ALTERRA
WAGENINGEN UR

Robuuste Verbindingen en Klimaatverandering

W. Geertsema
R.J.F. Bugter
M. van Eupen
S.A.M. van Rooij
T. van der Sluis
M. van der Veen



Alterra-rapport 1886, ISSN 1566-7197

Robuuste Verbindingen en Klimaatverandering

In opdracht van het ministerie van LNV, uitgevoerd in het Beleidsondersteunend Onderzoek, cluster Ecologische Hoofdstructuur, thema Ruimtelijke kwaliteit EHS en Natura 2000 (projectnummer BO-02-005-004)

Robuuste Verbindingen en Klimaatverandering

W. Geertsema
R.J.F. Bugter
M. van Eupen
S.A.M. van Rooij
T. van der Sluis
M. van der Veen

Alterra-rapport 1886

Alterra, Wageningen, 2009

REFERAAT

Geertsema, W., R.J.F. Bugter, M. van Eupen, S.A.M. van Rooij, T. van der Sluis, M. van der Veen, 2009. *Robuuste Verbindingen en klimaatverandering*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1886. 79 blz.; 10 fig.; 11 tab.; 62 ref.

Door klimaatverandering verschuiven geschikte klimaatzones van planten en dieren. Versnippering van de natuur leidt hierbij voor diverse soorten tot problemen: ze kunnen de verschuiving van geschikte klimaatzones niet volgen omdat ze de afstanden tussen geschikte natuurgebieden niet kunnen overbruggen. Robuuste Verbindingen zijn onderdeel van het Nederlandse natuurbeleid en hebben onder andere tot doel netwerken van natuurgebieden te versterken door de realisatie van verbindingen en extra habitat. De vraag is of en welke Robuuste Verbindingen een bijdrage leveren aan het mee schuiven van soorten met verschuivende klimaatzones. Ook de aansluiting van de Nederlandse natuur met natuurgebieden in aangrenzende landen is van belang bij het verschuiven van soorten. In deze studie is onderzocht welke bijdrage Robuuste Verbindingen voor verschillende ecosysteemtypen leveren aan het verschuiven van soorten.

Trefwoorden: biodiversiteit, klimaatverandering, flora, fauna, natuur, natuurbeleid, Robuuste Verbindingen, Nederland, internationaal, dispersie

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.boomblad.nl/rapportenservice.

© 2009 Alterra
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland
Tel.: (0317) 480700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

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

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

[Alterra-rapport 1886/september/2009]

Inhoud

Woord vooraf 7

Samenvatting 9

1 Inleiding 13

2 Methode 17
2.1 Introductie op methode 17
2.2 Verschuivende soorten 18
2.3 Ligging, ecosysteemtypen en ambitieniveaus Robuuste Verbindingen 20
2.4 Ecosysteemtypen 22
2.5 Internationale aansluiting 22
2.6 Prioriteren schuifknelpunten, klimaatcorridors 23
2.7 Schuifknelpunten voor dieren 24
2.7.1 Schuiven van het ene naar het andere netwerk 24
2.7.2 Selectie diersoorten 25
2.8 Schuifknelpunten voor plantensoorten 27
2.8.1 Uitbreidingsmogelijkheden planten 27
2.8.2 Selectie plantensoorten 28

3 Resultaten 29
3.1 Verschuivende en nieuwe soorten 29
3.2 Ligging en kwaliteit Robuuste Verbindingen 31
3.3 Bijdrage Robuuste Verbindingen aan verschuiven diersoorten 32
3.3.1 Bos 33
3.3.2 Natte en droge heide 38
3.3.3 Moeras 41
3.4 Bijdrage Robuuste Verbindingen aan verschuiven plantensoorten 48
3.5 Synthese bijdrage alle Robuuste Verbindingen aan verschuiven van soorten 49

4 Literatuurstudie corridors als klimaat adaptatiemaatregel 53
4.1 Inleiding 53
4.2 Resultaten 54
4.3 Synthese literatuurstudie 56

5 Discussie en conclusies 59

Literatuur 63

Bijlage 1 Fauna soorten in knelpuntanalyses 67
Bijlage 2 Data bestanden internationale aansluiting 71
Bijlage 3 Ruimtelijke plannen in Nederland en omliggende landen 75

Woord vooraf

Dit rapport is het resultaat van onderzoek dat gedaan is in het kader van het project 'Robuuste Verbindingen en Klimaatverandering'. Het is gefinancierd door Beleidsondersteunend Onderzoek van het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselveiligheid. Cluster EHS, thema Ruimtelijke kwaliteit EHS en VHR (BO-02-005-004).
Het onderdeel internationale aansluiting is uitgevoerd in samenwerking met de Thematische Assessment Klimaat, Natuur en Ruimte dat in opdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is uitgevoerd.
We danken Joop van Bodegraven, Claire Vos en Rien Reijnen voor inhoudelijke adviezen en aansturing, Harold Kuipers en Ruut Wegman voor ondersteuning in het GIS-werk en Wieger Wamelink, Agnieszka Malinowska en Janien van der Grift voor de simulaties voor plantensoorten in DIMO.

Samenvatting

Eén van de gevolgen van klimaatverandering is dat de zone, waarin het geschikte klimaat voor planten- en diersoorten voorkomt, verschuift. Soorten kunnen hun verspreidingsgebied aan deze veranderde ligging van de geschikte klimaatzone aanpassen. Voorwaarde is dat het huidige verspreidingsgebied ruimtelijk voldoende verbonden is met het toekomstige verspreidingsgebied. Habitatfragmentatie kan tot knelpunten leiden wanneer soorten met de verschuivende klimaatzones mee moeten bewegen. Deze knelpunten worden in dit rapport schuifknelpunten genoemd.

De vraag die in dit rapport centraal staat is:

> Dragen Robuuste Verbindingen bij aan het oplossen van schuifknelpunten voor soorten die het gevolg zijn van het verschuiven van geschikte klimaatzones door een veranderend klimaat?

Deze vraag is voor planten- en diersoorten beantwoord met behulp van analyses van het ruimtelijke patroon van habitat binnen de Ecologische Hoofdstructuur. Er zijn verschillende methoden voor beide soortgroepen gebruikt.

Om te weten hoe urgent de verwachte verschuiving van geschikte klimaatzones is, hebben we eerst een overzicht gemaakt van de verwachte veranderingen in de ligging en omvang van het potentiële verspreidingsgebied in Nederland: doelsoorten zijn zoveel mogelijk ingedeeld in terugtrekkende, uitbreidende of centrale soorten. Alle ecosysteemtypen die in de Robuuste Verbindingen zijn opgenomen blijken zowel terugtrekkende als uitbreidende soorten te hebben. Over het algemeen is het aantal terugtrekkende soorten groter dan het aantal uitbreidende soorten per ecosysteemtype. Met name natte heide heeft veel terugtrekkende soorten. Droge heide heeft relatief wat meer uitbreidende soorten. Binnen de ecosysteemtypen kan het aandeel terugtrekkende of uitbreidende soorten sterk verschillen tussen natuurdoeltypen.

De schuifknelpunten voor dieren zijn bepaald met behulp van het kennissysteem LARCH aan de hand van het geplande patroon van de EHS. Dit is gedaan voor 91 doelsoorten van het Nederlandse natuurbeleid. Uit de analyses bleek dat voor veel doelsoorten schuifknelpunten verspreid over de EHS voorkomen. Dit geldt voor alle ecosysteemtypen die in de Robuuste Verbindingen zijn opgenomen: moeras, bos, droge en natte heide en beekdalen.
Bij de analyse van de bijdrage van Robuuste Verbindingen aan het oplossen van schuifknelpunten is ons uitgangspunt dat niet alle schuifknelpunten opgelost hoeven te worden om soorten in staat te stellen met verschuivende klimaatzones mee te schuiven. Bij het prioriteren van schuifknelpunten die opgelost moeten worden hebben we gekeken hoe netwerken die tot één ecosysteemtype behoren ruimtelijk verbonden zouden moeten worden om verschuiving van soorten mogelijk te maken. De vraag is of het voor de hand ligt om voor soorten van het betreffende

ecosysteemtype een 'doorgaande route' door Nederland na te streven, dan wel een 'route die aanhaakt' op ecosysteemtypen in het buitenland, of meer het versterken van ecosysteemtypen op regionale schaal in Nederland, wanneer het creëren van internationale routes weinig reëel lijkt. Vervolgens wordt in de beoordeling van de Robuuste Verbindingen gekeken of die bijdragen aan het oplossen van knelpunten binnen de strategieën.
De strategie voor moeras bestaat uit een doorgaande route ('klimaatcorridor') door Nederland die aanhaakt op riviergebieden in België en Duitsland. Diverse trajecten van de Natte As zijn nodig om schuifknelpunten voor moerassoorten op te lossen.
De strategie voor bossen bestaat uit een route die aanhaakt op grotere bosecosystemen in Duitsland en België. Robuuste Verbindingen die bijdragen aan het oplossen van schuifknelpunten binnen de route zijn onder andere het traject Veluwe-Utrechtse Heuvelrug, Drents Plateau-Reestdal en de Poorten van de Veluwe.
Schuifknelpunten die niet opgelost worden zijn bijvoorbeeld te vinden in de grensoverschrijdende verbinding in Zuidoost Drenthe richting Duitsland en in de gewenste verbinding van de regionale bolwerken in Noord-Brabant met de bossen in Noordoost Limburg.
De strategie voor natte en droge heide bestaat uit het regionaal versterken van regionale bolwerken, omdat een internationale route vrijwel onmogelijk lijkt. Robuuste Verbindingen dragen hier aan bij door aanleg van extra habitat en regionale verbindingen. Het betreft bijvoorbeeld de verbindingen tussen het Drents Plateau en Zuid Twente, tussen de Veluwe en de Utrechtse Heuvelrug, tussen de Veluwe en Duitsland, en de Poorten van de Veluwe.
Ook voor beekdalen is het creëren van een klimaatcorridor geen reële optie, omdat de ligging van beekdalen sterk door abiotische en geomorfoligische randvoorwaarden wordt bepaald. Echter veel van de onderzochte beekdalsoorten hebben één of meerdere schuifknelpunten. De strategie voor beekdalen bestaat uit het regionaal versterken van beekdalsystemen. Een aantal Robuuste Verbindingen levert een belangrijke bijdrage hieraan: Delen van de noordelijke Natte As, Baakse Beek en de Beerze.

Voor planten is een verkenning uitgevoerd naar de potentiële bijdrage van Robuuste Verbindingen aan het uitbreiden van het huidige verspreidingsgebied van een aantal plantensoorten. Uit de analyses bleek dat de Robuuste Verbindingen voor soorten met een intermediaire dispersieafstand (ca 500 m) een potentiële bijdrage leveren. Soorten met een lange dispersie afstand hebben geen last van versnippering en soorten met een korte dispersieafstand worden ook door Robuuste Verbindingen niet verder geholpen.

Behalve de analyse van ruimtelijke patronen hebben we een literatuurstudie uitgevoerd naar de bijdrage van grootschalige ecologische verbindingen bij het verschuiven van soortarealen als gevolg van klimaatverandering. Voor verschillende soorten wordt de effectiviteit van dergelijke verbindingen empirisch onderbouwd. Deze onderbouwing komt niet zo zeer uit het monitoren van verspreidingspatronen, maar wel uit genetische studies. De gevolgen van klimaatverandering zijn vooralsnog niet vaak expliciet in de relevante publicaties onderzocht, maar de werking van

grootschalige verbindingen is voldoende aangetoond om het als adaptatiemaatregel bij klimaatverandering in te zetten.

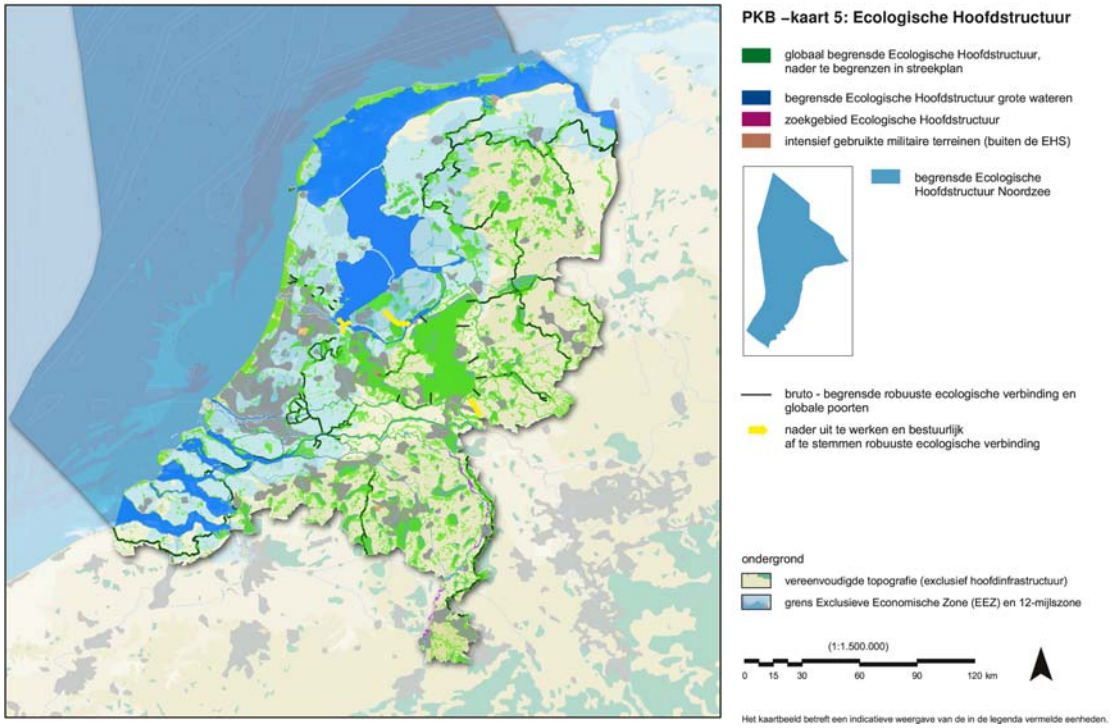
De conclusie van deze studie is dat Robuuste Verbindingen een belangrijke bijdrage leveren aan het oplossen van schuifknelpunten van soorten als gevolg van klimaatverandering. De geplande ligging van de Robuuste Verbindingen komt in de meeste gevallen goed overeen met de ligging van schuifknelpunten voor de ecosysteemtypen waarvoor de Verbindingen gepland zijn.

1 Inleiding

Het klimaat verandert wereldwijd. De veranderingen worden ook in Nederland waargenomen. Het frequenter optreden van warme zomers en zachte winters de afgelopen jaren komt overeen met de verwachte veranderingen zoals die door klimaatmodellen berekend zijn (Kattenberg 2008). Voor de toekomst voorspellen klimaatmodellen verdere veranderingen. De belangrijkste zijn hogere temperaturen, gemiddeld meer neerslag, maar neerslag die vaker in extremen valt of juist langer uitblijft waardoor droogte een probleem wordt.
Eén van de gevolgen van deze veranderingen is dat het geschikte klimaat van planten en dieren verschuift. Het geschikte klimaat komt voor in een klimaatzone. Binnen die klimaatzone bereiken soorten vaak de hoogste dichtheden in het centrum en lagere dichtheden aan de randen van de klimaatzone (Holt *et al.* 2005, Vos *et al.* 2007a). Voor soorten in Nederland heeft het verschuiven van hun geschikte klimaatzones een verschuiving van hun potentiële areaal naar het noorden tot gevolg (Vos *et al.* 2008b). Soorten waarvoor Nederland aan de zuidgrens van het areaal ligt, zullen mogelijk verdwijnen. Soorten waarvoor Nederland aan de noordgrens van het areaal ligt, en die nu niet in ons land voorkomen, zullen mogelijk in de toekomst wel verschijnen (Berry *et al.* 2007, Huntley *et al.* 2007, Settele *et al.* 2008). Onder deze nieuwe soorten kunnen ook soorten voorkomen die in het buitenland wel beschermd zijn, maar die in ons land geen beschermde status hebben.
Soorten kunnen de geschikte klimaatzone alleen volgen, wanneer het huidige verspreidingsgebied ruimtelijk voldoende verbonden is met het toekomstige verspreidingsgebied. Aangezien het habitat van veel soorten in Nederland gefragmenteerd voorkomt, zal het meeschuiven met het klimaat voor veel soorten problematisch zijn (Vos *et al.* 2008b). De knelpunten voor het meeschuiven die door fragmentatie van habitat worden veroorzaakt zijn onderwerp van dit rapport.
Veel soorten komen voor in habitatplekken die samen een habitatnetwerk vormen. Habitatplekken die binnen dispersieafstand van elkaar liggen (afstand die de soort kan overbruggen om nieuw leefgebied te vinden), vormen een netwerk waarbinnen een (meta)populatie van een soort kan overleven. Een metapopulatie bestaat uit deelpopulaties die in habitatplekken leven en die via dispersie van dieren (bij planten van zaden) met elkaar in contact staan. Deelpopulaties kunnen verdwijnen of zich vestigen. Of een (meta)populatie daadwerkelijk overleeft, hangt af van de oppervlakte, de habitatkwaliteit, connectiviteit van het habitatnetwerk en de aanwezigheid van andere stressfactoren (zoals verzuring, verdroging, vermesting). Om de gevolgen van klimaatverandering op te kunnen vangen, zullen veel soorten met veranderende klimaatzones mee moeten kunnen schuiven. Dit verschuiven stelt nieuwe eisen aan ruimtelijke condities van netwerken. Onder de aanname dat de geschikte klimaatzone niet verschuift, is het voldoende dat een soort in afzonderlijke netwerken duurzaam kan overleven. Bij verschuivende klimaatzones is het echter van belang dat soorten van het ene naar het andere netwerk kunnen verspreiden.
Wanneer de afstand tussen netwerken groter is dan de dispersieafstand van een soort, dan is een dergelijke overgang van het ene naar het andere netwerk een

schuifknelpunt. Dergelijke knelpunten zijn op te lossen door het aanleggen van extra habitat. Hierbij kunnen Robuuste Verbindingen een rol spelen.
Het huidige natuurbeleid heeft tot doel om natuurgebieden en tussenliggende landschappen zodanig in te richten, dat soorten er duurzaam kunnen overleven. De Ecologische Hoofdstructuur (EHS) is een speerpunt in het natuurbeleid. Het EHS beleid is gebaseerd op het netwerk concept, waarbij gestreefd wordt naar een ruimtelijk samenhangend netwerk van natuurgebieden. Er wordt het nodige geïnvesteerd in ontsnipperende maatregelen en het aanleggen van ecologische verbindingszones. In 2000 zijn Robuuste Verbindingen aan het EHS beleid toegevoegd. De Robuuste Verbindingen vormen een noodzakelijke aanvulling, omdat de verbondenheid in de EHS uitwerking te kort schoot. Het hoofddoel van de Robuuste Verbindingen is de bestaande en nieuwe natuur, zoals opgenomen in het oorspronkelijke EHS plan te versterken door extra oppervlakte natuur en verbeteren van verbindingen binnen en tussen netwerken (figuur 1). Dit hoofddoel is uitgewerkt in een viertal doelen (Broekmeyer & Steingröver 2001). :

- Herstellen van relaties over grootschalige gradiënten tussen voedselarme en voedselrijke gebieden. Als graadmeter hiervoor geldt het herstellen van mogelijkheden voor seizoensmigratie het edelhert;
- Behoud van biodiversiteit op nationale schaal, door het schakelen van leefgebieden op nationale schaal;
- Behoud van biodiversiteit op regionale schaal, door het beter bereikbaar maken van nieuwe leefgebieden;
- Behoud van biodiversiteit bij onvoorziene risico's zoals klimaatverandering, door het creëren van uitwijkmogelijkheden bij onvoorziene risico's.



Figuur 1 Ligging van de Robuuste Verbindingen volgens Nota Ruimte (Ministeries van VROM, LNV, VenW, EZ 2005)

Dat laatste doel is in het bijzonder relevant voor dit onderzoek. De vraag die we in dit rapport willen beantwoorden is:

> Dragen Robuuste Verbindingen bij aan het oplossen van knelpunten voor soorten die het gevolg zijn van het verschuiven van geschikte klimaatzones door een veranderend klimaat?

Deze vraag wordt beantwoord door een analyse van ruimtelijke knelpunten voor het verschuiven van soorten binnen Nederland. Het gaat om ruimtelijke knelpunten die veroorzaakt worden door fragmentatie van habitat. Ook wordt gekeken in hoeverre de Robuuste Verbindingen internationale aansluiting op habitatnetwerken in België en Duitsland mogelijk maken.
Behalve het verschuiven van soortarealen heeft klimaatverandering nog meer gevolgen voor biodiversiteit (Vos *et al.* 2007a). Extreme weersomstandigheden leiden tot sterkere fluctuaties in populatiegroottes. Dit kan leiden tot grotere kans op lokaal uitsterven van soorten. Soorten reageren verschillend op veranderingen in het klimaat. Sommige zullen profiteren, andere zullen juist schade ondervinden. Het gevolg is een verschuiving in de soortsamenstelling van levensgemeenschappen. Deze veranderingen zijn niet meegenomen in dit onderzoek.

2 Methode

2.1 Introductie op methode

De bijdrage van Robuuste Verbindingen aan het oplossen van schuifknelpunten voor soorten als gevolg van verschuivende klimaatzones is via aan aantal stappen onderzocht. In deze paragraaf lichten we de methode toe, in de rest van het hoofdstuk volgt een beschrijving van de methode in detail.
Allereerst geven we aan welke verschuivingen van planten- en diersoorten te verwachten zijn. Hiertoe analyseren we de resultaten van klimaatenvelopmodellen die de verwachte verschuiving van de arealen van soorten simuleren. Deze analyse geeft onder andere aan welk deel van de doelsoorten van het Nederlandse natuurbeleid zal verschuiven. Voor deze soorten is de vraag relevant welke bijdrage de Robuuste Verbindingen leveren aan het oplossen van mogelijke schuifknelpunten.
De basis van de evaluatie van de bijdrage van Robuuste Verbindingen aan het mogelijk maken van het verschuiven van soorten is informatie over de ligging en de kwaliteit van de verbindingen. Daarom geven we eerst de stand van zaken rondom die uitwerking en realisatie van Robuuste Verbindingen door de provincies weer.
We hebben bij de evaluatie van de verbindingen gekeken naar de mogelijkheden van zowel planten- als diersoorten om in Nederland te verschuiven. Zowel voor planten als dieren hebben we een analyse van het ruimtelijk patroon van het habitat van verschillende soorten uitgevoerd. Door de analyse voor diersoorten wordt duidelijk waar afstanden tussen habitatplekken te groot zijn voor die soorten om te overbruggen, oftewel waar de dispersieafstand van de soort te klein is en waar het habitat te versnipperd is om van de ene plek bij de andere te komen. Dispersie van de ene naar de andere habitatplek is immers voorwaarde voor soorten om de verschuivende geschikte klimaatzones te kunnen volgen (Vos *et al.* 2008a). De methode die we gebruik hebben voor de evaluatie van het belang van Robuuste Verbindingen voor de flora verschilt van die voor de fauna. De reden is de beschikbaarheid van verschillend instrumentarium voor flora en voor fauna. In het project heeft de nadruk op de analyse van dieren gelegen. De analyse van planten heeft meer een verkennend karakter.
Locaties waar het verschuiven van planten- en diersoorten niet mogelijk is, worden schuifknelpunten genoemd. Niet *al* deze schuifknelpunten hoeven opgelost te worden, oftewel niet *alle* habitatplekken hoeven met elkaar verbonden te zijn (via corridors, stapstenen of keypatches) om het verschuiven van planten- en diersoorten mogelijk te maken. Het verschuiven van soorten heeft wel als voorwaarde dat er voldoende ruimtelijke samenhang is op grote (internationale) schaal. Voldoende ruimtelijke samenhang is een belangrijke maatregel om ervoor te zorgen dat ook de soorten met een gering dispersievermogen hun areaal kunnen aanpassen aan het veranderende klimaat. Dit betekent het koppelen van netwerken van ecosystemen tussen huidige en toekomstige arealen van soorten (Vos *et al.* 2008a). Bij het prioriteren van de schuifknelpunten hebben we onder andere gekeken hoe het Nederlandse habitat ligt ten opzichte van habitat in ons omringende landen. Immers het verschuiven van de soorten houdt niet op bij de landsgrenzen. De combinatie

van het koppelen van de belangrijkste netwerken van verschillende ecosystemen in Nederland en de internationale aansluiting levert strategieën die helpen bij het prioriteren van op te lossen schuifknelpunten. In paragraaf 2.6 wordt beschreven hoe op te lossen schuifknelpunten kunnen worden geprioriteerd. Een centraal concept hierin is het ontwerpen van klimaatcorridors voor verschillende ecosysteemtypen. Een klimaatcorridor voor natte natuurgebieden is al eerder beschreven (Planbureau voor de Leefomgeving 2008).
We hebben ook onderzocht welke ervaringen er elders zijn met corridors als klimaatadaptatiestrategie. Hiertoe is een literatuurstudie uitgevoerd die bedoeld is als achtergrondinformatie om te zien òf en zo ja, welke empirische ervaringen er zijn met de rol van robuuste ecologische verbindingen in het verschuiven van soorten. Immers, niet alleen in Nederland wordt het netwerk idee toegepast bij de ontwikkeling van ecologische verbindingen. In diverse literatuursystemen is gezocht naar publicaties met 'corridor', 'habitat corridor', 'movement corridor', 'ecological corridor' in titel of onderwerp, vooral in combinatie met de onderwerpen 'climate change' en 'population-' of 'distribution shift'. Daarnaast is gebruik gemaakt van de literatuurlijsten van de gevonden artikelen en boeken en van twee voorgaande literatuurstudies naar het effect van corridors (Vos *et al.* 2005, Bunce *et al.* 2006).

2.2 Verschuivende soorten

We willen weten welke nieuwe soorten in Nederland zullen kunnen verschijnen als gevolg van klimaatverandering. Mede in het kader van deze studie zijn diverse bronnen bestudeerd om te ontdekken welke nieuwe soorten in Nederland te verwachten zijn en welke soorten uit Nederland zullen verdwijnen. Deze bronnen maken gebruik van zogenaamde 'klimaatenvelopmodellen'. Deze modellen komen in het kort op het volgende neer:
Het huidige verspreidingspatroon van soorten (planten en dieren) hangt samen met een aantal klimaatkenmerken. De set van geschikte klimaatkenmerken wordt klimaatenvelop genoemd. Klimaatverandering betekent dat de kenmerken die tot nu toe op een bepaalde plaats voorkwamen, kunnen veranderen, of op een andere plaats voorkomen. Het gevolg is dat klimaatenenveloppen kunnen gaan verschuiven. Voor honderden soorten zijn klimaatenvelopmodellen ontwikkeld die die verschuiving voorspellen. De klimaatenvelopmodellen van een vijftal soortgroepen zijn inmiddels geanalyseerd. Bronnen van die modellen staan in tabel 1.

Tabel 1. Enkele basisgegevens van geïnterpreteerde klimaatenvelopmodellen voor soortgroepen (in HOOFDLETTERS naam van klimaatenvelopmodel)

Bron	Soortgroep	Tijdstappen
SPECIES (Berry et al 2007)	Planten	Huidig, (2020), 2050, 2080
EUROMOVE (Bakkenes et al 2002)	Planten	Huidig, 2050
SPECIES (Berry et al 2007)	Dagvlinders	Huidig, (2020), 2050, 2080
ALARM (Settele et al 2008)	Dagvlinders	Huidig, 2050, 2080
SPECIES (Berry et al 2007)	Amfibieën en reptielen	Huidig, (2020), 2050, 2080
ALARM (Araújo et al 2006)	Amfibieën en reptielen	Huidig, 2050, 2080
Klimaat atlas Vogels (Huntley et al 2007)	Vogels	Huidig, 2100
SPECIES (Berry et al 2007)	Zoogdieren	Huidig, (2020), 2050, 2080

Soorten die volgens klimaatenvelopmodellen in Nederland verschijnen danwel hun areaal in Nederland beduidend uitbreiden worden 'uitbreidend' genoemd, en soorten die verdwijnen of waarvan het areaal beduidend minder wordt ten opzichte van het huidige areaal worden 'terugtrekkend' genoemd. Voor het nemen van (beleids)maatregelen is het van belang om te weten wanneer soorten in Nederland zullen verschijnen volgens dergelijke modellen of wanneer ze uit Nederland zullen kunnen verdwijnen. Hiertoe hebben we een classificatie ontwikkeld die weergeeft wanneer veranderingen in Nederland optreden (Tabel 2). Uitbreidende soorten die nu af en toe in Nederland voorkomen en in 2050 reeds in meer dan de helft van Nederland geschikte klimaatomstandigheden zullen vinden, worden U1 soorten genoemd. Nieuwe soorten die in ca 2080 flink zijn uitgebreid worden als U2 geclassificeerd en nieuwe soorten die vanaf ca in ca 2080 verschijnen worden als U3 geclassificeerd. Terugtrekkende soorten waarvoor reeds in 2050 geen geschikte klimaatomstandigheden meer in Nederland zullen voorkomen worden T1 soorten genoemd. Soorten waarvoor in ca 2080 geen geschikte klimaatomstandigheden meer voorkomen worden als T2 geclassificeerd. Soorten waarvoor in ca 2080 nog slechts op weinig plekken geschikte klimaatomstandigheden voorkomen worden als T3 soorten geclassificeerd. Een volledig overzicht van de klimaatresponsgroepen is te vinden op de Klimaat Response Database (CD-ROM, van der Veen *et al.* 2007[1], update in 2009).

Een aantal soorten waarvoor klimaatenvelopmodellen zijn opgesteld en waarvoor een klimaatresponsgroep vastgesteld kan worden, is tevens doelsoort voor een natuurdoeltype. Voor Robuuste Verbindingen zijn ecosysteemtypen als doel vastgesteld (Broekmeyer & Steingröver 2001). Via de koppeling van de natuurdoeltypen aan die ecosysteemtypen van de Robuuste Verbindingen (zie paragraaf 2.4) kan informatie over de terugtrekkende en uitbreidende doelsoorten aan de Robuuste Verbindingen gekoppeld worden. Informatie over het ecosysteemtype waarin nieuwe soorten voorkomen (dus soorten die geen doelsoort zijn) en hun ruimtelijke randvoorwaarden (dispersievermogen, oppervlaktebehoefte) zijn relevant bij de vraag of ze ook daadwerkelijk kans hebben om in Nederland te verschijnen. Deze gegevens zijn niet verzameld in deze studie.

[1] In 2009 volgt een update van de CD-ROM, waarin de indeling in U1, U2, U3, centraal, T1, T2. T3 wordt verwerkt

Tabel 2. Indeling van soorten in klimaatresponsgroepen op basis van voorspelde klimaatenveloppen in Nederland in 2050 en 2080-2100. 'niet', 'gering' en 'geheel' slaat op de omvang van het potentiële verspreidingsgebied binnen het Nederlandse landoppervlak voor betreffende soort. 'uitbreidend' en 'verdwijnend' betekent dat het potentiële verspreidingsgebied toeneemt respectievelijk afneemt..

klimaat-respons-groep	omschrijving	huidig	2050	2080-2100
U1 (uitbreidend 1)	Verspreidingsgebied soort aanwezig in Nederland en uitbreidend in 2050 en/of 2080-2100. Soort die zich net gevestigd heeft met of zonder beschermde status hoort hier bij.	gering	uit-breidend	uit-breidend
U2 (uitbreidend 2)	Soorten die nog zal verschijnen in Nederland of als dwaalgast worden gezien.	niet	gering	uit-breidend
U3 (uitbreidend 3)	Huidig niet aanwezig en verschijnt pas in 2080-2100	niet	niet	gering
centraal	NL blijft tot 2050 in centrum verspreiding	± geheel	± geheel	± geheel
T1 (terugtrekkend 1)	Verspreidingsgebied van de soort beperkt tot minder dan de helft van Nederland en verdwijnt uit Nederland in 2050 en/of 2080-2100.	gering	afwezig	afwezig
T2 (terugtrekkend 2)	Verspreidingsgebied (huidig) van de soort komt voor in meer dan de helft van Nederland maar gaat achteruit (2050)	± geheel	ver-dwijnend	afwezig
T3 (terugtrekkend 3)	Verspreidingsgebied (huidig en 2050) van de soort komt voor in meer dan de helft van Nederland maar afnemend in 2080-2100	± geheel	± geheel	ver-dwijnend

2.3 Ligging, ecosysteemtypen en ambitieniveaus Robuuste Verbindingen

In Nederland zijn 12 Robuuste Verbindingen gepland. In 2003 zijn tussen LNV en de provincies afspraken gemaakt over de ligging, omvang en kwaliteit van verschillende trajecten. Deze afspraken zijn opgesteld in het 'Afsprakendocument Robuuste Verbindingen 2004-2018' (Ministerie LNV en provincies, 2003). Tabel 3 toont het overzicht van de trajecten, de oppervlakte en de beoogde kwaliteit. Die kwaliteit bestaat uit een ecosysteemtype en een ambitieniveau. Het ambitieniveau varieert door de ruimtelijke schaal waarop behoud van biodiversiteit wordt nagestreefd: nationaal, regionaal of bij onvoorziene risico's. Dat laatste ambitieniveau stelt de hoogste eisen aan de verbinding, omdat het in principe geschikt zou moeten zijn voor alle soorten die bij het betreffende ecosysteemtype horen. Uitgangspunt is dat iedere verbinding bijdraagt aan behoud van biodiversiteit op nationale schaal. Een beperkt aantal verbindingen is specifiek gericht op versterken van de kwaliteit van leefgebied dat gesymboliseerd wordt door het edelhert. De ruimtelijke ligging

volgens het afsprakendocument komt grotendeels overeen met de kaart uit de Nota Ruimte en wordt geïllustreerd in figuur 1.
Inmiddels zijn de provincies aan de slag gegaan met het uitwerken van Robuuste Verbindingen. Zij zijn in het kader van dit project benaderd om actuele informatie aan te dragen over de geplande ligging, omvang en kwaliteit mee te kunnen nemen in onze analyse.

Tabel 3. Overzicht trajecten, oppervlakte, ecosysteemtype en ambitieniveau (B1 = Behoud van biodiversiteit op landelijke schaal, B2 = Behoud van biodiversiteit op landelijke en regionale schaal, B3 = Behoud van biodiversiteit op landelijke en regionale schaal en behoud van biodiversiteit bij onvoorziene risico's (inclusief klimaatverandering). + = Verbinding ook geschikt voor edelhert; R = Regionaal versterken van gebieden gelegen in de verbinding) (Ministerie van LNV en provincies, 2003)

	Verbinding	**(deel) traject**	**opp. (ha)**	**ecosyst**	**ambitie**
1a	Noordelijke Natte as	Vledder Aa-Weerribben	300	moeras, beek	B2, B3
1b-j	Noordelijke natte as	Weerribben-Dollard	4125	moeras	B1, B2, B3
1k	Noordelijke natte as	Hunzedal	1125	moeras, beek	B3
2a	Drentsplateau-Zuid Twente	Drentsplateau-Reestdal	1600	natte hei, droge hei, bos	B2,B3
2b-d	Drentsplateau-Zuid Twente	Reestdal-Haaksbergerveen	2800	droge hei, bos	B2,B3(R+)
3a-b	Veluwe-Noord Oost Twente	Hattem-Losser	1850	bos	B3(+)
4a	Veluwe-Utrechtse Heuvelrug	Noordelijke variant	2000	beek, natte hei, droge hei, bos	B3(R+)
4b	Veluwe-Utrechtse Heuvelrug	variant uiterwaarden	100	moeras, bos	B1(+)
4c	Poorten Veluwe	Poort bij Elst	*	beek, natte hei, droge hei, bos	B3(+)
5	Veluwe - Achterhoek	Baakse Beek	1000	beek, natte hei, droge hei, bos	B3
6a-d	Westelijke natte-as	Hardinxveld - Waterland duinen	3875	moeras	B3
7a-b	Biesbosch-Zeeuws Vlaanderen	Biesbosch-Zeeuws Vlaanderen	1400	moeras	B1,B2
8	Beerze	Beerze	1150	beek	B3
9a-b	Schinveld-Mook	Schinveld-Meinweg	475	beek, bos	B2,B3
9c	Schinveld-Mook	Meinweg-Mook	1800	beek, droge hei, bos	B1,B3(+)
10a	Oostvaarders-plassen-Veluwe-Duitsland	Oostvaardersplassen-Veluwe	1750	moeras	B1(+)
10b	Oostvaarders-plassen-Veluwe-Duitsland	Veluwe-Duitsland	?	bos	B1(+)
11	Nieuwe Hollandse Waterlinie & Stelling van Amsterdam	Nieuwe Hollandse Waterlinie * en Stelling van Amsterdam	350	moeras	B1
12	Poorten Veluwe		1300	beek, bos	B3(+)

2.4 Ecosysteemtypen

We zijn in deze studie vooral geïnteresseerd in de bijdrage van Robuuste Verbindingen aan het oplossen van knelpunten voor ecosysteemtypen, niet zozeer in de oplossing van knelpunten van afzonderlijke soorten. De ecosysteemtypen die in dit rapport worden gebruikt zijn:

- moeras
- beekdalen
- bossen
- natte en droge heide

We hebben voor deze indeling in ecosysteemtypen gekozen, omdat die aansluit bij de indeling van de Robuuste Verbindingen. Belangrijk verschil is echter dat het ecosysteem 'gras' en 'gras met klein water' niet als afzonderlijk type gebruikt zijn, maar altijd zijn samengevoegd met andere ecosysteemtypen. Graslanden kunnen onder allerlei abiotische condities voorkomen; als ecosysteemtype voor de Robuuste Verbindingen komen ze vrijwel altijd voor in combinatie met één of meer andere ecosysteemtypen. Qua abiotiek (bodem, hydrologie) hebben de graslanden ongeveer dezelfde randvoorwaarden als de ecosysteemtypen waarbij ze zijn ingedeeld. Bijvoorbeeld 'gras met klein water' bij moeras en beekdalen en 'gras' bij droge heide.
De ecosysteemtypen zijn voor de analyse geoperationaliseerd via het gebruik van planten- en diersoorten. Soorten zijn aan ecosysteemtypen gekoppeld via de lijsten van doelsoorten van natuurdoeltypen. In het kader van dit project hebben we hebben de natuurdoeltypen ingedeeld bij ecosysteemtypen op basis van de beschrijvingen in het Handboek Natuurdoeltypen (Bal *et al.* 1995). Er is voor de typologie van 1995 gekozen, omdat de geografische verspreiding van die natuurdoeltypen beschikbaar is in GIS.

2.5 Internationale aansluiting

De Robuuste Verbindingen dragen bij aan het oplossen van schuifknelpunten ten gevolge van klimaatverandering als ze het meebewegen van het leefgebied van soorten met verschuivende geschikte klimaatzones mogelijk maakt.
Deze verschuiving zal voor veel soorten niet ophouden bij de grens van Nederland. Om de internationale aansluiting van Nederlandse natuurgebieden te onderzoeken hebben we een literatuuronderzoek uitgevoerd en GIS-bestanden verzameld die de natuur in Nederland en aangrenzende gebieden zo goed mogelijk in beeld brengen.
In de afgelopen jaren zijn in Nederland een aantal studies gedaan naar grensoverschrijdende ecologische relaties. Veel van deze studies zijn uitgevoerd in opdracht van het ministerie van LNV, het ministerie van V&W of het Planbureau voor de Leefomgeving (voorheen Milieu- en Natuurplanbureau). Een aantal belangrijke studies zijn ook gedaan in het kader van de internationale Riviercommissies. In deze internationale commissies werken landen die onderdeel zijn van eenzelfde rivierstroomgebied samen aan o.a. de uitvoering van de KaderRichtlijn Water. De Nederlandse overheid zit in de internationale riviercommissies van de Rijn, Maas, Schelde en Eems. Verder is er

literatuuronderzoek gedaan naar buitenlandse studies waarin overzichten van bepaalde ecosysteemtypen in Vlaanderen, Wallonië of Duitsland worden gepresenteerd. Voorts is gekeken welke grootschalige plannen voor ecosysteemherstel in voorbereiding of uitvoering zijn, zodat de uitkomsten t.a.v. internationale aansluiting ook in de toekomst relevant zijn. De geraadpleegde literatuur en websites zijn weergegeven in de literatuurlijst in bijlage 2A.
De meest geschikte en beschikbare bestanden van de natuur in Nederland en van de buurlanden zijn opgevraagd en verzameld in een GIS. In bijlage 2B staat welke bestanden zijn gebruikt voor het in beeld brengen van de in deze studie onderscheiden ecosysteemtypen.

2.6 Prioriteren schuifknelpunten, klimaatcorridors

Voor klimaatadaptatie van de natuur in Nederland waarbij het verschuiven van soorten mogelijk wordt gemaakt, is het niet nodig om alle schuifknelpunten op te lossen. Voor het verschuiven van soorten op nationale en internationale schaal is het wel minimaal nodig dat er ruimtelijke samenhang gerealiseerd wordt tussen natuurgebieden op grote (internationale) schaal. Gebieden die op grote schaal die samenhang vertonen en het verschuiven van soorten mogelijk maken, noemen we een klimaatcorridor (PBL 2008). Schuifknelpunten die binnen de klimaatcorridor liggen, moeten met prioriteit opgelost worden. Een klimaatcorridor kan op verschillende manieren ontworpen worden, afhankelijk van de onderdelen. Kenmerken van een klimaatcorridor zijn:
- belangrijke clusters (= 'bolwerk', de grootste gebieden van een ecosysteemtype in Nederland, de dragers van de klimaatcorridor) van een ecosysteemtype zijn ruimtelijk met elkaar verbonden, zodat er een route tussen de clusters ontstaat;
- voor ecosysteemtypen waarvoor Nederland een internationale verantwoordelijkheid draagt, wordt gestreefd naar een doorgaande route door Nederland, die aansluit op bolwerken in omliggende landen;
- voor ecosysteemtypen waar Nederland geen internationale verantwoordelijkheid voor draagt, is een doorgaande route niet nodig, maar wordt aangehaakt op mogelijke doorgaande routes in het buitenland;
- voor ecosysteemtypen die zodanig versnipperd zijn, of waar het vrijwel onmogelijk is om grote doorgaande corridors aan te leggen (bijvoorbeeld door abiotische randvoorwaarden), wordt gestreefd naar het lokaal vergroten van de draagkracht, door verbeteren van kwaliteit, vergroten oppervlakte en vergroten van de heterogeniteit. Op basis van deze criteria zijn de volgende adaptatiestrategieën relevant voor de vijf ecosysteemtypen, zie tabel 4:

Tabel 4 Adaptatiestrategieën en relevantie voor ecosysteemtypen.

Kenmerken adaptatie strategie	moeras	bos	beken en beekdal	droge heide	natte heide
1. Doorgaande route door Nederland	x				
2. Route in Nederland laten aanhaken op doorgaande routes over de grens	x	x		(x)	
3. Grote bolwerken meekoppelen in routes	x	x		(x)	(x)
4. Vergroten, 'klimaatmantel'[1], heterogeniteit vergroten	x	x	x	x	x
5. Abiotische condities verbeteren	x	x	x	x	x

[1] Klimaatmantel = zone met multifunctioneel landgebruik rondom de EHS, gericht op natuurwaarden, landbouw, waterhuishouding en recreatieve waarden, met als doel bij te dragen aan de veerkracht van de natuur in de EHS (Vos *et al.* 2006)

Bij strategieën 1, 2 en 3 spelen de Robuuste Verbindingen een cruciale rol in het realiseren van routes en het verbinden van gebieden. Bij strategieën 4 en 5 spelen Robuuste Verbindingen een rol door bijvoorbeeld het realiseren van extra habitat, verbindingen en het herstellen van gradiënten.
De routes (doorgaand of aanhaken) die in strategieën 1, 2 en 3 worden gerealiseerd, noemen we klimaatcorridors (zie ook Natuurbalans 2008). We stellen dat knelpunten die binnen de klimaatcorridors liggen hoge prioriteit hebben om opgelost te worden.

2.7 Schuifknelpunten voor dieren

2.7.1 Schuiven van het ene naar het andere netwerk

In deze alinea beschrijven we hoe schuifknelpunten worden bepaald. Deze komt overeen met de methode zoals die door Vos *et al.* (2008a) is toegepast. Een schuifknelpunt hadden we in de inleiding gedefinieerd als een plaats waar de afstand tussen netwerken groter is dan de dispersieafstand van een soort. Dat betekent immers dat een soort zijn areaal niet van het ene naar het andere netwerk kan verschuiven.
De afzonderlijke netwerken van geschikt habitat zijn per diersoort bepaald. Voor het ruimtelijk patroon van natuur is uitgegaan van de natuurdoelenkaart die gebaseerd is op de natuurdoeltypen die in gebieden gepland zijn (Reijnen *et al.* 2007).
Verdere kenmerken die van belang zijn voor het bepalen van de ligging van de netwerken zijn informatie over habitatvoorkeuren van soorten (uitgedrukt in draagkracht per natuurdoeltype), dispersie afstanden en oppervlakte behoefte.
De ligging van de netwerken is per diersoort bepaald met het kennissysteem LARCH (Pouwels et al. 2002; Verboom & Pouwels 2004). Vervolgens is met de hand per soort de kortste overbrugging tussen afzonderlijke netwerken bepaald, zodat uiteindelijk alle netwerken van het habitat van een soort met elkaar verbonden zouden zijn. Deze kortste verbinding is de basis van de schuifknelpunten. Wanneer

netwerken door grote rivieren of de Waddenzee van elkaar gescheiden zijn, zijn ze niet met elkaar verbonden. De overbruggingen zijn als lijntjes in het GIS systeem ArcView gedigitaliseerd.
Voor de verdere analyse zijn de overbruggende lijntjes voor alle soorten omgezet naar een gridbestand met grids van 5x5 km. Een grid scoort een 1 als een soort één of meer knelpunten in dat grid heeft en een 0 als die er niet zijn. Op die manier is vast te stellen hoeveel soorten een knelpunt in een grid hebben. Een grid met één of meer knelpunten geeft in feite een zoekgebied aan voor extra habitat waarmee netwerken verbonden zouden kunnen worden. Voor zo'n zoekgebied is 5x5 km een passende schaal (Vos *et al.* 2008a)
Niet alleen afstanden, ook barrières kunnen knelpunten opleveren (doorsnijdingen van de Robuuste Verbindingen door snelwegen, spoorwegen en waterwegen). Dit zijn barrières die niet met extra habitat op te lossen zijn, maar met technische maatregelen opgelost moeten worden. Bij het prioriteren van op te lossen barrières door ontsnipperende maatregelen speelt de ligging van de Robuuste Verbindingen een belangrijke rol (Ministeries van V&W, LNV en VROM, 2004). In deze studie worden deze barrières niet meegenomen in de analyse.
Er zijn ook natuurlijke barrières in Nederland aanwezig, zoals de Waddenzee en de grote rivieren. Deze zullen niet met ruimtelijke of technische maatregelen op te lossen zijn. Deze knelpunten zijn ook niet meegenomen in de analyse. Dit is conform de aanpak van Vos *et al* (2008a).

2.7.2 Selectie diersoorten

In het voorgaande onderzoek (Vos *et al.* 2008a) zijn 74 Habitat- en Vogelrichtlijnsoorten onderzocht (Natura2000 soorten, hier afgekort als 'N2000 soorten'), die tevens doelsoort zijn van de natuurdoeltypen in de EHS (Bal *et al.* 2001). Deze groep werd beschouwd als een steekproef van de Nederlandse biodiversiteit, variërend in habitatkeuze, dispersievermogen en oppervlaktebehoefte.
Een vergelijking van de 74 N2000 soorten met het type soorten waar de Robuuste Verbindingen zich op richten, laat zien dat sommige soortgroepen beter vertegenwoordigd waren in het voorafgaande onderzoek dan andere (zie tabel 5). Vooral vogels waren goed vertegenwoordigd, en vlinders en vissen minder of niet. De vogels die tevens doelsoort van de Robuuste Verbindingen zijn, hebben veelal ambitieniveau B2 of B1: het zijn soorten met een redelijk tot goed verspreidingsvermogen en hebben daardoor weinig schuifknelpunten (Vos *et al.* 2008a).

Tabel 5. Verdeling van soorten die in de knelpuntenkaart van Vos et al (2008a) gebruikt zijn (Habitat- en Vogelrichtlijnsoorten = 'N2000') en verbindingsdoelsoorten van Robuuste Verbindingen ('RV') (Broekmeyer & Steingröver 2001)

soortgroep	N2000, geen RV	N2000 èn RV	RV, geen N2000
Amfibieen	2	6	2
Dagvlinders	1	2	27
Libellen en juffers	6	0	0
Reptielen	0	2	3
Vissen	0	0	11
Vogels	33	9	7
Zoogdieren	10	3	7
Totaal	**52**	**22**	**57**

De Robuuste Verbindingen richten zich op soorten die op verschillende ruimtelijke schalen problemen hebben met fragmentatie van leefgebied (regionaal tot nationaal). Op basis van de vergelijking tussen soorten van Natura2000 en Robuuste Verbindingen hebben we besloten dat er een aanvulling nodig is van soorten waarvoor schuifknelpunten in beeld gebracht moeten worden. Hoewel vissen wel doelsoort van de Robuuste Verbindingen zijn, en niet in het voorgaande onderzoek (Vos *et al.* 2008a) waren opgenomen, laten we ze hier achterwege. De reden hiervoor is dat er onvoldoende kennis over de ruimtelijke ecologie (oppervlakte behoeftes, dispersie afstanden, habitatvoorkeuren) van vissoorten in het kennissysteem LARCH is opgenomen.

De ecoprofielen zoals die in het Handboek Robuuste Verbindingen vermeld staan (Broekmeyer & Steingröver 2001, zijn uitgangspunt geweest bij de selectie van te analyseren diersoorten. Een ecoprofiel is in feite een modelsoort, die gekenmerkt wordt door een aantal eigenschappen. Ook andere soorten kunnen deze eigenschappen hebben. Zo staat een ecoprofiel dus voor een aantal soorten met dezelfde eigenschappen. Het gaat om kenmerken als tot welk ecosysteemtype behoort de soort, wat is de maximale dispersieafstand en wat is de oppervlaktebehoefte. Het streven was om minstens één soort per ecoprofiel in de analyse op te nemen.

De diersoorten die in de knelpuntenanalyse gebruikt zijn, zijn toegekend aan ecosysteemtypen. Hiervoor is de draagkracht van de natuurdoeltypen waaruit een ecosysteemtype is samengesteld gebruikt. Iedere doelsoort heeft in de natuurdoeltypen waarin het kan voorkomen een waarde tussen 0 en 1 voor de draagkracht van de betreffende natuurdoeltypen (zie LARCH databases, Pouwels *et al.* 2008). Een score van 1 geeft optimaal habitat aan, dit zijn natuurdoeltypen waarin soorten de hoogste dichtheden bereiken. Op basis van de waarden van de draagkracht van de natuurdoeltypen waaruit een ecosysteemtype is opgebouwd, wordt bepaald of het ecosysteem van 'belang' dan wel van 'groot belang' is voor een soort. Dit wordt bepaald aan de hand van de gemiddelde draagkracht van de natuurdoeltypen waarin een soort binnen het ecosysteemtype voor kan komen. De ondergrens voor 'groot belang' ligt bij een gemiddelde draagkracht van 0.75 en voor 'belang' bij 0.2. Tevens wordt een vergelijking met de waarden van andere ecosysteemtypen betrokken bij de beoordeling. Zo betekent een soort met een groot belang in een ecosysteemtype dat die soort in dat ecosysteem duidelijk de grootste draagkracht heeft. Een soort die een belang in een ecosysteem heeft, heeft in dat

ecosysteem niet de grootste dichtheden en kan ook in andere ecosystemen vergelijkbare of hogere dichtheden bereiken. De toedeling van diersoorten aan ecosystemen staat in bijlage 1 vermeld.
We hebben gecontroleerd of de voorspelde ligging van schuifknelpunten per ecosysteemtype sterk afhing van de selectie van soorten waarvoor de schuifknelpunten bepaald zijn (bijvoorbeeld alleen soorten met een groot belang, of zowel soorten met een groot belang als soorten met een belang). Dit bleek niet het geval te zijn. In de analyse zijn alleen soorten gebruikt waarvoor de voorspellingen van de ligging van het habitat door LARCH betrouwbaar waren ('very good' of 'good', zie Pouwels *et al.* 2008). De 91 diersoorten die uiteindelijk in dit project gebruikt zijn, staan in bijlage 1; tabel 6 toont het aantal soorten per soortgroep.

Tabel 6. Aantal diersoorten per soortgroep in de knelpunt analyse

soortgroep	**aantal soorten in analyse**
Amfibieën	8
Dagvlinders	14
Libellen en juffers	6
Reptielen	4
Vogels	43
Zoogdieren	16
totaal	**91**

2.8 Schuifknelpunten voor plantensoorten

2.8.1 Uitbreidingsmogelijkheden planten

De analyse voor plantensoorten heeft een meer verkennend karakter dan voor de diersoorten. De plantensoorten zijn op een andere manier geanalyseerd dan diersoorten. De reden hiervoor is dat LARCH nog onvoldoende is afgestemd op planten. Voor planten is gebruik gemaakt van het model DIMO (Wamelink *et al.*, in prep. a). Uitgangspunt bij het model is het huidige verspreidingspatroon per soort. Vervolgens wordt op basis van potentieel habitat, dispersievermogen, generatieduur en zaadbank de potentiële verspreiding gesimuleerd. In deze analyse zijn verspreidingspatronen over 25, 50, 75 en 100 jaar berekend. Per soort is gesimuleerd waar de soort in die verschillende tijdstappen voorkomt met en zonder Robuuste Verbindingen. De verwachting is dat duidelijk wordt welke habitatplekken alleen bereikbaar zijn wanneer Robuuste Verbindingen gerealiseerd worden.
De analyses zijn voor 8 plantensoorten gemaakt. Meer soorten was in dit verkennende onderdeel niet mogelijk. Voor deze 8 plantensoorten zijn habitatkaarten met het geschikte habitat gemaakt. Het EHS patroon is gebaseerd op de Natuurdoeltypenkaart (bestand: lndk_12_2003.shp). Per natuurdoeltype is aangegeven of het type geschikt is voor de soort (Bal *et al.* 2001). Tevens is het patroon van de Robuuste Verbindingen (Ministerie van LNV en Provincies, 2003) en de ecosysteemtypen waaruit ze zijn opgebouwd gebruikt. De lijnen van de Robuuste Verbindingen zijn 'opgeblazen' tot een breedte van 400 meter. Voor deze breedte is gekozen, omdat het gecombineerd met de lengte van de lijnen waarmee de ligging van de Robuuste Verbindingen in het afsprakendocument is aangegeven een goede benadering van het totale nagestreefde oppervlakte geeft. Bij de uitwerking in

gebieden door provincies zullen de Robuuste Verbindingen uiteraard niet uit een strook van een vaste breedte, maar uit een afwisselend patroon van stapstenen, corridors en leefgebieden bestaan (Broekmeyer & Steingröver 2001).
Het totale patroon (EHS en Robuuste Verbindingen) is omgezet naar een grid patroon van 250x250 m. Grids die voor meer dan de helft uit habitat bestaan worden als habitat ingedeeld. De schaal van deze grids wijkt af van de grids die bij de analyse van de diersoorten is gebruikt, omdat deze schaal beter aansluit bij de ruimtelijke dynamiek van plantensoorten.

2.8.2 Selectie plantensoorten

Voor 8 plantensoorten is het potentiële verspreidingspatroon van de soorten bij realisatie van natuurdoelen binnen de EHS met en zonder Robuuste Verbindingen gesimuleerd. Voorwaarde voor selectie van soorten was dat informatie over dispersie en zaadbank beschikbaar waren, evenals het huidige verspreidingspatroon en potentieel voorkomen in natuurdoeltypen (Wamelink et al, in prep b, Knevel et al. 2003, Hennekens & Schaminée 2001). De soorten die geselecteerd zijn en hun eigenschappen staan in tabel 7.

Tabel 7: Overzicht van plantensoorten in analyse bijdrage Robuuste Verbindingen aan verspreiding

wetensch naam	**NL naam**	**ecosysteem**	**vector**	**dispersie-afstand (m)**	**generatie-duur (jr)**	**zaadbank (jr)**
Calluna vulgaris	Struikheide	droge hei, natte hei	wind	2	3	100
Dacthylorhiza maculata	Gevlekte orchis	beek, moeras, droge hei, natte hei	wind	11000	3	4
Empetrum nigrum	Kraaiheide	droge hei	wind	2	3	4
Erica tetralix	Dopheide	droge hei, natte hei	wind	2	3	100
Eriophorum angustifolium	Veenpluis	natte hei	wind	24	0	1
Maianthemum bifolium	Dalkruid	beek, bos	mest vogels	2000	0	1
Nardus stricta	Borstelgras	beek, droge hei, natte hei	vacht zoogdieren	550	0	1
Primula veris	Gulden sleutelbloem	beek, bos	mieren, wind	55 (mieren) 0.12 (wind)	0	1

3 Resultaten

3.1 Verschuivende en nieuwe soorten

Op basis van de analyse van klimaatenvelopmodellen zijn soorten geïdentificeerd die in Nederland zullen kunnen uitbreiden, verschijnen of terugtrekken. Tabel 8 toont de verdeling van de soorten over de groepen van uitbreidende dan wel terugtrekkende soorten. De aantallen soorten die in de tabel genoemd zijn, slaan op de aantallen soorten waarvoor klimaatenvelopmodellen geïnterpreteerd zijn in het kader van deze studie (zie ook tabel 1).

Tabel 8. Overzicht van verdeling van het aantal soorten voor een aantal soortgroepen over de klimaatresponsgroepen in Nederland volgens klimaatenvelopmodellen. Tussen haakjes staat per soortgroep het aantal doelsoorten waarvoor de responsgroepen bekend zijn. Voor uitleg van de klimaatresponsgroepen, zie tabel 2.

klimaatresponsgroep	planten	dag-vlinders	amfibieën	reptielen	vogels	zoog-dieren
uitbreidend 1 (nieuw)	262 (98)	24 (15)	9 (6)	3 (1)	18 (8)	4 (3)
uitbreidend 2 (2050 nieuw)	36 (3)	37 (0)	3 (0)	6 (0)	18 (3)	
uitbreidend 3 (2100 nieuw)	7 (0)	32 (0)			13 (0)	
centraal	1185 (340)	46 (21)	6 (2)	3 (2)	91 (32)	3 (2)
terugtrekkend 1 (2050 verdwenen)	110 (41)	11 (9)	1 (1)		20 (7)	2 (2)
terugtrekkend 2 (2100 verdwenen)	101 (23)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	26 (15)	1
terugtrekkend 3 (2100 nog weinig)	43 (12)	3 (2)	1 (1)	1 (1)	25 (11)	7 (3)

Uit de tabel blijkt dat er tientallen nieuwe soorten te verwachten zijn. Veel van die nieuwe soorten zouden in 2050 al geschikte klimaatomstandigheden in meer dan de helft van Nederland kunnen vinden (bijvoorbeeld 36 plantensoorten, 37 dagvlindersoorten, 18 vogelsoorten). Enkele voorbeelden van nieuwe plantensoorten zijn: *Adonis annua* (herfsadonis), *Amaranthus lividus* (Kleine majer), *Thesium humifusum* (Liggend bergvlas) en vogelsoorten: *Cetti cetti* (Cetti's zanger), *Merops apiaster* (Bijeneter), *Sylvia undata* (Provençaalse grasmus) en *Alectoris rufa* (Rode patrijs). Voorwaarde voor de nieuwe soorten om ook daadwerkelijk in Nederland voor te komen is dat er geschikt habitat te vinden is en dat dit bereikbaar is. In het kader van dit project is dit niet uitgezocht, maar wel in het Branch project (Vos et al 2008b). Daar bleek dat veel soorten inderdaad een deel van de geschikte klimaatzone niet kunnen koloniseren door habitatfragmentatie. Robuuste Verbindingen kunnen een cruciale rol spelen in de verspreiding van dergelijke soorten. In de paragrafen 3.3.1-3.3.3 komt aan de orde in hoeverre Robuuste Verbindingen zorgen voor internationale aansluiting van netwerken van verschillende ecosysteemtypen.
Ook voor terugtrekkende soorten die op termijn naar verwachting geen geschikte klimaatomstandigheden meer in Nederland zullen aantreffen, geldt het belang van

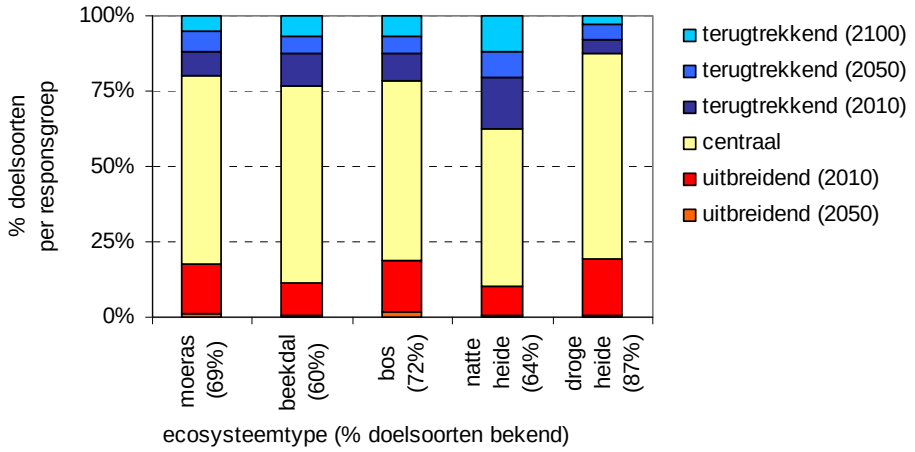
verbondenheid van het huidige met toekomstig habitat. Voor het overleven van deze soorten is het van belang dat er verbindingen zijn met bijvoorbeeld Duitsland om richting het noorden te kunnen verspreiden. Het aantal terugtrekkende soorten overtreft bij vogels maar zeker bij planten het aantal uitbreidende soorten, bij andere soortgroepen is dat verschil minder duidelijk. De meeste terugtrekkende soorten zullen echter pas in 2100 geen geschikte klimaatomstandigheden meer vinden in Nederland.

Van de in totaal ruim 3100 soorten die aan klimaatresponsgroepen konden worden toegekend, zijn ruim 700 soorten tevens doelsoort van één of meer natuurdoeltypen (tabel 8). Door deze soorten aan de ecosysteemtypen van de Robuuste Verbindingen te koppelen, kunnen we zien wat de verdeling van uitbreidende, centrale of terugtrekkende soorten per ecosysteemtype is. Figuur 2 toont het resultaat. Over het algemeen blijkt dat het aandeel terugtrekkende soorten groter is dan het aandeel uitbreidende soorten. Binnen de ecosysteemtypen zijn grote verschillen tussen natuurdoeltypen voor wat betreft het aandeel uitbreidende, centrale en terugtrekkende soorten. Niet voor alle doelsoorten is de responsgroep bekend, omdat ze niet in de onderzochte klimaatenvelopmodellen (bronnen in tabel 1) geanalyseerd zijn. Het aandeel doelsoorten waarvoor geen responsgroep bekend is soms groot: voor natte heide en beekdalen ongeveer 30-40%.

Ondanks de beperking door ontbrekende data en variatie binnen de ecosysteemtypen zijn er uitspraken te doen over de aandelen terugtrekkende en uitbreidende doelsoorten per ecosysteemtype.

Het aandeel terugtrekkende soorten is het grootst voor het ecosysteemtype natte heide. Binnen dit ecosysteemtype valt ook het natuurdoeltype hoogveen. Dit heeft van alle natuurdoeltypen het hoogste aandeel terugtrekkende soorten (ongeveer 60%). Tegelijkertijd heeft het ecosysteemtype natte heide het kleinste aandeel uitbreidende soorten.

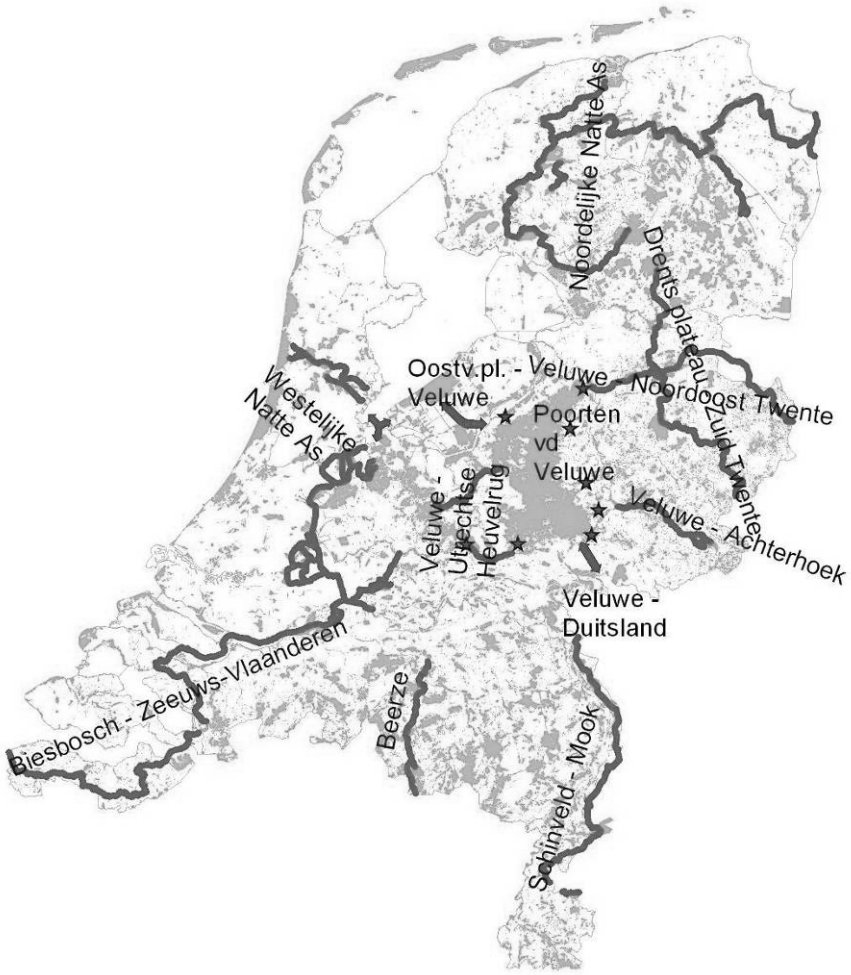
Het aandeel terugtrekkende soorten is het kleinst voor het ecosysteemtype droge heide. Tegelijkertijd heeft droge heide vergeleken met andere ecosysteemtypen het grootste aandeel uitbreidende soorten. Bossen en moerassen hebben vergelijkbare aandelen uitbreidende (18%) en terugtrekkende (bos 21% en moeras 20%) soorten.



Figuur 2. Verdeling van de responsgroepen over de doelsoorten in de ecosysteemtypen. Tussen haakjes staat per ecosysteemtype het percentage van de doelsoorten waarvoor de responsgroep bekend is.

3.2 Ligging en kwaliteit Robuuste Verbindingen

Van een aantal provincies ontvingen we informatie over de begrenzing en uitwerking van het Afsprakendocument (Ministerie van LNV & Provincies, 2003). Van een aantal andere provincies ontbrak die informatie, weer anderen hadden nog geen uitwerking vastgesteld (tabel 9). Vanwege deze verschillen is als basis in de analyse de ligging uit het afsprakendocument gebruikt. Dit lijkt een betrouwbare benadering van de locaties waar de verbindingen uiteindelijk komen te liggen, omdat de ligging van de uitgewerkte verbindingen zelden afwijkt van het zoekgebied volgens het afsprakendocument (Figuur 3).



Figuur 3. Kaart met ligging Robuuste Verbindingen (lijnen en sterren) en overige EHS (grijs) (bron: Ministerie van LNV & Provnicies 2003)

Tabel 9. Informatie over uitwerking van Robuuste Verbindingen per provincie (stand van zaken medio 2008)

Verbinding	Provincie	Uitwerking	Ligging
Noordelijke Natte As	Groningen:	Via gebiedsprocessen begrenzen	Ligging grotendeels conform AD*
	Friesland	Niet uitgewerkt	
	Drenthe	Zoekgebied begrensd RV Hunzedal: begrensd	Zoekgebied conform AD Begrenzing conform AD
Drents Plateau – Zuid Twente	Drenthe	Zoekgebied begrensd	Zoekgebied grotendeels conform AD
	Overijssel	Begrensd in gebiedsplan	Begrenzing conform AD
Veluwe – Noord Oost Twente	Overijssel	Gedeeltelijk begrensd in gebiedsplan	Begrenzing conform AD
Veluwe – Utrechtse Heuvelrug	Gelderland	Begrensd in gebiedsplan	Begrenzing conform AD
	Utrecht	onbekend	onbekend
Veluwe-Achterhoek	Gelderland	onbekend	onbekend
Westelijke Natte As	Zuid-Holland	zoekgebied Groene Ruggengraat	Zoekgebied conform AD
	Utrecht	zoekgebied Groene Ruggengraat	Zoekgebied conform AD
	Noord Holland	onbekend	onbekend
Biesbosch-Zeeuws-Vlaanderen	Zeeland	onbekend	
	Zuid-Holland	onbekend	
	Noord-Brabant	onbekend	
Beerze	Noord-Brabant	Zoekgebied begrensd	Zoekgebied conform AD
Oost-Vaardersplassen – Veluwe-Duitsland	Flevoland	Begrensd	Begrenzing iets verschoven tn op zichte van AD (maar daar aangegeven als 'nader uit te werken)
	Gelderland		
Nieuwe Hollandse Waterlinie	Zuid-Holland		
	Gelderland		
	Noord-Brabant		
Poorten Veluwe	Gelderland	Begrensd	Begrenzing conform lokaties in AD

* AD = Afsprakendocument (Ministerie LNV & provincies 2003)

3.3 Bijdrage Robuuste Verbindingen aan verschuiven diersoorten

De bijdrage van de Robuuste Verbindingen aan het oplossen van knelpunten voor het verschuiven wordt voor bossen, droge en natte heide en moerassen beschreven. Droge en natte heide worden samengenomen, omdat ze vaak gecombineerd in gebieden voorkomen. Bovendien zijn veel soorten kenmerkend voor beide ecosystemen (bijlage 1), zodat de schuifknelpunten ook vaak overeenkomen.
Beekdalen worden niet in dit onderdeel beschreven. Beekdalen als ecosysteemtype hebben een typisch regionaal voorkomen dat bepaald wordt door geomorfoligische en hydrologische kenmerken. De Robuuste Verbindingen die zich richten op beekdalen (Beerze en verbinding tussen Veluwe en Achterhoek) hebben dan ook tot

doel het regionaal versterken van het beekdalsysteem en de gradiënten die dit systeem waardevol maken. Op regionale schaal dragen beekdalen wel bij aan de ruimtelijke samenhang van verschillende natuurtypen. Echter op grotere ruimtelijke schalen (nationaal, europees) zijn ze minder belangrijk bij het tot stand brengen van onderlinge verbindingen. Het creeëren van een klimaatcorridor bestaande uit beekdalen om verschuiven van soorten mogelijk te maken op nationale of Europese schaal is ecologisch gezien geen zinnige actie, vanwege de abiotische beperkingen.

De volgende onderwerpen worden per ecosysteemtype behandeld:
- Huidige ligging van ecosystemen in Nederland en omringende landen
- Bespreking van de ligging van de klimaatcorridor.
- Prioriteren van knelpunten a.h.v. klimaatcorridors (doorgaande routes zoals voor moeras of aanhaken van belangrijke clusters op buitenland zoals voor bos)
- Knelpunten al dan niet opgelost door Robuuste Verbindingen

Toelichting knelpuntkaarten
In de figuren 4, 6 en 8 zijn de schuifknelpunten van soorten per ecosysteem met grids weergegeven. Hoe donkerder het grid, hoe meer soorten een schuifknelpunt hebben. Grids waarin maar weinig of geen knelpunten liggen kunnen twee dingen betekenen. Allereerst kan het betekenen dat er in de grids en in de omgeving van de grids geen plekken liggen die bij het ecosysteem behoren. Bijvoorbeeld voor bossen in delen van Noord-Holland, Groningen of Zeeland. Ten tweede kan het betekenen dat er juist veel plekken liggen die bij het ecosysteem behoren, zodat verschuiven ook geen probleem is. Bijvoorbeeld voor bossen in delen van Noord-Brabant, de Veluwe of delen van Overijssel en Drenthe.

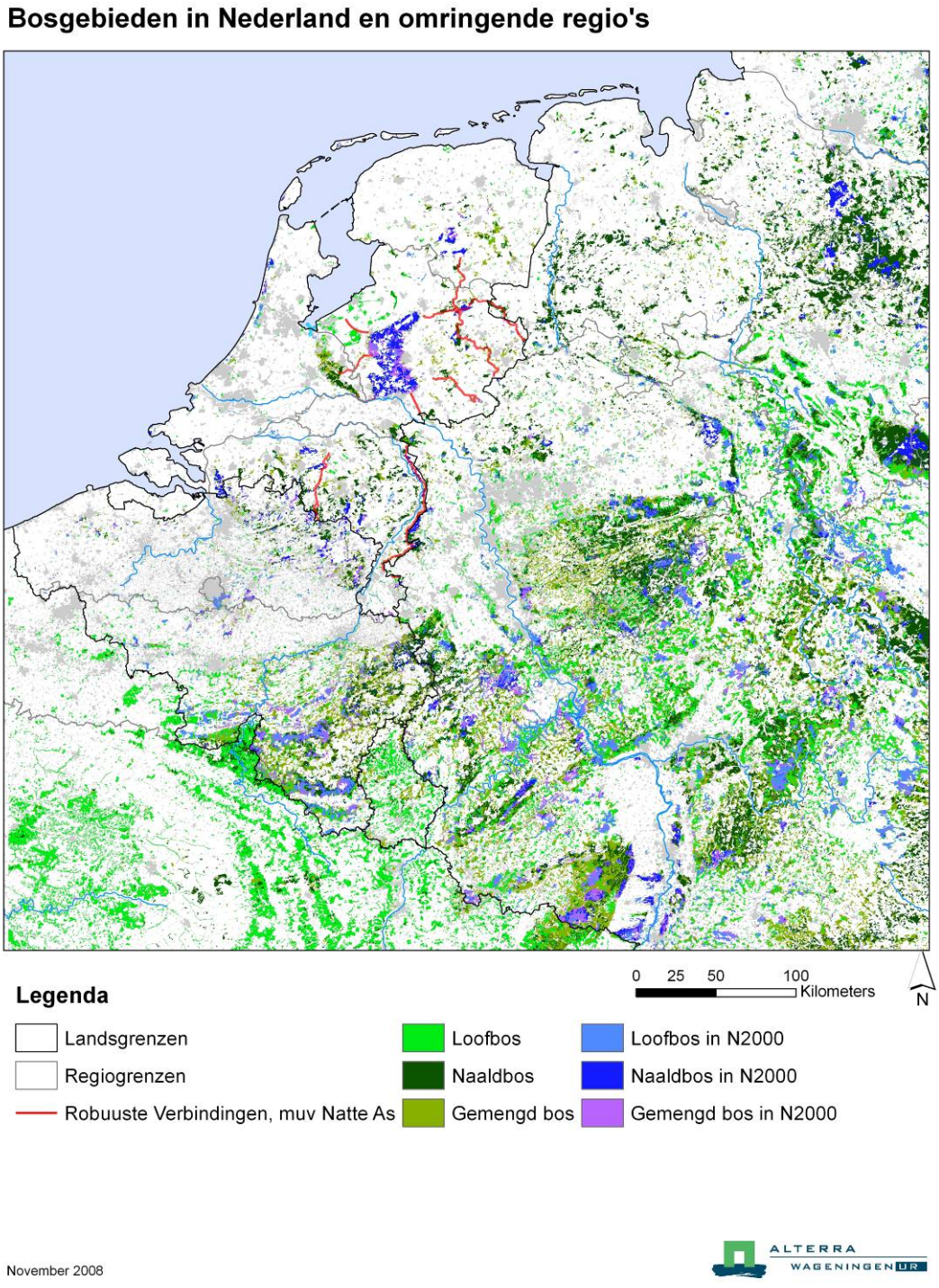
3.3.1 Bos

Huidige ligging en samenhang
De huidige bosgebieden in Nederland zijn voornamelijk gelegen op de hogere zandgronden, in Noord-Brabant, Utrecht, Flevoland, Gelderland, Overijssel en Drenthe. Gelderland en Noord-Brabant zijn de meest bosrijke provincies (figuur 4 en 5).
In Noord-Brabant en Drenthe zijn het veel verspreide, kleinere boseenheden, terwijl vooral in Gelderland en Utrecht grotere eenheden liggen, de Utrechtse Heuvelrug en de Hoge Veluwe. Onder andere de bossen van de Hoge Veluwe zijn aangemerkt als Natura2000 gebied.

In Vlaanderen liggen de bosgebieden voornamelijk in het gebied grenzend aan Noord-Brabant in versnipperde eenheden. In Vlaanderen is slechts 10,8% van het landoppervlakte bos, hetgeen een van de laagste getallen van Europa is (met Denemarken) (figuur 4).
De aaneengesloten bosgebieden liggen in het zuidoosten van België, in Wallonië. Hierin liggen ook meerdere bosgebieden die de Natura2000 status hebben. Aangrenzend liggen grote bosgebieden in Frankrijk, de Bouillon, en in Luxemburg.

In het noordwestelijkdeel van Duitsland, dat in de buurt van Nederland ligt, liggen grote bosgebieden vooral in de Eifel en Sauerland, de Eifel grenst aan grote eenheden in Belgie, rondom het plateau van de Hautes Fagnes. Verder naar het noorden gaat het vooral om de Harz, Schaumburgerwoud, Weserbergland, Dämmerwald, bossen bij Nordhorn en Hümmling die wellicht een belangrijke rol kunnen vervullen als verbinding (Groot Bruinderink *et al.* 2002, 2003). Op grotere afstanden moet men vooral denken aan de grote bosgebieden in Polen, die zijn qua omvang en connectiviteit groter dan bossen verder naar het noorden zoals in Denemarken.
Bijlage 3 geeft een overzicht van plannen in Nederland, België en Duitsland die relevant zijn voor de ontwikkeling van de ruimtelijke samenhang van bossen.

Klimaatcorridor bossen
De belangrijkste verbindingen voor bossen komen vanuit de Eifel en Ardennen, en leiden richting Oost-Europa waar nog grote aaneengesloten arealen liggen.
Gezien de huidige ligging van bossen in Europa ligt het voor de hand dat er in Nederland naar gestreefd wordt om bolwerken van bossen aan te laten sluiten op die verbindingen richting Oost-Europa. Een doorgaande corridor door Nederland zou enorme en onrealistische investeringen in zowel België als Duitsland vergen.
Belangrijke bolwerken van bossen in Nederland zijn aangegeven in figuur 5. De Veluwe en Utrechtse Heuvelrug vormen de meest prominente bolwerken. Daarnaast hebben we bosgebieden in Drenthe (Drents Friese Wold en Midden Drenthe), de duinen, Overijssel (Sallandse Heuvelrug en rondom de Overijsselse Vecht) aangemerkt als bolwerken, omdat die in hun regionale context opvallen door een relatief groot aaneengesloten oppervlakte. De bosgebieden in Noord-Brabant liggen zodanig verspreid in grotere en kleinere oppervlakten, dat die niet als (nationale) bolwerken, maar als 'regionale bolwerken' zijn aangeduid, die echter wel aansluiten op vergelijkbare verspreidingspatronen van bossen in België.
Op vier plaatsen lijken grensoverschrijdende verbindingen op de bossen in zuidelijke en oostelijke richting voor de hand te liggen (figuur 5). De bolwerken ten noorden en de regionale bolwerken ten zuiden van de grote rivieren vormen als het ware twee afzonderlijke corridors die aanhaken via verschillende routes op een doorgaande internationale route in het oosten van Europa
De Nederlandse bossen ten noorden van de grote rivieren zouden in het noorden (Drenthe en Twente) kunnen aansluiten op twee beboste heuvelruggen in Duitsland die in figuur 4 te zien zijn.
Voor bossen ten zuiden van de grote rivieren liggen grensoverschrijdende verbindingen richting het oosten of zuiden voor de hand. De oostelijke verbinding zou naar het Reichswald en de Rijnvallei kunnen lopen. In het Reichswald lijkt deze verbinding echter min of meer te eindigen, de verbinding met de Rijnvallei wordt geblokkeerd door veel infrastructuur, maar biedt tegelijk wel mogelijkheden.
Cruciaal is de verbinding via de Oostelijke Maasoever en Meinweg richting de Eifel. Hier is echter geen goede aansluiting door de aanwezige snelwegen en spoorwegen, en betrekkelijk weinig bos. Vooral langs de Ruhr, langs Jülich richting Düren zou een goede potentiële verbinding kunnen liggen. Qua mogelijkheden heeft de verbinding richting het zuiden prioriteit.



Figuur 4 Bosgebieden in Nederland en aangrenzende landen.

Verbindingen met Vlaanderen zijn er voor meer mobiele soorten met kleinere oppervlaktebehoefte blijkt uit eerdere studies (Groene specht, Middelste bonte specht, Boomklever, Boommarter; zie Van der Sluis 2000). Er zijn geen sterke

boskernen aan te duiden binnen Vlaanderen en Wallonië, hoewel ten zuiden van de Beerze veel verspreide bosgebieden liggen. Een verbinding naar het Zuidwesten (Noord-Frankrijk) via Brussel, het Zoniënwoud, en het Zuidoosten, Ardennen en Eifel zou drukke verkeersassen in het Noorden van Vlaanderen, van Luik naar Brussel en Antwerpen moeten passeren. Er zijn geen plannen of initiatieven bekend van Vlaanderen/Wallonië die in een grote verbetering in connectiviteit zouden resulteren. Om deze reden ligt een verbinding via de Maasoever meer voor de hand.

Knelpunten en bijdrage Robuuste Verbindingen

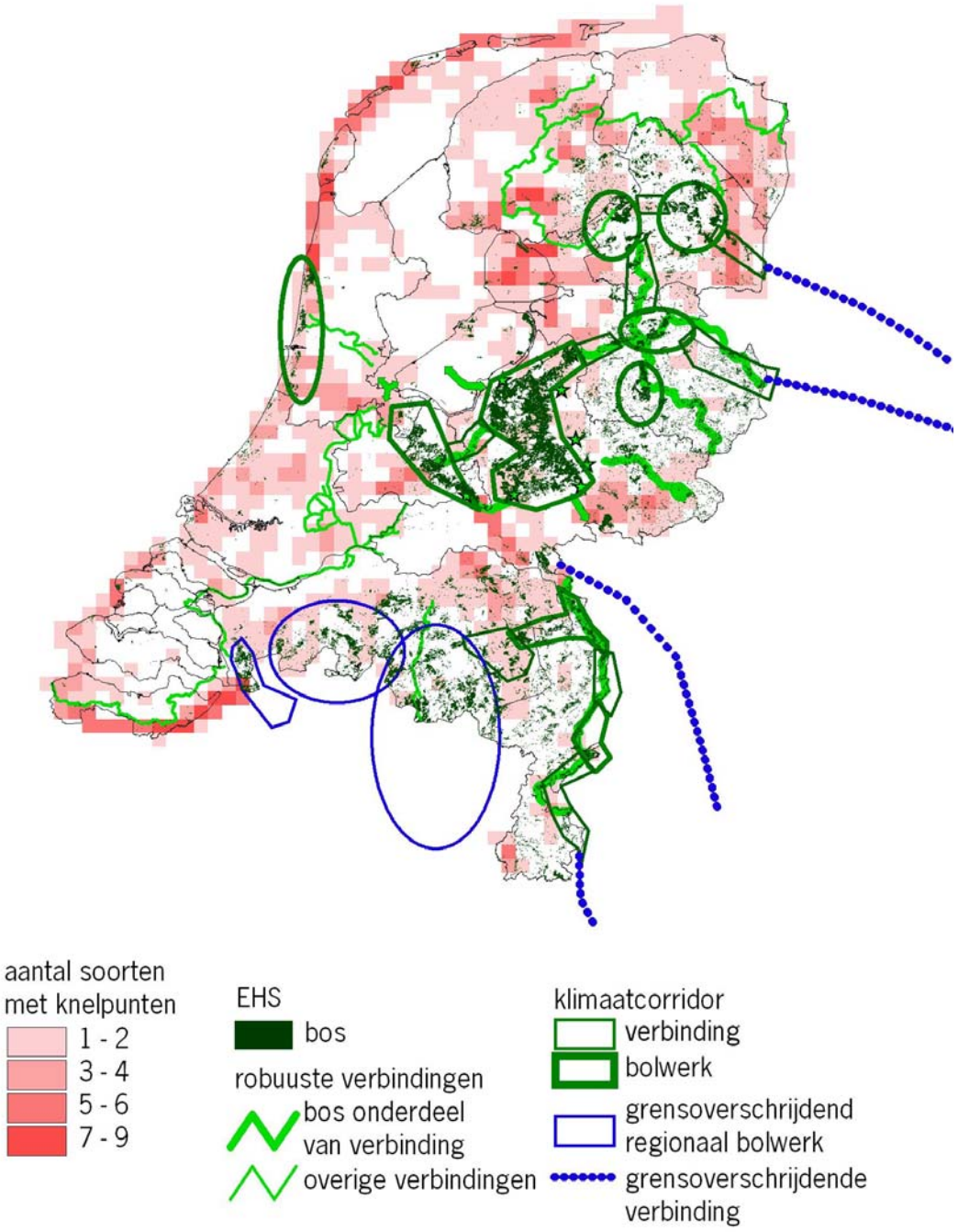
Binnen de beschreven klimaatcorridor ligt een aantal knelpunten voor het verschuiven van soorten binnen Nederland.

Bij de meest noordelijke aansluiting op een internationale verbinding in Drenthe ligt een groot aantal knelpunten. Bovendien kunnen hier qua natuurdoelen conflicten ontstaan met het Bargerveen (natte heide en hoogveen doelen). Zoals uit paragraaf 3.3.2 blijkt, is het Bargerveen en omgeving onderdeel van één van de bolwerken voor (droge en) natte heide. Dit onderscheid tussen het belang van een gebied voor het ene of andere ecosysteemtype kan helpen bij het prioriteren van te realiseren doelen en te nemen maatregelen. Ook binnen andere verbindingen die bolwerken in Nederland met elkaar verbinden zien we knelpunten, bijvoorbeeld in het zuiden van Drenthe, van de Veluwe naar de bolwerken in Overijssel, tussen de Veluwe en de Utrechtse Heuvelrug en in Noord Brabant, tussen de regionale bolwerken en de bosgebieden langs de Maas.

De Robuuste Verbindingen zoals die in figuur 3 zijn weergegeven (ligging volgens het LNV en provincies 2003) lossen veel van deze knelpunten op. Dit geldt voor de volgende trajecten:

- Drents plateau – Zuid Twente (Drents plateau – Reestdal)
- Veluwe – Noord Oost Twente
- Veluwe – Utrechtse Heuvelrug
- Schinveld – Mook
- Poorten van de Veluwe

Knelpunten die nog niet opgelost worden met Robuuste Verbindingen zijn de eerder genoemde noordelijke verbinding in Drenthe en de verbinding tussen de regionale bolwerken in Noord-Brabant en de aansluiting op de bosgebieden langs de Maas.



Figuur 5. Ligging van knelpunten voor het verschuiven van bossoorten in Nederland, bossen volgens EHS plannen, ligging Robuuste Verbindingen met bos (Ministerie van LNV en Provincies 2003) en de voorgestelde klimaatcorridor voor bossen.

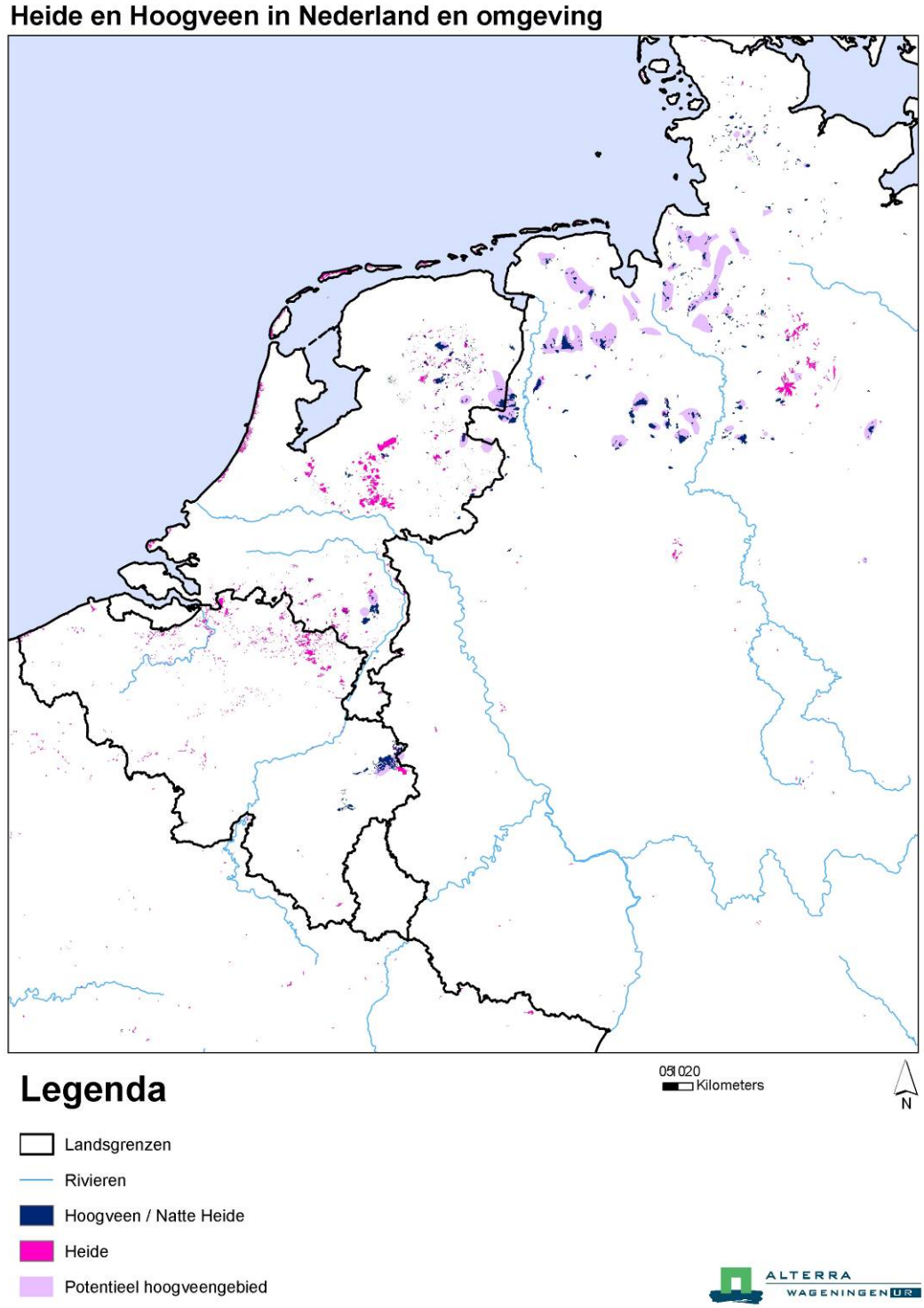
3.3.2 Natte en droge heide

Huidige ligging en samenhang
Droge heide gebieden in Nederland liggen vooral op en rond de Hoge Veluwe en de Utrechtse Heuvelrug, en in beperkte mate in de duinen. Sterk versnipperd zijn heide gebieden aanwezig in Zuid Nederland (Noord-Brabant), en Noord Nederland, in Drenthe (figuren 5 en 7).
Grotere grensoverschrijdende complexen in Zuid-Nederland zijn het Ringselven, Kruispeel en Stamprooibroek, alsmede de Grote Heide - de Plateaux. In het westen vooral grenspark de Zoom – Kalmthoutse heide (van Wingerden *et al.* 2005).
Een belangrijk heidegebied in Duitsland is de Lüneburgerheide, op ca. 200 km van de Nederlandse grens.

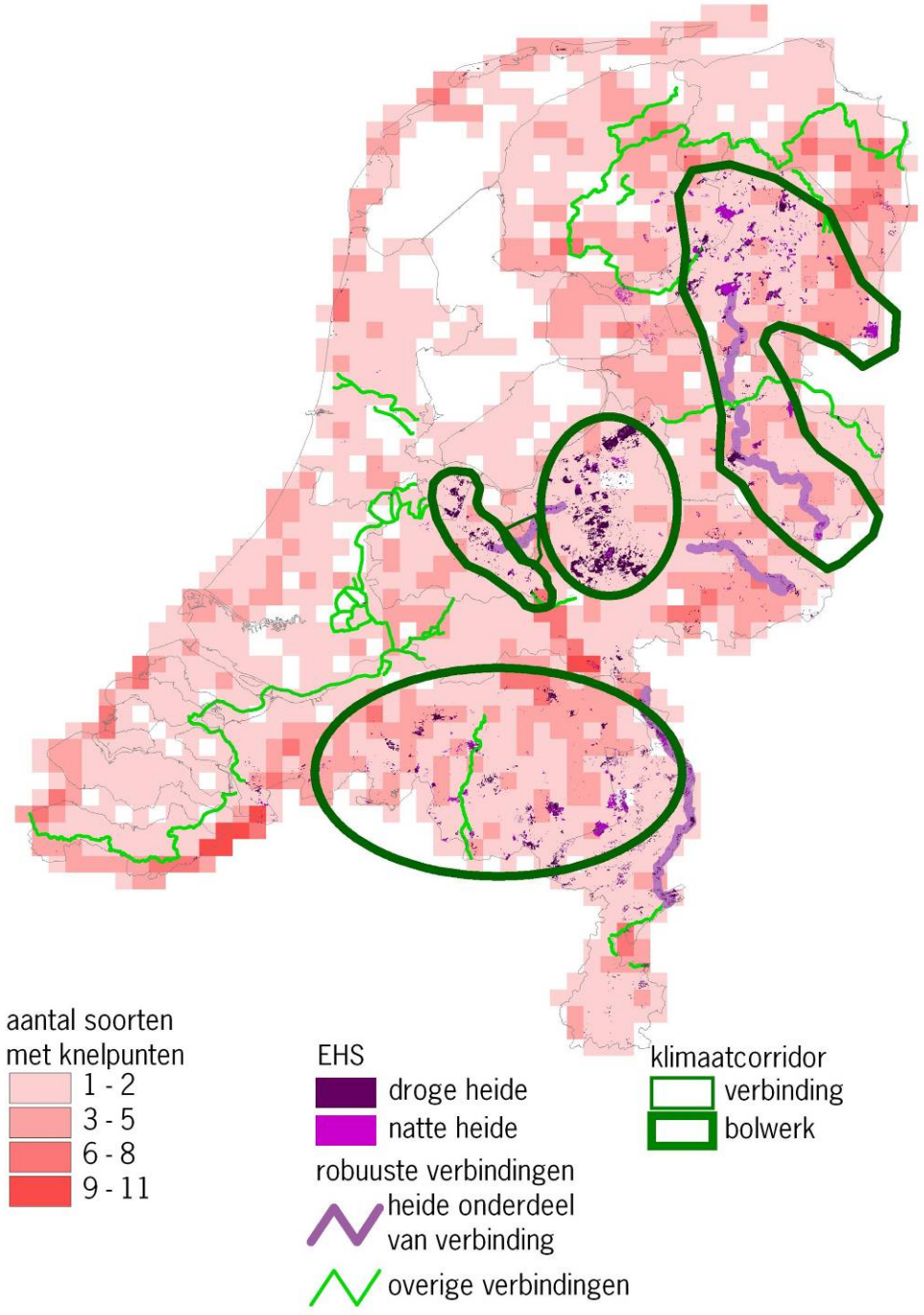
Natte heiden vinden we vooral in Noord-Nederland rond de grotere veencomplexen zoals het Fochteloërveen (2500 ha) en Bargerveen (2100 ha), alsmede de grensstreek met Duitsland. In het zuiden vormt de Peel (1500 ha) een groot complex van natte heide. Grensoverschrijdende gebieden zijn het Witte Veen en Aamsveen. Verder het Ringselven, Kruispeel en Stamprooibroek, alsmede de Grote Heide - de Plateaux. In het westen is vooral grenspark de Zoom – Kalmthoutse heide een belangrijk gebied (van Wingerden et al. 2005). Een heel belangrijk gebied in België zijn de Hoge Venen, deel van het grensoverschrijdend natuurgebied Eifel - Hautes Fagnes (4500 ha).

Klimaatcorridor
Wat is de betekenis van huidige situatie voor internationale corridors?
Er is weinig aanvullende informatie gevonden over uitbreiding van arealen droge en natte heide.
Kijkt men op bovenregionale schaal naar de huidige heide gebieden, dan ziet men vooral verbindingen naar het oosten: vanuit de venen in Noord-Nederland zijn een aantal natte heidegebieden enigszins met elkaar verbonden. De belangrijke droge heide kernen, nl. de Hoge Veluwe en de Lüneburgerheide, lijken absoluut niet verbonden, zeker als men de matige verspreidingsmogelijkheden van heide soorten erbij betrekt (Van der Sluis 2000).
Ten zuiden van Nederland liggen er redelijk wat droge heidegebieden in Vlaanderen, die aansluiten op Kalmthout en Noord-Brabant. Er is geen duidelijke verbinding met heide gebieden verder naar het zuiden.
In figuur 7 zijn de heide gebieden in Nederland ingedeeld in een viertal bolwerken. De dichtheid van de gebieden in de bolwerken in Noord-Brabant en Drenthe-Overijssel zijn wel beduidend minder dan met name het bolwerk van de Veluwe. Verbindingen tussen bolwerken zijn relevant waar de abiotische condities zich daarvoor lenen. De bolwerken van de Veluwe en de Utrechtse Heuvelrug kunnen potentieel via de hoge zandruggen in de Gelderse Vallei met een corridor verbonden worden.
De heidegebieden in Nederland en omringende landen zijn sterk versnipperd. Het is daardoor moeilijk om voor deze heidegebieden op basis van het huidige patroon een doorgaande corridor te identificeren. Tegelijkertijd zijn Duitsland en Nederland wel internationaal belangrijk voor dit ecosysteem. Voor heide is het daarom belangrijk

om bestaande complexen te versterken. Dat betekent de bolwerken intern te versterken door vergroting van kwaliteit, oppervlakte of verbindingen. Grensoverschrijdende eenheden kunnen verder ontwikkeld en versterkt worden (met name de natte heide gebieden in Noord-Nederland, onder andere het Bargerveen).



Figuur 6. Ligging van droge en natte heide gebieden in Nederland en omringende landen.



Figuur 7. Knelpunten voor natte en droge heide en ligging van EHS en RV, en klimaatcorridor, hoewel van een corridor niet echt sprake is, omdat de bolwerken zelden met elkaar verbonden worden (uitzondering is corridor door Gelderse Vallei tussen Veluwe en Utrechtse Heuvelrug).

Uitbreiding van droge heide is qua abiotische randvoorwaarden mogelijk op pleistocene zandgronden. Dit type bodem komt op veel plaatsen voor, vanuit de abiotiek zijn er dus ruime mogelijkheden voor uitbreiding van dit type heide. Voor

natte heide en zeker voor hoogveen zijn de hydrologische randvoorwaarden veel strikter en de mogelijkheden voor uitbreiding beperkter (zie ook figuur 6).

Knelpunten en bijdrage Robuuste Verbindingen
Figuur 7 toont de gecombineerde kaart voor de knelpunten voor het verschuiven van soorten van droge en natte heide. Opvallend is dat eigenlijk over het hele land verspreid knelpunten voorkomen. Binnen bolwerken en de verbinding tussen de Veluwe en Utrechtse Heuvelrug vinden we ook de nodige knelpunten.
De volgende Robuuste Verbindingen met heide dragen bij aan het oplossen van die prioritaire knelpunten:
- Veluwe – Utrechtse Heuvelrug (verbinden)
- Drents Plateau – Zuid Twente (regionaal versterken)

De verbinding Veluwe – Achterhoek ligt wel in een gebied waar veel schuifknelpunten voor heidesoorten liggen. Voor het oplossen van schuifknelpunten voor heidesoorten is deze verbinding minder relevant. Het is vooral effectief voor het regionaal versterken van beekdalsystemen.

Binnen het heide bolwerk in Noord-Nederland liggen veel schuifknelpunten tussen het centrale deel van Drenthe en het Bargerveen. Deze knelpunten worden niet door een Robuuste Verbindingen opgelost.
Ook in Brabant zien we veel schuifknelpunten liggen tussen de verschillende heide gebieden die niet door een Robuuste Verbinding opgelost worden.

3.3.3 Moeras

Huidige ligging en samenhang
Nederland was, als delta van een aantal grote rivieren, van nature een groot moerasgebied. Ondanks de grote achteruitgang van moerasnatuur in de laatste eeuwen, is Nederland nog steeds van groot belang voor moerassoorten in Europa.
Om de flora- en fauna van Noord-Europese moerasgebieden in staat te stellen mee te bewegen met schuivende klimaatzones moeten deze gebieden voldoende met elkaar in verbinding staan. Moerassoorten kunnen dan, op dispersie, nieuwe leefgebieden koloniseren en kunnen hun leefgebied naar het noorden opschuiven. Ook kunnen soorten waarvoor het klimaat ongeschikter wordt, zich langer handhaven in grotere en goed verbonden complexen van moerasgebieden. Het realiseren van een robuuste natte as in Nederland met verbindingen naar moerasgebieden in het buitenland is daarom een belangrijke adaptatiemaatregel voor moerasnatuur.
Het begrip "Moeras" wordt hier gebruikt als een verzamelterm van natte gebieden met een verschillend karakter en deels verschillende flora en fauna. We onderscheiden laagveenmoerassen, voorkomend op een venige bodem, en overstromings- en geïsoleerde moerassen, die voorkomen op zand en klei. Deze moerastypen verschillen sterk in abiotische randvoorwaarden en in hun karakteristieke, vormende processen. Potenties voor de ontwikkeling van de genoemde moerastypen zijn dan ook op verschillende plekken gelegen.

Laagveenmoeras
Laagveenmoeras kenmerkt zich door een venige bodem. Dit bodemtype heeft zich gevormd achter de strandwallen voor de Nederlandse kust, zich uitstrekkend van Calais tot aan de Deense kust. Resten van dit laagveen zijn nu met name nog te vinden in laag Nederland en Noord Duitsland (figuur 8). Ook ontstaat laagveen in stagnerende delen van de bovenloop van beken, zoals in de Belgische Kempen en in de Duitse "Westfälische tieflandsbucht" is gebeurd. Ook in Nederlandse beekdalen zijn nog resten van veenbodems te vinden.

Overstromings- en geïsoleerde moerassen
Deze typen moeras zijn met name gelegen in de gebieden die van nature regelmatig overstroomden, in de rivierdalen en in laaggegelegen gebieden.

Klimaatcorridor
De moerasbolwerken in Nederland zijn de Biesbosch, Vechtplassen, Oostvaardersplassen, Wieden en Weerribben, het Lauwersmeer en de riviermoerassen van de Gelderse Poort (figuur 9), zie ook de Natuurbalans 2008 (Planbureau voor de Leefomgeving 2008).
Verbindingen tussen deze bolwerken lopen via de Natte As van zuid naar noord door laag-Nederland en langs de Randmeren en via de rivieren ontstaan verbindingen in meer west-oost richting.
Vanwege het internationale belang van de moerassen in Nederland binnen Europa, is de strategie van een doorgaande corridor door Nederland van belang.

Laagveenmoerassen
Aansluiting van Nederlandse laagveenmoerassen moet worden gezocht met de laagveenmoerassen in Niedersachsen, Noord Duitsland. In deze deelstaat hebben relatief grote oppervlakten potentie voor laagveenmoeras. Verder oostelijk aan de noordrand van Duitsland en in Polen, neemt de concentratie van gebieden met venige ondergrond sterk af.
Ten zuiden van Nederland zijn pas in Frankrijk relatief grote veenmoerassen aanwezig. Een aantal moerasvogels heeft een goed dispersievermogen en kan mogelijk de afstand tot deze moerasgebieden via een aantal kleinere gebieden wel overbruggen (bijvoorbeeld, grote zilverreiger, kemphaan, lepelaar, woudaapje). De kans dat soorten met een gering dispersievermogen (vlinders, zoogdieren, kleinere vogels) deze afstand kunnen overbruggen en de laagveenmoerassen Nederland zullen bereiken is erg klein. In het tussenliggende gebied is geen potentie voor de ontwikkeling van laagveenmoeras om de kolonisatie van noordelijker gelegen gebieden te bevorderen. Investeren in de verbetering van de ruimtelijke samenhang van veenmoerassen richting het zuiden is, in het kader van een internationale klimaatcorridor, daarom niet erg zinvol. Het is echter wel zinvol voor laagveenmoerassen in beekdalen om op regionale schaal grensoverschrijdende clusters van veenmoeras beter met elkaar te verbinden.
Voor de adaptatie van laagveenmoeras kan het best worden gekozen voor het vergroten en onderling verbinden van laagveenmoerassen in Nederland en het zo goed mogelijk verbinden met laagveenmoerassen in Niedersachsen. Hierdoor kunnen

laagveensoorten zich zo lang mogelijk handhaven in dit gebied met een relatief grote oppervlakte laagveenmoeras.

Verbinding naar het zuiden (Rivierbegeleidend-, overstromings- en rietmoeras)
Het Rijndal heeft potentie voor een internationaal goed verbonden netwerk van ooibossen en overstromingsgraslanden. De Internationale Comissie ter Bescherming van de Rijn heeft de ambitie om een dergelijk netwerk de komende decennia langs de gehele Rijn te ontwikkelen. De ontwikkelingsdoelstelling voor het aquatische deel van de Rijn is met name kwalitatief; afgesproken is om voor eind 2009 een "Masterplan trekvissen Rijn" op te stellen om de Rijn weer geschikt voor trekvissen te maken. Voor een netwerk van rietmoeras van bron tot monding heeft het Rijndal geen potentie. Zo'n 75 km stroomopwaarts van de Nederlandse grens is er over een lang traject geen rietmoeras aanwezig en ontbreekt door verstedelijking en geomorfologie van het rivierdal de mogelijkheid om dit te ontwikkelen.

De mogelijkheden van een moerascorridor langs de Maas zijn om dezelfde redenen beperkt. Natuurlijke overstromingsgebieden zijn stroomopwaarts van Maastricht tot Namen zo goed als afwezig. Er is in dit gebied ook geen grootschalige moerasontwikkeling mogelijk als gevolg van geomorfologie, verstedelijking en menselijke aanpassingen van het riviersysteem.

Langs de Schelde liggen wel (potenties voor) aanzienlijke oppervlakten overstromingsmoeras en binnendijkse geïsoleerde rietmoerassen. Langs de Zeeschelde en haar zijrivieren, liggen momenteel al aanzienlijke oppervlakten moeras. In de toekomst wordt dit oppervlak fors uitgebreid door de aanleg van gecontroleerde overstromingsgebieden in het kader van het Sigmaplan (zie bijlage 2). In dit veiligheidsplan voor de Zeeschelde wordt het buitendijkse gebied van de Zeeschelde en haar zijrivieren sterk vergroot; een deel van deze gebieden komen onder invloed van brak getijdewater, maar het grootste gedeelte wordt een zoetwater-getijdengebied.
Stroomopwaarts, ten zuiden van Gent, stroomt de Leie in de Schelde. In het dal van deze zijrivier wordt het komende decenium een multifunctioneel natuurgebied ontwikkeld over een lengte van zo'n 40 km (hemelsbreed). Dit moet het habitatverlies compenseren als gevolg van de verbetering van de scheepvaartverbinding tussen de Schelde en de Seine tot 2016. Nog verder stroomopwaarts sluit de Leie/Lys in Frankrijk aan op diverse natuurlijke en kunstmatige waterlopen, zoals het Canal de la Sensée en de Scarpe. Langs deze waterlopen bevinden zich aanzienlijke oppervlakten moerasnatuur. Deze waterlopen staan ook in contact met het moerasrijke rivierdal van de Somme (Frankrijk).

Voor een moerasverbinding naar het zuiden bestaan langs de Zeeschelde, Schelde en Leie/Lys dus goede mogelijkheden. Momenteel is de waterkwaliteit van de Schelde echter slecht, hoewel er de laatste decennia wel een verbetering te zien is. Er is ook een vergroting van de ecologische kwaliteit van de zijrivieren van de Schelde te verwachten; de Vlaamse overheid heeft zich tot doel gesteld de vrije migratie voor alle vissoorten vóór 2010 in alle Vlaamse stroomgebieden mogelijk te maken en natuurlijke watersystemen te behouden en te herstellen. Ondanks de problemen met

de waterkwaliteit in de Schelde, lijkt dit riviersysteem, zeker in de toekomst, de beste mogelijkheden te bieden om te fungeren als de ecologische verbindig van zuidelijker gelegen moerassen met de moerasklimaatcorridor in Nederland.

Verbinding naar het noorden / oosten
De natte as loopt naar het noorden door tot Groningen, en zou vanuit daar moeten aansluiten op oostelijker gelegen moeras- of riviergebieden in Duitsland. De rivieren in Duitsland zijn echter zuid-noord/noordwest gericht, een rivierdalvolgende verbinding in oostelijke richting is dus niet mogelijk.
Een eerste oostelijke stap kan gemaakt worden door een verbinding te realiseren van Nederlandse moerasgebieden met het rivierdal van de Eems/Emse. Grote delen van dit rivierdal zijn aangewezen als N2000 gebieden en ook zijn er in dit rivierdal maatregelen gepland voor hoogwaterbescherming, met natuurontwikkeling als nevendoelstelling.
Vanuit het Eemsdal zou er een corridor oostwaarts moeten worden gezocht tot aan de Elbe, waarlangs de corridor zich in zuidoostelijke richting kan voorzetten.

De aansluiting van de Nederlandse Natte As met de Eems is op verschillende manieren mogelijk. Een eerste gekunstelde mogelijkheid is vanaf het Ruiten Aa/Westerwoldse Aa systeem via een aantal Groningse kanalen (Wildervankkanaal, Pagediep, Musselkanaal, B.L. Tijdenskanaal) en het afwateringskanaal Brualer Schloot in Niedersachsen. Deze laatste staat in verbinding met de Ems. De afstand tussen het Ruiten Aa systeem en de Ems bedraagt hemelsbreed zo'n 13 km.
Een geomorfologisch gezien logischere ecologische natte verbinding is te leggen via het dal van de Oereems, dat nog steeds goed in het landschap herkenbaar is. De afstand tussen de Westerwoldse Aa en de Eems bedraagt ook zo'n 13 km.

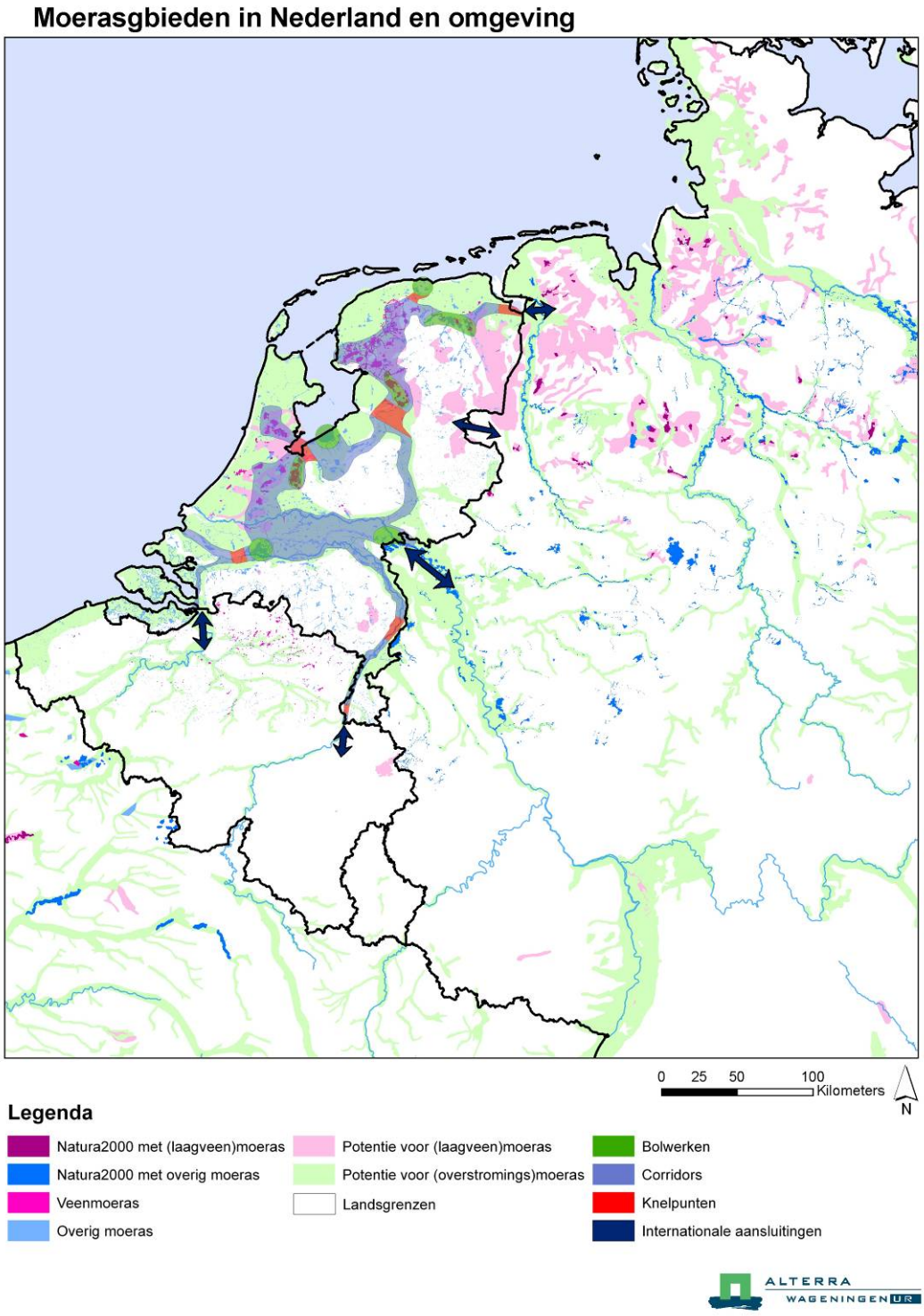
Een andere mogelijkheid is via het dal van de Overijsselse Vecht, die overgaat in de Duitse Vechte. Deze nadert het Ems-rivierdal op zo'n 10 km. Het tussenliggende gebied is onbebouwd en heeft de potentie voor de ontwikkeling van geïsoleerd moeras. Het Vechtdal heeft grote potentie voor een natuurlijke rivierdalontwikkeling, met name door het ontbreken van scheepvaart. Deze verbinding is overigens niet in het ontwerp van de moerascorridor in de Natuurbalans opgenomen. Langs de Overijsselse Vecht is een droge Robuuste Verbindingszone voor bos gepland. Een moerascorridor langs de Vecht zou de Robuuste Bosverbinding ecologisch, maar ook landschappelijk versterken. Ook het Reestdal biedt mogelijkheden als moerascorridor richting de Eems.
De strategie voor een verbinding met oostelijker gelegen moerasgebieden kan zowel via de Overijsselse Vecht als via de Groningse natte as gerealiseerd worden. Hierbij zijn de natuurlijke potenties voor de ontwikkeling van een natuurlijk Vechtdal groter dan de ontwikkeling van een functionele natte verbinding via Groningen. Een natte verbindingszone tussen de Duitse Vechte en het Emsedal is niet aanwezig, maar in het tussenliggende gebied lijkt voldoende ruimte en mogelijkheid te zijn om deze te realiseren.

Schuifknelpunten en bijdrage Robuuste Verbindingen

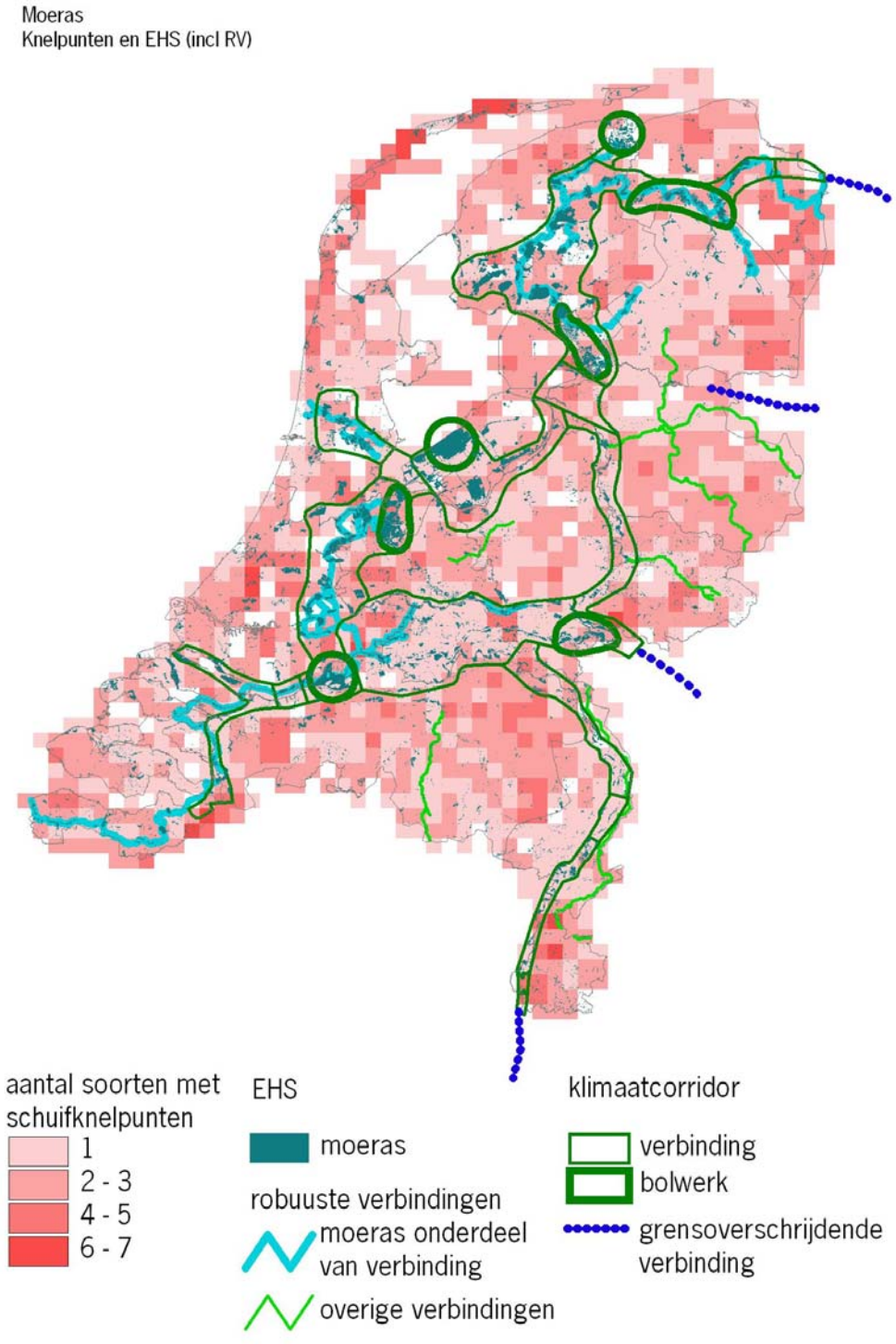
Door de gehele klimaatcorridor komen wel schuifknelpunten voor. In west Nederland met name ten noorden van de Biesbosch en ten zuidwesten van de Vechtplassen. In midden Nederland langs de randmeren en ten zuiden van de Weerribben (Polder Mastenbroek). De verschillende trajecten van de Robuuste Verbindingen in de Natte As dragen bij aan het oplossen van diverse schuifknelpunten en het is duidelijk uit figuur 9 dat de Robuuste Verbindingen van het type moeras een belangrijke bijdrage leveren aan het oplossen van knelpunten:

- Biesbosch – Zeeuws Vlaanderen
- Westelijke Natte As
- Noordelijke Natte As

In het rivierengebied liggen relatief veel plekken die tot de EHS behoren. Echter ook hier zijn knelpunten te vinden, al is het aantal soorten met schuifknelpunten is vrij klein. Er is geen Robuuste Verbinding gepland in het rivierengebied die de knelpunten zou kunnen oplossen.



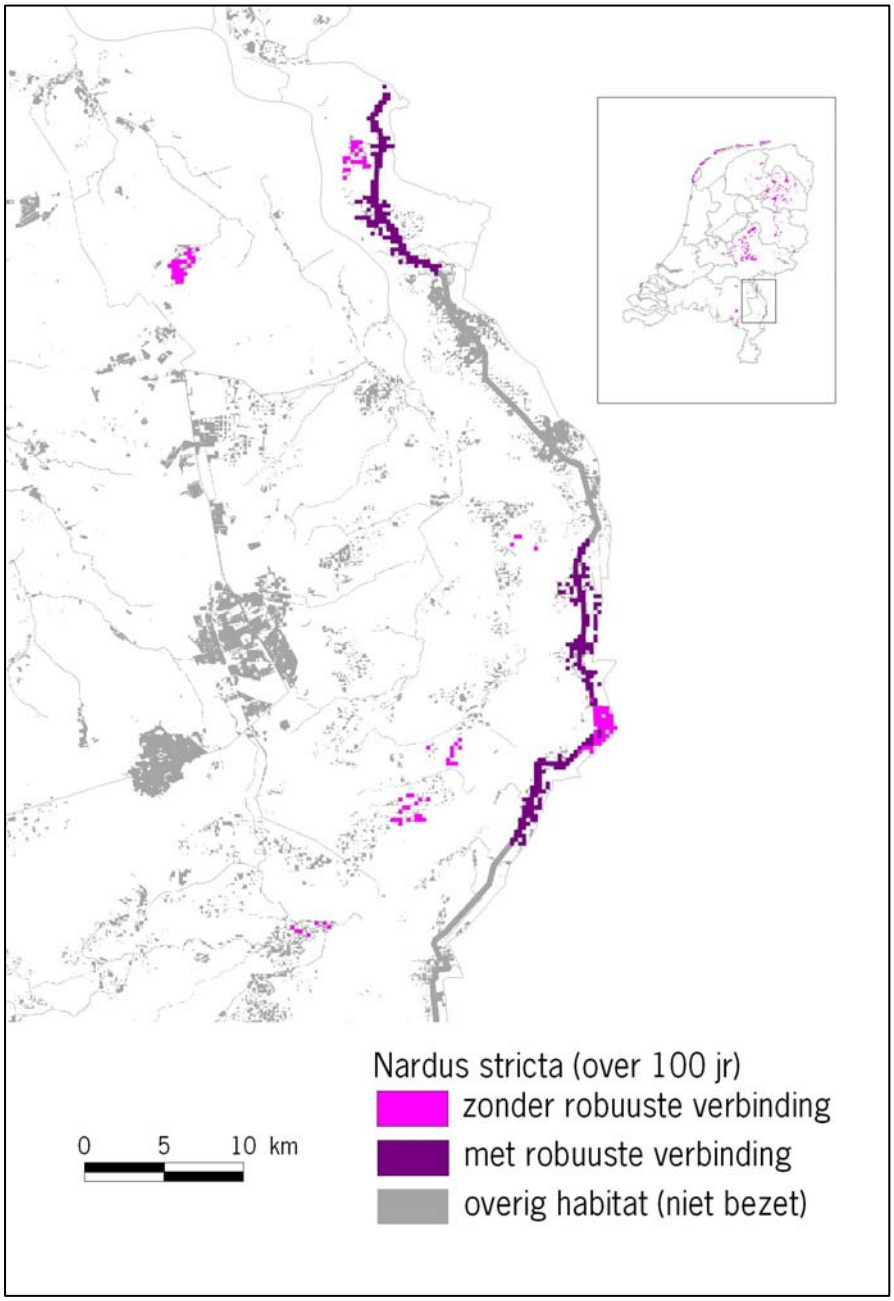
Figuur 8: Moerasgebieden in Nederland en internationale aansluiting. In deze figuur is tevens de klimaatcorridor aangegeven.



Figuur 9 Ligging van knelpunten voor het verschuiven van moerassoorten in Nederland, bossen volgens EHS plannen, ligging Robuuste Verbindingen met bos (Ministerie van LNV en Provincies 2003) en de voorgestelde moerasklimaatcorridor (Planbureau voor de Leefomgeving 2008).

3.4 Bijdrage Robuuste Verbindingen aan verschuiven plantensoorten

Plantensoorten die zich goed verspreiden (Dactylus, Maianthemum) komen na simulaties van 25 jaar in alle geschikte habitat voor. In het scenario met Robuuste Verbindingen komen ze ook in die Robuuste Verbindingen voor. De verbindingen zorgen er echter niet voor dat nieuwe habitatplekken (sneller) bereikbaar zijn, omdat de soorten daar ook zonder de Robuuste Verbindingen terecht kunnen komen.
Plantensoorten die zich slecht kunnen verspreiden (Calluna, Erica, Eriophorum, Empetrum, Primula) komen na 100 jaar nog steeds vooral heel dicht voor bij de plekken waar ze groeien in de uitgangssituatie. Ook in het scenario met Robuuste Verbindingen komen ze op diezelfde plekken voor. Robuuste Verbindingen zorgen er niet voor dat deze slechte verspreiders nieuwe habitatplekken kunnen koloniseren.
De enige soort met een intermediair verspreidings vermogen (Nardus) laat wel een effect zien van Robuuste Verbindingen. Na 100 jaar blijkt dat er in het scenario met Robuuste Verbindingen nieuwe habitatplekken gekoloniseerd worden, die na 100 jaar zonder Robuuste Verbindingen niet bereikt waren (zie figuur 10).



Figuur 10. Verspreiding van Nardus stricta *(borstelgras) na 100 jaar simulatie van het verspreidingsvermogen. (**roze**: geschikt en bezet habitat volgens EHS plannen zonder Robuuste Verbinding en **donkerpaars**: e geschikt en bezet habitat dat extra gekoloniseerd is door aanwezigheid Robuuste Verbindingen. In **grijs**: potentieel habitat, inclusief Robuuste Verbindingen.*

3.5 Synthese bijdrage alle Robuuste Verbindingen aan verschuiven van soorten

In tabel 10 wordt per traject van de Robuuste Verbindingen aangegeven wat de bijdrage is aan het oplossen van schuifknelpunten bij klimaatverandering. Op deze manier worden de resultaten van de voorgaande paragrafen geïntegreerd. Niet alleen de bijdrage aan het tot stand brengen van een klimaatcorridor, maar ook het versterken van regionale systemen, zoals bij de beekdalen, wordt in deze tabel

meegenomen. Dat laatste is ook van belang bij het klimaatbestendiger maken van de EHS (zie bv Blom *et al* 2008).
Uit de tabel valt op te maken dat de meeste trajecten van Robuuste Verbindingen een bijdrage leveren aan het realiseren en versterken van klimaatcorridors. Vooral trajecten van Robuuste Verbindingen met bossen of moeras brengen verbindingen tussen bolwerken tot stand.
Trajecten van Robuuste Verbindingen met heide zijn vooral van belang voor regionale versterking van bolwerken.
Trajecten van Robuuste Verbindingen met beekdalen leveren een bijdrage aan het regionaal versterken van beekdal systemen, zoals al eerder in dit rapport is opgemerkt en niet zo zeer aan het tot stand brengen van een klimaatcorridor op grote schaal.
De Robuuste Verbindingen Drents Plateau - Zuid Twente en Veluwe - Utrechtse Heuvelrug spelen een belangrijke rol bij de realisatie van een klimaatcorridor voor zowel bos als heide. De verbindingen in de Natte As zijn bijna stuk voor stuk nodig voor het realiseren van een klimaatcorridor voor moerassen in Nederland.

Tabel 10. Synthese bijdrage Robuuste Verbindingen aan realisatie van klimaatcorridors (door versterken van verbindingen, versterken bolwerken, etc).

verbinding	(deel) traject	bos	natte en droge heide	moeras	beekdalen
Noordelijke Natte as	Vledder Aa-Weerribben				regionale versterking
Noordelijke natte as	Weerribben-Dollard			verbinding bolwerken	
Noordelijke natte as	Hunzedal				regionale versterking
Drentsplateau-Zuid Twente	Drentsplateau-Reestdal	verbinding bolwerken	interne versterking bolwerken		
Drentsplateau-Zuid Twente	Reestdal-Haaksbergerveen		interne versterking bolwerken		
Veluwe-Noord Oost Twente	Hattem-Losser	verbinding bolwerken			
Veluwe-Utrechtse Heuvelrug	Noordelijke variant	verbinding bolwerken	verbinding bolwerken		
Veluwe-Utrechtse Heuvelrug	variant uiterwaarden			verbinding bolwerken	
Veluwe - Achterhoek	Baakse Beek		regionale versterking		regionale versterking
Westelijke natte-as	Hardinxveld - Waterland duinen			verbinding bolwerken	
Biesbosch-Zeeuws Vlaanderen	Biesbosch-Zeeuws Vlaanderen			verbinding bolwerken	
Beerze	Beerze				regionale versterking
Schinveld-Mook	Schinveld-Meinweg	verbinding bolwerken			
Schinveld-Mook	Meinweg-Mook	verbinding bolwerken			
Oostvaarders-plassen-Veluwe-Duitsland	Oostvaarderspassen-Veluwe			verbinding bolwerken	
Oostvaarders-plassen-Veluwe-Duitsland	Veluwe-Duitsland	verbinding bolwerken			
Nieuwe Hollandse Waterlinie & Stelling van Amsterdam	Nieuwe Hollandse Waterlinie * en Stelling van Amsterdam			verbinding bolwerken	
Poorten Veluwe		regionale versterking	regionale versterking		

4 Literatuurstudie corridors als klimaat adaptatiemaatregel

4.1 Inleiding

Uit modelsimulaties (inclusief klimaatenvelopmodellen) die het verschuiven van de geschikte klimaatzones van soorten voorspellen was al bekend dat klimaatverandering grote gevolgen voor de verspreidingspatronen van soorten kunnen hebben (o.a. Berry *et al.* 2002, Harrison *et al.* 2006, Pearson *et al.* 2002), en de laatste jaren verschijnt steeds meer literatuur waarin daadwerkelijke verschuivingen gerapporteerd worden. Het gaat daarbij zowel om het opschuiven van soorten naar recent geschikt geworden gebied (o.a. Parmesan & Yohe 2003, Hickling *et al.* 2006, La Sorte & Thompson2007, en Parmesan 2006 voor meer referenties) als om het verdwijnen van soorten uit zones waar het klimaat ongeschikt geworden is (Thomas *et al.* 2006). Versnipperinggevoelige soorten kunnen daarbij het probleem hebben dat habitat in de zone waarin het klimaat geschikt is geworden onbereikbaar is omdat het op te grote afstand ligt of afgesneden is door barrières als bijvoorbeeld grote verkeers- of waterwegen. Daarnaast kan een grote mate van versnippering er bij het nieuwe habitat toe leiden dat het niet of pas later voldoende draagkracht heeft om een duurzame populatie te huisvesten (van Rooij *et al.* 2007). Dit komt omdat het klimaat aan de rand van de klimaatenvelop van soorten weliswaar in principe geschikt is, maar door een nog grote mate van klimaatstress geen hoge dichtheden toelaat (Woodward 1987, Monkkonen & Mutanen 2003). Hetzelfde probleem speelt in principe aan de andere kant van de klimaatenvelop: een versnipperde populatie waarin de klimaatstress toeneemt omdat zij opschuift naar de rand van de geschikte zone, loopt door een afnemende draagkracht een grotere kans om uit te sterven. Creëren van nieuw habitat en beter verbinden van habitatplekken zijn middelen die hiertegen ingezet kunnen worden. Over het effect van deze maatregelen is reeds voldoende bekend en op dit aspect wordt daarom in dit hoofdstuk niet verder ingegaan. Ook resultaten voor verbindingen op kleine schaal (bijvoorbeeld voor bodemorganismen) en voor aquatische verbindingen zijn buiten beschouwing gelaten.

Mede vanwege de toenemende aandacht voor klimaatproblemen mogen maatregelen die connectiviteit van habitat verhogen, en met name maatregelen die het opschuiven van populaties mogelijk moeten maken zoals Robuuste Verbindingen, zich in een toenemende belangstelling van planners en bestuurders verheugen. Ze zijn inmiddels in veel beleidsprogramma's en beschermingsplannen verankerd. Een belangrijke reden is dat connectiviteitsverbetering tegenwoordig kan bogen op zowel een deugdelijke theoretische achtergrond geleverd door metapopulatie en netwerkonderzoek (zie Beier & Noss 1998, Beier *et al.* 2008, Hilty *et al.* 2006, Vos *et al.* 2007b) als op een snel toenemende hoeveelheid empirische gegevens voor het daadwerkelijk gebruikt worden van voorzieningen (Vos *et al.* 2005, Bunce *et al.* 2006). Wel is er nog steeds enige discussie over zaken die op de praktische uitvoering van maatregelen betrekking hebben (zoals als de mechanismes van functioneren van verbindingen voor verschillende soorten, het functioneren van verbindingen voor meerdere soorten, de voor soorten benodigde inrichting en dimensies van

verbindingen, de mogelijke risico's van verbinden en de baten versus de kosten van verbindingen), maar twijfel over de wijze van implementatie (Boitani *et al.* 2007) weegt in veel praktische gevallen niet meer op tegen de voordelen.
Voor verbinden als maatregel om het opschuiven van soorten mogelijk te maken, is geen alternatief beschikbaar. Daarnaast betekent verbinden in de praktijk vaak het (ten dele) herstellen van een oude, bewezen werkende, situatie. Inmiddels is afdoende aangetoond dat met name korte verbindingen gebruikt worden (Beier & Noss 1998), maar er is weinig informatie over welke intensiteit van gebruik gewenst in verband met het faciliteren van range aanpassingen en hoe de relatie daarvan met de dimensies van de te nemen maatregelen is. Het resultaat daarvan kan zijn dat vanwege het voorzorgsbeginsel zeer ruime veiligheidsmarges worden gehanteerd, deels vanwege wettelijke verplichtingen en deels omdat een niet werkende voorziening nu eenmaal zonde van het geld is. Hoe meer informatie derhalve beschikbaar is, hoe efficiënter de beschikbare middelen ingezet kunnen worden.
Voor de normen en richtlijnen in het handboek Robuuste Verbindingen (Broekmeyer & Steingröver 2001) geldt dat bij het samenstellen gebruik gemaakt is van de beste op dat moment beschikbare kennis, waarbij een redelijke onzekerheidsmarge in acht is genomen. Achtergrondonderzoek en literatuurstudies (Vos *et al.* 2005, Bunce *et al.* 2006) hebben sindsdien aangetoond dat verbindingen die kort zijn ten opzichte van de dispersieafstand van de soorten waarvoor ze bedoeld zijn werken. Maar vooral over de voorwaarden waaronder lange, multi-ecosysteem verbindingen afdoende functioneren om soorten in staat te stellen hun verspreidingsgebied aan klimaatverandering aan te passen ontbreekt nog kennis.
In deze literatuurstudie is gezocht naar resultaten voor met Robuuste Verbindingen vergelijkbare situaties en studies naar het opschuiven van verspreidingsgebieden van soorten. In verband met mogelijke risico's, maar ook vanwege de mogelijke relevante kennis, is tevens gekeken naar corridorgebruik door invasieve soorten. Aangezien het monitoren van het functioneren van al aangelegde verbindingen van het grootste belang voor het verkrijgen van gegevens is, is daarnaast ook speciaal gelet op daarvoor bruikbare technieken.

4.2 Resultaten

Binnen de Robuuste Verbindingen worden drie typen verbindingen onderscheiden (Vos *et al.* 2007b), de leefgebiedverbinding (continue habitat), de stapstenenverbinding (met daarin op geregelde afstanden een sleutelgebied) en de verbonden stapstenenverbinding (waarbij de stapstenen door geleidende of dekking gevende habitatelementen verbonden zijn). De gevonden publicaties die betrekking bleken te hebben lange verbindingen zijn zo goed mogelijk op deze typen ingedeeld (tabel 10). Daarnaast zijn de resultaten ingedeeld op drie verschillende kenmerken voor functioneren. Robuuste corridors zijn in feite lineaire delen van ecologische netwerken. Voor het functioneren ervan is het belangrijk dat soorten zich erin kunnen vestigen, reproduceren en handhaven. De gevonden literatuur is daarom in de eerste plaats gescreend op dit aspect. Bij verbindingen die bestaan uit stapstenen of sleutelgebieden is het dan nog mogelijk dat sprake is van bezetting door een aantal kleinere, niet met elkaar verbonden (netwerk)populaties. In deze situatie is werkelijk

aantonen van uitwisseling over de hele corridorlengte van belang. De beste vorm van bewijs is uiteraard het daadwerkelijke opschuiven van een soort door een corridor. Hiervoor is ook gelet op literatuur over de kolonisatie van nieuw gebied door invasieve soorten. Tabel 11 geeft een overzicht van publicaties die de verschillende functies van robuuste corridors onderbouwen.

Tabel 11. Aangetoond gebruik van lange, Robuuste Verbinding-achtige structuren.

Verbindings-Type	Gebruik als leefgebied	Functionele connectiviteit over grote afstand	Werkelijk opschuiven van verspreiding
Ononderbroken leefgebied		Cushman *et al* 2006 (gene flow)	Haddad & Tewskbury 2005 Damschen *et al.* 2006 Maheu-Giroux & de Blois 2007 Theoharides & Dukes 2007
Stapstenen met sleutelgebied	Epps *et al* 2007	Vermaat *et al* 2008 Hale *et al* 2001 Beier 1995 Dixon *et al* 2006	Theoharides & Dukes 2007
Verbonden stapstenen met sleutelgebied	Bennett 1990	Arens *et al* 2006	Theoharides & Dukes 2007

Ondanks het geringe aantal gevonden publicaties met betrekking op Robuuste Verbinding-achtige situaties, leveren ze bij elkaar toch waardevolle gegevens over het functioneren van alle drie in het Handboek Robuuste Verbindingen gedefinieerde typen verbindingen (Broekmeyer & Steingröver 2001) in de praktijk. Voor veel soorten stond al vast dat ze zich in overgebleven korte corridors kunnen handhaven of zich daarin kunnen vestigen (Vos *et al.* 2005, Bunce *et al.* 2006). Bennett (1990) toont aan dat kleine zoogdieren zich ook in een systeem van verbonden stapstenen handhaven en Epps *et al.* (2007) doen hetzelfde voor 'Bighorn sheep' (*Ovis canadensis nelsoni*) in een lange stapstenenverbinding. Grenzen voor functionele uitwisseling (aantoonbaar effect op populatieniveau) zijn aangetoond voor key-patches (= minimale hoeveelheid habitat voor duurzame populaties (Verboom *et al.* 2001)) (Vermaat *et al.* 2008) en voor de maximale afstand tussen habitatdelen (Hale *et al.* 2001). Het gevolg van uitwisseling tussen populaties is gene-flow. Voor zwarte beren (*Ursus americanus*) is gene-flow via lange verbindingen gevonden (Cushman *et al.* 2006) en tevens tussen alle deelgebieden in een keten (Dixon *et al.* 2006). Arens *et al.* (2006) vinden kolonisatie van poelen door boomkikkers over een afstand die in meerdere jaren via een opnieuw geschikt gemaakt landschap (nieuwe poelen als stapstenen) overbrugd moet zijn. Geleidelijke kolonisatie van verbindingen die lang zijn ten opzichte van de dispersie afstand, heeft effecten op populaties in habitatpatches die op deze manier met elkaar in verbinding staan; deze effecten zijn aangetoond in corridorexperimenten voor planten (Damschen *et al.* 2006) en vlinders (Haddad & Tewksbury 2005). Uit diverse studies zijn ruimtelijke normen voor verbindingen voor één of meerdere soorten af te leiden: maximale habitatonderbrekingen voor de rode eekhoorn (*Sciurus vulgaris*) (Hale *et al.* 2001) of zwarte beer (Cushman *et al.* 2006) en benodigde hoeveelheid habitat voor duurzame populaties van verschillende soorten moerasvogels (Vermaat *et al.* 2008). Beier (1993, 1995) koppelt veldwerk aan modelmatig onderzoek naar normen voor de benodigde mate van uitwisseling voor

de cougar (*Felis concolor*). Andere studies aan het gebruik van corridors geven geen expliciete ruimtelijke normen (Epps *et al.* 2007, Hale *et al.* 2001, Beier 1995) maar het kaartmateriaal van deze studies vormt wel een onderbouwing van de richtlijnen voor de Robuuste Verbindingen (Broekmeyer & Steingröver 2001).
Invasieve soorten blijken vaak gebruik te maken van smalle 'disturbance corridors' (review van uitbreidingspatronen van soorten door Theoharides & Dukes 2007). Een goed voorbeeld daarvan is de beschrijving van het uitbreidingspatroon van riet (*Phragmites australis*) in Quebec (Canada) (Maheu-Giroux & de Blois 2007).

4.3 Synthese literatuurstudie

Omdat enerzijds de hoeveelheid literatuur die met gebruik van enkel 'corridor' wordt gevonden enorm is en anderzijds veel artikelen die specifiek over lange verbindingen gaan slechts indirect boven water komen, is dit literatuuroverzicht waarschijnlijk niet uitputtend. Daarnaast is er mogelijk veel grijze literatuur relevant, die echter niet in de gangbare zoeksystemen opgenomen is.
In de gevonden publicaties valt op er geen resultaten van het monitoren van een lange verbinding worden gerapporteerd. Blijkbaar is voor geen van de aangelegde of overgebleven lange verbindingen het gebruik (lang genoeg) gevolgd. Daarbij zou de grote inspanning die een adequate monitoring (gevoelig genoeg om effecten op een redelijke termijn aan te kunnen tonen, van der Grift & Schippers in prep) een rol kunnen spelen. De conclusie is dat aantonen van het effect van lange verbindingen via het volgen van gebruik en ontwikkeling op populatieniveau een passende methode lijkt, maar dat dit in de praktijk nauwelijks te verwezenlijken is.
De meest bruikbare informatie over het werkelijk functioneren van dit type verbindingen blijkt afkomstig uit genetische studies (Arens *et al.* 2006, Cushman *et al.* 2006, Epps *et al.* 2007, Dixon *et al.* 2006, Hale *et al.* 2001). Aangezien die relatief gemakkelijk uit te voeren zijn (vooral voor zoogdieren), lijkt dit de aangewezen techniek voor monitoring. Met name omdat precies datgene wat belangrijk is gemeten wordt: de mate van uitwisseling van genetisch materiaal. Daarnaast is met deze technieken ook informatie uit museummateriaal te halen en zijn in principe ook historische uitwisselingsroutes aan te tonen.
Een andere potentiële bron van kennis over gebruik van verbindingen ligt in de uitbreidingspatronen van invasieve soorten. Onderzoek daarnaar geeft tevens inzicht in een ander belangrijk onderwerp, het mogelijke risico dat het creeëren van verbindingen in dit opzicht oplevert. Invasieve plantensoorten blijken meestal geen gebruik te maken van normale, 'natuurlijke' corridors omdat ze daar de concurrentie met de inheemse soorten moeilijk aankunnen (Theoharides & Dukes 2007). Ze maken daarentegen wel gebruik van antropogene corridors zoals bermen e.d. (en worden bij de verspreiding waarschijnlijk geholpen door de mens) en rukken daarbij veelal relatief snel op via smalle corridors (zie bijvoorbeeld Maheu-Giroux & de Blois 2007). Ook de Cane toad in Australië maakt gebruik van dergelijke routes (Seabrook and Dettmann 1996).
Publicaties over het werkelijk gebruiken van lange verbindingen door soorten die ten gevolge van klimaatverandering hun verspreidingsgebied aan het aanpassen zijn, zijn tot nu toe niet gevonden. Verbindingen met Robuuste Verbinding-achtige

karakteristieken blijken echter te kunnen dienen als verblijfshabitat en via voornamelijk genetisch onderzoek is functionele uitwisseling voor een aantal soorten aangetoond (zie verwijzingen in tabel 11). Daarnaast blijkt uit experimenten en uit studies aan invasieve soorten dat lange verbindingen het aanpassen van distributiepatronen kunnen faciliteren.
De gevonden kwantitatieve informatie over de maatvoering van lange verbindingen is minimaal, maar is wel globaal in overeenstemming met de in het handboek Robuuste Verbindingen gehanteerde normen (Broekmeyer & Steingröver 2001). Omdat de plannen voor de Robuuste Verbindingen daarnaast op een degelijk kennisfundament en op een grote hoeveelheid literatuur en praktijkgegevens gebaseerd zijn, kan worden aangenomen dat deze verbindingen hun werk zullen doen. Omdat habitat in een zone waarin het klimaat recent geschikt geworden is waarschijnlijk nog enige tijd een lage draagkracht zal hebben, zal het tijdsverloop van de werkelijke benutting van een verbinding erg afhangen van de maatvoering. Invasieve soorten, die zich ook marginaal klimaat uitbreiden, lijken om die reden ook minimaal gedimensioneerde verbindingen te kunnen gebruiken. Opmerkelijk is verder dat sommige van deze soorten hun leefgebied veel sneller dan verwacht uitbreiden, zoals de Cane toad in Australië (Phillips *et al.* 2008) en riet in Canada (Maheu-Giroux & de Blois 2007). Dit geeft aanleiding voor de veronderstelling dat selectie op betere dispersers plaatsvindt, iets wat ook bij soorten bij het volgen van hun klimaatenvelop een rol kan spelen.
Om meer over het werkelijke gebruik van verbindingen door soorten bij volgen van een klimaatgrens te weten te komen is gericht onderzoek naar het opschuiven onder verschillende versnipperingomstandigheden nodig. Lopend Nederlands onderzoek naar de interactie tussen versnippering en de verspreiding van vlindersoorten (Cormont, in prep) laat zien dat deze effecten in Nederland op basis van de beschikbare tijdreeksen van verspreidingsgegevens moeilijk hard te maken zijn, terwijl dat bijvoorbeeld in de UK voor vrijwel alle soortgroepen veel makkelijker lukt (o.a. Hickling *et al* 2006). Het valt daarom aan te bevelen om bijvoorbeeld via samenwerkingsverbanden toegang tot dergelijke data te krijgen.

5 Discussie en conclusies

De hoofdconclusie van dit onderzoek is dat de Robuuste Verbindingen van groot belang zijn voor het oplossen van schuifknelpunten die het gevolg zijn van klimaatverandering. Voor verschillende ecosysteemtypen dragen ze bij aan verschillende ruimtelijke adaptatiestrategieën. Bij moerassen dragen ze bij aan het mogelijk maken van een doorgaande klimaatcorridor; bij bossen dragen ze bij aan het mogelijk maken van het aanhaken van Nederlandse bossen aan een klimaatcorridor in Duitsland en Polen. Bij droge en natte heide en bij beekdalen leveren ze niet zo zeer een bijdrage aan een klimaatcorridor, maar wel aan het versterken van regionale bolwerken. Dat laatste is ook van belang om de ecosystemen robuuster te maken bij veranderende omstandigheden of optreden van weersextremen.

De knelpuntkaarten laten zien dat op heel veel plaatsen diersoorten problemen zullen hebben om vanuit het ene habitatnetwerk naar het andere te komen. Het gevolg is dus dat problemen te verwachten zijn bij het aanpassen van hun leefgebied met verschuivende geschikte klimaatzones. Het gaat dan vooral om soorten die een beperkt dispersievermogen hebben. Vogels hebben bijvoorbeeld vaak geen problemen vanuit hun dispersievermogen, andere soorten, zoals vlinders, wel.
De knelpuntkaarten zijn gemaakt op basis van een selectie van soorten die kenmerkend zijn voor Robuuste Verbindingen en Natura 2000 gebieden. Dat betekent dat we soorten geanalyseerd hebben die verschillen in dispersievermogen en oppervlakte behoefte en die in verschillende ecosysteemtypen voorkomen. Vanwege de verscheidenheid aan soorten nemen we aan dat de analyse een goede indicatie geeft van waar schuifknelpunten in de verschillende ecosysteemtypen liggen.

Uit de analyse van te verwachten verschuivingen van Nederlandse doelsoorten als gevolg van klimaatverandering (zie ook Vos *et al.* 2008a) is gebleken in alle ecosysteemtypen zowel uitbreidende als terugtrekkende doelsoorten voorkomen. Vooral droge heide, maar ook moerassen en bossen hebben veel warmteminnende soorten die hun verspreidingsgebied vanuit het zuiden verder in ons land zullen uitbreiden indien ze de gelegenheid hebben. In natte heide en in iets mindere mate bossen en moerassen vinden we ook veel koudeminnende soorten, die juist belang hebben bij verbindingen richting het oosten en noorden.
Voor alle onderzochte ecosysteemtypen is het dus van belang dat er verbindingen met andere gebieden zijn, met name ook met aangrenzende landen. Hoe de balans tussen uitbreidende en terugtrekkende soorten uiteindelijk zal uitpakken is moeilijk te voorspellen. Het monitoren van veranderingen in de samenstelling van taxonomische groepen, functionele groepen of andere soortgroepen (bijvoorbeeld soorten die samen in een voedselweb voorkomen) kan meer inzicht in geven in de ontwikkeling van de biodiversiteit. Ook geeft dit meer inzicht in veranderingen in het functioneren van ecosystemen.
Voor alle ecosysteemtypen geldt dat een behoorlijk aandeel doelsoorten nog niet ingedeeld zijn in klimaatresponsgroepen. Hoe groter dat aandeel, hoe meer voorzichtigheid geboden is om uitspraken te doen over hoe klimaatverandering

uiteindelijk zal uitpakken op de biodiversiteit van de ecosysteemtypen. Dit geldt bijvoorbeeld voor beekdalen.

Met de informatie van de ligging van ecosysteemtypen in aangrenzende landen waren we in staat om schuifknelpunten die opgelost dienen te worden voor diersoorten te prioriteren. Uit de analyse van prioritaire schuifknelpunten en de ligging van de Robuuste Verbindingen bleek dat de meeste verbindingen een belangrijke bijdrage leveren aan het mogelijk maken van verschuivingen van soorten.

Het is dus van belang dat de plannen voor de EHS èn die voor de Robuuste Verbindingen ook daadwerkelijk uitgevoerd worden. Bij uitblijven van de maatregelen lopen we het gevaar dat veel soorten verdwijnen, terwijl de biodiversiteit niet aangevuld wordt met nieuwe soorten.
De verandering in soortensamenstelling hoeft geen probleem te zijn voor biodiversiteit en het functioneren van ecosystemen, indien soorten die verdwijnen als het ware gecompenseerd worden door soorten met vergelijkbare functionele eigenschappen. Zonder maatregelen zullen nieuwe soorten vooral uit generalisten bestaan die zich gemakkelijk verspreiden omdat zij minder last van versnippering hebben. De kans dat nieuwe soorten die aan specifieker habitat gebonden zijn, die zich moeilijker verspreiden of die een grotere oppervlakte behoefte hebben, zich in Nederland kunnen vestigen is veel kleiner. Het gevolg is een verarming van de biodiversiteit en allerlei ecosysteem processen en een verlies aan veerkracht. Het ecosysteemtype waarin nieuwe soorten voorkomen, in hoeverre de soorten habitatspecialist, dan wel generalist zijn en de ruimtelijke randvoorwaarden (dispersievermogen, oppervlaktebehoefte) van de soorten zijn dus relevant bij de vraag of ze ook daadwerkelijk kans hebben om in Nederland te verschijnen. Deze gegevens zijn echter niet verzameld in deze studie. Dit is wel relevante informatie en zou in vervolgonderzoek meegenomen kunnen worden. Het bepaalt immers in hoeverre ze problemen met fragmentatie hebben en hun afhankelijkheid van de realisatie van de Robuuste Verbindingen. Tevens bepaalt het met welke huidige doelsoorten ze interacties aan kunnen gaan.
Hoe één en ander precies uitpakt voor verschillende natuurdoelen in Nederland hangt van veel factoren af, en kan met verder onderzoek verhelderd worden, zodat gericht maatregelen in beschermde gebieden en het tussenliggende landschap kunnen worden genomen.

Enkele schuifknelpunten worden nog niet opgelost wanneer de Robuuste Verbindingen en de EHS gerealiseerd worden volgens de huidige plannen. Resterende knelpunten zijn bijvoorbeeld de verbinding tussen de boscomplexen in Brabant/België en de aansluiting op de bossen langs de Maas. Ook de verbinding door het Rivierengebied voor de moerassen heeft aandacht nodig. Ondanks het feit dat er veel EHS gebieden in het Rivierengebied gepland is, zien we in de analyse toch dat er op veel plaatsen schuifknelpunten voor soorten liggen. Waarschijnlijk komt dit doordat de EHS in het Rivierengebied uit veel relatief kleine gebieden bestaat. Tot slot vergt de samenhang in de heidecomplexen nog extra inspanning, met name in Drenthe en Noord- Brabant. Dit wordt ook geconstateerd in Opdam & Pouwels

(2006), die deze gebieden als prioritaire gebieden aanwijzen voor het versterken van de veerkracht van met name natte heidegebieden.

Enkele Robuuste Verbindingen spelen niet zozeer een rol in het oplossen van schuifknelpunten. Voor de andere doelen die voor de Robuuste Verbindingen worden gesteld zijn ze wel van belang, zoals het behoud van biodiversiteit op regionale schaal. Voor beekdalen en heide speelt dit een rol. Bovendien spelen ze een rol in het opvangen van andere gevolgen van klimaatverandering. Hierbij valt te denken aan het opvangen van versterkte fluctuaties in populatiegrootte door het vaker optreden van weersextremen (Vos *et al* 2008a). Robuuste Verbindingen zorgen immers niet alleen voor verbindingen maar ook voor extra oppervlakte.

De methode die voor plantensoorten is gebruikt heeft aangetoond dat plantensoorten met een intermediair verspreidingsvermogen het meest baat hebben bij de aanleg van Robuuste Verbindingen om nieuwe leefgebieden te bereiken. Het werk dat in dit project aan planten gedaan is, moet gezien worden als een verkenning, waarbij slechts voor één soort een bijdrage van de Robuuste Verbindingen werd aangetoond.
De verwachting is dat voor veel meer plantensoorten de Robuuste Verbindingen van belang is, ook voor het verschuiven van hun leefgebied met verschuivende geschikte klimaatzones. Verder onderzoek naar soorten met een intermediair verspreidingsvermogen zal hier meer inzicht in opleveren.
Een aandachtspunt bij het gebruikte model is dat populaties in de huidige simulaties niet kunnen uitsterven, in werkelijkheid gebeurt dat wel. De werkelijke overleving van plantenpopulaties licht wellicht lager dan in het model gesimuleerd wordt. De verwachting is dat het belang van Robuuste Verbindingen in dat geval zal toenemen, omdat het het herstel van uitgestorven populaties zal ondersteunen.

Een opvallende uitkomst uit de literatuurstudie is, dat er voldoende empirisch bewijs is dat verbindingen op landschapsschaal werken voor soorten. Dit is echter nog niet vaak gekoppeld aan het verschuiven van geschikte klimaatzones van soorten als reactie op klimaatverandering. De effectiviteit van maatregelen als het aanleggen van Robuuste Verbindingen bij klimaatverandering kan het best onderzocht worden op grote schaal in samenwerking met internationale partners. Dergelijk onderzoek zou soortgegevens over langere perioden moeten gebruiken, vanwege de grote fluctuaties in (weers)omstandigheden, en de stochastiek van plant- en dierpopulaties. Het gebruik van genetische technieken kan waardevolle inzichten geven in verspreiding van planten en dieren over grote afstanden en langere tijd.

Literatuur

Araújo, M.B.,Thuiller, W., Pearson, R.G. 2006. Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. Journal of Biogeography 33: 1677-1688

Arens, P., Bugter, R., van't Westende, W. Zollinger, R., Stronks, J., Vos, C.C. & Smulders, M.J.M. 2006. Microsatellite variation and population structure of a recovering Tree frog (*Hyla arborea* L.) metapopulation. Conservation Genetics 7:825-835

Bakkenes, M., Alkemade, J.R.M., Ihle, F., Leemans, R., & Latour, J.B. 2002. Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050. Global Change Biology 8: 390-407.

Bal, D., Beie, H.M., Hoogeveen, Y.R., Jansen, S.R.J. & van der Reest, P.J. 1995. Handboek natuurdoeltypen in Nederland. Rapport nr 11. IKC Natuurbeheer LNV, Wageningen.

Bal, D., Beije, H.M., Fellinger, M., Haveman, R., van Opstal, A.J.F.M. & van Zadelhof, F.J. 2001. Handboek Natuurdoeltypen. Tweede, geheel herziene editie, Expertisecentrum LNV, Wageningen.

Beier, P. 1993. Determining minimum habitat areas and habitat corridors for cougars. Conservation Biology 7:94-108.

Beier, P. 1995. Dispersal of juvenile cougars in fragmented habitat. Journal of Wildlife Management 59:228-237.

Beier, P., & Noss, R.F. 1998. Do habitat corridors provide connectivity? Conservation Biology 12:1241-1252.

Beier, P., Majka, D.R. & Spencer, W.D. 2008. Forks in the road: Choices in procedures for designing wildland linkages. Conservation Biology 22:836-851.

Bennett, A.F. 1990. Habitat corridors and the conservation of small mammals in a fragmented forest environment. Landscape Ecology 4:109-122.

Berry, P.M., Dawson, T.P., Harrison, P.A. & Pearson, R.G. 2002. Modelling potential impacts of climate change on the bioclimatic envelope of species in Britain and Ireland. Global Ecology and Biogeography 11: 453-462.

Berry, P.M., Jones, A.P., Nicholls, R.J. & Vos, C.C. (eds.) 2007. Assessment of the vulnerability of terrestrial and coastal habitats and species in Europe to climate change, Annex 2 of Planning for biodiversity in a changing climate-BRANCH project Final Report. Natural England. UK

Boitani, L., Falcucci, A., Maiorano, L. & Rondinini, C. 2007. Ecological networks as conceptual frameworks or operational tools in conservation. Conservation Biology 21: 1414-1422.

Broekmeyer, M. & Steingröver, E. 2001. Handboek Robuuste Verbindingen; ecologische randvoorwaarden. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen.

Bunce, R.G.H., de Aranzabal, I., Schmitz, M.F. & Pineda, F.D. 2006. A review of the role of Drove Roads (Canãdas) as ecological corridors. Alterra report 1428.

Cushman, S.A., McKelvey, K.S., Hayden, J. & Schwartz, M.K. 2006. Gene flow in complex landscapes: Testing multiple hypotheses with causal modeling. American Naturalist 168:486-499.

Damschen, E.I., Haddad, N.M., Orrock, J.L., Tewksbury, J.J. & Levey, D.J. 2006. Corridors increase plant species richness at large scales. Science 313:1284-1286.

Dixon, J.D., Oli, M.K., Wooten, M.C., Eason, T.H., McCown, J.W. & Paetkau, D. 2006. Effectiveness of a regional corridor in connecting two Florida black bear populations. Conservation Biology 20:155-162.

Epps, C.W., Wehausen, J.D., Bleich, V.C., Torres, S.G. & Brashares, J.S. 2007. Optimizing dispersal and corridor models using landscape genetics. Journal of Applied Ecology 44:714-724.

Groot Bruinderink, G., van der Sluis, T., Pouwels, R., Lammertsma, D. (2002): Perspectives for an ecological network for red deer in the Belgian-Dutch-German border area. LUTRA 45: 19-28.

Groot Bruinderink, G., van der Sluis, T., Lammertsma, D., Opdam, P., Pouwels, R. (2003): Designing a coherent ecological network for large mammals in Northwestern Europe. Conservation Biology 17: 1-9.

Haddad, N. M., & Tewksbury, J.J. 2005. Low-quality habitat corridors as movement conduits for two butterfly species. Ecological Applications 15:250-257.

Hale, M.L., Lurz, P.W.W., Shirley, M.D.F., Rushton, S., Fuller, R.M., & Wolff, K. 2001. Impact of landscape management on the genetic structure of red squirrel populations. Science 293:2246-2248.

Harrison, P.A., Berry, P.M., Butt, N. & New, M. 2006. Modelling climate change impacts on species' distributions at the European scale: implications for conservation policy. Environmental Science & Policy 9: 116-128.

Hennekens, S.M. & Schaminée, J.H.J. 2001. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. Journal of Vegetation Science 12: 589-591.

Hickling, R., Roy, D.B., Hill, J.K. Fox, R. & Thomas, C.D. 2006. The distributions of a wide range of taxonomic groups are expanding polewards. Global Change Biology 12:450-455.

Hilty, J.A., Lidicker, W.Z.J. & Merenlender, A.M. 2006. Corridor Ecology. Island Press, Washington.

Holt, D.R., Kleitt, T.H., Lewis, M.A., Maurer, B.A. & Taper, M.L. 2005. Theoretical models of species' borders: single species approaches. Oikos 108: 18-27.

Huntley, B., Green, R..E., Collingham, Y.C. & Willis, S.G. 2007. A Climatic Atlas of European Breeding Birds. Lynx Editions, Barcelona.

Kattenberg, A. 2008. De toestand van het klimaat in Nederland 2008. KNMI, De Bilt.

Knevel, I.C., Bekker, R.M., Bakker, J.P. & Kleyer, M. 2003. Life-history traits of the Northwest European flora: The LEDA database. Journal of Vegetation Science 14: 611-614.

La Sorte, F. A., & Thompson, F. R. 2007. Poleward shifts in winter ranges of North American birds. Ecology 88:1803-1812.

Maheu-Giroux, M., & de Blois, S.. 2007. Landscape ecology of *Phragmites australis* invasion in networks of linear wetlands. Landscape Ecology 22:285-301.

Ministerie van LNV en Provincies, 2003. Afsprakendocument Robuuste Verbindingen 2004-2018.
Ministeries van V&W, LNV en VROM, 2004. MJPO, Meerjarenplan Ontsnippering.
Ministeries van VROM, LNV, VenW en EZ, 2005. Nota Ruimte.
Monkkonen, M. & Mutanen, M.. 2003. Occurrence of moths in boreal forest corridors. Conservation Biology 17:468-475.
Opdam, P. & Pouwels, R.. 2006. De Ecologische Hoofdstructuur en klimaatverandering: waar kunnen we het beste investeren in meer ecologische draagkracht? Alterra-rapport 1311.
Parmesan, C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. Annual Review of Ecology Evolution and Systematics 37:637-669.
Parmesan, C., & Yohe, G. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. Nature 421: 37-42.
Pearson, R.G., Dawson, T.P., Berry, P.M. & Harrison, P.A. 2002. SPECIES: A Spatial Evaluation of Climate Impact on the Envelope of Species. Ecological Modelling 154: 289-300.
Phillips, B.L., Chipperfield, J.D. & Kearney, M.R. 2008. The toad ahead: challenges of modelling the range and spread of an invasive species. Wildlife Research 35:222-234.
Planbureau voor de Leefomgeving. 2008. Natuurbalans 2008.
Pouwels, R., Jochem, R., Reijnen,, M.J.S.M. Hensen, S.R. & van der Greft, J.G.M. 2002. LARCH voor ruimtelijk ecologische beoordelingen van landschappen. Alterra-rapport 492.
Pouwels, R., van der Greft, J.G.M., van Adrichem, M.H.C., Kuipers, H., Jochem, R. & Reijnen, M.J.S.M. 2008. LARCH Status A. WOT Werkdocumenten nr 107.
Reijnen, M.J.S.M., Kuipers, H. & Pouwels, R. 2007. Optimalisatie samenhang ecologische hoofdstructuur; ruimtecondities voor duurzaam behoud biodiversiteit diersoorten. Alterra-rapport 1296, Alterra, Wageningen.
Seabrook, W.A., & Dettmann, E.B. 1996. Roads as activity corridors for cane toads in Australia. Journal of Wildlife Management 60:363-368.
Settele J, Kudrna O, Harpke A, Kuehn I, van Swaay C, Verovnik R, Warren M, Wiemers M, Hanspach J, Hickler T, Kuehn E, van Halder I, Veling K, Vliegenthart A, Wynhoff I, Schweiger O. 2008. Climatic Risk Atlas of European Butterflies, Biorisk 1 (Special Issue).
Theoharides, K.A., & Dukes, J.S. 2007. Plant invasion across space and time: factors affecting nonindigenous species success during four stages of invasion. New Phytologist 176:256-273.
Thomas, C.D., Franco, A.M.A. & Hill, J.K. 2006. Range retractions and extinction in the face of climate warming. Trends in Ecology & Evolution 21:415-416.
van Rooij, S., Baveco, H., Bugter, R., van Eupen, M., Opdam, P. & Steingröver, E. 2007. Adaptation of the landscape for biodiversity to climate change. Terrestrial case studies Limburg (NL), Kent and Hampshire (UK). Annex 4 of Planning for biodiversity in a changing climate - BRANCH project final report. Alterra report 1543, Alterra, Wageningen.
van der Sluis, T. (2000): Natuur over de grens. Functionele relaties tussen natuur in Nederland en natuurgebieden in grensregio's. Natuurplanbureau Werkdocument 2000/01. Alterra, Wageningen

van Wingerden, W.K.R.E., van Dam, R.I., Van der Sluis, T., Schmitz, P., Kuipers, H., Kuindersma, W. (2005): Natura2000 grensgebieden. Alterra-rapport 1061, Wageningen.

Verboom, J., Foppen, R., Chardon, J.P. Opdam, P.F.M. & Luttikhuizen, P. 2001. Introducing the key patch approach for habitat networks with persistent populations: an example for marshland birds. Biological Conservation 100: 89-101.

Verboom, J. & Pouwels, R. 2004. Ecological funcitoning of ecological networks: a species perspective. in: R.H.G. Jongman & G. Pungetti (eds) Ecological networks and greenways: concept, design, implementation. Cambridge University Press. pp 65-72.

Vermaat, J.E., Vigneau, N. & Omtzigt, N. 2008. Viability of meta-populations of wetland birds in a fragmented landscape: testing the key-patch approach. Biodiversity and Conservation 17: 2263-2273.

Vos, C.C., Baveco, J.M. & van der Veen, M. 2005. Robuuste Verbindingen. Een nadere onderbouwing van de ontwerpregels. Alterra-rapport 1206.

Vos, C.C., van der Veen, M. & Opdam, P.F.M. 2006. Natuur en klimaatverandering. Wat kan het natuurbeleid doen? Alterra, Wageningen.

Vos, C.C., Nijhof, B.S.J., van der Veen, M. Opdam, P.F.M. & Verboom, J. 2007a. Risicoanalyse kwetsbaarheid natuur voor klimaatverandering. Alterra-rapport 1551.

Vos, C.C., Opdam, P., Steingröver, E.G. & Reijnen, R. 2007b. Transferring ecological knowledge to landscape planning: a design method for robust corridors. In: J. Wu and R. Hobbs, editors. Key topics in Landscape Ecology. Cambridge University Press, Cambridge.

Vos, C.C., Kuipers, H., Wegman, R.M.A. & van der Veen M. 2008a Klimaatverandering en natuur: identificatie knelpunten als eerste stap naar adaptatie van de EHS. Alterra-rapport 1602.

Vos, C.C., Berry, P., Opdam, P., Baveco, H., Nijhof, B., O'Hanley, J., Bell, C. & Kuipers, H. 2008b. Adapting landscapes to climate change: examples of climate-proof ecosystem networks and priority adaptation zones. Journal of Applied Ecology 45: 1722-1731.

Woodward, F. I. 1987. Climate and Plant Distribution. Cambridge University Press.

Bijlage 1 Fauna soorten in knelpuntanalyses

Overzicht van de diersoorten in de knelpuntenanalyse. En de ecosystemen waarin het habitat van de soort voorkomt.

* belang van ecosysteem als habitat voor soort: 1 = van belang, 2 = van groot belang
** voor deze soorten zijn wel knelpunten berekend voor de huidige analyse, maar de kwaliteit van output van Larch om habitat te voorspellen is onzeker ('moderate' of 'bad') (Pouwels et al 2008) voor deze soorten, daarom uiteindelijk niet in de analyse.

naam	beek*	bos*	droge hei*	natte hei*	moeras*	kalkgras*	duin kwelder*	grasland (mutlif)*	akker (mutlif)*	schuif-knelpunten?	in analyse 2007	in huidige analyse
amfibieën												
Boomkikker					2					+	+	-**
Geelbuikvuurpad					2					+	+	+
Heikikker				2	1					+	+	-**
Kamsalamander	1			1	2					+	+	+
Knoflookpad				2	2					+	+	-**
Vroedmeesterpad					2					+	+	+
Poelkikker				2	1					+	+	-**
Rugstreeppad				1	2					+	+	-**
dagvlinders												
Aardbeivlinder	1		2	2	1		1			+	-	+
Bruine eikenpage		2	1		0		1			+	-	+
Bruine vuurvlinder	2	1	2	1	1					+	-	+
Donker pimpernelblauwtje	2				1					+	+	-**
Grote vuurvlinder					2					+	+	+
Grote weerschijnvlinder	2	1								+	-	+
Heivlinder			2	1			2			+	-	+
Keizersmantel		2					1			+	-	+
Klaverblauwtje	2				1	1		1		+	-	+
Koninginnenpage	2	1			2	1			1	+	-	-**
Pimpernelblauwtje	2				1					+	+	-**
Sleedoornpage		2				2				+	-	-**
libellen en juffers												
Gaffellibel	2				2					+	+	+
Gevlekte witsnuitlibel				2						+	+	+
Groene glazenmaker					2					+	+	+
Noordse winterjuffer				2	1					+	+	+
Oostelijke witsnuitlibel				2						+	+	+
Rivierrombout					2					+	+	+
reptielen												
Gladde slang		1	2	1						+	+	+
Hazelworm		2	2							+	-	+
Ringslang		2			2					+	-	-**
Zandhagedis			2				2			+	+	+

naam	beek*	bos*	droge hei*	natte hei*	moeras*	kalkgras*	duin kwelder*	grasland (mutlif)*	akker (mutlif)*	schuif-knelpunten?	in analyse 2007	in huidige analyse
vogels												
Blauwborst					2		1			+	+	+
Blauwe kiekendief			1	1	2		1			+	+	+
Boomleeuwerik			2							+	+	+
Bruine kiekendief					2		1			-	+	+
Dodaars				2	1					-	+	-**
Draaihals		1	2							-	+	+
Duinpieper			2							+	+	+
Dwergstern							2			-	+	-
Eider					2		2			+	+	-**
Grauwe kiekendief		1		2	2		1			+	+	-**
Grauwe klauwier		1	2	2			1			+	+	+
Grote karekiet					2					+	+	+
Grote stern							2			-	+	-**
Grote zilverreiger					2					-	+	+
IJsvogel	2	1			1					-	+	+
Kemphaan	1				2					-	+	+
Kleine mantelmeeuw							2			-	+	+
Kluut					1		2			+	+	+
Korhoen			2	2						-	+	+
Kwartelkoning	1				2			1		-	+	-**
Lepelaar					2		2			-	+	+
Nachtzwaluw		1	2							+	+	+
Noordse stern							2			-	+	+
Oeverzwaluw	1				2					-	+	+
Paapje	2			1	2					+	+	+
Porseleinhoen					2					-	+	+
Purperreiger					2					-	+	+
Rietzanger					2					+	+	+
Roerdomp					2					-	+	+
Roodborsttapuit	2	1	2	1	2		2			-	+	+
Snor					2					+	+	+
Strandplevier							2			+	+	-**
Tapuit			2				2			+	+	+
Velduil			1	1	2		1			-	+	+
Visdief	1				1		2			-	+	-**
Watersnip	2			1	2		1			-	+	+
Wespendief	1	2			1					+	+	+
Woudaap					2					-	+	+
Zwarte specht		2								+	+	+
Zwarte stern				2	1					-	+	-**
Zwartkopmeeuw				1	2		2			-	+	-**

naam	beek*	bos*	droge hei*	natte hei*	moeras*	kalkgras*	duin kwelder*	grasland (mutlif)*	akker (mutlif)*	schuif-knelpunten?	in analyse 2007	in huidige analyse
zoogdieren												
Bechsteins vleermuis	1	1								-	+	+
Bever	1				2		1			?	/	-**
Boommarter	2	2								+	+	+
Bosvleermuis		2			1					+	+	+
Dwergmuis	1	2			2		1	1	1	+	-	+
Eekhoorn	1	2								+	-	+
Franjestaart	2	2			1					-	+	+
Gewone baardvleermuis		2			1					+	+	+
Gewone grootoorvleermuis	2	2			1					-	+	+
Hamster									2	-	+	-
Hazelmuis		2								+	+	+
Noordse woelmuis	1				1		2			+	+	+
Otter		2			2		1			-	+	+
Rosse vleermuis		2			1					-	+	-**
Ruige dwergvleermuis		2			1					-	+	-**
Waterspitsmuis	2			1	2		1			+	-	+
Watervleermuis		2			1					-	+	+

Bijlage 2 Data bestanden internationale aansluiting

2A. Geografische bestanden voor het genereren van overzicht ligging natuur in Nederland en aangrenzende landen: bron, jaar, schaal en type bestand.

Naam kaart	Bron /lit. verwijzing	jaar	Schaal	Vector / grid-bestand
Europese bestanden				Vector
CORINE	CORINE 2000 landcover http://dataservice.eea.europa.eu/dataservice/metadetails.asp?id=1007	2000	100m	Grid
Europese Bodemkaart	SOIL GEOGRAPHICAL DATABASE OF EURASIA AT SCALE 1:1,000,000 VERSION 4 beta, 25/09/2001 http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/ESDB_Archive/ESDBv2/index.htm	2001	1:250000	Vector, polygon
Potentieel natuurlijke vegetatie	Map of the Natural Vegetation of Europe; EuroVegMap 1.01. Bohn, U., Neuhäusl, R., Hettwer, C., Gollub, G. & Weber, H. (2000-2004). Karte der natürlichen Vegetation Europas – Map of the Natural Vegetation of Europe. Maβstab/Scale 1 : 2 500 000. Part 1: Explanatory Text (in German) with CDROM. Part 2: Legend (German/English), Part 3: Map. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.	2004	1 : 2500000	Vector, polygon
Rivierenkaart	ESRI Base data Europe; Europe Rivers provides a base map layer of rivers for Europe. ESRI rivers shapefile, ESRI Data and Maps; Disk 1. http://www.esri.com	2003	1:100000	Vector, line
Landsgrenzen	Europe NUTS 0. (Nomenclature des Unités Territoriales Statistiques) refers to the Nomenclature of Territorial Units for Statistics. For more information: http://europa.eu.int/comm/eurostat/ramon/nuts/introduction_regions_en.html	2005	1:200000	Vector, polygon
Nederland				
Moerassenkaart	Moerassenkaart van Nederland (gecorrigeerde versie): % en oppervlaktes riet per helofytenmoeras; NATUUR.moeras_IBN_DLO; http://duin.natuurgegevens.nl/Portal/ptk?command=openchannel&channel=8	2008	1:25000	Vector, polygon
LGN5	http://www.lgn.nl/	2005	35m	Grid
Natuurdoeltypenkaart V3	In 2000 is op basis van de 12 verschillende provinciale natuurdoeltypenkaarten gewerkt aan één nationale kaart, waarbij de provinciale kaarten zijn getoetst aan aan de richtlijnen voor de Landelijke Natuurdoeltypenkaart en aan de doelstellingen van het Ministerie van LNV. Gebruikt is V3 2005	2005	1:25000	Vector, polygon
Bodemkaart	Bodemkaart van Nederland 1:50.000; http://www.bodemdata.nl/	2008	1:25000	Vector, polygon

Naam kaart	Bron /lit. verwijzing	jaar	Schaal	Vector / grid-bestand
Vlaanderen				
Biologische waarderingskaart versie 2	De Biologische Waarderingskaart (BWK) is een uniforme inventarisatie en evaluatie van het gehele Vlaamse grondgebied aan de hand van een set karteringseenheden die staan voor vegetaties, grondgebruik en kleine landschapselementen (lijn- en puntvormige elementen). Deze kaart is aangemaakt door het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO). Van de BWK bestaan er nog steeds 2 versies. De versie 1 dateert uit de periode 1978 – 1997 en geeft meer de algemene landschapsstructuur weer. De vernieuwde BWK, versie 2, probeert, in vergelijking met versie 1, aan meer vereisten en noden te voldoen. http://giraf.agiv.be/	1997	1:10000	Vector, polygon
Biologische waarderingskaart versie 1		2008	1:10000	Vector, polygon
Liggen GOG's en GGG's sigmaplan	GIS bestanden voor het Meest Wenselijk Alternatief van het Sigmaplan (= de grenzen zoals te zien op de SIGMA-website). 1) mwea_070710: shapefile van het volledige MWeA, met de originele grenzen (versie 10/07/2007) 2) mwea_080526_2010-gebieden: shapefile 2010-projecten met aangepaste contouren (grenscorrecties, ..., versie 26/05/2008) http://www.sigmaplan.be/index.php?pagina=8	2008	1:10000	Vector, polygon
N2000-gebieden V2005	http://www.natura.org/national_links.html			Vector, polygon
Wallonie				
N2000-gebieden V2005	http://natura2000.wallonie.be/; http://cartocit1.wallonie.be/pw/; http://www.natura.org/national_links.html	2007		Vector, polygon
Duitsland				
Belangrijke natuurgebieden Duitsland - bos	FBV_Offenland.shp FBV_Wald.shp Dr. Peter Finck Bundesamt für Naturschutz (German Federal Agency for Nature Conservation) Bonn Heide ook : http://www.mu1.niedersachsen.de/master/C7052050_N6991351_L20_D0_I598.html	2008		Vector, polygon
Belangrijke natuurgebieden Duitsland – droge natuur		2008		Vector, polygon
Belangrijke natuurgebieden Duitsland – natte natuur		2008		Vector, polygon

Naam kaart	Bron /lit. verwijzing	jaar	Schaal	Vector / grid-bestand
Watergerelateerde N2000-gebieden Nordrhein-Westfahlen	water dependent Natura2000 sites for WFD which are a subset of all Natura2000 sites in NRW State Agency for Nature, Environment and Consumer Protection Northrhine Westphalia	2008		Vector, polygon
N2000-gebieden V2005	http://www.natura.org/national_links.html; http://www.umwelt.niedersachsen.de/master/C540693_N11312_L20_D0_I598.html http://www.naturschutz-fachinformationssysteme-nrw.de/natura2000/meldedok/ http://www.bfn.de/0316_gebiete+M52087573ab0.html	2007		Vector, polygon

2B Bestanden voor het genereren van overzicht ligging natuur in Nederland en aangrenzende landen: relevantie voor ecosysteemtypen

	Moeras	Bos	Droge heide	Natte heide
Europese bestanden				
CORINE	x	x	x	x
Potentieel natuurlijke vegetatie	x	x	x	x
Bodemkaart europa	x	x	x	x
Rivierenkaart	x			
Landsgrenzen	x	x	x	x
Nederland				
Moerassenkaart	x			
LGN5	x	x	x	x
Natuurdoeltypenkaart V3	x	x	x	x
Bodemkaart				
Vlaanderen				
Biologische waarderingskaart versie 2	x	x	x	x
Biologische waarderingskaart versie 1	x	x	x	x
Liggen GOG's en GGG's sigmaplan	x			
N2000-gebieden V2005	x			
Wallonie				
N2000-gebieden V2005	x			
Duitsland				
Belangrijke natuurgebieden Duitsland – bos	x	x		
Belangrijke natuurgebieden Duitsland – droge natuur	x		x	
Belangrijke natuurgebieden Duitsland – natte natuur	x			x
Watergerelateerde N2000-gebieden Nordrhein-Westfahlen	x			
N2000-gebieden V2005	x			

Bijlage 3 Ruimtelijke plannen in Nederland en omliggende landen

Ruimtelijke plannen in Nederland en omliggende landen die effect zullen hebben op bosgebieden en moerasgebieden in Nederland en aangrenzende regio's.

Bossen:

Land	Naam plan	Regio	Gebied	Doelstelling	Effect op oppervlakte / samenhang bos	Organisatie die plan opstelt / uitvoert
Nederland	QUBIS	Groningen	Onstwedde	Uitbreiding natuur, met 100en ha.	Neemt toe, vergroot samenhang	Provincie Groningen
	POP-Drenthe	Drenthe	Drenthe	Uitbreiding van bestaande bosgebieden met 8365 ha.	+ 8365 ha.; samenhang verandert weinig	
	Nationaal Landschap NO Twente / RV Ommen – Losser - Haaksbergerveen	Overijssel	Vecht corridor? RV richting D	Nieuwe natuur 175 ha + andere geb. 1000+ ha.	Sterke verbetering samenhang; onduidelijk of het bos is	Provincie Overijssel
	POP Overijssel	Overijssel	Provincie	Bebossing landbouwgrond	?	Provincie Overijssel
	Gelderse Poort	Gelderland	Rivierengebied	Natuurlijke rivierlandschappen met ruimte voor rivier en natuur	Positief, toename van ooibossen en bossen op oeverwal; belangrijke verbinding Veluwe-Reichswald. Robuuste Verbinding. Streven is vergroten van 1200 ha tot 5000 ha 2015.	Nat. Landschap Gelderse Poort, Staatsbosbeheer, Stichting Ark
	Maasduinen	Limburg	RV Oostelijke Maasoever	Verbinden Gelderland/ Limburg met Duitsland	Positief, verbindend. Wat er aan bos bijkomt is onduidelijk.	Provincie Limburg
	EV Geul-Gulp-Maasdal	Limburg	Westelijke Maasoever	Verbinding Limburg met Belgie	Enige vergroting samenhang; uitbreiding natuur langs beken	Provincie Limburg
	Drielandenpark	Limburg	Vaals	Verkennnende fase Verbinding met Belgie en Duitsland	?0	

Land	Naam plan	Regio	Gebied	Doelstelling	Effect op oppervlakte / samenhang bos	Organisatie die plan opstelt / uitvoert
	Zuid Nederland	Noord-Brabant	-	RV lijkt vooral relevant voor beekdalen en heide	Weinig initiatieven	-
Duitsland	Verbinding Twente-Münsterland	Grensregio Duitsland	Münsterland	Verbinden Duitsland met de Veluw	Onduidelijk hoeveel gebeurd ivm gelden; grotere samenhang;	Regierungsbezirk Münster, NRW
	Gelderse Poort / Bereich Grenzwald	Nordrhein-Westfalen	Rivierengebied	Natuurlijke rivierlandschappen met ruimte voor rivier en natuur; grünbrücken aanleg bij Nettetal en Straelen	Positief, toename van ooibossen en bossen op oeverwal; belangrijke verbinding Veluwe-Reichswald.	Gemeinde Kleve, Regierungsbezirk Düsseldorf
	Naturpark Schwalm-Nette	Oostelijke Maasoever	Naturpark Schwalm-Nette	Omvorming tot natuurlijker loofbossen, verwijderen exoten	Vergroting oppervlak bos	Kreis Heinsberg, Forstamt Mönchengladbach
Vlaanderen	Montagne –St. Pierre ALbertkanaal			Hier ligt een groter cluster natuur, verbonden met EHS Limburg (NL)		?
Wallonie						

Moerassen

land	Naam plan	regio	gebied waarop plan betrekking heeft	doelstelling	Effect op oppervlakte / samenhang moeras	Organisatie die plan opstelt / uitvoert
Nederland	Samenwerken met water	Nederland	nationaal	Veiligheid tegen overstroming en zoetwatervoorziening	Positief: aandacht voor trits waterbeheer. Negatief: verhogen van Ijsselmeerpeil. Netto effect nog onduidelijk	Deltacommissie iov regering
	Robuuste Verbindingen	Nederland	regionaal	Realisatie robuuste natuurcorridors ter versterking van de EHS	Planning en realisatie van natte as	Ministerie van LNV

land	Naam plan	regio	gebied waarop plan betrekking heeft	doelstelling	Effect op oppervlakte / samenhang moeras	Organisatie die plan opstelt / uitvoert
	Kaderrichtlijnwater	Europa	Regionaal / nationaal / internationaal	Beschermen van aquatische ecosystemen en daarmee verband houdende ecosystemen en gebieden, en het duurzaam gebruik van water en het aquatisch milieu	Verbetering chemische en ecologische waterkwaliteit	Waterschappen en Rijkswaterstaat
	Ruimte voor de Rivier	Nederland	Regionaal	Veiligheid tegen overstroming en vergroting ruimtelijke kwaliteit rivierbed grote rivieren	Meer ruimte voor overstromingsnatuur	Rijkswaterstaat
	Ruimte voor de Vecht	Nederland	Regionaal	Veiligheid tegen overstroming en vergroting ruimtelijke kwaliteit Vechtdal	Meer ruimte voor overstromingsnatuur	Provincie Overijssel ism andere overheden en organisaties
Duitsland	N2000 en nationale natuurbeschermingswet (ontwikkelen Biotopverbund)	Europa	nationaal	Bescherming N2000 gebieden en creëren van een functioneel samenhangend ecologisch netwerk (o.a. voor moeras)	Afhankelijk van de ambities; (sterk) positief	Bundesamt fur Naturschutz
	Hoogwaterbescherming splannen (georganiseerd per riviercommissie en/of deelstaat)	Duitsland	Rivier- en beekdalen	Creëren van overstromingsgebieden voor veiligheid en natuur	positief	Riviercommissies, diverse overheden
	KRW	Nordrhein-Westfalen	Rijnstroom-gebied	Coordinatie uitvoering KRW, waaronder ontwikkelen van een ecologisch samenhangend riviersysteem	Verbetering waterkwaliteit, aanleg vispassages, planning en aanleg ecologisch netwerk langs de Rijn voor bos en nat grasland	Internationale commissie ter bescherming van de Rijn

land	Naam plan	regio	gebied waarop plan betrekking heeft	doelstelling	Effect op oppervlakte / samenhang moeras	Organisatie die plan opstelt / uitvoert
	KRW	Niedersachsen	Eemsstroom-gebied	Coordinatie uitvoering KRW, waaronder ontwikkelen van een ecologisch samenhangend riviersysteem	Verbetering waterkwaliteit	Internationale commissie ter bescherming van de Eems
	Ecologisch netwerk	Duitsland	Nationaal / regionaal	Planning van een nationaal ecologische netwerk	Doelstelling; samenhangend stelsel van onder meer moerasssen	Bundesambt fur Naturschutz, bundeslander
Vlaanderen	SIGMAplan, onderdeel van Ontwikkelingsschets 2010	Deel Vlaanderen	Zeeschelde en zijrivieren	Hoogwaterbescherming en natuurontwikkeling in het gebied van de Zeeschelde	In potentie positief door het plannen van gecontroleerde overstromingsgebieden en gecontroleerde getijdegebieden Al aangelegd: 533 ha, gepland voor nabije toekomst: 600ha Gepland voor verre toekomst: enkele duizenden ha.	Organisaite “Waterwegen en Zeekanaal NV” in opdracht van de Vlaamse regering
	Ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium	Deel Vlaanderen	Riviergebied Schelde	Ontwikkelen gezond en multifunctioneel estuarien watersysteem in Schelde	Nog weinig	Vlaamse en Nederlandse overheid
	KRW	Deel Vlaanderen	Stroomgebied Schelde	coordinatie aanpak KRW tussen landen	Nog weinig	Internationale commissie ter bescherming van de Schelde
	N2000	Vlaanderen	Vlaanderen	Bescherming natuurgebieden, waaronder moerassen en beekdalen	??	Vlaamse overheid
	Integraal waterbeleid	Vlaanderen	Vlaanderen	Vrije migratie voor vis, behoud en herstel natuurlijke watersystemen	Positief; betere waterkwaliteit en connectiviteit	Vlaamse overheid

land	Naam plan	regio	gebied waarop plan betrekking heeft	doelstelling	Effect op oppervlakte / samenhang moeras	Organisatie die plan opstelt / uitvoert
Wallonie	N2000	Wallonië	Wallonië	Bescherming natuurgebieden, waaronder moerassen en beekdalen	??	Vlaamse overheid
	KRW	Groot deel Wallonie	Stroomgebied Maas en zijrivieren	Coordinatie aanpak KRW tussen landen	Nog weinig	Internationale commissie ter bescherming van de Maas
	P.L.U.I.E.S.	Deel Wallonie	Rivier- en beekdalen van Maas en zijrivieren	Schade door overstromingen voorkomen en bestrijden	Kansen voor overstromingsnatuur in beekdalen en beekmondingen	Initiatief van de regering van Wallonie