

Meerjarenprogramma Ontsnippering en de *Natte As*

Meerjarenprogramma Ontsnippering en de *Natte As*

Quick-scan ontsnipperende maatregelen in robuuste verbindingen

E.A. van der Grift

C.C. Vos

B.J.H. Koolstra

H. Kuipers

Alterra-rapport 1309

Alterra, Wageningen, 2006

REFERAAT

Grift, E.A. van der, C.C. Vos, B.J.H. Koolstra & H. Kuipers, 2006. *Meerjarenprogramma Ontsnippering en de Natte As; Quick-scan ontsnipperende maatregelen in robuuste verbindingen*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1309. 101 blz.; 15 fig.; 21 tab.; 17 ref.

In opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit is een verkenning uitgevoerd naar mogelijke maatregelen om de robuuste verbindingen binnen de Natte As te 'ontsnippen' op plaatsen waar deze rijksinfrastructuur (verkeers-, spoor- en vaarwegen) kruisen. Per knelpuntlocatie is bepaald welke principeoplossingen voor ontsnippering mogelijk zijn, in welke mate deze oplossingen de doelen van de betreffende robuuste verbinding realiseren en of er voor het wegnemen van het knelpunt additionele maatregelen in de directe omgeving van de infrastructuur zijn vereist. Per locatie is ook een globale kostenindicatie gegeven. Tevens brengt het onderzoek in beeld wat de te verkiezen volgorde is waarmee de knelpunten binnen de robuuste verbindingen van de Natte As moeten worden aangepakt. Het verschil in ecologisch rendement tussen knelpuntlocaties vormt de basis voor deze prioriteitstelling.

Trefwoorden: ontsnippering, *Natte As*, robuuste verbinding, prioriteitstelling, habitat-fragmentatie, faunapassage, infrastructuur, LARCH, duurzaamheid.

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door € 20,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 1309. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2006 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

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

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

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	13
1.1 Waarom een quick-scan?	13
1.2 Doelstelling	14
1.3 Onderzoeksaanpak	14
1.4 Afbakening van het onderzoek	15
2 Prioritering van knelpunten	19
2.1 Methode	19
2.1.1 Vaststellen toetsingscriteria	19
2.1.2 Criterium 1, 2 en 4: Analyse duurzaamheid habitatnetwerken	22
2.1.3 Criterium 3: Analyse bereikbaarheid nieuwe leefgebieden	28
2.1.4 Criterium 5: Verkenning alternatieven voor areaalverschuivingen	30
2.1.5 Prioriteitstelling	30
2.2 Resultaten	31
2.2.1 Criterium 1: Duurzaamheid habitat mobiele soorten	31
2.2.2 Criterium 2: Duurzaamheid habitat matig mobiele soorten	32
2.2.3 Criterium 3: Bereikbaarheid nieuwe leefgebieden	34
2.2.4 Criterium 4: Duurzaamheid habitat weinig mobiele soorten	35
2.2.5 Criterium 5: Alternatief voor areaalverschuivingen	36
2.2.6 Prioriteitstelling	37
2.3 Discussie	38
3 Advies ontsnipperende maatregelen <i>Natte As</i>	41
3.1 Robuust ontsnipperen	41
3.2 Werkwijze	45
3.3 Workshops	48
3.4 Resultaten	48
3.4.1 Knelpunten West-Nederland	48
3.4.1.1 Technische haalbaarheid principeoplossingen	48
3.4.1.2 Additionele maatregelen in de directe omgeving	49
3.4.1.3 Advies per knelpuntlocatie	50
3.4.1.4 Kosten	58
3.4.2 Knelpunten Noord-Nederland	60
3.4.2.1 Technische haalbaarheid principeoplossingen	60
3.4.2.2 Additionele maatregelen in de directe omgeving	61
3.4.2.3 Advies per knelpuntlocatie	62
3.4.2.4 Kosten	68
3.5 Discussie	70
4 Conclusies	71

Literatuur	73
------------	----

Bijlagen

1 Knelpunten Meerjarenprogramma Ontsnippering	75
2 Duurzaamheidsanalyses met LARCH	77
3 Analyse bereikbaarheid nieuwe leefgebieden: selectie van soorten	81
4 Huidige verspreiding doelsoorten	83
5 Ligging van de knelpuntlocaties	85
6 Verkenning hoogteligging infrastructuur	89
7 Verkenning bestaande kunstwerken	93
8 Verkenning kanalen	97
9 Verkenning maatregelen directe omgeving	99

Woord vooraf

De Ecologische Hoofdstructuur (EHS) is ongeveer 730 duizend hectares aaneengesloten en verbonden natuur in Nederland. Dit moet in 2018 af zijn. Ongeveer een vijfde van ons land bestaat dan uit natuur. Voor het succes van dit ambitieuze project is het verbinden en laten aansluiten van natuur (ontsnippering) van groot belang. In het Meerjarenprogramma Ontsnippering (MJPO) uit 2004, een gezamenlijk initiatief van de ministers van Volksgezondheid Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM), Verkeer en Waterstaat (V&W) en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV), staan plannen om barrières tussen natuur en rijksinfrastructuur op te heffen. Dit gebeurt in nauwe samenwerking met provincies en andere betrokkenen in het veld.

Op de LNV-begroting is in het kader van het MJPO tot 2018 ongeveer 160 miljoen euro gereserveerd voor het oplossen van 43 knelpunten in de robuuste verbindingen. Onder regie van de provincies stellen de provinciale MJPO-platforms hiertoe voorstellen op. Vooral de natte natuurgebieden in West- en Noord-Nederland, de zogeheten Natte As, vereisen nauwkeurigheid en creativiteit. In tegenstelling tot de natuur in droge gebieden, is de natte natuur gebonden aan water en het natte grondprofiel. Maatregelen die te maken hebben met onder andere waterpeil, waterlopen en dijkvoorzieningen zijn vaak ingrijpend.

Het ministerie van LNV heeft Alterra verzocht een onderzoek uit te voeren naar de (alternatieve) mogelijkheden voor ontsnipperende maatregelen in de robuuste verbindingen in de Natte As. Dit is een aanvulling op de verschillende verkenningen die reeds in opdracht van provincies zijn uitgevoerd. Van belang is hierbij het ecologisch rendement en het beschikbare budget. Ten behoeve van deze studie zijn in Leeuwarden en in Utrecht goedbezochte workshops georganiseerd. Betrokkenen als provincies, LNV, Rijkswaterstaat, ProRail en de Dienst Landelijk Gebied (DLG) reageerden daarbij op de voorlopige resultaten. Deze workshops onderstrepen de gezamenlijke en gebiedsgerichte aanpak die kenmerkend is voor het MJPO.

Het resultaat van de studie ligt voor u. Zonder te pretenderen dat nu alle mogelijke problemen uit de weg zijn geruimd, mag de conclusie zijn dat dankzij dit onderzoek meer zicht is gekomen op de uitvoerbaarheid van het MJPO. Deze studie kan een belangrijke bijdrage leveren aan het succes van dat meerjarenprogramma.

Mr. Giuseppe B. Raaphorst
Directeur Natuur
Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit

Samenvatting

Waarom deze quick-scan?

In het kader van de uitvoering van het *Meerjarenprogramma Ontsnippering* (MJPO) zijn de provincies bezig met de programmering van ontsnipperende maatregelen bij rijksinfrastructuur (verkeers-, spoor- en vaarwegen) in de robuuste verbindingen. Mede met het oog op het *Investeringsbudget Landelijk Gebied* (ILG), waarin de ontsnipperende maatregelen voor de periode 2007-2013 zullen worden opgenomen, is het van belang in beeld te krijgen welke maatregelen kunnen worden uitgevoerd en hoeveel deze maatregelen bij benadering kosten. Uit eerste verkenningen ten behoeve van de provinciale programmering blijkt dat ontsnipperingsmaatregelen binnen de robuuste verbindingen van de *Natte As* veelal complex en kostbaar zijn.

Bij de verkenning van de mogelijkheden voor ontsnipperende maatregelen binnen robuuste verbindingen van de *Natte As* zijn de vuistregels gebruikt uit het *Handboek Robuuste Verbindingen*. Deze vuistregels zijn gebaseerd op een uit ecologisch oogpunt zo optimaal mogelijk ontwerp van de ontsnipperende maatregelen in robuuste verbindingen. De verkenning werpt de vraag op of er alternatieve, minder kostbare ontsnipperingsmaatregelen mogelijk zijn, waarbij toch de ecologische doelen voor de robuuste verbindingen in de *Natte As* kunnen worden gehaald. Anders gezegd: in hoeverre kan er worden afgeweken van de in het handboek gegeven maatvoering voor ontsnipperende maatregelen, en wat betekent dit naar verwachting voor de effectiviteit van de robuuste verbinding? Ook de volgorde en snelheid waarmee de knelpunten worden aangepakt roept vragen op: Welke maatregelen hebben naar verwachting het grootste ecologische rendement in termen van duurzaamheid van populaties en dienen dan ook bij voorkeur vroeg geprogrammeerd te worden? En voor welke knelpunten is een zogenoemde “gefaseerde ambitie” een optie, waarbij vooralsnog met minder robuuste maatregelen kan worden volstaan?

Het doel van deze quick-scan is het in beeld brengen van mogelijke maatregelen om de robuuste verbindingen in de *Natte As* te ontsnipperen en de te verkiezen volgorde waarmee de knelpunten binnen de *Natte As* worden aangepakt.

Onderzoeksaanpak

Het onderzoek bestaat globaal uit twee onderdelen: (A) Prioritering van knelpunten; (B) Advies voor ontsnipperende maatregelen in de *Natte As*. De prioriteitstelling van knelpunten is in deze quick-scan gebaseerd op verschillen in de mate waarin het oplossen van een knelpunt bijdraagt aan het behalen van gestelde doelen voor de betreffende robuuste verbinding (ecologisch rendement). Om dit ecologisch rendement te bepalen is gebruik gemaakt van: (1) modelanalyses die de duurzaamheid van populatienetwerken in beeld brengen; (2) onderzoek naar de bereikbaarheid van nieuwe leefgebieden voor de doelsoorten van de robuuste verbindingen op basis van de huidige verspreiding van soorten; (3) een verkenning van alternatieve tracés voor (deeltrajecten van) de robuuste verbindingen om grootschalige areaalverschuivingen mogelijk te maken. Locatiespecifieke oplossingen voor knelpunten in de robuuste

verbindingen van de *Natte As* zijn in deze quick-scan verkend en beoordeeld op basis van: (1) verkenningen door regionale ontsnipperingsteams; (2) een veldbezoek; (3) twee regionale workshops (West- en Noord-Nederland) met bij de programmering van de ontsnipperende maatregelen betrokken instanties. Per knelpuntlocatie is onderzocht welke typen ontsnipperende maatregelen mogelijk zijn, wat deze globaal kosten, hoe haalbaar de verschillende maatregelen zijn in relatie tot de huidige hoogteligging van de te kruisen infrastructuur, of er gebruik kan worden gemaakt van bestaande kunstwerken en in welke mate de verschillende oplossingen aan de ecologische doelen van de robuuste verbindingen voldoen. Deze quick-scan doet geen uitspraken over de maatschappelijke en bestuurlijke haalbaarheid van de ontsnipperingsvoorstellen c.q. aanpassingen in de ligging van robuuste verbindingen.

Prioriteitstelling van knelpunten

De robuuste verbindingen van de *Natte As* kruisen op 42 locaties rijkswegen, spoorwegen of belangrijke vaarwegen. Op sommige plaatsen zijn wegen, spoorwegen en/of kanalen gebundeld. Voor de prioriteitstelling in deze quick-scan konden daarom 22 knelpuntlocaties worden onderscheiden die één of meer infrastructurele werken omvatten. Van de 22 knelpuntlocaties verdienen er 9 (41%) een hoge prioriteit. Drie van deze knelpuntlocaties met hoge prioriteit liggen in robuuste verbindingen van de *Natte As* met ambitieniveau B2; zes knelpuntlocaties liggen in robuuste verbindingen van de *Natte As* met ambitieniveau B3. Het aantal knelpuntlocaties met een hoge prioriteit voor West- en Noord-Nederland is respectievelijk 2 en 7.

De prioriteitstelling is een hulpmiddel bij het bepalen van de volgorde voor het nemen van ontsnipperende maatregelen. De prioriteitstelling is *niet* gericht op het onderbouwen van nut en noodzaak van de aanleg van (deeltrajecten van) robuuste verbindingen en/of het selecteren van knelpuntlocaties waar ontsnipperende maatregelen eventueel achterwege kunnen blijven. De prioriteitstelling is tevens géén advies voor de robuustheid van de ontsnipperende maatregelen. Wel kan het worden ingezet om de urgentie van vervanging van ‘conventionele’ door robuuste ontsnipperende maatregelen te bepalen en besluiten te nemen over een eventuele ‘gefaseerde ambitie’. Het faseren van ambities is in lijn met de leemten in kennis en ervaring over het effectief ontsnipperen van natte natuur en het realiseren van functionele ecosysteemverbindingen. Het opstarten van monitoring bij gerealiseerde maatregelen in de *Natte As* en zodoende het optimaliseren van het leereffect is een sleutelfactor om een goede invulling aan de gefaseerde ambities te geven.

Technische haalbaarheid ontsnippering bij wegen/spoorwegen

Er zijn in deze quick-scan voor de ontsnippering van verkeers- en spoorwegen in de robuuste verbindingen vier principeoplossingen gedefinieerd. Principeoplossing I is functioneel voor robuuste verbindingen met ambitieniveau B1. Principeoplossing II is functioneel voor robuuste verbindingen met ambitieniveau B1 of B2. De principeoplossingen III en IV, die verschillen in robuustheid, zijn functioneel voor robuuste verbindingen met ambitieniveau B1, B2 of B3. Principeoplossing I en II maken het slechts mogelijk om een *soortverbinding* te maken, waarmee de passage van de doelsoorten is gefaciliteerd. Principeoplossingen III en IV maken het mogelijk om

een *ecosysteemverbinding* te maken, waarbij de ecosystemen (met zowel alle doel- als overige soorten) aan weerszijde van de barrière fysiek met elkaar verbonden worden.

Voor wegen en spoorwegen geldt dat op maximaal 15% (West-Nederland) en 27% (Noord-Nederland) van de voorkeurslocaties de huidige hoogteligging van de infrastructuur voldoet aan de randvoorwaarden voor de aanleg van ontsnipperende maatregelen type III en IV. Om deze typen te realiseren zijn op de meeste voorkeurslocaties dus aanpassingen aan de hoogteligging van de weg c.q. het spoor nodig. Wanneer ook de alternatieve locaties in beschouwing worden genomen, is het beeld gunstiger: tot maximaal 38% (West-Nederland) en 64% (Noord-Nederland) van de barrières kan met type III of IV ontsnipperd worden bij handhaving van de huidige hoogteligging. Principeoplossing type II kan op circa de helft van de voorkeurslocaties worden gerealiseerd zonder dat de hoogteligging van de (spoor)weg aanpassing behoeft. Inclusief de onderzochte alternatieve locaties geldt dat maximaal 69% (West-Nederland) en 82% (Noord-Nederland) van de barrières zonder aanpassingen in hoogteligging mogelijkheden biedt voor deze principeoplossing. Principeoplossing type I is bijna overal te realiseren. Ingeval alternatieve locaties worden betrokken zelfs tot 100% van alle locaties.

De mogelijkheden om gebruik te maken van bestaande kunstwerken is voor wegen en spoorwegen over het algemeen gering op de voorkeurslocaties, variërend van 0-8% (West-Nederland) en 9% (Noord-Nederland) voor type III en IV, 15-23% (West-Nederland) en 18-27% (Noord-Nederland) voor type II, tot 54% (West-Nederland) en 73% (Noord-Nederland) voor type I. Wanneer ook de alternatieve locaties voor ontsnippering worden beschouwd nemen deze percentages toe tot respectievelijk 8-23% (West-Nederland) en 9-27% (Noord-Nederland) voor type III en IV, 38-46% (West-Nederland) en 36-45% (Noord-Nederland) voor type II en 85-92% (West-Nederland) en 91-100% (Noord-Nederland) voor type I. Het realiseren van een principeoplossing type III of IV zal in de meeste situaties dus vragen om de aanleg van nieuwe kunstwerken.

Technische haalbaarheid ontsnippering bij kanalen

Er zijn in deze quick-scan voor de ontsnippering van kanalen in de robuuste verbindingen drie principeoplossingen gedefinieerd: (I) minimaal, (II/III) suboptimaal en (IV) maximaal. De principeoplossingen voor kanalen zijn naar verwachting alle geschikt voor de doelsoorten voor de *Natte As*, met uitzondering van de vissen en slecht-verspreidende planten. Het passeerbaar maken van kanalen (in de dwarsrichting) voor vissen vraagt om een waternverbinding tussen het kanaal en de omliggende wateren van de robuuste verbinding. Het is onbekend in welke mate kanalen een barrière vormen voor slecht-verspreidende planten c.q. in welke mate de principeoplossing de passeerbaarheid vergroten.

Voor alle kanalen geldt dat de drie principeoplossingen op zowel alle onderzochte voorkeurslocaties als alle alternatieve locaties mogelijk zijn. Op de voorkeurslocaties van twee kanalen (Kanaal van Steenenhoek en Amsterdam-Rijnkanaal) is geen open waternverbinding tussen het kanaal en de (toekomstige) wateren van de robuuste verbinding. Kruising van het Kanaal van Steenenhoek kan echter worden vermeden

door te kiezen voor een alternatief tracé voor de robuuste verbinding. Voor het Amsterdam-Rijnkanaal kan een waterverbinding met de wateren van de robuuste verbinding wel worden gevonden op een alternatieve locatie.

Additionele maatregelen in de directe omgeving

Op veel knelpuntlocaties bij wegen en spoorwegen is onvoldoende ruimte voor het goed inpassen van een robuuste ontsnipperende maatregel. Bebouwing op korte afstand van de knelpuntlocatie en/of nabijgelegen infrastructuur van een lagere orde vormen op deze plekken de belangrijkste obstakels voor het creëren van een goede verbinding. Door te kiezen voor alternatieve knelpuntlocaties kunnen op sommige plaatsen problemen worden vermeden. Aanpassingen van overige infrastructuur blijven echter nodig bij 50% (West-Nederland) en 63% (Noord-Nederland) van de knelpuntlocaties bij verkeerswegen en bij 29% van de knelpuntlocaties bij spoorwegen in West-Nederland. Voor de knelpuntlocaties met kanalen geldt dat altijd aanpassingen nodig zijn aan infrastructuur parallel aan het kanaal. Tevens geldt voor zowel alle voorkeurslocaties als alternatieve locaties dat het plaatselijk verleggen van de waterkering/kanaaldijk nodig is voor een goede inpassing van de ontsnipperende maatregelen.

Advies ontsnippering

Voor West-Nederland is het advies de aanleg van een type III (of II/III ingeval van kanalen) op 14 locaties en een type IV op 3 locaties. Voor tien locaties met een principeoplossing type III is voorgesteld de ambitie te faseren, waarbij op de korte termijn wordt volstaan met een principeoplossing type I (8 locaties) of type II (2 locaties). Voor Noord-Nederland is het advies de aanleg van een type II op 3 locaties, een type III op 7 locaties en een type IV op 3 locaties. Voor twee van de locaties met een principeoplossing type III is voorgesteld de ambitie te faseren, waarbij op de korte termijn wordt volstaan met een principeoplossing type I (1 locatie) of type II (1 locatie).

Kosten

De kosten voor het robuust ontsnipperen van de in deze quick-scan onderzochte knelpuntlocaties in de *Natte As* zijn geschat op respectievelijk 61,5 en 80 miljoen euro in West- en Noord-Nederland op basis van zeer globale kostenindicaties. Dit is exclusief de kosten voor eventuele additionele maatregelen in de directe omgeving van de infrastructurele barrières.

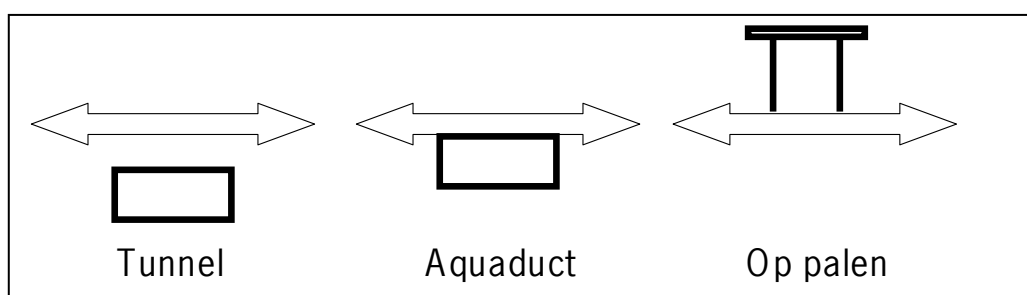
1 Inleiding

1.1 Waarom een quick-scan?

In het kader van de uitvoering van het Meerjarenprogramma Ontsnippering (MJPO; Ministerie van Verkeer en Waterstaat 2004) – het beleidskader voor ontsnippering van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) – zijn de provincies bezig met de programmering van ontsnipperende maatregelen in de robuuste verbindingen. Mede met het oog op het Investeringsbudget Landelijk Gebied (ILG), waarin de ontsnipperende maatregelen voor de periode 2007-2013 zullen worden opgenomen, is het van belang in beeld te krijgen welke maatregelen kunnen worden uitgevoerd en hoeveel deze maatregelen bij benadering kosten.

Uit eerste verkenningen ten behoeve van de provinciale programmering blijkt dat binnen de robuuste verbindingen een aantal kostbare ontsnipperingsmaatregelen is geprogrammeerd die het beschikbare budget overstijgen. Deze maatregelen, die tot nu toe slechts op hoofdlijnen zijn uitgewerkt, zijn gebaseerd op de ecologisch optimale maatvoering uit het *Handboek Robuuste Verbindingen* (Broekmeyer & Steingröver 2001). Het probleem van de hoge kosten speelt vooral bij maatregelen in de *Natte As* in West- en Noord-Nederland.

In tegenstelling tot robuuste verbindingen die gericht zijn op ‘droge’ ecosysteemttypen, zijn er bij verbindingen voor natte ecosystemen minder opties voor ontsnipperingsmaatregelen bij kruisende infrastructuur. De natte natuur is immers gebonden aan het (vaste) niveau van het oppervlaktewater: het is de infrastructuur die omhoog of omlaag moet worden gebracht op een plek waar een robuuste verbinding voor natte natuur en een infrastructurele barrière elkaar kruisen. Feitelijk zijn er drie oplossingsprincipes voor dergelijke kruispunten: de infrastructuur passeert onderlangs via een tunnel of door aanleg van een aquaduct voor de natte robuuste verbinding, of bovenlangs door de infrastructuur op een viaduct aan te leggen (figuur 1).



Figuur 1. Drie ontwerpprincipes voor ontsnipperende maatregelen op kruispunten tussen robuuste verbindingen in de *Natte As* (weergegeven als pijlen) en infrastructurele barrières.

Ook wat betreft de horizontale ligging zijn robuuste verbindingen voor natte natuur minder flexibel dan robuuste verbindingen voor droge natuur. De locatiekeuze van

een ecoduct kan in de meeste gevallen immers goed worden afgestemd op bestaand landgebruik. Robuuste verbindingen voor natte natuur zijn echter vooral gekoppeld aan watergangen die niet (eenvoudig) verschoven kunnen worden. Dit maakt de knelpunten met kruisende infrastructuur complexer omdat bijvoorbeeld bebouwing minder eenvoudig gemeden kan worden. Een bijkomende complicerende factor is dat er nog nauwelijks ervaring is opgedaan met dergelijke grootschalige ontsnipperingsmaatregelen voor natte natuur, waardoor deze wat betreft ecologisch rendement nog niet kunnen worden vergeleken met goedkopere, kleinschaligere maatregelen.

De vraag is nu of er alternatieve, minder kostbare ontsnipperingsmaatregelen mogelijk zijn, waarbij toch de ecologische doelen voor de robuuste verbindingen in de *Natte As* kunnen worden gehaald. Anders gezegd: in hoeverre kan er worden afgeweken van de in het *Handboek Robuuste Verbindingen* gegeven maatvoering voor ontsnipperende maatregelen, en wat betekent dit naar verwachting voor de effectiviteit van de robuuste verbinding? Ook de volgorde en snelheid waarmee de knelpunten worden aangepakt verdient aandacht. Welke maatregelen hebben naar verwachting het grootste ecologische rendement in termen van duurzaamheid van populaties en dienen dan ook bij voorkeur vroeg geprogrammeerd te worden? En voor welke knelpunten is een zogenoemde “gefaseerde ambitie” een optie, waarbij vooralsnog met minder robuuste maatregelen kan worden volstaan?

1.2 Doelstelling

Het doel van deze quick-scan is:

Het in beeld brengen van mogelijke maatregelen om de robuuste verbindingen in de Natte As te ontsnipperen en de te verkiezen volgorde waarmee de knelpunten binnen de Natte As worden aangepakt.

1.3 Onderzoeksaanpak

Het onderzoek bestaat globaal uit twee onderdelen:

Deel 1: Prioritering van knelpunten

Voor de te verkiezen volgorde waarmee knelpunten worden aangepakt is een prioriteitstelling van knelpunten uitgevoerd (zie hoofdstuk 2). De prioriteiten zijn gesteld op basis van uitsluitend ecologische aspecten. De prioriteitstelling is gebaseerd op verschillen in de mate waarin het oplossen van een knelpunt bijdraagt aan het behalen van gestelde doelen voor de betreffende robuuste verbinding (ecologisch rendement). Om dit ecologisch rendement te bepalen is gebruik gemaakt van: (1) modelanalyses die de duurzaamheid van populatienetwerken in beeld

brengen¹, (2) onderzoek naar de bereikbaarheid van nieuwe leefgebieden voor de doelsoorten van de robuuste verbindingen op basis van de huidige verspreiding van soorten, en (3) een verkenning van alternatieve tracés voor (deeltrajecten van) de robuuste verbindingen om grootschalige areaalverschuivingen mogelijk te maken.

Deel 2: Advies ontsnipperende maatregelen Natte As

Dit deel van het onderzoek heeft het karakter van een expertbeoordeling (zie hoofdstuk 3). Locatiespecifieke oplossingen voor knelpunten in de robuuste verbindingen van de *Natte As* zijn verkend en beoordeeld op basis van: (1) verkenningen door regionale ontsnipperingsteams, (2) een veldbezoek, en (3) twee regionale workshops (West- en Noord-Nederland) met bij de programmering van de ontsnipperende maatregelen betrokken instanties. Per knelpuntlocatie is onderzocht welke typen ontsnipperende maatregelen mogelijk zijn, wat deze globaal kosten, hoe haalbaar de verschillende maatregelen zijn in relatie tot de huidige hoogteligging van de te kruisen infrastructuur, of er gebruik kan worden gemaakt van bestaande kunstwerken en in welke mate de verschillende oplossingen aan de ecologische doelen van de robuuste verbindingen voldoen.

1.4 Afbakening van het onderzoek

Het onderzoek richt zich op de in het Meerjarenprogramma Ontsnippering (MJPO) opgenomen knelpunten tussen rijkswegen, spoorwegen en belangrijke vaarwegen (rijks of provinciaal) en de robuuste verbindingen van de *Natte As*.

De *Natte As* bestaat uit twee delen: West-Nederland en Noord-Nederland (zie *Achtergronddocument Robuuste Verbindingen 2004-2018 d.d. 27 november 2003*). Deze delen van de *Natte As* kennen de volgende begrenzing:

1. *West-Nederland*

De *Natte As* loopt in West-Nederland vanaf Hardinxveld via de laagveenplassen van Reeuwijk, Nieuwkoop, Vinkenveen en Ankeveen richting het IJmeer (de zogenoemde *Centrale Poort*). Vanaf het IJmeer buigt de westelijke *Natte As* af richting de duinen van Noord-Holland (*Kust tot Kust*-tak).

2. *Noord-Nederland*

De *Natte As* loopt in Noord-Nederland globaal van Dollard/Eems via midden-Groningen, het Leekstermeer en de Oude Venen naar de Weerribben in Noordwest-Overijssel. De noordelijke *Natte As* kent vier aftakkingen: (1) het Hunzedal, (2) vanaf Fammensrakken naar het Lauwersmeer, (3) vanaf de Oude Venen naar De Deelen, (4) en van de Weerribben naar de Vledder Aa.

In het MJPO zijn in totaal 43 knelpunten binnen de robuuste verbindingen geïdentificeerd. Hiervan zijn er 21 gelegen in de *Natte As* (zie bijlage 1). Binnen die

¹ Ten behoeve van het opstellen van het Meerjarenprogramma Ontsnippering zijn vergelijkbare analyses uitgevoerd (zie Van der Grift et al. 2003). Echter, de knelpunten in de robuuste verbindingen zijn daarbij niet meegenomen: deze zijn toen alle toegekend aan de hoogste prioriteitsklasse.

21 knelpunten kruisen de robuuste verbindingen van de *Natte As* op 42 locaties rijkswegen, spoorwegen of belangrijke vaarwegen. Van deze locaties zijn er 39 opgenomen en beschreven als knelpunt in het MJPO (zie tabel 1). Niet opgenomen in het MJPO zijn de spoorlijn Gouda-Woerden, de spoorlijn Amsterdam-Utrecht (ten noorden van Breukelen) en de spoorlijn Weesp-Almere (zie ook voetnoten bij tabel 1). Deze locaties kunnen eventueel als knelpunt worden opgenomen bij de evaluatie van het MJPO in 2008.

In deze quick-scan zijn 41 van de 42 locaties waar rijksinfrastructuur door robuuste verbindingen van de *Natte As* wordt gekruist betrokken in de *prioriteitstelling* (zie tabel 1). De locatie *Spoor Woerden-Breukelen* (onderdeel van MJPO-knelpunt U-14) is niet bij de prioritering betrokken omdat deze locatie als optie voor aanleg van de *Natte As* al is verworpen: het zoekgebied voor de robuuste verbinding tussen Vinkenveense Plassen en Loosdrechtse Plassen wordt noordelijker gezocht, waarbij kruising van het spoor Woerden-Breukelen kan worden voorkomen.

In deze quick-scan is voor 29 van de 42 locaties waar rijksinfrastructuur door robuuste verbindingen van de *Natte As* wordt gekruist een *advies voor ontsnippering* uitgewerkt (zie tabel 1). Geen advies voor ontsnippering is uitgewerkt voor de MJPO-knelpunten U-14 *Breukelen*, D-6/O-8 *Steenwijk*, D-12 *Gieterveen*, G-6 *Blaauwe Stad en Klein Ulsda*², G-7 *Nieuwe Schans*, G-8 *Duurswold* en de spoorlijn Uitgeest-Heiloo van knelpunt NH-4 *Zaandam Kust tot Kust*. Deze locaties zijn in deze studie niet betrokken omdat:

1. Het tracé van de robuuste verbinding nog niet gedetailleerd genoeg is uitgewerkt en aldus het kruispunt met de infrastructuur nog onbekend is (NH-4 spoor);
2. Er door het Ministerie van LNV geen grote problemen bij het nemen van ontsnipperende maatregelen worden verwacht (G-6, G-7, G-8);
3. De knelpunten op de grens liggen tussen moeras- en beekdalsystemen of geheel binnen een beekdalsysteem wat om een andere aanpak vraagt (D-6/O-8, D-12);
4. De locatie al is verworpen voor het realiseren van een robuuste verbinding (U-14).

Tabel 1 geeft een overzicht van de in deze studie onderzochte knelpunten, waarbij onderscheiden is welke locaties in de *prioriteitstelling* zijn betrokken (zie hoofdstuk 2) en voor welke locaties een *advies voor ontsnippering* is uitgewerkt (zie hoofdstuk 3).

² Dit knelpunt is in het Meerjarenprogramma Ontsnippering wél als knelpunt beschreven (pagina 64), maar niet opgenomen in de tabel met knelpunten die onderdeel zijn van robuuste verbindingen (pagina 31 van het MJPO). Zie ook bijlage 1.

Tabel 1 Overzicht van de onderzochte knelpunten per deeltraject van de Natte As in West-Nederland (A) en Noord-Nederland (B). Tevens is weergegeven met een + in de kolom 'Quick-scan' welke knelpunten in deze studie zijn meegenomen bij de prioriteitstelling, en voor welke knelpunten een advies voor ontsnippering is uitgewerkt. De letters in de MJPO-knelpuntnummers verwijzen naar de provincies: D=Drenthe, F=Friesland, G=Groningen, NH=Noord-Holland, O=Overijssel, U=Utrecht, ZH=Zuid-Holland.

Deeltraject <i>Natte As</i>		Knelpunt		Quick-scan	
<i>Nr.</i>	<i>Naam</i>	<i>MJPO-knelpunt</i>	<i>Barrière</i>	<i>Prioriteitstelling</i>	<i>Advies ontsnippering</i>
A. West-Nederland					
6a	Hardinxveld-Nieuwkoop	ZH-4	Kanaal van Steenenhoek	Ja	Ja
		ZH-4	A15	Ja	Ja
		ZH-4	Spoor Dordrecht-Gorinchem	Ja	Ja
		ZH-4	Betuweroute	Ja	Ja
		- ¹	Spoor Gouda-Woerden	Ja	Ja
		ZH-2	A12	Ja	Ja
		ZH-2	Spoor Bodegraven-Woerden	Ja	Ja
6b	Nieuwkoop-Breukelen	U-12/13	A2	Ja	Ja
		- ²	Spoor Amsterdam-Utrecht	Ja	Ja
		U-16/18	Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)	Ja	Ja
		U-14	Spoor Woerden-Breukelen	Nee	Nee
		U-14	Spoor Amsterdam-Utrecht	Ja	Nee
		U-14	A2	Ja	Nee
		U-14	Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)	Ja	Nee
6c	Centrale Poort	NH-2	A1	Ja	Ja
		NH-2	Spoor Weesp-Naarden	Ja	Ja
		- ³	Spoor Weesp-Almere	Ja	Ja
6d	Waterland-Duinen	NH-4	Spoor Amsterdam-Purmerend	Ja	Ja
		NH-4	A7	Ja	Ja
		NH-4	A9	Ja	Ja
		NH-4	Spoor Uitgeest-Heiloo	Ja	Nee
B. Noord-Nederland					
1a	Vledder Aa-Weerribben	D-6/O-8	A32	Ja	Nee
		O-8	Spoor Steenwijk-Wolvega	Ja	Nee
1b	Weerribben-Tjeukemeer	F-12	A6	Ja	Ja
1c	Tjeukemeer-Sneekstermeer-Oude Venen	F-3	A7	Ja	Ja
		F-2	Spoor Leeuwarden-Heerenveen	Ja	Ja
		F-2	A32	Ja	Ja
1d	Oude Venen-De Deelen	-	-	-	-
1e	Oude Venen-Mieden	F-5	N31	Ja	Ja
1f	Oude Venen-Lauwersmeer	F-8	Spoor Leeuwarden-Groningen	Ja	Ja
1g	Mieden-Leekstermeer	G-3	A7	Ja	Ja
1h	Leekstermeer-Midden Groningen	G-4	Noord-Willemskanaal	Ja	Ja
		G-4	A28	Ja	Ja
		G-4	Spoor Assen-Groningen	Ja	Ja
		G-5	Spoor Groningen-Winschoten	Ja	Ja
		G-5	Winschoterdiep	Ja	Ja
		G-5	A7	Ja	Ja
1i	Midden Groningen-Blauwe Stad	G-6	A7	Ja	Nee
		G-6	Spoor Winschoten-Nieuwe Schans	Ja	Nee
		G-8	N33	Ja	Nee
1j	Blauwe Stad-Dollard/Brualer Sloot	G-7	A7	Ja	Nee
		G-7	Spoor Winschoten-Nieuwe Schans	Ja	Nee
1k	Hunzedal	D-12	N33	Ja	Nee

¹ De spoorlijn Gouda-Woerden is niet opgenomen in het MJPO.

² De spoorlijn Amsterdam-Utrecht wordt in het MJPO slechts bij name genoemd bij knelpunt U-14 Breukelen. De spoorlijn vormt echter ook een samenhangend knelpunt met U-12, U-13, U-16 en U-18.

³ De spoorlijn Weesp-Almere wordt niet genoemd in de beschrijving van MJPO-knelpunt NH-2 Weesp-Naarden, maar vormt wel een barrière ingeval voor een westelijke variant wordt gekozen.

2 Prioritering van knelpunten

2.1 Methode

Om tot een prioritering van knelpunten te komen zijn drie stappen doorlopen:

1. Het uitwerken van een set toetsingscriteria op basis waarvan knelpuntlocaties kunnen worden vergeleken (zie paragraaf 2.1.1).
2. Het bepalen van de score voor ieder toetsingscriterium per knelpuntlocatie (zie paragraaf 2.1.2, 2.1.3 en 2.1.4).
3. Het vertalen van de scores naar een prioriteitstelling op basis van vuistregels (zie paragraaf 2.1.5).

2.1.1 Vaststellen toetsingscriteria

Er is voor gekozen om de toetsingscriteria voor het stellen van prioriteiten te ontleen aan de ecologische doelen waaraan robuuste verbindingen invulling moeten geven. Het streven hierbij is om de toetsingscriteria zo te kiezen dat de mate waarin een ontsnipperende maatregel bijdraagt aan het verwezenlijken van gestelde doelen bepalend is voor de prioriteit die het oplossen van een knelpunt krijgt.

Robuuste verbindingen zijn nodig om de ruimtelijke samenhang binnen de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) te versterken, zodat het behoud van biodiversiteit beter gegarandeerd kan worden. Voor robuuste verbindingen zijn vier ecologische doelen onderscheiden (Broekmeyer 2001, Broekmeyer & Steingröver 2001, Opdam et al. 2003a):

Doel 1: Vergroten kwaliteit leefgebied edelhert.

Dit doel is gericht op het mogelijk maken van (seizoen)migratie van edelherten tussen verschillende delen van hun leefgebied. Dit doel is nergens van toepassing op de robuuste verbindingen van de *Natte As* en is dan ook niet betrokken bij het bepalen van toetsingscriteria voor de prioriteitstelling van knelpunten in deze studie.

Doel 2: Behoud biodiversiteit op nationale schaal.

Dit doel is gericht op het creëren van duurzame habitatnetwerken voor mobiele diersoorten, i.e. soorten die een nationaal of internationaal netwerk van natuurgebieden nodig hebben om duurzaam te kunnen voortbestaan. Robuuste verbindingen moeten te kleine (clusters van) leefgebieden aaneenschakelen, waardoor habitatnetwerken ontstaan waarbinnen ruimte is voor een levensvatbare (meta-) populatie voor deze soorten.

Doel 3: Behoud biodiversiteit op regionale schaal.

Dit doel is gericht op het beter bereikbaar maken van nieuwe leefgebieden. Robuuste verbindingen hebben hierbij vooral de functie als verbindingsweg voor matig mobiele diersoorten die op regionaal niveau al duurzaamheid kunnen bereiken maar in een

deel van de EHS niet of in nauwelijks levensvatbare populaties voorkomen. Het rendement van de EHS wordt hierdoor verhoogd en soorten worden in staat gesteld om in verschillende delen van Nederland duurzaam voort te bestaan.

Doel 4: Behoud biodiversiteit bij onvoorziene risico's.

Dit doel is gericht op het creëren van uitwijkmogelijkheden voor soorten ingeval van grootschalige storingen, bijvoorbeeld als gevolg van calamiteiten of klimaatverandering. Hierdoor ontstaat risicodekking ingeval van grootschalige areaalverschuivingen. Robuuste verbindingen moeten het landschap doorlaatbaar maken voor alle soorten van een bepaald ecosysteemtype. Hierdoor wordt dus ook het duurzaam voortbestaan van weinig mobiele soorten op lokaal schaalniveau versterkt.

Op basis van de drie ecologische doelen 'behoud van biodiversiteit' (doelen 2, 3 en 4) zijn vijf toetsingscriteria voor het vaststellen van prioriteiten in de aanpak van knelpunten bij belangrijke infrastructurele barrières gedefinieerd:

- Criterium 1:* Het oplossen van het knelpunt draagt meer dan gemiddeld bij aan een toename in duurzaamheid van habitatnetwerken van mobiele diersoorten.
- Criterium 2:* Het oplossen van het knelpunt draagt meer dan gemiddeld bij aan een toename in duurzaamheid van habitatnetwerken van matig mobiele diersoorten.
- Criterium 3:* Het oplossen van het knelpunt draagt meer dan gemiddeld bij aan een toename in bereikbaarheid van nieuwe (potentieel duurzame) leefgebieden.
- Criterium 4:* Het oplossen van het knelpunt draagt meer dan gemiddeld bij aan een toename in duurzaamheid van habitatnetwerken van weinig mobiele diersoorten.
- Criterium 5:* Er is géén alternatieve locatie waarlangs verschuivingen van soortarealen kunnen plaatsvinden waarbij het kruisen van de infrastructuur kan worden voorkomen.

Robuuste verbindingen kennen verschillende ambitieniveaus, afhankelijk van het aantal ecologische doelen dat wordt nagestreefd. Tabel 2 geeft een overzicht van de ecologische doelen per ambitieniveau. Tevens geeft deze tabel aan welke toetsingscriteria per ambitieniveau in deze studie gebruikt zijn bij het prioriteren van de knelpunten. Omdat het aantal ecologische doelen dat wordt nagestreefd verschilt per ambitieniveau, verschilt ook het aantal toetsingscriteria voor deeltrajecten met verschillende ambitieniveaus. De ambitieniveaus van de deeltrajecten van de *Natte As* zijn in bestuurlijk overleg tussen het Ministerie van LNV en de provincies vastgelegd in het *Afspraken document Robuuste Verbindingen 2004-2018* d.d. 27 november 2003. Tabel 3 geeft hiervan een overzicht.

Tabel 2. De ecologische doelen en gebruikte toetsingscriteria per ambitieniveau voor een robuuste verbinding. + = ecologisch doel of toetsingscriterium is relevant voor het ambitieniveau; - = ecologisch doel of toetsingscriterium is niet relevant voor het ambitieniveau.

Ambitieniveau	Ecologische doelen				Toetsingscriteria				
	Doel 1	Doel 2	Doel 3	Doel 4	1	2	3	4	5
A: Vergroten kwaliteit leefgebied edelhert	+	-	-	-	-	-	-	-	-
B1: Behoud van biodiversiteit op nationale schaal	-	+	-	-	+	-	-	-	-
B2: Behoud van biodiversiteit op nationale en regionale schaal	-	+	+	-	+	+	+	-	-
B3: Behoud van biodiversiteit op nationale en regionale schaal en bij onvoorziene (grootschalige) storingen/rampen	-	+	+	+	+	+	+	+	+

Tabel 3. Ambitieniveau per deeltraject van de Natte As (bron: LNV 2003).

Deeltraject Natte As		Ambitieniveau
Nr.	Naam	
West-Nederland		
6a	Hardinxveld-Nieuwkoop	B3
6b	Nieuwkoop-Breukelen	B3
6c	Centrale Poort	B3
6d	Waterland-Duinen	B3
Noord-Nederland		
1a	Vledder Aa-Weerribben	B3/B2*
1b	Weerribben-Tjeukemeer	B3
1c	Tjeukemeer-Sneekerveer-Oude Venen	B3
1d	Oude Venen-De Deelen	B3
1e	Oude Venen-Mieden	B2
1f	Oude Venen-Lauwersmeer	B2
1g	Mieden-Leekstermeer	B2
1h	Leekstermeer-Midden Groningen	B2
1i	Midden Groningen-Blauwe Stad	B1
1j	Blauwe Stad-Dollard/Brualer Sloot	B1
1k	Hunzedal	B3

* Het Drentse deel van dit deeltraject heeft ambitieniveau B3; het Overijsselse deel heeft ambitieniveau B2.

2.1.2 Criterium 1, 2 en 4: Analyse duurzaamheid habitatnetwerken

Criterium 1: Het oplossen van het knelpunt draagt meer dan gemiddeld bij aan een toename in duurzaamheid van habitatnetwerken van mobiele diersoorten.

Criterium 2: Het oplossen van het knelpunt draagt meer dan gemiddeld bij aan een toename in duurzaamheid van habitatnetwerken van matig mobiele diersoorten.

Criterium 4: Het oplossen van het knelpunt draagt meer dan gemiddeld bij aan een toename in duurzaamheid van habitatnetwerken van weinig mobiele diersoorten.

De robuuste verbindingen in de *Natte As* vormen ecologische corridors tussen belangrijke (natte) natuurkernen in West- en Noord-Nederland. De aanleg van deze verbindingen zal leiden tot het opheffen van het isolement waarin veel natte natuurgebieden momenteel verkeren (Reijnen et al. 2003). Er ontstaan hierdoor habitatnetwerken: clusters van leefgebieden waartussen individuen kunnen uitwisselen en die gezamenlijk plaats bieden aan een netwerkpopulatie (metapopulatie). De vorming van een netwerkpopulatie komt de levensvatbaarheid van de lokale populaties ten goede. De koppeling van verschillende, voordien geïsoleerde lokale populaties tot een netwerkpopulatie verkleint immers de kans dat soorten verdwijnen omdat door de vorming van een netwerk van leefgebieden de totale populatieomvang toeneemt, evenals de kans op herkolonisatie van habitatplekken als een soort lokaal uitsterft. Tevens maakt het genetische uitwisseling mogelijk waardoor verlies aan genetische variatie kan worden tegengegaan.

Ten behoeve van de toetsingscriteria 1, 2 en 4 zijn duurzaamheidsanalyses uitgevoerd met behulp van het expertsysteem LARCH. Dit expertsysteem kan de geschiktheid van landschappen berekenen voor een soort of soortgroep. Hierbij wordt rekening gehouden met de kwantiteit, kwaliteit en ruimtelijke configuratie van habitat en soort(groep)-specifieke eigenschappen zoals habitatvoorkeur, dispersiecapaciteit en eisen die soort(groep)en stellen aan de omvang van hun leefgebied. LARCH houdt rekening met barrières in het landschap, zoals verkeers-, spoor- en vaarwegen. Dit maakt het expertsysteem tot een handig instrument om de effecten van ontsnipperende maatregelen door te rekenen (Van der Grift et al. 2003; zie kader 1).

Kader 1: LARCH

Wat is het?

LARCH is een kennissysteem waarmee de kwaliteit van landschappen voor diersoorten kan worden beoordeeld. Het kennissysteem richt zich daarbij vooral op de problematiek van versnippering van leefgebieden als gevolg van habitatfragmentatie. Het is daarmee een handig instrument om de effecten van infrastructuur op de levensvatbaarheid van dierpopulaties in beeld te brengen. Het kennissysteem is vooral toegepast bij de ecologische toetsing van huidige of toekomstige inrichtingsvarianten voor landschappen.

Hoe werkt het?

De basis voor de duurzaamheidsanalyses met LARCH vormt een habitatkaart. Op deze kaart zijn de (toekomstige) geschikte leefgebieden voor de betreffende soort of soortgroep weergegeven. LARCH analyseert op basis van deze kaart waar *lokale leefgebieden* liggen. Een lokaal leefgebied is een verzameling van habitatplekken waartussen dieren zonder problemen dagelijks kunnen uitwisselen. De dieren in een lokaal leefgebied behoren dan ook allemaal tot dezelfde *lokale populatie*. Habitatplekken worden tot verschillende lokale leefgebieden gerekend wanneer de tussenliggende afstand te groot is voor de dieren om te overbruggen, of er barrières (infrastructuur, stedelijke bebouwing) aanwezig zijn die uitwisseling verhinderen.

LARCH berekent de draagkracht voor iedere habitatplek op basis van oppervlakte en habitatkwaliteit. Vervolgens toetst het model of de sommatie van draagkrachten van de habitatplekken binnen een lokaal leefgebied voldoet aan de eisen van een *sleutelgebied* of een gebied voor een *minimum levensvatbare populatie* (MVP). Een sleutelgebied is een leefgebied van een zodanige omvang dat de kans op uitsterven van de populatie in dat gebied kleiner is dan 5% in 100 jaar, op voorwaarde dat er minimaal één immigrant per generatie is. Een minimum levensvatbare populatie is een populatie van een zodanige omvang dat deze een uitsterfkans heeft die kleiner is dan 5% in 100 jaar, ook zonder immigranten.

LARCH analyseert vervolgens welke van deze lokale leefgebieden tot hetzelfde ecologische netwerk behoren. Een ecologisch netwerk bestaat uit een verzameling lokale leefgebieden die gezamenlijk ruimte bieden aan één metapopulatie (netwerkpopulatie). De vaststelling welke lokale leefgebieden tot één ecologisch netwerk behoren, gebeurt op basis van de uitwisselingsmogelijkheden tussen de lokale populaties: wanneer deze uitwisseling boven een drempelwaarde komt, worden de lokale leefgebieden tot hetzelfde ecologische netwerk gerekend. Om de uitwisseling te berekenen maakt LARCH gebruik van gegenereerde doorlaatbaarheidkaarten. LARCH berekent vervolgens de duurzaamheid van de ecologische netwerken op basis van de oppervlakte van het ecologisch netwerk en het al dan niet aanwezig zijn van sleutelgebieden of gebieden met MVP's.

Voor een uitvoerige beschrijving van LARCH verwijzen we hier naar Verboom et al. (2001), Pouwels et al. (2002a), Opdam et al. (2003b), Verboom & Pouwels (2004) en Van der Grift & Pouwels (2006).

Er zijn voor deze studie drie soortgroepen (hierna ‘ecoprofielen’ genoemd; zie Vos et al. 2001, Pouwels et al. 2002b) geselecteerd voor de duurzaamheidsanalyses, elk passend bij een ander schaalniveau (lokaal, regionaal, nationaal) en daarmee een ander ambitieniveau voor robuuste verbindingen (tabel 4).

Tabel 4. Overzicht van de geselecteerde ecoprofielen.

Ecoprofiel	Beschrijving	Ruimtelijke schaal (ambitieniveau)	Relevant voor criterium:
“Otter”	Middelgrote diersoorten met een grote dispersiecapaciteit (>35 km) en een grote oppervlaktebehoefte (>150 km ²)	Nationaal (B1)	1
“Ringslang”	Kleine tot middelgrote diersoorten met een matige dispersiecapaciteit (3-7 km) en een matige oppervlaktebehoefte (0,1-1 km ²)	Regionaal (B2)	2
“Waterspitsmuis”	Kleine diersoorten met een geringe dispersiecapaciteit (1-3 km) en een matige oppervlaktebehoefte (0,1-1 km ²)	Lokaal (B3)	4

Voor nadere details over de voor deze studie gebruikte modelparameters en vervaardigde habitat- en barrièrekaarten: zie bijlage 2.

Voor ieder ecoprofiel zijn met LARCH de volgende duurzaamheidsanalyses uitgevoerd:

- Analyse 1:* duurzaamheid van habitatnetwerken in de *Natte As* met de robuuste verbindingen, waarbij géén van de knelpuntlocaties is opgelost;
- Analyse 2:* duurzaamheid van habitatnetwerken in de *Natte As* met de robuuste verbindingen, waarbij telkens één knelpuntlocatie is opgelost;
- Analyse 3:* duurzaamheid van habitatnetwerken in de *Natte As* met de robuuste verbindingen, waarbij de barrièrewerking van alle kruisende infrastructuur is opgeheven.

Een vergelijking van de uitkomsten van LARCH-analyse 1 met die van LARCH-analyse 2 geeft inzicht in de locaties waar de ontsnippering leidt tot een verandering in duurzaamheid, en de mate waarin de duurzaamheid verandert. Anders gezegd: wat het betekent voor de duurzaamheid van de habitatnetwerken als op een individuele knelpuntlocatie maatregelen worden genomen. Een vergelijking van de toename in duurzaamheid als gevolg van de ontsnippering van individuele knelpuntlocaties met de uitkomsten van LARCH-analyse 3 geeft inzicht in de mate waarin ontsnipperende maatregelen bij infrastructuur op specifieke locaties bijdragen aan de versterking van de duurzaamheid op netwerkniveau na aanpak van alle knelpunten.

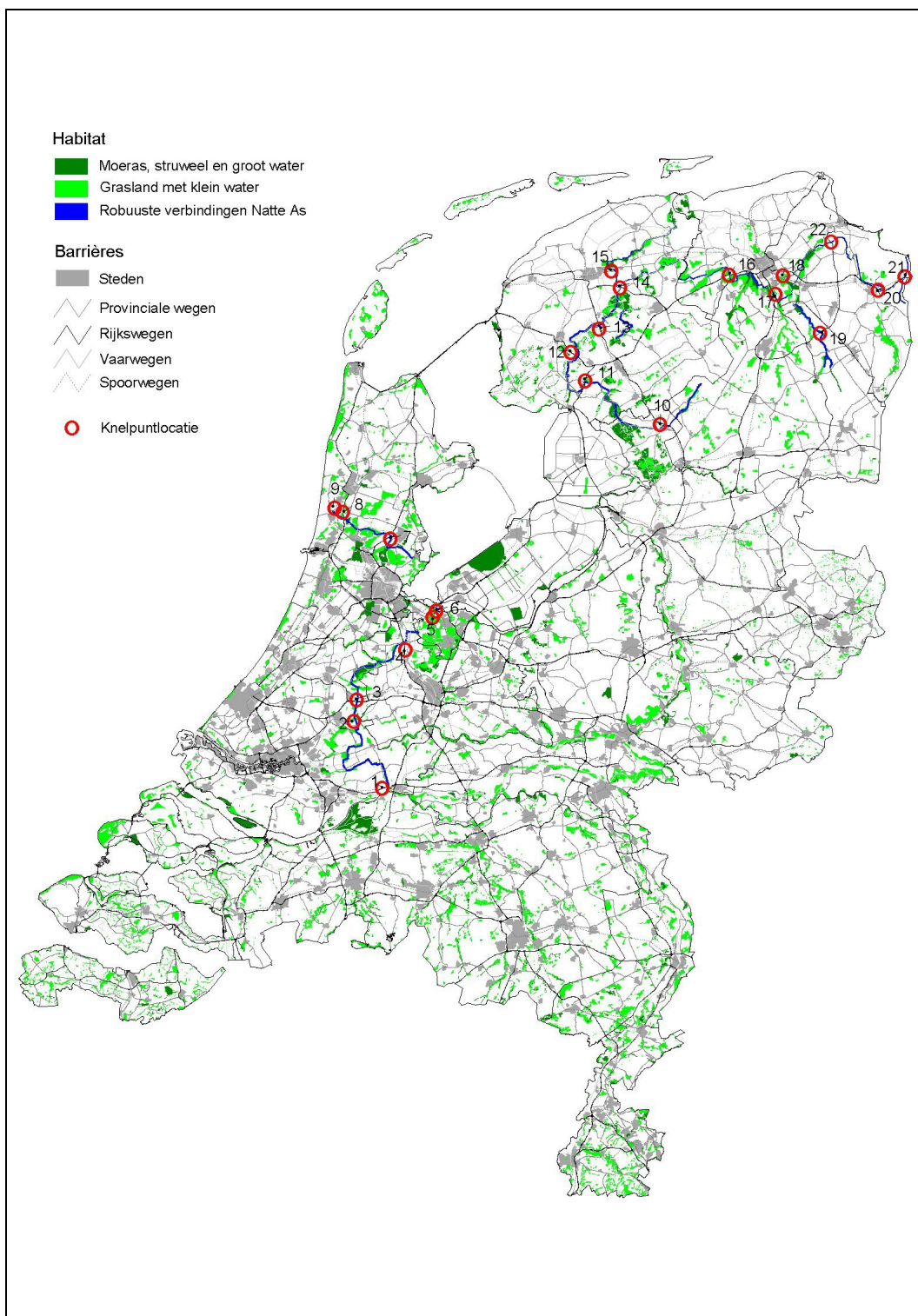
Wanneer verkeers-, spoor- en/of vaarwegen dicht bij elkaar liggen – of zelfs strak gebundeld zijn – vormen ze in LARCH-analyse 2 samen één ‘knelpuntlocatie’. In totaal zijn er 21 knelpuntlocaties onderscheiden, waarvan er 10 bestaan uit meer dan één barrière. Tabel 5 geeft een overzicht van de barrières per knelpuntlocatie. In bijlage 1 is een koppeling gemaakt tussen deze knelpuntlocaties en de in het Meerjarenprogramma Ontsnippering opgenomen lijst met knelpunten die onderdeel zijn van robuuste verbindingen. Figuur 2 geeft een overzicht van de ligging van de

knelpuntlocaties. Tevens in deze kaart een beeld van de in de LARCH-analyses betrokken habitat, infrastructurele barrières en robuuste verbindingen van de *Natte As* (zie ook bijlage 2).

Tabel 5. De infrastructurele barrière(s) per knelpuntlocatie.

Knelpunt-locatie	MJPO-knelpuntnummer	Barrière
West-Nederland		
1	ZH-4	Kanaal van Steenenhoek
	ZH-4	A15
	ZH-4	Spoor Dordrecht-Gorinchem
	ZH-4	Betuweroute
2	-	Spoor Gouda-Woerden
3	ZH-2	A12
	ZH-2	Spoor Bodegraven-Woerden
4	U-12/U-13/U-14	A2
	U-14	Spoor Amsterdam-Utrecht
	U-14/U-16/U-18	Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)
5	NH-2	Spoor Weesp-Naarden
6	NH-2	A1 ¹
7	NH-4	Spoor Amsterdam-Purmerend
	NH-4	A7
8	NH-4	A9
9	NH-4	Spoor Uitgeest-Heiloo
Noord-Nederland		
10	D-6/O-8	A32
	O-8	Spoor Steenwijk-Wolvega
11	F-12	A6
12	F-3	A7
13	F-2	Spoor Leeuwarden-Heerenveen
	F-2	A32
14	F-5	N31
15	F-8	Spoor Leeuwarden-Groningen
16	G-3	A7
17	G-4	Noord-Willemskanaal
	G-4	A28
	G-4	Spoor Assen-Groningen
18	G-5	Spoor Groningen-Winschoten
	G-5	Winschoterdiep
	G-5	A7
19	D-12	N33
20	G-6	A7
	G-6	Spoor Winschoten-Nieuwe Schans
21	G-7	A7
	G-7	Spoor Winschoten-Nieuwe Schans
22	G-8	N33

¹ In de analyses is gerekend met een robuuste verbinding vanaf het Naardermeer naar de oevers van het Gooimeer ter hoogte van het Naarderbos. Spoorlijn Weesp-Almere maakt daarom geen deel uit van het scenario.



Figuur 2. Ligging van de in de prioriteitstelling betrokken knelpuntlocaties.

Als indicator voor het beantwoorden van de toetsingscriteria is het aantal reproductieve eenheden (RE)³ dat als gevolg van de ontsnippering van een knelpuntlocatie (x) verandert van duurzaamheidsklasse gebruikt (ΔRE_x). Deze ΔRE_x is als volgt gedefinieerd:

$$\Delta RE_x = N_{x(nd-d)} + N_{x(nd-sd)} + N_{x(d-sd)}$$

Waarin:

$N_{x(nd-d)}$ = Het aantal RE dat als gevolg van de ontsnippering van knelpuntlocatie x verandert van duurzaamheidsklasse *niet duurzaam* naar *duurzaam*.

$N_{x(nd-sd)}$ = Het aantal RE dat als gevolg van de ontsnippering van knelpuntlocatie x verandert van duurzaamheidsklasse *niet duurzaam* naar *sterk duurzaam*.

$N_{x(d-sd)}$ = Het aantal RE dat als gevolg van de ontsnippering van knelpuntlocatie x verandert van duurzaamheidsklasse *duurzaam* naar *sterk duurzaam*.

De duurzaamheidsklassen zijn hierbij als volgt gedefinieerd (zie ook Soulé 1987, Verboom & Pouwels 2004):

<i>Niet duurzaam</i>	=	populaties in het habitatnetwerk hebben een overlevingskans van <95% in een periode van honderd jaar
<i>Duurzaam</i>	=	populaties in het habitatnetwerk hebben een overlevingskans van 95-99% in een periode van honderd jaar
<i>Sterk duurzaam</i>	=	populaties in het habitatnetwerk hebben een overlevingskans van >99% in een periode van honderd jaar

Als drempel voor het bepalen of een knelpuntlocatie positief scoort voor de toetsingscriteria 1, 2 of 4 is eerst de gemiddelde toename in RE berekend (ΔRE_{gem}):

$$\Delta RE_{gem} = [\Delta RE_1 + \Delta RE_2 + \Delta RE_3 \dots + \Delta RE_{22}] / 22$$

Vervolgens is gesteld dat een knelpuntlocatie positief scoort als:

$$\Delta RE_x > \Delta RE_{gem}$$

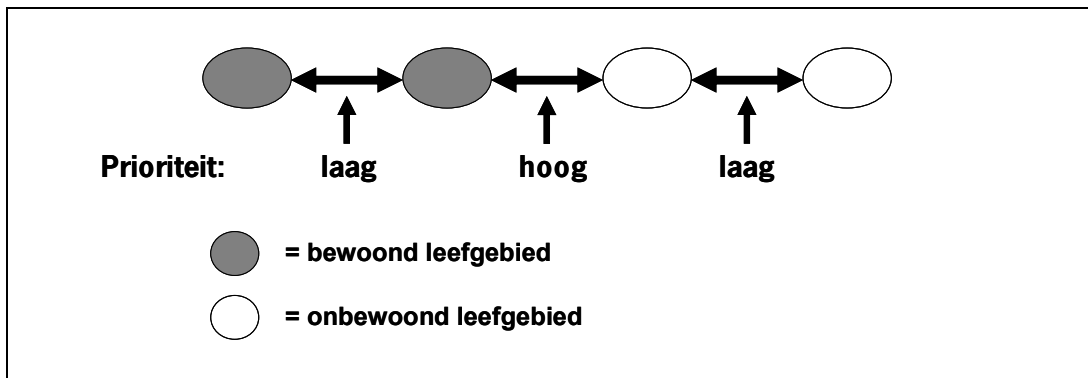
Oftewel: alle knelpuntlocaties die door ontsnippering meer dan gemiddeld bijdragen aan de verbetering in duurzaamheid van de habitatnetwerken krijgen een positieve score. Of dit leidt tot een hoge prioriteit voor het knelpunt of niet wordt uiteengezet in paragraaf 2.1.5.

³ Een *reproductieve eenheid* (RE) bestaat uit het gemiddeld aantal individuen dat nodig is om tot voortplanting te komen. Het aantal individuen in 1 RE is soortafhankelijk. Voor veel soorten is 1 RE synoniem voor een paartje. Ingeval soorten sociale groepen vormen kan 1 RE echter meer dan twee individuen omvatten.

2.1.3 Criterium 3: Analyse bereikbaarheid nieuwe leefgebieden

Criterium 3: Het oplossen van het knelpunt draagt meer dan gemiddeld bij aan een toename in bereikbaarheid van nieuwe (potentieel duurzame) leefgebieden.

Voor het beoordelen van knelpuntlocaties op basis van toetsingscriterium 3 is onderzocht op welke plekken ontsnipperende maatregelen onmiddellijk het koloniseren van nieuwe leefgebieden mogelijk maken. De redenering is dat plekken waar aan één kant van de barrière de soort wel voorkomt en aan de andere kant niet, de plek een hogere prioriteit verdient (zie figuur 3). Dit criterium betreft dus informatie over de *actuele verspreiding* van soorten in de prioriteitstelling.



Figuur 3. Voorkeurslocaties voor ontsnippering om de kolonisatie van nieuwe leefgebieden te bevorderen.

Om de mate waarin ontsnipperende maatregelen bijdragen aan het vergroten van de bereikbaarheid van nieuwe leefgebieden te bepalen, zijn drie stappen gezet:

1. Soortselectie.
2. Inventarisatie verspreiding soorten in natuurbuizen van de *Natte As*.
3. Identificeren van barrières waar soorten nog slechts aan één zijde voorkomen.

Ad 1.

We beperken ons in deze studie tot de diersoorten die behoren tot de ecoprofielen van de *Natte As*-ecosysteemttypen, *Moeras*, *struweel en groot water* en *Grasland met klein water*, onder voorwaarde dat:

- De soort ook relevant is voor de *Natte As*; niet alle soorten van genoemde ecosysteemttypen komen immers (van nature) voor in de lage delen van Nederland;
- De soort gevoelig is voor versnippering van leefgebieden als gevolg van infrastructurele barrières.

De keus voor het selecteren van soorten op basis van de ecoprofielen is gemaakt omdat deze soorten allen doelsoorten zijn van het natuurbeleid en indicatief zijn voor de invulling van de *Natte As*. De doelsoorten die in het MJPO per knelpunt zijn genoemd zijn minder eenvoudig te gebruiken voor het doel van deze studie, omdat de doelen hier niet altijd tot op soortniveau zijn geformuleerd (bijvoorbeeld:

‘marterachtigen’, ‘kleine zoogdieren’, ‘amfibieën’, ‘insecten’), en de soorten ook niet altijd (uitsluitend) gebonden zijn aan natte natuur. De geselecteerde soorten op basis van de ecoprofielen moeten gezien worden als indicatorsoorten: een groot aantal andere soorten zal profiteren van de maatregelen die voor deze geselecteerde soorten worden genomen.

Ad 2.

Op basis van globale verspreidingskaartjes, recent vervaardigd in het kader van het LNV-project *Strategieën voor Pro-actief Soortenbeleid* (Schröder et al. 2004) en consultatie van enkele soortexperts is geïnventariseerd in welke bestaande natuurkernen van de *Natte As* de geselecteerde soorten voorkomen.

Ad 3.

Door vergelijking van de verspreidingsbeelden en de ligging van infrastructurele barrières is per knelpuntlocatie vastgesteld welke soorten aan slechts één zijde van de barrière voorkomen.

De score voor toetsingscriterium 3 hangt af van het aantal soorten (S_x) waarvoor de bereikbaarheid van nieuwe leefgebieden wordt vergroot als gevolg van ontsnipperende maatregelen op knelpuntlocatie x.

Als drempel voor het bepalen of een knelpuntlocatie positief scoort voor toetsingscriteria 3 is het gemiddeld aantal soorten waarvoor de bereikbaarheid van nieuwe leefgebieden vergroot wordt berekend (S_{gem}):

$$S_{gem} = [S_1 + S_2 + S_3 + S_{22}] / 22$$

Dit gemiddelde is berekend per ambitieniveau. Dit onderscheid naar ambitieniveau is gemaakt omdat het maximum aantal doelsoorten (S_{max}) sterk verschilt per ambitieniveau. Als geen onderscheid tussen ambitieniveaus wordt gemaakt zou het (theoretisch) voor kunnen komen dat een knelpuntlocatie met een ambitieniveau met weinig doelsoorten voor alle soorten scoort, maar deze toch een lage prioriteit krijgt omdat het onder S_{gem} blijft.

Een knelpuntlocatie scoort positief als, per ambitieniveau:

$$S_x > S_{gem}$$

2.1.4 Criterium 5: Verkenning alternatieven voor areaalverschuivingen

Criterium 5: *Er is géén alternatieve locatie waarlangs verschuivingen van soortarealen kunnen plaatsvinden waarbij het kruisen van de infrastructuur kan worden voorkomen.*

Alternatieven voor (onverwachte) areaalverschuivingen als gevolg van bijvoorbeeld calamiteiten of klimaatverandering zijn kwalitatief met behulp van een expertinschatting verkend. Hierbij zijn per knelpuntlocatie twee vragen gesteld:

1. Ligt de knelpuntlocatie in de hoofdas van de *Natte As* of op één van de zijtakken?
2. Bestaan er, in alle redelijkheid, andere verbindingswegen of zijn deze te ontwikkelen die als alternatief kunnen dienen voor de robuuste verbinding en die tegelijkertijd ontsnipperende maatregelen bij de betreffende barrière(s) overbodig maken?

De idee is dat vooral in de hoofdas van de *Natte As* de mogelijkheden aanwezig moeten zijn voor areaalverschuivingen, en dat de zijtakken hierin een secundaire rol spelen.⁴ Wat betreft eventuele alternatieve verbindingswegen is van groot belang dat deze ertoe leiden dat de barrière(s) van de knelpuntlocatie kan/kunnen worden ontweken. Het betreft hier dus niet varianten op de route van een robuuste verbinding waarbij, hoewel op een andere plek, toch weer dezelfde infrastructurele barrière(s) gepasseerd moeten worden. Als beslissing voor een positieve score voor toetsingscriterium 5 is gehanteerd:

Een knelpuntlocatie ligt in de hoofdas van de Natte As en er zijn géén alternatieve verbindingswegen aan te wijzen waarbij de infrastructurele barrières kunnen worden ontweken.

De verkenning is uitsluitend uitgevoerd voor knelpuntlocaties in de robuuste verbindingen van de *Natte As* met ambitieniveau B3, omdat toetsingscriterium 5 alleen op dat ambitieniveau van toepassing is.

2.1.5 Prioriteitstelling

We onderscheiden in deze studie op basis van het ecologisch rendement van ontsnipperende maatregelen twee prioriteitsklassen voor de aanpak van knelpunten:

- Klasse 1: hoge prioriteit.
- Klasse 2: lage prioriteit.

⁴ De lage prioriteit die hier aan de zijtakken van de *Natte As* wordt gegeven in het kader van het faciliteren van areaalverschuivingen (criterium 5) betekent niet dat de zijtakken in algemene zin als van minder belang moeten worden gezien. Voor de overige criteria doen de zijtakken “even zwaar” mee en blijken op een aantal plaatsen ook een hoog ecologisch rendement te hebben (zie hoofdstuk 3).

Om vast te stellen in welke prioriteitsklasse een knelpuntlocatie valt is per ambitieniveau voor de robuuste verbindingen een vuistregel gedefinieerd:

<i>Ambitieniveau</i>	<i>Vuistregel</i>
B1	Als een knelpuntlocatie voor één toetsingscriterium positief scoort dan krijgt de locatie hoge prioriteit.
B2	Als een knelpuntlocatie voor minimaal twee toetsingscriteria positief scoort dan krijgt de locatie hoge prioriteit.
B3	Als een knelpuntlocatie voor minimaal drie toetsingscriteria positief scoort dan krijgt de locatie hoge prioriteit.

Deze vuistregels zijn gebaseerd op het uitgangspunt dat meer dan de helft van de criteria waarop een knelpunt wordt beoordeeld positief moeten scoren. Omdat het aantal toetsingscriteria verschilt per ambitieniveau (zie tabel 2), geldt dat dus ook voor het aantal criteria dat minimaal positief moet scoren om een knelpunt hoge prioriteit te geven. Knelpunten met ambitieniveau B1 worden slechts getoetst op basis van één criterium. Om meer dan ‘de helft’ positief te scoren, moet dit criterium dus positief zijn (alles of niets). Knelpunten met ambitieniveau B2 worden getoetst op basis van drie criteria. Om meer dan ‘de helft’ positief te scoren, moet dit criterium dus positief zijn voor minimaal twee criteria. Knelpunten met ambitieniveau B3 worden getoetst op basis van vijf criteria. Om meer dan ‘de helft’ positief te scoren, moet dit criterium dus positief zijn voor minimaal drie criteria.

2.2 Resultaten

2.2.1 Criterium 1: Duurzaamheid habitat mobiele soorten

Ontsnipperende maatregelen op een individuele knelpuntlocatie leiden nergens direct tot veranderingen in de duurzaamheid van habitatnetwerken voor mobiele soorten. De LARCH-analyses met het ecoprofiel ‘otter’ laten zien dat alle natte natuur van de *Natte As* in zowel Noord- als West-Nederland, inclusief de robuuste verbindingen, na ontsnippering tot één habitatnetwerk behoort. Dit habitatnetwerk bestaat uit 19 habitatplekken. Geen van deze habitatplekken is in de versnipperde situatie (dus: in de situatie dat nergens ontsnipperende maatregelen in de robuuste verbindingen van de *Natte As* zijn genomen) groot genoeg om een *sleutelgebied*⁵ of MVP⁶ te vormen. Dit habitatnetwerk (~150 RE), hoewel erg uitgestrekt, is in de versnipperde situatie niet duurzaam omdat de norm voor een duurzaam netwerk zonder sleutelgebied of MVP niet wordt gehaald (zie bijlage 2).

Het treffen van ontsnipperende maatregelen op individuele knelpuntlocaties kan hier geen verandering in brengen, omdat door de koppeling van telkens twee

⁵ Een *sleutelgebied* is een habitatplek die ruimte biedt aan een *sleutelpopulatie*: een relatief grote populatie die levensvatbaar is onder de conditie dat er één immigrant per generatie is (Verboom et al. 2001).

⁶ Een MVP (Minimum Viable Population) is een habitatplek van een zodanige omvang dat deze ruimte biedt aan een levensvatbare populatie (uitsterfkans <5% in 100 jaar).

habitatplekken nergens een MVP wordt gevormd. Om dat te bereiken is de ontsnippering van meerdere knelpuntlocaties gelijktijdig noodzakelijk. De grootste kansen voor het bereiken van een MVP liggen in Noord-Nederland. Hier ligt immers meer dan 50% van het habitatnetwerk en ook de grootste individuele habitatplek wordt hier gevonden (Wieden-Weerribben-Rottige Meente: circa 18 RE). Als we deze grootste habitatplek als uitgangspunt nemen, kan de norm voor een MVP (60 RE) het snelst bereikt worden door het ontsnipperen van knelpuntlocaties 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 en 18. Het hele habitatnetwerk wordt hierdoor duurzaam, omdat in deze ontsnipperde situatie wel de norm voor een duurzaam netwerk met MVP wordt gehaald (bijlage 1). De aanpak van genoemde knelpuntlocaties verdient daarom een hoge prioriteit: deze knelpuntlocaties scoren we positief voor toetsingscriterium 1.

2.2.2 Criterium 2: Duurzaamheid habitat matig mobiele soorten

Ontsnipperende maatregelen leiden op 8 knelpuntlocaties binnen robuuste verbindingen met ambitieniveau B2 of B3 direct tot veranderingen in de duurzaamheid van habitatnetwerken voor matig mobiele soorten (tabel 6). Gemiddeld wordt een verandering in duurzaamheid voor 240 RE per knelpuntlocatie behaald. De maximale verandering in duurzaamheid bedraagt 944 RE (knelpuntlocatie 19). Zeven knelpuntlocaties scoren bovengemiddeld. Deze locaties krijgen dus een positieve score voor toetsingscriterium 2 (zie 2.2.6).

Tabel 6. Veranderingen in de duurzaamheid van habitatnetwerken van matig mobiele soorten aan weerszijden van een barrière als gevolg van de aanleg van ontsnipperende maatregelen. Per knelpuntlocatie is het aantal reproductieve eenheden (RE) gegeven dat een verandering in duurzaamheidsklasse ondergaat. Tevens is bepaald of de verandering in duurzaamheid per knelpuntlocatie bovengemiddeld is. Het betreft uitsluitend knelpuntlocaties in robuuste verbindingen met ambitieniveau B2 of B3; de ambitieniveaus waarvoor criterium 2 meeweegt in de prioriteitstelling. ND = niet duurzaam; D = duurzaam; SD = sterke duurzaam; + = ontsnippering resulteert in bovengemiddelde verbetering van de duurzaamheid; - = ontsnippering resulteert in minder dan gemiddelde verbetering van de duurzaamheid.

Knelpunt-locatie	Habitatnetwerk (t.o.v. barrière)	Duurzaamheid habitatnetwerk vóór en na ontsnippering	ΔRE	ΔRE_x	$\Delta RE_x > \Delta RE_{gem}$
1	Zuid	SD $\rightarrow$ SD	0	0	-
	Noord	SD $\rightarrow$ SD	0		
2	Zuid	SD $\rightarrow$ SD	0	0	-
	Noord	SD $\rightarrow$ SD	0		
3	Zuid	SD $\rightarrow$ SD	0	0	-
	Noord	SD $\rightarrow$ SD	0		
4	Oost	SD $\rightarrow$ SD	0	0	-
	West	SD $\rightarrow$ SD	0		
5	Zuid	SD $\rightarrow$ SD	0	0	-
	Noord	SD $\rightarrow$ SD	0		
6	Zuid	SD $\rightarrow$ SD	0	34	-
	Noord	ND $\rightarrow$ SD	34		
7	Oost	SD $\rightarrow$ SD	0	0	-
	West	SD $\rightarrow$ SD	0		
8	Oost	SD $\rightarrow$ SD	0	502	+
	West	D $\rightarrow$ SD	502		
9	Oost	D $\rightarrow$ D	0	0	-
	West	D $\rightarrow$ D	0		
10	Oost	SD $\rightarrow$ SD	0	0	-
	West	SD $\rightarrow$ SD	0		
11	Oost	SD $\rightarrow$ SD	0	888	+
	West	D $\rightarrow$ SD	888		
12	Zuid	D $\rightarrow$ D	0	419	+
	Noord	ND $\rightarrow$ D	419		
13	Oost	SD $\rightarrow$ SD	0	419	+
	West	ND $\rightarrow$ SD	419		
14	Zuid	SD $\rightarrow$ SD	0	0	-
	Noord	SD $\rightarrow$ SD	0		
15	Zuid	SD $\rightarrow$ SD	0	0	-
	Noord	SD $\rightarrow$ SD	0		
16	Zuid	SD $\rightarrow$ SD	0	0	-
	Noord	SD $\rightarrow$ SD	0		
17	Oost	D $\rightarrow$ SD	680	680	+
	West	SD $\rightarrow$ SD	0		
18	Zuid	D $\rightarrow$ SD	680	680	+
	Noord	SD $\rightarrow$ SD	0		
19	Zuid	ND $\rightarrow$ SD	264	944	+
	Noord	D $\rightarrow$ SD	680		
ΔRE_{gem}				240	

2.2.3 Criterium 3: Bereikbaarheid nieuwe leefgebieden

Het aantal doelsoorten voor een robuuste verbinding in de *Natte As* is afhankelijk van het ambitieniveau van de robuuste verbinding (zie tabel 7). Omdat een deel van de soorten die behoren tot de ecoprofielen van de ecosysteemttypen *Moeras, struweel en groot water* en *Grasland met klein water* niet kenmerkend zijn voor de natte natuur in laag-Nederland (en dus niet als doelsoorten van de *Natte As* worden gezien) en/of niet barrièregevoelig zijn, is 14 doelsoorten het maximum (ambitieniveau B3). Tabel 8 geeft een overzicht van de geselecteerde soorten per ambitieniveau (zie ook bijlage 3).

Tabel 7. Aantal doelsoorten voor de robuuste verbindingen van de *Natte As* per ecosysteemtype en ambitieniveau.

Ecosysteemtype	Aantal doelsoorten		
	B1	B2	B3
<i>Moeras, struweel en groot water</i>	2	4	12
<i>Grasland met klein water</i>	0	1	7
Overlap tussen de ecosysteemttypen	0	1	5
Maximum aantal doelsoorten	2	4	14

Tabel 8. Doelsoorten voor de robuuste verbindingen van de *Natte As* per ambitieniveau.

Doelsoorten	B1	B2	B3
Bever	+	+	+
Otter	+	+	+
Noordse woelmuis	-	+	+
Ringslang	-	+	+
Dwergmuis	-	-	+
Waterspitsmuis	-	-	+
Rugstreeppad	-	-	+
Bittervoorn	-	-	+
Kwabaal	-	-	+
Kleine modderkruiper	-	-	+
Grote modderkruiper	-	-	+
Meerval	-	-	+
Vetje	-	-	+
Zilveren maan	-	-	+

Voor 16 knelpuntlocaties in robuuste verbindingen met ambitieniveau B2 of B3 geldt dat één of meer doelsoorten direct voordeel hebben bij een verbinding in termen van het vergroten van de bereikbaarheid van nieuwe leefgebieden. Het maximum aan soorten die profiteren op een knelpuntlocatie is vijf (knelpuntlocatie 19; zie tabel 9 en bijlage 4). Tien knelpuntlocaties scoren bovengemiddeld. Deze locaties krijgen dus een positieve score voor toetsingscriterium 3 (zie 2.2.6). Het betreft zeven knelpuntlocaties in robuuste verbindingen met ambitieniveau B3 en drie knelpuntlocaties in robuuste verbindingen met ambitieniveau B2.

Tabel 9. Per knelpuntlocatie en ambitieniveau de doelsoorten die momenteel aan slechts één zijde van de infrastructurele barrière voorkomt, en per scenario de vaststelling of het knelpunt bovengemiddeld (+) scoort of onder het gemiddelde (-) zit. Ambitieniveau B1 blijft buiten beschouwing, want toetsingscriterium 3 geldt niet voor dat ambitieniveau.

Knelpunt-locatie	Aantal soorten (S _x)		S _x >S _{gem}	Doelsoorten
	B2	B3		
1		3	+	bever, noordse woelmuis, ringslang
2		1	-	zilveren maan
3		3	+	noordse woelmuis, meerval, zilveren maan
4		1	-	noordse woelmuis
5		1	-	noordse woelmuis
6		3	+	bever, grote modderkruiper, waterspitsmuis
7		2	-	ringslang, waterspitsmuis
8		3	+	noordse woelmuis, grote modderkruiper, vetje
9		3	+	bittervoorn, kleine modderkruiper, vetje
10	1		+	otter
11		4	+	otter, noordse woelmuis, rugstreepd, waterspitsmuis
12		1	-	ringslang
13		2	-	noordse woelmuis, waterspitsmuis
14	0		-	-
15	0		-	-
16	1		+	ringslang
17	0		-	-
18	1		+	ringslang
19		5	+	grote modderkruiper, kwabaal, bittervoorn, rugstreepd, zilveren maan
S _{gem}	0,5	2,5		

2.2.4 Criterium 4: Duurzaamheid habitat weinig mobiele soorten

Ontsnipperende maatregelen leiden op 8 knelpuntlocaties direct tot veranderingen in de duurzaamheid van habitatnetwerken voor weinig mobiele soorten (tabel 10). Gemiddeld wordt een verandering in duurzaamheid voor 279 RE per knelpuntlocatie behaald. De maximale verandering in duurzaamheid bedraagt 1337 RE (knelpuntlocatie 20). Zeven knelpuntlocaties scoren bovengemiddeld. Deze locaties krijgen dus een positieve score voor toetsingscriterium 4 (zie 2.2.6).

Tabel 10. Veranderingen in de duurzaamheid van habitatnetwerken van weinig mobiele soorten aan weerszijden van een barrière als gevolg van de aanleg van ontsnipperende maatregelen. Per knelpuntlocatie is het aantal reproductieve eenheden (RE) gegeven dat een verandering in duurzaamheidsklasse ondergaat. Tevens is bepaald of de verandering in duurzaamheid per knelpuntlocatie bovengemiddeld is. Het betreft uitsluitend knelpuntlocaties in robuuste verbindingen met ambitieniveau B3; het ambitieniveau waarvoor criterium 4 meeweegt in de prioriteitstelling. ND = niet duurzaam; D = duurzaam; SD = sterk duurzaam; + = ontsnippering resulteert in bovengemiddelde verbetering van de duurzaamheid; - = ontsnippering resulteert in minder dan gemiddelde verbetering van de duurzaamheid.

Knelpuntlocatie	Habitatnetwerk (t.o.v. barrière)	Duurzaamheid habitatnetwerk vóór en na ontsnippering	ΔRE	ΔRE_x	$\Delta RE_x > \Delta RE_{gem}$
1	Zuid	SD → SD	0	280	+
	Noord	D → SD	280		
2	Zuid	D → SD	475	890	+
	Noord	D → SD	415		
3	Zuid	D → SD	415	415	+
	Noord	SD → SD	0		
4	Oost	SD → SD	0	418	+
	West	D → SD	418		
5	Zuid	D → D	0	0	-
	Noord	D → D	0		
6	Zuid	D → D	0	124	-
	Noord	ND → D	124		
7	Oost	SD → SD	0	0	-
	West	SD → SD	0		
8	Oost	D → SD	613	846	+
	West	D → SD	233		
9	Oost	D → D	0	0	-
	West	D → D	0		
11	Oost	SD → SD	0	291	+
	West	D → SD	291		
12	Zuid	SD → SD	0	0	-
	Noord	SD → SD	0		
13	Oost	SD → SD	0	0	-
	West	SD → SD	0		
19	Zuid	D → SD	369	369	+
	Noord	SD → SD	0		
ΔRE_{gem}				279	

2.2.5 Criterium 5: Alternatief voor areaalverschuivingen

Tabel 11 geeft een overzicht van de scores per knelpuntlocatie (ambitieniveau B3) op basis van de beslisregel dat knelpuntlocaties positief scoren voor toetsingscriterium 5 als deze in de hoofdtak van de *Natte As* liggen én er geen alternatieven zijn.

Tabel 11. Score voor toetsingscriterium 5 voor de knelpuntlocaties binnen deeltrajecten van de Natte As met ambitieniveau B3. + = positieve score voor toetsingscriterium 5; - = negatieve score voor toetsingscriterium 5.

Knelpunt-locatie	In hoofdtak Natte As?	Alternatief ontbreekt?	Score
1	Ja	Nee	-
2	Ja	Ja	+
3	Ja	Ja	+
4	Ja	Ja	+
5	Ja	Ja	+
6	Ja	Ja	+
7	Nee	Ja	-
8	Nee	Ja	-
9	Nee	Ja	-
11	Ja	Ja	+
12	Ja	Ja	+
13	Ja	Ja	+
19	Nee	Ja	-

Vier van de knelpuntlocaties liggen op zijtakken van de *Natte As*: knelpuntlocaties 7, 8 en 9 op de Noord-Hollandse zijtak “Van Kust tot Kust”, en knelpuntlocatie 19 op de zijtak “Hunzedal” in Drenthe.

Tijdens de verkenning is slechts één locatie geïdentificeerd waar het treffen van ontsnipperende maatregelen wellicht vermeden kan worden door het kiezen van een alternatieve route voor de robuuste verbinding: knelpuntlocatie 1 “Avelingen” (MJPO-knelpunt ZH-4). Ontsnippering van de barrières op deze locatie zou betekenen dat de natte natuur van de Biesbosch e.o. verbonden wordt met de plassen en laagveenmoerassen van achtereenvolgens Zuid-Holland, Utrecht en Noord-Holland, om vervolgens via de Randmeren, Ketelmeer en Zwarte Meer verbonden te worden met de *Natte As* van Noord-Nederland. Een alternatieve verbinding kan wellicht gevonden worden via het stroomgebied van de rivieren Waal en IJssel. Hoewel dit een lange route is, is een dergelijke verbinding voor veel van de soorten van de Biesbosch e.o. geen onlogische door de koppeling van dit getijdenmoeras aan meer vergelijkbare en volgens een natuurlijke gradiënt verlopende riviergebonden ecosystemen.

2.2.6 Prioriteitstelling

Tabel 12 vat de scores samen voor de vijf criteria (zie 2.2.1 t/m 2.2.5) en geeft de met behulp van vuistregels (zie 2.1.5) bepaalde prioriteitsklasse per knelpuntlocatie.

Tabel 12. Prioriteitstelling per knelpuntlocatie en ambitieniveau voor robuuste verbindingen in de *Natte As*. + = positieve score voor het toetsingscriterium; - = negatieve score voor het toetsingscriterium; 0 = het toetsingscriterium weegt niet mee, afhankelijk van het ambitieniveau.

Weg met mee afschrijven van het ambtenarsaanbod

Knelpunt-locatie	Toetsingscriteria					Prioriteit
	1	2	3	4	5	
Ambitieniveau B1						
20	-	0	0	0	0	Laag
21	-	0	0	0	0	Laag
22	-	0	0	0	0	Laag
Ambitieniveau B2						
10	-	-	+	0	0	Laag
14	+	-	-	0	0	Laag
15	+	-	-	0	0	Laag
16	+	-	+	0	0	Hoog
17	+	+	-	0	0	Hoog
18	-	+	+	0	0	Hoog
Ambitieniveau B3						
1	-	-	+	+	-	Laag
2	-	-	-	+	+	Laag
3	-	-	+	+	+	Hoog
4	-	-	-	+	+	Laag
5	-	-	-	-	+	Laag
6	-	-	+	-	+	Laag
7	-	-	-	-	-	Laag
8	-	+	+	+	-	Hoog
9	-	-	+	-	-	Laag
11	+	+	+	+	+	Hoog
12	+	+	-	-	+	Hoog
13	+	+	-	-	+	Hoog
19	-	+	+	+	-	Hoog

Van de 22 knelpuntlocaties verdienen er 9 (41%) een hoge prioriteit op basis van de hier gehanteerde vuistregels en toetsingscriteria ten aanzien van de duurzaamheid van habitatnetwerken, bereikbaarheid van nieuwe leefgebieden en beschikbaarheid van alternatieven voor areaalverschuivingen. Drie knelpuntlocaties met hoge prioriteit liggen in robuuste verbindingen van de *Natte As* met ambitieniveau B2; zes knelpuntlocaties liggen in robuuste verbindingen van de *Natte As* met ambitieniveau B3. Het aantal knelpuntlocaties met een hoge prioriteit voor West- en Noord-Nederland is respectievelijk 2 en 7.

2.3 Discussie

In deze quick-scan zijn de knelpuntlocaties binnen de robuuste verbindingen van de *Natte As* op basis van een aantal eenvoudige toetsingscriteria in twee prioriteitsklassen verdeeld: locaties met een lage en hoge prioriteit. Deze prioritering is vooral bedoeld als hulpmiddel voor de fasering en programmering van de ontsnipperende maatregelen die de knelpunten moeten wegnemen. De resultaten van

de prioriteitstelling zijn niet geschikt om nut en noodzaak van (deeltrajecten van) de robuuste verbindingen te onderbouwen/evalueren.⁷ Tevens laat de globaliteit van de analyses niet toe om conclusies te trekken over de noodzaak voor het ontsnipperen van individuele knelpuntlocaties. De in deze studie gemaakte vergelijking van knelpuntlocaties is vooral van relatieve aard: een lage prioriteit betekent niet dat het oplossen van de betreffende locatie niet van belang is om de doelstellingen voor de *Natte As* te bereiken. Om dergelijke vragen over nut en noodzaak te beantwoorden zijn uitgebreidere en gedetailleerdere analyses nodig: o.a. met meer ecoprofielen, minder simplificaties in het vervaardigen van habitatkaarten, gebruik van weerstandskarten in plaats van barrièreakarten (zie Van der Grift et al. 2003).

De prioriteitstelling is een hulpmiddel bij het bepalen van de volgorde voor het nemen van ontsnipperende maatregelen.

De prioriteitstelling is *niet* gericht op het onderbouwen van nut en noodzaak van de aanleg van (deeltrajecten van) robuuste verbindingen en/of het selecteren van knelpuntlocaties waar ontsnipperende maatregelen eventueel achterwege kunnen blijven.

De prioriteitstelling dient ook niet gebruikt te worden voor het bepalen van de gewenste robuustheid van ontsnipperende maatregelen (minimaal versus optimaal). De robuustheid van de maatregelen dient primair te worden gebaseerd op de eisen die de soortgroepen stellen die van de voorziening gebruik moeten gaan maken, en de doelstelling dat de maatregel moet leiden tot een volwaardige verbinding van de ecosystemen aan weerszijden van de infrastructuur (zie hoofdstuk 3). Echter, om praktische redenen kan het op sommige locaties voorkomen dat de gewenste robuustheid van de ontsnipperende maatregelen niet eenvoudig te realiseren is. Bijvoorbeeld omdat een weg- of spoorverbreding, al dan niet inclusief (conventionele) ontsnipperende maatregelen, net is voltooid en er voorlopig geen “werk-met-werk” gemaakt kan worden. Het op korte termijn alsnog aanleggen van robuuste voorzieningen op dergelijke locaties zal in de meeste situaties een kostbare aangelegenheid worden. Een alternatief is om (voorlopig) genoegen te nemen met geen of minder robuuste maatregelen, en pas bij een volgende grootschalige herstructurering van het wegtraject of baanvak tot de aanleg van maatregelen met de gewenste robuustheid over te gaan. De hier gepresenteerde prioriteitstelling kan (mede) helpen om een keuze te maken tussen beide opties: Voor knelpuntlocaties met een lage prioriteit lijkt het verdedigbaar de tweede strategie te volgen, waarbij robuuste(re) maatregelen pas op de lange termijn worden aangelegd.

De prioriteitstelling is géén advies voor de robuustheid van de ontsnipperende maatregelen. Wel kan het worden ingezet om de urgentie van vervanging van ‘conventionele’ door robuuste ontsnipperende maatregelen te duiden.

⁷ Deze studie beperkt zich immers tot de doelsoorten voor de robuuste verbindingen die last hebben van versnippering door infrastructuur; soortgroepen (o.a. vogels) die hier geen of minder last van hebben, maar waarvoor de robuuste verbindingen wel essentieel zijn, blijven buiten beschouwing.

3 Advies ontsnipperende maatregelen *Natte As*

3.1 Robuust ontsnipperen

Het *Handboek Robuuste Verbindingen* (Broekmeyer & Steingröver 2001) adviseert om op kruispunten van robuuste verbindingen met infrastructuur robuust te ontsnipperen. Anders dus dan de ‘conventionele’ faunapassages, waar al veel ervaring mee is opgedaan. Het handboek benadrukt dat er een ecosysteem- of landschapsverbinding tot stand moet komen, waarbij dier- en plantensoorten tijdens hun ‘bewegingen’ door het landschap zo min mogelijk weerstand ondervinden. De robuuste verbindingen moeten immers de ‘snelweg’ voor de Nederlandse biodiversiteit gaan vormen. Om dit te bereiken is als vuistregel gegeven dat ontsnipperende maatregelen bij voorkeur de totale breedte van de robuuste verbinding omvatten. Tevens is de aanbeveling om de dimensies van de passages zo te kiezen dat diersoorten de passage niet als zodanig herkennen, maar als integraal onderdeel van hun leefgebied zien. Het streven bij het ontwerpen van faunapassages zou moeten zijn om passages aan te leggen die het gedrag van de dieren niet (of nauwelijks) verandert. Daarnaast adviseert het handboek om alle onderbrekingen (i.e. afwijkend landgebruik) weg te nemen ingeval slecht verspreidende plantensoorten deel uitmaken van de doelsoorten (ambitieniveau B3).

Het zal niet overal haalbaar zijn om robuuste verbindingen over de totale breedte te ontsnipperen. Aanleg van meerdere faunapassages met kleinere afmetingen is dan het alternatief. Het handboek geeft adviezen (per ecoprofiel) voor de breedte van deze kleinere, maar nog steeds als ‘robuust’ te classificeren faunapassages. Ook voor deze kleinere faunapassages geldt dat de begroeiing van de te verbinden ecosystemen bij voorkeur ononderbroken wordt voortgezet ter plaatse van de kruising met de infrastructuur. Kruisingen bovenlangs zijn voor robuuste verbindingen dan ook altijd de beste oplossing. En als het bovenlangs kruisen niet mogelijk is, is het van belang dat de dimensies van de onderdoorgang zo zijn dat het natuurlijke biotoop ononderbroken in de faunapassage kan worden voortgezet.

Het accent ligt bij beide vormen van robuust ontsnipperen op het realiseren van een ecosysteemverbinding. De handboekadviezen voor de dimensionering van de passages hebben als uitgangspunt dat de abiotiek en biotiek ter plaatse van de kruising zo min mogelijk verandert. Het voordeel is dat hierdoor ook functionele verbindingen kunnen ontstaan voor slecht verspreidende planten en weinig mobiele, versnipperinggevoelige diersoorten die sterk aan hun voorkeursbiotoop gebonden zijn (o.a. weinig mobiele vlinders). Daarnaast kan met het realiseren van een ‘ecosysteemverbinding’ beter rekening worden gehouden met een grote groep soorten (vooral ongewervelden) waarvan nog weinig tot niets bekend is over de versnipperende werking van infrastructurele barrières of de mate waarin deze soorten gebruik maken van (bestaande) ontsnipperende maatregelen. Voor deze groep ‘*black box*-soorten’ ligt toepassing van het voorzorgsprincipe voor de hand, waarbij het

streven is de (a)biotische veranderingen in het ecosysteem ter plaatse van kruisingen van robuuste verbindingen met infrastructuur te minimaliseren.

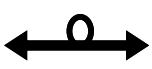
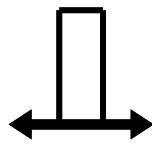
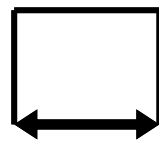
De ambitie om een ‘ecosysteemverbinding’ te maken is hoog en, zoals al gebleken is, niet overal even gemakkelijk te realiseren. Het alternatief is te kiezen voor de ambitie dat de ontsnipperende maatregelen in robuuste verbindingen niet op ecosysteem- maar op soortniveau effectieve verbindingen moeten bieden. Anders gezegd: de ontsnipperende maatregelen stellen *alle* doelsoorten voor de betreffende robuuste verbinding in staat om de barrière te passeren, maar zijn niet robuust genoeg om door passerende dieren niet als passage te worden ervaren, veranderingen in de (a)biotiek ter plaatse van de kruising te voorkomen of rekening te houden met *black box*-soorten. Het kiezen van een soortbenadering kan betekenen dat men met kleinere faunapassages kan volstaan, omdat veel van de doelsoorten van de *Natte As* ook gebruik maken van minder robuuste faunapassages, zoals kleine faunatunnels of eco-duikers (zie bijvoorbeeld Bekker et al. 2001).

Op basis van het bovenstaande zijn er voor deze studie vier principeoplossingen gedefinieerd voor de ontsnippering van verkeers- en spoorwegen in de robuuste verbindingen (tabel 13). Deze principeoplossingen verschillen in ambitieniveau (ecosysteem- versus soortverbinding) en robuustheid (minimaal versus optimaal). Hoewel de schetsen voor de typen ontsnipperende maatregelen gebaseerd zijn op een verbinding onderlangs, behoren ook een aquaduct of (spoor)weg in een tunnel tot de oplossingen. Voor kanalen zijn er drie principeoplossingen te definiëren (tabel 14).

Tabel 15 geeft per principeoplossing voor wegen en spoorwegen en per ambitieniveau van robuuste verbindingen (B1, B2 en B3) aan welke ecoprofielen naar verwachting gebruik van de voorziening zullen/kunnen maken. Hiermee is de reikwijdte (zie pijlen onderaan de tabel) van mogelijke oplossingen per ambitieniveau voor robuuste verbindingen zichtbaar gemaakt. De principeoplossingen III en IV zijn functioneel voor robuuste verbindingen met ambitieniveau B1, B2 of B3. Deze principeoplossingen maken het mogelijk om een *ecosysteemverbinding* te maken. Principeoplossing II is functioneel voor robuuste verbindingen met ambitieniveau B1 of B2. De ecoprofielen *Zilveren maan* en *Slecht verspreidende planten*, beide behorend tot ambitieniveau B3, worden door deze principeoplossing niet gefaciliteerd. Principeoplossing I is functioneel voor robuuste verbindingen met ambitieniveau B1. De ecoprofielen *Ringslang* (ambitieniveau B2), *Zilveren maan* (ambitieniveau B3) en *Slecht verspreidende planten* (ambitieniveau B3) worden door deze principeoplossing niet gefaciliteerd. Principeoplossing I en II maken het slechts mogelijk om een *soortverbinding* te maken. De principeoplossingen voor kanalen zijn naar verwachting⁸ geschikt voor alle in tabel 15 opgenomen ecoprofielen van de *Natte As*, met uitzondering van de vissen en slecht verspreidende planten. Het passeerbaar maken van kanalen (in de dwarsrichting) voor vissen vraagt om een waterverbinding tussen het kanaal en de omliggende wateren van de robuuste verbinding.

⁸ Een expert-inschatting, want er is weinig onderzoek gedaan naar de barrièrewerking van kanalen voor flora en fauna (Van der Grift et al. 2001).

Tabel 13. Principeoplossingen voor ontsnippering van (spoor)wegen in de robuuste verbindingen van de Natte As.

Type verbinding:	Soort-verbinding		Ecosysteem-verbinding	
Schets:	 		 	
Code:	I	II	III	IV
Robuustheid:	minimaal	optimaal	minimaal	optimaal
Breedte:	~0,4-2 m	~2-40 m	~55-65 m [#]	gelijk aan breedte robuuste verbinding
Lichtinval:	beperkt	beperkt	voldoende voor ononderbroken begroeiing	
Voorbeeld:	faunabuis looprichel	faunatunnel brug	viaduct brug aquaduct	(spoor)weg op palen of in tunnel

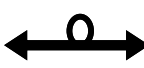
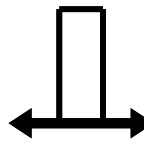
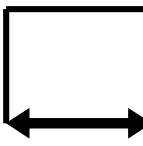
[#] Voor de ecosysteemtipes Moeras, struweel en groot water en Grasland met klein water is een minimale faunapassage nodig van respectievelijk 40-50 m (exacte breedte is afhankelijk van breedte van de watergang) en 15 m. Omdat soorten die nauw gebonden zijn aan hun voorkeurs habitat niet noodzakelijkerwijs gebruik maken van een passage in een ander type ecosysteem zijn de breedte-eisen voor een passage gesommeerd.

Tabel 14. Principeoplossingen voor ontsnippering van kanalen in de robuuste verbindingen van de Natte As.

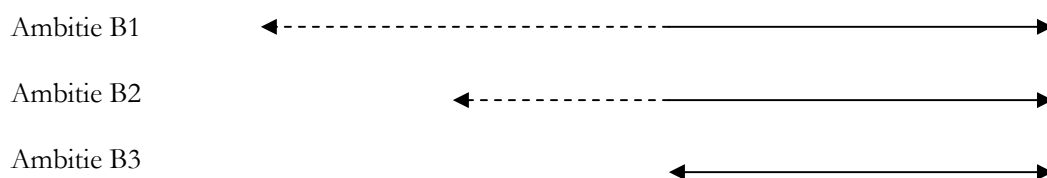
Type verbinding:	Soort-verbinding		Ecosysteem-verbinding	
Schets:			 	
Code:	I	II/III*	IV	
Robuustheid:	minimaal	suboptimaal	optimaal	
Breedte:	~0,5-5 m	~55-65 m	gelijk aan breedte robuuste verbinding	
Voorbeeld:	fauna-uittreed- plaats (FUP)	natuurvriendelijke oever (NVO)	natuurvriendelijke oever (NVO)	

* Het ambitieniveau van de suboptimale principeoplossing voor kanalen is min of meer vergelijkbaar met de oplossingen II en III bij wegen en spoorwegen (tabel 13) en krijgt daarom de code II/III. Hierdoor blijft, ondanks dat voor kanalen slechts drie principeoplossingen zijn geformuleerd, de codering voor de minimale (I) en optimale (IV) variant voor kanalen consistent met de codering bij (spoor)wegen.

Tabel 15. Functionaliteit van de principeoplossingen voor ontsnipperende maatregelen bij wegen en spoorwegen per ambitieniveau en ecoprofiel. + = geschikt; - = niet geschikt. De pijlen onderaan de tabel geven de reikwijdte van mogelijke oplossingen per ambitieniveau. Hierbij is het uitgangspunt dat de principeoplossingen alle ecoprofielen van het betreffende ambitieniveau een functionele passage moeten bieden. Een doorgetrokken pijl duidt op het realiseren van een ecosysteemverbinding. Een onderbroken pijl duidt op het realiseren van een soortverbinding.

	Soort-verbinding		Ecosysteem-verbinding	
				
	I	II	III	IV
B1				
Bever	+	+	+	+
Otter	+	+	+	+
B2				
Bever	+	+	+	+
Otter	+	+	+	+
Noordse woelmuis	+	+	+	+
Ringslang	-	+	+	+
B3				
Bever	+	+	+	+
Otter	+	+	+	+
Noordse woelmuis	+	+	+	+
Ringslang	-	+	+	+
Poelkikker	+	+	+	+
Kleine Modderkruiper*	+	+	+	+
Bittervoorn*	+	+	+	+
Meerval*	+	+	+	+
Vetje*	+	+	+	+
Dwergmuis	+	+	+	+
Waterspitsmuis	+	+	+	+
Zilveren maan	-	-	+	+
Plant (slechte verspr.)	-	-	+	+

Keuzemogelijkheden ontsnipperende maatregelen per ambitieniveau:



* Uitgangspunt voor de vissen is dat een watergang onderdeel uitmaakt van de faunapassage.

3.2 Werkwijze

Voor 29 van de 42 belangrijke infrastructurele barrières in de robuuste verbindingen van de *Natte As* zijn oplossingsrichtingen verkend (zie tabel 1). Dit is gedaan op basis van een veldbezoek, waarbij per robuuste verbinding en barrière mogelijke ontsnipperingslocaties en typen maatregelen in beeld zijn gebracht. Ter voorbereiding van deze verkenning zijn in een aantal regio's enkele achtergrondnotities opgesteld door bij de planvorming betrokken partijen (LNV, provincie, ProRail, RWS). Deze achtergrondnotities zijn vaak (mede) gebaseerd op een veldbezoek. De achtergrondnotities bevatten beschrijvingen van de knelpunten, voorgestelde oplossingsrichtingen, stand van zaken wat betreft de planvorming, eventuele alternatieve locaties, mogelijkheden om werk-met-werk te maken, risico's en financiële haalbaarheid. Tevens zijn in de notities nog openstaande vragen gesignaleerd.

Het betreft de volgende documenten:

- Anonymus 2004. Workshop robuuste verbinding kust tot kust, d.d. 8 juni 2004.
- Anonymus 2005. Verslag MJPO-veldbezoek Natte As Utrecht d.d. 14 juli 2005.
- Anonymus 2005. Beschrijving van het CAU-gebied (Corridor Amsterdam-Utrecht) ten behoeve van ontsnippering Natte As.
- Anonymus 2005. Projectblad Wiericke (ZH 02).
- Anonymus 2005. Projectblad Avelingen (ZH 04).
- Anonymus 2005. Verslag MJPO-veldbezoek Natte As Noord-Holland d.d. 25 augustus 2005.
- Provincie Noord-Holland 2005. Startnotitie gebiedsplan robuuste verbinding "Kust tot Kust". Provincie Noord-Holland, Haarlem.
- Kamminga, P. 2005. Veldbezoek PEHS-team Natte As, 3 november 2005.
- Karelse, J.J.H.G. 2005. Ontsnippering robuuste verbinding Natte As West-Nederland: stand van zaken d.d. 20 mei 2005. Ministerie van LNV, Utrecht.
- Rooij, H.J.I.M. 2005. Natte As, ontsnipperingsmaatregelen in A12 ter hoogte van Enkele Wiericke. Brief Provincie Zuid-Holland aan RWS Directie Zuid-Holland, d.d. 9 maart 2005, kenmerk DGWM/05/3703.

Tevens is gebruik gemaakt van:

- Melman, P., T. Baas, K. Scharringa, E. Thomassen & R. van 't Veer 2005. Atlas van de natuur in de Vechtstreek. Rapport 05008. Landschap Noord-Holland, Castricum.
- Scharringa, K., P. Melman & E. Thomassen 2004. Atlas landschappelijke en ecologische betekenis van de robuuste ecologische verbindingzone Kust tot Kust. Landschap Noord-Holland, Castricum.

Tijdens de voorbereiding van de veldbezoeken is door Alterra kennis genomen van deze achtergrondnotities. De hierin aangedragen oplossingsrichtingen, ongeacht het wellicht al verkregen bestuurlijke/politieke draagvlak, zijn echter vooral als *opties* in de verkenning meegenomen en niet sturend in de gedachtevorming geweest. Er is tijdens de verkenning dus "met een frisse kijk" naar de knelpuntlocaties gekeken.

Oplossingsrichtingen in dit rapport kunnen daarom afwijken van eerdere voorstellen voor ontsnippering.

Per onderzochte barrière zijn de volgende vragen gesteld:

1. Welke typen ontsnipperende maatregelen zijn mogelijk bij handhaving van de huidige hoogteligging van de infrastructuur?
2. Voor kanalen: Is er een open waterverbinding aanwezig c.q. te realiseren tussen het kanaal en de wateren van de robuuste verbinding?
3. Kan de ontsnippering worden bereikt door aanpassing van een bestaand kunstwerk?
4. Welke maatregelen zijn nodig in de directe omgeving van de barrière voor een effectieve ontsnippering?
5. Wat zijn de verwachte kosten?
6. Zijn er alternatieve locaties voor het passeren van de infrastructurele barrière, waar het treffen van ontsnipperende maatregelen gemakkelijker is?
7. Zijn er mogelijkheden voor een 'gefaseerde ambitie' in de aanpak van een knelpunt?

Ad 1.

Deze vraag heeft betrekking op wegen en spoorwegen. Per barrière is door vergelijking van de huidige hoogteligging van de infrastructuur en de randvoorwaarden die de verschillende principeoplossingen (zie tabel 13 en 14) stellen aan de hoogteligging vastgesteld welke typen maatregelen mogelijk zijn. Dat kan in aantal variëren van 0 tot 4 typen. Het ontbreken van geschikte oplossingen kan optreden wanneer bijvoorbeeld het verschil tussen het weg- of spoordek en het waterpeil in de omgeving zo gering is dat zelfs een kleine faunapassage niet kan worden aangebracht zonder de hoogteligging van de barrière aan te moeten passen. Mogelijke ontsnipperende maatregelen worden niet in detail beschreven: een nadere uitwerking van de ontsnipperingsmaatregelen in de *Natte As* is een volgende stap die buiten deze studie valt.

Ad 2.

Om een goede robuuste verbinding voor waterplanten, vissen en andere aquatische fauna te realiseren is een ononderbroken waterverbinding nodig. Het waterpeil in kanalen is op veel plaatsen hoger dan het waterpeil in de directe omgeving. Hierdoor ontbreekt vaak een waterverbinding met het achterland en is deze in veel situaties ook niet eenvoudig te realiseren. Uitzonderingen zijn plekken waar (boezem)wateren of beken afwateren in kanalen. Per barrière is verkend of dergelijke waterverbindingen aanwezig zijn die kunnen worden benut voor het inrichten van een robuuste verbinding.

Ad 3.

Per type ontsnipperingsmaatregel (I-IV) is nagegaan of deze gerealiseerd kan worden door aanpassing van een bestaand kunstwerk. Het betreft dan vooral duikers en bruggen, gezien het natte karakter van de ecosysteemtypen van de *Natte As*. Echter, de mogelijkheden van overige onderdoorgangen (verkeerstunnels, viaducten e.d.) zijn ook in beschouwing genomen.

Ad 4.

Tijdens het veldbezoek is verkend van welke additionele maatregelen in de omgeving (o.a. bij lagere orde-wegen) het succes van de ontsnipperende maatregelen bij de rijksinfrastructuur naar verwachting afhankelijk is. In deze studie hebben we ons beperkt tot de meest directe omgeving van de onderzochte barrières (tot circa 100 m afstand vanaf de barrière).

Ad 5.

De (globale) kostenschattingen hebben alleen betrekking op de ontsnipperende maatregelen bij de infrastructuur: kosten van mogelijke additionele maatregelen in de directe omgeving (amoveren bebouwing, ontsnipperen wegen van een lagere orde, etc.) zijn niet in de kostenschatting opgenomen. Er zijn vier kostenklassen onderscheiden:

- A = <1 mlj. Euro
- B = 1-4 mlj. Euro
- C = 4-10 mlj. Euro
- D = >10 mlj. Euro

De kostenschattingen zijn gecontroleerd door kostendeskundigen van Rijkswaterstaat en ProRail.

De kostenschattingen zijn zeer globaal, passend bij de fase en het quick-scan karakter van het onderzoek. De kostenschattingen zijn daarom vooral indicatief en niet geschikt voor budgetvaststelling.

Ad 6.

De aandacht in deze verkenning is primair gericht op de voorkeurslocaties voor ontsnippering van de infrastructurele barrières op basis van de voorkeurstracés voor de robuuste verbindingen (zie figuur 2 en bijlage 2). Echter, als het realiseren van ambities voor robuuste faunapassages op de voorkeurslocaties lastig blijkt, zijn ook alternatieve locaties in ogenschouw genomen.

Ad 7.

Er kunnen redenen zijn om de ambities voor robuuste ontsnipperende maatregelen te faseren. Dat wil zeggen: voorlopig wordt genoeg genomen met een principeoplossing die niet geheel voldoet aan de doelstellingen van het ambitieniveau van de robuuste verbinding. Bijvoorbeeld als er nog weinig bekend is over de barrièrewerking van de infrastructuur (zoals bij één- en tweesporige spoorlijnen), er op korte termijn geen werk-met-werk gemaakt kan worden, of er al ontsnipperende maatregelen zijn genomen (of deze in uitvoering zijn) maar deze qua maatvoering niet geheel overeenkomen met de ambities voor de betreffende robuuste verbinding. Het faseren van ambities in deze gevallen lijkt vooral verdedigbaar voor locaties die in de prioriteitstelling als 'laag' zijn geclassificeerd.

3.3 Workshops

De resultaten van de veldbezoeken zijn besproken tijdens twee regionale workshops (West- en Noord-Nederland) met vertegenwoordigers van de provincies, het Ministerie van LNV (DRZ West, DRZ Noord, Directie Natuur, Dienst Landelijk Gebied), Rijkswaterstaat (Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Directie West-Nederland, Directie Noord-Nederland), ProRail en Alterra. Tijdens de workshops zijn per knelpuntlocatie de bevindingen gepresenteerd en verschillende alternatieven tegen elkaar afgewogen in termen van ecologisch rendement, (planologische) haalbaarheid en kosten.

Op basis van de bevindingen van de veldbezoeken en workshops is per knelpuntlocatie een kort advies opgesteld voor de te nemen ontsnipperende maatregelen, benodigde additionele maatregelen in de directe omgeving en de voorkeurslocatie voor de ontsnippering.

3.4 Resultaten

3.4.1 Knelpunten West-Nederland

In West-Nederland zijn 9 knelpuntlocaties gedefinieerd (zie tabel 5). Deze omvatten in totaal 16 barrières. Voor vier knelpuntlocaties (locaties 1, 4, 6 en 7) zijn behalve de voorkeurslocaties ook één of meerdere alternatieve locaties voor het ontsnipperen van de robuuste verbindingen beschouwd. Bijlage 5 geeft een overzicht van de ligging van zowel de voorkeurs- als alternatieve locaties voor ontsnippering per knelpuntlocatie. Voor knelpuntlocatie 9 is geen advies voor ontsnippering uitgewerkt (zie ook 1.4).

3.4.1.1 Technische haalbaarheid principeoplossingen

Wegen/spoorwegen

Voor wegen en spoorwegen geldt dat op slechts 0-15% van alle voorkeurslocaties de huidige hoogteligging van de infrastructuur voldoet aan de randvoorwaarden voor de aanleg van ontsnipperende maatregelen type III en IV (tabel 16). Om deze typen te realiseren zijn op de meeste voorkeurslocaties dus aanpassingen aan de hoogteligging van de weg c.q. het spoor nodig. Wanneer ook de alternatieve locaties in beschouwing worden genomen, is het beeld gunstiger: tot maximaal 38% van de barrières kan met type III of IV ontsnipperd worden bij handhaving van de huidige hoogteligging. Principeoplossing type II kan op bijna de helft van de voorkeurslocaties worden gerealiseerd zonder dat de hoogteligging van de (spoor)weg aanpassing behoeft (tabel 16). Inclusief de onderzochte alternatieve locaties geldt dat tweederde van de barrières zonder aanpassingen in hoogteligging mogelijkheden biedt voor deze principeoplossing. Principeoplossing type I is bijna overal te realiseren. Ingeval alternatieve locaties worden betrokken zelfs tot 100%. Bijlage 6 geeft per knelpuntlocatie en barrière een volledig overzicht van de principe-

oplossingen die mogelijk zijn bij handhaving van de huidige hoogteligging van de infrastructuur.

De mogelijkheden om gebruik te maken van bestaande kunstwerken is voor wegen en spoorwegen over het algemeen gering op de voorkeurslocaties, variërend van 0-8% voor type III en IV tot 54% voor type I (tabel 16). Wanneer ook de alternatieve locaties voor ontsnippering worden beschouwd nemen deze percentages toe tot respectievelijk 8-23% en 85-92%. Het realiseren van een principeoplossing type III of IV zal in de meeste situaties dus vragen om de aanleg van nieuwe kunstwerken. Bijlage 7 geeft per knelpuntlocatie en barrière een volledig overzicht van de principeoplossingen die mogelijk zijn bij gebruikmaking van bestaande kunstwerken.

Tabel 16. Per principeoplossing het aandeel geschikte locaties (in %) bij wegen en spoorwegen in West-Nederland (n=13) op basis van de mogelijkheden de huidige hoogteligging te handhaven en gebruik te maken van bestaande kunstwerken. Omdat de mogelijkheden voor het realiseren van de principeoplossingen bij de huidige hoogteligging en/of gebruikmaking van bestaande kunstwerken op sommige locaties onzeker zijn, zijn in de meeste gevallen percentageranges gegeven. VL = voorkeurslocaties ontsnippering; AL = alternatieve locaties ontsnippering.

Indicator	Locaties	Principeoplossingen ontsnippering			
		I	II	III	IV
Ontsnippering mogelijk bij handhaving huidige hoogteligging	VL	85%	38-46%	0-15%	0-15%
	VL+AL	92-100%	62-69%	15-38%	15-38%
Ontsnippering mogelijk met gebruik bestaande kunstwerken	VL	54%	15-23%	0-8%	0-8%
	VL+AL	85-92%	38-46%	8-23%	8-23%

Kanalen

In West-Nederland vormen kanalen op twee plaatsen een te ontsnipperen barrière: Kanaal van Steenenhoek (knelpuntlocatie 1) en het Amsterdam-Rijnkanaal (knelpuntlocatie 4). Voor beide kanalen geldt dat de drie principeoplossingen (zie tabel 14) op zowel alle voorkeurslocaties als alle alternatieve locaties mogelijk zijn (zie bijlage 8). Op de voorkeurslocaties van beide kanalen is geen open waterverbinding tussen het kanaal en de (toekomstige) wateren van de robuuste verbinding. Voor het Amsterdam-Rijnkanaal kan een dergelijke waterverbinding wel worden gevonden bij de Nieuwe Wetering (onderdeel van alternatieve ontsnipperingslocaties 4b en 4c).

3.4.1.2 Additionele maatregelen in de directe omgeving

Op veel knelpuntlocaties bij wegen en spoorwegen is onvoldoende ruimte voor het goed inpassen van een robuuste ontsnipperende maatregel. Bebouwing op korte afstand van de knelpuntlocatie en/of nabijgelegen infrastructuur van een lagere orde vormen op deze plekken de belangrijkste obstakels voor het creëren van een goede verbinding (tabel 17). Door te kiezen voor alternatieve knelpuntlocaties kunnen op sommige plaatsen problemen worden vermeden. Aanpassingen van overige infrastructuur blijven echter nodig bij 50% en 29% van de knelpuntlocaties bij respectievelijk wegen en spoorwegen. Voor de twee kanalen geldt dat altijd aanpassingen nodig zijn aan infrastructuur parallel aan het kanaal. Tevens geldt voor zowel alle voorkeurslocaties als alternatieve locaties dat het plaatselijk verleggen van de waterkering/kanaaldijk nodig is voor een goede inpassing van de ontsnipperende

maatregelen. Bijlage 9 geeft per knelpuntlocatie en barrière een volledig overzicht van de benodigde maatregelen in de directe omgeving van de ontsnipperingslocaties.

Tabel 17. Per type barrière het maximale percentage van de onderzochte locaties waar aanvullende maatregelen in de directe omgeving nodig zijn. VL = voorkeurslocaties ontsnippering; AL = alternatieve locaties ontsnippering.

Barrière	Locaties	Maatregelen directe omgeving		
		<i>Amoveren bebouwing</i>	<i>Aanpassen overige infrastructuur</i>	<i>Verleggen waterkering</i>
Verkeersweg (n=6)	VL	33%	83%	17%
	VL+AL	0%	50%	0%
Spoorweg (n=7)	VL	14%	43%	n.v.t.
	VL+AL	14%	29%	n.v.t.
Kanaal (n=2)	VL	50%	100%	100%
	VL+AL	50%	100%	100%

3.4.1.3 Advies per knelpuntlocatie

Knelpuntlocatie 1: Avelingen (MJPO-knelpunt 39)⁹

De Betuweroute, spoorlijn Dordrecht-Gorinchem, A15 en het Kanaal van Steenenhoek liggen op deze locatie strak gebundeld. De totale breedte van de infrastructurele barrière is circa 200 m. De beide spoorlijnen en A15 liggen min of meer op maaiveldniveau. Er zijn geen bestaande kunstwerken die voor ontsnippering kunnen worden benut. Het waterpeil in het kanaal ligt enkele meters boven de hoogteligging van de spoorlijnen en A15. Aan de noordzijde van de infrastructurele bundel is een industrieterrein aangelegd waardoor de ruimte voor een robuuste verbinding hier ontbreekt. De aanleg van ontsnipperende maatregelen, zelfs die van type I kan niet op deze locatie zonder grootschalige aanpassing van zowel de horizontale als verticale ligging van de infrastructuur. Dit zal extreem hoge kosten met zich brengen. Deze locatie dient daarom als optie voor ontsnippering van de *Natte As* te worden verworpen.

Alternatief 1a: Giessen-Buitenvliet

Dit alternatief heeft als belangrijke voordelen: (1) niet alle hier te kruisen barrières zijn strak gebundeld en er is daarom meer ruimte voor de inpassing van ontsnipperende maatregelen, en (2) er wordt gebruik gemaakt van de Wijde Giessen om de Betuweroute te passeren, die hier in een circa 500 m lange tunnel is aangelegd. Om een robuuste verbinding ter hoogte van de Wijde Giessen te laten passeren is echter wel herinrichting van het gebied nodig om ruimte te creëren. Dit betreft zowel het amoveren van bebouwing als aanpassen van de lokale infrastructuur langs deze rivier. De bestuurlijke en/of maatschappelijke haalbaarheid van een dergelijke aanpak dient nog te worden onderzocht. Grootschalige aanpassingen aan de Betuweroute kunnen met deze variant dus worden vermeden, maar dat geldt niet voor de A15. De hoogteligging van deze barrière is onvoldoende om er een robuuste passage in aan te

⁹ Dit betreft de in het MJPO opgenomen nummering van knelpunten die onderdeel zijn van robuuste verbindingen (zie ook bijlage 1).

leggen. Zelfs een passage van type I is niet of nauwelijks te realiseren bij de huidige hoogteligging van de A15. Ook is de ruimte rond de A15 beperkt door de aanwezigheid van een verzorgingsplaats. De spoorlijn Dordrecht-Gorinchem (enkelspoor) is naar verwachting geen grote barrière. In tegenstelling tot voorkeurslocatie Avelingen komt de robuuste verbinding aan de zuidzijde van het Kanaal van Steenenhoek bij dit alternatief niet uit in een aan de Boven-Merwede grenzend natuurgebied. Er zal dus nog een weg gezocht moeten worden richting de rivier, wat lastig is door aanwezige bebouwing.

Alternatief 1b: Giessen-Molentocht

Ook in dit alternatief wordt de Betuweroute gepasseerd via de Wijde Giessen. Bijkomende voordelen ten opzichte van alternatief 1a zijn: (1) vanaf de passage van de Betuweroute een korte, directe route richting Beneden-Merwede en Biesbosch, (2) er is meer ruimte beschikbaar rond de kruising van de Molenvliet met de A15 voor inpassing van de ontsnipperende maatregel, (3) het Kanaal van Steenenhoek hoeft niet gepasseerd te worden, omdat de robuuste verbinding aan de noordkant van het kanaal richting kanaalmonding gaat. Aanpassing van de oevers van het kanaal kan zich dus beperken tot de noordzijde. Bebouwing en lokale infrastructuur bij de kanaalmonding vormen wel een knelpunt.

<i>Advies knelpuntlocatie:</i>	1b	
<i>Advies principeoplossing:</i>	Kanaal van Steenenhoek	II/III
	A15	III
	Spoor Dordrecht-Gorinchem	III
	Betuweroute	IV
<i>Gefaseerde ambitie?</i>	Kanaal van Steenenhoek	nee
	A15	ja [#]
	Spoor Dordrecht-Gorinchem	ja*
	Betuweroute	nee
[#] Op de korte termijn een type I. De knelpuntlocatie heeft een lage prioriteit (zie hoofdstuk 2). Een gefaseerde ambitie met aanleg van een type I gevolgd door monitoring van de effectiviteit is daarom de aanbeveling. Opschaling naar een type III op de lange termijn als werk-met-werk gemaakt kan worden.		
* Op de korte termijn een type I. Onduidelijk is vooralsnog hoe groot de barrièrewerking van dit enkelspoor is. Aanleg van een type I gevolgd door monitoring van de effectiviteit is daarom de aanbeveling. Opschaling naar een type III op de lange termijn als werk-met-werk gemaakt kan worden.		
<i>Algemeen:</i>		
De complexiteit van dit knelpunt rechtvaardigt een heroverweging van het ambitieniveau en/of belang van een robuuste verbinding tussen de natte natuur van het getijden- en rivierengebied en de binnendijkse laagveenmoerassen. De barrières dienen altijd in samenhang met elkaar te worden aangepakt.		

Knelpuntlocatie 2: Enkele Wiericke (niet opgenomen in het MJPO)¹⁰

De Enkele Wiericke is een logische plaats om het spoor Gouda-Woerden te passeren. Er is geen bebouwing en alleen aan de noordzijde is aanpassing van lokale infrastructuur (Negenviertel) nodig. De huidige spoorbrug is slechts geschikt voor principeoplossing I. De brug is laag en overspant het water over circa 3 m. Om een robuuste verbinding te vormen met ambitieniveau B3 is principeoplossing I onvoldoende. Aanleg van principeoplossingen type II vereist al een nieuw kunstwerk en aanpassing van de hoogteligging van het spoor. Principeoplossing III kan naar verwachting met relatief weinig meerkosten ten opzichte van de aanleg van een type II worden gerealiseerd. Type III maakt het mogelijk een ecosysteemverbinding te realiseren en past beter bij het hoge ambitieniveau voor de robuuste verbinding.

<i>Advies principeoplossing:</i>	Spoor Gouda-Woerden	III
<i>Gefaseerde ambitie?</i>	Spoor Gouda-Woerden	ja*

* Op de korte termijn een type I. De knelpuntlocatie heeft een lage prioriteit (zie hoofdstuk 2). Onduidelijk is vooralsnog hoe groot de barrièrewerking van dit dubbelspoor is. Aanleg van een type I gevolgd door monitoring van de effectiviteit is daarom de aanbeveling. Opschaling naar een type III op de lange termijn als werk-met-werk gemaakt kan worden.

Knelpuntlocatie 3: Wiericke (MJPO-knelpunt 38)

De Enkele Wiericke is ook voor passage van de A12 en het spoor Bodegraven-Woerden een logische plaats. Het amoveren van bebouwing is niet nodig en alleen aan de zuidzijde van de A12 is aanpassing van lokale infrastructuur (Parallelweg) nodig. De rijbanen van de A12 zijn gesplitst, wat een voordeel is voor de inpassing van de ontsnipperende maatregelen en maximalisatie van de lichtinval in de passage. Door de verhoogde ligging van (het boezemwater van) de Enkele Wiericke in het landschap is de hoogte van de duiker onder (vooral) de zuidelijke rijbaan van de A12 beperkt. Deze biedt slechts mogelijkheden voor de aanleg van principeoplossing type I. Voor iedere andere principeoplossing is een grootschalige aanpak vereist waarbij de hoogteligging van de weg en het kunstwerk worden aangepast. Het advies is de weg op palen te plaatsen. De spoorlijn Bodegraven-Woerden (enkelspoor) is naar verwachting geen grote barrière. De 'onderbreking' van de *Natte As* ter plaatse van het spoor is circa 4 m. De huidige spoorbrug is slechts geschikt voor principeoplossing I. De brug is laag en overspant het water over een lengte van circa 4 m. De spoorbrug heeft een open constructie waardoor er lichtinval onder de brug is. De smalle breedte van het spoor en het principe van een 'open brugconstructie met lichtinval' maken dat de aanleg van de principeoplossingen type III of IV naar verwachting mogelijk zijn zonder de hoogteligging van het spoor aan te passen.

¹⁰ Zie paragraaf 1.4.

<i>Advies principeoplossing:</i>	A12	III
	Spoor Bodegraven-Woerden	III
<i>Gefaseerde ambitie?</i>	A12	nee
	Spoor Bodegraven-Woerden	ja*

* Op de korte termijn een type I. De knelpuntlocatie heeft een hoge prioriteit (zie hoofdstuk 2). Echter, onduidelijk is vooralsnog hoe groot de barrièrewerking van dit enkelspoor is. Aanleg van een type I gevolgd door monitoring van de effectiviteit is daarom de aanbeveling. Opschaling naar een type III op de lange termijn als werk-met-werk gemaakt kan worden.

Knelpuntlocatie 4: Loenersloot/De Nes (MIPPO-knelpunt 34-37)

De A2 wordt op dit moment verbreed en ter hoogte van de passage met de Geuzensloot (deels) naar het oosten verlegd. De A2 zal in de nieuwe situatie de Geuzensloot en een circa 150 m brede ecologische zone naast de watergang passeren via een hoge brug. De rijbanen van de A2 zijn ter plekke van de kruising gescheiden. Naar verwachting voldoen deze plannen bij de Geuzensloot min of meer aan de eisen van principeoplossing type IV. In tegenstelling tot de A2 is passage van het spoor Amsterdam-Utrecht ter hoogte van de voorkeurslocatie lastig te realiseren. Er is geen kunstwerk aanwezig dat kan worden aangepast en ook de hoogteligging van het spoor is onvoldoende voor de aanleg van robuuste passages. Aan de westkant van het Amsterdam-Rijnkanaal zijn maatregelen relatief eenvoudig te realiseren: er is voldoende ruimte. De lokale weg op de dijk vraagt wel om aanpassing of amovatie. Aan de oostkant vormen de drukbereden verkeersweg van Loenen a/d Vecht naar Nigtevecht en aanliggende bebouwing een knelpunt. Tevens vraagt deze tracering van de robuuste verbinding om ontsnipperende maatregelen bij de N201 en vormt de bebouwing langs de Angstel een knelpunt bij het realiseren van een effectieve verbinding tussen A2 en spoorlijn.

Alternatief 4a: Abcoude/Nigtevecht ARK

Het voordeel van deze variant is dat voor de passage van het spoor Amsterdam-Utrecht gebruik kan worden gemaakt van het aquaduct (in aanbouw) voor het Gein in Abcoude. Echter, dit aquaduct is van beperkte breedte (slechts ruimte voor een circa 5 m brede natuurvriendelijke oever) en grenst aan de woonbebouwing van Abcoude, waardoor de ruimte voor een robuuste verbinding in de huidige situatie te beperkt is. De passage van de A2 ter hoogte van de Winkel zal, na reconstructie van de A2, overeenkomen met principeoplossing type II. De situatie bij het Amsterdam-Rijnkanaal is vergelijkbaar met die bij de voorkeurslocatie: bebouwing en een drukke weg aan de oostzijde van het kanaal. De gronden aan de westzijde van het kanaal (circa 7 ha) zijn in eigendom van Rijkswaterstaat. Tevens is er voor de aanleg van een natuurvriendelijke oever aan de westzijde van het kanaal door Rijkswaterstaat al een ontwerp gemaakt.

Alternatief 4b: Oukoop/Nieuwersluis ARK

Dit alternatief gaat uit van de beste plek voor een passage van het spoor Amsterdam-Utrecht in de huidige situatie: de brug over de Nieuwe Wetering. Deze brug (nog in aanbouw) kent een ruime dimensionering, waardoor er ruimte is voor een ecologische strook van circa 10 m. Na voltooiing van de spoorverbreding zijn er voorlopig geen grootschalige aanpassingen aan het spoor te verwachten. Het

aanleggen van (robuustere) voorzieningen is dan ook op korte termijn niet mogelijk door werk-met-werk te maken. De voordelen van de passage van de A2 ter hoogte van Oukoop ten opzichte van passage via de Geuzensloot (voorkeurslocatie) zijn (1) het realiseren van een directe, korte verbinding vanaf de Loosdrechtse Plassen naar de robuuste verbinding tussen Vinkenveensche en Nieuwkoopse Plassen, en (2) de robuuste verbinding ligt niet, zoals bij de Geuzensloot, direct naast een drukke provinciale verkeersweg. Er is hier rond de A2 ook voldoende ruimte voor (de inpassing van) een passage. Nadeel is dat na de reconstructie van de A2 op deze locatie slechts is voorzien in een passage die voldoet aan de eisen van principeoplossing I. Voor robuustere oplossingen zou de hoogteligging van de weg hier (opnieuw) moeten worden aangepast. De voordelen van dit alternatief voor de passage van het Amsterdam-Rijnkanaal zijn: (1) er is een open waterverbinding aan weerszijden van het kanaal, en (2) er is hier geen drukke verkeersweg noch bebouwing op de oostoever. Wel vraagt het realiseren van een passage met de Vecht naar verwachting om het amoveren van woonbebouwing en aanpassingen aan de N402. Aan de westzijde van het kanaal ligt een lokale weg/fietspad op de dijk die om aanpassing vragen. Onderzocht zou moeten worden of de spoordijk als waterkering kan gaan dienen.

Alternatief 4c: Loenersloot/Nieuwersluis ARK

Dit alternatief benut de beste plekken van zowel A2 (passage via Geuzensloot), spoor (passage via Nieuwe Wetering) en kanaal (passage via Nieuwe Wetering), gegeven dat er op korte termijn geen grootschalige aanpassingen aan A2 of spoor meer te verwachten zijn. Hoewel een robuuste faunapassage bij de A2 ter hoogte van Oukoop (Alternatief 4b) voordelen heeft (zie hierboven), is het moeilijk te voorspellen in hoeverre het ecologisch functioneren van een passage op deze plek zal verschillen van een passage bij de Geuzensloot. Belangrijk voordeel van een passage bij de Geuzensloot is dat op deze plek in de plannen voor aanpassing van de A2 al is voorzien in een robuuste passage, terwijl het ter hoogte van Oukoop om een nieuwe investering vraagt.

<i>Advies knelpuntlocatie:</i>	4c	
<i>Advies principeoplossing:</i>	A2	IV
	Spoor Amsterdam-Utrecht [#]	III
	Amsterdam-Rijnkanaal	IV
<i>Gefaseerde ambitie?</i>	A2	nee
	Spoor Amsterdam-Utrecht [#]	ja*
	Amsterdam-Rijnkanaal	nee
[#] De spoorlijn Amsterdam-Utrecht wordt in het MJPO niet genoemd bij de knelpunten 34-37. De spoorlijn vormt echter een samenhangend knelpunt met de A2 en het ARK (zie ook 1.4).		
[*] Op de korte termijn een type II. De knelpuntlocatie heeft een lage prioriteit (zie hoofdstuk 2). Het spoor is net verdubbeld en op de korte termijn vinden geen grootschalige aanpassingen aan het baanvak plaats. Monitoring van de effectiviteit van de huidige voorziening is daarom de aanbeveling. Opschaling naar een type III op de lange termijn als (opnieuw) werk-met-werk gemaakt kan worden.		

Knelpuntlocatie 5: Spoor Weesp-Naarden (MJPO-knelpunt 29)

Het spoor Weesp-Naarden doorsnijdt het Naardermeer over een lengte van circa drie kilometer. Ter hoogte van km 18.3 is een kleine spoorbrug aanwezig. De afmetingen van dit kunstwerk laten alleen aanpassing tot een principeoplossing type I toe. Voor robuustere passages zal het kunstwerk moeten worden vervangen. Voor de typen III en IV zal ook de hoogteligging van het spoor moeten worden aangepast. Vooralsnog zijn er geen reconstructieplannen voor de spoorlijn en zijn er op korte termijn dus geen mogelijkheden om werk-met-werk te maken.

<i>Advies principeoplossing:</i>	Spoor Weesp-Naarden	III
<i>Gefaseerde ambitie?</i>	Spoor Weesp-Naarden	ja*
* Op de korte termijn een type I. De knelpuntlocatie heeft een lage prioriteit (zie hoofdstuk 2). Onduidelijk is vooralsnog hoe groot de barrièrewerking van dit dubbelspoor is. Aanleg van een type I gevolgd door monitoring van de effectiviteit is daarom de aanbeveling. Opschaling naar een type III op de lange termijn als werk-met-werk gemaakt kan worden.		

Knelpuntlocatie 6: A1 Weesp-Naarden (MJPO-knelpunt 29)

De voorkeurslocatie voor ontsnippering van de A1 vormt de meest directe en kortste verbinding tussen het Naardermeer en het Gooimeer. Er hoeft ter hoogte van de passage met de A1 geen bebouwing te wijken. Wel is in combinatie met aanleg van een passage bij de A1 aanpassing van de direct aan de noordzijde van de A1 gelegen lokale weg nodig. Groot nadeel van deze locatie is dat de A1 op maaiveld ligt en zelfs de aanleg van principeoplossing I niet mogelijk is zonder de hoogteligging van de weg aan te passen.

Alternatief 6a: Naarden-west

Dit alternatief gaat uit van het benutten van de bestaande onderdoorgang (hoogte: ~6 m) net ten westen van Naarden. Om deze plek voor de robuuste verbinding te benutten is echter een (grootschalige) herinrichting van het gebied nodig: (1) opheffen noordelijke en zuidelijke op-/afrit A1, (2) aanpassen of amoveren lokale weg, en (3) amoveren bebouwing aan de noordzijde van de A1 omdat de ruimte in de huidige situatie te beperkt is voor een robuuste verbinding.

Alternatief 6b: Zuidpolder

Dit alternatief sluit aan op de plannen voor de aanleg van een aquaduct over de Vecht (nog in planvorming). De idee is dat de ten behoeve van dit aquaduct verdiept aan te leggen A1 aan de oostzijde van de Vecht over een grotere afstand verdiept blijft, zodat tussen Muiden en verzorgingsplaats De Hackelaar een (tweede) aquaduct ten behoeve van de robuuste verbinding kan worden aangelegd. Een dergelijke bovenlangse kruising voor de robuuste verbinding heeft belangrijke ecologische voordelen omdat dit het ontwikkelen van onafgebroken begroeiing mogelijk maakt. Nadeel van deze variant is dat een extra barrière moet worden gekruist: het spoor Weesp-Almere. De huidige duiker biedt slechts de mogelijkheden voor aanleg van een principeoplossing I. Een type II kan naar verwachting met handhaving van de huidige hoogteligging van het spoor worden gerealiseerd, maar voor type III en IV zijn grootschalige aanpassingen nodig.

Alternatief 6c: Vecht

Dit alternatief sluit eveneens aan op de plannen voor de aanleg van een aquaduct over de Vecht (nog in planvorming). In dit alternatief wordt dit aquaduct zelf gebruikt als passage van de A1 voor de robuuste verbinding. Het voordeel van deze aanpak is dat de kosten kunnen worden beperkt. De nadelen van dit alternatief zijn: (1) de ruimte op zowel het aquaduct als in de directe omgeving is naar verwachting te beperkt voor de aanleg van een robuuste verbinding met ambitieniveau B3, (2) de noodzaak tot amoveren van bebouwing aan de noordzijde van de A1, en (3) de robuuste verbinding komt in deze variant over een lengte van circa twee kilometer direct parallel aan de A1 te liggen wat de kwaliteit van de biotopen in de robuuste verbinding zal aantasten.

<i>Advies knelpuntlocatie:</i>	6 of 6b [#]	
<i>Advies principeoplossing:</i>	A1	III
	Spoor Weesp-Almere (indien 6b) ^{\$}	III
<i>Gefaseerde ambitie?</i>	A1	nee
	Spoor Weesp-Almere (indien 6b) ^{\$}	ja*

[#] Nagaan welk alternatief financieel het meest voordelig is en maatschappelijk haalbaar.

^{\$} De spoorlijn Weesp-Almere wordt niet genoemd in de beschrijving van MJPO-knelpunt 29 *Weesp-Naarden*, maar vormt wel een barrière ingeval voor een westelijke variant wordt gekozen.

^{*} Op de korte termijn een type I. De knelpuntlocatie heeft een lage prioriteit (zie hoofdstuk 2). Onduidelijk is vooralsnog hoe groot de barrièrewerking van dit dubbelspoor is. Aanleg van een type I gevolgd door monitoring van de effectiviteit is daarom de aanbeveling. Opschaling naar een type III op de lange termijn als werk-met-werk gemaakt kan worden.

Knelpuntlocatie 7: Kust tot Kust-Polder Purmerland (MJPO-knelpunt 30)

Het spoor Amsterdam-Purmerend ligt op een lage spoordijk. Ter hoogte van het Wormerpad kruist een kleine watergang het spoor via een duiker. Dit kunstwerk biedt mogelijkheden voor de aanleg van een principeoplossing I. Voor aanleg van een principeoplossing II is een nieuw kunstwerk nodig, maar kan de huidige hoogteligging gehandhaafd blijven. Aanleg van robuustere principeoplossingen (III en IV) kan alleen wanneer de hoogteligging van het spoor wordt aangepast. Een direct aan de oostzijde van het spoor gelegen fietspad behoeft aanpassing om meer ruimte te creëren voor een robuuste passage. Aan de westzijde van het spoor is, tussen spoor en de Ringvaart van de Wijde Wormer plaatselijk weinig ruimte voor een robuuste verbinding met ambitieniveau B3 (o.a. ter hoogte van spoor-km 10). Ook ten westen van Purmerend, net ten zuiden van de passage met de A7, is de ruimte (hoewel inmiddels wel al ingericht als natuurgebied: Weideveld) beperkt. De A7 passeert de ringvaart en een naastgelegen watergang via een circa 3,5 m hoge brug. Deze biedt mogelijkheden voor een principeoplossing type II. De ruimte voor een robuuste verbinding aan de noordzijde van de A7 is beperkt door een woonboerderij. Ook zijn de bebouwing en lokale wegen van Neck hier een knelpunt voor het realiseren van een robuuste verbinding met de natte natuur in Polder Wormer, Jisp en Nek.

Alternatief 7a: Kust tot Kust-Wijde Wormer

Met dit alternatief kan de ‘omtrekkende beweging’ rond De Wijde Wormer, en daarmee de ruimteproblemen tussen spoor en Ringvaart van de Wijde Wormer, bij Purmerend en bij Neck worden voorkomen. De robuuste verbinding volgt in dit alternatief een directe en dus korte weg naar Polder Wormer, Jisp en Nek. Voordeel van deze variant is ook dat het spoor gepasseerd wordt op een locatie waar geen lokale infrastructuur direct naast het spoor ligt en er meer ruimte is voor de ontwikkeling van een ecologische stapsteen tussen het spoor en de Ringvaart van de Wijde Wormer. Het alternatief heeft als belangrijkste nadeel dat de hoogteligging van de A7 onvoldoende is en er dus een grootschalige reconstructie nodig is om bij deze weg robuuste passages aan te kunnen leggen.

<i>Advies knelpuntlocatie:</i>	7 ^s	
<i>Advies principeoplossing:</i>	Spoor Amsterdam-Purmerend	III
	A7	III
<i>Gefaseerde ambitie?</i>	Spoor Amsterdam-Purmerend	ja*
	A7	ja [#]

^s De knelpuntlocatie heeft een lage prioriteit (zie hoofdstuk 2). Op de korte termijn is het de aanbeveling om met de robuuste verbinding aan te sluiten op de bestaande onderdoorgang (type II) in de A7 ter hoogte van km 13.1. Echter, de ruimte voor een robuuste verbinding met ambitieniveau B3 is zowel ten zuiden als noorden van deze locatie beperkt. Bij afwegingen over opschaling van de passages (zie ook opmerkingen hieronder) is een heroverweging van de knelpuntlocatie gewenst. Met de alternatieve locatie (7a) kunnen immers de knelpunten als gevolg van het ruimtegebrek door de bebouwing van Neck en Purmerend worden weggenomen en wordt een directere verbinding tot stand gebracht naar Polder Wormer, Jisp en Nek.

* Op de korte termijn een type I. De knelpuntlocatie heeft een lage prioriteit (zie hoofdstuk 2). Onduidelijk is vooralsnog hoe groot de barrièrewerking van dit dubbelspoor is. Aanleg van een type I gevolgd door monitoring van de effectiviteit is daarom de aanbeveling. Opschaling naar een type III op de lange termijn als werk-met-werk gemaakt kan worden.

Op de korte termijn een type II. De knelpuntlocatie heeft een lage prioriteit (zie hoofdstuk 2). Gebruikmaking van de huidige onderdoorgang (type II) gevolgd door monitoring van de effectiviteit is daarom de aanbeveling. Opschaling naar een type III op de lange termijn als werk-met-werk gemaakt kan worden.

Knelpuntlocatie 8: Kust tot Kust-Geesterbrug (MIPPO-knelpunt 30)

De circa 700 m brede, onbebouwde strook tussen Uitgeest en Akersloot is een logische plek voor de aanleg van een robuuste verbinding. Het aantal plekken voor een robuuste verbinding zijn hier immers zeer beperkt door het ‘samensmelten’ van bebouwingskernen. Een alternatief zou kunnen zijn de circa 500 m brede zone tussen Heemskerk en Uitgeest. Echter, de robuuste verbinding moet hierbij ook de N8 en het spoor Krommenie-Uitgeest passeren en is daarom geen goede optie. Ter hoogte van Geesterbrug zijn er in de A9 geen bestaande kunstwerken voor watergangen aanwezig. De huidige hoogteligging van de weg staat alleen de aanleg van principeoplossing I toe. Voor alle overige typen is een grootschalige reconstructie nodig.

<i>Advies principeoplossing:</i>	A9	III
<i>Gefaseerde ambitie?</i>	A9	ja*

* Op de korte termijn een type I. De knelpuntlocatie heeft een hoge prioriteit (zie hoofdstuk 2). Echter, onduidelijk is vooralsnog hoe groot het belang van (robuuste) ontsnippering op deze locatie is. Doelstelling op deze locatie is vooral het herstellen van (a)biotische gradiënten. De ecosystemen aan weerszijden van de A9 verschillen sterk (veenweidegebied versus polder/strandwal/duinen). De hoge prioriteit is dan ook (mede) verkregen door verschillen in de huidige soortensamenstelling van deze gebieden. De vraag is echter of dit traject van de robuuste verbinding voor alle doelsoorten een functie moet krijgen. Opschaling naar een type III op de lange termijn als meer bekend is over het belang van ontsnippering van dit robuuste verbindingstraject en als werk-met-werk gemaakt kan worden.

3.4.1.4 Kosten

Tabel 18 geeft de globale kostenindicaties per principeoplossing en per knelpuntlocatie en barrière. Het betreffen uitsluitend (globale) schattingen voor de ontsnipperende maatregelen zelf: de kosten van additionele maatregelen in de directe omgeving zijn niet meegenomen. Ook inrichtingskosten voor de robuuste verbindingen rond de knelpuntlocaties zijn niet meegenomen. In de tabel zijn de op basis van dit onderzoek opgestelde adviezen grijs-gearceerd. Ingeval er sprake is van een gefaseerde ambitie is zowel het advies voor de korte termijn (lichtgrijs) als lange termijn (donkergrijs) gearceerd. De optelling van de kostenschattingen van deze geadviseerde maatregelen staan in de rechterkolom van de tabel. Ingeval van gefaseerde ambities is gerekend met de kosten van de maatregelen op de korte termijn. De kosten voor het ontsnipperen van de robuuste verbindingen in de *Natte As* in West-Nederland zijn aldus globaal geschat op 61,5 miljoen euro. Dit is exclusief de kosten voor ontsnippering van knelpuntlocatie 9 (niet onderzocht; zie tabel 1).

Tabel 18. De globaal geschatte kosten per principeoplossing per barrière en per knelpuntlocatie in de Natte As van West-Nederland. A = <1 milj. euro; B = 1-4 milj. euro; C = 4-10 milj. euro; D = >10 milj. euro; 0 = geen kosten, want maatregel is al gerealiseerd (of: in aanleg). Donkergrijs-gearceerd de advieslocaties en adviesoplossingen per barrière. Lichtgrijs = advies voor de korte termijn ingeval van gefaseerde ambitie. X = locatie is niet onderzocht (zie ook tabel 1).

Knelpunt-locatie	Barrière	Principeoplossingen ontsnippering				Kosten- indicatie# (in milj. €)
		I	II	III	IV	
1	Kanaal van Steenenhoek	A	A		B	-
	A15	C	D	D	D	
	Spoor Dordrecht-Gorinchem	A	C	D	D	
	Betuweroute	A	C	D	D	
1a	Kanaal van Steenenhoek	A	A		B	-
	A15	C	C	D	D	
	Spoor Dordrecht-Gorinchem	A	C	D	D	
	Betuweroute	A	A	A	A	
1b	Kanaal van Steenenhoek	A	A		B	8,5
	A15	C	C	D	D	
	Spoor Dordrecht-Gorinchem	A	C	D	D	
	Betuweroute	A	A	A	A	
2	Spoor Gouda-Woerden	A	D	D	D	0,5
3	A12	A	C	D	D	15,5
	Spoor Bodegraven-Woerden	A	B	B	C	
4	A2	0	0	0	0	-
	Spoor Amsterdam-Utrecht	A	D	D	D	
	Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)	A	B		D	
4a	A2	0	B	D	D	-
	Spoor Amsterdam-Utrecht	0	0	D	D	
	Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)	A	B		D	
4b	A2	0	B	D	D	-
	Spoor Amsterdam-Utrecht	0	0	D	D	
	Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)	A	B		D	
4c	A2	0	0	0	0	20
	Spoor Amsterdam-Utrecht	0	0	D	D	
	Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)	A	B		D	
5	Spoor Weesp-Naarden	A	B	D	D	0,5
6	A1	B	C	D	D	15\$
6a	A1	A	A	A	A	-
6b	A1	C	C	D	D	(15,5)\$
	Spoor Weesp-Almere	A	B	D	D	
6c	A1*	0	0	D	D	-
	Spoor Weesp-Almere	A	B	D	D	
7	Spoor Amsterdam-Purmerend	A	B	D	D	0,5
	A7	A	A	C	C	
7a	Spoor Amsterdam-Purmerend	A	B	D	D	0,5
	A7	A	D	D	D	
8	A9	A	B	D	D	0,5
9	Spoor Uitgeest-Heiloo	X	X	X	X	X
Totaal						61,5

In deze kostenindicatie zijn per kostenklasse de volgende waarden gebruikt (in milj. €): A=0,5; B=2,5; C=7; D=15 voor principeoplossingen I, II en III; D=20 voor principeoplossing IV. Ingeval van gefaseerde ambitie is gerekend met de kosten van maatregelen voor de korte termijn.

\$ Nog een keuze te maken tussen knelpuntlocatie 6 en 6b.

* Uitgangspunt is niet de huidige brug over de Vecht, maar een hier gepland aquaduct.

3.4.2 Knelpunten Noord-Nederland

In Noord-Nederland zijn 12 knelpuntlocaties gedefinieerd (zie tabel 5). Deze omvatten in totaal 20 barrières. Voor vijf knelpuntlocaties (locaties 11, 12, 13, 15 en 18) zijn behalve de voorkeurslocaties ook één of meerdere alternatieve locaties voor het ontsnipperen van de robuuste verbindingen beschouwd. Bijlage 5 geeft een overzicht van de ligging van zowel de voorkeurs- als alternatieve locaties voor ontsnippering per knelpuntlocatie. Voor de knelpuntlocaties 19, 20, 21 en 22 is geen advies voor ontsnippering uitgewerkt (zie ook 1.4).

3.4.2.1 Technische haalbaarheid principeoplossingen

Wegen/spoorwegen

Voor wegen en spoorwegen geldt dat op slechts 9-27% van alle voorkeurslocaties de huidige hoogteligging van de infrastructuur voldoet aan de randvoorwaarden voor de aanleg van ontsnipperende maatregelen type III en IV (tabel 19). Om deze typen te realiseren zijn op de meeste voorkeurslocaties dus aanpassingen aan de hoogteligging van de weg c.q. het spoor nodig. Wanneer ook de alternatieve locaties in beschouwing worden genomen, is het beeld gunstiger: tot maximaal 64% van de barrières kan met type III of IV ontsnipperd worden bij handhaving van de huidige hoogteligging. Principeoplossing type II kan op meer dan de helft van de voorkeurslocaties worden gerealiseerd zonder dat de hoogteligging van de (spoor)weg aanpassing behoeft (tabel 19). Inclusief de onderzochte alternatieve locaties geldt dat meer dan driekwart van de barrières zonder aanpassingen in hoogteligging mogelijkheden biedt voor deze principeoplossing. Principeoplossing type I is bijna overal te realiseren. Ingeval alternatieve locaties worden betrokken zelfs tot 100%. Bijlage 6 geeft per knelpuntlocatie en barrière een volledig overzicht van de principeoplossingen die mogelijk zijn bij handhaving van de huidige hoogteligging van de infrastructuur.

De mogelijkheden om gebruik te maken van bestaande kunstwerken is voor wegen en spoorwegen over het algemeen gering op de voorkeurslocaties: maximaal 73%, 27%, 9% en 9% voor respectievelijk type I, II, III en IV (tabel 19). Wanneer ook de alternatieve locaties voor ontsnippering worden beschouwd nemen de percentages voor de typen I, II en III toe tot respectievelijk maximaal 100%, 45% en 27%. Het realiseren van een principeoplossing type III of IV zal in de meeste situaties dus vragen om de aanleg van nieuwe kunstwerken. Bijlage 7 geeft per knelpuntlocatie en barrière een volledig overzicht van de principeoplossingen die mogelijk zijn bij gebruikmaking van bestaande kunstwerken.

Tabel 19. Per principeoplossing het aandeel geschikte locaties (in %) bij wegen en spoorwegen in Noord-Nederland (n=11) op basis van de mogelijkheden de huidige hoogteligging te handhaven en gebruik te maken van bestaande kunstwerken. Omdat de mogelijkheden voor het realiseren van de principeoplossingen bij de huidige hoogteligging en/of gebruikmaking van bestaande kunstwerken op sommige locaties onzeker zijn, zijn in de meeste gevallen percentageranges gegeven. VL = voorkeurslocaties ontsnippering; AL = alternatieve locaties ontsnippering.

Indicator	Locaties	Principeoplossingen ontsnippering			
		I	II	III	IV
Ontsnippering mogelijk bij handhaving huidige hoogteligging	VL	83%	55%	9-27%	9-27%
	VL+AL	100%	82%	45-64%	45-64%
Ontsnippering mogelijk met gebruik bestaande kunstwerken	VL	73%	18-27%	9%	9%
	VL+AL	91-100%	36-45%	27%	9%

Kanalen

In Noord-Nederland vormen kanalen op twee plaatsen een te ontsnipperen barrière: Noord-Willemskanaal (knelpuntlocatie 17) en het Winschoterdiep (knelpuntlocatie 18). Voor beide kanalen geldt dat de drie principeoplossingen (zie tabel 14) op zowel de voorkeurslocaties als, ingeval van locatie 18, de alternatieve locatie mogelijk zijn (zie bijlage 8). Op alle onderzochte locaties van beide kanalen is een open waterverbinding tussen het kanaal en de (toekomstige) wateren van de robuuste verbinding.

3.4.2.2 Additionele maatregelen in de directe omgeving

Op een aantal knelpuntlocaties bij wegen en spoorwegen is onvoldoende ruimte voor het goed inpassen van een robuuste ontsnipperende maatregel. Bebouwing op korte afstand van de knelpuntlocatie en/of nabijgelegen infrastructuur van een lagere orde vormen op deze plekken de belangrijkste obstakels voor het creëren van een goede verbinding (tabel 20). Door te kiezen voor alternatieve knelpuntlocaties kunnen op sommige plaatsen problemen worden vermeden. Voor spoorwegen geldt zelfs dat door te kiezen voor alternatieve knelpuntlocaties alle aanvullende maatregelen in de directe omgeving kunnen worden vermeden. Bij verkeerswegen blijven aanpassingen van overige infrastructuur in de directe omgeving echter nodig op 63% van de knelpuntlocaties. Voor de twee kanalen geldt dat altijd aanpassingen nodig zijn aan infrastructuur parallel aan het kanaal. Tevens geldt voor zowel alle voorkeurslocaties als alternatieve locaties dat het plaatselijk verleggen van de waterkering/kanaaldijk nodig is voor een goede inpassing van de ontsnipperende maatregelen. Bijlage 9 geeft per knelpuntlocatie en barrière een volledig overzicht van de benodigde maatregelen in de directe omgeving van de ontsnipperingslocaties.

Tabel 20. Per type barrière het percentage onderzochte locaties waar aanvullende maatregelen in de directe omgeving nodig zijn. VL = voorkeurslocaties ontsnippering; AL = alternatieve locaties ontsnippering.

Barrière	Locaties	Maatregelen directe omgeving		
		<i>Amoveren bebouwing</i>	<i>Aanpassen overige infrastructuur</i>	<i>Verleggen waterkering</i>
Verkeersweg (n=8)	VL	13%	75%	n.v.t.
	VL+AL	13%	63%	n.v.t.
Spoorweg (n=4)	VL	0%	25%	n.v.t.
	VL+AL	0%	0%	n.v.t.
Kanaal (n=2)	VL	50%	100%	100%
	VL+AL	0%	100%	100%

3.4.2.3 Advies per knelpuntlocatie

Knelpuntlocatie 11: Tjeukemeer (MJPO-knelpunt 7)¹¹

De robuuste verbinding (ambitieniveau B3) passeert de A6 op de voorkeurslocatie via de Vaart van Nicolaasga. De A6 ligt hier vrijwel op maaiveld. In de huidige situatie is een kleine duiker aanwezig, waarin aan één zijde een looprichel is aangebracht. Deze situatie komt overeen met een principeoplossing type I. Voor het realiseren van een type II, III of IV is grootschalige reconstructie van de weg nodig. Aan de oostzijde van de A6 volgt de robuuste verbinding de oevers van het Tjeukemeer. Aan de westzijde buigt de robuuste verbinding naar het zuiden richting De Wiel en omliggende graslanden en de Follegaslout. Nadeel is dat hierbij behalve de A6 ook de N927 moet worden gepasseerd.

Alternatief 11a: Tjeukemeer 2

Dit alternatief maakt gebruik van de hoge verkeersbrug (~12 m) ter hoogte van km 301.6. Het huidige kunstwerk biedt de ruimte om een principeoplossing III te realiseren zonder de hoogteligging van de weg te hoeven aan te passen. Om als robuuste verbinding te kunnen functioneren is herinrichting van de onderdoorgang nodig waarbij onderzocht moet worden hoeveel ruimte op zowel de droge als natte delen onder de brug benut kan worden voor moerasontwikkeling. Dit alternatief zou betekenen dat niet de graslanden ten oosten van Dunegea (rond De Wiel) voor de robuuste verbinding worden benut, maar aanleg van een ecologische zone in het Tjeukemeer langs de oostkant van het dijklichaam van de A6 richting Uilesprong nodig is. Een extra passage bij de N927 kan in deze variant worden vermeden.

<i>Advies knelpuntlocatie:</i>	11a	
<i>Advies principeoplossing:</i>	A6	III
<i>Gefaseerde ambitie?</i>	A6	nec*

* De knelpuntlocatie heeft een hoge prioriteit (zie hoofdstuk 2).

¹¹ Dit betreft de in het MJPO opgenomen nummering van knelpunten die onderdeel zijn van robuuste verbindingen (zie ook bijlage 1).

Knelpuntlocatie 12: Fammensrakken (MJPO-knelpunt 5)

De robuuste verbinding (ambitieniveau B3) passeert de A7 via de Fammensrakken. De huidige brug biedt ruimte voor het realiseren van een principeoplossing II. Voor principeoplossing III of IV is aanpassing van de hoogteligging van de weg nodig. Een voordeel is dat de rijbanen van de A7 gescheiden zijn (~10 m) waardoor er lichtinval in de passage is. Een knelpunt vormt de parallel gelegen Tramwei. De brug is smaller dan die bij de A7 en naar verwachting slechts ruim genoeg voor een principeoplossing I. Er is geen bebouwing rond de passage. Ook is de Fammensrakken geen (drukke) vaarroute.

Alternatief 12a: Oudeweg

Dit alternatief maakt gebruik van de hoge brug (~12 m) over de Oudeweg. Het huidige kunstwerk biedt ruimte voor een principeoplossing III. Dit is echter wel afhankelijk van de ruimte die onder de brug voor de robuuste verbinding benut kan worden. De Oudeweg is een drukke vaarroute. Ook hier vraagt de parallelgelegen Tramwei om aanpassingen. In de huidige situatie is een lage beweegbare brug aanwezig, die naar verwachting slechts voor een principeoplossing I ruimte biedt.

Alternatief 12b: Stobberak

In dit alternatief kruist de robuuste verbinding de A7 via de Stobberak. De brug heeft een ruimere overspanning dan die over de Fammensrakken, maar is niet veel hoger. Het huidige kunstwerk biedt ruimte voor een principeoplossing type II. Nadeel van deze locatie is de bebouwing langs de watergang aan de oostzijde van de A7 en de aanwezigheid van een kleine jachthaven. Ook hier vraagt de lokale weg (Alde Wei) tussen Joure en Sneek direct naast de A7 om aanpassing. Het Stobberak is druk bevaren.

<i>Advies knelpuntlocatie:</i>	12	
<i>Advies principeoplossing:</i>	A7	III
<i>Gefaseerde ambitie?</i>	A7	nec*

* De knelpuntlocatie heeft een hoge prioriteit (zie hoofdstuk 2).

Knelpuntlocatie 13: Bokkumermeer/Grou (MJPO-knelpunt 6)

De voorkeurslocatie ligt op enige afstand van de bewoningskernen Akkrum en Grou. Er zijn geen maatregelen in de directe omgeving nodig rond deze knelpuntlocatie. Het spoor Leeuwarden-Heerenveen ligt op een dijk van ~3 m hoog. Bij handhaving van de huidige hoogteligging is aanleg van principeoplossing I en II mogelijk. Wanneer voor een open brugconstructie wordt gekozen met veel lichtinval is de hoogteligging wellicht ook voldoende voor een type III of IV. Dit dient nader te worden onderzocht in de ontwerpfase van de passage. Er is geen kunstwerk in het baanlichaam aanwezig dat benut kan worden voor het realiseren van een passage. De A32 ligt op maaiveld. De hoogteligging van de weg is zo beperkt dat zelfs een principeoplossing type I niet goed kan worden geïnstalleerd. In de huidige situatie is een kleine faunabuis onder de A32 aangebracht, maar tijdens het veldbezoek bleek deze half onder water te staan. Voor alle typen maatregelen is reconstructie van de A32 dus nodig, waarbij de hoogteligging van de weg wordt aangepast.

Alternatief 13a: Prinses Margrietkanaal

Het Prinses Margrietkanaal kan een alternatief zijn voor de robuuste verbinding. Het voordeel is dat het spoor dit kanaal via een hoge spoorbrug kruist en de A32 onderlangs passeert (aquaduct). Echter: het kanaal is een belangrijke scheepvaartroute en de benodigde ruimte voor aanleg van een robuuste verbinding is bij beide kunstwerken niet aanwezig.

Alternatief 13b: Aquaduct Akkrum

Een tweede alternatief vormt het aquaduct over de A32 net ten noorden van Akkrum. Dit aquaduct heeft echter een beperkte breedte en biedt naar verwachting hooguit ruimte aan een principeoplossing type I. Voor robuustere passages zal het aquaduct moeten worden verbreed. Ook de nabijheid van de woonbebouwing van Akkrum is hier een nadeel.

<i>Advies knelpuntlocatie:</i>	13	
<i>Advies principeoplossing:</i>	A32	III
	Spoor Leeuwarden-Heerenveen	III
<i>Gefaseerde ambitie?</i>	A7	nee*
	Spoor Leeuwarden-Heerenveen	nee*
* De knelpuntlocatie heeft een hoge prioriteit (zie hoofdstuk 2).		

Knelpuntlocatie 14: Fonejachtbrug (MJPO-knelpunt 8)

De N31 wordt gereconstrueerd naar een vierbaansweg. Hiervoor is een nieuwe brug (~10 m hoog), naast de bestaande (~7 m hoog) in aanbouw over het Prinses Margrietkanaal. De hoogte van de bruggen zorgt voor voldoende lichtinval voor het ontwikkelen van een ononderbroken robuuste verbinding onder de kunstwerken. De breedte van de overspanning van beide bruggen is circa 75 m. De kunstwerken bieden daarmee de mogelijkheid voor een principeoplossing IV. Voor een goede inpassing van een robuuste verbinding (ambitieniveau B2) is het wel nodig dat de ruimte onder de bruggen geheel kan worden benut. De aanleg van lokale wegen op beide oevers onder de brug dient heroverwogen te worden. Aan de zuidkant van de N31 vormt bestaande bebouwing een probleem voor het inrichten van de robuuste verbinding.

<i>Advies principeoplossing:</i>	N31	IV
<i>Gefaseerde ambitie?</i>	N31	nee

Knelpuntlocatie 15: Groote Wielen (MJPO-knelpunt 9)

De robuuste verbinding (ambitieniveau B2) volgt na de passage bij de Fonejachtbrug het Nieuwe Diep vanaf het Schalkediep tot Tytsjerk. Daar buigt de robuuste verbinding af naar het westen om de spoorlijn Leeuwarden-Groningen (enkelspoor) ter hoogte van km 33.2 te passeren richting Kleine en Groote Wielen. Het spoor ligt op deze locatie op een baanlichaam van ~2 m hoog. Er zijn geen kunstwerken aanwezig. Aan de zuidzijde van het spoor is rietland aanwezig. Aan de noordzijde van het spoor ligt echter een golfbaan. Het hier passeren van de spoorlijn zou een (grootschalige) herinrichting van de golfbaan nodig maken. Bij handhaving van de

huidige hoogteligging is aanleg van principeoplossing I en II mogelijk. Wanneer voor een open brugconstructie wordt gekozen met veel lichtinval is de huidige hoogteligging van het spoor wellicht ook voldoende voor een type III of IV.

Alternatief 15a: Tytsjerk

Dit alternatief biedt de mogelijkheid om gebruik te maken van een bestaand kunstwerk: een kleine spoorbrug (~3 m hoog, overspanning ~3,5 m). Echter deze biedt slechts kansen voor het aanleggen van een principeoplossing I. Nadeel van de locatie vormen (1) de nabijheid van de bebouwing van Tytsjerk, (2) aanpassing nodig van de lokale weg (Woelwijk), en (3) aanpassing nodig van het golfterrein ten noorden van de Woelwijk.

Alternatief 15b: Merriedobbe

In dit alternatief passeert de robuuste verbinding het spoor meer naar het westen. Aan de zuidzijde van het spoor zal de robuuste verbinding langs de Tietjerkstervaart circa 1 km naar het westen moeten worden voortgezet. Aan de noordzijde sluit de robuuste verbinding aan op de Merriedobbe, onderdeel van natuurgebied Kleine Wielen. De golfbaan kan hierdoor worden vermeden. Deze locatie biedt tevens de mogelijkheid om op grotere afstand van het spoor een aantal (lokale) barrières te mijden. In plaats van via het Nieuwe Diep (4 passages met lokale wegen) kan immers gezocht worden naar een tracering van de robuuste verbinding richting Louwsmarpolder en Suawoudsterveld naar het Schalkediep (2 passages met lokale wegen).

<i>Advies knelpuntlocatie:</i>	15a (korte termijn) en 15b (lange termijn)	
<i>Advies principeoplossing:</i>	Spoor Leeuwarden-Groningen	III
<i>Gefaseerde ambitie?</i>	Spoor Leeuwarden-Groningen	ja*

* Op de korte termijn een type I. De knelpuntlocatie heeft een lage prioriteit (zie hoofdstuk 2). Onduidelijk is voornamelijk ook hoe groot de barrièrewerking van dit enkelspoor is. Aanleg van een type I gevolgd door monitoring van de effectiviteit is daarom de aanbeveling. Opschaling naar een type III op knelpuntlocatie 15b op de lange termijn als werk-met-werk gemaakt kan worden.

Knelpuntlocatie 16: Peizerdiep (MJO-knelpunt 19)

In tegenstelling tot de naam van dit knelpunt, passeert de robuuste verbinding (ambitieniveau B2) de A7 ter hoogte van het Leekstermeer via het Lettelberterdiep. De A7 ligt hier enigszins verhoogd. De bestaande brug biedt mogelijkheden voor het aanleggen van principeoplossing I en II. Type I is feitelijk al gerealiseerd door de aanleg van uitstapplaatsen en takkenrillen. Een lokale weg aan de noordzijde van de A7 ('t Mienscheer) vraagt gelijktijdig om aanpassing.

<i>Advies principeoplossing:</i>	A7	II
<i>Gefaseerde ambitie?</i>	A7	nee*

* De knelpuntlocatie heeft een hoge prioriteit (zie hoofdstuk 2).

Knelpuntlocatie 17: Drentsche Aa (MJPO-knelpunt 17)

Aan de westzijde van het Noord-Willemskanaal is voldoende ruimte voor het inpassen van een passage (type IV). Aan de oostzijde van het kanaal vraagt dit om enige herinrichting (verleggen lokale weg) van het gebied rond de Witte Molen. De hoogteligging van de A28 en het bestaande kunstwerk onder deze weg biedt slechts mogelijkheden voor een principeoplossing type I. Voor robuustere passages is aanpassing van de hoogteligging van de A28 nodig. Ook het spoor Assen-Groningen biedt wat betreft hoogteligging slechts ruimte voor de aanleg van principeoplossing type I. Recent zijn op beide oevers onder het spoor faunabuizen aangebracht (diameter ~0,8 m). Deze worden binnenkort aangevuld met een drietal 'trektunnels' van circa 2 m bij 6 m, waarin een natte en droge passage wordt gecreëerd. Voor robuustere passages is grootschalige reconstructie van het spoor nodig.

<i>Advies principeoplossing:</i>	Noord-Willemskanaal	IV
	A28	III
	Spoor Assen-Groningen	III
<i>Gefaseerde ambitie?</i>	Noord-Willemskanaal	nec*
	A28	nec*
	Spoor Assen-Groningen	ja [#]

* De knelpuntlocatie heeft een hoge prioriteit (zie hoofdstuk 2).
Op de korte termijn een type II. De knelpuntlocatie heeft een hoge prioriteit (zie hoofdstuk 2).
Echter, onduidelijk is vooralsnog hoe groot de barrièrewerking van dit dubbelspoor is. Recent is de spoorbrug vervangen en zijn aan weerszijden faunapassages van type I aangelegd. Deze worden binnenkort aangevuld met drie grotere tunnels. Monitoring van de effectiviteit van deze voorzieningen is daarom de aanbeveling. Opschaling naar een type III op de lange termijn als werk-met-werk gemaakt kan worden.

Knelpuntlocatie 18: Meerstad (MJPO-knelpunt 18)

Het spoor Groningen-Winschoten ligt ter hoogte van het Foxholstermeer vrijwel op maaiveld. Een kleine duiker verbindt de delen van het meer die door de spoorlijn doorsneden wordt. Dit kunstwerk en de hoogteligging ter plaatse biedt mogelijkheden voor een principeoplossing I. Voor robuustere passages zijn grote aanpassingen nodig. Tevens is gelijktijdige aanpassing van de direct aan de noordkant van het spoor gelegen Energieweg nodig. Ter hoogte van Foxholsterbosch is een open waterverbinding aanwezig tussen het Foxholstermeer en het Winschoterdiep. De ruimte is hier echter te beperkt voor inpassing van een robuuste verbinding. Tevens verdient de brug over de waterverbinding voor de lokale weg naar de werven aanpassing. Aan de noordkant van het Winschoterdiep vormt de druk bereden N860 een knelpunt. Tevens is de doorsteek vanaf het Winschoterdiep naar de A7 hier lastig te maken door de woonbebouwing van Borgweg. De A7 wordt in deze voorkeursvariant op twee plaatsen gepasseerd (zie tabel B5-2 in bijlage 5). Ter hoogte van de (oostelijke) moerasverbinding ligt de A7 op maaiveld en is de aanleg van principeoplossing type II, III of IV alleen mogelijk als de hoogteligging van de weg wordt aangepast. Ter hoogte van de (westelijke) graslandverbinding ligt de A7 verhoogd en kan bij handhaving van de huidige hoogteligging ook een type II worden gerealiseerd. Nadeel van deze westelijke locatie is echter dat de ruimte aan de zuidzijde door bebouwing en de lokale weg die hier de A7 passeert beperkt is. Een

geplande reconstructie van dit kruispunt zal de druk op de ruimte vergroten en de locatie naar verwachting minder geschikt maken voor inpassing van een robuuste verbinding.

Alternatief 18a: Drentse Diep-Scharmerplas

Dit alternatief heeft als uitgangspunt dat de robuuste verbinding *niet* wordt gesplitst in een moeras- en een graslandverbinding. Het bundelen van de ecosysteemttypen beperkt immers de randeffecten die de kwaliteit van de habitat in een ecologische corridor kunnen aantasten. Het spoor wordt in dit alternatief niet gepasseerd ter hoogte van het Foxholtermeer, maar via het Drentse Diep. De hier aanwezige spoorbrug biedt al ruimte aan een principeoplossing type II. Naar verwachting kunnen type III en IV aangelegd worden door aanleg van een nieuw kunstwerk zonder aanpassing van de hoogteligging van het spoor als met een open brugconstructie wordt gewerkt. Een ander voordeel van passage van het spoor op deze locatie ten opzichte van de voorkeurslocatie is dat hier geen wegen direct parallel aan het spoor liggen en de robuuste verbinding aan de noordzijde aansluit op een bestaand natuurgebied. Alle problemen aan de zuidzijde van het Winschoterdiep bij de voorkeurslocatie (bebouwing, lokale weg) kunnen op deze alternatieve locatie worden voorkomen. Aan de noordkant van het Winschoterdiep blijft de N860 ook hier om aanpassing vragen. Dit alternatief biedt vervolgens de mogelijkheid om de robuuste verbinding te laten aansluiten op het natuur/moerasgebied in de Westerbroeksterpolder en vandaar in een rechte lijn door te steken naar de oostzijde van de Scharmerplas. Hierbij worden twee lokale wegen gepasseerd (Oude Weg en Borgweg), maar tussen de langs deze wegen gelegen bebouwing zijn nog voldoende locaties waar een robuuste verbinding kan worden ingepast (i.t.t. de situatie in Borgweg). De A7 wordt gepasseerd ter hoogte van de Scharmerplas. Het voordeel ten opzichte van de oostelijke variant van de voorkeurslocatie is dat de A7 hoger ligt waardoor zonder aanpassing van de hoogteligging naar verwachting een principeoplossing II haalbaar is. Het voordeel ten opzichte van de westelijke variant van de voorkeurslocatie is dat er meer ruimte beschikbaar is aan weerszijden van de A7 voor het inpassen van een robuuste verbinding en er aan de noordzijde een directe verbinding richting Brookerswijk e.o. kan worden gemaakt langs de oostkant van de Scharmerplas.

<i>Advies knelpuntlocatie:</i>	18a	
<i>Advies principeoplossing:</i>	Spoor Groningen-Winschoten	II
	Winschoterdiep	IV
	A7	II
<i>Gefaseerde ambitie?</i>	Spoor Groningen-Leeuwarden	nec*
	Winschoterdiep	nec*
	A7	nec*

* De knelpuntlocatie heeft een hoge prioriteit (zie hoofdstuk 2).

3.4.2.4 Kosten

Tabel 21 geeft de globale kostenindicaties per principeoplossing en per knelpuntlocatie en barrière. Het betreffen uitsluitend globale schattingen voor de ontsnipperende maatregelen zelf: de kosten van additionele maatregelen in de directe omgeving zijn niet meegenomen. Ook inrichtingskosten voor de robuuste verbindingen rond de knelpuntlocaties zijn niet meegenomen. In de tabel zijn de op basis van dit onderzoek opgestelde adviezen grijs-gearceerd. Ingeval er sprake is van een gefaseerde ambitie is zowel het advies voor de korte termijn (lichtgrijs) als lange termijn (donkergrijs) gearceerd. De optelling van de kostenschattingen van deze geadviseerde maatregelen staan in de rechterkolom van de tabel. Ingeval van gefaseerde ambities is gerekend met de kosten van de maatregelen op de korte termijn. De kosten voor het ontsnipperen van de robuuste verbindingen in de *Natte A's* in Noord-Nederland zijn aldus globaal geschat op 80 miljoen euro. Dit is exclusief de kosten voor ontsnippering van knelpuntlocaties 10, 19, 20, 21 en 22 (niet onderzocht; zie tabel 1).

Tabel 21. De globaal geschatte kosten per principeoplossing per barrière en per knelpuntlocatie in de Natte As van Noord-Nederland. A = <1 milj. Euro; B = 1-4 milj. Euro; C = 4-10 milj. Euro; D = >10 milj. Euro; 0 = geen kosten, want maatregel is al gerealiseerd (of: in aanleg). Donkergrijs-gearceerd de advieslocaties en adviesoplossingen per barrière. Lichtgrijs = advies voor de korte termijn ingeval van gefaseerde ambitie. X = locatie is niet onderzocht (zie ook tabel 1).

Knelpunt-locatie	Barrière	Principeoplossingen ontsnippering				Kosten- indicatie# (in milj. €)
		I	II	III	IV	
10	A32	X	X	X	X	X
	Spoor Steenwijk-Wolvega	X	X	X	X	
11	A6	0	C	D	D	-
11a	A6	A	A	A	A	0,5
12	A7	A	A	C	D	7
12a	A7	A	A	A	A	-
12b	A7	A	A	D	D	-
13	Spoor Leeuwarden-Heerenveen	A	B	D	D	30
	A32	C	D	D	D	
13a	Spoor Leeuwarden-Heerenveen	A	A	D	D	-
	A32	D	D	D	D	
13b	Spoor Leeuwarden-Heerenveen	A	B	D	D	-
	A32	A	D	D	D	
14	N31	A	A	A	A	0,5
15	Spoor Leeuwarden-Groningen	A	B	C	C	-
15a	Spoor Leeuwarden-Groningen	A	B	C	C	0,5
15b	Spoor Leeuwarden-Groningen	A	B	C	C	-
16	A7	0	B	D	D	2,5
17	Noord-Willemskanaal	A	A		B	24,5
	A28	A	D	D	D	
	Spoor Assen-Groningen	0	C	D	D	
18	Spoor Groningen-Winschoten	A	C	D	D	-
	Winschoterdiep	A	A		B	
	A7 (oost)	A	B	D	D	
	A7 (west)	A	B	D	D	
18a	Spoor Groningen-Winschoten	A	A	B	C	14,5
	Winschoterdiep	A	A		B	
	A7	A	B	D	D	
19	N33	X	X	X	X	X
20	A7	X	X	X	X	X
	Spoor Winschoten-Nieuwe Schans	X	X	X	X	
21	A7	X	X	X	X	X
	Spoor Winschoten-Nieuwe Schans	X	X	X	X	
22	N33	X	X	X	X	X
Totaal						80

In deze kostenindicatie zijn per kostenklasse de volgende waarden gebruikt (in milj. €): A=0,5; B=2,5; C=7; D=15 voor principeoplossingen I, II en III; D=20 voor principeoplossing IV. Ingeval van gefaseerde ambitie is gerekend met de kosten van maatregelen voor de korte termijn.

3.5 Discussie

Zoals al gesteld in hoofdstuk 1 zijn de ervaringen met het (robuust) ontsnipperen beperkt. Dat geldt ook voor de kennis over het realiseren van een effectieve ecosysteemverbinding. Adviezen in deze studie zijn dan ook in belangrijke mate gebaseerd op expertbeoordelingen. Deze leemte in kennis en ervaring vraagt om enige ‘voorzichtigheid’ tijdens het programmeren en ontwerpen van ontsnipperende maatregelen. Voor locaties waar onzekerheid bestaat over de mate waarin sprake is van barrièrewerking, zoals bij spoorlijnen, is een fasering van de ambities daarom de aanbeveling. Dat geldt te meer voor locaties die laag scoren in de prioriteitstelling. Dit betekent dat op deze locaties op de korte termijn met minder robuuste maatregelen kan worden volstaan. Van belang is in dit verband dat de komende jaren de gerealiseerde maatregelen in robuuste verbindingen van de *Natte As* nauwgezet worden gemonitord. Immers, alleen dan verkrijgen we de inzichten en kennis die nu ontbeert en wordt het mogelijk beter afgewogen besluiten te nemen over het al dan niet opschalen van passages.

De robuustheid van de passages is niet de enige ‘knop’ waaraan gedraaid kan worden om de mate van uitwisseling van flora en fauna tussen twee gebieden te verbeteren. Als een ontsnipperende maatregel van het gewenste type (voorlopig) niet haalbaar blijkt, kan de kans op uitwisseling van individuen tussen de populaties aan weerszijde van de barrière vergroot worden door vergroting van de habitat-stapstenen (‘knopen’) aan weerszijde van de infrastructuur. Grotere stapstenen kennen immers ook een grotere uitstroom van individuen, waardoor de kans toeneemt dat de mate van uitwisseling tussen de leefgebieden aan beide zijden van de barrière gelijk blijft, ondanks een minder optimale faunapassage. Vooral ingeval gekozen wordt voor een gefaseerde ambitie kan de aanleg van extra leefgebied aan weerszijden van de infrastructuur een compenserende werking hebben.

Bij de afwegingen over de beste locaties voor ontsnippering in dit hoofdstuk is de aandacht vooral uitgegaan naar de (on)mogelijkheden ter plaatse van de te passeren infrastructuur en landgebruikvormen in de directe omgeving die belemmerend kunnen werken. Er is geen rekening gehouden met aspecten als aankoopmogelijkheden gronden, weerstand van de (lokale) bevolking, bestuurlijk draagvlak etc. Kortom: deze studie biedt geen zicht op de bestuurlijke en maatschappelijke haalbaarheid van de verschillende alternatieven.

4 Conclusies

- Van de 22 knelpuntlocaties verdienen er 9 een hoge prioriteit op basis van een verkenning van de duurzaamheid van habitatnetwerken, de bereikbaarheid van nieuwe leefgebieden en de alternatieven voor grootschalige areaalverschuivingen.
- De prioritering is vooral een hulpmiddel om vast te stellen of fasering van de ambities mogelijk is, waarbij op de korte termijn met minder robuuste maatregelen wordt volstaan.
- Het faseren van ambities is in lijn met de leemten in kennis en ervaring over het effectief ontsnipperen van natte natuur en het realiseren van functionele ecosysteemverbindingen. Het opstarten van monitoring bij gerealiseerde maatregelen in de *Natte As* en zodoende het optimaliseren van het leereffect is van groot belang om een goede invulling aan de gefaseerde ambities te geven.
- Door het kiezen voor alternatieve knelpuntlocaties kunnen op een aantal plekken in zowel West- als Noord-Nederland grootschalige aanpassingen aan de hoogteligging van de infrastructuur en/of kunstwerken worden voorkomen. Hierdoor kunnen de kosten worden beperkt.
- De keuze voor een alternatieve knelpuntlocatie kan ertoe leiden dat ook de tracering van de robuuste verbinding op grotere afstand van de infrastructurele barrière moet worden herzien. Deze quick-scan laat zien dat dit in een aantal situaties naar verwachting zal leiden tot directere en ruimtelijk beter inpasbare verbindingen (knelpuntlocatie 1, 4, 7, 11, 15 en 18). Deze quick-scan doet geen uitspraken over de maatschappelijke en bestuurlijke haalbaarheid van de ontsnipperingsvoorstellen c.q. aanpassingen in de ligging van robuuste verbindingen.
- Een aantal knelpuntlocaties kunnen door bestaande (robuuste) kunstwerken al met weinig ingrepen geschikt gemaakt worden voor een principeoplossing type III of IV (ecosysteemtypeverbinding). Op iets minder dan de helft van de knelpuntlocaties bieden bestaande kunstwerken mogelijkheden voor een principeoplossing type II. Voor bijna alle locaties geldt dat er ruimte is bij bestaande kunstwerken voor een principeoplossing type I.
- De kosten voor het robuust ontsnipperen van de onderzochte knelpuntlocaties in de *Natte As* zijn in deze studie geschat op respectievelijk 61,5 en 80 miljoen euro in West- en Noord-Nederland op basis van zeer globale kostenindicaties.

Literatuur

- Bekker, G.J., D.A. Kamphorst en R.J.M. Kleijberg, M. Soestbergen, G. Veenbaas & T.J. Verstrael 2001. Beheren en evalueren van maatregelen. In: A.A.G. Piepers (red.). Infrastructuur en natuur; versnippering en ontsnippering. Nationaal overzicht in het kader van COST-actie 341: 99-112. Ontsnipperingreeks 39. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.
- Broekmeyer, M. 2001. Robuust beleid robuust ontsloten! Landschap 18 (4): 291-295.
- Broekmeyer, M. & E. Steingröver (red.) 2001. Handboek Robuuste Verbindingen – Ecologische randvoorwaarden. Alterra, Wageningen.
- Ministerie van LNV 2003. Afsprakendocument Robuuste Verbindingen 2004-2018. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit & Provincies, Den Haag.
- Opdam, P., R. Reijnen & C. Vos 2003a. Robuuste verbindingen, nieuwe wegen naar natuurkwaliteit. Landschap 20 (1): 31-37.
- Opdam, P.F.M., J. Verboom & R. Pouwels 2003b. Landscape cohesion: an index for the conservation potential of landscapes for biodiversity. Landscape Ecology 18: 113-126.
- Pouwels, R., R. Jochem, M.J.S.M. Reijnen, S.R. Hensen & J.G.M. van der Gref 2002a. LARCH voor ruimtelijke ecologische beoordelingen van landschappen. Alterra-rapport 492. Alterra, Wageningen.
- Pouwels, R., M.J.S.M. Reijnen, J.T.R. Kalkhoven & J. Dirksen 2002b. Ecoprofielen voor soortanalyses van ruimtelijke samenhang met LARCH. Alterra-rapport 493. Alterra, Wageningen.
- Reijnen, R., P. Opdam & C. Vos 2003. Realisatie van robuuste verbindingen, van kennis naar praktijk. De Levende Natuur 104 (6): 254-260.
- Soulé, M. (red.) 1987. Viable populations for conservation. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Van der Grift, E.A., Y.R. Hoogeveen, D.A. Kamphorst, C.F. Jaarsma, R.J.M. Kleijberg, A.A.G. Piepers, R.P.H. Snep, M. Soesbergen, G. Veenbaas & J.G. de Vries 2001. Fragmentation by existing infrastructure. In: A.A.G. Piepers (red.). Infrastructure and nature; fragmentation and defragmentation: 47-72. Dutch State of the Art Report for COST activity 341. Rijkswaterstaat DWW, Delft.
- Van der Grift, E.A., R. Pouwels & R. Reijnen 2003. Meerjarenprogramma Ontsnippering – Knelpuntenanalyse. Alterra-rapport 768. Alterra, Wageningen.
- Van der Grift, E.A., J. Verboom & R. Pouwels 2003. Assessing the impact of roads on animal population viability. In: C.L. Irwin, P. Garrett & K.P. McDermott (red.). Proceedings of the International Conference on Ecology and Transportation: 173-181. Centre for Transportation and the Environment, North Carolina State University, Raleigh, VS.
- Van der Grift, E.A. & R. Pouwels 2006. Restoring habitat connectivity across transport corridors: Identifying high-priority locations for de-fragmentation with the use of an expert-based model. In: J. Davenport & J.L. Davenport

- (red.). The ecology of transportation: managing mobility for the environment: 205-231. Springer, Dordrecht, Nederland.
- Verboom, J., R. Foppen, J.P. Chardon, P.F.M. Opdam & P.C. Luttikhuisen 2001. Introducing the key patch approach for habitat networks with persistent populations: an example for marshland birds. *Biological Conservation* 100 (1): 89-100.
- Verboom, J. & R. Pouwels 2004. Ecological functioning of ecological networks: a species perspective. In: R.H.G. Jongman & G. Pungetti (red.). *Ecological networks and greenways. Concept, design, implementation*: 56-72. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Vos C.C., J. Verboom, P.F.M. Opdam, C.J.F. Ter Braak 2001. Toward ecologically scaled landscape indices. *The American Naturalist* 158 (1): 24-41.

Bijlage 1 Knelpunten Meerjarenprogramma Ontsnippering

In deze bijlage is een koppeling gemaakt tussen de in het Meerjarenprogramma Ontsnippering opgenomen lijst met knelpunten die onderdeel zijn van robuuste verbindingen in de *Natte As* (MJPO bijlage 1, pagina 31) en de in deze studie gedefinieerde knelpuntlocaties.

Knelpunt MJPO-tabel	Provincie	Nummer knelpuntlocatie(s) (deze studie)
1. Gieterveen	Drenthe	19
2. Echten/Steenbergen	Drenthe	10
5. Fammensrakken	Friesland	12
6. Bokkumermeer-Grou	Friesland	13
7. Tjeukemeer	Friesland	11
8. Fonejachtbrug	Friesland	14
9. Groote Wielen	Friesland	15
17. Drentsche Aa	Groningen	17
18. Meerstad	Groningen	18
19. Peizerdiep	Groningen	16
20. Nieuwe Schans	Groningen	21
21. Duurswold	Groningen	22
29. Weesp-Naarden	Noord-Holland	5 en 6
30. Zaandam	Noord-Holland	7, 8 en 9
32. Steenwijk	Overijssel	10
34. Abcoude	Utrecht	4
35. Loenersloot	Utrecht	4
36. Nieuwersluis ARK	Utrecht	4
37. Nigtevecht	Utrecht	4
38. Enkele en dubbele Wiericke	Zuid-Holland	3
39. Avelingen	Zuid-Holland	1

Bijlage 2 Duurzaamheidsanalyses met LARCH

De duurzaamheidsanalyses voor deze studie zijn uitgevoerd met versie CLASSIC van LARCH (zie Pouwels et al. 2002a).

Habitatkaarten

LARCH gebruikt per ecoprofiel een habitatkaart als inputbestand. In deze bijlage zijn de beslissingen samengevat op basis waarvan de habitatkaarten voor deze studie zijn vervaardigd.

- De grens van Nederland is als grens van het studiegebied aangehouden: habitat in Duitsland of België is niet meegenomen.
- De Natuurdoelenkaart (versie 2005) heeft als basis gediend voor de habitatkaarten. De habitatkaarten geven dus een beeld van de toekomstige situatie (na voltooiing EHS).
- Provinciale ecologische verbindingzones, voor zover niet opgenomen in de Natuurdoelenkaart, zijn niet meegenomen.
- Alle voor de *Natte As* kenmerkende natuurdoelen zijn als habitat geselecteerd en ondergebracht in twee habitattypen: *moeras* en *grasland* (zie tabel B2-1).

Tabel B2-1. Geselecteerde natuurdoelen en verdeling over de habitattypen *moeras* en *grasland*.

Natuurdoel		Oppervlak van natuurdoel dat meerekent:	
Nr.	Omschrijving	Moeras	Grasland
2	Rivierenlandschap	15%	28%
3	Veen- en zeekleilandschap	51%	17%
8	Moeras	100%	-
9a	Nat schraalland	-	100%
9b	Nat, matig voedselrijk grasland	-	100%
12	Bloemrijk grasland	-	100%

- Er is per habitatype en per ecoprofiel een draagkracht geschat (zie tabel B2-2). In optimaal habitat is de draagkracht gelijk aan 1. In suboptimaal habitat is de draagkracht gelijk aan 0,5. In marginaal habitat is de draagkracht gelijk aan 0,1. Ingeval van suboptimaal en marginaal habitat is dus respectievelijk twee- en tienmaal zoveel oppervlak nodig als bij optimaal habitat om hetzelfde aantal RE een leefgebied te bieden.

Tabel B2-2. Draagkracht van de habitattypen per ecoprofiel.

Ecoprofiel	Habitatype	
	Moeras	Grasland
Otter	1	0,1
Ringslang	1	0,5
Waterspitsmuis	1	0,1

De kaart Robuuste Verbindingen d.d. 23 november 2003 heeft als basis gediend voor het opnemen van de robuuste verbindingen in de habitatkaart.

- Uitsluitend de robuuste verbindingen die onderdeel vormen van de *Natte As* zijn in de habitatkaart opgenomen. Robuuste verbindingen met vergelijkbare ecosysteemtypen (*Moeras, struweel en groot water* of *Grasland met klein water*) als doelstelling, maar buiten de *Natte As* gelegen, zijn dus als niet-bestaand verondersteld.
- De robuuste verbindingen van de *Natte As* kennen soms meerdere varianten. Ten behoeve van de duurzaamheidsanalyses is een (voorlopige) keuze gemaakt. Tabel B2-3 geeft een overzicht.

Tabel B2-3. Tracékeuze voor deeltrajecten van de robuuste verbindingen ingeval er meerdere varianten mogelijk zijn.

Deeltraject	Tracékeuze
6a	De robuuste verbinding langs de Ottolandsche Vliet buigt ten zuiden van Groot Ammers af naar het westen. Hier wordt de Groote- of Achterwaterschap gevolgd tot aan de Zijdeweg, circa 1 km ten westen van Streefkerk. Na passage van de Lek buigt de robuuste verbinding ten noorden van Bergambacht weer terug naar het oosten, om langs de Bergvliet en Enkele Wiericke (ten oosten van Haastrecht) de Reeuwijksche Plassen te bereiken.
6b	Vanaf de Nieuwkoopse Plassen wordt de meest zuidelijke tak van de robuuste verbinding naar de A2 aangehouden. De robuuste verbinding passeert de A2 ter hoogte van de Geuzensloot en buigt dan langs de Angstel af naar het noorden. Ter hoogte van Baambrugge buigt de robuuste verbinding af naar het oosten richting De Nes.
6d	Vanaf Waterland is de noordelijke variant van de robuuste verbinding gekozen, welke via De Leek en het noordelijk deel van het IJperveld naar Polder de Wijde Wormer loopt, daar afbuigt naar het noorden, en dan via het noordelijk deel van Polder Wormer, Jisp en Nek naar het Alkmaardermeer loopt. Ten westen van het Alkmaardermeer is de noordelijke variant gekozen, die tussen Castricum en Heiloo de duinen van Noord-Holland bereikt.

- De ligging van de voorkeurstracés voor de robuuste verbindingen van de *Natte As* zijn inmiddels op sommige locaties enigszins gewijzigd. Voor deze locaties is de kaart met robuuste verbindingen geactualiseerd. Tabel B2-4 geeft een overzicht van de wijzigingen.

Tabel B2-4. Tracéwijzigingen in deeltrajecten van de robuuste verbindingen.

Deeltraject	Tracéwijziging
1c	Van het Koevordermeer naar de Goengarijpsterpoelen niet meer via het Stobberak, maar via de Fammensrakken en het Jentjemeer.
1c / 1e	Van de Wijde Ee naar de Oude Venen niet meer via Pikmeer, Biggemeer en Prinses Margrietkanaal, maar via Sitebuurster Ee en Kromme Ee.
1h	Behalve via het Schildmeer loopt een tweede tak van de robuuste verbinding vanaf het Zuidlaardermeer via het Foxholstemeer en de Tilburg Polder richting Slochter Ae.
6c	De robuuste verbinding van deeltraject <i>Centrale Poort</i> is op de Robuuste Verbindingen-kaart slechts als indicatieve pijl aangeduid. Voor de LARCH-analyses is de robuuste verbinding tussen het Naardermeer en het Gooimeer ter hoogte van het Naarderbos gesitueerd.

- De breedte van de robuuste verbindingen in de habitatkaart is afgestemd op het ambitieniveau van de deeltrajecten (zie tabel 3 in hoofdstuk 2). Om de breedte per ambitieniveau te bepalen is gebruik gemaakt van het expertsysteem TOVER

(Broekmeyer & Steingröver 2001). Hierbij is gerekend met een gemiddelde lengte van 10 km voor een robuuste verbinding. De oppervlakte van stapstenen is 'uitgesmeerd' over de gehele lengte van de corridor: in de habitatkaart zijn de robuuste verbindingen dus niet als 'kralensnoer' opgenomen, maar hebben de robuuste verbindingen per ambitieniveau een vaste breedte. Tabel B2-5 geeft een overzicht.

Tabel B2-5. De breedte van de robuuste verbindingen per ambitieniveau.

Ambitieniveau	Robuuste verbinding			
	<i>Oppervlak moeras per km (ha)</i>	<i>Oppervlak grasland per km (ha)</i>	<i>Totaal oppervlak per km (ha)</i>	<i>Breedte corridor (m)</i>
B1*	19,3	10,5	29,8	298
B2	18,9	10,5	29,4	294
B3	24,1	27,5	51,6	516

* Het ecosysteemtype *Grasland met klein water* kent geen ambitieniveau B1. Daarom is voor dit ecosysteemtype bij de berekening van de breedte van de robuuste verbinding voor ambitieniveau B1 het benodigde oppervlak voor ambitieniveau B2 (= 10,5 ha/km) aangehouden. Het gevolg is dat de breedte van de corridor nagenoeg gelijk is aan de breedte van robuuste verbindingen met ambitieniveau B2.

- Tabel B2-5 maakt duidelijk dat het aandeel moeras in een robuuste verbinding met zowel het ecosysteemtype *Moeras, struweel en groot water* en *Grasland met klein water*, 65%, 68% en 47% bedraagt voor respectievelijk de ambitieniveaus B1, B2 en B3. Bij de toedeling van habitat aan de robuuste verbindingen in de habitatkaart is echter voor het gemak (en passend bij de globaliteit van deze studie), uitgegaan van een 50-50% verdeling van het oppervlak over de twee ecosysteemtypen voor alle ambitieniveaus.
- Ingeval een robuuste verbinding op de habitatkaart overlapt met gebieden waarvoor al natuurdoelen zijn aangewezen – de robuuste verbindingen zijn in gedigitaliseerde vorm immers nog niets meer dan een ruwe lijn op de kaart – dan zijn de aangewezen natuurdoelen als habitat aangehouden. Omdat LARCH met een vergridde habitatkaart rekent (in deze studie: 100x100m gridcellen), kan het dus voorkomen dat het habitat in een gridcel voor een deel bepaald is door gebieden met een natuurdoel en, als de cel niet voor 100% door natuurdoelen is gedekt en wel geheel binnen een robuuste verbinding valt, voor het resterende deel moeras en grasland in een 50-50%-verhouding krijgt toegewezen.

Barrièrekaarten

Als basis voor het vervaardigen van de barrièrekaarten zijn gebruikt:

- Nationaal Wegenbestand (bron AVV; versie 2005)
- Nationaal Spoorwegenbestand (bron AVV; versie 2005)
- Nationaal Vaarwegenbestand (bron: AVV; versie 2005)

In LARCH spelen barrières op twee niveaus een rol in de duurzaamheidsanalyses: bij het onderscheiden van lokale populaties en het onderscheiden van netwerkpopulaties. De barrièrewerking kan per niveau verschillen. Tabel B2-6 geeft een overzicht per ecoprofiel en per type barrière.

Tabel B2-6. De barrièrewerking van infrastructuur en de bebouwde kom per ecoprofiel op het niveau van lokale populaties en netwerkpopulaties. L = de infrastructuur/bebouwing is als grens voor lokale leefgebieden beschouwd; N = de infrastructuur/bebouwing is als grens voor habitatnetwerken beschouwd.

Ecoprofiel	Rijkswegen	Provinciale wegen	Spoorwegen	Vaarwegen	Bebouwde kom
Otter	L	-	L	-	L/N
Ringslang	L/N	L	L	L	L/N
Waterspitsmuis	L/N	L/N	L	L	L/N

Parameters LARCH

LARCH rekent met een beperkte set aan parameters om de configuratie van habitatnetwerken in beeld te brengen en de draagkrachten van deze netwerken te toetsen aan normen voor duurzaamheid. Tabel B2-7 geeft een overzicht van de in deze studie gebruikte LARCH-parameters. Zie voor een nadere toelichting: Pouwels et al. 2002a.

Tabel B2-7. Parameters die bij de duurzaamheidsanalyses met LARCH zijn gebruikt per ecoprofiel.

Parameter	Ecoprofiel		
	Otter	Ringslang	Waterspitsmuis
Draagkracht optimaal leefgebied (RE/100 ha)	0,4	30	200
Lokale fusie-afstand (km)	1	0,3	0,1
Netwerk-afstand (km)	50	10	2
Norm klein leefgebied (RE)	1	1	1
Norm sleutelgebied (RE)	40	100	100
Norm MVP (RE)	60	150	150
Norm netwerk zonder sleutelgebied (RE)	240	500	200
Norm netwerk met sleutelgebied (RE)	160	300	150
Norm netwerk met MVP (RE)	60	150	150

Bijlage 3 Analyse bereikbaarheid nieuwe leefgebieden: selectie van soorten

In onderstaande tabel zijn alle ecoprofielen en soorten opgenomen die als doelsoorten voor de ecosysteemttypen moeras en grasland kunnen worden gezien, verdeeld naar de drie ambitieniveaus voor robuuste verbindingen.

Beslisregel voor soortselectie:

Een soort is geselecteerd voor de analyse bereikbaarheid nieuwe leefgebieden als de soort (1) indicatief is voor de *Natte As*, (2) barrièregevoelig is, en (3) het geen plant is.

EST = Ecosysteemtype
M = Moeras, struweel en groot water
G = Grasland met klein water

Ambitie	EST	Ecoprofiel	Soorten	Indicator voor <i>Natte As</i>	Barrièregevoelig	Soortselectie
B1	M	Grote karekiet	Grote karekiet	Ja	Nee	-
			Sprinkhaanrietzanger	Ja	Nee	-
	M	Bever	Bever	Ja	Ja	+
	M	Otter	Otter	Ja	Ja	+
B2	M	Roerdomp	Roerdomp	ja	Nee	-
	M	Blauwborst	Blauwborst	Ja	Nee	-
			Snor	Ja	Nee	-
	M	Grote vuurvinder	Grote vuurvinder	Ja	Nee	-
	G	Klaverblauwtje	Klaverblauwtje	Nee	Nee	-
			Grote vuurvinder	Ja	Nee	-
			Heivinder	Nee	Nee	-
	G/M	Noordse woelmuis	Noordse woelmuis	Ja	Ja	+
	G	Plant goede verspreider	[19 soorten]	Ja	Nee	-
	G	Plant redelijke verspreider	[24 soorten]	Ja	Nee	-
B3	M	Rietzanger	Rietzanger	Ja	Nee	-
	M	Ringslang	Ringslang	Ja	Ja	+
	G	Bittervoorn	Bittervoorn	Ja	Ja	+ ¹
			Grote modderkruiper	Ja	Ja	+ ¹
	G	Bruine vuurvinder	Bruine vuurvinder	Nee	Nee	-
			Bruin dikkopje	Nee	Nee	-
			Grote parelmoervinder	Nee	Nee	-
			Rode vuurvinder	Nee	Nee	-
			Veldparelmoervinder	Nee	Nee	-
	G	Donker pimperlauwtje	Donker pimperlauwtje	Nee	Ja	-
			Moerasparelmoervinder	Nee	Nee	-
	G	Dwergmuis	Dwergmuis	Ja	Ja	+ ²
			Veldspitsmuis	Nee	Ja	-
	G	Kamsalamander	Kamsalamander	Nee	Ja	-
			Alpenwatersalamander	Nee	Ja	-
	G/M	Kleine modderkruiper	Kleine modderkruiper	Ja	Ja	+
	M	Meerval	Meerval	Ja	Ja	+
	G/M	Plant matige verspreider	[24 soorten]	Ja	Nee	-

Ambitie	EST	Ecoprofiel	Soorten	Indicator voor <i>Natte As</i>	Barrière-gevoelig	Soort-selectie
B3 (vervolg)	G/M	Plant slechte verspreider	[247 soorten]	Ja	Ja	-
	G	Poelkikker	Poelkikker	Nee	Ja	-
			Boomkikker	Nee	Ja	-
			Knoflookpad	Nee	Ja	-
			Rugstreepdpad	Ja	Ja	+
	M	Purperstreepdparelmoervlinder	Purperstreepdparelmoervlinder	Nee	Ja	-
			Donker pimperlauwtje	Nee	Ja	-
	M	Vetje	Bittervoorn	Ja	Ja	+
			Grote modderkruiper	Ja	Ja	+
			Kwabaal	Ja	Ja	+
			Vetje	Ja	Ja	+
	M	Waterspitsmuis	Waterspitsmuis	Ja	Ja	+
			Dwergmuis	Ja	Ja	+
	G	Zilveren maan	Zilveren maan	Ja	Ja	+
			Geelsprietdikkopje	Nee	Nee	-
			Tweekleurig hooibeestje	Nee	Nee	-

¹ Tevens geselecteerd via het ecoprofiel Vetje.

² Tevens geselecteerd via het ecoprofiel Waterspitsmuis.

Bijlage 4 Huidige verspreiding doelsoorten

De tabel geeft een overzicht van de huidige verspreiding van de geselecteerde doelsoorten in de verschillende kernen van de *Natte As*.

1 = soort is aanwezig

0 = soort is niet aanwezig

Gebied	Doelsoorten <i>Natte As</i>													
	Bever	Otter	Noordse woelmuis	Ringslang	Bittervoorn	Dvergmuis	Grote modderkruiper	Kleine modderkruiper	Kwabaal	Meerval	Rugstreeppad	Vetje	Waterspitsmuis	Zilveren maan
Biesbosch e.o.	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Alblasserwaard e.o.	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Reeuwijksche Plassen	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Nieuwkoopse Plassen	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
Vinkenveen e.o.	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
Ankeveen e.o.	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
Naardermeer-Noord	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
Gooimeer/IJmeer e.o.	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0
Ilperveld e.o.	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
Polder Worm, Jisp, Nek	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
Alkmaardermeer e.o.	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0
Limmerpolder e.o.	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0
Duinen Noord-Holland	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
Vledder Aa e.o.	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
Weerribben e.o.	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
Tjeukemeer e.o.	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0
Koelvorder e.o.	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0
Sneekemeer e.o.	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0
Oude Venen e.o.	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0
Mieden e.o.	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0
Lauwersmeer e.o.	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1
Leekstermeer e.o.	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0
Zuidlaardermeer e.o.	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0
Schildmeer e.o.	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Drouwenerven e.o.	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
Oudeschans e.o.	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
Dollard e.o.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Bijlage 5 Ligging van de knelpuntlocaties

In deze bijlage zijn de onderzochte voorkeurs- en alternatieve locaties voor ontsnippering van de robuuste verbindingen in de *Natte As* beschreven voor West-Nederland (tabel B5-1) en Noord-Nederland (tabel B5-2). De voorkeurslocaties zijn in deze quick-scan als een gegeven meegenomen. De alternatieve locaties zijn in deze quick-scan geopperd om de kansen voor effectieve ontsnippering bij rijksinfrastructuur te vergroten. Alternatieve knelpuntlocaties hebben een letter (a, b, c...) als extensie achter het nummer van de voorkeurs-knelpuntlocatie.

Tabel B5-1. West-Nederland.

Knelpunt-locatie	Naam (MJPO-nummer)	Ligging
1	Avelingen (ZH-4)	Betuweroute, spoor Dordrecht-Gorinchem, A15 en Kanaal van Steenenhoek worden ter hoogte van Polder de Dordtsche Avelingen gepasseerd (Spoor Dordrecht-Gorinchem km 74-74.5; A15 km 93-93.5).
1a	Giessen-Buitenvliet	De Betuweroute wordt gepasseerd ter hoogte van de Giessen, waar deze spoorlijn over circa 500 m in een tunnel ligt. Vanaf de passage van de Betuweroute volgt de robuuste verbinding de Buitenvliet richting spoor Dordrecht-Gorinchem en A15. Het spoor Dordrecht-Gorinchem wordt gepasseerd tussen km 76.7 en 77.1. De A15 wordt gepasseerd tussen km 90.7 en 90.8. Het Kanaal van Steenenhoek wordt net ten oosten van de brug naar Boven-Hardinxveld gepasseerd. Aan de zuidzijde van het kanaal buigt de robuuste verbinding af naar de monding op de Merwede in het westen en/of naar Polder de Dordtsche Avelingen in het oosten.
1b	Giessen-Molentocht	De Betuweroute wordt gepasseerd ter hoogte van de Giessen, waar deze spoorlijn over circa 500 m in een tunnel ligt. Vanaf de passage van de Betuweroute volgt de robuuste verbinding de Giessen voor circa 100 m westwaarts om vervolgens via de Molentocht het spoor Dordrecht-Gorinchem (km 77.9) en de A15 (km 89.2) te kruisen. Vervolgens loopt de robuuste verbinding langs de noordzijde van het Kanaal van Steenenhoek naar de Merwede.
2	Enkele Wiericke	Het spoor Gouda-Woerden wordt gepasseerd ter hoogte van de Enkele Wiericke (km 25.5).
3	Wiericke (ZH-2)	De A15 (km 37.3) en het spoor Bodegraven-Woerden (km 6.4) worden gepasseerd ter hoogte van de Enkele Wiericke.
4	Loenersloot/De Nes (U-13)	De A2 wordt gepasseerd ter hoogte van de Geuzensloot (km 43.9). Ten oosten van de A2 buigt de robuuste verbinding naar het noorden af via de Angstel. Het spoor Amsterdam-Utrecht wordt gepasseerd ter hoogte van km 13.6-14.5. Het Amsterdam-Rijnkanaal wordt gepasseerd ter hoogte van Pl. 16.5. Aan de oostzijde van het kanaal sluit de robuuste verbinding aan op De Nes in de Hoekerpolder.

Knelpunt-locatie	Naam (MJPO-nummer)	Ligging
4a	Abcoude/Nigtevecht ARK (U-12, U-16)	De A2 wordt gepasseerd ter hoogte van de Winkel (km 39.5). Ten oosten van de A2 buigt de robuuste verbinding naar het noorden af via de Angstel. Het spoor Amsterdam-Utrecht wordt gepasseerd via het Gein (aquaduct) ter hoogte van km 10.6. Aan de oostzijde van het spoor volgt de robuuste verbinding het Gein en de Liniedijk richting voormalig Fort Nigtevecht. Het Amsterdam-Rijnkanaal wordt gepasseerd ter hoogte van Pl. 13.5. Aan de oostzijde van het kanaal buigt de robuuste verbinding naar het zuiden en sluit aan op De Nes in de Hoekerpolder.
4b	Oukoop/Nieuwersluis ARK (U-18)	De A2 wordt gepasseerd ter hoogte van Oukoop (km 46.0). Ten oosten van de A2 volgt de robuuste verbinding de Nieuwe Wetering richting het spoor Amsterdam-Utrecht. Het spoor wordt gepasseerd via deze Nieuwe Wetering (km 19.3). Het Amsterdam-Rijnkanaal wordt gepasseerd ter hoogte van Pl. 21.6, waar de Nieuwe Wetering uitmondt in het kanaal. Aan de oostzijde van het kanaal buigt de robuuste verbinding om voormalig Fort Nieuwersluis (zuidkant), passeert de N402 en Vecht (ter hoogte van het zwembad) en sluit via Polder Mijnden aan op de Loosdrechtse Plassen.
4c	Loenersloot/Nieuwersluis ARK (U-13, U-18)	De A2 wordt gepasseerd ter hoogte van de Geuzensloot (km 43.9). Ten oosten van de A2 buigt de robuuste verbinding naar het zuiden af via de Nieuwe Wetering. Het spoor Amsterdam-Utrecht wordt gepasseerd via deze Nieuwe Wetering (km 19.3). Het Amsterdam-Rijnkanaal wordt gepasseerd ter hoogte van Pl. 21.6, waar de Nieuwe Wetering uitmondt in het kanaal. Aan de oostzijde van het kanaal buigt de robuuste verbinding om voormalig Fort Nieuwersluis (zuidkant), passeert de N402 en Vecht (ter hoogte van het zwembad) en sluit via Polder Mijnden aan op de Loosdrechtse Plassen.
5	Spoor Weesp-Naarden (NH-2)	Het spoor Weesp-Naarden wordt gepasseerd ter hoogte van het Naardermeer (km 18.0-20.0).
6	A1 Weesp-Naarden (NH-2)	De robuuste verbinding loopt door de Keverdijksche Overscheensche Polder naar de A1. De A1 wordt gepasseerd ter hoogte van km 16.7-16.9. Aan de noordzijde van de A1 sluit de robuuste verbinding via de westkant van de Berger- en Meentpolder aan op het Naarderbos en Gooimeer.
6a	Naarden-west	De robuuste verbinding loopt door de Keverdijksche Overscheensche Polder naar de A1. De A1 wordt gepasseerd ter hoogte van km 17.7. Aan de noordzijde van de A1 sluit de robuuste verbinding via de oostkant van de Berger- en Meentpolder aan op het Naarderbos en Gooimeer.
6b	Zuidpolder	De robuuste verbinding volgt de Uitwetering van het Naardermeer richting het westen. Het spoor Weesp-Almere wordt gepasseerd ter hoogte van km 3.2. De A1 wordt gepasseerd in de Zuidpolder ter hoogte van km 13.0-13.2; tussen de bebouwing van Muiden en de

Knelpunt-locatie	Naam (MJPO-nummer)	Ligging
6b <i>(vervolg)</i>	Zuidpolder	verzorgingsplaats De Hackelaar. Aan de noordzijde van de A1 passeert de robuuste verbinding de Naardertrekvaart en sluit via de westkant van de Noordpolder aan op het IJmeer.
6c	Vecht	De robuuste verbinding volgt de Uitwatering van het Naardermeer richting het westen. Het spoor Weesp-Almere wordt gepasseerd ter hoogte van km 3.2. De A1 wordt gepasseerd via een (toekomstig) aquaduct ter hoogte van de Vecht (km 12.4). Aan de noordzijde van de A1 buigt de robuuste verbinding naar het westen af om via de Muidertrekvaart aan te sluiten op het IJmeer (ter hoogte van km 10.0).
7	Kust tot Kust-Polder Purmerland (NH-4)	Het spoor Amsterdam-Purmerend wordt gepasseerd ter hoogte van het Wormerpad (km 9.0-10.0). Ten westen van het spoor buigt de robuuste verbinding af naar het noorden via de Ringvaart van de Wijde Wormer. De A7 wordt gepasseerd ter hoogte van km 13.1.
7a	Kust tot Kust-Wijde Wormer (NH-4)	Het spoor Amsterdam-Purmerend wordt gepasseerd ter hoogte van 't Otterbos (km 8.0-9.0). Ten westen van het spoor kruist de robuuste verbinding de Wijde Wormer in het centrale deel van de polder richting de Noorder- en Zuiderganssloot bij Jisp. De A7 wordt gepasseerd ter hoogte van km 9.5.
8	Kust tot Kust-Geesterbrug (NH-4)	De A9 wordt gepasseerd ter hoogte van de Geesterbrug (km 63.4).

Tabel B5-2. Voorkeurs- en alternatieve locaties voor ontsnippering van de robuuste verbindingen van de Natte As in Noord-Nederland.

Knelpunt-locatie	Naam (MJPO-nummer)	Ligging
11	Tjeukemeer (F-12)	De A6 wordt gepasseerd ter hoogte van de Vaart van Nicolaasga (km 305.5).
11a	Tjeukemeer 2 (F-12)	De A6 wordt gepasseerd ter hoogte van de brug in het Tjeukemeer (km 301.6).
12	Fammensrakken (F-3)	De A7 wordt gepasseerd ter hoogte van de Fammensrakken (km 129.9).
12a	Oudeweg (F-3)	De A7 wordt gepasseerd ter hoogte van de Oudeweg (km 131.6).
12b	Stobberak (F-3)	De A7 wordt gepasseerd ter hoogte van de Stobberak (km 128.0).
13	Bokkumermeer/Grou (F-2)	De A32 (km 59.9) en spoorlijn Leeuwarden-Heerenveen (km 150.7) worden gepasseerd ter hoogte van het Bokkumermeer.
13a	Prinses Margrietkanaal (F-2)	De A32 (km 61.7) en spoorlijn Leeuwarden-Heerenveen (km 152.4) worden via het Prinses Margrietkanaal net ten zuiden van Grou gepasseerd.
13b	Aquaduct Akkrum (F-2)	De A32 (km 59.1) en spoorlijn Leeuwarden-Heerenveen (km 149.8) worden ter hoogte van het aquaduct net ten noorden van Akkrum gepasseerd.
14	Fonejachtbrug (F-5)	De N31 (km 59.9) wordt via het Prinses Margrietkanaal net ten westen van Garijp gepasseerd.
15	Groote Wielen (F-8)	Het spoor Leeuwarden-Groningen wordt ter hoogte van de golfbaan (noordzijde; km 33.2) gepasseerd.
15a	Tytsjerk (F-8)	Het spoor Leeuwarden-Groningen wordt net ten westen van Tytsjerk (km 34.1) gepasseerd.
15b	Merriedobbe (F-8)	De robuuste verbinding wordt aan de zuidzijde van het spoor langs de Tietjerkstervaart naar het westen voortgezet. Het spoor Leeuwarden-Groningen wordt ter hoogte van de Merriedobbe (km 32.0) gepasseerd.
16	Peizerdiep (G-3)	De A7 wordt ter hoogte van het Lettelberterdiep (km 186.8) gepasseerd.
17	Drentsche Aa (G-4)	Het Noord-Willemskanaal (Pl. 19.5), de A28 (km 193.0) en de spoorlijn Assen-Groningen (km 65.1) worden ter hoogte van de Drentsche Aa gepasseerd.
18	Meerstad (G-5)	De spoorlijn Groningen-Winschoten wordt ter hoogte van het Foxholstermeer (km 90.9) gepasseerd. De robuuste verbinding kruist het Winschoterdiep ter hoogte van de Werven (Pl. 9.4). De robuuste verbinding splitst zich vervolgens. Een moerasverbinding passeert de A7 ter hoogte van km 211.8. Een graslandverbinding buigt af naar het noorden om bij km 209.0 de A7 te passeren.
18a	Drentse Diep-Scharmerplas (G-5)	De spoorlijn Groningen-Winschoten wordt ter hoogte van het Drentsche Diep (km 87.6) gepasseerd. De robuuste verbinding kruist het Winschoterdiep ten oosten van Waterhuizen (Pl. 6.5). De robuuste verbinding kruist de Westerbroeksterpolder en passeert de A7 ter hoogte van de Schermerplas (km 209.8).

Bijlage 6 Verkenning hoogteligging infrastructuur

De principeoplossingen voor ontsnippering van (spoor)wegen per knelpuntlocatie die mogelijk zijn bij handhaving van de huidige hoogteligging van de infrastructuur.

+	=	mogelijk
-	=	niet mogelijk
+/-	=	onzeker
0	=	niet van toepassing
X	=	niet onderzocht

Tabel B6-1. West-Nederland.

Knelpunt-locatie	MJPO-knelpunt-nummer	Barrière	Principeoplossingen ontsnippering			
			I	II	III	IV
1	ZH-4	Kanaal van Steenenhoek	0	0	0	0
	ZH-4	A15	-	-	-	-
	ZH-4	Spoor Dordrecht-Gorinchem	+	-	-	-
	ZH-4	Betuweroute	+	-	-	-
1a	ZH-4	Kanaal van Steenenhoek	0	0	0	0
	ZH-4	A15	-	-	-	-
	ZH-4	Spoor Dordrecht-Gorinchem	+	-	-	-
	ZH-4	Betuweroute	+	+	+	+
1b	ZH-4	Kanaal van Steenenhoek	0	0	0	0
	ZH-4	A15	+/-	+/-	-	-
	ZH-4	Spoor Dordrecht-Gorinchem	+	-	-	-
	ZH-4	Betuweroute	+	+	+	+
2	-	Spoor Gouda-Woerden	+	-	-	-
3	ZH-2	A12	+	+/-	-	-
	ZH-2	Spoor Bodegraven-Woerden	+	+	+/-	+/-
4	U-12/13/14	A2	+	+	+/-	+/-
	U-14	Spoor Amsterdam-Utrecht	+	-	-	-
	U-14/16/18	Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)	0	0	0	0
4a	U-12/13/14	A2	+	-	-	-
	U-14	Spoor Amsterdam-Utrecht	+	+	-	-
	U-14/16/18	Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)	0	0	0	0
4b	U-12/13/14	A2	+	-	-	-
	U-14	Spoor Amsterdam-Utrecht	+	+	-	-
	U-14/16/18	Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)	0	0	0	0
4c	U-12/13/14	A2	+	+	+/-	+/-
	U-14	Spoor Amsterdam-Utrecht	+	+	-	-
	U-14/16/18	Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)	0	0	0	0
5	NH-2	Spoor Weesp-Naarden	+	+	-	-
6	NH-2	A1	-	-	-	-
6a	NH-2	A1	+	+	+/-	+/-
6b	NH-2	A1	-	-	-	-
	NH-2	Spoor Weesp-Almere	+	+	-	-
6c	NH-2	A1*	+	+	+	+
	NH-2	Spoor Weesp-Almere	+	+	-	-
7	NH-4	Spoor Amsterdam-Purmerend	+	+	-	-
	NH-4	A7	+	+	-	-
7a	NH-4	Spoor Amsterdam-Purmerend	+	+	-	-
	NH-4	A7	+	-	-	-
8	NH-4	A9	+	-	-	-
9	NH-4	Spoor Uitgeest-Heiloo	X	X	X	X

* Uitgangspunt is niet de huidige brug over de Vecht, maar een hier gepland aquaduct.

Tabel B6-2. Noord-Nederland.

Knelpunt-locatie	MJPO-knelpunt-nummer	Barrière	Principeoplossingen ontsnippering			
			I	II	III	IV
10	D-6/8	A32	X	X	X	X
	O-8	Spoor Steenwijk-Wolvega	X	X	X	X
11	F-12	A6	+	-	-	-
11a	F-12	A6	+	+	+	+
12	F-3	A7	+	+	-	-
12a	F-3	A7	+	+	+	+
12b	F-3	A7	+	+	-	-
13	F-2	Spoor Leeuwarden-Heerenveen	+	+	+/-	+/-
	F-2	A32	-	-	-	-
13a	F-2	Spoor Leeuwarden-Heerenveen	+	+	+	+
	F-2	A32	+	+	+	+
13b	F-2	Spoor Leeuwarden-Heerenveen	+	+	-	-
	F-2	A32	+	+	+	-
14	F-5	N31	+	+	+	+
15	F-8	Spoor Leeuwarden-Groningen	+	+	+/-	+/-
15a	F-8	Spoor Leeuwarden-Groningen	+	+	+/-	+/-
15b	F-8	Spoor Leeuwarden-Groningen	+	+	+/-	+/-
16	G-3	A7	+	+	-	-
17	G-4	Noord-Willemskanaal	0	0	0	0
	G-4	A28	+	-	-	-
	G-4	Spoor Assen-Groningen	+	-	-	-
18	G-5	Spoor Groningen-Winschoten	+	-	-	-
	G-5	Winschoterdiep	0	0	0	0
	G-5	A7 (oost)	+	-	-	-
	G-5	A7 (west)	+	+	-	-
18a	G-5	Spoor Groningen-Winschoten	+	+	+/-	+/-
	G-5	Winschoterdiep	0	0	0	0
	G-5	A7	+	+	-	-
19	D-12	N33	X	X	X	X
20	G-6	A7	X	X	X	X
	G-6	Spoor Winschoten-Nieuwe Schans	X	X	X	X
21	G-7	A7	X	X	X	X
	G-7	Spoor Winschoten-Nieuwe Schans	X	X	X	X
22	G-8	N33	X	X	X	X

Bijlage 7 Verkenning bestaande kunstwerken

De principeoplossingen voor ontsnippering van (spoor)wegen per knelpuntlocatie die mogelijk zijn met gebruikmaking van bestaande kunstwerken: de ontsnippering kan worden gerealiseerd door (kleine) aanpassingen van de kunstwerken.

+	=	mogelijk
-	=	niet mogelijk
+/-	=	onzeker
0	=	niet van toepassing
X	=	niet onderzocht

Tabel B7-1. West-Nederland.

Knelpunt-locatie	MJPO-knelpunt-nummer	Barrière	Principeoplossingen ontsnippering			
			I	II	III	IV
1	ZH-4	Kanaal van Steenenhoek	0	0	0	0
	ZH-4	A15	-	-	-	-
	ZH-4	Spoor Dordrecht-Gorinchem	-	-	-	-
	ZH-4	Betuweroute	-	-	-	-
1a	ZH-4	Kanaal van Steenenhoek	0	0	0	0
	ZH-4	A15	-	-	-	-
	ZH-4	Spoor Dordrecht-Gorinchem	+	-	-	-
	ZH-4	Betuweroute	+	+	+	+
1b	ZH-4	Kanaal van Steenenhoek	0	0	0	0
	ZH-4	A15	+/-	-	-	-
	ZH-4	Spoor Dordrecht-Gorinchem	+	-	-	-
	ZH-4	Betuweroute	+	+	+	+
2	-	Spoor Gouda-Woerden	+	-	-	-
3	ZH-2	A12	+	+/-	-	-
	ZH-2	Spoor Bodegraven-Woerden	+	-	-	-
4	U-12/13/14	A2	+	+	+/-	+/-
	U-14	Spoor Amsterdam-Utrecht	-	-	-	-
	U-14/16/18	Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)	0	0	0	0
4a	U-12/13/14	A2	+	+	-	-
	U-14	Spoor Amsterdam-Utrecht	+	+	-	-
	U-14/16/18	Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)	0	0	0	0
4b	U-12/13/14	A2	+	-	-	-
	U-14	Spoor Amsterdam-Utrecht	+	+	-	-
	U-14/16/18	Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)	0	0	0	0
4c	U-12/13/14	A2	+	+	+/-	+/-
	U-14	Spoor Amsterdam-Utrecht	+	+	-	-
	U-14/16/18	Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)	0	0	0	0
5	NH-2	Spoor Weesp-Naarden	+	-	-	-
6	NH-2	A1	-	-	-	-
6a	NH-2	A1	+	+	+/-	+/-
6b	NH-2	A1	-	-	-	-
	NH-2	Spoor Weesp-Almere	+	-	-	-
6c	NH-2	A1*	+	+/-	+/-	-
	NH-2	Spoor Weesp-Almere	+	-	-	-
7	NH-4	Spoor Amsterdam-Purmerend	+	-	-	-
	NH-4	A7	+	+	-	-
7a	NH-4	Spoor Amsterdam-Purmerend	+	-	-	-
	NH-4	A7	-	-	-	-
8	NH-4	A9	-	-	-	-
9	NH-4	Spoor Uitgeest-Heiloo	X	X	X	X

* Uitgangspunt is niet de huidige brug over de Vecht, maar een hier gepland aquaduct.

Tabel B7-2. Noord-Nederland.

Knelpunt-locatie	MJPO-knelpunt-nummer	Barrière	Principeoplossingen ontsnippering			
			I	II	III	IV
10	D-6/8	A32	X	X	X	X
	O-8	Spoor Steenwijk-Wolvega	X	X	X	X
11	F-12	A6	+	-	-	-
11a	F-12	A6	+	+	+	-
12	F-3	A7	+	+	-	-
12a	F-3	A7	+	+	+	-
12b	F-3	A7	+	+	-	-
13	F-2	Spoor Leeuwarden-Heerenveen	-	-	-	-
	F-2	A32	-	-	-	-
13a	F-2	Spoor Leeuwarden-Heerenveen	+	+/-	-	-
	F-2	A32	-	-	-	-
13b	F-2	Spoor Leeuwarden-Heerenveen	-	-	-	-
	F-2	A32	+/-	-	-	-
14	F-5	N31	+	+	+	+
15	F-8	Spoor Leeuwarden-Groningen	-	-	-	-
15a	F-8	Spoor Leeuwarden-Groningen	+	-	-	-
15b	F-8	Spoor Leeuwarden-Groningen	-	-	-	-
16	G-3	A7	+	+/-	-	-
17	G-4	Noord-Willemskanaal	0	0	0	0
	G-4	A28	+	-	-	-
	G-4	Spoor Assen-Groningen	+	-	-	-
18	G-5	Spoor Groningen-Winschoten	+	-	-	-
	G-5	Winschoterdiep	0	0	0	0
	G-5	A7 (oost)	-	-	-	-
	G-5	A7 (west)	+	-	-	-
18a	G-5	Spoor Groningen-Winschoten	+	+	-	-
	G-5	Winschoterdiep	0	0	0	0
	G-5	A7	-	-	-	-
19	D-12	N33	X	X	X	X
20	G-6	A7	X	X	X	X
	G-6	Spoor Winschoten-Nieuwe Schans	X	X	X	X
21	G-7	A7	X	X	X	X
	G-7	Spoor Winschoten-Nieuwe Schans	X	X	X	X
22	G-8	N33	X	X	X	X

Bijlage 8 Verkenning kanalen

De geschiktheid van de principeoplossingen voor ontsnippering van kanalen per onderzochte knelpuntlocatie voor West-Nederland (tabel B8-1) en Noord-Nederland (tabel B8-2), en de aanwezigheid van een waterverbinding tussen kanaal en robuuste verbinding.

+ = mogelijk
 - = niet mogelijk
 (+) = onzeker

Tabel B8-1. West-Nederland.

Knelpunt-locatie	MJPO-knelpunt-nummer	Barrière	Water-verbinding	Principeoplossingen ontsnippering		
				I	II/III	IV
1	ZH-4	Kanaal van Steenenhoek	Nee	+	+	+
1a	ZH-4	Kanaal van Steenenhoek	Nee	+	+	+
1b	ZH-4	Kanaal van Steenenhoek	Nee	+	+	+
4	U-14/16/18	Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)	Nee	+	+	+
4a	U-14/16/18	Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)	Nee	+	+	+
4b	U-14/16/18	Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)	Ja	+	+	(+)*
4c	U-14/16/18	Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)	Ja	+	+	(+)*

* De mogelijkheden van een robuuste voorziening bij het ARK ter hoogte van Nieuwe Wetering worden door Rijkswaterstaat nog onderzocht op hun technische haalbaarheid.

Tabel B8-2. Noord-Nederland.

Knelpunt-locatie	MJPO-knelpunt-nummer	Barrière	Water-verbinding	Principeoplossingen ontsnippering		
				I	II/III	IV
17	G-4	Noord-Willemskanaal	Ja	+	+	+
18	G-5	Winschoterdiep	Ja	+	+	+
18a	G-5	Winschoterdiep	Ja	+	+	+

Bijlage 9 Verkenning maatregelen directe omgeving

Per knelpuntlocatie en barrière is in deze bijlage voor West-Nederland (tabel B9-1) en Noord-Nederland (tabel B9-2) aangegeven welke aanvullende maatregelen in de directe omgeving van een ontsnipperingslocatie nodig zijn. De aandacht is daarbij uitsluitend uitgegaan naar (1) te amoveren bebouwing, (2) aanpassing van lagere orde-wegen en overige infrastructuur, en (3) het verleggen van waterkeringen. Deze verkenning beperkt zich tot maatregelen in de directe omgeving van een ontsnipperingslocatie: tot 100 m afstand aan weerszijden van de infrastructuur.

+	=	maatregel noodzakelijk
-	=	maatregel niet noodzakelijk
0	=	niet van toepassing
X	=	niet onderzocht

Tabel B9-1. West-Nederland.

Knelpunt-locatie	MJPO-knelpunt-nummer	Barrière	Maatregelen directe omgeving		
			Amoveren bebouwing	Aanpassen overige infrastructuur	Verleggen waterkering
1	ZH-4	Kanaal van Steenenhoek	-	+	+
	ZH-4	A15	-	-	0
	ZH-4	Spoor Dordrecht-Gorinchem	-	-	0
	ZH-4	Betuweroute	+	+	0
1a	ZH-4	Kanaal van Steenenhoek	-	+	+
	ZH-4	A15	+	+	0
	ZH-4	Spoor Dordrecht-Gorinchem	-	+	0
	ZH-4	Betuweroute	+	+	0
1b	ZH-4	Kanaal van Steenenhoek	-	+	+
	ZH-4	A15	-	-	0
	ZH-4	Spoor Dordrecht-Gorinchem	+	+	0
	ZH-4	Betuweroute	+	+	0
2	-	Spoor Gouda-Woerden	-	+	0
3	ZH-2	A12	-	+	0
	ZH-2	Spoor Bodegraven-Woerden	-	-	0
4	U-12/13/14	A2	+	+	+
	U-14	Spoor Amsterdam-Utrecht	-	-	0
	U-14/16/18	Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)	+	+	+
4a	U-12/13/14	A2	+	+	+
	U-14	Spoor Amsterdam-Utrecht	+	+	0
	U-14/16/18	Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)	-	+	+
4b	U-12/13/14	A2	-	-	0
	U-14	Spoor Amsterdam-Utrecht	-	+	0
	U-14/16/18	Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)	-	+	+
4c	U-12/13/14	A2	+	+	+
	U-14	Spoor Amsterdam-Utrecht	-	+	0
	U-14/16/18	Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)	-	+	+
5	NH-2	Spoor Weesp-Naarden	-	-	0
6	NH-2	A1	-	+	0
6a	NH-2	A1	+	+	0
6b	NH-2	A1	-	+	0
	NH-2	Spoor Weesp-Almere	-	+	0
6c	NH-2	A1*	+	+	0
	NH-2	Spoor Weesp-Almere	-	+	0
7	NH-4	Spoor Amsterdam-Purmerend	-	+	0
	NH-4	A7	+	+	0
7a	NH-4	Spoor Amsterdam-Purmerend	-	-	0
	NH-4	A7	-	-	0
8	NH-4	A9	-	+	0
9	NH-4	Spoor Uitgeest-Heiloo	X	X	X

* Uitgangspunt is niet de huidige brug over de Vecht, maar een hier gepland aquaduct.

Tabel B9-2. Noord-Nederland.

Knelpunt-locatie	MJPO-knelpunt-nummer	Barrière	Maatregelen directe omgeving		
			Amoveren bebouwing	Aanpassen overige infrastructuur	Verleggen waterkering
10	D-6/8	A32	X	X	X
	O-8	Spoor Steenwijk-Wolvega	X	X	X
11	F-12	A6	-	-	0
11a	F-12	A6	-	-	0
12	F-3	A7	-	+	0
12a	F-3	A7	-	+	0
12b	F-3	A7	-	+	0
13	F-2	Spoor Leeuwarden-Heerenveen	-	-	0
	F-2	A32	-	-	0
13a	F-2	Spoor Leeuwarden-Heerenveen	-	+	0
	F-2	A32	-	+	0
13b	F-2	Spoor Leeuwarden-Heerenveen	-	-	0
	F-2	A32	-	+	0
14	F-5	N31	+	+	0
15	F-8	Spoor Leeuwarden-Groningen	-	+#	0
15a	F-8	Spoor Leeuwarden-Groningen	-	+	0
15b	F-8	Spoor Leeuwarden-Groningen	-	-	0
16	G-3	A7	-	+	0
17	G-4	Noord-Willemskanaal	-	+	+
	G-4	A28	-	+	0
	G-4	Spoor Assen-Groningen	-	-	0
18	G-5	Spoor Groningen-Winschoten	-	+	0
	G-5	Winschoterdiep	+	+	+
	G-5	A7 (oost)	-	+	0
	G-5	A7 (west)	-	+	0
18a	G-5	Spoor Groningen-Winschoten	-	-	0
	G-5	Winschoterdiep	-	+	+
	G-5	A7	-	+	0
19	D-12	N33	X	X	X
20	G-6	A7	X	X	X
	G-6	Spoor Winschoten-Nieuwe Schans	X	X	X
21	G-7	A7	X	X	X
	G-7	Spoor Winschoten-Nieuwe Schans	X	X	X
22	G-8	N33	X	X	X

Het betreft het aanpassen/herinrichten van de aan de noordzijde aan het spoor grenzende golfbaan.