kokerjuffers slechts in beperkte mate bevordert. Waarschijnlijk zijn populaties van karakteristieke kokerjuffers zo zeldzaam en versnipperd geraakt, dat kolonisatie van door herstelbeheer ontstane geschikte leefgebieden nauwelijks optreedt. Ook van kokerjuffers uit beken is bekend, dat ze maar een zeer beperkt verspreidingsvermogen hebben (Wilcock 2003). Kolonisatie van nieuwe locaties verloopt daardoor langzaam of blijft zelfs uit. Waarschijnlijk moeten aanvullende maatregelen genomen worden om grote stabiele (meta)populaties van karakteristieke soorten terug te krijgen.

Het herstellen van (meta)populaties kan op twee manieren. Er kunnen nieuwe populaties gecreëerd worden of bestaande populaties worden versterkt. Door middel van herintroductie kunnen nieuwe populaties gecreëerd worden, van waaruit nieuwe

(herstelde) vennen bevolkt kunnen worden. Het versterken van bestaande populaties door middel van de huidige wijze van herstelbeheer is erg riskant, omdat het gevaar groot is dat relictpopulaties verdwijnen (Van Kleef & Esselink 2004). Door de herstelmaatregelen op een andere wijze uit te voeren (zie hiervoor Bosman et al. 1999 en Van Kleef & Esselink 2004) kan het risico dat een restpopulatie verdwijnt bij de uitvoering van herstelmaatregelen verkleind worden. Onderzoek moet echter nog uitwijzen of deze wijze van herstelbeheer de gewenste resultaten geeft. Een manier om bestaande populaties te vergroten, zonder dat de populatie gevaar loopt te verdwijnen, is het opnieuw uitgraven van door ontginningen verdwenen vennen in de buurt van relictpopulaties van karakteristieke soorten. Op plaatsen waar in het verleden vennen hebben gelegen is vaak nog een deel van de oude zaadbank intact (mond. med J.G.M. Roelofs). Op deze locaties is het daardoor vrij eenvoudig om voor abiotiek en vegetatie succesvol vennen te recreëren. De nieuwe vennen worden waarschijnlijk gemakkelijk gekoloniseerd vanuit de nabijgelegen relictpopulaties en kunnen zich vervolgens ontwikkelen tot bronpopulaties van waaruit nieuwe gebieden gekoloniseerd kunnen worden.

3.4.2 Kokerjuffers met een voorkeur voor specifieke ventypen

Karakteristieke kokerjuffers lijken dus nauwelijks geprofitteerd te hebben van de herstelmaatregelen in de vennen. Er zijn echter veel meer soorten kokerjuffers waargenomen en voor een aantal van die soorten vormen vennen mogelijk een belangrijk leefgebied. Soorten uit deze laatste groep zijn daarmee ook gebaat bij het herstel van vennen. Daarom is nagegaan welke andere soorten veel in de vennen zijn waargenomen.

Tabel 12 Presenties (relatieve aanwezigheid) van kokerjuffers, die veelvuldig zijn aangetroffen in de verschillende ventypen. Er is gecorrigeerd voor mogelijke zwervers door soorten weg te laten, die op een locatie met minder dan 1 procent van het totale aantal individuen vertegenwoordigden. Hoge presenties ten opzichte van presenties in andere wateren zijn vetgedrukt.

	Ionerijk, matig zuur ven zonder hoogveenontwikkeling	Zuur ven zonder hoogveenontwikkeling	Zeer zwakgebufferd zandbodemven	Ondiep zwakgebufferd zandbodemven	Diep zwakgebufferd zandbodemven	Laagveenven	Poel
Aantal vennen	7	8	10	13	3	1	4
Phryganea varia	0,6	0,1	0,2				
Ceraclea senilis	0,3	0,3		0,1			
Cyrnus trimaculatus			0,3	0,2			
Trienodes bicolor				0,4			0,3
Athripsodes aterrimus		0,1	0,2	0,3	0,3		
Holocentropus dubius	0,1	0,1	0,2	0,4	0,3		0,3
Cyrnus flavidus	0,6	0,3	0,5	0,2			0,5
Molanna angustata	0,6	0,3	0,1	0,2	0,7		
Agraylea sexmaculata	0,6	0,5	0,5	0,8	0,7	1,0	0,8
Ceraclea dissimilis	0,6	0,4	0,5	0,6	1,0	1,0	0,5
Ecnomus tenellus	0,7	0,5	1,0	0,8	0,3	1,0	1,0
Leptocerus tineiformis	0,6	0,5	0,7	0,2	1,0	1,0	0,5
Mystacides longicornis	0,6	0,6	0,6	0,8	1,0	1,0	0,8
Oecetis lacustris	0,7	0,6	1,0	1,0	0,7		1,0
Oecetis ochracea	0,6	0,5	0,8	0,6	0,3	1,0	0,8

Vergeleken met dansmuggen zijn kokerjuffers in veel mindere mate gebonden aan verschillende ventypen (Tabel 12). De meeste soorten vertonen geen voorkeur en komen in alle ventypen voor. Slechts 9% van de kokerjuffersoorten (6 van de 69) tegenover 21% van de dansmugsoorten (30 van de 146) lijkt een voorkeur te vertonen voor één of enkele ventypen. Ook zijn de presenties van deze kokerjuffersoorten over het algemeen laag (meestal minder dan 40%). Het is dus niet mogelijk om soorten te identificeren, die gebaat zijn bij het herstel van zeer zwak- en zwakgebufferde vennen. Overigens zijn *Ceraclea dissimilis* en *Leptocerus tineiformis* doelsoort voor respectievelijke rivieren en gebufferde stilstaande wateren (Bal et al. 2001).

Nadat herstelmaatregelen in de vennen zijn uitgevoerd hebben zich dus levensgemeenschappen van kokerjuffers ontwikkeld, waarvan de soortensamenstelling sterke overeenkomsten vertoont tussen de verschillende ventypen. Deze gemeenschappen worden vooral gedomineerd door soorten die in alle ventypen voorkomen, waarbij karakteristieke soorten slechts in beperkte mate voorkomen.

3.5 Kolonisatie van vennen, waar herstelmaatregelen zijn uitgevoerd

Veel karakteristieke soorten van vennen zijn als gevolg van ontginningen, verzuring, vermessing en verdroging sterk achteruit gegaan (Leuven 1988). Hierdoor zijn populaties van karakteristieke soorten sterk versnipperd geraakt. Tevens heeft een aantal soorten een beperkt dispersievermogen. Soms zijn in aangetaste vennen relictpopulaties van karakteristieke soorten aanwezig (Van Kleef & Esselink 2003; Van Kleef & Esselink 2004; Limnoda Neerlandica STOWA). Bij de uitvoering van herstelmaatregelen in deze vennen lopen deze soorten gevaar om te verdwijnen (Van Kleef & Esselink 2004). Om relictpopulaties van diersoorten te behouden tijdens de uitvoering van herstelmaatregelen kunnen de maatregelen aangepast worden, zodat de overlevingskans van deze soorten toeneemt (Bosman et al. 1999; Van Kleef & Esselink 2004). Het anders uitvoeren van herstelbeheer (bijvoorbeeld gefaseerd in tijd en ruimte) is echter kostbaar en alleen noodzakelijk als de karakteristieke soorten niet op eigen kracht het herstellende ven kunnen herkoloniseren. Daarom is het belangrijk om te weten welke soorten problemen ondervinden bij de kolonisatie van herstellende vennen.

Op basis van dispersie vermogen kunnen soorten in drie groepen worden ingedeeld:

1. Soorten *zonder* dispersieproblemen: deze soorten kunnen zich over grote afstanden verspreiden en hebben geen enkele moeite om herstellende vennen te bevolken.
2. Soorten met *lichte* dispersieproblemen: deze soorten kunnen middellange afstanden overbruggen en hebben alleen moeite om vennen te koloniseren die geïsoleerd in het landschap liggen, ver van bronpopulaties verwijderd.
3. Soorten met *grote* dispersieproblemen: deze soorten verspreiden zich slechts over zeer korte afstanden en kunnen herstellende vennen meestal niet bereiken.

3.5.1 Soorten met lichte dispersieproblemen

Er is nagegaan welke soorten lichte problemen ondervinden bij de kolonisatie van vennen, waar herstelmaatregelen zijn uitgevoerd. Dit is gedaan door te onderzoeken welke soorten minder zijn aangetroffen in geïsoleerde vennen, dan in vennen waar veel potentiële kolonisatiebronnen in de buurt liggen. Het is echter ondoenlijk om voor elk ven te bepalen welke bronpopulaties er in de omgeving van het ven voorkomen. Daarom is de oppervlakte aan water binnen stralen van 1, 2, 3, 5 en 10 kilometer gebruikt als maat voor de geïsoleerdheid van het ven (de isolatievariabelen). Hierbij is aangenomen dat er een positief verband bestaat tussen het voorkomen van bronpopulaties van soorten en de oppervlakte aan water per oppervlakte-eenheid. Met andere woorden: hoe meer water in een gebied, hoe groter de kans is dat diersoorten zich kunnen vestigen in het desbetreffende ven. Uit het

onderzoek van Moller Pillot (2003) is gebleken dat veel gespecialiseerde soorten zich (tijdelijk) kunnen handhaven buiten hun geprefereerde milieu. Zo kunnen zij ook wateren waaraan zij niet gespecialiseerd zijn gebruiken als “stepping-stones” bij dispersie naar andere gebieden. Hierdoor is het dus aannemelijk dat de aanwezigheid van oppervlaktewateren (ongeacht welke water- of ventypen het betreft) bijdraagt aan de vestigingskans van soorten in herstelde vennen.

Het voorkomen van soorten kan ook afhankelijk zijn van het onderzochte ventype (zie paragraaf 3.3.2), het aantal jaren sinds de uitvoering van maatregelen (Fairchild et al. 2000; Van Duinen et al. 2003), de oppervlakte van het bemonsterde water (MacArthur and Wilson 1967; Oertli et al. 2002) en de terreinheterogeniteit (Preston 1960; Verberk & Esselink 2003). De invloed van deze gebiedspecifieke variabelen vertroebelen daardoor de invloed van de isolatievariabelen. Om de invloed van isolatie op het voorkomen van soorten te kunnen bepalen, is daarom eerst voor de gebiedspecifieke variabelen gecorrigeerd.

De invloed van veneigenschappen bij dansmuggen

Het beheer richt zich vooral op het behoud en herstel van populaties van karakteristieke soorten. Echter niet alleen karakteristieke soorten dansmuggen profiteren van herstelmaatregelen; zoals bleek in paragraaf 3.3.2 zijn een aantal andere soorten ook gebonden aan verschillende ventypen. Daarom is voor al deze soorten (Tabel 10) de invloed van nabijgelegen wateren op hun voorkomen en hun soortenrijkdom onderzocht.

De invloed van de isolatievariabelen kan pas onderzocht worden, nadat er gecorrigeerd is voor de invloed van veneigenschappen (gebiedspecifieke variabelen). Voor het vaststellen van dispersieproblemen is variatie in het voorkomen van soorten, die veroorzaakt wordt door variabelen anders dan de isolatievariabelen, immers niet van belang en deze kan verstorend werken op de analyses. Daarom is eerst de invloed van gebiedspecifieke variabelen onderzocht.

Tabel 13 Invloed van gebiedspecifieke variabelen op het aantal karakteristieke dansmugsoorten en dansmuggen, die gebonden zijn aan specifieke ventypen, gerangschikt naar de mate waarin de verschillende variabelen waargenomen variatie verklaren.

Variabele	d.f.	deviatie	gemiddelde deviatie	p
Watertype	5	26,020	5,204	< 0,001
Aantal plantensoorten	1	3,752	3,752	0,053
Oeverlengte	1	2,573	2,573	0,109
Oppervlakte	1	3,362	3,362	0,067

Allereerst heeft het ventype een grote invloed op het aantal soorten (Tabel 13). Dit werd al eerder geconcludeerd voor de totale soortenrijkdom (Figuur 4). Na correctie voor ventype levert het aantal plantensoorten bijna een significante bijdrage. Verder lijkt de oeverlengte van het ven bij te dragen aan de soortenrijkdom ($p = 0.109$) en deze bijdrage speelt een grotere rol dan de venoppervlakte. De plantendiversiteit (Shannon-index) en het aantal jaren sinds de uitvoering van maatregelen hebben geen invloed op het aantal karakteristieke dansmugsoorten. In de volgende stap is gekeken welke invloed het aantal plantensoorten en de oeverlengte hebben op de soortenrijkdom van dansmuggen na correctie voor het ventype (Tabel 14).

Tabel 14 Invloed van het aantal plantensoorten en de oeverlengte op de soortenrijkdom van karakteristieke dansmuggen (na correctie voor ventype).

Variabele	Estimate	S.E.	p
Aantal plantensoorten	-0,01599	0,00845	0,058
Oeverlengte	0,0001052	0,000058	0,070

De relatie tussen soortenrijkdom van karakteristieke dansmuggen en aantal plantensoorten geeft een negatief verband: als het aantal plantensoorten toeneemt, neemt de soortenrijkdom van dansmuggen af. Het omgekeerde zou echter verwacht worden, omdat een toename van het aantal plantensoorten leidt tot een toename in de structuurvariatie, waarmee het voorkomen van specialisten gefaciliteerd wordt (Preston 1960). Waarschijnlijk komt dit verband voort uit ruis in de dataset en is het niet gebaseerd op causale verbanden. In het uiteindelijke model zal het aantal plantensoorten daarom niet worden gebruikt als verklarende variabele. Het verband tussen oeverlengte en aantal karakteristieke dansmuggen is wel naar verwachting: een grotere oeverlengte zorgt voor meer soorten. Voor oeverlengte wordt daarom wel gecorrigeerd.

In het uiteindelijke model zijn ventype en oeverlengte als gebiedspecifieke variabelen opgenomen. Aantal jaren sinds de uitvoering van herstelmaatregelen, venoppervlakte, aantal plantensoorten en plantendiversiteit zijn in het model niet meegenomen.

Invloed van nabijgelegen wateren bij dansmuggen

Nu bekend is welke gebiedspecifieke variabelen een rol spelen in de soortenrijkdom van dansmuggen (ventype en oeverlengte), kan de relatie tussen de aanwezigheid van oppervlaktewateren op de soortenrijkdom (karakteristieke soorten dansmuggen en de soorten, die gebonden zijn aan specifieke ventypen) en het voorkomen van afzonderlijke soorten worden onderzocht (Tabel 15). Er lijkt een verband te zijn tussen de oppervlakte aan water binnen een straal van 5 km. en het aantal soorten dansmuggen in de vennen ($p = 0.053$). Met andere woorden: als de oppervlakte aan water binnen een straal van 5 km. toeneemt, neemt het aantal soorten in het ven ook toe. Binnen een straal van 1, 2 en 3 kilometer wordt geen verband gevonden omdat wateren gelegen op grotere afstand de invloeden op kleine afstand overschaduwen. De kolonisatie van dansmuggen is dus wel afhankelijk van de aanwezigheid van nabijgelegen wateren, maar niet van het aantal jaren sinds de uitvoering van maatregelen (zie vorige paragraaf) en verloopt dus zeer snel.

Tabel 15 Invloed van de aanwezigheid van vlakvormige oppervlaktewateren op het aantal karakteristieke soorten en de aanwezigheid van afzonderlijke karakteristieke dansmuggen na correctie voor ventype en oeverlengte. Alleen soorten, die een positief significant ($p < 0.05$) of bijna significant verband ($0.10 < p < 0.05$) vertonen met oeverlengte of oppervlakte zijn weergegeven.

Soort	Aantal	Variabele	Estimate	S.E.	p-waarde
Aantal soorten	-	Oppervlakte 5 km.	0,00000014	0,00000007	0,053
<i>Procladius sagittalis</i>	24	Oever 5 km.	0,00005430	0,00002060	0,008
<i>Psectrocladius psilopterus</i>	16	Oppervlakte 2 km.	0,00000616	0,00000232	0,008
<i>Psectrocladius oligosetus</i>	28	Oppervlakte 1 km.	0,00001190	0,00000546	0,029
<i>Psectrocladius bisetus</i>	24	Oever 1 km.	0,00029600	0,00014000	0,034
<i>Polypedilum sordens</i>	22	Oppervlakte 10 km.	0,00000025	0,00000013	0,065
<i>Tanytus kraatzi</i>	8	Oppervlakte 10 km.	0,00000047	0,00000025	0,065
<i>Cladotanytarsus nigrovittatus</i>	9	Oever 5 km.	0,00003430	0,00001860	0,066
<i>Endochironomus tendens</i>	18	Oppervlakte 2 km.	0,00000354	0,00000193	0,066
<i>Dicrotendipes tritonus</i>	20	Oever 10 km.	0,00001187	0,00000649	0,067
<i>Tribelos intextus</i>	8	Oppervlakte 5 km.	0,00000099	0,00000058	0,090

Vier soorten vertonen een significant positief verband met de oppervlakte of oeverlengte van nabijgelegen wateren (*Psectrocladius psilopterus*, *Psectrocladius oligosetus*, *Procladius sagittalis* en *Psectrocladius bisetus*). Kolonisatie van herstelde wateren door deze soorten is dus waarschijnlijk afhankelijk van nabijgelegen populaties. Het voorkomen van *Psectrocladius psilopterus*, *P. oligosetus* en *P. bisetus* is zelfs gerelateerd met de wateroppervlakte of oeverlengte in een straal van 1 of 2 kilometer, wat duidt op zeer beperkt dispersievermogen. Voor een zestal andere soorten zijn er aanwijzingen dat zij afhankelijk zijn van nabijgelegen wateren en

mogelijk problemen ondervinden om over grote afstanden zich in gebieden te vestigen (*Polypedilum sordens*, *Tanypus kraatzi*, *Cladotanytarsus nigrovittatus*, *Endochironomus tendens*, *Dicrotendipes tritonus* en *Tribelos intextus*). De waargenomen verbanden zijn echter niet significant.

Veel van deze soorten zijn gebonden aan zeer zwak- en zwakgebufferde wateren (*Procladius sagittalis*, *Psectrocladius psilopterus*, *Polypedilum sordens*, *Tanypus kraatzi*, *Cladotanytarsus nigrovittatus*, *Endochironomus tendens*, *Dicrotendipes tritonus* en *Tribelos intextus*). Als in een waterarm gebied een ven wordt hersteld, waarin zich relictpopulaties bevinden van deze soorten is het belangrijk dat de maatregelen zodanig worden uitgevoerd dat de soorten in staat zijn zich tijdens en na de uitvoering van de maatregelen te handhaven. Zij zullen immers slecht in staat zijn zich vanuit andere populaties te vestigen. Manieren om de overlevingskansen van relictpopulaties te behouden worden besproken in Bosman et al. (1999) en Van Kleef & Esselink (2004).

De invloed van veneigenschappen bij kokerjuffers

Zoals gebleken is in paragraaf 3.4.1 zijn er weinig karakteristieke soorten kokerjuffers waargenomen in de onderzochte vennen. Verder bleek het niet mogelijk om soorten te identificeren, die gebonden zijn aan zeer zwak- en zwakgebufferde vennen. Daarom is voor alle soorten kokerjuffers onderzocht of zij dispersieproblemen ondervinden.

Voordat de invloed van de isolatievariabelen onderzocht kan worden, moet eerst gecorrigeerd worden voor de invloed van gebiedspecifieke variabelen. In Tabel 16 is weergegeven in hoeverre gebiedspecifieke variabelen bijdragen aan het aantal soorten kokerjuffers.

Tabel 16 Invloed van gebiedspecifieke variabelen op het aantal soorten kokerjuffers gerangschikt naar de mate waarin de verschillende variabelen de waargenomen variatie verklaren.

Variabele	d.f.	deviatie	gemiddelde deviatie	p
Watertype	5	33,906	6,78	< 0,001
Aantal jaar sinds uitvoering	1	4,909	4,91	0,027
Oeverlengte	1	2,563	2,56	0,109
Oppervlakte	1	0,960	0,96	0,327
Plantendiversiteit	1	0,337	0,34	0,562
Aantal plantensoorten	1	0,770	0,77	0,380

Allereerst heeft het ventype de grootste invloed op het aantal soorten. Dit werd al eerder geconcludeerd (Figuur 4). Na correctie voor ventype levert het aantal jaren sinds uitvoering van de herstelmaatregelen een significante bijdrage. Verder lijkt de oeverlengte van het ven bij te dragen aan de soortenrijkdom ($p = 0.109$). De overige variabelen (plantendiversiteit, aantal plantensoorten en oppervlakte) dragen niet significant bij aan het aantal soorten. De volgende stap is te kijken welke invloed het aantal jaren sinds uitvoering van de herstelmaatregelen en de oeverlengte hebben op de soortenrijkdom na correctie voor ventype (Tabel 17).

Tabel 17 Invloed van het aantal jaren sinds uitvoering van de herstelmaatregelen (na correctie voor ventype) en de oeverlengte (na correctie voor ventype en het aantal jaren sinds de uitvoering van maatregelen) op de soortenrijkdom van kokerjuffers.

Variabele	Estimate	S.E.	p
Ouderdom	0,01888	0,00852	0,027
Oeverlengte	-0,0000714	0,0000449	0,112

De relatie tussen soortenrijkdom en het aantal jaren sinds uitvoering van de herstelmaatregelen geeft een positief verband: hoe langer het geleden is dat het water is opgeschoond/ aangelegd, hoe meer soorten kokerjuffers te verwachten zijn. Na gecorrigeerd te hebben voor ventype en het aantal jaren sinds uitvoering van de herstelmaatregelen geeft oeverlengte een (niet significante) negatieve correlatie met kokerjuffersoortenrijkdom. Een positief verband zou echter verwacht worden: hoe groter de oeverlengte, hoe meer soorten. Waarschijnlijk berust de waargenomen relatie op toeval en is er geen causaal verband. Oeverlengte wordt daarom weggelaten uit het model.

In het uiteindelijke model zijn ventype en het aantal jaren sinds uitvoering van de herstelmaatregelen als gebiedspecifieke variabelen opgenomen. Oeverlengte, venoppervlakte, aantal plantensoorten en plantendiversiteit zijn uit het model gelaten.

Invloed van nabijgelegen wateren bij kokerjuffers

Nu bekend is welke gebiedspecifieke variabelen een rol spelen in de soortenrijkdom van kokerjuffers (ventype en het aantal jaren sinds uitvoering van de herstelmaatregelen), kan de relatie tussen de aanwezigheid van oppervlaktewateren op de soortenrijkdom en het voorkomen van afzonderlijke soorten kokerjuffers worden onderzocht (Tabel 18).

Tabel 18 Invloed van de aanwezigheid van vlakvormige oppervlaktewateren op de soortenrijkdom en aanwezigheid van afzonderlijke kokerjuffersoorten na correctie voor ventype en het aantal jaar sinds de uitvoering van maatregelen. Alleen soorten, die een positief significant ($P < 0.05$) of bijna significant verband ($0.10 < P < 0.05$) vertonen met oeverlengte of oppervlakte zijn weergegeven.

Soort	Aantal	Variabele	Estimate	S.E.	p-waarde
Aantal soorten	-	Oever 3 km.	0,00000613	0,00000410	0,135
Agraylea multipunctata	16	Oppervlakte 10 km.	0,00000067	0,00000023	0,004
Limnephilus marmoratus	17	Oppervlakte 2 km.	0,00000821	0,00000288	0,004
Psychomyia pusilla	16	Oppervlakte 5 km.	0,00000197	0,00000070	0,005
Ceraclea senilis	20	Oever 10 km.	0,00001818	0,00000831	0,029
Molanna angustata	22	Oppervlakte 5 km.	0,00000098	0,00000046	0,031
Mystacides azurea	11	Oppervlakte 5 km.	0,00000120	0,00000057	0,035
Cyrnus flavidus	32	Oever 3 km.	0,00011380	0,00005760	0,048
Goera pilosa	4	Oppervlakte 3 km.	0,00001313	0,00000698	0,060
Glyptotaelius pellucidus	20	Oever 1 km.	0,00019400	0,00010500	0,063
Ceraclea dissimilis	31	Oever 3 km.	0,00008830	0,00004780	0,064
Plectrocnemia conspersa	2	Oppervlakte 10 km.	0,00000122	0,00000074	0,099

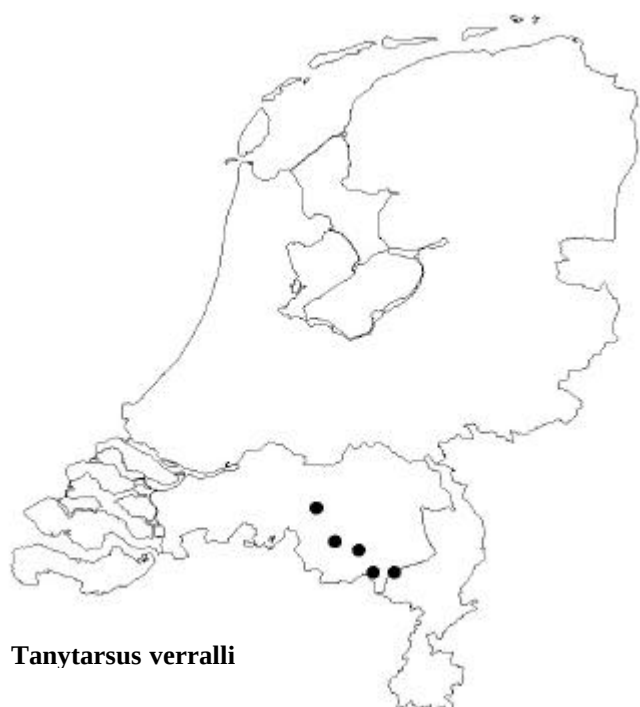
Het aantal soorten kokerjuffers is niet afhankelijk van de oppervlakte of oeverlengte van nabijgelegen oppervlaktewateren. De in de vorige paragraaf waargenomen relatie tussen soortenrijkdom en het aantal jaren sinds de uitvoering van maatregelen berust dus niet op een kolonisatiekans, die toeneemt naarmate het langer geleden is dat de maatregelen zijn uitgevoerd. Waarschijnlijk neemt het aantal habitats toe naarmate het langer geleden is dat de maatregelen zijn uitgevoerd. Doordat het aantal habitats toeneemt, kunnen er meer soorten kokerjuffers in een ven voorkomen.

Zeven soorten kokerjuffers vertonen echter wel een significant positief verband met de aanwezigheid van nabijgelegen oppervlaktewateren (oppervlakte of oeverlengte) (*Agraylea multipunctata*, *Limnephilus marmoratus*, *Psychomyia pusilla*, *Ceraclea senilis*, *Molanna angustata*, *Mystacides azurea* en *Cyrnus flavidus*). Voor vier andere soorten zijn er aanwijzingen voor een verband tussen hun voorkomen en de hoeveelheid oppervlaktewateren in de buurt (*Goera pilosa*, *Glyptotendipes pallidus*, *Ceraclea dissimilis* en *Plectrocnemia conspersa*). Kolonisatie van vennen door deze soorten is dus afhankelijk van nabijgelegen wateren, wat erop wijst dat deze soorten problemen ondervinden met de vestiging in herstelde vennen in gebieden met weinig andere oppervlaktewateren. Geen van deze soorten is gebonden aan zeer zwak- en zwakgebufferde vennen en zij komen in alle ventypen voor. Echter, voor het behoud van biodiversiteit in het algemeen is het raadzaam om bij het herstel van vennen in waterarme gebieden ervoor te zorgen dat de soorten in staat zijn zich tijdens en na de uitvoering van de maatregelen te handhaven.

3.5.2 Soorten met grote dispersieproblemen

Een aantal soorten zal grote problemen hebben om nieuwe populaties te stichten in herstelde vennen, omdat zij zich slechts over korte afstanden verspreiden. Deze soorten zullen daardoor zeldzaam zijn of slechts in een beperkt gebied voorkomen. Daarom wordt hier ook een overzicht gegeven van soorten, die slechts lokaal voorkomen, bekend staan als zeer zeldzaam (Higler 1995) of niet eerder in Nederland zijn waargenomen (Beuk 2002).

In Brabantse en in mindere mate Limburgse vennen komen soorten voor, die tijdens dit onderzoek nergens anders in Nederland zijn waargenomen (Figuur 5). Mogelijk hebben deze soorten problemen om grote afstanden te overbruggen, waardoor ze zich niet in de rest van het land kunnen vestigen.



Tanytarsus verralli

	Noord-Brabant	Limburg
Dansmuggen		
Cladotanytarsus iucundus	4	0
Corynoneura coronata	3	0
Cryptochironomus redekei	3	0
Harnischia curtilamellata	3	0
Tanytarsus verralli	4	1
Kokerjuffers		
Oxyethira sagittigera	3	1
Ceraclea alboguttata	4	2

Figuur 5: Hotspots van bijzondere soorten.

In de onderzochte vennen, is een groot aantal (19) dansmugsoorten waargenomen, die nooit eerder in Nederland zijn aangetroffen (Beuk 2002). Een belangrijke reden waarom er zoveel nieuwe soorten zijn waargenomen, is het gebruik van een speciale bemonsteringsmethodiek (zie paragraaf 3.2). Ook zal het herstelbeheer een rol spelen. Een aantal van deze soorten wordt immers met grote regelmaat aangetroffen in herstelde zeer zwak- en zwakgebufferde vennen en heeft dus sterk geprofiteerd van de herstelmaatregelen in vennen (Tabel 19) (*Corynoneura arctica*, *Psectrocladius barbatipes*, *Cladotanytarsus pallidus*, *Tanytarsus longitarsis*, *Tanytarsus nemorosus* en *Tanytarsus striatulus*). De andere dansmugsoorten zijn slechts zelden aangetroffen in de onderzochte vennen en ondervinden mogelijk dispersieproblemen.

Tijdens het onderzoek zijn 15 zeldzame soorten kokerjuffers aangetroffen, waarvan er vier niet eerder in Nederland zijn waargenomen. Deze nieuwe soorten zijn bij eerdere studies waarschijnlijk gemist omdat zij niet als larve tot op soort te determineren zijn. Een deel van de zeldzame soorten is slechts met een enkel exemplaar zijn gevangen waardoor het aannemelijk is dat het hier om zwervers gaat, die zich niet in de vennen voortplanten (*Hydroptila angulata*, *Hydroptila forcipata*, *Orthotrichia tragetti* en *Tinodes pallidulus*). De andere soorten zijn in dermate hoge dichtheden waargenomen, dat het zeer waarschijnlijk is dat zij zich voortplanten in de vennen (*Hydroptila sparsa*, *Oxyethira sagittigera*, *Psychomyia pusilla*, *Oxyethira falcata*,

Ceraclea alboguttatus, *Limnephilus stigma*, *Oecetis notata*, *Rhadicoleptus alpestris*, *Ceraclea dissimilis*, *Limnephilus subcentralis* en *Polycentropus flavomaculatus*). *H. sparsa*, *P. pusilla* en *C. dissimilis* zijn veel van de onderzochte vennen waargenomen en zullen weinig problemen hebben nieuwe herstellende vennen te bevolken. De overige soorten zijn echter zeldzaam en ondervinden mogelijk wel dispersieproblemen.

Tabel 19 Presentie (relatieve aanwezigheid) van zeldzame en nieuwe soorten voor Nederland in de verschillende ventypen. N: niet eerder in Nederland waargenomen; U: uitgestorven gewaand; 1 t/m 8 is het aantal 10 x 10 kilometerhokken waar de soort in 1995 van bekend was (Higler 1995).

		lonenrijk, matig zuur ven zonder hoogveen- ontwikkeling	Zuur ven zonder hoog- veenontwikkeling	Zeet zwakgebufferd zandbodemven	Ondiep zwakgebufferd zandbodemven	Diep zwakgebufferd zandbodemven	Laagveenven	Beekdalven	Poel	Aantal 10 x 10 km- hokken
DANSMUGGEN	Aantal	7	10	10	13	3	2	1	4	
<i>Procladius flavifrons</i>					0,1					N
<i>Acamptocladus reissi</i>				0,1						N
<i>Corynoneura arctica</i>				0,2						N
<i>Corynoneura lobata</i>		0,3		0,2						N
<i>Orthocladus dentifer</i>					0,1					N
<i>Parakiefferiella smolandica</i>					0,1					N
<i>Psectrocladius barbatipes</i>			0,1	0,5	0,1					N
<i>Chironomus lugubris</i>		0,1								N
<i>Cladopelma lateralis</i>									0,3	N
<i>Dicrotendipes objectans</i>			0,2	0,1	0,1					N
<i>Polypedilum pullum</i>			0,1		0,1					N
<i>Polypedilum tetracrenatum</i>			0,1							N
<i>Cladotanytarsus pallidus</i>			0,1	0,1	0,5				0,5	N
<i>Paratanytarsus laccophilus</i>									0,5	N
<i>Tanytarsus chinensis</i>					0,1					N
<i>Tanytarsus gibbosiceps</i>									0,3	N
<i>Tanytarsus longitarsis</i>				0,3	0,2				0,3	N
<i>Tanytarsus nemorosus</i>		0,1	0,1	0,6	0,5	0,3			0,5	N
<i>Tanytarsus striatulus</i>		1,0	0,4	0,7	0,2	0,3				N
KOKERJUFFERS	Aantal	7	8	10	13	3	1	0	4	
<i>Hydroptila angulata</i>					0,1					N
<i>Hydroptila forcipata</i>					0,1					N
<i>Orthotrichia tragetti</i>									0,3	N
<i>Oxyethira sagittifera</i>		0,1		0,1	0,2					N
<i>Psychomyia pusilla</i>		0,1	0,5	0,1	0,7				0,3	U
<i>Hydroptila sparsa</i>		0,4		0,3	0,3	0,7				1
<i>Oxyethira falcata</i>		0,1				0,3				1
<i>Tinodes pallidulus</i>			0,1							1
<i>Ceraclea alboguttata</i>		0,4	0,3	0,1						2
<i>Limnephilus stigma</i>									0,3	2
<i>Oecetis notata</i>		0,1			0,2				0,3	2
<i>Rhadicoleptus alpestris</i>		0,1								3
<i>Ceraclea dissimilis</i>		0,6	0,5	0,7	0,7	1,0	1,0		0,8	6
<i>Limnephilus subcentralis</i>					0,1					7
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>				0,2	0,2				0,5	8

Er is dus een groot aantal bijzondere soorten waargenomen in de onderzochte wateren. Een aantal van deze soorten komt veelvuldig in de vennen voor en lijkt daarmee geprofiteerd te hebben van het herstelbeheer in de vennen. Venherstel draagt dus niet alleen bij aan het behoud en herstel van karakteristieke soorten, maar ook van biodiversiteit in het algemeen. De overige soorten zijn erg zeldzaam. Voor zover zij daadwerkelijk in vennen thuishoren, ondervinden ze mogelijk problemen met het koloniseren van nieuwe gebieden. Met de resultaten van deze monitoring is dat echter niet met zekerheid vast te stellen. Voorzichtigheidshalve is het raadzaam om bij de uitvoering van herstelmaatregelen rekening te houden met populaties van deze soorten.

3.6 Opnieuw uitgraven van vennen en poelen

Veel karakteristieke diersoorten, die door verzuring, vermesting en verdroging zeldzaam zijn geworden, komen nog in kleine relictpopulaties voor (Van Kleef & Esselink 2003; Limnodata Neerlandica STOWA) maar in te lage aantallen om gemakkelijk andere vennen te koloniseren. Om er voor te zorgen dat deze soorten zich weer kunnen vestigen in herstellende vennen elders in het land, is het van belang dat deze populaties in omvang toenemen. Eén manier daarvoor is om de aangetaste vennen, waar relictpopulaties voorkomen, met behulp van herstelmaatregelen geschikt te maken voor deze soorten. Echter, doordat deze soorten vaak in lage dichtheden voorkomen lopen ze het gevaar bij uitvoering van herstelmaatregelen te verdwijnen (Van Kleef & Esselink 2004). Door herstelmaatregelen op een andere wijze uit te voeren (zie hiervoor Bosman et al. 1999 en Van Kleef & Esselink 2004) nemen de risico's voor de soorten die in het ven leven af.

Een andere mogelijkheid is het opnieuw uitgraven van vennen. Op plaatsen waar door ontginningen vennen verdwenen zijn, is vaak nog een deel van de zaadbank intact (mond. med. J.G.M. Roelofs), waardoor op deze locaties potenties zijn voor het herstel van karakteristieke vegetaties. Door het herstellen van vennen op plaatsen waar vroeger vennen verdwenen zijn, kunnen nabijgelegen relictpopulaties van zeldzame karakteristieke diersoorten versterkt worden. Als de populatiegrootte van zeldzame karakteristieke diersoorten groter wordt, neemt de kans toe dat deze soorten zich vanuit de opnieuw ontstane wateren vestigen in verder weg gelegen geschikte vennen. Op deze manier lopen de toch al kwetsbare relictpopulaties geen gevaar om als gevolg van de herstelmaatregelen te verdwijnen (Van Kleef & Esselink 2004).

In zes van de onderzochte wateren was geen sprake van 'normale' herstelmaatregelen, maar van opnieuw uitgraven (Tabel 20). In al deze wateren hebben zich karakteristieke soorten van zeer zwak- en zwakgebufferde vennen gevestigd. Vooral in het Klotven heeft zich een waardevolle vegetatie ontwikkeld gedomineerd door karakteristieke en zeldzame planten, zoals Duizendknoopfonteinkruid, Oeverkruid en Stijve Moerasweegbree. Het Klotven is waarschijnlijk zodanig uitgegraven dat de aanwezige zaadbank tot expressie kon komen.

Tabel 20 Het voorkomen van zeldzame en karakteristieke planten, dansmuggen en kokerjuffers van zeer zwak- en zwakgebufferde vennen in opnieuw uitgegraven vennen en poelen.

	Oldenaller	Voltherbroek I	Voltherbroek II	Klotven	Ravenvennen	Boshuizer- bergen		Oldenaller	Voltherbroek I	Voltherbroek II	Klotven	Ravenvennen	Boshuizer- bergen
Ventype	Poel	Poel	Poel	Diep zwakgebufferd zandbodemven	Poel	Ionenrijk, matig zuur ven zonder hoogveenont- wikkeling		Poel	Poel	Poel	Diep zwakgebufferd zandbodemven	Poel	Ionenrijk, matig zuur ven zonder hoogveen- ontwikkeling
KARAKTERISTIEK	ZELDZAAM												
Flora	Flora												
Duizendknoopfonteinkruid				x							x		
Egelboterbloem		x	x	x							x		
Oeverkruid				x							x		
Stijve moerasweegbree				x							x		
Veelstengelige waterbies				x		x					x		
Vlottende bie		x				x					x		
								x					
Dansmuggen	Dansmuggen												
Dicrotendipes tritonus						x						x	
Polypedilum uncinatum	x	x		x		x				x		x	
Psectrocladius psilopterus						x			x			x	
Pseudochironomus prasinatus						x				x			
												x	
								x			x	x	x
											x		x
Kokerjuffers	Kokerjuffers												
Holocentropus dubius	x			x					x				
Trichostegia minor	x	x	x		x	x							x
Limnephilus stigma		x						x	x	x	x		x
											x		x
								x					x
										x			
											x		
									x	x			
								x					x



Foto 2: In het Klotven hebben zich veel karakteristieke plantensoorten gevestigd.

Ten opzichte van vennen, die zich als gevolg van herstelmaatregelen hebben ontwikkeld tot zeer zwak- en zwakgebufferde wateren, worden in de Boshuizerbergen veel karakteristieke soorten dansmuggen gevonden. In de Ravenvennen zijn veel zeldzame dansmuggen waargenomen. In alle onderzochte gegraven wateren zijn relatief veel zeldzame kokerjuffers gevonden. Tevens is de karakteristieke kokerjuffer *Trichostegia minor* vooral (5 van de 9 vindplaatsen) waargenomen in deze wateren.

Het graven van vennen, en vooral op plaatsen waar door ontginningen vennen verdwenen zijn, lijkt dus een geschikte manier om relictpopulaties te versterken en bedreigde karakteristieke soorten nieuwe mogelijkheden voor uitbreiding te bieden. Ook zeldzame soorten, die niet karakteristiek zijn, profiteren van deze maatregelen. Het is een goed alternatief voor het herstel van aangetaste vennen, waar relictpopulaties van bijzondere soorten voorkomen. Nadat de betreffende soort zich in het nieuwe ven heeft gevestigd kunnen in het aangetaste ven alsnog herstelmaatregelen genomen worden.

4 Samenvatting en conclusies

Achteruitgang en herstel van levensgemeenschappen van vennen

- Door ontginningen, verzuring, vermesting en verdroging zijn levensgemeenschappen van zwakgebufferde vennen sterk achteruitgegaan.
- Om deze achteruitgang een halt toe te roepen, zijn herstelmaatregelen ontwikkeld. Herstelbeheer in vennen bestaat doorgaans uit het verwijderen van slib en waterplanten, vrijstellen van oevers en herstellen van de oorspronkelijke buffercapaciteit.
- Met behulp van herstelmaatregelen blijkt het mogelijk plantengemeenschappen van voedselarme, zwakgebufferde vennen in hun oude glorie te herstellen.

Theoretisch en praktisch kader van dit onderzoek

- Uit onderzoek is gebleken dat karakteristieke diersoorten niet alleen verdwijnen door ontginningen, verzuring, verdroging en eutrofiëring, maar ook als gevolg van de schaal en intensiteit van de herstelmaatregelen.
- Kolonisatie van herstellende vennen door karakteristieke diersoorten is daarmee erg belangrijk geworden voor het behoud en herstel van deze soorten in Nederland.
- Om te achterhalen in hoeverre diersoorten in staat zijn herstellende vennen te koloniseren, is in 50 vennen, waar herstelmaatregelen zijn uitgevoerd, het voorkomen van dansmuggen en kokerjuffers onderzocht.

Verskillende ontwikkelingen na uitvoering van herstelmaatregelen

- Na de uitvoering van herstelmaatregelen kunnen vennen zich op verschillende wijzen ontwikkelen. Hierbij kunnen vijf ventypen worden onderscheiden:
 1. Ionenrijke, matig zure vennen zonder hoogveenontwikkeling.
 2. Zure vennen zonder hoogveenontwikkeling.
 3. Zeer zwakgebufferde zandbodemvennen.
 4. Ondiepe zwakgebufferde zandbodemvennen.
 5. Diepe zwakgebufferde zandbodemvennen.
- Veertig procent van de onderzochte vennen heeft zich ontwikkeld tot matig zure en zure vennen zonder hoogveenontwikkeling met soortenarme levensgemeenschappen. Deze vennen zijn niet alleen zuur, maar bevatten ook hoge ammoniak- en aluminiumconcentraties. De ontwikkeling van zure vennen wordt veroorzaakt door het achterwege blijven van maatregelen, die de buffercapaciteit van de vennen waarborgen.
- In alle vennen waar gebufferd water wordt ingelaten is geen herverzuring opgetreden. Deze vennen hebben zich ontwikkeld tot zeer zwak- en zwakgebufferde wateren.
- Zestig procent van de onderzochte vennen heeft zich ontwikkeld tot zeer zwak- en zwakgebufferde vennen. Deze vennen herbergen de grootste aantallen planten-, dansmug- en kokerjuffersoorten. Ook de aantallen en bedekkingen van karakteristieke plantensoorten zijn in deze wateren het hoogst.

Nieuwe soorten en nieuwe inzichten door het gebruik van nieuwe methodieken

- In deze studie zijn methodieken gebruikt, die afwijken van onderzoeksmethodieken van eerdere studies. Het voorkomen van dansmuggen is onderzocht aan de hand van verpoppinghuidjes en kokerjuffers zijn verzameld terwijl zij als volwassen insect rondvlogen.

- Hierdoor zijn de dieren beter tot op soort te determineren en worden soorten minder snel over het hoofd gezien dan bij de eerdere onderzoeken, waarbij de larvale stadia zijn onderzocht.
- Drieëntwintig soorten zijn voor het eerst in Nederland waargenomen.
- De huidige inzichten in het voorkomen van dansmuggen en kokerjuffers in vennen blijken onvolledig, maar hebben hun waarde daarmee niet verloren.

Vestiging van karakteristieke dansmuggen en kokerjuffers

- Karakteristieke dansmuggen hebben zich in veel vennen gevestigd, die zich hebben ontwikkeld tot zeer zwak- of zwakgebufferde wateren.
- Vestiging van karakteristieke kokerjuffers treedt veel minder op. De meeste soorten zijn niet of slechts sporadisch waargenomen.

Soorten met een voorkeur voor specifieke ventypen

- Zeventien soorten dansmuggen, die op basis van literatuur en deskundigenoordeel niet werden aangemerkt als karakteristiek voor vennen, vertonen een duidelijke voorkeur voor een of enkele ventypen.
- Deze soorten kunnen voor toekomstige evaluatiedoeleinden gebruikt worden.

Veranderingen van soortenrijkdom in tijd en ruimte

- Dansmuggen kunnen vennen, waar herstelmaatregelen zijn genomen, zeer snel koloniseren. Alleen in vennen, waar binnen een straal van vijf kilometer weinig andere wateren liggen, komen minder soorten dansmuggen voor. Zij lijken dus problemen te hebben om grote afstanden te overbruggen.
- De soortenrijkdom van kokerjuffers in vennen, waar herstelmaatregelen zijn uitgevoerd, neemt toe naarmate de maatregelen langer geleden zijn uitgevoerd. Dit komt mogelijk doordat het aantal beschikbare habitats toeneemt met de tijd. Hierover kunnen echter geen harde uitspraken worden gedaan.

Soorten met dispersieproblemen

- Vier soorten dansmuggen en zeven kokerjuffersoorten kunnen moeilijk grote afstanden overbruggen en hebben problemen om geïsoleerde vennen te koloniseren. Voor deze soorten is een significant verband gevonden tussen de kans op het voorkomen in een ven en de aanwezigheid van oppervlaktewater, uitgedrukt in oppervlakte of oeverlengte, binnen stralen van 1, 2, 3, 5 of 10 kilometer.
- Een aantal soorten heeft grote problemen om herstelde vennen te koloniseren. Hiertoe behoren de meeste karakteristieke kokerjuffers, maar mogelijk ook een aantal zeldzame soorten dansmuggen en kokerjuffers, die slechts lokaal of zeer zelden in de herstelde vennen zijn waargenomen.

Herstel van verdwenen vennen als alternatief voor herstel van aangetaste vennen

- In opnieuw uitgegraven poelen en vennen zijn relatief veel karakteristieke en zeldzame soorten planten, dansmuggen en kokerjuffers waargenomen.
- Om te voorkomen dat relictpopulaties van karakteristieke soorten als gevolg van herstelmaatregelen verdwijnen, kan besloten worden om in de buurt van deze populaties vennen te graven. Hiermee kunnen relictpopulaties versterkt worden en krijgen bedreigde karakteristieke soorten nieuwe mogelijkheden voor uitbreiding.
- Vooral op plaatsen waar door ontginningen vennen verdwenen zijn, zijn de potenties voor herstel groot, omdat de oorspronkelijke zaadbank vaak voor een deel gespaard is gebleven.

Conclusies

- Veel vennen verzuren nadat herstelmaatregelen zijn genomen. Door na uitvoering van de maatregelen gebufferd water in te laten kan voorkomen worden dat deze herverzuring optreedt.
- Uit dit onderzoek is gebleken dat een aantal soorten dansmuggen en kokerjuffers problemen ondervindt bij de kolonisatie van vennen, waar herstelmaatregelen zijn uitgevoerd.

- Het opnieuw uitgraven van vennen is een manier om relictpopulaties van karakteristieke en bijzondere soorten te versterken.

Aanbevelingen voor beheer van vennen

- Bij het herstel van vennen is het belangrijk om rekening te houden met de mate waarin het ven gevoelig is voor verzuring. Verzuringgevoelige vennen verzuren opnieuw als er geen aanvullende maatregelen worden genomen om de oorspronkelijke buffercapaciteit van het water te herstellen.
- Voor een aantal diersoorten is het belangrijk dat zij niet als gevolg van de herstelmaatregelen verdwijnen. Een aantal soorten heeft namelijk problemen om grote afstanden te overbruggen. Voor deze soorten is het niet vanzelfsprekend dat zij zich na de uitvoering van herstelmaatregelen opnieuw vestigen. Voor het behoud van soorten tijdens de uitvoering van herstelmaatregelen bestaan twee mogelijkheden. Allereerst kunnen de maatregelen op een andere wijze worden uitgevoerd, waardoor de overlevingskansen van relictpopulaties toenemen. De veiligste manier is om vennen opnieuw uit te graven op plaatsen waar zij door ontginningen verdwenen zijn. Hierdoor kunnen de relictpopulaties zich uitbreiden naar de nieuwe vennen, waarna in het aangetaste ven herstelmaatregelen genomen kunnen worden.
- Sommige soorten zijn dermate zeldzaam (zoals de meeste karakteristieke kokerjuffers) dat zij extra hulp nodig zullen hebben om een netwerk van populaties op te bouwen. Herintroductie is hiervoor waarschijnlijk de beste methode.

5 Aanbevelingen voor verder onderzoek

Referentieonderzoek

Tijdens dit onderzoek is uitgegaan van referentiebeelden, zoals die voor Nederland beschreven zijn door Arts (2000). Het huidige referentiebeeld is echter gebaseerd op onderzoek, dat is uitgevoerd lang nadat verzuring, vermesting en verdroging hun invloed op de Nederlandse natuur hebben doen gelden (Leuven 1988; Duursema 1996). Hierdoor zijn hoogst waarschijnlijk karakteristieke soorten gemist, die in een eerder stadium van de aantasting al zeer sterk achteruit zijn gegaan of mogelijk al uit Nederland waren verdwenen. Tevens zijn in deze studies methodieken gebruikt waarmee veel soorten over het hoofd zijn gezien (zie paragraaf 3.2). Het gevolg is dat goede streefbeelden voor het herstel en behoud van diersoorten uit zwakgebufferde wateren nagenoeg ontbreken. Met behulp van referentieonderzoek moet achterhaald worden welke diersoorten karakteristiek zijn voor intacte zeer zwak- en zwakgebufferde vennen.

Andere diergroepen

Voor deze studie zijn diergroepen gekozen, waarvan verwacht werd dat zij verschillen zouden vertonen wat betreft dispersievermogen. Verwacht werd dat dansmuggen een gemiddelde en kokerjuffers een lage verspreidingscapaciteit zouden bezitten. Karakteristieke soorten dansmuggen bleken zich inderdaad sneller en beter te vestigen dan kokerjuffers. Van de vestiging van andere diersoorten in herstelde vennen is echter nog weinig bekend. Voor het beheer is het wel belangrijk om te weten met welke soorten, die zich slecht verspreiden, rekening gehouden dient te worden tijdens de uitvoering van herstelmaatregelen. Daarom moet ook voor andere diergroepen onderzocht worden, welke soorten problemen ondervinden met de kolonisatie van herstelde vennen.

Herintroductie van soorten met een zeer geringe verspreidingscapaciteit

Uit dit onderzoek is gebleken dat een aantal karakteristieke soorten tegenwoordig zo zeldzaam is, dat zij niet meer in staat zijn om herstelde vennen te koloniseren. Het voortbestaan van deze soorten wordt met herstelbeheer alléén waarschijnlijk niet gegarandeerd. Om ervoor te zorgen dat deze soorten in de toekomst weer veel in vennen voorkomen, zullen extra middelen ingezet moeten worden. Waarschijnlijk is herintroductie een geschikte manier om het areaal van soorten, die als gevolg van verzuring, vermesting en verdroging sterk achteruit zijn gegaan, te herstellen. Voordat soorten geherintroduceerd kunnen worden moet onderzoek de volgende vragen beantwoorden:

- Wat moet de herkomst zijn van de soorten?
- Waar moet ze worden geïntroduceerd?
- Hoeveel en hoe vaak dient er te worden uitgezet?

Tevens moeten introducties systematisch en langdurig gevolg worden.

6 Literatuur

- Aggenbach, C.J.S., M.H. Jalink & A.J.M. Jansen 1997.** Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van plantengemeenschappen in vennen. Rapport KIWA.
- Arts G.H.P. and R.S.E.W. Leuven 1988.** Floristic changes in shallow soft waters in relation to underlying environmental factors. *Freshwater Biology* 20: 97-111.
- Arts, G.H.P. 2000.** Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 13, Vennen. Achtergronddocument bij het "Handboek Natuurdoeltypen in Nederland". Expertisecentrum LNV, Ministerie van landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Ede-Wageningen.
- Arts, G.H.P., P.W.M. van Beers, J.D.M. Belgers & F.G. Wortelboer, 2001.** Gedifferentieerde normstelling voor nutriënten in vennen: onderbouwing en toetsing van kritische depositieniveaus en effecten van herstelmaatregelen op het voorkomen van isoetiden. Alterra-rapport 262, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen.
- Bal, D., H.M. Beije, M. Fellingier, R. Haveman, A.J.F.M. van Opstal & F.J. van Zadelhoff (2001).** Handboek Natuurdoeltypen. Tweede, geheel herziene editie. Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Wageningen-Ede.
- Bellemakers, M. 2000.** Reversibility of the effects of acidification and eutrophication of shallow surface waters – Perspectives of restoration. Proefschrift, Katholieke Universiteit Nijmegen.
- Beuk, P.L.Th. 2002.** Checklist of the Diptera of the Netherlands. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Bloemendaal, F.J.H.L. & J.G.M. Roelofs (red.) 1988.** Waterplanten en waterkwaliteit. KNNV Uitgeverij en Vakgroep Aquatische oecologie en biogeologie van de Katholieke Universiteit Nijmegen.
- Bosman, W., C. van Turnhout & H. Esselink 1999.** Effecten van herstelmaatregelen op diersoorten: "Eerste versie van Standaard Meetprotocol Fauna (SMPF) en Richtlijnenprogramma Uitvoering Herstelmaatregelen Fauna (RUHF)". Rapport stichting Bargerveen, Nijmegen.
- Brouwer, E., R. Bobbink, J.G.M. Roelofs & G.M. Verheggen, 1996.** Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring van oppervlaktewateren. Eindrapport monitoring tweede fase. In opdracht van het Ministerie van LNV.
- Brouwer, E. 2001.** Restoration of Atlantic softwater lakes and perspectives for characteristic macrophytes. Proefschrift, Katholieke Universiteit Nijmegen.
- Buskens, R.F.M. 1989.** Beuven – Herstel van een ecosysteem. Vakgroep Aquatische oecologie en biogeologie van de Katholieke Universiteit Nijmegen. In opdracht van het Ministerie van LNV.

- Duinen, G.A. van, A.M.T. Brock, J.T. Kuper, R.S.E.W. Leuven, T.M.J. Peeters, J.G.M. Roelofs, G. van der Velde, W.C.E.P. Verberk & H. Esselink (2003).** Do restoration measures rehabilitate fauna diversity in raised bogs? A comparative study on aquatic macro invertebrates. *Wetlands Ecology and Management* 11(6): 447-459.
- Duursema, G. 1996.** Vennen in Drente. Een onderzoek naar ecologie en natuur op basis van macrofauna. Zuiveringsschap Drente, Assen.
- Fairchild, G.W., A.M. Faulds & J.F. Matta 2000.** Beetle assemblages in ponds: effects of habitat and site age. *Freshwater Biology* 44: 523-534.
- Higler, L.W.G. 1995.** Lijst van kokerjuffers (Trichoptera) in Nederland met opmerkingen over uitgestorven en bedreigde soorten. *Ent. Ber., Amst.* 55(10): 149-156.
- Jaarsma, N.G. & P.F.M. Verdonchot 2000.** Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 5, Poelen. Achtergronddocument bij het "Handboek Natuurdoeltypen in Nederland". Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Ede-Wageningen.
- Kleef, H. van & H. Esselink 2003.** Watermacrofauna-monitoring ten behoeve van herstel en behoud van het Weerterbos. Een evaluatie van herstelmaatregelen in het kader van het Overlevingsplan Bos en Natuur. Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ede.
- Kleef H. van & H. Esselink 2004.** Analyse van de effecten van herstelmaatregelen op watermacrofauna in zwakgebufferde oppervlaktewateren - Een vergelijkend onderzoek in vier vennen waar herstelmaatregelen zijn uitgevoerd. Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ede.
- Leuven, R.S.E.W., J.A. van der Velden, J.A.M. van Hemelrijk & G. van der Velde 1987a.** Impact of acidification on chironomid communities in poorly buffered waters in the Netherlands. *Ent. Scand. Suppl.* 29: 269-280.
- Leuven, R.S.E.W., J.A.M. van Hemelrijk & G. van der Velde 1987b.** The distribution of Trichoptera in Dutch soft waters differing in pH: In Bournaud, M. & H. Tached (eds.) 1987. *Proc. of the 5th. Int. Symp. on Trichoptera.* Junk Publishers, Dordrecht. p. 359-365.
- Leuven, R.S.E.W. 1988.** Impact of acidification on aquatic ecosystems in the Netherlands. Proefschrift, Katholieke Universiteit Nijmegen.
- MacArthur, R.H. & E.O. Wilson 1967.** *The Theory of Island Biogeography.* Princeton university press, Princeton, NJ.
- Moller Pillot, H. 2003.** Hoe waterdieren zich handhaven in een dynamische wereld. 10 jaar onderzoek in de Roodloop, een bovenloopje van de Reusel in Noord-Brabant. Stichting het Noordbrabants Landschap, Haaren.
- Oertli, B., D. Auderset Joye, E. Castella, R. Juge, D. Cambin & J-B. Lachavanne 2002.** Does size matter? The relationship between pond area and biodiversity. *Biological Conservation* 104: 59-70.
- Preston, F.W. 1960.** Time and space and the variation of species. *Ecology* 41: 611-627.
- Sierdsema, H., A. van Kleunen, J.H. Bouwman, F. Spikmans, B. Kroese, J.T. Smit, H. van Kleef & A.J.J. Lemaire 2003.** Beleidsmonitoring OBN-Fauna 2002.VOFF-rapport 2002.02. Vereniging Onderzoek Flora en Fauna, Nijmegen.
- Tansley, A.G. 1946.** *Introduction to Plant Ecology.* Allen and Unwin, London.

Tomassen, H., F. Smolders, J. Limpens, G.J. van Duinen, S. van der Schaaf, J. Roelofs, F. Berendse, H. Esselink en G. van Wirdum 2002. Onderzoek en beheer van Nederlandse hoogvenen. Eindrapportage 1998-2001. Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Ede-Wageningen.

Verberk, W.C.E.P. & H. Esselink, (2004). Invloed van aantasting en maatregelen op de faunadiversiteit in een complex landschap. Case studie: Korenburgerveen (1e fase). Eindrapportage 2000-2003. Rapport Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ede.

Wilcock, H.R., R.A. Nichols & A.G. Hildrew 2003. Genetic population structure and neighbourhood population size estimates of the caddisfly *Plectrocnemia conspersa*. *Freshwater Biology* 48(10): 1813-1824.

Bijlage Onderzoekslocaties

Gebiedsnaam	Eigendom	Amersfoort X	Coördinaten Y	Jaar van uitvoering	Verwijderen sliblaag	Inlaat gebufferd water	Nieuw gegraven	Plaggen oevers
Bergven I	Het Overijssels landschap	265000	494000	1998	x	x		x
Bergven III	Het Overijssels landschap	265100	494400	1993	x	x		x
Bergven IV	Het Overijssels landschap	265200	494800	1993	x	x		x
Bergven VI	Het Overijssels landschap	265200	494900	1993	x	x		x
Beuven	Gemeente Someren	173000	379000	1985	x	x		x
Boshuizerbergen	Limburgs Landschap	198800	396600	2000			x	x
Broekse Wielen (O)	Staatsbosbeheer	181100	415600	1990	x			x
Broekse Wielen (W)	Staatsbosbeheer	181100	415600	1990	x			
De Banen	Limburgs Landschap	183800	364500	1992	x	x		x
De Banen (N)	Limburgs Landschap	183000	364000	1997	x	x		x
De Hamert	Limburgs Landschap	208200	392700	1990	x			
De Krang (W)	Natuurmonumenten	181200	360300	1995	x			
De Wildernis	Het Overijssels landschap	255400	476200	1998	x			x
Diepreit	Staatsbosbeheer	148200	371000	1990	x			x
Ganzepoel	Staatsbosbeheer	216500	547300	1989	x			x
Gerritsfles	Staatsbosbeheer	184500	463700	1998				x
Grenspoel	Staatsbosbeheer	216200	549200	1993	x			x
Groote Meer	Natuurmonumenten	085400	380300	1995	x			x
Grootmeer	Gemeente Eersel	150300	382800	2000	x	x		x
Heereven	Unie van Bosgroepen	203800	405300	2000	x			
Ijsbaan Nuenen	Staatsbosbeheer	166100	388400	2000	x			
Karregat	Brabants Landschap	157200	415800	1998	x			x
Keijenhurk	Staatsbosbeheer	144600	383400	1991	x	x		x
Klotven	Natuurmonumenten	156600	365700	1994			x	x
Koolespeelke	Limburgs Landschap	175700	368300	1998	x			x (1995)

(vervolg)

Gebiedsnaam	Eigendom	Amersfoort X	Coördinaten Y	Jaar van uitvoering	Verwijderen sliblaag	Inlaat gebufferd water	Nieuw gegraven	Plaggen oevers
Koopmansveentje	Staatsbosbeheer	215100	548800	1990	x			x
Leikeven (NW)	Natuurmonumenten	130800	402300	1993	x			x
Leikeven (Z)	Natuurmonumenten	130900	402000	1993	x			x
Lobeliabaai	Gemeente Someren	172500	379300	1985	x			x
Meeuwven	Unie van Bosgroepen	162800	378000	1995	x			x
Molenvan	Unie van Bosgroepen	160200	378000	1995	x			x
Mussenslenk	Limburgs Landschap	211200	385400	1998	x			x
Oldenaller	Natuurmonumenten	166530	473000	1993			x	x
Padvindersven	Brabants Landschap	104000	393300	1989	x			x
Palenvan	Brabants Landschap	132000	389000	1997	x			
Plakkeven	Natuurmonumenten	131000	402000	1995	x			
Ravenvennen	Limburgs Landschap	211200	385200	2000			x	
Scherpven	Onbekend	144100	383150	1991	x	x		x
Sluiskensven	Brabants Landschap	132000	389000	1997	x			
Soerendonks Goor	Staatsbosbeheer	166800	368100	2000	x			x
Steenhaarplas	Natuurmonumenten	250200	464400	1990	x			x
Teeselinkven	Het Geldersch landschap	241140	463890	1989	x			x
Van Esschenven	Natuurmonumenten	142800	397900	1995	x	x		
Verwolde	Unie van Bosgroepen	223200	469800	2001	x			
Voltherbroek I	Staatsbosbeheer	259600	488400	1980			x	x
Voltherbroek II	Staatsbosbeheer	259600	488400	1980			x	
Voorste Choorven	Natuurmonumenten	142500	397200	1995	x	x		
Witven	Natuurmonumenten	142600	397600	1995	x	x		
Zwart Goor	Staatsbosbeheer	116000	390000	1989	x			x
Zwartven	Gemeente Reusel	135000	376000	1996	x			x