



A&W-rapport 1004

ECOLOGISCHE RANDVOORWAARDEN VAN ONTSNIPPERINGSMAATREGELEN IN HET OOSTVAARDERSWOLD

in opdracht van



PROVINCIE FLEVOLAND

Altenburg & Wymenga ECOLOGISCH ONDERZOEK

A&W-rapport 1004

ECOLOGISCHE RANDVOORWAARDEN VAN ONTSNIPPERINGSMAATREGELEN IN HET OOSTVAARDERSWOLD

D.P.J. Kuijper, N. Beemster, J. Schut & S. van Wieren



Altenburg & Wymenga ECOLOGISCH ONDERZOEK BV
Veenwouden
2007

Projectnummer	Projectleider	Status
1083edu	D.P.J. Kuijper	Conceptrapport
Autorisatie	Paraaf	Datum
Goedgekeurd	E. Wymenga	vaste datum

D.P.J. KUIJPER, N. BEEMSTER, J. SCHUT & S.E. VAN WIEREN. 2007

Ecologische randvoorwaarden van ontsnipperingsmaatregelen in het OostervaardersWold. A&W-rapport 1004. Altenburg & Wymenga, ecologisch onderzoek bv, Veenwouden

OPDRACHTGEVER

Provincie Flevoland
Postbus 55, 8200 AB, Lelystad
Telefoon 0320-265522

FOTO VOORPLAAT

Spoorlijn ten zuiden van Oostvaardersplassen, D.P.J. Kuijper

UITVOERDER

Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv
Postbus 32, 9269 ZR Veenwouden
Telefoon (0511) 47 47 64, Fax (0511) 47 27 40
e-mail: info@altwym.nl
web: www.altwym.nl

S.E. van Wieren
Resource Ecology Group, Wageningen Universiteit,
Droevendaalsesteeg 3a, 6708 PB, Wageningen

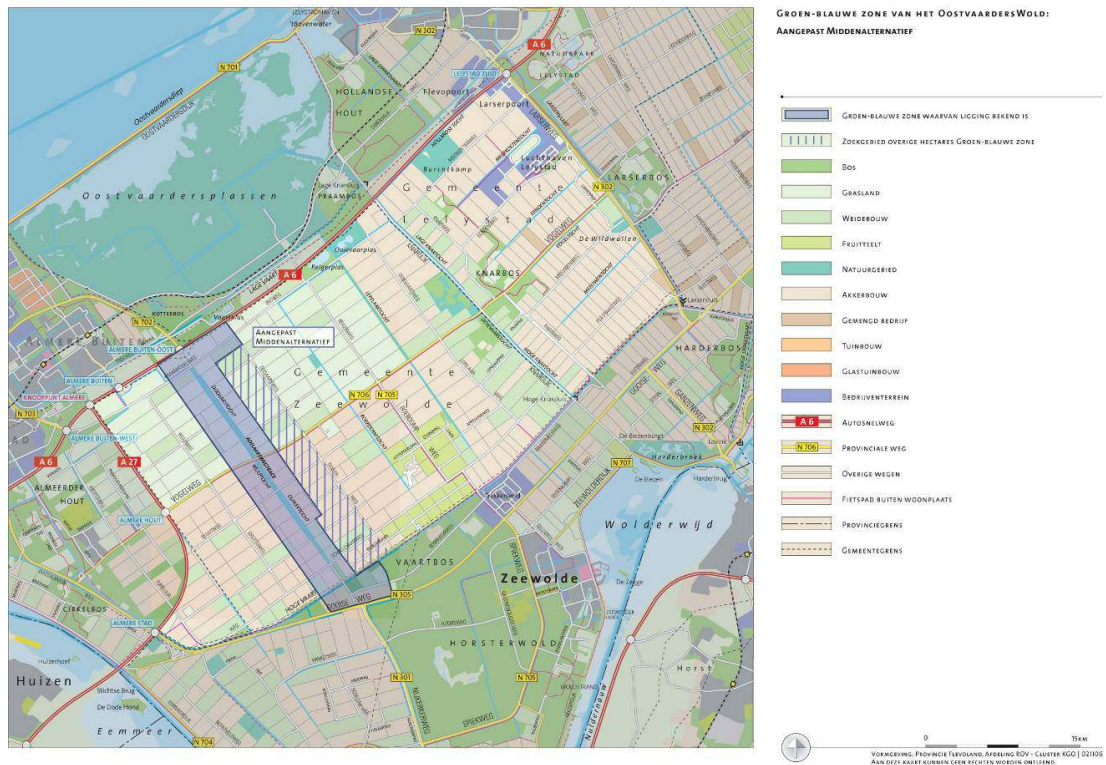
INHOUD

SAMENVATTING	I
1. INLEIDING	1
2. ECOLOGISCHE DOELEN VAN HET OOSTVAARDERSWOLD	5
2.1. Robuuste verbinding	5
2.2. Soorten waarvoor verbinding kan functioneren	6
2.3. Ecosysteemniveau of soortniveau?	8
2.4. Frequente uitwisseling of dispersie-bewegingen?	9
3. ECOLOGISCHE EISEN VERBINDINGSZONE	13
3.1. Inrichting bepaalt functionaliteit	13
3.2. Habitatieisen van grote grazers	14
3.3. Habitatieisen van middelgrote, kleine zoogdieren en vleermuizen	17
3.4. Habitatieisen van amfibieën, reptielen en vissen	19
3.5. Habitatieisen van vogels	22
3.6. Habitatieisen van overige soorten	25
3.7. Conclusies	26
4. ECOLOGISCHE EISEN VAN PASSAGES	27
4.1. Structuur van passages bepaalt functionaliteit	27
4.2. Passages voor grote grazers	28
4.3. Passages voor middelgrote zoogdieren	31
4.4. Passages voor kleine zoogdieren en vleermuizen	33
4.5. Passages voor amfibieën en reptielen	35
4.6. Passages voor vissen	37
4.7. Passages voor vogels	38
4.8. Passages voor overige soorten	39
4.9. Conclusies	40
5. ECOLOGISCHE RANDVOORWAARDEN EN AANVULLENDE DOELEN	43
5.1. Recreatief medegebruik en aanvullende doelen	43
5.2. Ecologische eisen versus recreatief medegebruik	44
5.3. Recreatie in combinatie met Heckrunderen en Koniks	47

5.4. Grote grazers en verkeersveiligheid	49
5.5. Conclusies combinatiemogelijkheden met recreatie	50
5.6. Ecologische eisen versus waterberging	51
6. MOGELIJKE OPLOSSINGSRICHTINGEN VOOR HET OOSTVAARDERSWOLD	53
6.1. Inrichting ecologische verbindingszone	53
6.2. Faunapassages	54
6.3. Benodigde faunapassages in OostvaarderWold	59
7. SYNTHESE: ECOSYSTEEM BENADERING VERSUS SOORTBENADERING	61
7.1. Verschillen tussen verschillende benaderingen	61
7.2. Richtlijnen voor inrichting met een soortbenadering	63
7.3. Aanvullende richtlijnen voor Heckrund en Konik	65
8. CONCLUSIES	67
LITERATUUR	69
BIJLAGEN	73
Bijlage 1. Ontsnipperingsmaatregelen OostvaardersWold	
Bijlage 2. Titel	

SAMENVATTING

Wil ik niet doen, staat al mooi in conclusies



Figuur 1. Groen-blauwe zone OostvaardersWold, de door Provinciale Staten van Flevoland vastgestelde locatie van het speerpuntgebied waar de robuuste ecologische verbinding onderdeel van uitmaakt (Arcadis 2006).

1. INLEIDING

Ontsnippering voor het OostvaardersWold

De Provincie Flevoland staat voor de opgave om het natuur- en recreatiegebied OostvaardersWold te ontwikkelen. Het OostvaardersWold – ca. 2000 ha groot – behelst een ambitieus maar concreet programma dat de realisatie van een Robuuste ecologische verbinding tussen de Oostvaardersplassen en het Horsterwold omvat en de ontwikkeling van deze zone als natuur- en recreatiegebied. Aanvullend zou het gebied een functie kunnen vervullen als waterbergingsgebied (figuur 1).

In het kader van de inrichting van het OostvaardersWold zal op verschillende plaatsen sprake zijn van kruisingen met infrastructuur en moeten ontsnipperende maatregelen genomen worden. De infrastructuur die gekruist moet worden is niet van geringe omvang, nl. onder meer de rijksweg A6, de Flevospoorlijn en de Gooische weg, terwijl ook de Hoge Vaart en de Lage Vaart moeten worden gekruist (figuur 1). Een belangrijk onderdeel is het ecoduct over de A6.

De provincie Flevoland heeft als voorbereiding op de aanpak een studie door Alterra laten verrichten (Groot Bruinderink & van der Grift 2006), waarin op basis van het 'Handboek Robuuste Verbindingen' (Broekmeyer & Steingrover 2001) eisen zijn geformuleerd voor de te realiseren ecosysteemverbindingen. Vervolgens zijn ook vanuit een infrastructurele invalshoek – cultuurtechnisch, verkeerskundig e.d. – de eisen en maatvoeringen voor de ontsnipperende maatregelen uitgewerkt (Witteveen & Bos 2007). Beide studies lopen in eindresultaat ver uiteen, in die zin dat de concrete voorstellen over bijvoorbeeld de breedte van het ecoduct en omvang van de andere maatregelen ver uit elkaar liggen. Om die reden heeft de provincie behoefte aan een second opinion. Het draait daarbij om de vraag wat de ecologische randvoorwaarden zijn van de te realiseren verbindingen om ecologisch goed te kunnen functioneren terwijl deze tegelijkertijd technisch en financieel uitvoerbaar moeten zijn. Kortom, dergelijke kostbare passages dienen in elk geval ecologisch effectief te zijn – daar worden ze tenslotte voor aangelegd – maar tegelijkertijd dient de maatvoering niet groter te zijn dan noodzakelijk. De provincie heeft aan Altenburg & Wymenga Ecologisch onderzoek bv de opdracht gegeven voor het uitvoeren van deze second opinion.

Vraagstelling

Naast de hiervoor aangevoerde reden voor een nadere blik op de omvang en de aard van de verbindingen in het OostvaardersWold wil de provincie informatie over enkele aanvullende vragen. Op basis van het ICMO-advies om de integrale begrazing van het systeem Oostvaardersplassen op te schalen naar de gebieden die hiermee verbonden worden (ICMO 2006) heeft het ministerie van LNV aangegeven de robuuste verbinding ook open te willen stellen voor Heckrunderen en Konikpaarden. De provincie wil inzicht krijgen in de consequenties van een dergelijke keuze, gevraagd is aan te geven wat noodzakelijke aanpassingen zijn aan de infrastructuur. Daarnaast bestaat de uitdrukkelijke wens bij de provincie om de groen-blauwe zone van het OostvaardersWold ook geschikt te maken voor recreatief medegebruik. Ze heeft daarbij geen scherpe scheidingen voor ogen maar geleidelijke overgangen tussen zones die wel en niet gebruikt worden door recreanten.

Daarnaast zou het combineren van functies van passages bij kruisingen van infrastructuur, zodat deze voldoen aan de ecologische eisen en ook geschikt zijn voor recreatief medegebruik, kostenbesparend zijn. De vraag is wat dit betekent voor de ecologische functionaliteit alsook voor de maatvoering en uitwerking. Ook dit vraagstuk dient in deze studie te worden meegenomen.

Aldus kan de vraagstelling voor deze studie concreet als volgt worden samengevat:

- Voor het goed functioneren van een ecologische verbindingszone moet deze zone geschikt zijn voor verschillende soorten. Wat zijn de minimale habitateisen van de doelsoorten waaraan de inrichting van de verbindingszone moet voldoen om geschikt te zijn voor deze soorten.
- Wat zijn de minimale ecologische eisen voor de ontsnipperingsmaatregelen bij de kruisingen met infrastructuur, op basis van de vooraf geformuleerde ecologische doelstellingen voor het OostvaardersWold.
- Welke aanpassingen zijn nodig – ten opzichte van de voorgaande vraag – om de kruisingen met infrastructuur ook geschikt te maken voor de passage van Heckrunderen en Konikpaarden. Hierbij moet ook rekening gehouden worden met de maatregelen in een groter gebied rondom de kruisingen in verband met verkeersveiligheid én toegang van de dieren;
- Zijn er – zonder de ecologische effectiviteit aan te tasten – combinaties mogelijk van wildwissels en ecoducten met fiets-, wandel- en ruiterspaden en wat zijn de consequenties daarvan voor de maatvoering van die overgangen. Zijn er op dit punt ook verschillen tussen het Edelhert enerzijds en de andere grote grazers anderzijds.

Plan van aanpak

De aanleg van het OostvaardersWold is bijzonder; het is de grootste ecologische verbindingszone in Nederland en daardoor een natuurgebied op zichzelf. Het brengt bovendien het functioneren van het ecosysteem van de Oostvaardersplassen – waarin begrazing en spontaniteit van natuurlijke ontwikkeling een belangrijke rol spelen – op een hoger plan. Tegelijkertijd is het van belang om met beide benen op de grond te staan en zich te realiseren dat het hier om grootschalige natuurontwikkeling gaat waarbij een veelheid aan technische ingrepen nodig is om systemen met elkaar te verbinden. Ecologische functionaliteit staat daarbij voorop, gegoten in een raamwerk van pragmatische oplossingen.

De aanpak van deze studie behelst een aantal stappen, die grotendeels overeenkomen met de hoofdstukken in dit rapport:

1) Omschrijven van ecologische doelen

De ecologische doelen van het OostvaardersWold zijn expliciet gemaakt en onderschreven door de betrokken partijen (hoofdstuk 2). Aan de hand van deze doelen kan bepaald worden wat de belangrijke soorten en habitats zijn. Dit is belangrijk omdat uit deze doelen de randvoorwaarden (minimumeisen) worden afgeleid voor de inrichting van het OostvaardersWold en de faunapassages.

2) Ecologische eisen van ecosystemen en doelsoorten

De vertaling van de ecologische eisen van de relevante ecosystemen en doelsoorten in randvoorwaarden is relevant voor de inrichting van de ecologische verbindingszone (hoofdstuk 3) en de benodigde faunapassages. Deze randvoorwaarden geven ook aan welke minimale eisen aan faunapassages gesteld worden om de ecologische doelen van het gebied te halen. Hierbij kan gedacht worden aan concrete maten van passages (breedte, hoogte, vormgeving) maar ook aan eisen ten aanzien van verstoring en dekking van de vegetatie

(hoofdstuk 4). In dit onderdeel worden ervaringen uit de praktijk ingebracht en relevante informatie uit de wetenschappelijke literatuur.

3) Mogelijkheden voor combinaties van functies

In deze stap worden de mogelijkheden voor met name recreatief medegebruik onderzocht. Het gaat hierbij om de relatie tussen recreatie en de ecologische kwaliteiten en de ecologische functionaliteit van de faunapassages. We gaan daarbij in op de vraag wat de ecologische consequenties zijn van het al of niet vervlechten van het recreatief medegebruik (hoofdstuk 5).

4) Ecologische randvoorwaarden natuur en infrastructuur

Op basis van de voorgaande analyses wordt in deze stap een vergelijking gemaakt van de reeds uitgevoerde studies van Groot Bruinderink & van der Grift (2006) en Witteveen & Bos (2007). Vervolgens wordt beargumenteerd tot welke conclusies dit leidt aangaande de minimumeisen die aan de faunapassages worden gesteld. Als toevoeging op deze studies wordt inzichtelijk gemaakt wat het betekent dat ook sprake moet zijn van gebruik door Heckrunderen en Konikpaarden, alsmede waar combinatie met recreatief medegebruik goed mogelijk is, en wat dit betekent voor de infrastructuur (hoofdstuk 6).

5) Mogelijke oplossingsrichtingen

In deze stap wordt, aan de hand van de inzichten die de huidige studie oplevert, ingegaan op een aantal mogelijkheden om kruispunten met de ecologische verbindingszone op te lossen. Daarnaast zullen aanvullende maatregelen besproken worden die genomen kunnen worden om het ecologisch functioneren van de passages te versterken (hoofdstuk 7)

6) Conclusies en aanbevelingen

In deze laatste stap zullen de belangrijkste conclusies van deze studie en de consequenties voor de inrichting/aanleg voor het OostvaardersWold worden toegelicht (hoofdstuk 8).

Om een goede beoordeling mogelijk te maken, is het noodzakelijk dat er optimaal gebruik gemaakt wordt van ervaringen met ecodeucten en wildwissels elders. In het kader van eerdere ecologische ontwerpen van ecodeucten hebben we over dit onderwerp informatie verzameld in de Nederlandse situatie. Daarnaast hebben we informatie gezocht over de functionaliteit van reeds aangelegde faunapassages. Hiervoor hebben we gebruik gemaakt van studies die uitgevoerd zijn in verschillende landen (met name Spanje, Portugal, USA en Canada) en gepubliceerd zijn in wetenschappelijke tijdschriften.



Het OostvaardersWold dient als ecologische verbindingszone tussen verschillende leefgebieden; de Oostvaardersplassen en het Horsterwold.

2. ECOLOGISCHE DOELEN VAN HET OOSTVAARDERSWOLD

2.1. ROBUUSTE VERBINDING

In de Nota Ruimte is opgenomen dat er een robuuste ecologische verbindingszone gerealiseerd moet worden tussen de natuurgebieden Oostvaardersplassen, de Veluwe en verder richting het Reichswald. Deze verbinding heeft als ecologisch ambitieniveau behoud van biodiversiteit op landelijke schaal meegekregen. De verbinding dient daarbij als versterking van de ruimtelijke samenhang van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). Als aanvulling hierop dient de verbinding ook geschikt te zijn voor de doelsoort Edelhert. De verbinding zou de migratie van grote diersoorten tussen bovengenoemde leefgebieden mogelijk moeten maken.

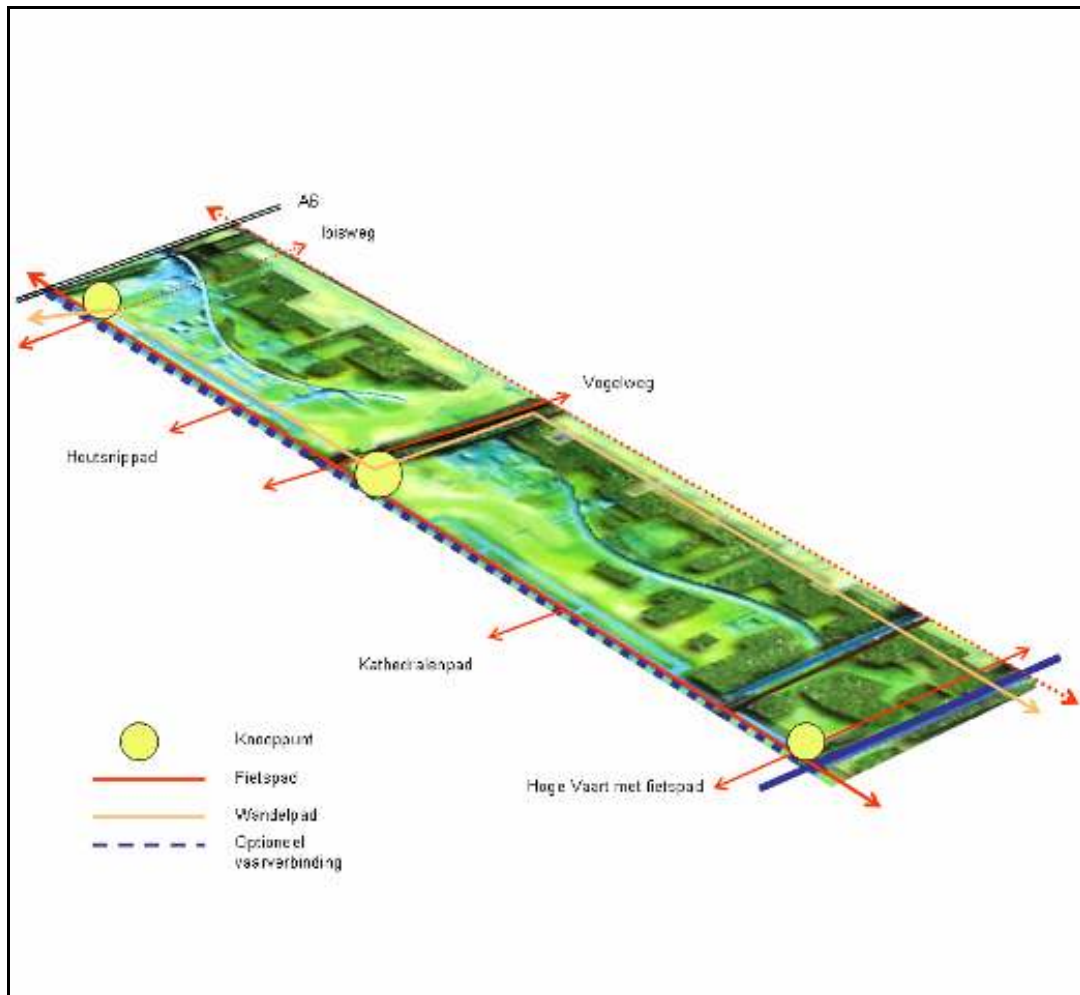
In rijksnota's wordt voor de realisatie van de robuuste verbinding ingezet op het Edelhert als boegbeeld (ecoprofiel Edelhert). In de Oostvaardersplassen komen momenteel circa 1.600 Edelherthen voor. Dit gebied is in zijn geheel omrasterd, met name om risico's op het gebied van verkeersveiligheid en veterinaire risico's te voorkomen. De Edelherthen op de Veluwe, circa 1.500, bevinden zich eveneens (deels) in een omrasterd gebied. De verbinding vergroot het leefgebied van de Edelherthen en zou uitwisseling tussen beide gebieden mogelijk moeten maken. De verbinding levert een verrijking op van het aantal leefmilieus, omdat drogere en nattere gebieden met elkaar verbonden worden (Groot Bruinderink & van der Grift 2006).

Het ministerie van LNV heeft, op basis van het Handboek Robuuste Verbindingen (Broekmeyer & Steingrover 2001), aangegeven dat zij als ambitieniveau voor de verbinding Oostvaardersplassen-Horsterwold uitgaat van het type B1+ (LNV 2003, Provincie Flevoland 2006). Dit betekent dat de doelstellingen zijn: 1) behoud van biodiversiteit op nationale schaal en 2) de robuuste verbinding is geschikt voor het Edelhert. Hiervoor zijn de natuurdoelen riet/moeras, graslanden en bossen voor de inrichting van de verbindingszone gesteld. Op basis van dit ambitieniveau, in combinatie met de vuistregels geformuleerd in het 'Handboek Robuuste Verbindingen', is een aantal indicaties voor de inrichting gegeven:

- De afstand tussen de kerngebieden die verbonden moet worden mag maximaal 5 km bedragen.
- De oppervlakte van de kerngebieden bedraagt minimaal 3.000 ha.
- De oppervlakte van de stapstenen bedraagt minimaal 300 ha.
- De verbindingszone heeft een gemiddelde breedte van 1.000 m en onderbrekingen van maximaal 100 m.
- De verbindingszone dient ingericht te zijn met struweel, ruigte, bos en graslanden.
- De zone kan voor ongeveer 75% uit bos en/of rietland en ruigte bestaan, de overige 25% kan variabel worden ingevuld. Deze invulling is afhankelijk van ecosystemen die verbonden worden. Deze 25% kan ook ingevuld worden met bijvoorbeeld extensief agrarisch gebruikt grasland.

Gezien de lengte van de robuuste verbinding en de noodzakelijke gemiddelde breedte is een robuuste verbinding met een oppervlakte van 1.125 ha het uitgangspunt.

Binnen de robuuste ecologische verbindingzone zijn verder de ecosysteemttypen bos, struweel en zoomvegetatie van klei en moeras, struweel en groot water als doelstelling aangewezen (LNV 2003). In de nadere uitwerking van de verbindingzone zijn, in aanvulling op de bovengenoemde ecosystemen, ook vooral (natte) graslanden genoemd als na te streven ecosysteemttype (figuur 2).



Figuur 2. Indicatie van de recreatieve inrichting van het OostvaardersWold (informatie Provincie Flevoland).

2.2. SOORTEN WAARVOOR VERBINDING KAN FUNCTIONEREN

De ecologische verbindingzone zou ingericht moeten worden op zo'n manier dat alle diersoorten die in een van de leefgebieden (Oostvaardersplassen en Horsterwold) voorkomen hiervan gebruik kunnen maken. In Groot Bruinderink & van der Grift (2006) is een complete lijst opgenomen met soorten, waarvoor de verbinding zou kunnen gaan functioneren.

De genoemde lijst met soorten is vooral bedoeld om richting te geven aan de eisen die gesteld moeten worden aan de inrichting van de verbindingzone. Het is niet de bedoeling dat de verbindingzone door al deze soorten werkelijk gebruikt gaat worden. Sommige genoemde soorten komen namelijk in het geheel niet voor in de Flevopolder. Een deel hiervan wordt ook niet verwacht ooit voor te komen omdat de habitateisen die zij stellen niet

gerealiseerd kunnen worden in het OostvaardersWold. Hier zal nader op worden ingegaan in hoofdstuk 3. De lijst met soorten geeft richting aan de inrichting van het Oostvaarderswold, het uiteindelijke gebruik van de soorten hangt af van hoe het systeem zich uiteindelijk zal ontwikkelen. In aanvulling op genoemde lijst heeft het ministerie van LNV, naar aanleiding van het ICMO-advies, aangegeven dat zij willen dat de verbinding ook opgesteld gaat worden voor Heckrunders en Koniks.

De genoemde soorten (Groot Bruinderink & van der Griff 2006), waarvoor de verbinding zou kunnen functioneren, kunnen ingedeeld worden in een aantal soortgroepen, die gebonden zijn aan bepaalde gebiedskenmerken:

1) Grote grazers

Hieronder vallen de grote herbivore zoogdieren Edelhert, Ree, Heckrond en Konik. Deze soorten komen zowel in bosrijke omgeving voor als in open terreinen zoals heide, graslanden, rietland en ruigte.

2) Middel-grote zoogdieren

In deze groep zitten soorten die gebonden zijn aan natte habitats (open water, moeras, moerasbos), zoals Bever en Otter. Daarnaast bevat de groep soorten die aan droge, bosrijke habitats gebonden zijn als Boommarter en Das.

3) Kleine zoogdieren

Deze groep bestaat uit diverse soorten muizen, die veelal gebonden zijn aan droge habitats met veel dekking. Daarnaast bevat de groep soorten die specifiek voorkomen in natte habitats, zoals moerassen. Het gaat hierbij met name om twee zeldzame soorten die momenteel niet of nauwelijks in Flevoland voorkomen maar waarvoor wel gunstige omstandigheden gecreëerd kunnen worden voor toekomstige vestiging: de Noordse woelmuis en de Waterspitsmuis.

4) Vleermuizen

In tegenstelling tot de andere groepen is deze groep niet grondgebonden in zijn foerageergebieden maar wel voor kolonieplaatsen. De verschillende soorten vleermuizen stellen elk hun eigen eisen aan een gebied. Het bevat soorten die zich voornamelijk verplaatsen en foerageren boven open water als de Watervleermuis en Meervleermuis. Kolonieplaatsen van deze soorten bevinden zich over het algemeen in gebouwen in de nabijheid van open water of watergangen. Daarnaast bevat het soorten van een bosrijke omgeving zoals Bosvleermuis, Franjestaart, Laatvlieger en Rosse Vleermuis en soorten die in een groot aantal habitats voorkomen zoals de Gewone Dwergvleermuis. Kolonieplaatsen van deze groep bevinden zich in boomholten of gebouwen.

5) Amfibieën en reptielen

De meeste soorten van deze groep zijn in min- of meerdere mate verbonden aan water. Sommige soorten zullen zich nooit ver van water begeven, zoals Kamsalamander en Poelkikker. Andere soorten kunnen zich wel op een grotere afstand van water begeven, maar dan wel vrijwel altijd in vochtige habitats, zoals Ringslang en Rugstreeppad.

6) Vissen

Voor deze hele soortgroep geldt dat ze zich alleen kunnen verplaatsen door een directe verbinding van open water, met uitzondering van de Paling die zich korte stukken over het land kan verplaatsen. Er bestaan echter wel verschillen in de eigenschappen van de verbinding. Sommige soorten gebruiken stromend water (zoals Barbeel, Rivierprik, Rivierdonderpad, Sneep en in mindere mate Kwabaal) terwijl dit voor andere soorten

juist een barrière kan opleveren (zoals Bittervoorn, Europese meerval, Kleine modderkruiper, Grote modderkruiper).

7) Vogels

Groot Bruinderink & van der Grift (2006) noemen 44 soorten, die in zeer uiteenlopende habitats voorkomen. Er zijn uitgesproken moerasvogels genoemd (onder andere Aalscholver, Purperreiger, Lepelaar, Woudaap, Grote karekiet, Snor). Moeras vervult ook voor Bruine en Blauwe kiekendief een functie als broedgebied, terwijl ze in de omgeving foerageren. Daarnaast zijn watervogels (Slobeend, Nonnetje, Pijlstaart) en soorten van ruige graslanden (o.a. Kwartelkoning, Patrijs, Paapje, Veldleeuwrik, Velduil) genoemd. Ruig grasland vervult een functie als foerageergebied voor Bruine en Blauwe kiekendief. De doelsoortengroep bevat ook soorten die voornamelijk intensief agrarisch gebruikte graslanden of akkers benutten (o.a. Kleine zwaan, Brandgans, Kolgans). Tenslotte zijn er soorten zoals de Zeearend en Visarend, die moerasgebieden en open water nodig hebben als foerageergebied en beboste delen als broedgebied. Het OostvaardersWold kan niet aan de eisen van alle soorten uit deze diverse groep voldoen. Afhankelijk van de uiteindelijke inrichting kan het wel voor een deel van de soorten een geschikt leefgebied, of deel van een leefgebied vormen. Een belangrijke plaats nemen in ieder geval de Bruine en Blauwe kiekendief in, waarvoor binnen het OostvaardersWold geschikte gebieden ter compensatie van elders verloren gegane gebieden gerealiseerd dienen te worden (zie verder 3.5).

8) Insecten

In deze groep zijn soorten genoemd die in het water voorkomen (Brede geelrandwaterroofkever en Gestreepte waterroofkever). Daarnaast bestaat deze groep uit soorten die aan moerasgebieden gebonden zijn zoals Vroege glazenmaker, Bruine winterjuffer, Noordse winterjuffer, Groene glazenmaker, Gevlekte witsnuitlibel. Als laatste zijn doelsoorten genoemd typisch voor vochtige bosrijke omgeving en drogere milieu's (Grote weerschijnvlinder en Sleedoornpage).

9) Overige soorten

Naast bovengenoemde soortgroepen zijn nog de Platte schijfhoren, een kleine waterslak, en Krabbescheer, een waterplant, als soorten genoemd.

2.3. ECOSYSTEEMNIVEAU OF SOORTNIVEAU?

Om de gestelde doelen van het OostvaardersWold te realiseren zijn er in principe twee benaderingen mogelijk: een benadering op ecosysteemniveau of op soortniveau.

Bij een benadering op ecosysteemniveau is het doel om een verbinding te creëren tussen ecosystemen. De verbinding dient dan zo ingericht te worden dat de te verbinden ecosystemen doorlopen in de verbinding. Er komen dan ecosysteem- of landschapsverbindingen tot stand, waarbij dier- en plantensoorten tijdens hun 'bewegingen' door het landschap zo min mogelijk weerstand ondervinden (Groot Bruinderink & van der Grift 2006). Dit houdt onder andere in dat op de plaatsen waar ontsnipperingsmaatregelen getroffen dienen te worden, deze zo ingericht zijn dat ze een geschikt leefgebied en veelal voortplantingsgebied vormen voor doelsoorten. De verbindingen maken dus onderdeel uit van het leefgebied van deze soorten.

Een andere benadering is die op soortniveau. Bij deze benadering is het doel om verbindingen te creëren tussen leefgebieden van de doelsoorten. Deze verbindingen moeten daarbij voldoen aan de minimale (ecologische) eisen die gesteld worden door de doelsoorten voor een effectieve uitwisseling tussen de verbonden leefgebieden. Bij de soortbenadering hoeven de verbindingen niet altijd onderdeel uit te maken van het leefgebied (of voortplantingsgebied) van de doelsoorten, aangezien deze zich maar kortdurend op de verbinding hoeven te begeven. De verbindingen dienen alleen robuust genoeg te zijn om verplaatsingen tussen verschillende leefgebieden mogelijk te maken. Wel geldt dat voor de kleine soorten met een beperkt verbreidingsvermogen de verbindingen wel onderdeel van het leefgebied moeten zijn.

De keuze van de benadering hangt af van het doel dat wordt nagestreefd en heeft gevolgen voor de maatregelen die getroffen dienen te worden ter plaatse van kruisingen met infrastructuur. Als het doel is om een robuuste verbinding te creëren dan impliceert dit dat ecosysteemverbindingen nagestreefd worden (dus ecosysteemniveau). Op kruispunten met infrastructuur (wegen, spoorlijnen, vaarten) dienen de ontsnipperingsmaatregelen dan een robuuste vorm te krijgen. In het *Handboek Robuuste Verbindingen* (Broekmeyer & Steingröver 2001) zijn richtlijnen opgenomen waaraan maatregelen moeten voldoen om een robuuste verbinding te laten ontstaan. Aan de hand van dit handboek is door Alterra getoetst of het door de Provincie Flevoland voorgestelde inrichtingsplan voldoet aan dit doel (Groot Bruinderink & van der Grift 2006). Hierbij is zowel gelet op wat ecologisch optimaal is als wat minimaal vereist is. Bedenk daarbij dat de conclusie dat een bepaalde ontsnipperingsmaatregel volgens de richtlijnen niet voldoet om te functioneren als een ecosysteemverbinding niet uitsluit dat de maatregel kan functioneren op soortniveau.

Als het doel is om een verbinding te creëren die functioneert op soortniveau (als elementen van het ecosysteem) moet er gekeken worden welke minimale eisen de doelsoorten stellen aan de verbindingszone. Dit houdt in dat ontsnipperingsmaatregelen op kruispunten met infrastructuur zelf geen robuuste verbindingen hoeven te vormen maar goed genoeg moeten zijn om gebruikt te worden. Hierdoor kunnen vaak de meer ‘conventionele’ faunapassages, gericht op de passage van een of enkele soorten, voldoen. Uiteindelijk blijft de oplossing afhankelijk van de te faciliteren soorten.

De Provincie Flevoland is op zoek naar de minimale eisen die vanuit de ecologie gesteld worden aan de verbindingszone. Om een toevoeging te geven op de studie van Alterra is in dit rapport in kaart gebracht welke minimale eisen er door de doelsoorten gesteld worden aan de inrichting van een functionele verbinding. We hanteren daarbij een benadering op soortniveau. Omdat het doel van de verbindingszone is om een verbinding te maken die op ecosysteemniveau werkt, is het belangrijk om te kijken naar soortgroepen in plaats van soorten. De lijst met doelsoorten geeft daarom aan voor welke soortgroepen de verbindingszone moet functioneren. In de huidige studie zal derhalve ook de ecosysteembenadering en de daarvoor gewenste ecologische functionaliteit doorklinken. De implicaties die deze keuze met zich meebrengt, zullen aan bod komen in hoofdstuk 5.

2.4. FREQUENTE UITWISSELING OF DISPERSIE-BEWEGINGEN?

Een tweede belangrijke keus die van invloed is op de minimale eisen die worden gesteld aan de inrichting van de verbindingszone is de mate waarin verplaatsingen mogelijk moeten zijn. De verplaatsingen in de verbindingszone kunnen het volgende doel binnen het levenspatroon van een dier vervullen: dispersie, migratie (met name korte afstandstrek) en/of benutting van

een groter leefgebied. De keuze bepaalt in belangrijke mate ook de mogelijkheden voor de combinatie van aanvullende functies van het gebied, zoals recreatief medegebruik en de functie als waterbergingsgebied (zie hoofdstuk 5).

Van deze verplaatsingen is (natale) dispersie het meest relevant met betrekking tot de taakstelling van de ecologische hoofdstructuur, waarin het behoud van duurzame (meta)populaties wordt nagestreefd (Hanski 1999, Clobert *et al.* 2001). Onder dispersie wordt verstaan: de beweging van juveniele dieren die op zoek gaan naar een eigen territorium vanuit hun geboorteplaats. Hierbij kan gedacht worden aan de dispersie van bijvoorbeeld jonge Dassen naar omliggende geschikte leefgebieden. Via dit proces kan (her)kolonisatie optreden in afgelegen onbevolkte leefgebieden of kan tussen populaties sprake zijn van uitwisseling en aanvulling van individuen. De verbreiding van dieren via dispersie kan in alle richtingen plaatsvinden, maar markante natuurlijke landschapselementen kunnen een belangrijke rol spelen in de geleiding ervan. De ecologische verbindingszone zou dan een voldoende grote aantrekkingskracht op de doelsoorten moeten hebben om dispersie te geleiden. De mate van uitzwerven van jonge dieren is daarbij veelal dichtheidsafhankelijk, veel dispersie in jaren of gebieden met een hoge dichtheid. Uiteindelijk is de vestiging elders in het landschap afhankelijk van het gemak en snelheid waarmee het dier zich door een verbindingszone kan verplaatsen.

Vooraf voor kleinere diersoorten is het belangrijk dat de verbindingszone in ieder geval een functie kan vervullen voor dispersie. Daarnaast zou het voor veel soorten wenselijk zijn dat meer frequente uitwisseling tussen leefgebieden wordt mogelijk gemaakt. Hierbij moet gedacht worden aan dagelijkse bewegingen bijvoorbeeld tussen slaap- en foerageergebieden, zoals bij verschillende vogelsoorten en vleermuizen, of seizoensbewegingen tussen zomer en winterverblijven. Bij dit laatste kan gedacht worden aan seizoensbewegingen van vissoorten die 's winters zich naar dieper water begeven. Voor dergelijke vormen van meer frequente uitwisseling dient de verbindingszone, en de faunapassages die daar onderdeel van zijn, een integraal onderdeel te vormen van het leefgebied van de doelsoorten. Dit houdt in dat het gaat om het creëren van robuuste verbindingen die doorlopend gebruikt kunnen worden. Voor minder frequente dispersiebewegingen volstaat het echter dat uitwisseling in ieder geval in een deel van het jaar mogelijk is. Doel van de verbinding is dan primair het vergroten van de kans op succesvolle dispersie.

Seizoensbewegingen van groter grazers?

Ook van grote grazers is bekend dat zij gedurende het jaar verschillende terreintypen benutten. De grote grazers (Edelhert, Heckrond en Konik) die aanwezig zijn in de Oostvaardersplassen zullen van nature de neiging hebben om 's zomers grazige vegetaties op te zoeken en 's winters, als het grasaanbod en – kwaliteit sterk afneemt, meer op houtige gewassen te foerageren. Bij een vrije keuze blijken paarden en runderen 's winters vaak een voorkeur te hebben voor hogere en drogere, bosrijke omgeving (zie Wallis de Vries 1996, Rheinhardt en Rheinhardt 2004). Hier foerageren ze naast gras op twijgen en boombast. In het voorjaar als de grasgroei op gang komt, zullen deze herbivoren juist een voorkeur vertonen voor dit eiwitrijke gewas. In gebieden in Nederland waar jaarrond zowel runderen als Edelherten aanwezig zijn, lieten Edelherten juist het tegenovergestelde patroon zien; ze graasden vooral op grazige vegetatie in het najaar en winter als daar minder runderen liepen. In het voorjaar nam de begrazingsdruk van runderen toe op de graslanden en verdwenen de Edelherten naar alternatieve foerageergebieden. Naast de veranderende kwaliteit van voedselplanten suggereert dit patroon dat ook interacties (competitie en facilitatie) tussen de verschillende grazers een grote rol speelt in het terreingebruik (Kuiters *et al.* 2005).

Op basis hiervan zou verwacht worden dat er seizoensbewegingen kunnen voorkomen bij deze grote grazers tussen de Oostvaardersplassen en het Horsterwold. In het voorjaar en zomer wordt verwacht dat de herbivoren (vooral runderen en paarden) vooral op de graslanden van de Oostvaardersplassen grazen. 's Winters zal de bosrijke omgeving van het Horsterwold een grotere aantrekkingskracht hebben. Edelherten foerageren een groot deel van het jaar bij voorkeur op zaailingen, twijgen en blad van verschillende loofbomen naast grassen en kruidachtigen (Dumont *et al.* 2005). Te verwachten is daarom dat het Horsterwold voor een groot deel van het jaar een aantrekkelijk foerageergebied zal vormen. Mogelijk zullen ze hieruit weggaan, of in lagere dichtheden foerageren, op het moment dat er veel Heckrunderen en Koniks aanwezig zullen zijn.

Er worden daarom in beginsel seizoensbewegingen tussen het Horsterwold en de Oostvaardersplassen verwacht, waarbij het Horsterwold voor Koniks en Heckrunderen vooral 's winters in trek zal zijn. Het is vooralsnog de vraag of het Horsterwold, op lange termijn, eenzelfde functie kan vervullen. Het Horsterwold is namelijk qua bodemsamenstelling en mate van ontwatering tamelijk vergelijkbaar met de drogere delen van de Oostvaardersplassen. Momenteel bestaan het Horsterwold en de Oostvaardersplassen uit verschillende habitats. In tegenstelling tot de Oostvaardersplassen is het Horsterwold een bosaanplant en onbegraasd door Edelhert, Heckrunder en Konik. Het verschil in vegetatie tussen beide gebieden zal kleiner worden na het introduceren van herbivoren in het Horsterwold. Edelherten zullen jaarrond aanwezig zijn, terwijl Heckrunderen en Koniks vooral 's winters deze gebieden opzoeken.

Door de verhoogde begrazing in het Horsterwold zullen in het Horsterwold op termijn gelijksoortige veranderingen gaan optreden als in de drogere delen van de Oostvaardersplassen. Als gevolg van begrazing zal het Horsterwold een meer open karakter krijgen, met hoog 'opgesnoeide' bomen met een meer grazige vegetatie. In dat geval, zal het OostvaardersWold voornamelijk leiden tot een vergroting van het leefgebied en zal er op de lange duur wellicht minder sprake zijn van seizoensbewegingen tussen beide gebieden.

Op het moment dat er een functionele verbinding ontstaat tussen de Oostvaardersplassen en de Veluwe, dan zijn wel jaarlijkse seizoensbewegingen te verwachten tussen foerageergebieden in de zomer (Oostvaardersplassen) en de winter (Veluwe) die leiden tot verschuivingen in begrazingsintensiteit. In welke mate deze bewegingen gaan optreden is niet bekend.

Ecologische doelen van Oostvaarderswold:

Robuuste verbinding

- Onderdeel robuuste ecologische verbinding Oostvaardersplassen-Veluwe-Reichswald
- Versterking ruimtelijke samenhang EHS
- Maakt migratie van grote diersoorten mogelijk tussen leefgebieden
- Binnen verbinding ecosysteemttypen bos, struweel en zoomvegetatie van klei en moeras, struweel, groot water en (natte) graslanden

Doelsoorten

Functionele verbinding voor doelsoorten uit de groepen:

- Geschikt voor Edelhert
- Grote grazers (incl. Heckrond, Konik)
- Middelgrote zoogdieren
- Kleine zoogdieren
- Vleermuizen
- Amfibieën & reptielen
- Vissen
- Vogels (in ieder geval Blauwe en Bruine kiekendief)
- Insecten
- Overige soorten (Platte Schijfhoren, Krabbescheer)

De verbinding moet op soortniveau functioneren en in ieder geval dispersie bewegingen over grote afstand mogelijk te maken.

Voor soorten met een kleinere actieradius betekent dit dat het uit geschikt leefgebied (inclusief voortplantingshabitat) moet bestaan.

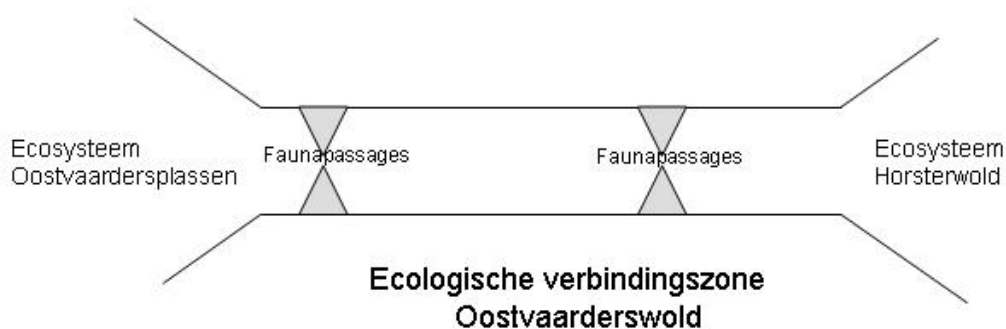
3. ECOLOGISCHE EISEN VERBINDINGSZONE

In dit hoofdstuk worden de ecologische eisen van de relevante groepen doelsoorten in kaart worden gebracht. We beschouwen de doelsoorten duidelijk als zijnde onderdeel van ecosystemen. De eisen die door deze doelsoortgroepen worden gesteld, geven de randvoorwaarden aan die relevant zijn voor de inrichting van een functionele verbindingszone. Per groep van doelsoorten wordt kort ingegaan op de algemene habitateisen, dus voor leef- en voortplantingsgebieden. In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de minimale eisen die aan passages worden gesteld.

3.1. INRICHTING BEPAALT FUNCTIONALITEIT

De functionaliteit van een ecologische verbindingszone wordt sterk bepaald door de vraag in hoeverre deze zone voldoet aan de habitateisen van de soorten die er gebruik van moeten maken. De ecologische verbindingszone zien we in deze studie als een zone die verschillende leefgebieden met elkaar verbindt. Deze zone zal zelf ook onderdeel uitmaken van het leefgebied van veel soorten vooral van de soorten met een beperkte actieradius. Binnen de ecologische verbindingszone dienen bepaalde knelpunten, die bestaan uit kruisingen met infrastructuur, opgelost te worden door middel van faunapassages. De inrichting van de ecologische verbindingszone als geheel kan daarom niet los gezien worden van de structuur en inrichting van de faunapassages. De faunapassages maken onderdeel uit van deze verbindingszone (figuur 3).

Het functioneren van de faunapassages voor verschillende soorten wordt niet alleen bepaald door de eigenschappen van deze passage zelf (breedte, lengte, begroeiing) maar hangt sterk samen met de inpassing van deze passages in het landschap. Met andere woorden, de delen die verbonden worden moeten geschikt zijn voor verplaatsing of moeten kunnen dienen als leefgebied voor de doelsoorten. Er dient sprake te zijn van goede 'kop-staart'verbindingen, waarbij de habitats doorlopen over de faunapassages. Als dat niet het geval is, zal een faunapassage niet functioneel zijn. Om deze reden zijn de habitateisen van de verschillende soortgroepen van belang voor het creëren van een functionele ecologische verbindingszone.



Figuur 3. De ecologische verbindingszone OostvaardersWold verbindt twee gebieden (Oostvaardersplassen en het Horsterwold) met elkaar en vormt ook zelf onderdeel van het leefgebied van veel soorten. Binnen deze zone moeten faunapassages de kruisingen met infrastructuur oplossen.

3.2. HABITATEISEN VAN GROTE GRAZERS

Omdat de minimale eisen van de soorten die behoren tot de groep 'grote grazers' nogal uiteenlopen worden de soorten apart besproken.

Edelhert

Een uitgebreid overzicht van de ecologische eisen die Edelherten stellen aan een ecologische verbinding is te vinden in Groot Bruinderink *et al.* (2003). Uit deze studie blijkt dat Edelherten habitat-generalisten zijn. De soort kwam vroeger in een scala aan landschapstypen voor, van open tot gesloten landschap, maar is tegenwoordig veelal teruggedrongen tot onvruchtbare delen. Gebieden met een optimaal biotoop voorzien het gehele jaar in de voedselbehoefte. Zowel de Oostvaardersplassen als de Veluwe bieden een incompleet biotoop voor Edelherten. Wanneer de dieren een vrije keuze zouden hebben, dan zouden Edelherten in het voorjaar en zomer naar verwachting op de malse graslanden van de Oostvaardersplassen verblijven en in de herfst en winter op de hogere gronden van de Veluwe op zoek gaan naar knoppen en twijgen (Groot Bruinderink *et al.* 2003). Dit geeft aan dat de ecologische verbinding tussen beide gebieden een belangrijke rol zou kunnen vervullen om seizoensbewegingen mogelijk te maken. De migratieafstand van Edelherten kan tot 120 kilometer bedragen, maar per etmaal verplaatst een Edelhert zich gemiddeld niet meer dan 5 km (Groot Bruinderink *et al.* 2003). De jaarlijkse trek verloopt onder natuurlijke omstandigheden over het algemeen langs dezelfde wegen waarbij karakteristieke landschapselementen zoals rivierdalen of bossen gevolgd worden (Groot Bruinderink *et al.* 2003).

Als een verbinding een korte afstand (< 5 km) moet overbruggen, worden geen eisen gesteld aan de kwaliteit van de natuur op de verbindingzone (Groot Bruinderink *et al.* 2003). Er moet alleen een vegetatie aanwezig zijn die dekking biedt in de vorm van struiken of bosschages. Bovendien moet er een goede afscherming van geluid en licht zijn bij kruisingen van infrastructuur.

Als een grotere afstand overbrugd dient te worden neemt in eerste instantie de minimale vereiste breedte toe. Echter, indien de afstand groter gaat worden dan de gemiddelde afstand die een Edelhert per etmaal aflegt, 5 km, nemen ook de eisen die aan de inrichting worden gesteld toe. In die gevallen moet de verbinding namelijk zo ingericht worden dat het als rustgebieden kan functioneren waar de dieren zich kunnen terugtrekken alvorens ze zich het volgende etmaal verder verplaatsen.

Edelherten blijken gevoelig te zijn vooral voor zichtbare vormen van verstoring, zoals menselijke aanwezigheid. In reactie hierop trekken de dieren zich terug naar rustige delen van het gebied. Zij kunnen daarbij hun bioritme aanpassen en vooral nachtactief worden. Het is hierbij van belang of de dieren mensen associëren met gevaar. Doen zij dat niet dan zijn Edelherten vaak dag-actief en laten ze zich in de open delen van een terrein zien. De associatie tussen mensen en gevaar hangt sterk samen met de vraag of er gejaagd wordt. De onbejaagde Edelherten in de Oostvaardersplassen houden zich overdag op in open tot half-open landschappen, terwijl de bejaagde populatie van de Veluwe zich dan schuilhoudt in beboste delen (Groot Bruinderink *et al.* 2003).

Minimale eisen ecologische verbinding voor Edelhart

- *Verbinding moet vooral seizoensmigratie mogelijk maken tussen Oostvaardersplassen en Horsterwold*
- *Open tot half-open landschap afgewisseld met dicht beboste delen*
- *Benodigde dekking is afhankelijk van menselijke activiteit*
- *Bij verbindingen > 5 km moeten er rustgebieden ingericht worden*

Heckrund

Het Heckrund is een creatie van de gebroeders Heck die in de jaren 20 van de 20^e eeuw ontwikkeld is. Het doel van deze broers was het terugfokken van het uitgestorven oerrund. Hiervoor werd een groot aantal runderrassen gekruist die de gewenste eigenschappen bezaten. Het ging hierbij vooral om oorspronkelijke rassen die weinig veredeld waren (o.a. Hongaars Stepperund, Spaanse Vechtstier, Schotse Hooglander, Corsicaans vee). Het resultaat was een runderras dat veel van de kenmerken van het oerrund bezat. Het Heckrund is echter geen oerrund maar wel een rund met een hoge mate van zelfredzaamheid dat aangepast is aan schrale omstandigheden.

Net als andere runderen prefereren Heckrunderen open gebieden met grazige vegetatie als foerageergebied. 's Winters, als de kwantiteit en kwaliteit van grassen afneemt, gaan runderen meer 'browsen' en eten dan twijgen en boombast. Het is daarom te verwachten dat de Heckrunderen in de Oostvaardersplassen seizoensbewegingen zullen laten zien als daarvoor mogelijkheden zijn. In het voorjaar en 's zomers zullen de meeste dieren zich op de grazige vegetaties van de Oostvaardersplassen bevinden, in het najaar en winter zullen ze meer de beboste delen opzoeken die tevens meer beschutting geven. De ecologische verbinding tussen het Horsterwold en de Oostvaardersplassen dient daarom als vergroting van het leefgebied en zou tevens deze seizoensbewegingen mogelijk moeten maken.

Net als overige runderen stellen Heckrunderen geen hoge habitateisen, ze preferen een open tot half-open landschap. Heckrunderen verblijven een groot deel van het jaar in aparte koeien- en stierengroepen. In de zomer, wanneer de meeste copulaties plaatsvinden, komen koeien en stieren regelmatig in gemengde groepen voor. Oudere stieren gaan doorgaans solitair door het leven. Binnen de homerange worden per dag afstanden afgelegd in de orde van grootte van enkele kilometers (Vulink 2001). Dit betekent dat in de ecologische verbindingzone voldoende voedsel (van voldoende hoge kwaliteit) aanwezig dient te zijn om verplaatsingen over grote afstand te faciliteren.

Heckrunderen benutten bij voorkeur een droge ligplaats. 'Zomers kunnen ze in natte graslanden of rietvelden grazen, natte gebieden worden echter in de winter gemeden als graasgebied (Vulink 2001). Hiermee zijn Heckrunderen enigszins te sturen in hun bewegingen. Van verschillende gebieden is bekend dat runderen vaste drinkplaatsen gebruiken, in de Oostvaardersplassen wordt verwacht dat hiermee het terreingebruik nauwelijks te sturen is vanwege de aanwezigheid van veel alternatieve drinkplaatsen in dit natte gebied.

Heckrunderen zijn niet schuw en zullen niet snel verstoord worden door de aanwezigheid van mensen. Dit kan echter leiden tot problemen met recreanten (zie verder 5.3).

Minimale eisen ecologische verbinding voor Heckrund

- *Verbinding moet seizoensbewegingen mogelijk maken tussen Oostvaardersplassen en Horsterwold*
- *Open of half-open landschap*

- *Voldoende drinkplaatsen*
- *Weinig verstoring gevoelig*

Box: Sociale structuur Heckrunderen

Heckrunderen verblijven een groot deel van het jaar in aparte koeien- en stierengroepen. De volgende sociale units kunnen worden onderscheiden: 1) solitaire stieren, stieren groepen, gemengde groepen en koeiengroepen. Volwassen stieren verblijven vaak in kleine groepen en gebruiken daarbij slechts een klein deel van het gebied. Koeiengroepen bestaan vaak uit grote aantallen dieren die een groter gebied gebruiken dat overlap met de homeranges van de stierengroepen. De mate van seksuele segregatie verandert gedurende het jaar en is het grootst in de winter. De verspreiding van de verschillende sociale groepen is zeer voorspelbaar. Uit onderzoek van Vulink (2001) blijkt dat verschillende groepen in vaste delen van de Oostvaardersplassen voorkomen en dat met name tussen de stierengroepen er weinig overlap is in de gebieden waar ze voorkomen. Koniks daarentegen opereren meestal in zeer grote kuddes van vele honderden dieren, die vaak enkele dagen op dezelfde plek foerageren en dan verplaatsen naar andere delen van het gebied (Vulink 2001).

In theorie kan de sociale structuur van Heckrunderen een extra obstakel worden bij de benutting van het Oostvaarderswold als ecologische verbindingszone voor deze soort. Plaatstrouwe stierengroepen kunnen het gebruik van de ecologische verbindingszone, met name de smalle passages over wegen en spoorverbinding, doen verstopen. Dit zou de passage van (sociaal lager geplaatste) andere stierengroepen of koeiengroepen kunnen verhinderen. Bij Koniks wordt dit probleem minder verwacht.

Om dergelijke problemen te voorkomen zouden verschillende passage-mogelijkheden geboden moeten bij kruispunten met infrastructuur, die voorkomen dat bepaalde groepen een gebied rond een passage blokkeren.

Konik

De Konik is een paardenras dat veel gelijkenis vertoont met de wilde voorouder van het gedomesticeerde paard, de Tarpan. De Tarpan, die in grote delen van Europa voorkwam, is echter uitgestorven. Aan de hand van weinig veredelde paarden die op het platteland van Polen werden verzameld, is de Konik gefokt waarbij de doelstelling was een op de Tarpan gelijkend paard te fokken. Veel van de kenmerken van de Tarpan waren nog aanwezig onder Poolse paarden. De naam Konik is afkomstig van het poolse 'Konik Polski' dat Pools paard betekent.

Net als het Heckrund kenmerkt de Konik zich door het vermogen om zich zonder hulp van mensen te redden in de natuur. Hij wordt daarom veel ingezet in begrazingsprojecten voor het beheer van natuurgebieden in Nederland.

Omdat paarden een ander spijsverteringsstelsel hebben (zogenaamde 'hindgut-fermenters') dan runderen en herten (zogenaamde 'foregut-fermenters') kunnen zij beter overweg met een lagere kwaliteit van hun voedsel. Zij zijn beter aangepast aan een vezelrijk dieet. 's Zomers zijn Koniks daarom vaak te vinden in ruige graslanden en rietvegetaties. 's Winters maken twijgen en boombast (schillen van bomen) belangrijke onderdelen van hun dieet uit. Net als bij Heckrunderen zou de ecologische verbindingszone zo ingericht dienen te worden dat het bewegingen tussen verschillende terreindelen door het seizoen heen mogelijk maakt. Het gaat hierbij om bewegingen tussen de graslanden in de Oostvaardersplassen (vooral in de zomer) en de bosrijke delen in het Horsterwold (vooral in de winter).

Koniks zijn mobieler dan Heckrunderen en kunnen binnen de homerange waarschijnlijk gemakkelijk 5-10 km afleggen per dag. Dit betekent dat ze waarschijnlijk de totale afstand van het OostvaardersWold binnen een dag kunnen overbruggen. Of dit werkelijk gebeurt zal sterk afhangen van de inrichting van het gebied en de begrazingsdruk in de Oostvaardersplassen.

Voor Koniks geldt dat ze weinig verstoringgevoelig zijn en gemakkelijk kunnen wennen aan menselijke aanwezigheid. Dit kan echter leiden tot problemen met recreanten (zie verder 5.3).

Minimale eisen ecologische verbindingen voor Konik

- *Verbinding moet vooral seizoensmigratie mogelijk maken tussen Oostvaardersplassen en Horsterwold*
- *Open tot half-open landschap*
- *Geringe schuwheid maakt combinatie met recreatie mogelijk*

3.3. HABITATEISEN VAN MIDDELGROTE, KLEINE ZOOGDIEREN EN VLEERMUIZEN

Middelgrote zoogdieren

Met betrekking tot middelgrote zoogdieren dient onderscheid gemaakt te worden tussen “natte” soorten (zoals Otter, Bever) en droge soorten (zoals Vos, Bunzing, Hermelijn, Wezel, Haas). Otter en Bever zijn sterk aan water gebonden soorten. Voor de Otter is de aanwezigheid van niet te ondiep, visrijk water en voldoende dekking van moerasvegetatie langs de oevers van belang (Veen 1984). Voor de Bever is de minimale waterdiepte 50 cm (Hollander & Reinhold 1999) en dient voedsel in de vorm van houtige gewassen en kruiden in ruime mate aanwezig te zijn (Nolet 1992). Van houtige gewassen is bekend dat deze niet verder dan 6 meter van het water benut worden (Hollander & Reinhold 1999).

De genoemde ‘droge’ soorten betreffen zoogdieren van een open tot halfopen landschap en komen in het landelijk gebied van Flevoland tamelijk algemeen voor (Broekhuizen *et al.* 1992). Voor hun migratie zijn ze dus niet a priori afhankelijk van een ecologische verbindingszone, hoewel ze er wel veel gebruik van kunnen maken. Een open landschap (Haas) of een open tot halfopen landschap (overige soorten) is voor daarom voldoende voor deze dieren. Voor andere genoemde doelsoorten als Das en Boommarter is een ecologische verbindingszone wel van belang. De Das heeft veel dekking nodig, terwijl een Boommarter zwaardere bos nodig heeft om zich te verplaatsen door een landschap. Overigens lijken de soorten, met uitzondering van de Vos, in de Oostvaardersplassen, niet of nauwelijks meer voor te komen door het intensieve jaarrondbeweidingsbeheer (pers. med. N. Beemster).

Minimale eisen ecologische verbindingen voor middelgrote zoogdieren

- *Natte verbindingszone van open water, dieper dan 50 cm, met rijke oeverbegroeiing (Bever, Otter)*
- *Droge verbindingszone van open/half-open landschap (Das, Boommarter)*
- *Verbindingszone minder belangrijk voor algemene soorten; Vos, Bunzing, Wezel en Hermelijn*

Kleine zoogdieren

Muisensoorten die in de huidige situatie in Flevoland voorkomen zijn Veldmuis, Aardmuis, Rosse Woelmuis, Bosmuis, Huismuis, Dwergmuis, Bosspitsmuis, Huispitsmuis en

Dwergspitsmuis (Koelman & Bekker 2004). Het betreft algemene muizensoorten met een ruime verspreiding in Nederland. Met uitzondering van Huismuis en Huisspitsmuis, die vooral voorkomen nabij menselijke bebouwing, en Rosse woelmuis, die vooral voorkomt in en nabij bos, deze soorten ook voor in de Oostvaardersplassen (Beemster & Dijkstra 1991). Van de genoemde muizensoorten komt de Veldmuis vooral voor in grazige vegetaties, de andere soorten geven de voorkeur aan meer gestructureerde vegetaties als riet, ruigte en bos. In de randzone van de Oostvaardersplassen werden Veldmuizen en andere muizensoorten door het intensieve jaarrondbeweidingsbeheer in aantal gedecimeerd. Een cyclisch begrazingsbeheer is naar verwachting wel een geschikte beheervorm (Beemster & Vulink 2001; zie 3.8). Naast de functie die het OostvaardersWold als verbindingszone voor deze muizensoorten zelf kan vervullen, bepaalt een functionele verbindingszone voor deze soortgroep de geschiktheid van het gebied voor andere soorten. Het aanbod van muizen bepaalt namelijk in belangrijke mate de geschiktheid van een gebied als foerageergebied voor bijvoorbeeld Kiekendieven.

Bijzondere muizensoorten als de Noordse woelmuis en Waterspitsmuis komen in Flevoland niet of nauwelijks voor. De enige vangst van de Waterspitsmuis is gedaan nabij Zeewolde (Van Maanen & van Dullemen 2003). De Noordse woelmuis kwam voor de drooglegging van de Noordoostpolder voor op Schokland. Na de inpoldering koloniseerde de soort de natte rietvelden in de polder, maar verdween toen deze in cultuur waren gebracht. Op termijn moet de Waterspitsmuis in staat worden geacht Flevoland zelfstandig te koloniseren, zoals dat recentelijk ook gebeurd is in de Wieringermeer. Voor de Noordse woelmuis is dat onwaarschijnlijk en zou aan een herintroductie gedacht kunnen worden. De Oostvaardersplassen is hiervoor het meest interessante gebied (Koelman & Bekker 2004). Met betrekking tot de ecologische verbindingszone gaan we er daarom van uit dat deze in principe ook geschikt dient te zijn voor Noordse woelmuis en Waterspitsmuis.

Een ecologische verbindingszone voor Noordse woelmuis en Waterspitsmuis bestaat uit een combinatie van open water en een begeleidende moerasvegetatie (riet, ruig grasland, geen of weinig struweel). Voor de Noordse woelmuis is het belangrijk dat het waterpeil op een natuurlijke wijze fluctueert: hoog in de winter en uitzakkend in de zomerperiode. In gebieden waar een constant waterpeil heerst zal deze soort weggeconcentreerd worden door soorten als Aardmuis en Veldmuis.

Minimale eisen ecologische verbindingen voor kleine zoogdieren

- *Droge verbindingszone van ruig grasland of riet, bos, struweel*
- *Aanwezigheid van muizen bepaalt geschiktheid voor o.a. Kiekendief*
- *Natte verbindingszone van open water en moeras van belang voor bijzondere soorten; Noordse woelmuis en Waterspitsmuis*
- *Fluctuerend waterpeil voor Noordse woelmuis*

Vleermuizen

Kolonies van vleermuizen bevinden zich over het algemeen in holle bomen of gebouwen. De meeste soorten verlaten hun kolonieplaatsen in het najaar en trekken dan naar hun winterverblijven, die soms honderden kilometers verder kunnen liggen. Belangrijke winterverblijven in Nederland voor verschillende soorten bevinden zich in mergelgrotten in Zuid-Limburg maar ook in bunkers en ijskelders (Limpens *et al.* 1997).

Tijdens hun nachtelijke foerageervluchten maken vleermuizen gebruik van lijnvormige elementen (zoals vaarten, bomenlanen, houtwallen, brede rietkragen) in het landschap (Kapteyn 1995). Ze gebruiken deze ter oriëntatie en vanwege de aantrekkingskracht van dergelijke elementen op insecten, hun prooidieren. Lijnvormige elementen worden ook

gevolgd tijdens de migratie van en naar de winterverblijven. Vleermuizen zijn plaatstrouw en bepaalde kolonieplaatsen en migratieroutes worden vaak jaar in jaar uit gebruikt.

Binnen de diverse groepen van vleermuissoorten is een tweedeling te maken. Sommige soorten zijn sterk gebonden aan waterrijke habitats en gebruiken voornamelijk watergangen en vaarten voor hun trek en jacht. Dit geldt voor Watervleermuizen en Meervleermuizen die laag vliegend boven het wateroppervlak insecten vangen (Limpens *et al.* 1997). De meeste overige vleermuissoorten zijn meer gebonden aan droge habitats en benutten houtwallen, singels en bosranden.

Van de gewoonte van vleermuizen om lijnen in het landschap te gebruiken, kan bij het vormgeven van een verbindingszone gebruik worden gemaakt. Bestaande lanen en bomenrijen kunnen wordt versterkt door nieuwe aanplant van bomen en struiken. Ook watergangen vormen geschikte verplaatsingsroutes voor vleermuizen. Onderbrekingen in deze lijnvormige elementen (wegen, spoorlijnen etc.) vormen een barrière, die de functionaliteit van de verbinding kunnen schaden. Het effect van een barrière verschilt per soort. Soorten die voornamelijk foerageren in open landschap zoals de Rosse vleermuis of de Laatzvlieger accepteren grotere onderbrekingen in een landschapselement dan soorten die in meer besloten landschappen jagen. Voor soorten als de Franjestaart of de Gewone grootvleermuis die hun prooi dicht op de vegetatie vangen kan een onderbreking van enkele meters al een barrière vormen.

Een tweede factor die het effect van een barrière bepaalt is de actieradius van een soort. Voor soorten met een grote actieradius, tot enkele tientallen kilometers per nacht, zal een barrière makkelijker overbrugd kunnen worden. Het gaat hierbij om soorten als Meervleermuis en Rosse vleermuis (Kapteyn 1995, Limpens *et al.* 1997). Voor andere soorten, zoals de Gewone grootvleermuis is de actieradius juist beperkt tot maximaal enkele kilometers (Limpens *et al.* 1997), waardoor een kruispunt met een autosnelweg of een spoorlijn van enkele honderden meters een veel grotere barrière vormt.

Minimale eisen ecologische verbinding voor Vleermuizen:

- *Droge verbinding bestaand uit lijnvormige landschapselementen voor droge soorten*
- *Natte verbinding bestaand uit doorlopende watergangen van belang voor Water- en Meervleermuis*
- *Ecologische verbinding vooral belangrijk voor soorten van besloten landschappen met een beperkte actieradius (Franjestaart, Gewone grootvleermuis)*

3.4. HABITATEISEN VAN AMFIBIEËN, REPTIELEN EN VISSSEN

Amfibieën

Amfibieën hebben een beperkte actieradius (meestal maximaal enkele honderden meters), waardoor een functionele verbindingszone uit geschikt leefgebied moet bestaan. Amfibieën zijn sterk afhankelijk van geschikt landhabitat, dat dient als foerageergebied, in de directe omgeving van geschikt voortplantingswater. In een verbindingszone dienen beide habitats binnen de actieradius van de betrokken soorten te vallen. Een geschikte verbindingszone bestaat daarom uit verschillende 'stepping stones' van voortplantingswater met daaromheen een moeraszone die als foerageergebied fungeert. Deze stepping stones zijn onderling verbonden door landhabitat, dat geschikt is voor amfibieën om zich door te verplaatsen: vochtige graslanden, moerasvegetaties, vochtige ruigten en vochtige bosschages met een rijke ondergroei voor voldoende dekking.

Van de genoemde doelsoorten zijn de Poelkikker en Kamsalamander typische soorten van pleistocene zandgronden. Beide soorten komen vooral voor in het zuiden, midden en oosten van Nederland. De Kamsalamander komt vooral voor in kleinschalige landschappen met bospercelen, heggen en struwelen. Het voortplantingsbiotoop bestaat voornamelijk uit matig voedselrijke tot voedselrijke, stilstaande wateren met een goed ontwikkelde onderwatervegetatie en zonder vissen. De Poelkikker is een kritische soort die houdt van voedselarm, schoon water. Ze hebben een voorkeur voor zwak zure, stilstaande wateren in bos- en heidegebieden op de hogere zandgronden, in vennen, poelen en watergangen in hoogveengebieden, en in uiterwaarden. Gezien de biotoopeisen van beide soorten is daarom niet te verwachten dat het OostvaardersWold een belangrijke functie voor deze soorten kan vervullen.

Het OostvaardersWold kan wel een belangrijke functie vervullen voor Meerkikker en Rugstreeppad. De rugstreeppad wordt in alle Nederlandse provincies gevonden, behalve in Groningen. Het is een bewoner van zandige terreinen met een betrekkelijk hoge dynamiek, maar kan ook op klei- en veengronden worden aangetroffen. Voor de voortplanting is de rugstreeppad afhankelijk van ondiepe wateren die vrij snel opwarmen. Vaak wordt gebruik gemaakt van tijdelijke poeltjes en plassen, maar ook slootjes en vennen kunnen geschikt zijn. Een voorwaarde is wel dat het water niet zuurder is dan pH 5. De rugstreeppad is een zeer slechte zwemmer en zoekt altijd een plek op in het water, waar hij op de bodem kan zitten

De Meerkikker is een algemeen voorkomende soort die voorkomt in verschillende type wateren. De oeverzone hiervan moet bij voorkeur goed begroeid zijn en het water is vaak vrij omvangrijk of maakt deel uit van een groter complex van wateren. De meerkikker prefereert rijk begroeide laaglandwateren met een neutrale of zwak-basische pH in een waterrijke omgeving.

Reptielen

De meeste Nederlandse reptielen hebben een zeer gering verbreidingsvermogen, van maximaal enkele honderden meters. De enige in Flevoland voorkomende reptielensoort, de Ringslang, vormt hierop een uitzondering en kan een actieradius hebben van meerdere kilometers. De beperkte actieradius leidt er toe, dat een functionele verbingszone van voldoende kwaliteit moet zijn en dient te bestaan uit geschikt leefgebied. Voor de Ringslang zijn extensief gebruikte, vochtige graslanden met voldoende dekking geschikt als verbingszone. Intensief jaarrondbeweide graslanden zijn wellicht ongeschikt.

Minimale eisen ecologische verbinding voor amfibieën en reptielen:

- *Door beperkte actieradius dient verbingszone uit geschikt leefgebied te bestaan of steppingstones van geschikt leefgebied*
- *Meerkikker en Rugstreeppad: vochtig foerageergebied in nabijheid voortplantingswater*
- *Ringslang: vochtige graslanden*

Vissen

Vissen kunnen grofweg worden ingedeeld in drie ecologische groepen: soorten die zijn gebonden aan stromend water (reofielen), soorten die zijn gebonden aan stilstaand tot zwak stromend water (stagnofielen) en soorten die in beide watertypen kunnen leven (eurytopen).

Soorten als Kwabaal, Rivierdonderpad, Sneep en Rivierprik behoren tot de reofielen en hun verspreidingsgebied is sterk gebonden aan de grote rivieren in Nederland. Onder de rheofielen komen vissoorten voor die als volwassen vis juist in zoet water leven, maar zich voortplanten in de zee (dit zijn de zout-zoet rheofielen, zoals de Rivierprik en Paling). De

Sneep is een soort die zich gedurende zijn levenscyclus verplaatst tussen verschillende riviersystemen. Overige soorten als Kwabaal en Rivierdonderpad verplaatsen zich over kortere afstanden en kennen lokale of regionale migratie (Van Emmerik 2003). Voor de rheofielen is het van belang, dat er een watersysteem bestaat, dat een open verbinding vormt tussen de verschillende leefgebieden van de betreffende vissoorten. Dat betekent dat het watersysteem met verschillende rivieren verbonden zou moeten zijn en voor sommige soorten dat een verbinding met zoute milieus mogelijk moet zijn. Om een dergelijke verbinding te realiseren in het OostvaardersWold, bestaand uit een stromende grote rivier, zal in de praktijk niet reëel zijn. Alhoewel, deze soorten voorkomen in of in de nabijheid van de Flevopolder, is het niet zinvol de verbindingszone te richten op deze soorten. Voor stagnofiele en eurytype vissoorten kan echter wel aan de habitateisen voldaan worden.

Bittervoorn en Grote modderkruiper zijn 'stagnofiel' terwijl Europese meerval en Kleine modderkruiper 'eurytroop' zijn. De Bittervoorn en Kleine modderkruiper komen voor in diverse poldersloten in de Flevopolder. De Kleine modderkruiper komt ook voor in het Horsterwold. De Grote modderkruiper is een zeldzame soort die in Nederland lokaal voorkomt voornamelijk in en rond de grote rivieren. De Europese meerval is een bijzonder soort die slechts op een enkele plaats langs de randmeren is aangetroffen. Deze soorten verplaatsen zich gedurende hun levenscyclus slechts over korte afstand maar maken wel gedurende de verschillende perioden in het jaar gebruik van verschillende delen van het watersysteem. Dit geldt trouwens voor soorten uit alle drie de ecologische groepen. In de winter worden diepere delen van het water opgezocht, omdat deze minder snel dichtvriezen. In de voortplantingstijd bevinden bepaalde soorten zich juist vaak in de ondiepe delen. Deze zijn vaker dicht begroeid met waterplanten en warmen sneller op, waardoor ze geschikt zijn voor de eiafzet en als kraamkamer voor de jonge vissen. Voor alle vissen is het daarom van belang dat er een goed doorgankelijk watersysteem bestaat dat een verbinding vormt tussen zomer- en winterhabitat. Voor het ontwikkelen van levensvatbare populaties van bovengenoemde vissoorten is het van belang om verschillende watersystemen met elkaar te koppelen en verschillende typen habitats te verbinden.

Andere zinvolle soorten die zijn aangetroffen in de Flevopolder, waarmee rekening gehouden kan worden voor de inrichting van de ecologische verbindingszone is de Kroeskarper (Vissen in Flevoland; <http://www.boumanreclame.nl/visatlas/default1.asp>). Deze soort is aangetroffen in het Horsterwold en is een soort die is aangepast aan overstromingsvlakten en wateren met sterk wisselende waterstand die tijdelijk droog kunnen vallen. Deze eigenschappen zijn goed te combineren met een mogelijke functie als waterbergingsgebied. Daarnaast is het Vetje, die nabij Lelystad is gevonden, een bijzondere soort die vooral voorkomt in ondiepe, stilstaande begroeide wateren met een goede waterkwaliteit.

Naast bovengenoemde bijzondere soorten is het zinvol om de ecologische verbindingszone zo in te richten dat het geschikt is voor andere, meer algemene soorten die veel als voedsel gebruikt worden door vogels. Zo is de Stekelbaars een belangrijk voedsel voor de Lepelaar, Spiering en Pos voor Fuut, Aalscholver en Nonnetje en de Blankvoorn voor verschillende vogels. Waterrijke gebieden waar deze vissen veel voorkomen zullen een grote aantrekkingskracht op watervogels hebben. Stekelbaarzen zijn gebaat bij ondiep water met een rijke begroeiing, terwijl de pos en Spiering juist dieper en open water nodig hebben. De Blankvoorn komt in veel verschillende watertypen voor en stelt lagere eisen aan zijn milieu.

Tot slot is het belangrijk, dat men zich bij het aanleggen van een ecologische verbindingszone realiseert, dat deze maatregel voor de ene soort gunstig kunnen uitpakken en tegelijkertijd voor de andere nadelig kan zijn. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer in een gebied een predator wordt geïntroduceerd die daar voorheen niet voorkwam.

Minimale eisen ecologische verbinding voor vissen:

- *Stromend water of juist stilstaand water afhankelijk van soort*
- *Niet zinvol om te richten op eisen van soorten van stromende rivieren (Kwabaal, Sneep, Rivierprik, barbeel)*
- *Goede omstandigheden zijn te creëren voor soorten van stilstaand of zwak stromend water (Rivierdonderpad, Bittervoorn, Europese meerval, Kleine modderkruiper, Groter modderkruiper)*
- *Goede verbinding tussen leefgebieden juvenielen en adulten (zoet-zout verbindingen of tussen watergangen)*
- *Goede verbinding tussen zomer- (paaiplaatsen) en winterhabitat: mix van diep en ondiep water*
- *Visrijke wateren van algemene soorten verhogen kwaliteit van gebied voor watervogels*

3.5. HABITATEISEN VAN VOGELS

Algemeen

De groep van doelsoorten waarvoor de ecologische verbindingszone zou moeten werken is zeer divers (zie hoofdstuk 2). Het bevat soorten die open water nodig hebben (eendensoorten), droge, ruigere graslanden (o.a. Paapje, Veldleeuwerik, Patrijs, foeragerende kiekendieven) moerasgebieden (o.a. Purperreiger, Lepelaar, Woudaap, Grote karekiet, Snor en broedende kiekendieven) of uitgestrekte gebieden bestaand uit bovenstaande elementen en bos (Zeearend, Visarend). In de ecologische verbindingszone van 1 km breed zal geen volledig leefgebied (bestaand uit foerageer- rust- en broedgebied) voor al deze soorten ingericht kunnen worden. Gezien de mobiliteit en de actieradius van deze soorten is daar ook geen noodzaak toe. De inrichting kan wel zo plaatsvinden dat veel van deze soorten ervan kunnen profiteren in samenhang met de omringende gebieden. Daarnaast zou het de uitwisseling tussen gebieden kunnen faciliteren.

Idealiter bestaat de verbindingszone uit een mix van bovengenoemde habitats: open water, moeras, open grasland (deels vernuigd) en bos. Dus een mix van open, half-open en gesloten landschap. Aangezien het omliggende gebied in de toekomst zal bestaan uit intensief gebruikt akkerland en stedelijk gebied, heeft een dergelijke inrichting al snel een grote aantrekkingskracht op diverse vogels.

Minimale eisen ecologische verbinding voor vogels

- *Mix van landschappen (open water, moeras, riet, bos en open grasland)*

Omdat het OostvaardersWold vooral ook geschikt moet zijn als gebied voor kiekendieven zal alleen deze groep eruit gelicht worden en nader ingegaan worden op de eisen die deze soorten stellen.

Kiekendieven

De gemeenten Almere en Lelystad lopen momenteel tegen het probleem aan dat hun stedelijke uitbreidingsplannen negatieve effecten hebben op beschermde vogelsoorten in het Natura2000-gebied Oostvaardersplassen. Het gaat hierbij met name om de Bruine en Blauwe kiekendief. In de Oostvaardersplassen broedende kiekendieven foerageren voor een belangrijk deel in het landelijke gebied in de omgeving, dat de gemeenten Almere en Lelystad willen bebouwen of recent reeds bebouwd hebben. De voorgestelde plannen hebben

samen een significant negatief effect op de geldende Natura 2000 instandhoudingsdoelen voor in de Oostvaardersplassen broedende kiekendieven (Brenninkmeijer *et al.* 2005, Brenninkmeijer *et al.* 2006).

Voor de oplossing van de 'kiekendieven-problematiek' wordt ook gekeken naar de mogelijke bijdrage van het OostvaardersWold om vervangend foerageergebied te kunnen bieden. Hiervoor is er in het ontwerp van het OostvaardersWold vanuit gegaan dat 950 ha robuuste habitat voor kiekendieven gerealiseerd wordt, waarvan 475 ha gelabeld is als compensatie van verloren gegaan geschikte gebieden elders (Ambtelijk Kernteam 2006). Om aan het doel te voldoen om vervangend foerageergebied voor kiekendieven in te richten zal apart worden ingegaan op de habitateisen die Kiekendieven stellen aan de inrichting van de ecologische verbindingszone. Het lijkt verder een interessante optie om in de ecologische verbindingszone ook broedgebied voor kiekendieven aan te leggen. Daarom wordt ook ingegaan op de habitateisen voor een broedgebied voor kiekendieven.

Habitateisen foerageergebied

Een geschikt foerageergebied voor Bruine en Blauwe kiekendief voldoet aan de volgende acht voorwaarden (Brenninkmeijer *et al.* 2006; Beemster & van der Hut 2006, 2007). Deze voorwaarden kunnen betrekking hebben op de locatie, de inrichting en/of het beheer.

1. Een open landschap. Het foerageergebied ligt in een open landschap; kiekendieven jagen minder in de nabijheid van bos;
2. Op enige afstand (>100m) van menselijke verstoringbronnen. In een open landschap bevindt het foerageergebied zich bij voorkeur op enige afstand (>100m) van menselijke verstoringbronnen. Jagende kiekendieven zijn gevoelig voor verstoring. Wanneer het OostvaardersWold intensief wordt gebruikt door fietsers en wandelaars, gaat ook daar een versturende werking vanuit gaan;
3. Voldoende schaal en een goede interne samenhang. Het foerageergebied heeft voldoende schaal en een goede interne samenhang. Kiekendieven jagen vliegend en hebben daarom tamelijk grootschalige foerageergebieden nodig. Gebrek aan interne samenhang betekent onnodig heen en weer vliegen en beperkt de tijd die aan jagen besteed kan worden;
4. Regelmatig een hoog aanbod van Veldmuizen. Het vrouwtje van de Bruine kiekendief jaagt vooral op vogels, het mannetje van de Bruine kiekendief en beide geslachten van de Blauwe kiekendief jagen vooral op Veldmuizen prooidier. Voor beide soorten is het broedsucces sterk gerelateerd aan het aanbod van Veldmuizen (Beemster *et al.* 2002, Bekhuis & Zijlstra 1991 Dijkstra *et al.* 1996, van Rijn *et al.* 1995). Het foerageergebied heeft daarom regelmatig een hoog aanbod van Veldmuizen (vooral in de vestigingsperiode en de tijdens de verzorging van de jongen). Het gebied mag daarom niet te geïsoleerd liggen en dient een jonge, eiwitrijke vegetatie te hebben;
5. Een vrij open structuur van de vegetatie. Het foerageergebied heeft een vrij open structuur van de vegetatie, zodanig dat de muizen vangbaar zijn. De Blauwe kiekendief jaagt gemiddeld genomen boven lagere vegetaties dan de Bruine kiekendief (Beemster & van Rijn 1995, Brenninkmeijer *et al.* 2006);
6. Een beperkte afstand tot het broedgebied. Het foerageergebied ligt op een beperkte afstand van de broedplaatsen van de kiekendieven (bij voorkeur minder dan vijf km). Een groot deel van het geplande OostvaardersWold ligt op meer dan vijf km van de broedgebieden in de moeraszone van Oostvaardersplassen. Het is daarom te overwegen om in het OostvaardersWold ook broedgebied voor kiekendieven aan te leggen. Wordt voor deze optie gekozen dan broeden eventuele kiekendieven niet in

het Natura2000-gebied de Oostvaardersplassen. Een flexibele benadering van deze broedparen is in dat geval noodzakelijk;

7. Een open verbindingsroute met het broedgebied. Het foerageergebied is middels een open verbindingsroute vanaf het broedgebied in de moeraszone van de Oostvaardersplassen goed te bereiken. In de huidige situatie ligt het Kotterbos tussen de het geplande OostvaardersWold en de Oostvaardersplassen;
8. Geen barrières tussen het broedgebied en het foerageergebied. Tussen het foerageergebied en de broedplaatsen in de moeraszone van de Oostvaardersplassen en bevinden zich bij voorkeur geen barrières (autoweg, spoorlijn, hoogspanningsleiding), waarmee de kiekendieven in botsing kunnen komen. In de huidige situatie ligt de autoweg A6, de spoorlijn Almere-Lelystad en een hoogspanningsleiding tussen het geplande OostvaardersWold en de Oostvaardersplassen.

Mogelijke beheersmaatregelen in het foerageergebied voor kiekendieven

Brenninkmeijer *et al.* (2006) noemen verschillende beheersopties voor foerageergebieden voor kiekendieven in de omgeving van de Oostvaardersplassen. Hierbij wordt ingezet op een muizenrijk habitat. Opties als braaklegging, verbouw van Luzerne, maaibeheer of het deels ongeoost laten van graanakkers kunnen vooral in het landelijk gebied van Flevoland worden toegepast; binnen de periferie van het OostvaardersWold lijkt vooral de optie om grasland te beheren met een cyclische variërende begrazingsdruk interessant. Deze optie wordt hieronder uitgewerkt.

Extensief beweidde percelen in de randzone van de Oostvaardersplassen en het Lauwersmeer bleven maar enkele jaren een geschikte habitat voor Veldmuizen, omdat op den duur een tweedeling plaatsvond in kortgrazig grasland en hogere vegetaties, beide met lage dichtheden van Veldmuizen (Beemster & Vulink 2001). In de randzone van de Oostvaardersplassen is de begrazingsdruk na de onderzoeksperiode van Beemster & Vulink (1989-95) verder toegenomen (met een factor drie tot vier), zodanig dat het gehele gebied in het voorjaar kortgrazig is en daarmee ongeschikt habitat voor Veldmuizen. In de zomer verruigen de graslanden in de randzone weliswaar, maar omdat er nauwelijks Veldmuizen zijn die de winter overleven, ontstaat in de zomer geen populatie van betekenis. Beemster & Vulink (2001) concluderen dat hoge dichtheden van Veldmuizen in beweidde terreinen vooral zullen voorkomen in perioden kort nadat de begrazingsdruk om de een af andere reden fors is verlaagd. Hoge dichtheden van Veldmuizen kunnen worden bereikt door terreindelen op een cyclische wijze open te stellen of juist af te sluiten voor Heckrunderen en Koniks. De cyclisch beheerde gebieden blijven wel toegankelijk voor Edelherten.

Habitat-eisen broedgebied

Bruine en Blauwe kiekendief broeden in Flevoland van oudsher vooral in rietvegetaties. Een geschikt broedgebied voor kiekendieven voldoet aan de volgende vier voorwaarden.

1. Een open landschap. Het broedgebied ligt in een open landschap; kiekendieven broeden niet graag in de nabijheid van bos;
2. Op enige afstand (>300m) van menselijke verstoringsbronnen. In een open landschap kan verstoring optreden tot een afstand van ca. 300 meter van het nest (pers. med. N. Beemster);
3. Een veilige broedplaats tegen grote grazers. Grote grazers kunnen een rietvegetatie betreden en daarbij nesten met eieren of jongen van kiekendieven vertrappen. Bij intensiever gebruik wordt een gesloten rietvegetatie omgevormd tot een opener vegetatie en daarmee ongeschikt als broedgebied voor kiekendieven. In de Oostvaardersplassen is gebleken dat betreding door Heckrunderen en Koniks

goeddeels te voorkomen is door de aanwezigheid van open water. Edelherten laten zich enigzins sturen, maar niet tegenhouden door open water. Om te voorkomen dat het broedgebied overlopen wordt door Edelherten dient het daarom voldoende schaal te hebben (>100 ha) en zo onaantrekkelijk mogelijk te zijn als voedselgebied (geen droge delen).

4. Een veilige broedplaats tegen grondpredatoren. In de begintijd van Flevoland, toen grondpredatoren als de Vos de polder nog niet hadden gekoloniseerd, stelden Bruine en Blauwe kiekendief weinig eisen aan hun broedgebied. Ook droge, kleinschalige rietvegetaties werden door de soorten benut. In de jaren '80 van de vorige eeuw koloniseerde de Vos Flevoland en werden beide soorten kiekendieven steeds meer teruggedrongen tot grootschalige, natte rietvegetaties (Dijkstra *et al.* 1996). Recent is ook de broedpopulatie van de Bruine kiekendief in de Harderbroek sterk afgenomen, waarbij predatie door Vossen wellicht van belang is geweest. Het rietmoeras in de Harderbroek is weliswaar tamelijk groot (*ca.* 150 ha), maar wordt doorsneden door vele kades, waardoor grondpredatoren als de Vos gemakkelijk overal kunnen doordringen. De meeste Flevolandse kiekendieven broeden tegenwoordig in de moeraszone van de Oostvaardersplassen, dat zodanig grootschalig en nat is dat predatie door grondpredatoren niet of nauwelijks speelt (N. Beemster). Een nieuw aan te leggen broedgebied voor kiekendieven dient daarom grootschalig te zijn (> 100 ha), overwegend te bestaan uit natte rietvegetaties (waterdiepte in het voorjaar minstens 20 cm) en omgeven te worden door open water.

Mogelijke beheersmaatregelen in het broedgebied

Het broedgebied voor kiekendieven wordt bij voorkeur beheerd via het peilbeheer, zoals dat in de Oostvaardersplassen het geval is (Beemster *et al.* 2002). Vegetatiebeheer is daarbij in principe overbodig.

Minimale eisen voor Kiekendieven:

- *Foerageergebied: open gebieden bestaand uit ruige graslanden, > 100 m van menselijke verstoring en hoog voedselaanbod*
- *Broedgebied: open natte gebieden bestaand uit rietmoeras, > 100 m van menselijke verstoring, geen predatoren en weinig grote grazers*

3.6. HABITATEISEN VAN OVERIGE SOORTEN

Insecten

In de soortengroep van insecten kan grofweg een tweedeling gemaakt worden in soorten die voorkomen in waterrijke milieus (moerasgebieden) en soorten van drogere habitats (bossen, graslanden). Als mogelijke soorten van waterrijke milieu's zijn genoemd; Brede geelrandwaterroofkever en Gestreepte waterroofkever. Beide soorten komen voornamelijk voor in voedselarme vennen op venige bodem die visarm zijn (Van Dijk 2006, Sierdsema & Cuppen 2006). Vanwege het eutrofe karakter van de OostvaardersWold en het ontbreken van laagveen geldt voor beide soorten dat verwacht wordt dat het OostvaardersWold niet of nauwelijks aan de habitateisen van deze soorten zal kunnen voldoen. Daarnaast zijn doelsoorten geformuleerd die aan moerasgebieden gebonden zijn zoals Vroege glazenmaker, Bruine winterjuffer, Noordse winterjuffer, Groene glazenmaker, Gevlekte witsnuitlibel. Het voorkomen de Vroege glazenmaker is bekend van de Warande (Schut & Miedema 2007). Ook de Groene glazenmaker zal mogelijk zijn in het OostvaardersWold als Krabbescheervegetaties aanwezig zal zijn. Voor de overige genoemde doelsoorten geldt dat het vooralsnog onwaarschijnlijk is dat het Oostvaarderswold een belangrijke functie voor

deze soorten kan vervullen. De genoemde soorten zijn namelijk gebonden aan voedselarme omstandigheden op zandgronden en veengronden. Als laatste zijn doelsoorten genoemd typisch voor vochtige bosrijke omgeving en drogere milieu's (Grote weerschijnvlinder en Sleedoornpage). Voor de Grote weerschijnvlinder geldt dat het ontstaan van een populatie in het OostvaardersWold (of Oostvaardersplassen/Horsterwold) erg onwaarschijnlijk is gezien de randvoorwaarden die de soort stelt. Het OostvaardersWold kan wel een functie vervullen voor de Sleedoornpage aangezien deze gebonden is aan Sleedoornstruwelen en bosranden.

Vanwege de geringe actieradius van vrijwel alle insectensoorten dient de ecologische verbindingszone te bestaan uit geschikt leefmilieu. Dat betekent dat er in ieder geval een droge verbindingszone en een natte verbindingszone aangelegd zou moeten worden. Alleen dan kan de zone uitwisseling tussen verschillende gebieden mogelijk maken.

Overige doelsoorten

De overige geformuleerde soorten, Platte schijfhoren en Krabbenscheer, zijn strik gebonden aan water. De Platte schijfhoren (*Anisus vorticulus*) is een slakkensoort die in delen van Zuid-Holland, Utrecht en noord west Overijssel vrij algemeen voorkomt. Landelijk gezien is de soort echter vrij zeldzaam. De soort komt vooral in de laagveengebieden, op allerlei onderwater levende en drijvende plantensoorten en draadalgen. Het gaat hierbij om niet-vervuilde wateren met een rijke begroeiing, met name in mooie, heldere sloten en poeltjes die niet periodiek droogvallen.

Krabbescheer, *Stratiotes aloides*, is een plant die in Nederland vooral voorkomt in sloten en moerassen in het laagveengebied. De plant verlangt schone, niet te voedselrijke sloten en is gevoelig voor milieuvervuiling.

Gezien de biotoopeisen van beide genoemde soorten is het niet aannemelijk dat het OostvaardersWold een belangrijke functie voor deze soorten zal vervullen. Door de kleibodem zullen hier naar verwachting voedselrijke watergemeenschappen ontstaan en geen laagveengebieden met helder schoon water.

3.7. CONCLUSIES

De functionaliteit van de ecologische verbindingszone hangt sterk af van de inrichting van deze zone. Alleen als de verbindingszone voldoet aan de habitateisen van bepaalde soorten of soortgroepen kan deze daarvoor ook functioneren. Afhankelijk van de keuze van de soorten waarvoor de ecologische verbindingszone moet gaan functioneren moet een gepaste inrichting plaatsvinden.

Aan de hand van de in dit hoofdstuk behandelde soortgroepen, die allen relevante soorten bevatten waarvoor het OostvaardersWold een belangrijke functie zou kunnen vervullen, blijkt dat zowel een passage bestaand uit droge en natte habitats gewenst is. Voor een goede geleiding door het landschap zouden deze droge (bijvoorbeeld ruig grasland, bos) en natte habitats (bijvoorbeeld rietmoeras, open water) zoveel mogelijk onderling verbonden dienen te worden.

4. ECOLOGISCHE EISEN VAN PASSAGES

In dit hoofdstuk zullen de ecologische eisen die worden gesteld aan functionele passages door de doelsoorten in kaart worden gebracht. De kennis omtrent de minimale afmetingen die nodig zijn voor het gebruik door de soortgroepen wordt zoveel mogelijk aangegeven. Daarbij moet bedacht worden, dat veel van deze informatie maar beperkt voor handen is. De eisen die door deze doelsoortgroepen worden gesteld, geven de randvoorwaarden waaraan passages binnen de ecologische verbindingszone moet voldoen om uitwisseling tussen verschillende leefgebieden mogelijk te maken.

Voor verschillende diergroepen zijn een veelheid aan passages mogelijk en zijn op verschillende plekken reeds toegepast. Kortweg, gaat het om de volgende mogelijkheden; ecoducten gericht op grotere zoogdieren, faunatunnels onder wegen, duikers onder wegen die tevens een natte verbinding mogelijk kunnen maken, 'hop-overs' bestaand uit singels voor de geleiding van vleermuizen en vogels en een 'fly-over' waarbij een weg op poten een gebied overspant. De functionaliteit van deze verbindingen verschilt tussen soortgroepen.

4.1. STRUCTUUR VAN PASSAGES BEPAALT FUNCTIONALITEIT

Uit studies uitgevoerd in Spanje, bleek dat de opbouw en de structuur van een faunapassage veel belangrijker te zijn voor het gebruik door zoogdieren dan de bedekking van vegetatie en de nabijheid van menselijke verstoringsbronnen. Met structuur doelen we hierbij op de afmetingen en het type passage. Er bestond een direct positief verband tussen de grootte van een faunapassage en de grootte van de dieren die ervan gebruikt maakten. Grote faunapassages werden alleen gebruikt door grote dieren (zoals Edelherten, Wilde Zwijnen en Wolven) en werden zelfs gemeden door kleinere soorten. Veel kleinere soorten prefereerden ronde overkoepelde passages. Deze werden selectief gebruikt door marterachtigen, amfibieën en reptielen. Deze studie laat zien dat bij voorkeur (en wanneer er geen beperkte middelen zijn) verschillende typen passages gebouwd kunnen worden, in plaats van een enkel ecoduct dat alleen gericht is op grote zoogdieren (Mata *et al.* 2005).

Veel kennis over hoe de eigenschappen van een passage het gebruik door dieren bepalen, komt voort uit tientallen studies uitgevoerd in grote Nationale Parken van de Verenigde Staten, zoals Banff National Park. Ook deze studies laten zien dat de opbouw van een passage erg belangrijk is, maar dat ook menselijke activiteit een belangrijke drempel kan zijn voor het gebruik van een passage. Ook deze auteurs benadrukken het belang van verschillende soorten faunapassages. Daarnaast is de plaatsing van een ecoduct van cruciaal belang. Als een ecoduct gebieden verbindt zonder geschikt habitat dan zullen bepaalde diersoorten het ecoduct niet kunnen gebruiken (Ng *et al.* 2004). Ook als het habitat dat in verbinding staat met het ecoduct niet geschikt is zal dit het gebruik van het faunapassage negatief beïnvloeden.

De studie van Ng *et al.* (2004) laat zien dat ook ondergrondse doorgangen onder wegen, in de vorm van duikers, die in eerste instantie niet aangelegd zijn voor de passage van dieren, als zodanig gebruikt kunnen worden. De aanleg van duikers kan dus de migratie van veel soorten faciliteren. De afmetingen van deze doorgangen zijn hierbij vooral belangrijk als het

passage van grotere dieren als herten mogelijk moet maken. Daarnaast is het van belang, met name voor grotere zoogdieren (als grote carnivoren en herbivoren), dat er voldoende geschikt habitat in de nabijheid van de passages aanwezig is.

Omdat de eisen die aan passages worden gesteld sterk verschillen per soort, zullen deze achtereenvolgens per soortgroep besproken worden.

4.2. PASSAGES VOOR GROTE GRAZERS

Edelhert

Minimale eisen bovengrondse passages

Over het algemeen kan gesteld worden dat hoe groter de afstand is die overbrugd dient te worden hoe breder een verbinding (of ecoduct) moet zijn (Groot Bruinderink *et. al.* 2003). Het functioneren van een verbinding of ecoduct hangt daarmee sterk samen met de verhouding breedte:lengte. Een verhouding van smalste breedte:lengte van tenminste 0,16 blijkt in de praktijk goed te werken (Groot Bruinderink *et. al.* 2001). Dit betekent dat als een afstand van 1 km overbrugd dient te worden het ecoduct een minimale breedte van 160 m moet hebben. Echter bij de inrichting van ecoducten over een kortere afstand moet als absolute minimale breedte van 50 m voor lengtes van het ecoduct tot circa 200 meter gerekend worden (Groot Bruinderink *et. al.* 2003). Uit de studie van Renard *et al.* (2007) blijkt dat het ecoduct op de Woeste hoeve op de Veluwe, met een breedte van 50 m en een lengte van 140 m, goed functioneert voor grote soorten als Edelhert en Wild zwijn. Ook Van Wieren & Worm (2001) adviseren een minimale breedte van 40-50 m voor ecoducten voor grote herbivoren.

Voor het goed functioneren van een ecoduct is het verder van belang dat deze goed aansluit op de gebieden die het verbindt. De inrichting stopt daarmee niet met de inrichting van het ecoduct zelf. De in- en uitloop dienen vloeiend over te gaan in de aangrenzende gebieden. Hierbij moet gerekend worden op een ruimtebeslag van tenminste 2 ha aan weerszijden van het ecoduct (Groot Bruinderink *et. al.* 2003).

Minimale eisen ondergrondse passages

Als alternatief voor de inrichting van ecoducten kan gekozen worden voor een ondergrondse verbinding om een knelpunt op te lossen. Tunnels dienen daarbij een vrij doorzicht te geven en de bodem dient te bestaan uit een zandig substraat en niet uit steen of gravel. Aanbevolen wordt om de overspanning zonder inval van daglicht niet langer dan circa 30 meter te laten zijn. Een minimale hoogte van 5 meter wordt geadviseerd (Groot Bruinderink *et. al.* 2003).

In de studie van Clevenger & Waltho (2005) werd de functionaliteit van 13 wild passages in Banff National Park in Canada onderzocht. Het betrof in deze studie 11 ondergrondse passages en 2 bovengrondse passages. Het ontwerp van de ondergrondse passages liep hierbij uiteen maar er konden drie typen onderscheiden worden:

- 1) onderdoorgang van 11 meter breed, 3 meter hoog en 50 tot 80 meter lang waarbij de weg over een brug door een rivierdal liep,
- 2) elliptische metalen duikers van 7 meter breed, 4 meter hoog en een lengte van 50 tot 60 meter
- 3) betonnen onderdoorgang van 3 meter breed, 2,5 meter hoog en lengte van 50-66 meter

Uit de studie bleek dat de hoogte, breedte en openheid van de ondergrondse passages een sterk positief verband hadden met het aantal Witstaartherten (*Odocoileus sp.*) en Edelherten (*Cervus elaphus*) dat gebruikt maakt van de passage. De lengte van de passage had een negatief verband. Het hoogste aantal passages werd gevonden bij passages met een hoge openheid ratio, dat wil zeggen kort in lengte maar breed en hoog. Alle bovengenoemde type passages werden gebruikt door beide hertensoorten. Er waren geen duidelijke verschillen aanwezig tussen het aantal passages tussen de 11 m brede en 7 meter brede onderdoorgang. Over het algemeen werden de passages van 3 meter breed duidelijk minder gebruikt, maar ook sommige van dit type kende een relatief hoog gebruik. Het totale aantal herten dat gebruik maakte van twee bovengrondse ecoducten (van 50 m breed, 60-70 m lengte) was echter beduidend hoger dan het aantal dat werd waargenomen op de ondergrondse typen (Clevenger & Waltho 2005). Deze studie geeft aan dat herten over het algemeen de bovengrondse ecoducten zullen preferen maar dat ook ondergrondse passages, mits ze voldoende openheid bieden, goed kunnen werken.

Ook prefereerden herten in deze gebieden passages met weinig bedekking van struiken en een korte vegetatie, wat voor een belangrijk deel kan samenhangen met de aanwezigheid van predatoren (beren en Poema) in deze gebieden (Clevenger & Waltho 2005).

In de studie van Ng *et al.* (2004) is het gebruik door dieren van verschillende wild passages in een gebied in California (USA) onderzocht. Het ging hierbij om ondergrondse doorgangen (duikers) onder snelwegen die gebruikt werden door verschillende zoogdiersoorten maar hier niet speciaal voor waren aangelegd. Het op het Edelhert gelijkende 'Mule deer' (*Odocoileus hemionus*) benutte 3 van de 15 doorgangen. Het gebruik van deze herten bleek een negatief verband te hebben met de lengte van de passage en een positief verband met het oppervlak (breedte x hoogte). Twee van de gebruikte doorgangen bestonden uit bruggen (met daarover een weg) met een breedte van 42 tot 47 meter, een hoogte van 5 m en een lengte van 44-48 m. Daarnaast werd een doorgang gebruikt die bestond uit een vierkante duiker van 5 m breed, 5 m hoog en 58 m lang. Doorgangen met een kleinere breedte en hoogte dan 5 m werden nooit gebruikt. Alle drie de ondergrondse doorgangen waar herten werden waargenomen werden gekenmerkt door de nabijheid van natuurlijke habitats.

Bovenstaande studies geven aan dat in het algemeen geldt; hoe groter een onderdoorgang hoe beter deze gebruikt zal worden door herten. De afstand die overbrugd moet worden bepaald daarbij de minimale breedte. Bij afstanden tussen de 50-60 m lijkt een breedte van 5-7 m de minimale afmeting te zijn. Bij afstanden tussen 60-80 m is minimaal 11 meter breedte vereist.

Watergangen vormen voor Edelherten geen grote barrière omdat ze kunnen goed zwemmen. Door het verbeteren van in- en uitstap mogelijkheden door de aanleg van minder steile oevers kan de oversteek bevorderd worden (Groot Bruinderink *et al.* 2003).

Minimale eisen Edelhert bovengrondse passage:

- Goede aansluiting op omringend gebied
- verhouding smalste breedte : lengte = 0,16
- Absolute minimale breedte van 50 m tot lengte van faunapassage tot 200 m

Minimale eisen Edelhert ondergrondse passage:

- Vrij doorzicht en zondige bodem
- Zonder lichtinval niet langer dan 30 m
- Minimale hoogte 5 m

- *Minimaal 5-7 m breed bij lengte 50-60, minimal 11 m breed bij lengte 60-80*
- *Bij grotere afstand een grotere doorgang*
- *Hoe grotere de doorgang hoe beter*

Watergangen en Edelhert:

- *vormen geen barrière, alleen verbeteren in- en uitstap mogelijkheden door minder steile oevers*

Heckrunderen

Er is weinig kennis omtrent de afmetingen van bovengrondse of ondergrondse passages die minimaal vereist zijn om passage van Heckrunderen mogelijk te maken. Aangezien Heckrunderen minder specifieke habitateisen hebben en minder verstoringsgevoelig zijn dan Edelherten (zie 3.1), kan er van uitgegaan worden dat de gestelde eisen lager zullen zijn dan die van het Edelhert. Bovengrondse en ondergrondse passages die voor Edelherten werken zullen ook voor Heckrunderen functioneren. Dit wordt ondersteund door de studie van Van Wieren & Worm (2001) die laat zien dat Schotse Hooglanders gebruik maken van het ecoduct bij Terlet op de Veluwe. Er zullen echter wel bepaalde aanpassingen nodig zijn om problemen met recreanten te voorkomen (zie hoofdstuk 5).

Ook worden geen hoge eisen gesteld aan de inrichting van de passages. Open gebieden met een vegetatie bestaand uit gras zullen geprefereerd worden door Heckrunderen. De aanwezigheid van bosschages en struiken is niet nodig maar zal ook niet averechts werken. 's Winters zullen Heckrunderen meer browsen en zullen juist de struiken en bosschages een grotere aantrekkingskracht hebben.

Watergangen vormen voor Heckrunderen wel een grote barrière. Alhoewel ze goed kunnen zwemmen zullen ze dit niet graag doen en zullen ze vooral verbindingen over het land volgen. Als Heckrunderen wel watergangen in de verbindingzone moeten kunnen oversteken, dan zijn hier aanpassingen voor nodig. Hierbij hoeft geen groot ecoduct aangelegd te worden maar een relatief simpele brug die zoveel mogelijk gelijkvloers is kan prima dienst doen als oversteek plaats voor Heckrunderen. Hierbij kan gedacht worden aan een brug van minimaal 10 meter breed die van hout of beton gemaakt is. Het oppervlak moet voldoende ruw zijn zodat de dieren genoeg houvast hebben. Een bodem van zand is ideaal, alhoewel gaas gespannen over een houten bodem ook prima werkt voor runderen. Indien een brug ook passage van boten moet mogelijk maken is een hogere en bredere constructie nodig.

Minimale eisen Heckrond bovengrondse passage:

- *Passages geschikt voor Edelherten werken zeker voor Heckrunderen*

Minimale eisen Heckrond ondergrondse passage:

- *Passages geschikt voor Edelherten werken zeker voor Heckrunderen*

Watergangen en Heckrond:

- *Vormen wel barrière*
- *Relatief simpele brug met ruwe bodem nodig als oversteekplaats*

Koniks

Er is geen gericht onderzoek gedaan naar de eisen die Koniks stellen aan bovengrondse of ondergrondse passages. Echter, gezien de eisen die gesteld worden aan de ecologische verbindingszone is de verwachting dat zij geen special eisen hieraan stellen. De verwachting is dat als de inrichting van ecoducten of tunnels voldoet aan de eisen van het Edelhert, deze ook voor Koniks zullen voldoen.

De geringe schuwheid voor mensen kan er echter toe leiden dat plekken waar menselijke activiteit plaatsvindt, zoals wegen en paden, niet gemeden worden. Om problemen met verkeersveiligheid te voorkomen kunnen bepaalde aanpassingen vereist zijn (zie hoofdstuk 5).

Watergangen vormen voor Koniks een barrière als ze diep genoeg zijn. Alhoewel ze goed kunnen zwemmen zullen ze dit niet graag doen en zullen ze vooral verbindingen over het land volgen. Net als voor Heckrunderen zijn daarom bruggen nodig voor de passage over watergangen in het OostvaardersWold. Doorwaadbare plaatsen zullen echter geen belemmering voor Koniks zijn.

Minimale eisen Konik bovengrondse passage:

- *Passages geschikt voor Edelherten werken zeker voor Heckrunderen*

Minimale eisen Konik ondergrondse passage:

- *Passages geschikt voor Edelherten werken zeker voor Heckrunderen*

Watergangen en Konik:

- *Vormen wel barrière*
- *Relatief simpele brug met ruwe bodem nodig als oversteekplaats*

4.3. PASSAGES VOOR MIDDELGROTE ZOOGDIEREN

Minimale eisen bovengrondse passages

Uit de studie van Mata *et al.* (2005) bleek dat middel-grote zoogdieren zoals konijnen en hazen het meeste gebruik maakten van open, grotere passages. De hoogste aantallen passages werden gevonden op faunapassages van 16 m breed met een lengte van 60 m. Echter, op passages die kleiner waren van afmeting werden meer soorten gevonden. Passages met afmetingen van 7-8 m breed met een lengte van 58-62 m bleken voor een groot aantal middelgrote diersoorten goed te voldoen. Echter, ook ondergrondse passages bleken voor deze soorten goed te voldoen (zie hierna). Verder bleek uit deze studie dat als passages afgesloten waren voor voertuigen werkten ze het beste, alhoewel de combinatie met plattelandsweggetjes geen grote belemmering bleken te zijn. Uit de studie van Renard *et al.* (2007) blijkt dat het ecoduct op de Woeste hoeve, 50 m breed en 140 m lang op de Veluwe, ook goed functioneert voor de middel-grote soorten Vos, Das.

Uit deze studies blijkt dat voor grote ecoducten (ingericht op Edelhert) goed voldoen voor verschillende middelgrote zoogdieren. Dat sommige studies vinden dat kleinere passages beter werken kan voor een groot deel samen hangen met de inrichting van de passage. Dassen en Vossen zullen gebaat zijn bij meer dekking. Als dat in voldoende mate aanwezig is op grote ecoducten zullen deze ook goed kunnen functioneren voor deze soorten.

Een uitzondering moet gemaakt worden voor Otter en Bever. Beide soorten zijn sterk gebonden aan water. Alhoewel ze zich over het land kunnen verplaatsen zal een ecoduct van vele tientallen meters bestaand uit droog habitat een grote barrière vormen. Voor deze soorten zijn daarom ondergrondse passages nodig.

Minimale eisen ondergrondse passages

Uit de studie van Mata *et al.* (2005) blijkt dat ook ondergrondse passages voor de meeste middelgrote zoogdieren goed te voldoen en zelfs door verschillende soorten geprefereerd te worden. Een relatief hoge frequentie van passages werd gevonden bij tunnels die tussen 4 en 9 meter breed waren, een hoogte van 4-6 meter en een lengte van 34-66 meter. Grotere afmetingen leken alleen maar beter te werken (Mata *et al.* 2005).

Marterachtigen, in dit geval Wezels, werden in de studie van Mata *et al.* (2005) alleen gevonden bij duikers die onder wegen door gingen met afmetingen van 2-3 meter breed, 1,80-2 meter hoog en 35 tot 80 meter lang. Wezels maakten in het geheel geen gebruik van niet overdekte faunapassages die over wegen liepen.

In de studie van Ng *et al.* (2003) uitgevoerd in Californië (USA), werden verschillende zoogdieren waargenomen die gebruik maakten van ondergrondse doorgangen onder wegen. Het ging hierbij om Wasberen, Opossums, Stinkdieren en Cottontail rabbits. Er werden geen relaties gevonden tussen het gebruik van de doorgang door deze dieren en de breedte en lengte van de doorgang. In deze studie werden verschillende doorgangen onderzocht met afmetingen die varieerden van 2 tot 47 m breed en 1,6 tot 6 meter hoog. Er bestond wel een positief verband tussen de lengte van een doorgang en het gebruik (wat grotendeels kwam door Wasberen) van deze groep dieren. Dit suggereert dat deze groep van middelgrote zoogdieren minder kritisch is dan de grotere soorten en dat ook de lengte (in deze studie 45-250 m) niet snel beperkend is voor het gebruik.

Voor Otter en Bever zullen naar verwachting ondergrondse passages goed voldoen. Voor deze soorten kunnen duikers, half gevuld met water dieper dan 50 cm, een goede verbinding vormen (Hollander & Reinhold 1999). Deze duikers moeten daarbij verschillende waterlopen verbinden zodat de dieren een ondoorbroken verbinding hebben.

De genoemde middelgrote zoogdieren kunnen allemaal goed zwemmen en zullen een watergang oversteken als deze niet te breed is of deze niet teveel stroming of golfslag heeft. Watergangen die de verbindingszone doorkruisen vereisen daarom geen speciale aanpassingen. De oever moet echter niet te steil zijn om de in en uitstap mogelijk te maken.

Minimale eisen middelgrote zoogdieren bovengrondse passage:

- *Passages geschikt voor Edelherten voldoet als voldoende dekking aanwezig is*
- *Minimale afmetingen van 7-8 m breed bij lengte 60 m*
- *Niet geschikt voor Bever en Otter (hebben natte passage nodig)*

Minimale eisen middelgrote zoogdieren ondergrondse passage:

- *Ondergrondse passages werken goed*
- *Tunnels van 4-9 m breed, hoogte 4-6m bij lengte 34-66 m*
- *Marterachtigen hebben voorkeur voor kleinere tunnels; 2-3 m breed, 2 m hoog en 35-80 m lang*
- *Duikers met waterdiepte > 50 cm voldoen voor Bever en Otter*

Watergangen en middelgrote zoogdieren:

- *Vormen geen barrière*

4.4. PASSAGES VOOR KLEINE ZOOGDIEREN EN VLEERMUIZEN

Kleine zoogdieren

Minimale eisen bovengrondse passages

Een factor die in belangrijke mate de geschiktheid van bovengrondse passages voor muizen bepaald is dat er voldoende hoogopgaande vegetatie is die dekking geeft tegen predatoren (McDonald & St. Clair 2004). In de eerder genoemde studie van Renard *et al.* (2007) bleek dat op het ecoduct op de Woeste Hoeve geen kleine zoogdiersoorten werden aangetroffen. Dit zou kunnen komen door lagere dichtheden van deze soorten maar kan ook doordat deze soorten alleen aan de randen van de ecoducten liepen waar meer dekking was waardoor ze niet waargenomen werden. Op het ecoduct in Terlet werden wel kleinere soorten aangetroffen als Bosmuis, Veldmuis en Bosspitsmuis (Van Wieren en Worm 2001), mogelijk omdat hier meer dekking aan wezig is.

Uit de studie van Andreassen *et al.* (1996) blijkt dat voor muizen bij bovengrondse passages niet altijd geldt 'hoe breder de corridor hoe beter'. Zij onderzochten de functionaliteit van een habitat corridor met een lengte van 310 meter tussen twee geschikte leefgebieden. Het bleek dat het aantal passages van Noordse woelmuizen (*Microtus oeconomus*) het grootst was bij een corridor van 1 meter breed. Bij een kleinere corridor, van 0,4 m, bleken de woelmuizen de corridor nauwelijks binnen te gaan. Bij de grotere corridor van 3 m bleek de uitwisseling tussen de twee gebieden ook minder efficiënt te zijn omdat de muizen zich minder in lineaire richting verplaatsten maar steeds meer dwars op de corridor.

Voor sommige soorten als Waterspitsmuis en Noordse Woelmuis geldt dat zij sterk aan water gebonden zijn. Een droge faunapassage van tientallen meters kan voor deze soorten een grote barrière vormen. Voor deze soorten zijn daarom ondergrondse verbindingen beter.

Minimale eisen ondergrondse passages

Uit de studie van Mata *et al.* (2005) bleek dat kleine zoogdieren (ware muizen, spitsmuizen en woelmuizen) het meeste gebruik maakten van duikers die onder wegen doorliepen en ook voor drainage dienden. De afmetingen van deze ondergrondse passages waren 2-3 meter breed, 1,80-2 meter hoog en 35 tot 80 meter lang. De aantallen kleine zoogdieren waren beduidend lager op grotere (7-20 m) en niet overdekte passages.

Algemeen kan gesteld worden dat kleinere zoogdieren kleinere en meer besloten ondergrondse passages prefereren. Hierbij kan gedacht worden aan overdekte passages van minimaal 2 meter breed. Daarnaast zouden bovengrondse passages geschikt gemaakt kunnen worden door een smalle strook, van 1 meter breed, aan te leggen met veel dekking in de vorm van dichte hoogopgaande vegetatie die dekking biedt tegen predatoren.

Voor soorten gebonden aan waterrijke habitats als Waterspitsmuis en Noordse woelmuis zijn duikers ideaal die watergangen verbinden. Vooral als de duikers groot genoeg zijn zodat er een doorlopende oeverzone in de duiker mogelijk is zullen goed functioneren.

Alle muizen kunnen goed zwemmen en zullen een watergang oversteken als deze niet te breed is of deze niet teveel stroming of golfslag heeft. Watergangen die de verbindingzone

doorkruisen vereisen daarom geen speciale aanpassingen, alleen moet de oever niet te steil zijn om de in en uitstap mogelijk te maken.

Minimale eisen kleine zoogdieren bovengrondse passage:

- *Geen kennis omtrent minimale afmetingen*
- *Muizen zijn waargenomen op Edelhert ecoducten*
- *Belangrijkste is voldoende dekking in de vorm van een smalle strook hoog-opgaande vegetatie*
- *Niet geschikt voor 'natte' soorten als Waterspitsmuis en Noordse woelmuis*

Minimale eisen kleine zoogdieren ondergrondse passage:

- *Ondergrondse passages vaak geprefereerd*
- *Tunnels van 2-3 m breed, hoogte 2m bij lengte 35-80 m voldoen goed*
- *Duikers met oeverzone nodig voor Waterspitsmuis en Noordse woelmuis*

Watergangen en kleine zoogdieren:

- *Vormen geen barrière als er geleidelijke oevers zijn*

Vleermuizen

Minimale eisen bovengrondse passages

Vleermuizen volgen lijnvormige landschapselementen, waarvan gebruik gemaakt kan worden om deze soorten te geleiden door een landschap. Onderbrekingen van deze lijnvormige elementen vormen voor soorten van besloten landschappen en een beperkte actieradius een barrière (zie 3.4).

Onderbrekingen van migratieroutes treden op bij kruispunten van wegen en spoorlijnen. Om de passage van deze kruispunten te vergroten moet vooral aandacht geschonken worden aan de aanleg van lijnvormige elementen die in verbinding staan met het omringende landschap. Dit soort aanpassingen zijn relatief eenvoudig te realiseren op faunapassages die voor andere diersoorten worden aangelegd. Door de aanplant van een strook bomen die doorloopt in het landschap kan de passage van vleermuizen, vooral de soorten die gebonden zijn aan droge habitats, gefaciliteerd worden. Bij passages over wegen moet de hoogte van bomen toenemen naarmate deze dichter bij de weg staan (minimaal 4 meter hoog). Op deze manier worden vleermuizen (en vogels) naar een grotere hoogte geleid waardoor ze op veilige hoogte de weg passeren. Dit zijn zogenaamde 'hop-overs'.

Voor soorten die gebonden zijn aan waterrijke habitats (Watervleermuis en Meervleermuis), en die een grote actieradius hebben, wordt verwacht dat wegen en spoorlijnen minder een barrière vormen. Maar ook voor deze soorten geldt, dat kruisingen de connectiviteit van het landschap verminderen. Daarnaast vormen voor deze soorten, bruggen en sluizen een barrière die de geleiding door het landschap vermindert (Kuijper *et al.* 2006). Door middel van het weghalen van kunstmatige verlichting kunnen bestaande lijnvormige landschapselementen geschikt worden gemaakt als vleermuisverbindingzone.

Kunstmatige verlichting in de nabijheid van watergangen of faunapassages werkt verstrend op verschillende Vleermuissoorten (Kuijper *et al.* 2006, Shirley *et al.* 2001). Omd eze verstrendende effecten te voorkomen dient er geen verlichting binnen 100-200 m afstand van de faunapassage aanwezig te zijn, of dient door middel van armaturen te voorkomen dat strooilicht op de passages schijnt. Naar verwachting zal kunstmatige verlichting verstrend

werken voor alle nachttactieve diersoorten, ze zijn namelijk niet voor niets actief in het donker. De afwezigheid van verlichting rond faunapassages zal ook voor deze soorten een positief effect hebben.

Minimale eisen ondergrondse passages

Voor sommige vleermuissoorten kunnen ook tunnels een geschikte verbindingszone vormen. Tunnels van 4 meter hoog en 4,5 meter breed werden door de meeste soorten gebruikt (Bach *et al.* 2004).

Voor laag boven het water vliegende vleermuissoorten als de Water- en de Meervleermuis kunnen vaarten en kanalen geschikt worden gemaakt door het wegnemen van bestaande barrières (lage bruggen en sluizen). Voor Water- en Meervleermuis dient de ruimte onder een brug minimaal 4 meter breed te zijn, en minimaal 1 tot 1,5 meter ruimte tussen het brugplafond en het wateroppervlak open te laten (Limpens & Twisk 2004). In het geval van drukke trekroutes, brede bruggen en situaties waarbij de brug in een door licht en geluid verstoorde omgeving ligt, verdienen ruimer gedimensioneerde bruggen een sterke voorkeur.

Minimale eisen vleermuizen bovengrondse passage:

- *Lijnvormige elementen in landschap aanleggen, zoals bomenrij over faunapassage*
- *Geen verlichting aanwezig*

Minimale eisen vleermuizen ondergrondse passage:

- *Tunnels van 4 m hoog, 4,5 m breed functioneren goed voor veel soorten*
- *Bruggen boven watergang minimaal 4 m breed, en 1-1,5 m hoog*

Watergangen en vleermuizen:

- *Vormen geen barrière en worden door verschillende soorten juist gevolgd*
- *Waterwegen aantrekkelijk maken door verwijderen verlichting en obstakels*

4.5. PASSAGES VOOR AMFIBIEËN EN REPTIELEN

Minimale eisen bovengrondse passages

Vanwege de geringe mobiliteit vormen wegen een grote barrière voor amfibieën en reptielen: de soorten lopen een grote kans om overreden te worden. Relatief eenvoudige maatregelen, zoals het onbereikbaar maken van het wegdek door middel van amfibieën- en reptielenwerende schotten in combinaties met enkele doorgangen (zoals op figuur 4), kunnen veel slachtoffers voorkomen.

Alhoewel de meeste soorten amfibieën sterk aan water gebonden zijn, vinden verplaatsingen ook via het land plaats. De functionaliteit van een passage over land hangt sterk af van de geschiktheid van het habitat voor amfibieën. Geschikt habitat waardoor amfibieën zich kunnen verplaatsen bestaat uit vochtige grasland, moerasvegetatie, vochtige ruigte en vochtige bosschage met een rijke ondergroei. Deze habitats kunnen ook door reptielen gebruikt worden. Om predatie door andere dieren die gebruik maken van de passage (bijvoorbeeld Das, Vos en marterachtigen) te voorkomen is het van belang dat er voldoende dekking aanwezig is. Door inrichting van deze habitats op bovengrondse faunapassages, zijn deze ook geschikt te maken voor amfibieën en reptielen. In een dieper ontwaterde omgeving zal dat lastig zijn om te realiseren.

Minimale eisen ondergrondse passages

In de studie van Mata *et al.* (2005) werd het gebruik van in totaal 82 ecoducten en tunnels van verschillende afmetingen en modellen onderzocht op het gebruik van verschillende diersoorten. Uit dit onderzoek bleek dat amfibieën en reptielen voornamelijk gebruik maakten van duikers die onder wegen doorliepen en ook voor drainage gebruikt werden. Deze hadden afmetingen van 2-3 meter breed, 1,80-2 meter hoog en 35 tot 80 meter lang. Het gebruik door deze soortgroepen van andere constructies van wildpassages, die gericht waren op het gebruik van grotere dieren (kleine zoogdieren en middelgrote zoogdieren), was beduidend lager of de soorten werden in het geheel niet waargenomen. De minst gebruikte passages bestonden uit grote niet overdekte passages.

Voor reptielen is het van belang dat de onderdoorgang een vrij zicht op de hemel biedt (bijvoorbeeld door middel van wildroosters, zie (figuur 4). Veel reptielen gaan niet vrijwillig een dichte tunnel in. Bovendien maakt daglicht in de onderdoorgang plantengroei mogelijk, waardoor schuilgelegenheid ontstaat.

Watergangen vormen geen barrière voor amfibieën en reptielen. Ringslangen zwemmen ook zonder problemen open water over. Watergangen die de verbindingzone doorkruisen vereisen daarom geen speciale aanpassingen. Er zijn hiervoor wel natuurvriendelijke (geen steile) oevers vereist met oevervegetatie.

Minimale eisen amfibieën en reptielen bovengrondse passage:

- *Functionaliteit hangt sterk samen met geschiktheid habitat*
- *Inrichting van faunapassage met vochtige habitats met voldoende dekking: ruig grasland, riet, struiken*

Minimale eisen amfibieën en reptielen ondergrondse passage:

- *Tunnels van 2-3 m breed, 1,8- 2 m hoog bij lengte van 35-80 m*
- *Voor reptielen is vrij zicht op hemel belangrijk, bijvoorbeeld door middel van veerooster*

Watergangen en amfibieën en reptielen:

- *Vormen geen barrière als er geleidelijke oevers zijn*



Figuur 4. Voorbeeld van reptielenpassages in het Fochteloërveen (foto van J. Schut).

4.6. PASSAGES VOOR VISSSEN

Vissen kunnen zich alleen verplaatsen door een directe waterverbinding. De enige uitzondering hierop vormt de paling die ook korte stukken over land (in vochtig gras) kan afleggen. Om de passage van vissen van kruispunten met infrastructuur mogelijk te maken dienen daarom verbindingen gerealiseerd te worden.

De meest praktische manier bestaat uit de aanleg van ondergrondse doorgangen die twee watersystemen verbindt. Er is weinig bekend over de minimale eisen die vissen stellen aan ondergrondse doorgangen. De dimensies en de vorm van een geschikte passage voor vissen is afhankelijk van de vissoort. Voor soorten met kleine larven, zoals de beschermde modderkruipers, kan een verbinding tussen twee watersystemen met behulp van een kleine duiker al voldoende zijn. Voor grotere vissoorten moet een ruimer gedimensioneerde verbinding gemaakt worden met een doorsnede van minimaal 80 cm. Het is hierbij vereist dat de duiker niet geheel onder water zit maar dat er een laag lucht boven het wateroppervlak aanwezig is. Voor de meeste soorten is een tunnel zonder daglicht geen probleem, voor sommige soorten wordt verwacht dat inval van daglicht vereist is.

Voor het goed functioneren van de passage dient rekening gehouden te worden met de habitateisen van de doelsoorten. Dat betekent dat sommige soorten juist passages zullen opzoeken met stromend water en andere soorten stilstaand water nodig hebben. De keus van de doelsoorten is dus erg bepalend voor de maatregelen die getroffen dienen te worden. Indien hoogteverschillen overbrugd dienen te worden, bijvoorbeeld bij de verbinding van twee watersystemen met een verschillend peil, moeten vistrappen aangelegd worden. Deze werken echter alleen voor reofielen (soorten gebonden aan stromend water) en zullen een

barrière vormen voor stagnofielen (soorten van stilstaand water). Voor deze laatste groep soorten zouden alternatieve passages moeten worden aangelegd om migratie mogelijk te maken. Afhankelijk van het te overbruggen peilverschil en het type watergangen is er een scala aan mogelijkheden, zie Kroes & Monden (2005) voor een overzicht. Voor een definitieve keuze van benodigde passages zou een gedetailleerde studie uitgevoerd dienen te worden van het watersysteem en de mogelijkheden om deze te verbinden.

Minimale eisen vissen bovengrondse passage:

- *Combinatie met bovengrondse passage alleen mogelijk als geen hoogteverschil overbrugd moet worden*

Minimale eisen vissen ondergrondse passage:

- *Weinig kennis aanwezig over minimale afmetingen*
- *Doorsnede van minimaal 80 cm met laag lucht boven wateroppervlak voor veel soorten functioneel*

Watergangen en vissen:

- *Vormen ideale verbindingen tussen watersystemen*

4.7. PASSAGES VOOR VOGELS

Alle genoemde doelsoortgroepen (zie 2.1) zijn mobiel en kunnen zich gemakkelijk over grote afstand verplaatsen. Veel van de soorten overbruggen duizenden kilometers tijdens hun trek van en naar hun overwinteringsgebieden. Voor de meeste soorten zullen de knelpunten, bestaand uit de verbindingen over wegen en spoorlijnen etc., daarom niet of nauwelijks een belemmering vormen voor de verplaatsing tussen geschikte leefgebieden. De verbindingen kunnen ook bestaan uit minder geschikt landschap. Er worden daarom geen eisen gesteld aan de inrichting van ecoducten en tunnels omdat deze niet noodzakelijkerwijs gebruikt of gevolgd worden voor verplaatsingen. Veel belangrijker is het om de verbonden gebieden en de verbindingszone zo in te richten dat zoveel mogelijk aan de habitateisen van de doelsoorten wordt voldaan.

Een uitzondering kan worden gemaakt voor de Roerdomp. In de moeraszone van de Oostvaardersplassen broedende Roerdompen foerageren voor een belangrijk deel buiten dit gebied. Foerageergebieden liggen vooral in de randzone van het gebied maar soms zelfs buiten de Oostvaardersplassen, zoals in de Ecologische verbindingszone De Vaart (tussen de Oostvaardersplassen en de Lepelaarplassen), het daarachter liggende Vaartbos en mogelijk zelfs in de Lepelaarplassen (Beemster & van der Hut 2007). Foerageervluchten vinden plaats op een hoogte van ca. 10 meter en over afstanden van zeker 3 km (Beemster et al. 2002). Roerdompen maken daarbij bij voorkeur gebruik van (eventueel lijnvormige) rietvegetaties, grootschalig open vegetaties worden gemeden. Drukke tweebaanswegen (Beemster & van der Hut 2007), zelfs snelwegen, kunnen daarbij worden overgestoken.

Minimale eisen vogels bovengrondse passage:

- *Door grote mate van mobiliteit geen bovengrondse passages nodig*
- *Lijnvormige rietkragen kunnen Roerdompen leiden naar oversteekplaatsen*

Minimale eisen vogels ondergrondse passage:

- *Niet gebruikt*

Watergangen en vogels:

- *Vormen geen barrière*
- *Vormen verbinding voor watervogels*

4.8. PASSAGES VOOR OVERIGE SOORTEN**Insecten**

Omdat het gebruik van een passage door insecten vaak erg moeilijk is te kwantificeren zijn er weinig studies gedaan naar de eisen die aan passages voor insecten worden gesteld. Een uitzondering hierop vormen de studies die aan vlinders zijn gedaan.

De studies van Haddad (1999) en Haddad & Baum (1999) laten zien dat het aanleggen van corridors tussen geschikte leefgebieden van vlinders ook de dispersie tussen die gebieden vergroot. In deze studie ging het om het verbinden van leefgebieden voor drie soorten vlinders typisch voor open landschappen (*Junonia coenia*, *Euptoieta claudia*, en *Phoebis sennae*). De dispersie tussen de gebieden nam af met de lengte van de corridor en voor één soort nam deze toe met de aanwezigheid van zijn belangrijkste nectar plant (Haddad 1999).

De studie van Haddad & Tewksbury (2005) laat zien dat voor twee onderzochte vlindersoorten van open landschap (*Junonia coenia hubner* and *Euptoieta claudia cramer*) de habitat kwaliteit van een verbindingszone tussen twee leefgebieden niet de kritische factor is die het gebruik ervan bepaalt. Als er een corridor aanwezig was tussen twee leefgebieden verhoogde dit de dispersie tussen de gebieden, ook als de corridor op zichzelf niet een geschikt leefgebied voor de soorten vormde. De onderzoekers stellen dat, in ieder geval voor vlindersoorten die binnen één generatie gemakkelijk de afstand van de corridor kunnen afleggen, de habitat kwaliteit van de corridor lager kan zijn dan de geschikte leefgebieden. De corridor kan dan nog steeds de dispersie tussen de leefgebieden verhogen.

Voor de meeste overige insectensoorten wordt verwacht dat ze zich bij verplaatsingen sterk laten leiden door geschikt habitat. Dat betekent dat sommige soorten een verbinding nodig hebben die bestaat uit vochtige of waterrijke habitats, terwijl andere soorten juist een droge verbinding vereisen. Naar verwachting zullen de meeste insecten soorten gebruik maken van passages die voldoen aan de eisen van de overige doelsoorten.

Overige soorten

Ook voor de overige doelsoorten (Platte Schijfhoren, Krabbescheer) geldt dat zij zullen profiteren van passages die zijn aangelegd voor overige doelsoorten. Het gaat hierbij om het verbinden van watersystemen voor het vormen van een natte verbinding door het OostvaardersWold.

Minimale eisen overige soorten bovengrondse passage:

- *Inrichting met geschikt habitat zal functionaliteit voor overige groepen vergroten*

Minimale eisen vissen ondergrondse passage:

- *Doorlopende watergang voor veel soorten vereist*

Watergangen en overige soorten:

- *Vormen geen barrière*
- *Vormen verbinding*

4.9. CONCLUSIES

Uit bovenstaande paragrafen blijkt dat de verschillende soortgroepen uiteenlopende eisen stellen aan de afmetingen van faunapassages en de inrichting daarvan. Daarnaast blijkt dat voor veel soorten ondergrondse passages ook goed voldoen, mits aan bepaalde randvoorwaarden wordt voldaan.

Veel van de minimale eisen van de soortgroepen zijn te combineren door één faunapassage aan te leggen voor de meest kritische soort. Soorten die lagere eisen stellen zullen dan ook gebruik kunnen maken van de faunapassage. Echter, sommige soorten stellen eigen eisen aan afmetingen of inrichting die niet zijn te combineren en vereisen een aparte faunapassage.

In tabel 1 is een overzicht gegeven van de maatregelen die vereist zijn voor Edelherten om functionele faunapassages over wegen te maken. Er zijn hierbij twee alternatieven; 1) bovengrondse passages of 2) ondergrondse passages. Daarnaast is aangegeven welke aanvullende maatregelen nodig zijn bovenop de maatregelen voor Edelherten om de passages ook geschikt te maken voor andere soortgroepen.

Bovengrondse passages gericht op Edelherten zijn voor veel diersoorten geschikt te maken door een goede inrichting van de passage door middel van beplanting die voldoende dekking biedt. Echter, een ecoduct in het OostvaardersWold zal circa 9 m hoog worden (Witteveen & Bos 2007). Het is niet ondenkbaar dat een dergelijke hoge constructie in een vlak landschap op zichzelf al een barrière vormt (zie verder 6.2). Daarnaast maakt dit het onmogelijk om voor een aantal soorten die gebonden zijn aan water, een functionele passagemogelijkheid te bieden omdat een natte doorgang niet haalbaar is (tabel 1).

Ondergrondse passages gericht op Edelherten voldoen ook voor een groot aantal ander soorten. Echter, met name marterachtigen en kleine zoogdieren zijn gebaat bij kleinere doorgangen, die onderdeel van de grote doorgang zouden kunnen vormen. Ondergrondse passages maken een combinatie mogelijk met een watergang die onder wegen doorloopt waardoor het ook geschikt kan zijn voor alle watergebonden soorten (inclusief vissen). Door rekening te houden met de eisen van alle doelsoorten zijn ondergrondse doorgangen geschikt te maken voor alle soorten. Alleen vogels zullen er geen gebruik van maken, maar voor deze soortgroep zijn passages ook niet vereist.

Voor de aanleg van faunapassages in het Oostvaarderswold verdienen daarom ondergrondse passages (alternatief 2) de voorkeur om twee redenen. Ten eerste omdat hoge ecoducten (9 m) mogelijk minder goed werken in een vlak landschap als de Flevopolder. Ten tweede omdat door middel van ondergrondse passages voor vrijwel alle soorten, gebonden aan zowel natte als droge habitats, een functionele verbinding is te maken.

Tabel 1. Overzichtstabel van ecologische eisen die verschillende soortgroepen aan boven- en ondergrondse passages stellen. Uitgegaan wordt van passages die geschikt zijn voor Edelhert, de aanvullende eisen die andere soorten stellen om passage geschikt te maken zijn aangegeven. Ook is aangegeven voor welke soorten een alternatief niet geschikt is. Bij alle soorten is er vanuit gegaan dat er geleidelijke oevers bij watergangen zijn.

Doelsoortengroep	Alternatief 1: Bovengrondse passages over wegen	Alternatief 2: Ondergrondse passages onder wegen
Edelhert	Minimaal 50 m breed bij lengte van 200 m, breedte:lengte verhouding van minimaal 0,16	- Min. 5-7 m breed, 4-5 m hoog bij lengte van 50-60 m - Minder gebruik bij grotere lengte - Meer gebruik bij grotere breedte en hoogte
Aanvullende eisen andere soorten:		
Heckrund	+ Passage (brug) over watergangen	+ Passage (brug) over watergangen
Konik	+ Passage (brug) over watergangen	+ Passage (brug) over watergangen
Middelgrote zoogdieren	+ Brede strook met struiken, bomen	+ Voor marterachtigen kleinere tunnels van 2-3 m breed, 2 m hoog en 35-80 m lang + Doorgaande waterverbinding voor Otter en Bever
Kleine zoogdieren	+ 2 m brede strook met dichte vegetatie	+ Kleine besloten passage 2-3 m breed, 2 m hoog en 35-80 m lang + Doorgaande waterverbinding met begroeide oeverzone voor Waterspitsmuis en Noorse woelmuis
Vleermuizen	+ Hoogopgaande bomenrij	+ Geen verlichting nabij passages + Doorgaande waterverbinding (Water- en Meervleermuis)
Amfibieën & reptielen	+ Strook met vochtige, dichte vegetatie	+ Kleine besloten passage 2-3 m breed, 2 m hoog en 35-80 m lang met daglicht
Vissen	Niet geschikt	+ Doorgaande waterverbinding
Vogels		
Insecten	+ Kruidenrijke vegetatie	+ Doorgaande waterverbinding voor natte soorten
Overige soorten	Niet geschikt	+ Doorgaande waterverbinding
Niet geschikt voor:		
	Otter, Bever, Waterspitsmuis, Noorse woelmuis, vissen, verschillende watergebonden insecten, Platte Schijfhoorn, Krabbescheer	Vogels

5. ECOLOGISCHE RANDVOORWAARDEN EN AANVULLENDE DOELEN

5.1. RECREATIEF MEDEGEBRUIK EN AANVULLENDE DOELEN

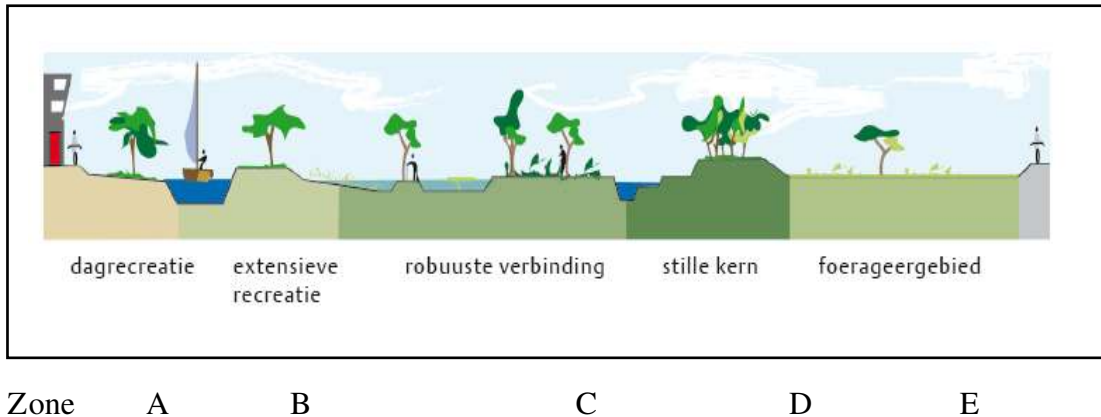
Naast de ecologische doelen is een aantal aanvullende doelen gesteld voor het OostvaardersWold. Het gebied zou een functie moeten vervullen voor recreatie en waterberging. Verder zou het gebied moeten fungeren als uitloopgebied voor de toekomstige uitbreiding van Almere in oostelijke richting

De provincie Flevoland heeft een uitwerking gemaakt waarbij de ecologische verbinding onderdeel uitmaakt van een groen-blauwe zone van het OostvaardersWold (Provincie Flevoland 2006). Deze groen-blauwe zone biedt naast de ecologische doelen mogelijkheden voor waterberging, natuur en recreatie. Op deze manier wordt de ecologische verbinding zo goed mogelijk geïntegreerd met andere doelstellingen in Flevoland (figuur 5).

De Provincie Flevoland heeft het voornemen dat een groot deel van het gebied opengesteld zou moeten worden voor recreatief medegebruik. Hierbij wordt vooral gedacht aan dagrecreatie in de vorm van fietsers, wandelaars en paardrijders. Ook zou in beperkte vorm en op kleine schaal ruimte kunnen zijn voor verblijfsrecreatie zoals campings.

Volgens de Stroomgebiedsvisie moet in Zuidelijk Flevoland een wateropgave van circa 3 miljoen m³ worden opgelost bij continuering van de landbouw met de huidige droogtelegging (Ambtelijk Kernteam 2003). Deze opgave (of een deel) zou in combinatie met andere functies in het OostvaardersWold kunnen worden gerealiseerd. Waterberging wordt in toenemende mate met natuur gecombineerd.

Deze aanvullende doelen, recreatief medegebruik en waterberging kunnen mogelijk botsen (afhankelijk van de uitvoering) met de ecologische eisen (hoofdstuk 4). In dit hoofdstuk zullen we onderzoeken in hoeverre recreatief medegebruik en waterberging vanuit ecologisch oogpunt mogelijk en wenselijk is, en welke voorwaarden hieraan verbonden moeten zijn om een goed ecologisch functioneren van de zone niet in de weg te staan. We gaan daarbij in op het vraagstuk of de infrastructuur voor de doelsoorten en voor het recreatief medegebruik ontvlochten of juist vervlochten moet worden.



Figuur 5. Tentatieve inrichting van het OostvaardersWold en indicatie van de zones A t/m E (Amtelijk Kernteam 2006).

5.2. ECOLOGISCHE EISEN VERSUS RECREATIEF MEDEGEBRUIK

De meeste kleine zoogdieren, amfibieën, reptielen, vissen en insecten zijn niet of nauwelijks gevoelig voor verstoring door aanwezigheid van mensen, tenzij er sprake is van directe confrontatie. De meeste soorten komen voor in gebieden waar menselijke activiteit plaatsvindt. Het is daarom niet te verwachten dat het openstellen van bepaalde delen van het OostvaardersWold voor recreanten tot een verminderd gebruik van deze dieren leidt van de verbindingszone. We gaan daarbij wel van een niet zeer intensief gebruik uit.

Grotere soorten als middelgrote zoogdieren, grote zoogdieren en vogels zijn wel gevoelig voor verstoring. Omdat de verbindingszone in eerste instantie geschikt moet zijn voor uitwisseling van Edelherten tussen gebieden, en omdat Edelherten wel gemakkelijk verstoord kunnen worden, zal veel van de gepresenteerde kennis in dit hoofdstuk betrekking hebben op het Edelhert. Het Edelhert kan in dit geval beschouwd worden als een 'umbrella species', als de omstandigheden goed zijn voor deze soort dan zal dat ook vaak het geval zijn voor andere soorten (zoals middelgrote zoogdieren en vogels).

Effecten van verstoring door mensen

Grote zoogdieren

Verschillende wetenschappelijke studies laten zien dat menselijke activiteiten een verstorend effect hebben op het gedrag van zoogdieren. In gebieden waar regelmatig mensen aanwezig zijn komen van verschillende soorten minder individuen voor. De studie van Hewison *et al.* (2001) laat bijvoorbeeld zien dat Reeën gebieden ontwijken waar menselijke activiteiten plaatsvinden, vooral als er onvoldoende dekking aanwezig is. In natuurgebieden in Japan en Californië bleek respectievelijk het aantal geobserveerde Sikaherten en het aantal Lynxen en Coyotes sterk negatief gecorreleerd te zijn met het aantal toeristen dat in een gebied aanwezig was (Borowski 2001, George & Crooks 2006).

De mate waarin verstoring door mensen optreedt, wordt voor een groot deel bepaald door het type activiteiten dat plaatsvindt. Er gaat over het algemeen een groot verstorend effect uit van wandelaars en fietsers (George & Crooks 2006). In studie van Taylor & Knight (2003) is onderzocht op welke afstand verschillende grote zoogdiersoorten beïnvloed werden door de aanwezigheid van mountainbikers of wandelaars. Vrijwel alle onderzochte soorten, inclusief Witstaartherten, bleken op een afstand binnen 100 m van mensen verjaagd te worden. Dit

betekent dat een gebied van 100 m aan beide zijden van wegen en paden niet geschikt zijn voor deze zoogdiersoorten. De Boer *et al.* 2007 laten zien dat de vluchtafstand van Edelherten en reeën varieëerd van 41 tot 65 m bij wandelaars in Nederlandse natuurgebieden. De grootste vluchtafstanden werden daarbij gevonden in gebieden waar jacht plaatsvond. Herten associeëren mensen blijkaar meer met gevaar als er op hen gejaagd wordt.

Als recreanten vergezeld gaan van honden wordt het verstorende effect aanzienlijk vergroot. Het maakt daarbij niet uit of de hond aangeliend is of losloopt. Dit bleek onder andere uit de studie van Martinetto & Cugnasse (2001) in het Caroux plateau in Frankrijk. Moevlons vertoonden vluchtgedrag en verstoord gedrag in een gebied van gemiddeld 3,7 ha rond twee wandelaars zonder hond, en het verstoord gebied werd vergroot tot 7,5 ha in de aanwezigheid van een hond. Ook voor verschillende andere diersoorten blijkt dat ze meer verstoord worden door wandelaars met hond dan wandelaars zonder hond, bijvoorbeeld voor herten (Miller *et al.* 2001). In de Oostvaardersplassen worden momenteel in de begraasde gebieden dan ook geen honden toegestaan. Naast de aanwezigheid van honden blijkt ook de verstoring sterk toe te nemen wanneer recreanten zich buiten de paden begeven (Miller *et al.* 2001, Taylor & Knight 2003).

De mate van verstoring van menselijke activiteiten wordt voor een groot deel bepaald door de voorspelbaarheid ervan. Edelherten kunnen wennen aan verschillende vormen van voorspelbare menselijke activiteit (Thompson & Henderson 1998), maar onvoorspelbare vormen van menselijke activiteit blijven zorgen voor grote verstoring. De voorspelbaarheid van verstoring hangt samen met de regelmaat waarin het optreedt. Over het algemeen kan gesteld worden dat Edelherten minder schuw worden ten opzichte van de mens als deze vormen van regelmatige activiteit laat zien die niet met gevaar worden geassocieerd. In die gevallen zal er gewinning optreden. Voorbeelden zijn drukke snelwegen en auto's of autobussen met waarnemers (Groot Bruinderink *et al.* 2003). Bij onvoorspelbare vormen van recreatie moet gedacht worden aan wandelaars buiten paden, loslopende honden, fietsers en mountainbikers buiten wegen en paden (Groot Bruinderink *et al.* 2003).

Als reactie op menselijke verstoringen kunnen er aanpassingen aan het bioritme optreden. Zo bleek uit de studie van George & Crooks (2006) dat verschillende soorten (Lynx, Coyote, herten) gebieden met menselijke activiteit niet alleen meden in de ruimte maar ook in de tijd. De gebieden met de hoogste intensiteit van recreatie werden voornamelijk 's nachts bezocht. Dit gedrag is ook bekend van Edelherten. Zij trekken zich vaak terug in de meest rustige gebieden als er veel recreatie plaatsvindt. Zij worden dan vooral nachtactief (Groot Bruinderink *et al.* 2003).

Vogels

Ook zijn er duidelijk versturende effecten van de aanwezigheid van recreanten op vogels, zie Krijgsveld *et al.* (2004) voor een overzicht. Door een constante verstoring kan de dichtheid van vogels in gebieden achteruitgaan. Ook voor vogels geldt dat wandelaars een belangrijke bron van verstoring zijn en dat de voorspelbaarheid van verstoring bron het versturende effect bepaalt. De versturende effecten van recreanten zijn ernstiger in open landschappen dan in besloten landschappen omdat de aanwezigheid van recreanten op grotere afstand merkbaar is voor vogels. Alle vormen van watersport kunnen aantoonbaar leiden tot verstoring. Het type vaartuig, de aanwezigheidsduur en de voorspelbaarheid zijn belangrijke aspecten die het versturende effect bepalen. Snelle boten, of watersporters die zich gedurende lange tijd ophouden in gebieden waar ook vogels rusten, foerageren of broeden zullen leiden tot meer verstoring (Krijgsveld *et al.* 2004).

Verstorende effecten van wegen

Over het algemeen is het verstorende effect van mensen in auto's kleiner dan van wandelaars en fietsers. Maar er treedt wel degelijk een verstorende effect op van wegen met verkeer. De studie van Czech (1991) laat zien dat Edelherten in Amerika een strook van 250 m rond wegen mijden. Het ging hierbij om wegen die door een natuurpark liepen en bestemd waren voor recreatie.

Ook vogels ondervinden duidelijk verstorende effecten van wegen. Over het algemeen kan gesteld worden hoe drukker wegen bereden worden hoe groter het verstorende effect. De studie van Reijen *et al.* (1997) laat zien dat dichtheden van broedvogels sterk afnemen in een brede zone langs druk bereden wegen. Bij wegen met 10.000 auto's per dag bedroeg de verstoorde afstand 125-190 m aan beide kanten van de weg. Bij wegen met 50.000 auto's per dag werd deze afstand vergroot tot 365-560 m. Deze effecten zijn in hoge mate soortsafhankelijk. Kleine zangvogels zijn meestal weinig gevoelig voor verstoring terwijl meer gespecialiseerde soorten (zoals veel moerasvogels) snel verstoord worden (Krijgsveld *et al.* 2004).

Naast het verstorend effect van wegen, vormen wegen in meer of mindere mate een barrière. Dit hangt in de eerste plaats af van de intensiteit van het verkeer op deze wegen; hoe meer verkeer hoe groter de barrière-werking. Daarnaast is het effect soortafhankelijk. Voor grotere mobiele soorten (Edelhert, Heckrund, Konik) hoeft een weg, met lage verkeersintensiteit, geen groot obstakel te zijn. Voor minder mobiele soorten (reptielen, amfibieën etc.) is het wel een grote barrière. Het OostvaardersWold wordt momenteel doorsneden door een aantal wegen. In hoeverre deze wegen een probleem vormen voor het ecologisch functioneren van de verbindingzone hangt sterk af met de uiteindelijke doelstelling van die het moet vervullen. Als de verbindingzone alleen dispersie moet mogelijk maken zou volstaan kunnen worden met het 'down-graden' van wegen eventueel met extra maatregelen. Echter, als het doel is dat frequente uitwisseling van soorten mogelijk moet zijn tussen gebieden, zouden zoveel mogelijk wegen verwijderd moeten worden of passages over de wegen aangelegd moeten worden. Een alternatief is het veranderen van de wegen in zandpaden die alleen gebruikt worden door lokaal, zeer langzaam rijdend verkeer.

Effecten van recreatie op het gebruik van passages

Uit de voorgaande paragraaf blijkt dat een gelijktijdig gebruik van mensen het gebruik van dieren van deze passages sterk zal verminderen of in het geheel niet meer zal gebeuren, met name omdat verstoring door mensen vaak al op een afstand van circa 100 m plaatsvindt.

Omdat verschillende diersoorten hun bioritme aanpassen als reactie op verstoring is het in theorie mogelijk om in de tijd menselijk en dierlijk gebruik van een passage te scheiden. Overdag kunnen mensen ervan gebruik maken en 's nachts dieren. De vraag die dan naar voren komt is of het gebruik overdag door mensen effecten heeft op het gebruik 's nachts door dieren.

Er is weinig bekend over de effecten van menselijk gebruik van faunapassages en effectiviteit daarvan voor het gebruik van dieren. Een van de uitzonderingen vormen de studies van Clevenger & Waltho (2000) in Banff National Park in Canada. Uit deze studies blijkt dat bij een intensief gebruik van mensen overdag van faunapassages (wandelaars, fietsers, paardrijders) dit de belangrijkste factor is die het gebruik van grote zoogdieren overdag en 's nachts bepaald. Grote zoogdieren (inclusief herten) ontweken passages met een intensief gebruik door mensen ondanks dat de afmetingen of opbouw van de passages voor hen geschikt waren. Daarnaast bestond er een duidelijk negatief verband tussen het niveau van

geluid (veroorzaakt door auto's of mensen) bij de faunapassage en het gebruik door herten van deze passage. In gebieden met een zeer extensief gebruik van passages door mensen (39 menselijke passages in 34 maanden verspreid over 13 passages) was er geen effect. In deze laatste gebieden bleek dat de opbouw en structuur van de passages de belangrijkste factor was die het aantal passages van herten beïnvloedde. Het omringende landschap en de hoeveelheid menselijke activiteit waren dan van secundair belang (Clevenger & Waltho 2000). Ook uit de studie van Rodriguez *et al.* (1997) blijkt dat het gebruik van faunapassages door zoogdiersoorten (in dit geval Vos en Wilde kat) afneemt als er regelmatige menselijke activiteiten plaatsvinden. Dit negatieve effect van mensen treedt zelfs op als er voldoende geschikt habitat aanwezig was.

Tijdelijk openstellen van faunapassages

Als het hoofddoel van de ecologische verbindingszone en de faunapassages is om dispersie tussen gebieden mogelijk te maken en het minder gaat om meer frequente uitwisseling, kan ook gekozen worden voor het tijdelijk openstellen van faunapassages voor recreatief medegebruik.

Dispersie treedt vooral op bij hoge dichtheden van dieren. De hoogste dichtheden zullen over het algemeen in de nazomer-najaar plaatsvinden aan het eind van het reproductieve seizoen. Gedurende de zomer zou recreatief medegebruik toegestaan kunnen worden, maar in de nazomer en najaar zouden recreanten geweerd kunnen worden.

Naast dispersie kunnen seizoensbewegingen voorkomen tussen verschillende gebieden (Oostvaardersplassen en Horsterwold) van met name grote herbivoren (Edelhert, Heckrond en Konik). In het najaar en winter, als de voedselkwaliteit en kwantiteit afneemt in de Oostvaardersplassen, zullen deze dieren de neiging hebben naar beboste delen te trekken. In het voorjaar, als de voedselkwaliteit van graslanden toeneemt, wordt de omgekeerde beweging verwacht. Het is daarom van belang dat in deze perioden de ecologische verbindingszone (inclusief faunapassages) optimaal functioneren. In hoeverre deze migratiebewegingen binnen het OostvaardersWold werkelijk gaan optreden is echter de grote vraag zolang de Veluwe geen onderdeel hiervan uitmaakt (zie hoofdstuk 2).

Gezien het bovenstaande is het in principe mogelijk om functies in de tijd te scheiden. 's Zomers zou in dat geval recreatief medegebruik van faunapassage mogelijk zijn maar in de nazomer, najaar en winter zou volledig aan de ecologische eisen moeten worden voldaan. Dat betekent dat faunapassages alleen in de (hoog)zomer opengesteld worden voor publiek, eventueel nog via scheiding in ruimte.

Een dergelijke keuze heeft onherroepelijk tot gevolg dat de functionaliteit van de faunapassages voor verschillende doelsoortgroepen zal afnemen. In de eerste plaats omdat meer frequente uitwisseling sterk zal verminderen door verstoring, en ten tweede omdat niet alle soorten in het najaar en winter hun grootste dispersiebewegingen laten zien. Het tijdelijk openstellen van faunapassages is daarom wel te combineren met de doelstelling om een verbindingszone voor grote grazers te creëren maar gaat ten koste van de doelstelling om ook voor ander soorten een functionele verbinding te maken.

5.3. RECREATIE IN COMBINATIE MET HECKRUNDEREN EN KONIKS

Heckrunderen en Koniks zijn niet erg schuw voor mensen en er zal naar verwachting ook gewinning optreden van deze dieren aan menselijke activiteiten. Verschillende vormen van recreatie zullen daarom naar verwachting niet leiden tot een verminderd gebruik van de

ecologische verbindingszone door Heckrunderen en Koniks. De combinatie met recreatie zal voor deze dieren daarom geen belangrijke gevolgen hebben. Echter, er kleven wel bezwaren aan het toegankelijk stellen van gebieden waar deze dieren lopen, vanwege de gevolgen die het kan hebben voor de recreanten zelf.

In de eerste plaats is het de vraag of Heckrunderen geheel ongevaarlijk voor recreanten zijn. Deze vraag komt vooral naar voren vanwege het feit dat er Spaanse vechtsieren zijn gebruikt om dit ras te fokken. Het is daarom te verwachten dat dit ras agressiever kan zijn dan andere rassen die gebruikt worden in begrazingsprojecten, zoals Schotse Hooglanders. Een ander verschil met overige gebieden waar grote grazers zijn ingezet voor het natuurbeheer, is dat in de Oostvaardersplassen sprake is van een natuurlijke opbouw van kuddes. Dit houdt in dat er groepen met stieren aanwezig zijn. Groepjes bestaand uit (jonge) stieren, of territoriale oude stieren kunnen naar verwachting agressief reageren op recreanten. Dreiggedrag is waargenomen door onderzoekers voor broedvogelinventarisatie die zich in de nabijheid van solitaire stieren begaven. Omdat er weinig tot geen ervaring is met de interactie tussen Heckrunderen en recreanten is dit voor Staatsbosbeheer in de Oostvaardersplassen reden om in gedeelten waar toeristen worden toegelaten geen Heckrunderen in te scharen.

Er hebben in de afgelopen jaren verschillende ongevallen plaatsgevonden waarbij wandelaars of fietsers werden aangevallen door runderen in natuurgebieden (Van den Hendrik & Verklaart 2006). Alhoewel van een aantal ongevallen de oorzaak niet meer te achterhalen is, blijkt dat de meeste gevallen te maken hebben met moederkoeien die hun kalf verdedigen tegen recreanten die te dichtbij komen. Dergelijke ongelukken zijn voorgekomen bij Schotse Hooglanders en Limousin runderen. Daarnaast is een aantal ongelukken gebeurd met paarden, waaronder Koniks. In 2000 raakte een kind ernstig gewond aan het hoofd door een beet van een Konik in een natuurgebied in Maastricht. Deze kudde werd regelmatig door bezoekers van het gebied gevoerd. Dit wordt als een aannemelijke oorzaak gezien van het ongeval. Als gevolg van het voeren raken Koniks gewond aan mensen en worden er door aangetrokken. Als dergelijke grote dieren in de directe nabijheid zijn van recreanten, dan kunnen er snel ongelukken gebeuren.

Naast bovenstaande risico's, is het ook af te raden om paardrijders in gebieden met koniks toe te staan. Als het bereden paard een hengst is, kan het als een rivaal gezien worden van Konikhengsten die zich in een kudde bevinden. Als een bereden paard een merrie is, die vruchtbaar is, kunnen ongelukken ontstaan doordat Konikhengsten het paard willen dekken (Van den Hendrik & Verklaart 2006).

Door middel van borden kunnen spelregels aan het publiek worden uitgelegd die gelden in het gebied en die voorkomen dat mensen de dieren benaderen of voeren. Alleen als recreanten zich werkelijk houden aan dergelijke spelregels kunnen bovenstaande problemen voorkomen worden. Het is de vraag in hoeverre hiermee bovenstaande risico's voorkomen kunnen worden.

Het combineren van Heckrunderen en Koniks brengt dus belangrijke beperkingen mee. Omdat er tot nu toe geen ervaring is met de combinatie van recreatie met Heckrunderen kan niet met zekerheid gezegd of dit geheel ongevaarlijk is. Gezien de opbouw van de kuddes in de Oostvaardersplassen en de oorsprong van het ras wordt ingeschat dat dit geen goede combinatie is. Ook de combinatie van recreanten met Koniks kan problemen opleveren. Vooral als paarden gewond raken aan mensen (bijvoorbeeld als gevolg van voeren) en zij dichtbij hen komen. Om problemen te voorkomen kan er daarom voor gekozen worden om

recreanten en deze grote grazers gescheiden te houden, hetzij in de ruimte hetzij in de tijd (zie verder paragraaf 6.1).

5.4. GROTE GRAZERS EN VERKEERSVEILIGHEID

Ook voor de verkeersveiligheid zijn aanpassingen nodig indien de verbindingszone moet functioneren voor Heckrunderen en Koniks en in mindere mate voor Edelherten. Omdat beide soorten in kuddes leven (naast solitaire stieren) en een geringe schuwheid bezitten, bestaat de kans dat (grote aantallen) dieren op of in de nabijheid van wegen zullen verblijven. Dit kan met name op provincieale wegen tot gevaarlijke situaties leiden. Op deze kruisingen met wegen kunnen problemen worden voorkomen door over een ruime afstand (paar honderd meter) de weg te 'downgraden' (figuur 6). Naast snelheidsbeperkingen is het raadzaam de weg te versmallen, verkeersdrempels aan te leggen en het wegdek aan te passen of als 'karrepad' uit te voeren. Waarschuwborden maken mensen attent op de aanwezigheid van deze dieren. Heckrunderen en Koniks kunnen via rasters naar deze oversteekplaatsen geleid worden en veerosters in het wegdek kunnen voorkomen dat dieren naar andere delen (die opengesteld zijn voor publiek) van het gebied kunnen gaan.

Op deze gelijkvloerse oversteekplaatsen zouden alleen automobilisten moeten worden toegestaan en beter geen wandelaars, fietsers en paardrijders om ongelukken met Heckrunderen en Koniks te voorkomen (zie 5.3). Er zouden voor deze groep recreanten voorzieningen getroffen kunnen worden door bijvoorbeeld een voetgangers brug aan te leggen.

Heckrunderen kiezen vaak voor de droogste delen als rust- en ligplaats. Voorkomen dient daarom te worden dat de wegen de droogste plekken zijn. De aanleg van hogere en drogere delen in de nabijheid van wegen kan voorkomen dat runderen op de wegen zullen verblijven.

Naast deze aspecten van verkeersveiligheid is het ook onwenselijk dat Heckrunderen en Koniks (en Edelherten) zich kunnen verplaatsen naar omliggende landbouwgebieden. Naast de schade die dieren kunnen aanrichten aan landbouwgewassen, spelen er ook gevaren met betrekking tot de verspreiding van dierziekten, nog los van het draagvlak. Om deze redenen is het niet wenselijk dat dieren de verbindingszone verlaten. Om het risico van direct en indirect contact (via een aerosol door de lucht) te verkleinen, wordt een bufferzone aan weerszijden van de verbindingszone en het Horsterwold aanbevolen, waarmee direct contact tussen mens en hoefdieren zoveel mogelijk wordt vermeden. In deze bufferzone zouden geen huisdieren en geen wilde hoefdieren moeten kunnen komen zodat in ieder geval 'neus tot neus' contact wordt voorkomen (Groot Bruinderink et al. 2007).



Figuur 6. Door het aanpassen van het wegdek, het plaatsen van verkeersdrempels, snelheidbeperkingen en waarschuwborden zijn wegen te 'downgraden' zodat passage door dieren gefaciliteerd wordt (foto D. Kuijper).

Bovenstaande problemen kunnen ook voorkomen worden door functies binnen de verbindingszone te scheiden. De kern van de verbindingszone zou geheel gesloten moeten zijn voor het publiek, en deze kan functioneren als leefgebied voor Heckrunderen. De Heckrunderen (en Koniks) kunnen daarbij in een bepaalde zone van het gebied gehouden worden door de aanleg van diepe en brede vaarten. Van Koniks is bekend dat doorwaadbare waterpartijen geen barrière vormen maar deze dieren zullen proberen te voorkomen dat ze moeten zwemmen. Deze vaarten zullen ook het publiek tegenhouden. Voor Edelherten levert dit echter geen barrière op (Groot Bruinderink *et al.* 2007). Als Edelherten de ecologische verbindingszone niet mogen verlaten dient een raster geplaatst te worden.

5.5. CONCLUSIES COMBINATIEMOGELIJKHEDEN MET RECREATIE

Uit de uitgevoerde wetenschappelijke studies blijkt dat er duidelijk versturende invloeden zijn van recreatie op het gedrag van verschillende wilde diersoorten (inclusief Edelhert). Het meest versturend hierbij zijn onvoorspelbare vormen van recreatie (wandelaars, mountainbikers, honden). De volgende conclusies kunnen uit deze studies getrokken worden:

- De aanwezigheid van recreanten in de verbindingszone OostvaardersWold zal ten nadele zijn van het gebruik van het gebied door diersoorten (met name Edelhert, vogels en middelgroet zoogdieren). Voor een goed functioneren van deze zone zou, vanuit ecologisch oogpunt, recreatie zoveel mogelijk beperkt of gezoneerd dienen te worden.

Een gelijke functionaliteit en de wens om te recreëren vereist de inrichting van een bredere zone.

- Het doorsnijden van wegen en paden van de verbindingszone moet zoveel mogelijk beperkt worden, omdat de aanwezigheid van voertuigen leiden tot verstoring en daardoor een barrière ontstaat
- Faunapassages dienen niet gebruikt te worden door recreanten. De aanwezigheid van recreanten op de faunapassage zal het gebruik door de meeste dieren voorkomen. Ook menselijke activiteiten die in de nabijheid van faunapassages plaatsvinden, met name bij de in- en uitloop, zullen de functionaliteit ernstig verminderen
- Alhoewel er een scheiding van functies in de tijd kan plaatsvinden op faunapassages (mensen overdag en dieren 's nachts) geven verschillende studies aan dat ook dit leidt tot een verminderd gebruik van de passages door dieren. Bij een intensief menselijk gebruik zullen dieren de passage in het geheel mijden.
- Het tijdelijk openstellen van faunapassages voor recreatie (in de zomer) is te combineren met de doelstelling om dispersie van verschillende diersoorten mogelijk te maken. Het gaat echter ten koste van frequente uitwisseling van dieren tussen leefgebieden en daarmee van de functionaliteit van de verbindingszone.

Indien de ecologische verbindingszone ook moet functioneren voor Heckrund en Koniks geldt een aantal aanvullende voorwaarden:

- Aan het combineren van Heckrund en Koniks met recreanten zijn risico's verbonden vanwege het nog onvoorspelbare gedrag van beide soorten en van de recreanten zelf
- Omdat beide soorten in grote kuddes voorkomen zijn extra aanpassingen nodig i.v.m. verkeersveiligheid ('downgraden' van wegen)
- Omdat het onwenselijk is dat deze soorten de verbindingszone verlaten is een raster nodig die de verbindingszone begrenst. Dit geldt trouwens ook voor het Edelhert.

Voor het goed functioneren van de ecologische verbindingszone is het daarom van belang om binnen de zone functies zoveel mogelijk te scheiden. Dit sluit aan bij de zonering die is voorgesteld in de inrichtingsschets van het gebied (Groot Bruinderink & van der Grift 2006). In de inrichtingsschets is een stille kern opgenomen (zone D) die als rustgebied voor Edelherden kan fungeren. Recreatie zou in de randen van de verbindingszone toegestaan kunnen worden terwijl de kern van het gebied geheel is toegespitst op de eisen die vanuit de ecologie worden gesteld voor het optimaal functioneren van de verbindingszone. De breedte van die kern dient daar a priori op te zijn afgesteld. Deze zone zou afgesloten moeten zijn voor het publiek.

5.6. ECOLOGISCHE EISEN VERSUS WATERBERGING

Er zijn mogelijkheden om de doelstelling dat het OostvaardersWold een functie moet vervullen voor waterberging te combineren met overige doelstellingen. Bestaande natuur is goed te combineren met voorraad- en seizoensberging. Deze vormen van waterberging leiden tot een meer natuurlijk peilverloop, waar veel ecosystemen bij gebaat zijn. Omdat het OostvaardersWold een verbindingszone moet worden voor veel soorten van moeras of waterrijke gebieden leidt de inrichting met deze habitats tevens tot de mogelijkheid tot (periodieke) waterberging omdat dit soort gebieden over het algemeen gebaat zijn bij een fluctuerende waterstand.

Een fluctuerend waterpeil is voor verschillende soorten gunstig, met name voor de Noorse woelmuis, Kleine en Grote modderkruiper en Kroeskarper. Dit houdt wel in dat deze fluctuaties zoveel mogelijk overeenstemmen met natuurlijke variaties in waterpeil. Flora en

fauna moeten zich kunnen aanpassen aan de veranderingen. De combinatie van bestaande natuur met piek- en noodberging is echter riskant. Bestaande gebieden met een hoge natuurwaarde verdragen onregelmatige, soms langdurige inundatie niet. Een piekberging met hoge waterstanden, die ook de droge delen onder water zetten, kan ertoe leiden dat de vegetatie, het bodemleven en minder mobiele diersoorten afsterven. Plotselinge pieken in de waterberging moeten daarom voorkomen worden. Inundatie van gebieden die normaal gesproken droog liggen zal ook de functie als verbindingszone voor 'droge' soorten verminderen. Bij waterberging dient dus ten alle tijden rekening gehouden te worden dat er voldoende droge delen zijn, onderling verbonden, die de passage tussen droge leefgebieden mogelijk maakt.

Watergangen kunnen in het gebied aangelegd worden die naast een functie als waterberging verschillende andere functies binnen het gebied te vervullen:

- 1) Een scheiding van gebieden die opengesteld zijn voor publiek met gesloten gebieden waar Heckrunderen en Koniks aanwezig zijn kan goed gebeuren via de aanleg van diepe en brede vaarten.
- 2) Aangelegde vaarten kunnen tevens dienst doen als verbindingszone van verschillende leefgebieden voor vissoorten en andere soorten die gebonden zijn aan water.
- 3) De aanleg van brede vaarten kan voorkomen dat Heckrunderen en Koniks het OostvaardersWold verlaten en naar omringende landbouwgebieden trekken.

Er zijn echter wel duidelijke voorwaarden verbonden aan de waterberging om in overeenstemming te zijn met de ecologische doelstelling. In de eerste plaats is de periode van het jaar dat er waterberging optreedt van belang. In de winter zijn vanuit ecologisch oogpunt hoge waterstanden gewenst. 's Zomers dient het gebied echter uit voldoende droge delen te bestaan voor een goed gebruik van soorten gebonden aan droge habitats. De mogelijkheden voor waterberging verschillen dus tussen de seizoenen. Daarnaast is de waterkwaliteit van belang. Water zal veelal afkomstig zijn van omringende agrarische gebieden wat betekent dat voedselrijk water het gebied binnenkomt. Voor soorten die afhankelijk zijn van helder water (verschillende vissoorten en amfibieën) zal dit negatief zijn.

Waterberging kan vooral plaatsvinden in gebieden met een laag peil. Als gebieden ingericht worden voor de functie van waterberging dient hiermee rekening gehouden te worden. Een (te) laag peil botst echter met de habitateisen van verschillende 'natte' doelsoorten.

Conclusies combinatiemogelijkheden met waterberging

Er bestaan goede mogelijkheden om de natte natuur in het OostvaardersWold te combineren met een functie als voorraad- en seizoensberging van water. Veel soorten zijn gebaat bij een wisselende waterstand maar deze moet wel overeenstemmen met natuurlijke fluctuaties. Hierbij moet wel sprake zijn van voldoende waterkwaliteit.

6. MOGELIJKE OPLOSSINGSRICHTINGEN VOOR HET OOSTVAARDERSWOLD

In hoofdstuk 3 en 4 zijn richtlijnen gegeven waaraan de inrichting van het OostvaardersWold en faunapassages dienen te voldoen om dispersie van verschillende soortgroepen mogelijk te maken. In hoofdstuk 5 zijn aanvullende doelen besproken, als recreatie en waterberging, waarvoor het OostvaardersWold een functie voor moet vervullen. In dit hoofdstuk zullen we een aantal oplossingsrichtingen aangeven hoe de ecologische richtlijnen en aanvullende doelen in de praktijk uitgewerkt kunnen worden. Daarnaast wordt beargumenteerd welke oplossingen voor faunapassages het best in overeenstemming zijn met de gestelde doelen.

6.1. INRICHTING ECOLOGISCHE VERBINDINGSZONE

Faunapassages kunnen alleen functioneren als ze zijn ingebed in een landschap dat voldoet aan de habitateisen van verschillende soortgroepen. Met andere woorden het landschap moet een hoge mate van connectiviteit hebben.

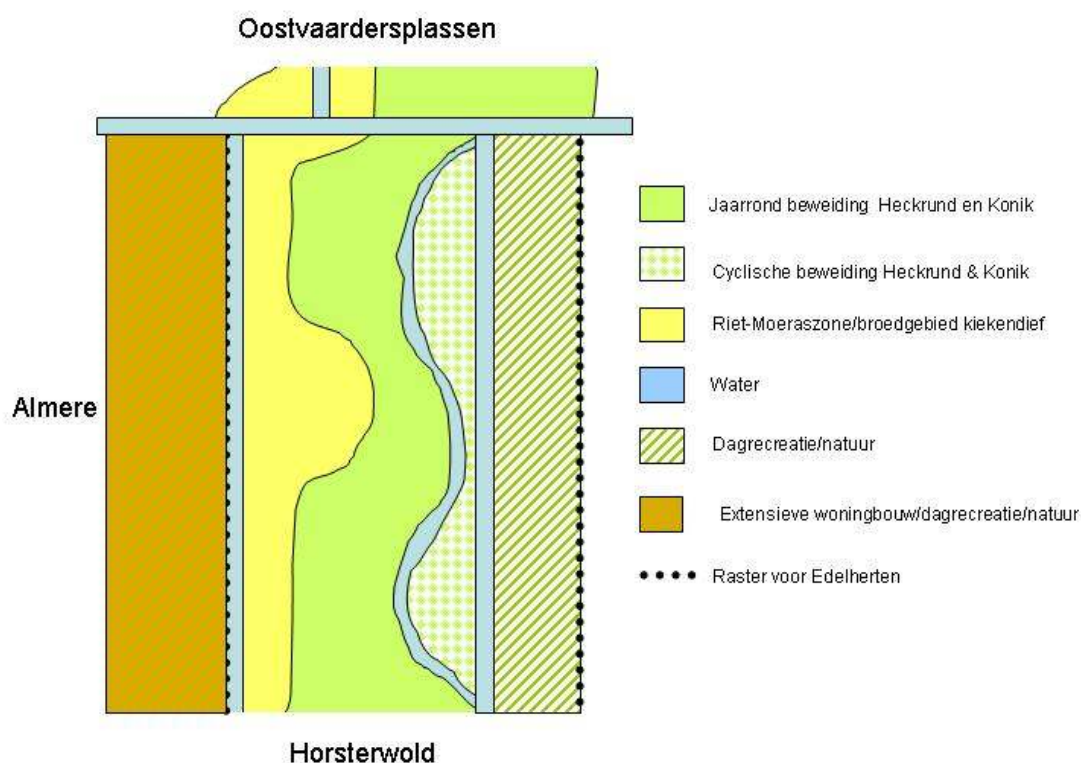
In ieder geval dienen er natte en droge verbindingen binnen het OostvaardersWold aangelegd te worden. De droge kern van het OostvaardersWold kan gebruikt worden voor jaarrond beweiding door Heckrunderen en Koniks (zie figuur 5). Verwacht wordt dat dit op den duur zal leiden tot het verdwijnen van opgaande vegetatiestructuur zoals in grote delen van de Oostvaardersplassen heeft plaatsgevonden. Om de ecologische verbindingszone geschikt te houden voor kleinere diersoorten, die afhankelijk zijn van voldoende dekking, kunnen delen cyclisch beweid worden waardoor half-open grazige terreinen ontwikkeld kunnen worden. Deze delen zijn omgeven door watergangen zodat de toegang tot deze gebieden voor Heckrunderen en Koniks gereguleerd kan worden via enkele droge overgangen die afgesloten en geopend kunnen worden, of deze delen veel minder beweid zullen worden. Gedurende enkele jaren zijn deze delen onbeweid of extensief beweid, gevolgd door enkele jaren beweiding. Deze gebieden fungeren ook als foerageergebied voor kiekendieven. Het gebied waar cyclische beweiding plaatsvindt kan opgedeeld worden in twee delen zodat er altijd voldoende ruige graslanden aanwezig zijn.

Als natte verbindingen dienen er watergangen te worden aangelegd die in verbinding staan met moerasgebieden in de Oostvaardersplassen. In een brede randzone kan zich rietmoeras vestigen dat als verbindingszone dienst doet voor 'natte' soorten. Ook kan hierin een grote kern aangelegd worden die fungeert als broedgebied voor kiekendieven dat moeilijk bereikbaar is voor vossen. Om te voorkomen dat grote grazers dit gebied te intensief benutten kan ook dit omgeven worden door een watergang zodat zich hoogopgaand riet kan ontwikkelen.

Als het ongewenst is dat Edelherten zich buiten de ecologische verbindingszone gaan verspreiden zou een afrastering geplaatst moeten worden langs de buitenste rand van de verbindingszone (figuur 7). Als alternatief zou een brede watergang kunnen dienen met één

steile wand die voorkomt dat Edelherten op de kant kunnen komen. Wel moet dan onderzocht worden of dit niet leidt tot het verdrinken van Edelherten. Als dat alleen geldt voor Heckrunderen en Koniks zouden ook diepe watergangen gegraven kunnen worden. Deze dienen tevens als scheiding van de gebieden waar recreatie is toegestaan van de gebieden waar Heckrunderen aanwezig zijn.

Recreatie dient zoveel mogelijk geweerd te worden uit de kern van het gebied. Ten eerste omdat recreatie niet te combineren is met gebieden waar Heckrunderen aanwezig zijn. Ten tweede omdat de aanwezigheid van recreatie ten koste gaat van het functioneren van de ecologische verbindingszone voor verstoringgevoelige soorten. In deze buitenste zone kan dan een combinatie van dagrecreatie en natuur plaatsvinden. Aan de kant van Almere kan een zone van woningbouw in combinatie met dagrecreatie ingericht worden. Deze gebieden kunnen grotendeels met bos ingericht worden. Een bijkomend voordeel van een duidelijke scheiding van functies is dat menselijke activiteit beter reguleerbaar en controleerbaar is. Het is bijvoorbeeld niet onaannemelijk dat het OostvaardersWold een aantrekkingskracht op stropers zal hebben. Een groot aantal doorsnijdingen van het gebied door wegen, maakt de kern gemakkelijker bereikbaar en zou zoveel mogelijk voorkomen moeten worden.



Figuur 7. Ruwe irichtingsschets van OostvaardersWold die kan voldoen aan de habitateisen van de doelsoorten. Een dergelijke opbouw heeft een hoge mate van connectiviteit voor zowel natte als droge soorten.

6.2. FAUNAPASSAGES

Aan de hand van de richtlijnen die in hoofdstuk 4 zijn gegeven voor faunapassages is een drietal varianten mogelijk voor de oplossing van belangrijke kruisingen met infrastructuur, in volgorde van meest naar minst in overeenstemming met het gestelde doel:

- 1) infrastructuur op poten boven ononderbroken natuurlijk landschap, zogenaamde 'fly-over'
- 2) aanleg van verschillende ondergrondse faunapassages afgestemd op de wensen van specifieke soortgroepen
- 3) enkele grote bovengrondse faunapassages (ecoducten) met specifieke inrichting die het geschikt maakt voor meerdere soorten in combinatie met een natte (ondergrondse) passage

Infrastructuur op poten boven natuur ('fly-over')

Vanuit ecologisch oogpunt verruit de meest geprefereerde oplossing bestaat uit het verhogen van belangrijke infrastructuur zodat onder deze constructies ononderbroken verbindingen van natuur ontstaan. Een ruime onderdoorgang, van enkele honderden meters (minimaal 100-200 m), onder een weg of spoorlijn biedt bovendien de mogelijkheid om verschillende habitats met elkaar te verbinden. Zo kan een droge en een natte verbindingszone gecreëerd worden (figuur 8).

Idealiter zou het middendeel uit een watergang bestaan die verschillende watersystemen verbindt en passage van vissen, Bever, Otter en watergebonden insecten mogelijk maakt. Een begroeide oeverzone is geschikt voor passage van Waterspitsmuis, Noorse woelmuis, amfibieën en reptielen. Tenslotte, maken de begroeide droge delen passage van overige soorten mogelijk. Door middel van een 'fly-over' is in een keer voor alle soorten een functionele passage te realiseren. De verbindingen bestaan dan ook uit ecosysteemverbindingen waardoor alle soorten zich vrij kunnen verplaatsen.



Figuur 8. *Artist impression van een fly-over. Deze constructie zorgt voor een ononderbroken verbinding van verschillende habitats die door zowel 'droge' als 'natte' soorten gebruikt kan worden als verbindingszone (Collage D. Wymenga).*

Verschillende ondergrondse faunapassages

Uit hoofdstuk 5 blijkt dat ondergrondse passages goed functioneren voor de meeste soorten. Door een aantal ondergrondse passages aan te leggen die zijn afgestemd op de eisen van de verschillende soorten, zowel wat betreft structuur als afmetingen, zijn functionale passages voor vrijwel alle soorten te maken. Het gaat hierbij dus niet om ecosystemeverbindingen zoals bij een 'fly-over' maar om verbindingen gericht op de passage van soorten. Dit is de reden dat het vanuit ecologisch oogpunt een tweede keus is. Als een variatie aan passages wordt aangelegd kan de uitwisseling van veel soorten tussen twee leefgebieden echter goed plaatsvinden. Veel soorten zullen gebruik maken van grote doorgangen die geschikt zijn voor Edelherten, voor een aantal soorten zijn aanvullende maatregelen nodig (zie tabel 1).

Bij elk kruispunt van infrastructuur zijn de volgende structuren minimaal nodig (figuur 9):

1) Ondergrondse passage voor Edelhert en grote zoogdieren

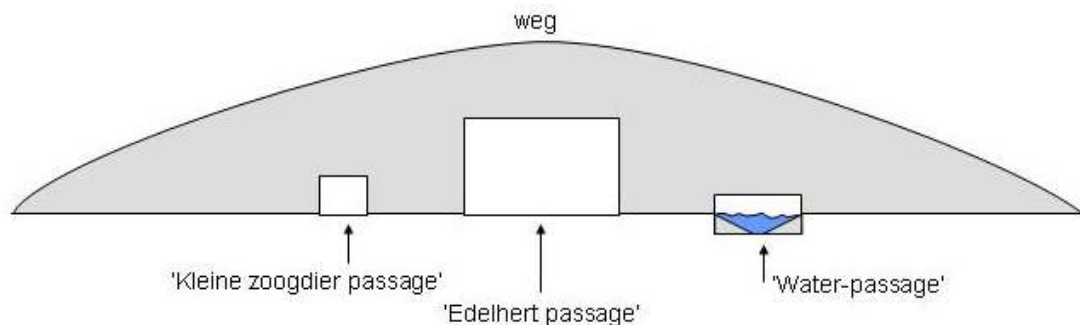
Ondergrondse passage van minimaal 5-7 m breed, 4-5 m hoog bij lengte 50-60 m (groter bij grotere lengte).

2) Passage voor marterachtigen, kleine zoogdieren, reptielen en amfibieën

Deze groep prefereert ondergrondse passages: minimaal 2-3 m breed, 2 m hoog en 35-80 m lang.

3) Passage voor alle watergebonden soorten

Het gaat hierbij om een directe verbinding van verschillende watersystemen. Het beste kan voor een ondergrondse structuur gekozen worden bestaand uit een duiker onder de weg. De verbinding maakt passage van vissen en watergebonden insecten mogelijk. Als een deel van deze doorgang bestaat uit oeverzone kunnen ook amfibieën gebruik maken de doorgang. Als de afmetingen boven het wateroppervlak minimaal 1 m hoog en 4 m breed zijn kan deze ook functioneren als doorgang voor watergebonden vleermuizen.



Figuur 9. Voorbeeldschets van een drietal ondergrondse passages waarmee vrijwel alle doelsoorten een weg kunnen passeren. De Edelhert passage bestaat uit een grote doorgang (minimaal 5-7 m breed, 4-5 m hoog), de kleine zoogdier passage bestaat uit een kleinere doorgang (2-3 m breed, 2 m hoog), de water-passage bestaat uit een open water verbinding met oevers (4 m breed en minimaal 2 meter hoog) (D. Kuijper).

Grote bovengrondse faunapassages in combinatie met natte passages

Als laatste optie kan er gekozen worden voor de inrichting van een of beter twee grote bovengrondse ecoducten waarin de eisen van verschillende soortgroepen verweven zitten.

Onze inschatting is dat dit de minst goede oplossing is. Een ecoduct in het OostvaardersWold zal circa 9 m hoog worden vanwege een veilige doorrijd-hoogte in combinatie met een voldoende dikke grondlaag om beworteling van bomen mogelijk te maken (Witteveen & Bos 2007). Omdat de gehele Flevopolder bestaat uit een vlak landschap zal er een flinke heuvel gecreëerd worden waarover de diersoorten zich moeten verplaatsen. Het is niet ondenkbaar dat deze constructie op zichzelf al een barrière vormt, met name voor kleinere zoogdiersoorten. Voor alle diersoorten zal er geen doorzicht zijn, wat voor veel soorten als een belemmering wordt ervaren. Alhoewel ecoducten goed in een heuvelig landschap in te passen zijn, zoals op de Veluwe, wordt ingeschat dat een dergelijke constructie minder goed functioneert in een plat landschap als de Flevopolder. Een tweede reden waarom een ecoduct minder geschikt is, is dat door de hoogte het technisch een extra barrière zal zijn om vochtige habitats te creëren op de passage, nodig voor verschillende diersoorten.

Uit hoofdstuk 5 blijkt dat niet alle soorten gebruik maken van een dergelijk ecoduct, echter, door een uitgekiende inrichting is het voor veel van deze soorten wel geschikt te maken. Een voorbeeld van een dergelijk passage is het bestaande ecoduct over de Rijksweg 28, gedeelte Utrecht-Amersfoort in de gemeente Leusden. Dit ecoduct moet een functionele verbinding vormen voor de flora en fauna tussen de Leusderheide en De Oudekamp. Dit ecoduct is over de gehele lengte 50 m breed en circa 100 m lang (Witteveen & Bos 2004).

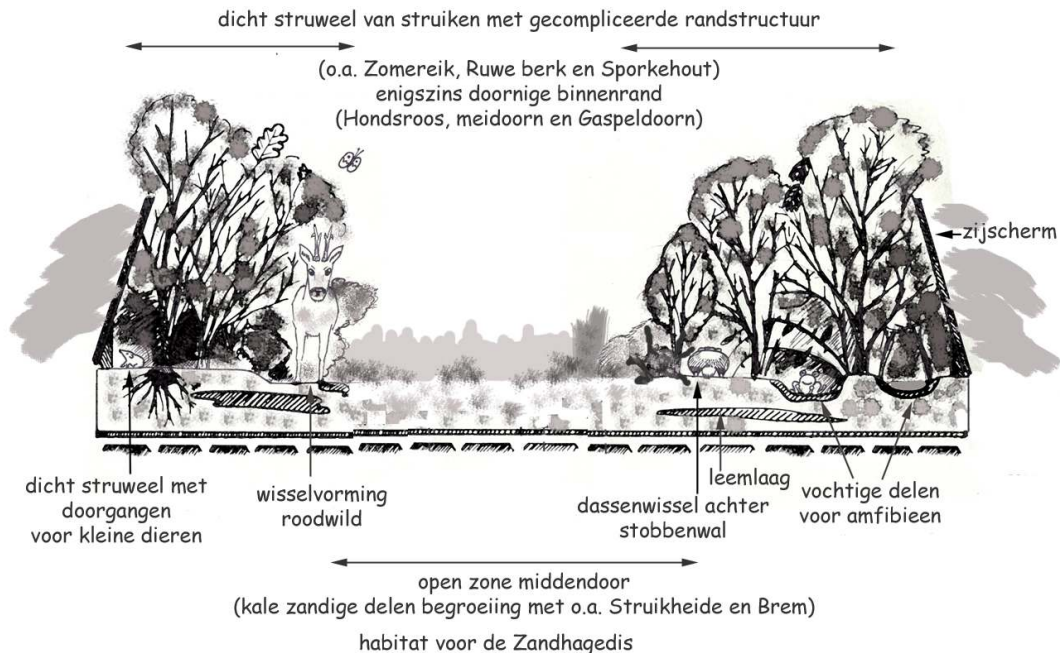
De inrichting van het ecoduct begint met de juiste bodemsamenstelling. Delen van het ecoduct moeten voorzien zijn van een niet doorlatende bodemlaag waarop water blijft staan. Deze delen kunnen dienen als passageplaatsen voor amfibieën en kleine zoogdieren die gebonden zijn aan vochtige habitats.

Door middel van een goed beplantingsschema kan aan de eisen van veel overige soortgroepen worden voldaan. In het midden van het ecoduct moet een open zone van circa 25 m breed gemaakt worden, bestemd voor grote grazers. Ook insecten kunnen van deze zone gebruik maken. Hogere bomen aan de buitenkant van het ecoduct zorgen voor voldoende dekking. Een zone met een dichte vegetatie van hoge kruiden en struiken van circa 12 meter aan beide zijden van het ecoduct, geeft voldoende dekking voor kleine en middelgrote zoogdieren en reptielen. Daarnaast kan een stobbenwal aangebracht worden om extra dekking te geven vooral direct na aanplant van de vegetatie. De lijnvormige structuren van struwelen en bomen zorgen ook voor geleiding van vleermuizen (figuur 10).

De functionaliteit van een dergelijk ingericht ecoduct valt of staat met een juiste beplanting en het behoud ervan. De struwelen (vooral als jonge aanplant wordt gebruikt) zullen een grote aantrekkingskracht hebben op verschillende herbivore diersoorten. Begrazing zal een sterk effect hebben op de opbouw van de vegetatie en daarmee op de functionaliteit van de passage voor kleinere diersoorten. Om dit te voorkomen moeten rasters aangelegd worden die de struwelen en bomen aan de buitenrand van de faunapassage beschermen. Echter, het compleet uitrasteren zal op den duur ook niet het gewenste resultaat opleveren. Door successie zal de kruidenrijke vegetatie en dichte struiken uiteindelijk verdrongen worden door hoogopgaande bomen. Om de vegetatiestructuur in stand te houden zou daarom een cyclisch begrazingsbeheer moeten worden toegepast waarbij de rasters tijdelijk worden opengesteld zodat herbivoren de vegetatie tijdelijk kunnen begrazen.

Omdat ecoducten over snelwegen en de spoorlijn in het OostvaardersWold circa 9 meter hoog zouden moeten zijn (Witteveen & Bos 2007) is het niet mogelijk om een directe waterverbinding hierover te realiseren. Naast een ecoduct is daarom een aparte ondergrondse

waterpassage nodig die dient als natte verbinding zoals hierboven omschreven. Minimaal dient deze te bestaan uit een duiker van 4 m breed die ruimte biedt voor open water plus oeverzone.



Figuur 10. Inrichtingsschets gebruikt voor ecoduct Leusderheide met uitgeknipte bodem- en vegetatielaag en geleidende structuren om groot ecoduct geschikt te maken voor uiteenlopende diersoorten (E. van Maanen).

Extra aanpassingen voor Heckrund en Konik

Bovengenoemde oplossingen kunnen dienen voor kruisingen met wegen. Voor vrijwel alle soorten vormen kruisingen met waterwegen geen grote belemmering. Als er geleidelijke, rijk begroeide oevers worden aangelegd kunnen deze soorten watergangen zwemmend oversteken (zie hoofdstuk 5).

Een uitzondering hierop vormen het Heckrund en de Konik. Beide soorten kunnen wel zwemmen maar zullen niet snel een brede watergang oversteken. Om een goede uitwisseling van deze soorten tussen verschillende leefgebieden mogelijk te maken, dienen overgangen over de waterwegen aangelegd te worden. Dit hoeven geen grote ecoducten te worden, maar relatief simpele bruggen kunnen prima voldoen als oversteekplaats.

Voor alle varianten geldt dat voor passage van Heckrund en Konik over waterwegen extra maatregelen nodig zijn.

Aanvullende richtlijnen

Naast deze richtlijnen is een aantal aanvullende maatregelen mogelijk die genomen kunnen worden om het ecologische functioneren van de passages te versterken. Hierbij kan aan de volgende maatregelen gedacht worden:

- Verlichting is zeer waarschijnlijk verstorend voor vrijwel alle nachttactieve diersoorten. Aan te raden is om op een afstand van minimaal 100-200 meter van faunapassages geen verlichting te plaatsen of door middel van armaturen (of aangepaste verlichting) te voorkomen dat strooilicht op de passages schijnt

- Door middel van het verbinden van habitattypen die doorlopen over een faunapassage kan het gebruik van dieren van de passage gestimuleerd worden
- De aanleg van poelen op bovengrondse ecoducten kunnen het gebruik van verschillende amfibie soorten stimuleren. Deze kunnen dienen als 'steppingstones' voor dispersie

6.3. BENODIGDE FAUNAPASSAGES IN OOSTVAARDERWOLD

In de geplande ecologische verbindingszone OostvaardersWold moeten een aantal knelpunten opgelost worden. Het gaat hierbij om verschillende afzonderlijke barrières die variëren van fietspad tot spoorbaan. Van noord naar zuid gaat het om de volgende barrières:

- spoorbaan Almere-Lelystad (Flevolijn);
- Lage Vaart;
- autosnelweg A6 (Rijksweg A6);
- Ibisweg;
- Vogelweg (provinciale weg N706);
- Schollevaarweg;
- Bloesemlaan;
- Adelaarsweg;
- Hoge Vaart;
- Bosruiterweg;
- Gooiseweg (provinciale weg N305);
- Flediteweg;
- Groenewoudse Tocht;
- Spiekweg (provinciale weg N705);
- Nulderpad.

Door Groot Bruinderink & van der Grift (2006) en Witteveen&Bos (2007) is voor elk van deze barrières aangegeven welke ontsnipperingsmaatregelen nodig zijn. Aan de hand van deze ontsnipperingsmaatregelen in combinatie met de richtlijnen van de huidige studie (paragraaf 6.1 en 6.2) is in tabel 3 aangegeven welke maatregelen de voorkeur hebben.

Belangrijke verschil met bovengenoemde studies is dat aan de hand van de huidige studie een voorkeur gegeven wordt aan 'fly-overs' als meest optimale variant en als alternatief aan ondergrondse passages bij kruisingen van drukke wegen. Daarnaast zijn bij kruisingen van watergangen, bruggen nodig voor de passage van Heckrunder en Konik. De benodigde maatregelen bij de overige wegen zijn in overeenstemming met de ontsnipperingsmaatregelen zoals genoemd in Groot Bruinderink & van der Grift (2006)

Tabel 2. Overzichtstabel van voorgestelde oplossing van ontsnipperingsmaatregelen bij kruispunten met infrastructuur gebaseerd op richtlijnen afkomstig uit de huidige studie. Hierbij zijn ook vereiste aanvullende maatregelen om gebruik van Heckrunderen en Koniks van verbindingzone mogelijk te maken meegenomen (zie tabel 4).

	Voorgestelde oplossing
Barrière	A&W
spoorbaan Almere-Lelystad (Flevolijn)	Meest optimaal: 'fly-over'(figuur 5) Alternatief: meerdere ondergrondse passages (zoals figuur 6)
Lage Vaart	- Verbeteren van uitstapmogelijkheden - Brug voor Heckrond en Konik
autosnelweg A6 (Rijksweg A6)	Meest optimaal: 'fly-over'(figuur 5) Alternatief: meerdere ondergrondse passages (zoals figuur 6)
Ibisweg	- Downgraden van weg (inclusief rasters en veeroosters in weg) - Alternatief: ondergrondse passages
Vogelweg (provinciale weg N706)	- Snelheidsbeperkende maatregelen over deel van breedte verbindingzone - Oversteekplaats van wild concentreren (evt. ondergronds) - Oversteekplaats gesloten voor dagrecreatie - Ondergrondse passages voor kleine diersoorten
Schollevaarweg	- Snelheidsbeperkende maatregelen over deel van breedte verbindingzone - Oversteekplaats van wild concentreren (evt. ondergronds) - Oversteekplaats gesloten voor recreatie - ondergrondse passages voor kleine diersoorten
Bloesemlaan	- Snelheidsbeperkende maatregelen over deel van breedte verbindingzone - Oversteekplaats van wild concentreren (evt. ondergronds) - Oversteekplaats gesloten voor recreatie - ondergrondse passages voor kleine diersoorten
Adelaarsweg	- Snelheidsbeperkende maatregelen over deel van breedte verbindingzone - Oversteekplaats van wild concentreren (evt. ondergronds) - Oversteekplaats gesloten voor recreatie - Ondergrondse passages voor kleine diersoorten
Hoge Vaart	- Verbeteren van uitstapmogelijkheden - Brug voor Heckrond en Konik
Bosruiterweg	- Snelheidsbeperkende maatregelen over deel van breedte verbindingzone - Oversteekplaats van wild concentreren (evt. ondergronds) - Oversteekplaats gesloten voor recreatie - Ondergrondse passages voor kleine diersoorten
Gooiseweg (provinciale weg N305)	Meest optimaal: 'fly-over'(figuur 5) Alternatief: meerdere ondergrondse passages (zoals figuur 6)
Flediteweg	- Snelheidsbeperkende maatregelen over deel van breedte verbindingzone - Oversteekplaats van wild concentreren (evt. ondergronds) - Oversteekplaats gesloten voor recreatie - Ondergrondse passages voor kleine diersoorten
Groenewoudse Tocht	- Snelheidsbeperkende maatregelen over deel van breedte verbindingzone - Oversteekplaats van wild concentreren (evt. ondergronds) - Oversteekplaats gesloten voor recreatie - ondergrondse passages voor kleine diersoorten
Spiekweg (provinciale weg N705)	Meest optimaal: 'fly-over'(figuur 5) Alternatief: meerdere ondergrondse passages (zoals figuur 6)
Nulderpad	- Snelheidsbeperkende maatregelen over deel van breedte verbindingzone - Oversteekplaats van wild concentreren (evt. ondergronds) - Oversteekplaats gesloten voor recreatie - ondergrondse passages voor kleine diersoorten

7. SYNTHESE: ECOSYSTEEM BENADERING VERSUS SOORTBENADERING

7.1. VERSCHILLEN TUSSEN VERSCHILLENDE BENADERINGEN

Naast de huidige studie zijn er twee studies reeds uitgevoerd naar de inrichting van de ecologische verbingszone OostvaardersWold (Groot Bruinderink & van der Grift 2006 en Witteveen&Bos 2006). Beide studies komen tot een andere uitwerking met betrekking tot de benodigde maatregelen die getroffen dienen te worden in het Oostvaarderswold. De verschillen tussen beide studies komen voornamelijk door de verschillende uitgangspunten die eraan ten grondslag lagen. In dit hoofdstuk zullen deze verschillende uitgangspunten kort belicht worden en zal ingegaan worden op de inzichten die de huidige studie biedt.

Ecosysteem benadering (Alterra studie)

In de studie die is uitgevoerd door Alterra (Groot Bruinderink & van der Grift 2007) wordt uitgegaan van het door LNV gestelde doel om een robuuste ecologische verbingszone te creëren tussen de Oostvaardersplassen en het Horsterwold met ambitieniveau type B1+. Dit ambitieniveau houdt in dat deze robuuste verbinding moet bijdrage aan het behoud van biodiversiteit op nationale schaal en geschikt is voor Edelherten. Groot Bruinderink & van der Grift (2006) stellen dat het doel is om verschillende leefgebieden van Edelherten te verbinden en dat dit doel het best bereikt kan worden wanneer de verbingszone zelf onderdeel vormt van het nieuwe leefgebied. Kortom, de ecosysteembenadering zoals geschetst in hoofdstuk 2. Om dit doel te bereiken, wordt onder andere voorgesteld om minimaal één stapsteen (van minimaal 300 ha) in te richten, bestaand uit een rustgebied afgesloten voor publiek, waar de dieren zich ook overdag kunnen ophouden. Dit heeft vooral te maken met de relatief grote te overbruggen afstand van 10 km en het multifunctionele karakter van de hele zone OostvaardersWold.

Bij de beoordeling door Alterra van de door Rijkswaterstaat en de Provincie Flevoland voorgestelde ontsnipperende maatregelen bij infrastructurele barrières is uitgegaan van de aanleg van robuuste verbindingen (ecosysteemverbindingen). Aan de hand van de gestelde richtlijnen, genoemd in het Handboek Robuuste Verbindingen (Broekmeyer & Steingröver 2001), is beoordeeld door Alterra of de voorgestelde ontsnipperingsmaatregelen voldoen.

De optimale variant bestaat uit ontsnipperingsmaatregelen die bij voorkeur de totale breedte van de robuuste verbinding omvatten, dus 1075 m. Dit zal echter niet overal haalbaar zijn. Als alternatief kan een minimale variant uitgevoerd worden die bestaat uit de aanleg van (meerdere) faunapassages met kleinere afmetingen die een ecosysteemverbinding realiseren. Om een dergelijke verbinding te bereiken moet de begroeiing tussen de te verbinden ecosystemen ononderbroken worden voortgezet op kruisingen met infrastructuur. Dat betekent dat kruisingen van deze ecologische verbinding veelal bovenlangs dienen te geschieden.

Om ecosysteemverbindingen mogelijk te maken zijn per nagestreefd ecosysteemtype de minimale vereiste breedten aangegeven die gebaseerd zijn op de meest kritische soort van elke ecosysteemtype:

- ecosysteemtype Bos, struweel en zoomvegetaties van klei vereist een minimale breedte van 200 m (ecoprofiel Edelhert)
- ecosysteemtype Moeras, Struweel en groot water vereist een minimale breedte van 40-50 m (ecoprofiel Otter en Bever)
- ecosysteemtype Grasland met klein water vereist een minimale breedte van 15-20 m (ecoprofiel Noordse woelmuis)

Deze minimale breedten geven dus de vereiste breedte aan van de ontsnipperingsmaatregelen die in de verbindingszone dienen plaats te vinden (Bijlage 1). In veel gevallen kan daarbij niet worden volstaan met één ontsnipperende maatregel maar zijn meerdere vereist. Als de verbinding op ecosysteemniveau gerealiseerd is zullen ook de overige genoemde doelsoorten kunnen profiteren van deze verbinding. Aan de ene kant zullen een groot aantal soorten een compleet leefgebied kunnen vinden en daarnaast zou dispersie tussen leefgebieden kunnen plaatsvinden.

Soortbenadering (Witteveen en Bos studie)

Het doel van de studie van Witteveen&Bos (2006) was om een eerste aanzet te geven voor de te overbruggen infrastructurele barrières. Het ging hierbij om aan te geven welke pakket van civieltechnische maatregelen nodig zijn om de barrières te overbruggen op het traject Oostvaardersplassen en Horsterwold. Vanuit ecologisch oogpunt is in deze studie het Edelhert als uitgangspunt genomen. Andere soorten als Konik en Heckrund en soorten die een natte verbindingen vereisen vormden geen onderdeel van de studie.

In aanvulling op de Alterra studie zijn naast de ecologische eisen ook de technische eisen die gesteld worden aan de infrastructuur meegenomen. Deze eisen hebben veelal te maken met verkeersveiligheid maar ook met sociale veiligheid. Bij sommige fietspaden moet bijvoorbeeld voldoende doorkijk zijn in de begeleidende vegetatie voor de sociale veiligheid. Ze hebben daarom niet alleen effect op de inrichting van de wegen maar ook op de wegbermen en het profiel van vrije ruimte. Bij deze primaire verkenning zijn vooral zaken meegenomen die kostenbepalend zijn.

De eisen die vanuit de infrastructuur worden gesteld, geven ook richtlijnen voor het ontwerp van ecoducten. De vigerende ontwerprichtlijnen (Handboek Wegontwerp, categorie Gebiedsontsluitingswegen en mogelijk Regionale Stroomwegen) geven aan wat het minimale of gewenste profiel van vrije ruimte dient te zijn. Bij het formuleren van de eisen is in deze studie (Witteveen & Bos 2007) ook rekening gehouden met de mogelijke toekomstige ontwikkelingen van bestaande wegen.

Omdat in deze studie van Witteveen & Bos (2007) niet alleen de eisen die vanuit de ecologie worden gesteld bepalend zijn voor de inrichting van de verbindingszone en er geen ecosysteemverbindingen worden nagestreefd is de oplossingrichting en uitkomst nogal verschillend van de Alterra-studie. Zo wordt geadviseerd om, met het oog op de verkeersveiligheid, het wild te leiden met rasters naar bepaalde oversteekplaatsen. Deze oversteekplaatsen over infrastructuur zijn in alle gevallen van veel kleinere afmetingen dan voorgesteld in de Alterra studie (Bijlage 1). Daarnaast wordt geadviseerd dat voor verschillende oversteekplaatsen geen grote aanpassingen nodig zijn omdat deze geen grote barrière voor Edelherden vormen. In tegenstelling tot Alterra geeft de studie van Witteveen+Bos aan dat de verschillende kleine wegen en fietspaden die in de zone tussen de

spoorlijn en de Lage Vaart liggen, niet of nauwelijks een barrière vormen voor Edelherten. Hier hoeven dan volgens de Witteveen & Bos studie dan ook geen aanpassingen plaats te vinden (zoals het downgraden dat Alterra adviseert). Bij oversteekplaatsen van niet intensief bereden wegen zou door middel van het instellen van snelheidsbeperkingen, het plaatsen van waarschuwborden, reflectoren en elektronisch wildsignaleringssysteem, de barrière werking verder verkleind kunnen worden en de verkeersveiligheid gegarandeerd kunnen worden.

Voor de verkeersveiligheid en omdat de oversteekplaatsen van infrastructuur van veel kleinere afmetingen zijn dient langs de gehele zone afrastering te worden geplaatst. Op oversteekplaatsen wordt de afrastering onderbroken waarbij wildroosters, moeten voorkomen dat Edelherten de verkeerde richting oplopen.

Door bovenstaande maatregelen wordt alleen voldaan aan het creëren van een verbinding voor Edelherten. Een aantal andere soorten zal zeker ook profiteren en gebruik maken van de voorgestelde inrichtingsmaatregelen maar voor een groot deel zullen deze echter niet functioneel zijn. Er is daardoor ook geen sprake van ecosysteemverbindingen zoals bij de Alterrastudie. Het nagestreefde doel ligt dus veel verder af van het maken van een robuuste verbindingszone.

7.2. RICHTLIJNEN VOOR INRICHTING MET EEN SOORTBENADERING

De studie van Witteveen+Bos geeft goede richtlijnen voor de inpasbaarheid van de ecologische verbindingszone in relatie tot bestaande infrastructuur. Het staat echter ver af van het gestelde doel voor het OostvaardersWold. De Alterra studie geeft goede richtlijnen die vanuit de ecologie gesteld worden, waarmee de doelstelling wel wordt ingevuld, maar is een veel kostbaarder plan om uit te werken (Witteveen & Bos 2007). Dit werpt de vraag op of er andere oplossingsrichtingen zijn.

In de huidige studie (dit rapport) hebben we in beginsel een benadering op soortniveau gekozen zodanig dat het ecosysteem goed kan functioneren. Deze benadering levert een aantal richtlijnen op voor de inrichting van het OostvaardersWold en de benodigde faunapassages:

1) Inrichting verbindingszone moet voldoen aan habitateisen soortgroepen

Als de verbindingszone een effectieve uitwisseling tussen leefgebieden mogelijk moet maken moet de inrichting van de verbindingszone zoveel mogelijk voldoen aan de habitateisen van de doelsoorten. Dit is vooral belangrijk voor minder mobiele soorten, zoals Noordse Woelmuis, amfibieën en reptielen. Omdat deze soorten een beperkte actie-radius hebben, zullen zij er dagen of weken over doen om de afstand van circa 10 km te overbruggen. Een uitwisseling tussen verschillende leefgebieden op grote schaal (Oostvaardersplassen-Horsterwold-Veluwe) is dan alleen mogelijk als de verbindingszone geschikt leefgebied biedt voor deze soorten. Ook voor mobiele soorten, zoals het Edelhert, is dit van groot belang. Ondanks hun grotere mobiliteit, leggen Edelherten in de regel niet meer dan 5 km per dag af. Dit betekent dat er rustplaatsen en foerageerplaatsen onderdeel uitmaken van de verbindingszone. Met andere woorden, hoe beter de inrichting van de verbindingszone aansluit op de habitateisen van de doelsoorten, hoe beter deze kan functioneren voor uitwisseling tussen leefgebieden.

2) Er moet een natte verbinding en een droge verbinding gemaakt worden

Uit de habitateisen van de verschillende doelsoortgroepen blijkt dat sommige soorten gebonden zijn aan natte habitats en andere aan droge habitats. Om voor beide groepen een functionele verbindingszone te maken zouden geschikte passages toegespitst op de verschillende soorten ingericht dienen te worden.

3) Verschillende soortgroepen stellen verschillende eisen aan faunapassages

Studies naar de effectiviteit van faunapassages laten zien dat kleinere diersoorten over het algemeen een duidelijke voorkeur hebben voor kleinere passages. In veel gevallen maken zij nauwelijks gebruik van grote passages. Met name kleine zoogdieren (muizen) en middelgrote zoogdieren (marterachtigen) en amfibieën hebben een voorkeur voor relatief kleine passages (vanaf 1-2 m breed) die overdekt zijn. Grote herbivoren, zoals Edelherten, zullen geen gebruik maken van kleinere passages die weinig openheid bieden. De functionaliteit van passages voor alle soortgroepen hangt hiermee sterk samen met de afmetingen daarvan. Voor de meeste soorten geldt bovendien dat de minimale breedte en lengte toenemen als een grotere afstand overbrugd dient te worden.

4) Inrichting van faunapassages

Ook voor de inrichting van faunapassages geldt dat verschillende soorten verschillende eisen stellen. Zo is het voor Edelherten van belang dat een passage voldoende dekking biedt en dat er een geleidelijke verbinding bestaat tussen de passage en de verbonden gebieden. Voor kleine zoogdieren, amfibieën en reptielen is een strook met hoogopgaande vegetatie van kruiden of struiken van belang om bescherming te bieden tegen predatoren. Voor verschillende soorten slangen is het van belang dat daarnaast zonnige open plekken aanwezig zijn. Met deze inrichting dient rekening te worden gehouden om een functionele passage te krijgen.

5) Ondergrondse en bovengrondse faunapassages

Studies naar de functionaliteit van faunapassages laten ook zien dat ondergrondse passages voor veel diersoorten goed functioneren. Sommige soorten, als kleine zoogdieren en amfibieën, prefereren ondergrondse passages boven bovengrondse. Als aan bepaalde minimum maten worden voldaan en voldoende openheid wordt geboden, functioneren ondergrondse passages ook goed voor Edelherten (en Heckrunderen en Koniks).

6) Mogelijkheden voor recreatie

De aanwezigheid van recreanten zal ten koste gaan van de functie als verbindingszone. De meeste diersoorten zullen de gebieden mijden waar menselijke activiteiten plaatsvinden. Aanwezigheid van recreanten en doorsnijding van de ecologische verbindingszone moet daarom zoveel mogelijk voorkomen worden. Ook het medegebruik van recreanten van faunapassages wordt afgeraden. Menselijk gebruik zal de functionaliteit van deze passages verminderen.

7) Doorsnijding van wegen

Wegen die de verbindingszone doorsnijden moeten zoveel mogelijk voorkomen worden. De mate waarin dit gebeurt hangt af van de uiteindelijke doelstelling van het OostvaardersWold. Indien het doel is alleen dispersiebewegingen mogelijk te maken zou volstaan kunnen worden met het down-graden van wegen. Echter, als frequente uitwisseling tussen gebieden moet kunnen plaatsvinden, dan zouden wegen zoveel mogelijk verwijderd moeten worden.

Door rekening te houden met bovenstaande richtlijnen kan aan de eisen van verschillende soortgroepen worden voldaan. Op deze manier is een functionele ecologische

verbindingszone te maken die functioneert voor een groot aantal diersoorten en een ecosysteemverbinding benaderd omdat ecosystemen die verbonden worden goed kunnen functioneren.

In tegenstelling tot de studies van Groot Bruinderink & van der Grift (2006) en Witteveen & Bos (2007) komen we in de huidige studie tot de conclusie dat ondergrondse passages goed functioneren voor vrijwel alle diersoorten die hier van toepassing zijn en dat hier vooral op moet worden ingezet. De aanleg van faunapassages over een weg heen betekent in de Flevopolder dat een 9 meter hoge constructie ontstaat in een plat landschap. Alhoewel, dergelijke ecoducten prima functioneren in andere, heuvelige, gebieden (bijvoorbeeld Veluwe) is het aannemelijk dat ze als een barrière voor veel soorten zal werken in het OostvaardersWold. De aanleg van passages onder de wegen (ondergrondse passages) maakt het bovendien mogelijk om natte verbindingen te realiseren.

Consequenties van een soortbenadering

In de huidige studie is voor een benadering op soortniveau gekozen in tegenstelling tot de Alterra studie die een benadering op ecosysteemniveau hanteert. Wat zijn de consequenties van deze keuze?

Een benadering op ecosysteem, gericht op het maken van ecosysteemverbindingen is een optimale variant die de meeste garanties biedt voor het goed functioneren van een verbindingszone. Een benadering op soortniveau, gezien vanuit de eisen die verschillende doelsoortgroepen stellen, is een optimistische benadering die rekening houdt met andere zaken. Het geeft de minimale eisen aan van de verbindingszone (inclusief passages) die uitwisseling tussen verschillende gebieden mogelijk moeten maken. Als daarbij aan de eisen wordt voldaan van een groot aantal diersoorten (zowel natte als droge soorten) zijn de verschillen tussen de ecosysteembenadering en soortbenadering minimaal. De passages zullen dan bijdragen aan het functioneren van het complete ecosysteem.

Het blijven echter verschillende benaderingen die leiden tot de invulling van een ander doel. Passages die zijn gericht op de uitwisseling van alle doelsoorten, zullen niet functioneren als ecosysteemverbindingen. De passages blijven namelijk onderbrekingen van ecosystemen waardoor bepaalde dier- of plantensoorten (of habitats) zich niet volledig vrij kunnen verplaatsen door middel van de passage. Dit komt vooral omdat de plaatsen van ontsnipperingsmaatregelen geen geschikt leefgebied (of voortplantingsgebied) vormen voor soorten en daardoor een hogere 'weerstand' hebben. De verbindingen maken dus geen onderdeel uit van het leefgebied van deze soorten. Er zal bij de soortbenadering daarom geen directe verbinding tussen ecosystemen gemaakt worden.

Voor welke benadering uiteindelijk gekozen wordt is een politieke keuze die afhangt van de gestelde doelen.

7.3. AANVULLENDE RICHTLIJNEN VOOR HECKRUND EN KONIK

In aanvulling op de studies van Groot Bruinderink & van der Grift (2006) en Witteveen & Bos (2007) zijn in de huidige studie ook de benodigde aanvullingen onderzocht voor het gebruik van Heckrund en Konik van het OostvaardersWold.

Zoals uit hoofdstuk 4 blijkt, wordt verwacht dat Heckrunderen en Koniks geen hoge eisen stellen aan de inrichting van de verbindingszone of faunapassages op kruispunten met infrastructuur. De verwachting is dat als aan de eisen wordt voldaan voor Edelherten, de

verbindingszone inclusief passages ook zullen functioneren voor Heckrunderen en Koniks. Hierbij geldt een belangrijke uitzondering. In tegenstelling tot Edelherten (en de overige soorten) vormen watergangen wel een barrière voor Heckrund en Konik. Voor deze vaarten zijn daarom aanpassingen vereist om passage van deze dieren mogelijk te maken. Er zijn twee mogelijkheden:

- 1) Creëren van ondiepe, doorwaadbare plaatsen. Omdat de vaarten ook een functie vervullen voor scheepvaart zal dit een moeilijk te realiseren oplossing zijn.
- 2) Aanleg van bruggen over vaarten. Een dergelijke passage zal ook voor veel andere ‘droge’ diersoorten waarvoor de vaart een barrière vormt gebruikt kunnen worden.

Naast bovenstaande aanpassingen vereisen de geringe schuwheid van beide soorten in combinatie met het onvoorspelbare gedrag van Heckrunderen aanvullende maatregelen (hoofdstuk 5.3 en 5.4). Alle wegen die de verbindingszone kruisen dienen aangepast te worden. Het gaat hierbij om snelheidsbeperkende maatregelen en het plaatsen waarschuwborden om het publiek te attenderen op de aanwezigheid van (kuddes) dieren. Daarnaast zou op oversteekplaatsen van niet drukke wegen, door middel van rasters en veeroosters, voorkomen dienen te worden dat Heckrunderen (en Koniks) zich door het gehele gebied verspreiden.

Om problemen met recreanten te voorkomen wordt verder geadviseerd om gebieden met recreanten strikt gescheiden te houden van gebieden waar Heckrunderen en Koniks lopen (zie 5.3). Dit betekent ook dat gelijkvloerse kruisingen van wegen door het gebied alleen toegankelijk mogen zijn voor automobilisten en niet voor wandelaars, fietsers en paardrijders.

Omdat het niet gewenst is dat Heckrunderen en Koniks het OostvaardersWold verlaten zou een watergang als begrenzing van het gebieden aangelegd kunnen worden. Als bovendien Edelherten binnen het Oostvaarderswold moeten blijven moet ook een afrastering aangelegd worden (tabel 3).

Tabel 3. Vereiste aanvullende maatregelen om gebruik van Heckrunderen en Koniks van verbindingszone mogelijk te maken

Ecologische eisen	Eisen vanuit (verkeers)veiligheid	Eisen vanuit recreatief medegebruik
Bruggen over alle watergangen nodig Alternatief: Doorwaadbare plaatsen aanleggen bij alle watergangen	Downgraden van alle wegen die gebied doorsnijden Alternatief: bovengrondse/ondergrondse doorgangen over (provinciale) wegen	Gescheiden functies; Heckrund alleen in gebieden gesloten voor publiek Geen publiek (met uitzondering van automobilist) op gelijkvloerse kruisingen Watergangen als gebiedsgrens om Heckrund en Konik binnen verbindingszone te houden of afrastering die ook werkt voor Edelhert

8. CONCLUSIES

Aan de hand van de vraagstelling van de huidige studie, geformuleerd in hoofdstuk 1, kunnen de belangrijkste conclusies van deze studie als volgt worden geformuleerd:

- *Verskillende diersoorten stellen uiteenlopen eisen aan de afmetingen en de structuur van faunapassages. Om aan de eisen van (alle) doelsoorten te voldoen moet een diversiteit aan faunapassages (structuur en afmetingen) aangeboden worden bij belangrijke kruisingen met infrastructuur*
- *Naast het creëren van faunapassages voor dieren die aan droge milieus gebonden zijn dient een natte verbinding door het gebied dienen te worden aangelegd voor soorten van natte milieus*
- *Faunapassages die geschikt zijn voor Edelherten zullen ook voldoen voor Heckrunderen en Koniks. Uitzondering hierop zijn vaarten die voor Edelherten geen en voor Heckrunderen en Koniks wel een barrière vormen.*
- *Gebieden waar Heckrunderen en Koniks kunnen beter gesloten worden voor het publiek om op voorhand ongelukken te voorkomen*
- *De meeste diersoorten zullen gebieden met menselijke activiteit mijden. Menselijke aanwezigheid zou daarom zoveel mogelijk in de randen van het gebied moeten plaatsvinden. Het gebruik van recreanten van faunapassages zal de functionaliteit voor dieren verminderen en moet worden afgeraden.*
- *Als de verbindingszone frequente uitwisseling tussen gebieden moet mogelijk maken, dan moeten wegen, die de verbindingszone doorsnijden, zoveel mogelijk verwijderd worden*

Daarnaast kunnen de volgende richtlijnen voor de inrichting van het OostvaardersWold en faunapassages worden gegeven:

Inrichting ecologische verbindingszone, OostvaardersWold:

- Voor een goed functioneren als verbindingszone dient de inrichting van de zone zoveel mogelijk aan te sluiten op de habitateisen van de doelsoorten, dat betekent dat er een natte en droge as moeten zijn.
- Bij intensieve jaarrond beweiding zal op de drogere delen, vooral in de winter en het voorjaar een korte vegetatie zonder structuur ontstaan. Door het toepassen van cyclische beweiding, in delen van het OostvaardersWold, kan gezorgd worden voor voldoende structuur in de droge delen van het gebied. Dit is positief voor kleinere diersoorten en zorgt voor een goed foerageergebied voor kiekendieven.
- Delen van het OostvaardersWold kunnen als nat moeras ingericht worden en dienen als broedgebied voor kiekendieven en stepping-stones voor 'natte' soorten.
- Zoveel mogelijk scheiden van de gebieden met doelstelling recreatie en ecologie: recreatie leidt tot verstoring en recreatie gaat moeilijk samen met Heckrunderen en mogelijk ook Koniks

- Heckrunderen en Koniks kunnen gescheiden worden van recreanten door aanleg van diepe watergangen
- Natuurlijk variërend waterpeil is gunstig voor het functioneren van het natte deel van de verbindingszone
- Natte zone in OostvaardersWold moet verbonden worden met natte delen van Oostvaardersplassen
- De aanwezigheid van bos is negatief voor de meeste doelsoorten. Als recreanten worden geweerd in het centrale deel van de verbindingszone geeft een rietzone voldoende dekking en is geen aanvullend bos in het Oostvaarderswold nodig
- Om verspreiding van Edelherten naar omliggende landbouwgebieden te voorkomen dient een raster aan de buitenste randen van het OostvaardersWold geplaatst te worden

Faunapassages

- Voor het goed functioneren van faunapassages dient voldaan te worden aan de inrichtingseisen van de doelsoorten
- Ondergrondse faunapassages werken voor de meeste soorten (inclusief Edelhert) goed als wordt voldaan aan minimale afmetingen die voor verschillende diersoorten gelden
- De aanleg van ondergrondse faunapassages hebben de voorkeur boven faunapassages bovenlangs in het OostvaardersWold, omdat ze een minder groot obstakel vormen en een natte passage mogelijk maken
- Ecologisch gezien optimaal is de aanleg van 'fly-overs' die ecosysteemverbindingen mogelijk maken
- Tweede keus is de aanleg van verschillende ondergrondse passages die zijn afgestemd op de eisen van verschillende soortgroepen
- Er zijn aanvullende maatregelen nodig in de vorm van rasters, veeroosters en waarschuwborden op gelijkvloerse kruisingen van wegen die dienen als oversteekplaatsen voor Heckrunderen en Koniks
- Indien aan de eisen van faunapassages van alle doelsoorten wordt voldaan zal geen ecosysteemverbinding gemaakt worden maar wel benaderd worden

LITERATUUR

- Ambtelijk Kernteam. 2006. Onderweg naar OostvaardersWold - Wonen, werken en recreëren in de natuur. BVR adviseurs, Lelystad.
- Andreassen, H.P., Halle, S., Ims, R.A. 1996. Optimal width of movement corridors for root voles: Not too narrow and not too wide. *Journal of Applied Ecology* 33 (1): 63-70.
- Arcadis 2006. Omgevingsplan Flevoland 2006, Strategische Milieubeoordeling Oostvaarderswold. Arcadis, Arnhem.
- Bach, L., Burkhardt, P. & Limpens, H.J.G.A. 2004. Tunnels as a possibility to connect bat habitats. *Mammalia* 68: 411-420.
- Beemster N. & C. Dijkstra 1991. Roofvogels in de Nederlandse wetlands: 1. Variaties in voedselaanbod: woelmuizen. Intern Rapport 1991-21 lio. Rijkswaterstaat, Directie Flevoland, Lelystad.
- Beemster, N. & S. van Rijn 1995. Roofvogels in de Nederlandse wetlands: 8. Variatie in jaagsucces van op muizen jagende roofvogels. Intern rapport 1995-14 lio. Rijkswaterstaat, Directie IJsselmeergebied, Lelystad.
- Beemster, N. & J.T. Vulink 2001. The long-term influence of grazing by livestock on vole-feeding raptors in man-made wetlands in the Netherlands. In: J.T. Vulink. *Hungry herds: Management of temperate lowland wetlands by grazing*. Van Zee tot Land 66: 271-290. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, dissertatie R.U. Groningen.
- Beemster, N., W. Altenburg, M. Platteeuw & F. de Roder 2002. Het regenmodel in de Oostvaardersplassen: voldoende dynamiek in waterpeil voor een diverse en stabiele broedvogelbevolking? A&W-rapport 341, Veenwouden / RIZA-werkdocument 2002.077x, Lelystad.
- Beemster, N. & R.M.G. van der Hut 2006. De Warande als foerageergebied voor in de Oostvaardersplassen broedende kiekendieven. A&W-rapport 866. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv, Veenwouden.
- Beemster, N. & R.M.G. van der Hut 2007. Foerageergelegenheid voor kiekendieven rond bedrijventerrein de Vaart IV in Almere. A&W-rapport 1003. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv, Veenwouden.
- Bekhuis, J. & M. Zijlstra 1991. Opkomst van de Blauwe kiekendief als broedvogel in Nederland. *Limosa* 64: 143-154.
- Brenninkmeijer, A., N. Beemster & E. Wymenga 2005. Vogeleeffectstudie De Vaart IV. A&W-rapport 620. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv, Veenwouden.
- Brenninkmeijer, A., N. Beemster & D. Bos 2006. Foerageermogelijkheden voor kiekendieven en herbivore watervogels rond de Oostvaardersplassen en Lepelaarplassen. A&W-rapport 726. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv, Veenwouden.
- Borkowski, J. 2001. Flight behaviour and observability in human-disturbed sika deer. *Acta Theriologica* 46 (2): 195-206.
- Broekhuizen, S., B. Hoekstra, V. van Laar, C. Smeenk, & J.B.M. Thissen. Atlas van de Nederlandse zoogdieren. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Broekmeyer, M. & E. Steingröver (red.). 2001. Handboek Robuuste Verbindingen- ecologische randvoorwaarden. Alterra, Wageningen.
- De Boer, H.Y., van Breukelen, L., Hootsmans, M.H.M., van Wieren, S.E. Flight distance in roe deer (*Capreolus capreolus*) and fallow deer (*Dama dama*) as related to hunting and other factors. Submitted for publication.
- Dijkstra, C., N. Beemster, M. Zijlstra, S. Daan & M. van Eerden 1996. Roofvogels in de Nederlandse wetlands. Flevobbericht 303, Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.
- Dumont, B., Renaud, P.C., Morellet, N., Mallet, C., Anglard, F., Verheyden-Tixier, H. 2005. Seasonal variations of Red Deer selectivity on a mixed forest edge. *Animal Research* 54: 369-381.
- Clevenger, A.P. & Waltho, N. 2000. Factors influencing the effectiveness of wildlife underpasses in Banff national Park, Alberta, Canada. *Biological Conservation* 14: 47-56.

- Clevenger, A.P. & Waltho, N. 2005. Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large mammals. *Biological Conservation* 121 (3): 453-464.
- Clobert *et al.* (eds). 2001. Dispersal. Oxford University Press, Oxford.
- Czech, B. 1991. Elk behaviour in response to human disturbance at mount St. Helens National Volcanic Monument. *Applied Animal Behaviour Science* 29 (1-4): 269-277.
- George, S.L. & Crooks, K.R. 2006. Recreation and large mammal activity in an urban nature reserve. *Biological Conservation* 133 (1): 107-117.
- Groot Bruinderink, G.W.T.A., Snoep, J.J. & Henkens, R.J.H.G. 2007. Veterinaire risico's en mogelijkheden voor recreatief medegebruik van een robuuste verbinding tussen de Oostvaardersplassen en het Horsterwold. Alterra-Rapport Alterra, Wageningen.
- Groot Bruinderink, G.W.T.A. & van der Griff, E.A. 2006. Een kwaliteitscheck op het ecologisch functioneren van de robuuste ecologische verbindingzone tussen Oostvaardersplassen en het Horsterwold (Oostvaarderswold). Alterra-Rapport 1406. Alterra, Wageningen.
- Groot Bruinderink, G.W.T.A., Lammertsma, D.R., Pouwels, R., Griffioen, A.J., Gies, T.J.A., Kuijpers, H., Petrak, M., Rouwenhorst, J., Vulink, J.Th. & Pelsma, T.A.H.M. 2003. Horsterwold-Veluwe-Maaswoud: een quick scan van robuuste ecologische verbinding van het ambitieniveau 'edelhert'. Alterra-rapport 859. Alterra, Wageningen.
- Groot Bruinderink, G.W.T.A., Niewold, F.J.J., Vos, C.C., Lammertsma, D.R., Kuiters, A.T. 2001. Advies faunapassage Oostvariant A-73. Een expert view. Alterra-rapport 412. Alterra, Wageningen.
- Haddad, N.M. 1999. Corridor and distance effects on interpatch movements: A landscape experiment with butterflies. *Ecological Applications* 9 (2): 612-622.
- Haddad, N.M., Baum, K.A. 1999. An experimental test of corridor effects on butterfly densities. *Ecological Applications* 9 (2): 623-633.
- Haddad, N.M. & Tewksbury, J.J. 2005. Low-quality habitat corridors as movement conduits for two butterfly species. *Ecological Applications* 15 (1): 250-257.
- Hanski, I. 1999. Metapopulation Ecology. Oxford University Press, Oxford.
- Hollander, H. & J.O. Reinhold 1999. HIS-modellen voor 5 oevergebonden zoogdiersoorten. Voorlopige versie op basis van huidige ecologische kennis. Rapport W-DWW-99-011, Rijkswaterstaat, Dienst Weg en Waterbouwkunde (DWW), Delft.
- Hewison, A.J.M., Vincent, J.P., Joachim, J., Angibault, J.M., Cargnelutti, B., Cibien, C. 2001. The effects of woodland fragmentation and human activity on roe deer distribution in agricultural landscapes. *Canadian Journal of Zoology - Revue Canadienne de Zoologie* 79 (4): 679-689.
- ICMO. 2006. Reconciling Nature and human interests. Report of the International Committee on the Management of large herbivores in the Oostvaardersplassen (ICMO). Wageningen UR- WING rapport 018. Den Haag/Wageningen.
- Kapteyn, K. 1995. Vleermuizen in het landschap. Over hun ecologie, gedrag en verspreiding. Schuyt & Co, Haarlem.
- Koelman, R. & D. Bekker 2004. Onderzoek naar de geschiktheid van de provincie Flevoland als leefgebied voor Waterspitsmuis en Noordse woelmuis. VZZ rapport 2003.33, Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming, Arnhem.
- Krijgsveld, K.L., van Lieshout, S.M.J., van der Winden, J., Dirksen, S. 2004. Verstoringsgevoeligheid van vogels: literatuurstudie naar reacties van vogels op recreatie. Bureau Waardenburg bv & Vogelbescherming Nederland, Nijkerk.
- Kroes, M.J. & Monden, S. 2005. Vismigratie; een handboek voor herstel in Vlaanderen en Nederland. Organisatie ter Verbetering van Binnenvisserij, Nieuwegein & Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap AMINAL, afdeling water, Brussel.
- Kuijper, D.P.J., J. Schut, A-J. Haarsma, J. Ouwehand, H.J.G.A. Limpens & D. van Dulleman. 2006. Meervleermuizen in Fryslân: kennisontwikkeling voor soortbescherming. A&W-rapport 748. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv en Zoogdierverseniging VZZ, Veenwouden/Arnhem.
- Kuiters, A.T., Bruinderink, G.W.T.A.G., Lammertsma, D.R. 2005. Facilitative and competitive interactions between sympatric cattle, red deer and wild boar in Dutch woodland pastures. *Acta Theriologica* 50: 241-252.
- Limpens, H. & P. Twisk 2004. Met vleermuizen overweg. Rijkswaterstaat, Delft/ Nederlandse Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming, Arnhem.
- Limpens, H.J.G.A., K. Mostert & W. Bongers (eds.) 1997. Atlas van de Nederlandse Vleermuizen. Onderzoek naar verspreiding en ecologie. Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.

- Mata, C., Hervas, I., Herranz, J., Suarez & F., Malo, J.E. 2005. Complementary use by vertebrates of crossing structures along a fenced Spanish motorway. *Biological Conservation* 124 (3): 397-405
- Maanen, E. van, & van Dullemen, D. 2003. Flora en fauna in Zeewolde in 2002. A&W-rapport 370. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv, Veenwouden.
- Martinetto, K. & Cugnasse, J.M. 2001. Reaction distance in Mediterranean Mouflon (*Ovis gmelini musimon* x *Ovis sp.*) in the presence of hikers with a dog on the Caroux plateau (Herauld, France). *Revue d'Ecologie- la Terre et la Vie* 56 (3): 231-242.
- McDonald, W. & St Clair, C.C. 2004. Elements that promote highway crossing structure use by small mammals in Banff National Park. *Journal of Applied Ecology* 41 (1): 82-93.
- Miller, S.G., Knight, R.L. & Miller, C.K. 2001. Wildlife responses to pedestrians and dogs. *Wildlife Society Bulletin* 29 (1): 124-132.
- Ministerie van LNV. 2003. Afsprakendocument Robuuste Verbindingen 2004-2018. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit, Den Haag.
- Ng, S.J., Dole, J.W., Sauvajot, R.M., Riley, S.P.D. & Valone, T.J. 2004. Use of highway undercrossings by wildlife in southern California. *Biological Conservation* 115 (3): 499-507.
- Nolet, B.A. 1992. Bever *Castor fiber* L., 1758. In Broekhuizen, S., B. Hoekstra, V. van Laar, C. Smeenk, & J.B.M. Thissen. Atlas van de Nederlandse zoogdieren. KNNV Uitgeverij, Utrecht. P246-249.
- Ouwehand, J. A. Brenninkmeijer & E. Wymenga (samenstelling en redactie) 2007. Ecologische waarden van natuurgebieden in de oostrand van Flevoland, bouwstenen voor een toekomstvisie. A&W-rapport 890. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv, Veenwouden.
- Provincie Flevoland 2006. Aanvullend milieuraapport omgevingsplan Flevoland 2006: Groen-blauwe zone OostvaardersWold. Versie 3.1. Provincie Flevoland, Lelystad.
- Rodriguez, A., Crema, G. & Delibes, M. 1997. Factors affecting crossing of red foxes and wildcats through non-wildlife passages across a high-speed railway. *Ecography* 20 (3): 287-294.
- Reijnen, R., Foppen, R. & Veenbaas, G. 1997. Disturbance by traffic of breeding birds: Evaluation of the effect and considerations in planning and managing road corridors. *Biodiversity and Conservation* 6 (4): 567-581.
- Renard, M. Visser, A.A., de Boer, W.F., van Wieren, S.E. 2007. The use of the wildlife overpass 'the Woeste Hoeve' in the Netherlands. In prep.
- Rheinhardt, R.D., Rheinhardt, M.C. 2004. Feral horse seasonal habitat use on a coastal barrier spit. *Journal of Range Management* 57: 253-258.
- Rijn, S. van, N. Beemster & M. Zijlstra 1995. Roofvogels in de Nederlandse wetlands: VII. Variaties in roofvogeldichtheden in de Oostvaardersplassen: effecten van beheer. Intern rapport 1995- 7 Lio. Rijkswaterstaat, Directie IJsselmeergebied, Lelystad.
- Schut, J. & Miedema, H. 2007. Inventarisatie natuurwaarden diverse terreinen in Lelystad in 2007. A&W-rapport 1011. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Veenwouden.
- Shirley, M.D.F. Armitage, V.L., Barden, T.L., Gough, M., Lurz, P.W.W., Oatway, D.E., South, A.B. & Rushton, S.P. 2001. Assessing the impact of a music festival on the emergence behaviour of a breeding colony of Daubenton's bats (*Myotis daubentonii*). *Journal of Zoology* 254: 367-373.
- Sierdsema, H. & Cuppen, J. 2006. A predictive distribution model for *Graphoderus bilineatus* in the Netherlands (coleoptera: dytiscidae). *Nederlandse Faunistische mededelingen* 24-2006.
- Taylor, A.R., Knight, R.L. 2003. Wildlife responses to recreation and associated visitor perceptions. *Ecological Applications* 13 (4): 951-963.
- Thompson, M.J. & Henderson, R.E. 1998. Elk habituation as a credibility challenge for wildlife professionals. *Wildlife Society Bulletin* 26 (3): 477-483.
- Van den Hendrik, K. & Verklaart, I. 2006. Grote grazers aanvaardbare risico's; over veiligheid en verantwoordelijkheid in door paarden of runderen begraasde natuurgebieden. Rapport Stichting Ark.
- Van Dijk, G. 2006. De brede geelgerande waterroofkever *Dytiscus latissimus* na 38 jaar weer in Nederland opgedoken (coleoptera: dytiscidae). *Nederlandse Faunistische mededelingen* 24-2006.
- Van Emmerik, W.A.M. 2003. Indeling van de vissoorten van de Nederlandse binnenwateren in ecologische gilden en in hoofdgroepen. OVB Onderzoeksrapport 00160. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- Van Wieren, S.E., Worm, P.B. 2001. The use of a motorway wildlife overpass by large mammals. *Netherlands Journal of Zoology* 51 (1): 97-105.
- Veen, J. 1984. De verspreiding en oecologische aspecten van de Otter *Lutra lutra* in Nederland. *Lutra* 27: 35-45.
- Vulink, T. J. Hungry herds; management of temperate lowland wetlands by grazing. Thesis, Rijksuniversiteit Groningen.

- Wallis de Vries, M.F. 1996. Nutritional limitations of free-ranging cattle: The importance of habitat quality. *Journal of Applied Ecology* 33 (4): 688-702.
- Witteveen & Bos. 2007. Vertrekdocument maatregelen infrastructuur OostvaardersWold. Witteveen+Bos, Almere.
- Witteveen & Bos. 2004. Ecoduct Leusderheide aanbiedingsontwerp ontwerpnota. Witteveen + Bos, Deventer.

BIJLAGEN

BIJLAGE 1. ONTSNIPPERINGSMAATREGELEN OOSTVAARDERSWOLD

Overzichtstabel van voorgestelde oplossing van ontsnipperingsmaatregelen bij kruispunten met infrastructuur. Alterra verwijst naar de studie van Groot Bruinderink & van der Grift (2006), Witteveen+Bos verwijst naar Witteveen & Bos (2007).

Barrière	Alterra	Witteveen+Bos
spoorbaan Almere- Lelystad (Flevolijn)	- Optimaal: Ecoduct van 200 m over spoorlijn - Minimaal: Faunatunnel onder spoor van 200 m breed, 5-6 m hoog	Faunatunnel onder spoorlijn; 50 m breed, hoogte 5 m, lengte 10 m
Lage Vaart	- Voor edelherten geen grote barrière, alleen verbetering van uitstapmogelijkheden van minimaal 200 m oever - Minimaal 7 locaties met aangepaste oevers over lengte van 15-20 m voor minder mobiele soorten - Downgraden van weg	Voor edelherten geen grote barrière, alleen verbetering van uitstapmogelijkheden van minimaal 200 m oever
autosnelweg A6 (Rijksweg A6)	- Ecoduct van minimaal 200 m breed - Verdiepte ligging van A6 heeft voorkeur vanuit ecologie	- Ecoduct van 50 m breed - Boven bestaand maaiveld met hoogte 9 m
Ibisweg	(deels) opheffen van weg over gehele breedte verbindingzone	Downgraden van weg of verleggen van weg zodat deze niet vlakbij ecoduct kruist
Vogelweg (provinciale weg N706)	- Snelheidsbeperkende maatregelen over gehele breedte verbindingzone - Aanvullende maatregelen voor bepaalde soorten (o.a. Otter)	- Snelheidsbeperkende maatregelen over deel van breedte verbindingzone - Oversteekplaats van wild concentreren
Schollevaarweg	- Downgraden van weg over gehele breedte verbindingzone - Maken van natuurvriendelijke oevers van sloten	- Vormt geen barrière voor edelhert, geen aanpassingen vereist - Wel aandacht voor plaatsing rasters - Maximum snelheid 60 km/u
Bloesemlaan	Verleggen van weg over gehele breedte verbindingzone	- Vormt geen barrière voor edelhert, geen aanpassingen vereist - Wel aandacht voor plaatsing rasters - Maximum snelheid 60 km/u
Adelaarsweg	-	- Vormt geen barrière voor edelhert, geen aanpassingen vereist - Wel aandacht voor plaatsing rasters - Maximum snelheid 60 km/u
Hoge Vaart	- Voor edelherten geen grote barrière, alleen verbetering van uitstapmogelijkheden van minimaal 200 m oever - Minimaal 7 locaties met aangepaste oevers over lengte van 15-20 m voor minder mobiele soorten - Creëren van moerassige inhammen in oevers	- Verbetering van uitstap mogelijkheden langs deel van oever - Geleiding van herten d.m.v. rasters naar oversteekplaats
Bosruiterweg	Opheffen van weg over gehele breedte verbindingzone	- Snelheidsbeperkingen om barrière werking te verminderen - Nader onderzoek vereist
Gooiseweg (provinciale weg N305)	- Ecoduct van minimaal 200 m breed - verdiepte ligging van weg heeft voorkeur vanuit ecologie	- Ecoduct van 50 m breed - Boven bestaand maaiveld met hoogte 8,6 m - Alternatief is faunatunnel van 50 m breed, 10 m lang en 5 m hoog
Flediteweg	Opheffen van weg over gehele breedte verbindingzone	Op plaats waar weg het raster kruist wordt wildrooster geplaatst

Groenewoudse Tocht	-	Deze watergang vormt geen barrière voor edelhert, geen aanpassingen vereist
Spiekweg (provinciale weg N705)	Ecoduct van minimaal 200 m breed	Ecoduct van 30-50 m breed
Nulderpad	-	- Vormt geen barrière voor edelhert, geen aanpassingen vereist - Wel aandacht voor plaatsing rasters - Maximumsnelheid 60 km/u

BIJLAGE 2. TITEL
