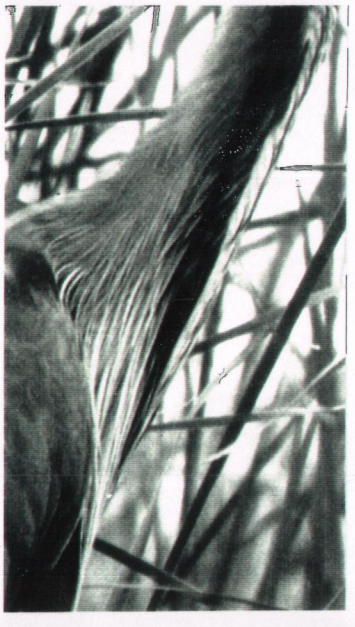
LEEA

Raadgevende ingenieurs
Witteveen Bos

Rijkswaterstaat Directie Utrecht

Gebouwen
Infrastructuur
Milieu



Oever- en natuurontwikkeling langs het Amsterdam-Rijnkanaal bij Nigtevecht

Witteveen+Bos
Raadgevende ingenieurs b.v.

Van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon (05700) 97911
telefax (05700) 97344

Raadgevende Ingenieurs
Witteveen Bos

Gebouwen
Infrastructuur
Milieu

Rijkswaterstaat Directie Utrecht

Oever- en natuurontwikkeling langs het Amsterdam-Rijnkanaal bij Nigtevecht

Rw. 147.1
november 1993
LEEA/SCHOM

Witteveen+Bos
Raadgevende Ingenieurs b.v.

Van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon (05700) 97911
telefax (05700) 97344

1946045

© Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v.
Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

INHOUDSOPGAVE **Blz.**

VOORWOORD i

SAMENVATTING iii

1 INLEIDING 1

2 ECOLOGISCHE VERBINDING VOOR LAAGVEENMOERAS 5

4 ZES INRICHTINGSOPTIES 17
4.2 Uitdieping maatregelen 18
4.3 Toetsing opties aan randvoorwaarden 22
4.4 Onderlinge weging opties, conclusies en keuze voorkeursoptie 27

5 VOORBEELDUITWERKING VOORKEURSOPTIES 29
5.1 Inleiding 29
5.3 Uitwerking optie 3 33
5.4 Uitwerking optie 2 33

6 CONCLUSIES 39

7 KENNISLACUNES 40

8 LITERATUUR 42

BIJLAGEN 45
I Ecologische eisen doelsoorten 45
IA Overzicht van dispersie van doelsoorten met een aanduiding van knelpunten 46
IB Overzicht habitatfunctie van natuurdoeltypen van het laagveenmoeras 53
II Maatregelen die kunnen bijdragen aan het tot stand brengen van een ecologische verbinding 56
III Invloed van de (combinatie van) maatregelen op de doelorganismen. 59
III.1 Invloed van de (combinatie van) maatregelen op de doelorganismen (ter opheffing van de barrière van de damwand en het water van het ARK). 60
III.2 Invloed van de (combinatie van) maatregelen op de doelorganismen (ter opheffing van de barrière van de provinciale weg). 61
III.3 Invloed van de (combinatie van) maatregelen op de doelorganismen (habitatontwikkeling ten oosten en ten westen van het ARK). 62
IV Toetsing van inrichtingsopties aan randvoorwaarden 64
VA Globale kostenraming per maatregel 67
VB Globale kostenraming per inrichtingsoptie 68
VI Invloed van de onderscheiden inrichtingsopties op de uitwisselingskans en habitat van de doelsoorten in het gebied rondom het ARK 69
VII Kostenoverzicht 72

VOORWOORD

De natuur van laagveenmoerassen, die voor Nederland heel kenmerkend is, staat onder grote druk. De versnippering van planten- en dierpopulaties is hierin een belangrijke factor. Een toenemende barrièrewerking door bebouwing, infrastructuur en het steeds sterielere landbouwgebied bemoeilijkt de genetische uitwisseling tussen populaties in moerasgebieden. Isolatie leidt tot ernstige genetische verarming, temeer daar de omvang en habitatkwaliteit van de moerasgebieden afneemt. Uiteindelijk sterven soorten uit, zoals bijvoorbeeld is gebeurd met de otter.

Om uit deze negatieve spiraal te geraken beoogt het Natuurbeleidsplan en het Integraal Structuurschema Verkeer en Vervoer bepaalde barrières passeerbaar te maken. Eén van deze barrières is het Amsterdam-Rijnkanaal, dat belemmerend werkt op de uitwisseling van soorten tussen de Vechtplassen en 'de Venen'. Bij Fort Nigtevecht bestaan goede mogelijkheden om deze belemmering in ieder geval voor een deel weg te nemen. Hiertoe dienen de oevers van het kanaal 'natuurvriendelijk' te worden gemaakt. Daarnaast is het ook nodig om in de omgeving van het kanaal leef- en foerageergebieden aan te leggen. Dit moeten laagveenmoerasecotopen zijn. Deze maken de afstand beter 'overbrugbaar' en leiden de dieren van en naar de natuurvriendelijke oevers.

In deze studie zijn verschillende inrichtingsopties ontwikkeld voor de kanaaloevers en de omgeving van Fort Nigtevecht. Het doel van deze opties is de kansen op genetische uitwisseling te vergroten. De opties zijn afgeleid uit maatregelen die in een multi-disciplinaire 'brainstormgroep' naar voren kwamen. Creativiteit stond hierbij voorop. De haalbaarheid van de opties is daarna getoetst aan diverse ecologische en maatschappelijke factoren. De begeleidingscommissie nam volop deel aan de 'brainstorm' en leverde ook daarbuiten waardevolle bijdragen aan het eindresultaat. Zij bestond uit de volgende leden:

G.M. Boks, Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde
A. Bolding, Hoogheemraadschap Amstel en Vecht
H. Frentz, Landinrichtingsdienst afd. Verkeerswegen
M.E. Lichtendahl, Rijkswaterstaat, Directie Utrecht - voorzitter
Y. Scheffer, Zuiveringsschap Amstel- en Gooiland
C.M. Visser, Rijkswaterstaat, Directie Utrecht

De uitgewerkte opties bieden reële handvaten om de barrière van het Amsterdam Rijnkanaal te slechten. Realisering van één van deze opties brengt het moment dichterbij dat de Venen en de Vechtplassen weer als een ecologische eenheid kunnen functioneren.

Allard van Leerdam
Cor Roos

SAMENVATTING

In opdracht van Rijkswaterstaat directie Utrecht heeft Witteveen+Bos raadgevende ingenieurs b.v. een verkennend onderzoek verricht naar de mogelijkheden voor herstel van een ecologische verbinding tussen de kerngebieden de Venen en de Vechtplassen door natuur- en oeverontwikkeling aan weerszijden van het Amsterdam-Rijnkanaal ter hoogte van Fort Nigtevecht.

De noodzaak van een ecologische verbinding tussen de Venen en de Vechtplassen volgt onder meer uit het Natuurbeleidsplan en de plannen voor het Groene Hart en is verder uitgewerkt in het project Ecologische Verbindingszone Venen-Vechtplassen (EVVV). Het Amsterdam-Rijnkanaal, haar steile oevers en de wegen die er langs liggen vormen in het traject tussen de Venen en de Vechtplassen een grote ecologische barrière. Het gebied ter hoogte van Fort Nigtevecht heeft naar verhouding goede mogelijkheden om deze barrière te slechten, onder andere omdat zich in het gebied enkele min of meer natuurlijke elementen bevinden en de verbindingszone kan aansluiten op de rivieren Vecht en Gein.

Dit onderzoek richt zich aldus op het ontwikkelen van een aantal inrichtingsopties voor het gebied bij Fort Nigtevecht. De inrichtingsopties doen de kans op ecologische uitwisseling tussen de Venen en de Vechtplassen toenemen voor zoveel mogelijk doelsoorten van het ecosysteemtype laagveenmoeras. Deze doelstelling is vanuit twee sporen benaderd, namelijk vanuit de soorten (wat is een goede ecologische verbindingszone voor moerasorganismen: het functie-aspect) en vanuit de mogelijkheden (welke voorzieningen kunnen getroffen worden binnen technische en andere randvoorwaarden: het vorm-aspect). Bij het ontwikkelen van de opties is aandacht besteed aan alle elementen die de barrière rondom het Amsterdam-Rijnkanaal vormen: het water, de damwand, de oevers, de wegen langs het ARK en de cultuur-gebieden naast het kanaal. De barrières zijn in de opties zoveel mogelijk weggenomen, of preciezer gesteld, in evenwicht gebracht met de barrièrewerking van min of meer natuurlijke landschapselementen zoals de Vecht en het Gein. In de inrichtingsopties is niet alleen gelet op de ecologische functie, maar ook op de civieltechnische uitvoerbaarheid en op maatschappelijke randvoorwaarden.

Binnen het raamwerk van de EVVV was de functie van de beoogde ecologische verbinding over het Amsterdam-Rijnkanaal reeds nader afgebakend: de verbinding is vooral bedoeld voor soorten van het laagveenmoeras. Een lijst met doelsoorten, opgesteld vanuit een biotoop analyse voor verschillende successiestadia van het laagveenecosystem, vormt een leidraad voor de ontwikkeling en toetsing van inrichtingsopties. De vereenvoudiging van het laagveenmoeras-ecosysteem tot een lijst van doelsoorten maakte het mogelijk concrete eisen ten aanzien van de inrichting van een verbindingszone af te leiden. Inzicht in zowel de habitateisen van de doelsoorten als hun verspreidingsvermogen is daarbij gebruikt.

Uit het onderzoek blijkt dat een belangrijk deel van de doelsoorten goed kunnen zwemmen of vliegen. Slechts enkele soorten bewegen zich alleen over land. Tevens blijkt dat de meeste soorten een ernstige of zelfs absolute barrièrewerking ondervinden van de wegen en het kanaal. Verder blijkt dat voor veel soorten de afstand tussen de kerngebieden niet in één keer of in één generatie te overbruggen is. Dit maakt de aanleg van stapstenen met voldoende oppervlakte, milieukwaliteit en vegetatiestructuur noodzakelijk.

Bij het ontwerpen van de opties is een telescopische benadering gevolgd. Eerst zijn in een brainstorm zoveel mogelijk maatregelen geïdentificeerd, die ter plekke kunnen bijdragen aan het herstel van de ecologische verbinding. Vanuit deze maatregelen is door toetsing aan de functionaliteit en aan verschillende randvoorwaarden ingezoomd tot uiteindelijk drie inrichtingsopties, die optimaal zijn toegesneden op de ecologische functie en de terreinsituatie.

Tabel 1. Stappenplan voor het genereren van maatregelpakketten die bijdragen aan een functionele ecologische verbinding.

stap	activiteit
1	vaststellen randvoorwaarden vanuit doelsoorten
2	genereren van mogelijke maatregelen
3	voorlopige selectie en eventueel combineren van maatregelen
4	globale toetsing effect van elke maatregel op de doelsoorten
5	afleiden van kansrijke inrichtingsopties
6	toetsen van opties aan de verschillende randvoorwaarden
7	keuze en uitwerking voorkeursopties

De maatregelen die kunnen bijdragen aan een functionele ecologische verbinding zijn - gegroepeerd naar barrière - weergegeven in tabel 2. De maatregelen vormen de bouwstenen waaruit een functionele ecologische verbindingszone kan worden opgebouwd. Voor vrijwel geen enkele maatregel heeft het zin tot uitvoering over te gaan zonder andere, flankerende maatregelen te nemen. De verwachte effectiviteit van de maatregelen is per doelsoort zoveel mogelijk ingevuld op basis van literatuur en expert-judgement.

De meest veelbelovende combinaties van maatregelen zijn getoetst aan de eisen die de doelsoorten van het laagveenmoeras stellen aan een ecologische verbindingszone van de Venen naar de Vechtplassen. De toetsing was in eerste plaats gericht op de mate waarin de barrière wordt weggenomen. In de toetsing van de maatregelen gericht op biotoopontwikkeling is daarnaast ook de versterking van de ecosystemen van het verbindingsgebied zelf als positief effect meegewogen. Bij het bepalen van het effect van de maatregelen op de doelsoorten is uitgegaan van de eerder geïdentificeerde habitateisen en dispersiemogelijkheden van de doelsoorten.

Uit de maatregelcombinaties zijn zes inrichtingsopties afgeleid die allemaal een mogelijke invulling geven aan een ecologische verbindingszone voor het gehele traject tussen het Gein (dat in verbinding staat met de Venen) en de Vechtplassen. Het zestal biedt geen limitatieve opsomming van kansrijke inrichtingsmogelijkheden, maar wil vooral een overzicht bieden van haalbare oplossingsrichtingen. Factoren die bij het opstellen van de opties een rol speelden zijn:

- een nog enigszins open formulering, waarin de verschillende bouwstenen zichtbaar moeten blijven;
- het streven naar duidelijk verschillende opties qua uitvoering, omvang en locatie;
- het streven naar een evenwichtige inzet van maatregelen voor de verschillende barrières: de zwakste schakel bepaalt de effectiviteit vooral;
- streven naar functionele verbinding voor zoveel mogelijk soorten door ecologische eisen van doelsoorten te verwerken.

Tabel 2. Overzicht veelbelovende (combinaties van) maatregelen die kunnen bijdragen aan het tot stand brengen van een ecologische verbinding

barrière ARK	uittreedplaatsen + versterking begroeiing op dijk
	oevers van steenstort + versterking begroeiing op dijk
	natuurvriendelijke oevers + versterking begroeiing op dijk
	wiel + steenstortoevers + versterking begroeiing op dijk
	ecoduct
barrière provinciale weg	afscheidingsscherm + aanleg duikers
	weg verder van kanaal leggen + afscheidingsscherm + duiker of goot
	weg verder van kanaal leggen en op een viaduct + afscheidingsscherm
Cultuurgebied ten Oosten van ARK	restauratie Vecht: uiterwaarden tot aan ARK
	restauratie Vecht: uiterwaarden tot aan ARK + begeleiding met hooilandjes, moerasbosjes etc.
	aanpassing sluizencomplex + restauratie Vecht
	aanpassing sluizencomplex + restauratie Vecht + begeleiding met hooilandjes, moerasbosjes etc.
	aanleg kleine stapstenen + corridor
	aanleg moeraskern (grote stapsteen) + kleine stapstenen + corridor
	aanleg moeraskernen + kleine stapstenen + corridor
Cultuurgebied ten Westen van ARK	aanleg kleine stapstenen + corridor
	aanleg moeraskern + kleine stapsteen + corridor
	aanleg moeraskern + corridor

Bij het samenstellen van de opties is uitgegaan van twee harde randvoorwaarden: een onbelemmerde doorgang voor de scheepvaart en de veiligheid, stevigheid en hoogte van de dijken. Voor verschillende maatregelen geldt wel, dat tijdens de aanleg een tijdelijk ongemak kan optreden. Overigens voldoen de opties ook allemaal aan het gesloten waterakkoord en het peilbesluit voor het ARK. Het waterpeil in de polders kan voor de biotoopontwikkeling lokale aanpassing behoeven.

Uit de veelbelovende maatregelen zijn de volgende inrichtingsopties geformuleerd:

1 **BEPERKT** - beperkte optie
(10 uittreedplaatsen, duikers onder de weg, 5 stapstenen van 5 ha. en 4 km corridor)
2 **MAXIMAAL** - uitgebreide optie met moerasontwikkeling in polder en met ecoduct
(een ecoduct, 2000 m. smalle natuurvriendelijke oever, 1400 m. steenstortoever, de weg op een viaduct, 3 moeraskernen van 35 ha., 2 stapstenen van 5 ha en 2 km corridor)
3 **RIVIERBEGELEIDENDE HABITATS** - uitgebreide optie met moerasontwikkeling langs de Vecht en het ARK
(brede natuurvriendelijke oever over 2000 m., de weg op een viaduct en met duikers, 40 ha moeras rondom de Vecht, 1 moeraskern van 35 ha, 1 stapsteen van 5 ha en 2 km corridor)
4 **KRALENSNOER** - uitgebreide optie, vooral gericht op migratie mobiele soorten
(2000 m. smalle natuurvriendelijke oever, wiel in combinatie met stortsteenoevers, weg in een tunnel, 5 stapstenen van 5 ha en 5 km corridor)
5 **SLUISEILAND** - vrij beperkte optie met moerasontwikkeling op sluiseiland
(1500 m. smalle natuurvriendelijke oever, duikers onder de weg, 25 ha moeras op en rondom het sluiseiland en de Vecht, 2 stapstenen van 5 ha en 2 km corridor)
6 **POLDERHABITATS** - uitgebreide optie met moerasontwikkeling in polder
(2000 m. smalle natuurvriendelijke oever, duikers onder de weg, 3 moeraskernen van 35 ha., 5 stapstenen van 5 ha en 3 km corridor)

De inrichtingsopties verschillen in hun ingeschatte ecologische baten, hun kosten en hun effect op verschillende maatschappelijk factoren. Om daarvan een indruk te krijgen is voor de volgende aspecten onderzocht welke **effecten** de inrichtingsopties hebben en welke **eisen** ze stellen: ecologie, waterkwaliteit, water-bodem, hydrologie, scheepvaart, landbouw, omwonenden, recreatie, beheer en onderhoud en ruimtelijk beleid. Door de opties onderling en met de meest beperkte optie te vergelijken is een beeld gevormd van de toegevoegde waarde van de verschillende maatregelen.

Uit de toetsing aan de maatschappelijke factoren en de onderlinge weging van de inrichtingsopties komt een aantal conclusies naar voren. De beperkte optie 1 doet de kans op uitwisseling voor maar weinig soorten weinig toenemen. Hoewel de kosten gering zijn, bestaat er twijfel omtrent de meerwaarde van deze optie ten opzichte van het nulalternatief: niets doen. Het rendement van deze optie wordt daarom laag ingeschat. Bij de overige opties komen twijfels omtrent het rendement vooral naar voren bij optie 5, die door de kom van Nigtevecht leidt. Daarnaast is optie 4, het kralensnoer van kleine stapstenen, suboptimaal ten opzichte van de andere opties omdat de kleine stapstenen geen ruimte bieden voor successiereeksen. Hierdoor komen verschillende versnipperingsgevoelige soorten die tijdelijke verlandingsstadia als habitat hebben, bij deze inrichting moeilijk tot uitwisseling.

Aldus blijven er 3 inrichtingsopties over, die elk de uitwisselingskans voor laagveenmoerassoorten belangrijk verhogen en de ecosystemen tussen Venen en Vechtplassen versterken. Daarvan is optie 6 - als de optie met het hoogst ingeschatte rendement - in dit rapport wat nader uitgewerkt. Er is een schets van een mogelijke inrichting opgenomen en de maatregelen waaruit de optie bestaat zijn verder gespecificeerd. Naast optie 6 zijn tevens de opties 2 en 3 beknopt uitgewerkt als goede alternatieven voor optie 6. Daarbij is vooral aangegeven op welke onderdelen verschillen bestaan met optie 6.

In het laatste hoofdstuk worden de belangrijkste kennislacunes gesignaleerd. Deze geven aan waar de grootste onzekerheden en vrijheidsgraden schuilen binnen de uitgewerkte inrichtingsopties. Tevens blijkt hieruit welk nader onderzoek gewenst is. Onderscheiden worden kennislacunes omtrent versnipperingsgevoeligheid, natuurontwikkeling en de uitvoering, het beheer en de functionaliteit van natuurvriendelijke oevers. Geconstateerd wordt dat uitvoering van het project in combinatie met nauwkeurige monitoring een belangrijke bijdrage kan leveren aan de kennisontwikkeling omtrent ecologische verbinding.

1 INLEIDING

Achtergrond en kader

De mogelijkheden van een ecologische verbindingszone tussen de kerngebieden de Venen en de Vechtplassen moeten worden nagegaan. Dat volgt onder meer uit het Natuurbeleidsplan en de plannen voor het Groene Hart en is verder uitgewerkt in het project 'Ecologische verbindingszone Venen-Vechtplassen' (EVVV). Het Amsterdam-Rijnkanaal (ARK) en de wegen die er langs liggen vormen in dit verband een grote barrière. Rijkswaterstaat Directie Utrecht heeft besloten een verkennend onderzoek te laten verrichten naar de mogelijkheden voor het realiseren van een milieu- of natuurvriendelijke oeverzone aan weerszijden van het ARK. Het kader van dit onderzoek wordt mede gevormd door het Integraal Beleidsplan ARK dat in concept is verschenen.

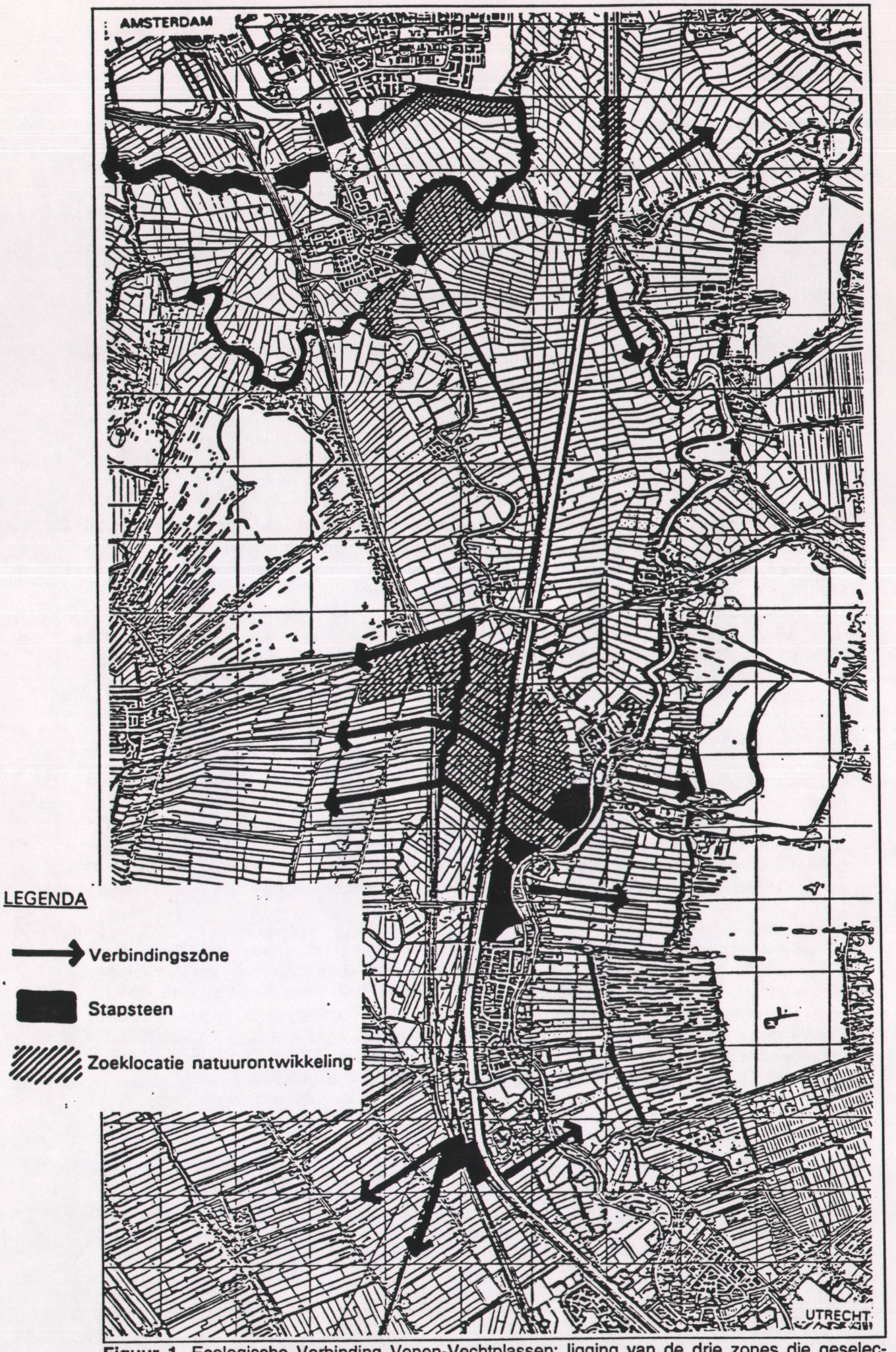
Onder een milieuvriendelijke of natuurvriendelijke oeverzone wordt hier meer verstaan dan de ruimte tussen het open water en de dijk. De te ontwikkelen opties voor herinrichting en natuurontwikkeling zullen ook de gebieden achter de dijk betreffen. Daarbij gaat het om de vorming van leefgebieden, foerageergebieden en lijnvormige landschapselementen, die de kans op ecologische uitwisseling vergroten. Dat neemt echter niet weg dat voor de migratie van diersoorten ook een aantal technische ingrepen in de eigenlijke oeverzone (ARK-damwand-dijk) nodig is.

Voor het tot stand brengen van een ecologische verbinding Venen-Vechtplassen is een drietal geschikte gebieden aangewezen (zie fig. 1). Dit onderzoek richt zich op het ontwikkelen van inrichtingsopties voor het meest noordelijke gebied, gelegen ter hoogte van Fort Nigtevecht. Bij Fort Nigtevecht bestaan naar verhouding goede mogelijkheden om de verschillende barrières voor ecologische uitwisseling te slechten; de spoorlijn en het ARK liggen hier niet meer direct naast elkaar, natuurlijke elementen zoals het fort en een kade uit de Hollandse Waterlinie verlenen het cultuurgebied al een zekere ecologische kwaliteit, en de verbindingszone kan aansluiten op het riviertje het Gein. De inrichtingsopties voor dit gebied doen de kans op ecologische uitwisseling tussen de Venen en de Vechtplassen toenemen. Voor de inrichting is niet alleen de ecologische functie van belang, maar spelen ook de civieltechnische uitvoerbaarheid en andere praktische randvoorwaarden een dwingende rol.

Het accent in het onderzoek ligt op de verbinding oost-west, van de Oostelijke Vechtplassen (verder aangeduid als 'de Vechtplassen') naar de Westelijke Vechtplassen (verder 'de Venen'). Daarnaast wordt gelet op inrichtings-maatregelen die het ecologisch functioneren van het ARK zelf versterken. Van de oost-west verbinding neemt deze studie alleen het traject Spiegelpolder-het Gein in beschouwing. De verbinding langs het Gein en de Winkel naar de Botshol is een onderdeel van het EVVV-project dat in een ander kader wordt uitgewerkt.

Doelstelling

Binnen het raamwerk van de grootschalige projecten "Groene Hart" en de EVVV (Projectgroep EVVV, 1993), is de functie van de beoogde ecologische verbinding over het Amsterdam-Rijnkanaal al afgebakend. Aangegeven is dat de verbinding vooral voor soorten van het ecosysteemtype laagveenmoeras nodig is. Vanuit een biotoopanalyse is door de Provincie Utrecht reeds een lijst van doelsoorten afgeleid, die kenmerkend zijn voor de verschillende successiestadia van laagveenmoerassen. Deze lijst en de bijbehorende biotoopanalyse vormen een leidraad voor de ontwikkeling en toetsing van inrichtingsopties.



Figuur 1. Ecologische Verbinding Venen-Vechtplassen; ligging van de drie zones die geselecteerd zijn voor het tot stand brengen van deze verbinding.

Voor de verbindingszone over het ARK bij Nigtevecht komen uit de genoemde projecten verschillende doelstellingen naar voren. Gerangschikt naar prioriteit kunnen zij worden samengevat als:

1. behoud of versterking van de kerngebieden Venen en Vechtplassen door het tot stand brengen van genenuitwisseling over het ARK voor zoveel mogelijk doelsoorten van het ecosysteemtype laagveenmoeras (door het opheffen van barrières);
2. het vergroten van het areaal laagveenmoeras (verschillende successie stadia) door natuurontwikkeling in het gebied tussen de Venen en de Vechtplassen;
3. het versterken van het ecologisch functioneren van het ARK.

Deze (verkennende) studie richt zich op elk van deze drie doelstellingen, doch start vanuit de eerste. Tenslotte zijn doelstelling 2 en 3 voor een deel ook een middel om doelstelling 1 te bereiken. De onderzoeksdoelstelling kan worden omschreven als: **het genereren van verschillende opties voor een ecologische verbindingszone over het Amsterdam-Rijnkanaal bij Nigtevecht voor zoveel mogelijk doelsoorten van het laagveenmoeras.**

Uitwerking doelstelling en opzet rapportage
De onderzoeksdoelstelling kan vanuit twee sporen worden benaderd:
1. vanuit de soorten - wat is een goede ecologische verbindingszone voor moerasorganismen: het functie-aspect
2. vanuit de mogelijkheden - welke voorzieningen kunnen getroffen worden binnen technische en andere randvoorwaarden: het vorm-aspect

Het gaat er in dit onderzoek om de beide sporen te verenigen, zodat er binnen de randvoorwaarden een optimale afstemming van vorm en functie bereikt wordt. De opzet van het onderzoek en van de rapportage kan worden toegelicht aan de hand van de twee sporen. Voor het eerste spoor, de functie, wordt kort aandacht besteed aan de ecologische eisen die aan deze verbinding gesteld worden. Leidraad hierbij zijn de soorten van het laagveenmoeras en hun dispersievermogen. Het tweede spoor heeft betrekking op de specifieke terreinsituatie bij Fort Nigtevecht. Uitgaande van de ecologische eisen dient deze te worden aangepast. De ontwikkeling van mogelijke maatregelen en maatregelpakketten volgt een telescopische benadering. In eerste instantie zijn zoveel mogelijk maatregelen in en om het ARK geïdentificeerd, die aan een functionele ecologische verbinding kunnen bijdragen. Vervolgens worden deze door toetsing aan de functie-eisen en door ze onderling te combineren in aantal teruggebracht. Deze benadering leidt uiteindelijk tot 6 inrichtingsopties, waarvan er drie worden uitgewerkt. Tabel 1 geeft een schematische weergave van de verschillende stappen in het onderzoek.

Tabel 1. Stappenplan voor het genereren van maatregelpakketten die bijdragen aan een functionele ecologische verbinding.

stap	activiteit
1	vaststellen randvoorwaarden vanuit doelsoorten
2	genereren van mogelijke maatregelen
3	voorlopige selectie en eventueel combineren van maatregelen
4	globale toetsing effect van elke maatregel op de doelsoorten
5	afleiden van kansrijke inrichtingsopties
6	toetsen van opties aan de verschillende randvoorwaarden
7	keuze en uitwerking voorkeursopties

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt nader ingegaan op de functie van de ecologische verbinding tussen de Venen en de Vechtplassen bij Nigtevecht en de voorwaarden die daaraan vanuit de doelsoorten worden gesteld. In hoofdstuk 3 worden de barrières geïdentificeerd en worden mogelijke maatregelen afgeleid om ze weg te nemen. Op deze maatregelen wordt een eerste toetsing en selectie uitgevoerd. In hoofdstuk 4 worden veelbelovende maatregelen samengevoegd tot een zestal inrichtingsopties voor het gebied rondom Fort Nigtevecht. Deze inrichtingsopties worden ten opzichte van elkaar gewogen. Op basis van deze weging worden in hoofdstuk 5 drie voorkeursopties nader uitgewerkt. Hoofdstuk 6 en 7 besluiten met eindconclusies respectievelijk het signaleren van belangrijke kennislacunes.

2 ECOLOGISCHE VERBINDING VOOR LAAGVEENMOERAS

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de functie van de ecologische verbindingszone bij Fort Nigtevecht. De voorwaarden voor het vervullen van deze functie worden geanalyseerd.

Ecologische verbindingszones
Een ecologische verbindingszone is een ruimtelijke structuur in het landschap die de uitwisseling van organismen tussen grotere natuurgebieden ('kerngebieden', Min. van LNV 1990) mogelijk maakt of versterkt. Deze structuur kan uit twee typen elementen zijn opgebouwd:

- stapsteen:
  door tussen kerngebieden op bereikbare afstanden een gebied in te richten dat toegankelijk is, voldoende habitat-overeenkomst vertoont met de kerngebieden en een goede milieukwaliteit heeft, kunnen individuen zich langs de stapstenen verplaatsen naar het volgende kerngebied. Afhankelijk van de omvang en inrichting van de stapsteen zal zich een subpopulatie in het gebied kunnen ontwikkelen. Een stapsteen is dus voor sommige soorten een leefgebied, terwijl het voor andere soorten een foerageer- of rustgebied kan zijn;
- corridor:
  indien aan een aantal, grotendeels soortafhankelijke, randvoorwaarden wordt voldaan, zoals bv. de aanwezigheid van water, beschutting en rust, dan kunnen lijnvormige landschapselementen tussen kerngebieden een uitwisseling van individuen bevorderen. Deze landschapselementen functioneren dan als een corridor. De dimensies van een corridor maken dat deze niet meer dan elementen van de laagveenmoeraslevensgemeenschappen in de kerngebieden kan omvatten. De vormgeving van de corridor dient echter wel zo goed mogelijk op de kerngebieden te zijn afgestemd.

De noodzaak van ecologische verbindingszones vloeit voort uit het verschijnsel versnippering. Dit is een complex begrip, waarin een groot aantal factoren meespeelt (Opdam & Hengeveld 1990). De kern is dat de ecosystemen van het studiegebied optimaal ontwikkeld waren toen het gebied één groot laagveen-, hoogveen- en rivierenlandschap was. Planten en dieren konden zich vrijelijk door het landschap bewegen en beschikten over grote leefgebieden en populaties. Door ontginning, een verslechterende milieukwaliteit, de aanleg van infrastructuur en vele andere oorzaken, zijn de toenmalige ecosystemen teruggedrongen tot kleine gebieden. In deze gebieden zijn veel populaties zo klein, dat ze niet op zichzelf kunnen bestaan (zie bv. Ouborg 1992). Ecologische verbindingszones zijn een gerichte voorziening om deze populaties tot 'deelpopulatie' te maken. Deze deelpopulaties functioneren binnen een groter geheel, de metapopulatie (zie o.a. Verboom et al. 1991), waardoor het uitsterven kan worden afgewend en een basis voor ecologisch herstel wordt gelegd.

Ecologische verbinding Venen-Vechtplassen
De tot stand te brengen ecologische verbindingszone bij Fort Nigtevecht verbindt de Oostelijke Vechtplassen en de Venen (de Westelijke Vechtplassen en de natuurontwikkelingsgebieden daar omheen). Op de verbinding van deze twee kerngebieden (de 'EVVV') is op initiatief van Rijkswaterstaat in breder kader reeds een visie ontwikkeld (Lichtendahl 1992, Projectgroep EVVV 1993). De onderhavige studie bouwt voort op deze visie. Enkele belangrijke elementen van de visie zijn:

- het gaat hier om verbinding van laagveenmoerasecosystemen. De verbinding moet daarom gericht zijn op laagveenmoerassoorten. Voor zoveel mogelijk van deze soorten dienen de kansen op uitwisseling te worden vergroot;
- om het begrip 'laagveenmoerasecosysteem' verder te concretiseren zijn doelsoorten aangewezen, die tezamen een doorsnede vormen van het laagveenmoerasecosysteem;
- van de doelsoorten zijn de habitateisen geanalyseerd; voor de verschillende soorten kan worden aangegeven welke moerasecotopen door hen gebruikt worden;
- er wordt op drie plaatsen getracht een Oost-West verbinding van de Venen naar de Vechtplassen te realiseren. De verbindingszone bij Fort Nigtevecht is de meest noordelijke. Zij sluit in het westen aan op het Gein, de Winkel en uiteindelijk de Botshol. Het Gein en

de Winkel beschikken over oeverlanden met een natuurlijk karakter, die door rietland of bloemrijk hooiland (m.n. Dotterbloemhooiland) begroeid zijn.

Deze visie, en daarin met name de geselecteerde doelsoorten, vormen een belangrijke leidraad voor deze studie.

Voorwaarden vanuit de doelsoorten

De vereenvoudiging van het laagveenmoerasecosysteem tot een lijst van doelsoorten maakt het mogelijk concrete eisen ten aanzien van de inrichting van een verbindingszone af te leiden. Hiertoe is het van belang over inzicht te beschikken in de habitateisen van de doelsoorten. Daarnaast is inzicht in hun verspreidingsvermogen van belang; op welke wijze verplaatsen zij zich, welke afstanden kunnen ze overbruggen?

Dit inzicht wordt voor een belangrijk deel reeds geboden door het hiervoor genoemde EVVV-project, door de bijbehorende biotoopanalyse (Bureau Milieu-inventarisatie, 1992) en door Van Leerdam & Vermeer (1992). Op basis van deze studies, andere literatuurbronnen (o.a. Vlinderstichting 1991, Broekhuizen et al. 1992, Min. van LNV 1990B, RIN 1983, Reitsma 1992) en expert opinions is een samenvattende tabel met kenmerken van de doelsoorten opgesteld (zie bijlage IA). Voor de doelsoorten is hierin kernachtig aangegeven hoe zij zich verplaatsen, welke barrières vooral beperkend zijn voor de uitwisseling en welke habitat-kenmerken van belang zijn voor hun leef- en migratiegebied.

De doelsoorten zijn allen dieren. Dit is niet omdat planten niet belangrijk of ongevoelig voor versnippering zouden zijn. De beperkte beschikbare kennis over de verspreiding en versnippering van plantenpopulaties duidt echter niet op werkelijk andere inrichtingseisen dan die van de fauna. Voor zoöchore plantensoorten lopen de belangen zelfs precies parallel aan die van dieren.

Uit bijlage IA komt naar voren dat de doelsoorten voor een belangrijk deel goed kunnen zwemmen of vliegen. Slechts enkele soorten bewegen zich alleen over land. Tevens blijkt uit de tabel dat de meeste soorten een ernstige of zelfs absolute barrièrewerking ondervinden van de wegen en het kanaal. Hier dienen dus technische aanpassingen te worden getroffen. Verder blijkt dat voor veel soorten de afstand tussen de kerngebieden niet in één keer of in één generatie te overbruggen is. Dit maakt de aanleg van stapstenen noodzakelijk. Aanwijzingen over de gewenste milieukwaliteit, vegetatiestructuur en oppervlakte van deze stapstenen kunnen worden ontleend aan Van Leerdam & Vermeer (1992). Deze auteurs definiëren voor laagveenmoerassen een 17-tal natuurdoeltypen op ecotoopniveau en geven daarbij aan wat de belangrijkste voorwaarden voor duurzame instandhouding zijn. Voor de verschillende doelsoorten van deze studie is nagegaan welke natuurdoeltypen hun habitat vormen (zie bijlage IB).

3 ECOLOGISCHE VERBINDING OVER HET AMSTERDAM-RIJNKANAAL

3.1 Identificeren knelpunten en mogelijke maatregelen

Verkenning mogelijke maatregelen voor ecologische verbinding
In figuur 2 is het Amsterdam-Rijnkanaal ter hoogte van Fort Nigtevecht weergegeven. Bij beschouwing van deze kaart komen in het traject van de Spiegelpolder naar het Gein als belangrijkste barrières naar voren:
- het Amsterdam Rijnkanaal;
- de provinciale weg aan de oostkant van het kanaal;
- de B-weg aan de westkant van het kanaal;
- het agrarisch cultuurgebied aan weerszijden van het kanaal.

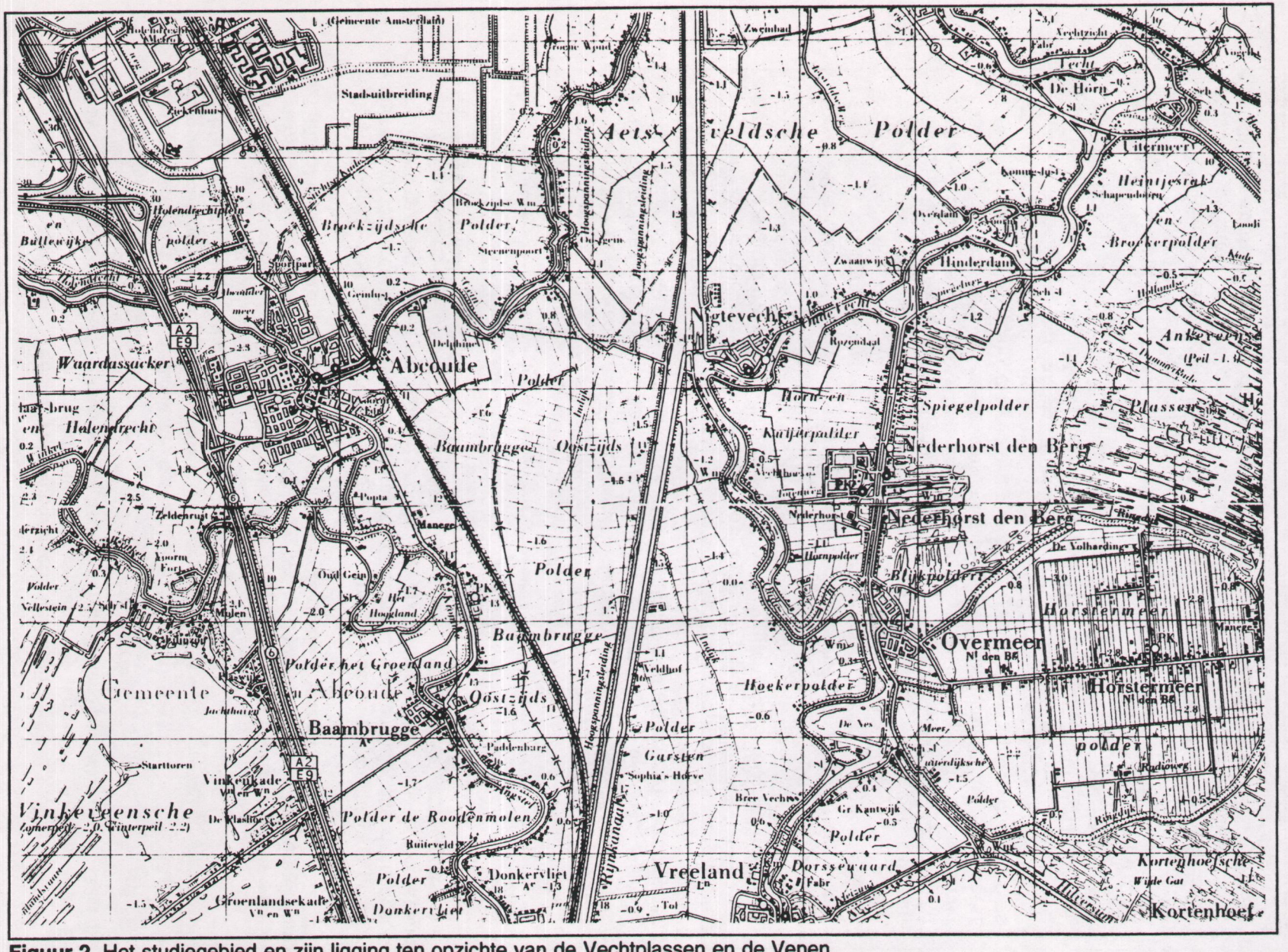
Van elk van deze barrières dient de barrièrewerking zoveel mogelijk te worden weggenomen, of preciezer gesteld, in evenwicht te worden gebracht met de barrièrewerking van min of meer natuurlijke landschapselementen zoals de Vecht en het Gein.

Bij het ontwerpen van hierop gerichte maatregelen is een telescopische benadering gevolgd; vanuit een groot aantal ideeën wordt door toetsing ingezoomd tot uiteindelijk drie inrichtingsopties, die optimaal zijn toegesneden op de ecologische functie en de terreinsituatie. Vertrekpunt vormen de maatregelen die zijn gegenereerd tijdens een gezamenlijke 'brainstormsessie'. Creativiteit stond hierbij voorop.

Kans op uitwisseling
Een ecologische verbindingszone is erop gericht de kans op uitwisseling van individuen en daarmee van genen tussen kerngebieden te verhogen. Deze 'kans op uitwisseling' is daarom een kernbegrip in het ontwerpen en toetsen van maatregelen die op ecologische verbinding gericht zijn. Om deze reden wordt dit begrip hier op theoretisch niveau nader verkend.

De uitwisselingskans wordt bepaald door twee factoren: het aantal dieren dat aan de oversteek begint en het individuele succes van dieren in het daadwerkelijk bereiken van het andere kerngebied. De eerste factor, het aantal dieren, wordt op zijn beurt bepaald door de grootte van de populaties in de kerngebieden aan weerszijden van de barrière(s). Deze populatiegrootte kan worden verhoogd door het verhogen van de habitatkwaliteit in de kerngebieden of door het ontwikkelen van nieuwe leefgebieden. De tweede factor, het succes van dieren in het maken van de oversteek, is afhankelijk van kenmerken van het dier en kenmerken van de barrière. Alleen de laatste zijn stuurbaar, door het uitvoeren van aanpassingen die de passerbaarheid verhogen. Belangrijk hierbij zijn de aard van de voorziening, de dimensies en de oriëntatiemogelijkheden die dieren hebben. In het concrete voorbeeld van het aanleggen van een natuurvriendelijke oever in het ARK zullen de kansen van een overzwemmend dier bepaald worden door de kans om aan de overkant 'goed uit te komen', oftewel door de lengte van de natuurvriendelijke oever en de aanwezigheid van een structuur waarop het dier zich kan oriënteren en die het dier stimuleert in de goede richting te zwemmen. Daarnaast moet het water natuurlijk niet te turbulent zijn en moet het dier over voldoende zwemcapaciteiten beschikken.

Sommige maatregelen kunnen zowel het aantal dieren als de individuele succeskans verhogen. In deze studie, waarin het te overbruggen gebied (de barrière) uitgestrekt is, kunnen nieuwe gebieden niet alleen bijdragen aan de versterking van populaties maar ook aan de oriëntatie. Wanneer de te ontwikkelen leefgebieden op de juiste plaats gesitueerd worden kunnen zij de migratie van dieren 'geleiden'.



Figuur 2. Het studiegebied en zijn ligging ten opzichte van de Vechtplassen en de Venen.

De maatregelen die kunnen bijdragen aan een functionele ecologische verbinding zijn opgesomd in bijlage II. Ze zijn gegroepeerd naar de barrière waarop ze zich richten (zie boven). De uitwerking van de maatregelen is slechts globaal, waardoor er nog een aanzienlijke bandbreedte bestaat ten aanzien van hun effectiviteit voor de verschillende doelsoorten. Na een eerste schifting worden de maatregelen en hun effectiviteit verder uitgewerkt.

Eerste selectie en groepering van maatregelen

Een eerste selectie en groepering van maatregelen wordt uitgevoerd om het grote aantal maatregelen uit de brainstorm hanteerbaar te maken. Kenmerken waarop geselecteerd wordt zijn harde randvoorwaarden zoals de scheepvaart- en boezemfunctie van het kanaal, de waterkerende functie van de oever en de verkeerskundige functie van de provinciale weg. In de eerste plaats baseert de selectie zich echter op de verwachte effectiviteit van de maatregel, oftewel de toetsing aan de ecologische eisen die in hoofdstuk 2 zijn verkend. Doordat de beschikbare ecologische kennis van veel diersoorten beperkt is, moet voor de beoordeling van de effectiviteit voor een belangrijk deel worden teruggevallen op expert-judgement. Daarom is het moeilijk deze toetsing expliciet te maken. Op een globale manier is zij al in bijlage 2 verwerkt. Van de geselecteerde maatregelen worden per barrière logisch samenhangende combinaties samengesteld.

Enkele maatregelen, waarvan de verwachte werkzaamheid gering of twijfelachtig is, worden niet verder meegenomen in de afweging:

- het aanleggen van "eilanden" als stapstenen in het ARK zelf;
  Redenen van uitsluiting zijn de belemmeringen voor de scheepvaart en de naar verwachting geringe ecologische betekenis van deze eilandjes: de potenties voor natuurontwikkeling zijn midden in het kanaal niet hoog. De toegevoegde waarde van eilandjes zou daarom alleen bestaan uit hun functie als rustplaats voor overzwemmende dieren. De groep van dieren die wel de halve breedte van het kanaal, maar niet de gehele breedte kunnen overzwemmen, is niet groot.
- de tunnel onder het ARK en de provinciale weg;
  Redenen van uitsluiting zijn de twijfelachtige werkzaamheid van de voorziening, afgezet tegen de zeer hoge kosten. Om het ARK en de weg te passeren, dient een erg lange en diepe tunnel te worden aangelegd. De dieren die een tunnel van honderden meters lang zullen gebruiken, zijn naar verwachting vooral de mobiele, holbewonende soorten zoals marterachtigen en muizen. Voor veel van de overige soorten biedt de tunnel geen oplossing, bv. omdat de af te leggen afstand te groot is of omdat het vliegende dieren zijn.
- de aanleg van zandputten;
  Redenen van uitsluiting zijn de beperkte baten. Door zandwinning ontstaan diepe putten met een mogelijk goed ontwikkelde aquatische levensgemeenschap, doch met een matig tot slechte habitatkwaliteit voor moerasorganismen. Bovendien kunnen zandputten grote milieu-effecten met zich brengen. Zo heeft de aanleg van de Maarsseveense Plassen sterke verdroging veroorzaakt in het aanliggende laagveenreservaat de Molenpolder.
- de aanleg van uiterwaarden;
  Reden van uitsluiting is dat het ARK geen rivier is. Het ARK kent geen karakteristiek peilverloop over het jaar, zodat winterse inundaties uitblijven. Uiterwaarden zoals die langs Rijn en Maas voorkomen, zijn daardoor niet realiseerbaar. Een alternatief is moerassige uiterwaarden aan te leggen, waarin het maaiveld rond het ARK-peil ligt. Deze maatregel verschilt echter niet wezenlijk (hooguit in schaal) van de aanleg van natuurvriendelijke oevers achter een vooroeververdediging. Problematisch voor een dergelijke moerassige uiterwaard zijn de matige waterkwaliteit en het bezinken van vervuild slib.
- maatregelen gericht op een open waterverbinding tussen het ARK en de aanliggende polders (natte ecogoot, duiker, vispassages);
  Redenen voor uitsluiting zijn enerzijds de beperkte werkzaamheid; voor vissen is in de brainstorm vastgesteld dat genetische uitwisseling op deze schaal geen hoge prioriteit heeft, omdat de betrokken soorten niet versnipperingsgevoelig lijken te zijn. Misschien nog belangrijker is dat de realisering van open waterverbindingen tussen het ARK en het binnendijkse gebied veel problemen met zich mee brengt. Zo liggen de polders lager dan het ARK en is een grote toestroom van ARK-water ongewenst. Deze zou een nivellerende werking kunnen uitoefenen op de aanwezige en te ontwikkelen natte habitats alhier.

Van de overblijvende maatregelen zijn logische combinaties opgesteld, die zijn gegroepeerd naar de barrière die wordt opgeheven (zie tabel 2). Het agrarisch cultuurgebied dat de kerngebieden Venen en Vechtplassen scheidt, is onderverdeeld in een gebied ten westen en een gebied ten oosten van het ARK. Deze twee gebieden verschillen in beschikbare ruimte, afstand tot het kerngebied en hun ontwikkelingsmogelijkheden. In tabel 2 is voor de natuurontwikkelings-maatregelen nog geen gebiedsomvang aangegeven. Deze wordt in een volgend hoofdstuk ingevuld op basis van informatie uit de literatuur en de brainstorms.

Het verleggen van de provinciale weg (verder van het ARK) op de oostoever zal met vrijwel elke maatregel ter opheffing van de barrière van de damwand gecombineerd gaan worden. In de ruimte van ca. 1 meter die nu aan de dijkvoet beschikbaar is kunnen alleen uittreedplaatsen direct gerealiseerd worden. Elk van de overige maatregelen vergt een landinwaartse verplaatsing van de dijk. Het is niet meer dan logisch om dit zodanig uit te voeren dat er een ruimte gecreëerd wordt tussen het ARK en de provinciale weg die voor biotoopontwikkeling (stapsteen) gebruikt kan worden.

Tabel 2. Overzicht veelbelovende (combinaties van) maatregelen die kunnen bijdragen aan het tot stand brengen van een ecologische verbinding

barrière ARK	uittreedplaatsen + versterking begroeiing op dijk
	oevers van steenstort + versterking begroeiing op dijk
	natuurvriendelijke oevers + versterking begroeiing op dijk
	wiel + steenstortoevers + versterking begroeiing op dijk
	ecoduct
barrière provinciale weg	afscheidingsscherm + aanleg duikers
	weg verder van kanaal leggen + afscheidingsscherm + duiker of goot
	weg verder van kanaal leggen en op een viaduct + afscheidingsscherm
Cultuurgebied ten Oosten van ARK	restauratie Vecht: uiterwaarden tot aan ARK
	restauratie Vecht: uiterwaarden tot aan ARK + begeleiding met hooilandjes, moerasbosjes etc.
	aanpassing sluizencomplex + restauratie Vecht
	aanpassing sluizencomplex + restauratie Vecht + begeleiding met hooilandjes, moerasbosjes etc.
	aanleg kleine stapstenen + corridor
	aanleg moeraskern (grote stapsteen) + kleine stapstenen + corridor
	aanleg moeraskernen + kleine stapstenen + corridor
Cultuurgebied ten Westen van ARK	aanleg kleine stapstenen + corridor
	aanleg moeraskern + kleine stapsteen + corridor
	aanleg moeraskern + corridor

3.2 Toetsing en selectie van (combinaties van) maatregelen

Methode van toetsing
De logische en veelbelovende combinaties van maatregelen die hierboven zijn afgeleid dienen te worden getoetst aan de eisen die de doelsoorten van het laagveenmoeras stellen aan een ecologische verbindingszone van de Venen naar de Vechtplassen. De resultaten zijn uitgewerkt in bijlage 3. Op de achtergronden bij de scores in de tabel wordt hieronder ingegaan.

Alle maatregelcombinaties zijn getoetst op de mate waarin de barrière wordt weggenomen. In de toetsing van de maatregelen gericht op biotoopontwikkeling is daarnaast ook de versterking van de ecosystemen van het verbindingsgebied zèlf als positief effect meegewogen. Bij het inschatten van het effect van de maatregelen op de doelsoorten is uitgegaan van de in bijlage 1 weergegeven habitateisen en dispersiemogelijkheden van de doelsoorten. De in bijlage 3 weergegeven toetsingsresultaten zijn vooral gericht op een onderlinge vergelijking van effecten binnen een groep van maatregelen. Bij het opstellen van inrichtingsopties voor de gehele verbindingszone (stap 5 in tabel 1) is de keuze voor een geschikte maatregel binnen die groep daardoor gemakkelijker te maken.

Bespreking effecten van maatregelen op de doelorganismen.
- Uittreedplaatsen met versterking van de begroeiing op de dijk:
Door het aanleggen van uittreedplaatsen kunnen dieren in en uit het water komen, waardoor ter plaatse de barrière van de damwand weggenomen wordt. Deze maatregel heeft met name effect op dieren die te water raken, en vanwege de damwand niet meer uit het water kunnen komen. Door deze dieren zo te sturen (o.a. door versterking begroeiing) dat ze te water gaan in een kanaaltraject met uittreedplaatsen zal de overlevingskans toenemen. Hierdoor nemen ook de mogelijkheden voor uitwisseling met het andere kerngebied toe. Soorten die niet de drang hebben om de oversteek te wagen zullen hiertoe ook bij de aanleg van uittreedplaatsen maar matig gestimuleerd worden.

De maatregel zal alleen maar effectief zijn voor soorten met een sterke drang tot migratie, die tenminste goed kunnen zwemmen. De golfslag en turbulentie in het kanaal is zodanig dat niet goed zwemmende dieren zullen verdrinken of tegen de damwand zullen doodslaan. Dientengevolge lijkt deze maatregel vooral effectief voor grotere zoogdieren (otter, bunzing, wezel, Bekker 1990) en andere goede zwemmers zoals de ringslang. Voor veel andere diersoorten zoals loopkevers, amfibieën, en kleine zoogdieren (Noordse woelmuis) zal het Amsterdam-Rijnkanaal een nauwelijks te nemen barrière blijven.

De versterking van de begroeiing dient als visueel signaal (richtpunt), voor de zwemmende dieren. Daarnaast leidt het de migratie van dieren die via deze begroeiing migreren, zoals sommige vogels en insekten.

- Oevers van steenstort met versterking van de begroeiing op de dijk:
Steenstortoevers kunnen worden aangelegd door de huidige damwand onder de waterlijn af te zagen en de achterliggende ruimte op te vullen met een geleidelijk oplopende stortsteenoever. Hierdoor zal het voor de meeste zwemmende dieren mogelijk worden in en uit het water te treden (CUR 1990). Deze mogelijkheden worden versterkt door de dempende werking van steenstortoevers op de golfslag en turbulentie in het kanaal. Ook minder goed zwemmende dieren zullen na aanleg van deze oevers daardoor een grotere kans hebben om het kanaal over te steken. Voor de meeste dieren biedt een oever van steenstort geen biotoop om korte of lange tijd in te verblijven. Door de toch nog grote mate van golfslag zullen zowel emergente als submerse waterplanten zich naar alle waarschijnlijkheid niet vestigen. De kans dat dieren de oversteek zullen maken en de kans dat ze aan de overzijde 'goed uitkomen' neemt hierdoor niet toe. De mate waarin dieren daadwerkelijk zullen oversteken zal per soort verschillen. Kleine zoogdieren geven in principe de voorkeur aan verplaatsingen over land. Alleen bij uitzondering zullen zij zich in het water begeven, en dan waarschijnlijk bij voorkeur vanuit de vegetatie. Voor grotere, goed zwemmende dieren bieden steenstortoevers wel mogelijkheden het ARK over te steken, hoewel sommige (bv. Ree) moeite kunnen hebben met

het over de stenen klauteren (pers. med. Boks). Belangrijk hierbij is dat de steenstortoever minimaal 30 cm onder water begint.

- Natuurvriendelijke oevers:
Onder natuurvriendelijke oever wordt hier een nieuwe oever verstaan achter een vooroever-verdediging, bv. een afgezaagde damwand of een dam van steenstort. Achter deze verdediging neemt de golfslag sterk af, waardoor submerse waterplanten, emergente waterplanten (bv. Riet, Grote egelskop) en mogelijk zelfs struiken zich kunnen vestigen. De breedte van de natuurvriendelijke oever kan men sterk variëren. Bij een breedte van 10 à 20 meter verkrijgt men een zoom van Riet en andere moerasplanten. Een veel grotere breedte, bv. 100 tot 200 meter, levert een oevermoeras op. Hier is meer ruimte voor afwisseling van ondiepe en diepere delen met daaraan gekoppeld een afwisseling tussen riet, ruigte en struweel. Afhankelijk van de precieze inrichting zou zelfs variatie in waterkwaliteit kunnen ontstaan, met een kanaalwatermilieu aan de kanaalkant van het moeras en een meer regenwaterachtig milieu aan de kant van de dijk. Deze variatie in waterchemie kan de variatie in vegetatie versterken.

Een rietzoom of oevermoeras zal een positief effect hebben op de migratiemogelijkheden van soorten die hoge helofytenbegroeiingen langs water als biotoop gebruiken, bijvoorbeeld amfibieën, reptielen en sommige kleine zoogdiersoorten. Met name soorten als Meerkikker, Kleine watersalamander en Ringslang zullen gebruik maken van de migratiemogelijkheid die ontstaat wanneer aan beide zijden van het ARK natuurvriendelijke oevers liggen (pers. med. A. Zuiderwijk). De golfslag en turbulentie mogen echter niet te groot zijn, anders verdrinken de dieren onderweg of slaan te pletter.

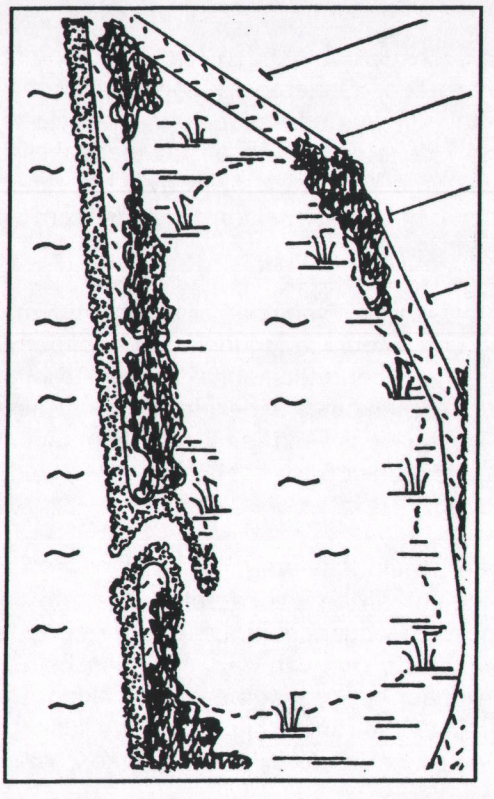
Ook insekten kunnen de begroeiing gebruiken als stapsteen om het kanaal over te komen. Het vliegvermogen van libellen is zodanig dat de afstand tussen beide oevers zonder problemen afgelegd kan worden. Vlinders, sprinkhanen en (slecht) vliegende loopkevers zullen alleen bij toeval over het kanaal komen. Voor gericht migreren zal de afstand over het kanaal voor een aantal insekten te groot blijven (pers. med. W. Ellis). Voor veel vogels van rietvelden en rietzomen vormen de natuurvriendelijke oevers een mogelijk fourageer- en leefgebied; Rietzangers, Karekieten, Snor, Baardmannetje (van der Hut 1986, van der Hut ongepubl.). Hierdoor kunnen natuurvriendelijke oevers als geleidende structuur belangrijk bijdragen aan de dispersie.

Ook voor andere soorten van oevermilieu's, zoals bv. de Otter, is deze maatregel zeer geschikt en te verkiezen boven de twee voorgaande. Voor Wezel, Hermelijn en Bunzing, wordt het kanaal door deze voorziening eveneens passeerbaar. Soorten die niet of slechts korte afstanden kunnen zwemmen, zoals de loopkevers Carabus granulatus en Chrysolina graminis, de Dwergmuis en mogelijk ook de Waterspitsmuis zullen door deze maatregel waarschijnlijk geen uitwisseling bereiken. Bij het te water raken is het hun wel mogelijk weer het water uit te komen.

Natuurvriendelijke oevers kunnen ook effect hebben op het ecosysteem van het ARK zelf en daarmee op de kwaliteit van dit kanaal als mogelijke noord-zuid verbinding. Met name macrofaunagemeenschappen zullen zich tussen de emergente vegetatie beter kunnen ontwikkelen dan in het ARK zelf. Het uitstralingseffect van natuurvriendelijke oevers voor vissen is beperkt, mede door de aanwezigheid van een dichte vooroever. Tussen de emergente vegetatie zullen zich mogelijk enkele 'nieuwe' vissoorten vestigen, zoals bv. Snoek en Ruisvoorn (Vriese et al. 1992), doch deze zullen de natuurvriendelijke oeverzone naar verwachting niet verlaten.

De bezinking van gesuspendeerd materiaal uit het kanaalwater kan een probleem vormen voor de natuurvriendelijke oever. Dit slib is waarschijnlijk vervuild met o.a. zware metalen. De snelheid van ophoping en de noodzaak tot periodiek baggeren is op dit moment moeilijk te beoordelen (Bekker & van Bohemen 1991). Deze processen kunnen mede richtinggevend zijn voor de te kiezen hoogte van de vooroever, die de uitwisseling met het kanaal bepaalt.

- wiel, in combinatie met steenstortoevers en versterking van de begroeiing op de dijk:
Met de term wiel wordt hier geduid op een ondiepe, verlandende plas, die in contact staat met het kanaal (zie figuur 3). De verbinding tussen het wiel en het ARK bestaat uit een smalle watergang, waardoor de stuwende en zuigende werking van voorbijvarende schepen in het wiel zo min mogelijk gevoeld wordt. Ook de combinatie met steenstortoevers is om deze reden gekozen.



Figuur 3. Schematische voorstelling van het wiel, in combinatie met steenstortoevers en versterking van de begroeiing op de dijk.

Deze maatregel is verwant aan de brede uitvoering van de natuurvriendelijke oever, doch biedt het voordeel van een open waterverbinding, die de kans op uitwisseling van bv. amfibieën en vissen mogelijk nog wat verder vergroot. Langs het wiel zullen zich kragen van Riet, Lisdodde en andere helofyten ontwikkelen, die met hun wortelstokken het ondiepe water steeds verder koloniseren (verlanding). Periodiek baggeren is stellig noodzakelijk. De waterkwaliteit is gelijk aan die van het kanaal, zodat kritische soorten en levensgemeenschappen hier niet lang kunnen overleven.

De ecologische offspin is verder vergelijkbaar met die van de brede natuurvriendelijke oever. Een nadeel van het wiel is dat het een puntvormige voorziening is, die door overzwemmende dieren gemakkelijk gemist kan worden.

- Ecoduct:
Een ecoduct wordt hier opgevat als een grote fly-over van droge-, plas- en draszones, bedekt met een moerasvegetatie (vergelijk sawa's in Indonesië). Voor dieren die zich uitsluitend lopend voortbewegen en dieren die over zeer povere zwem- en/of vliegcapaciteiten beschikken, representeert het ecoduct vrijwel de enige mogelijkheid om over het Amsterdam-Rijnkanaal te komen. Hierbij gaat het bv. om de loopkevers Carabus granulatus en Chrysolina, de Dwergmuis en mogelijk ook de Waterspitsmuis en Noordse Woelmuis.
Voor slecht vliegende insekten (vlinders, sprinkhanen en gevleugelde loopkevers) en sommige kleine zoogdieren zal het ecoduct de kans op oversteken in vergelijking met natuurvriendelijke oevers waarschijnlijk aanmerkelijk vergroten. Voor vogels heeft deze maatregel naar verwachting geen betekenis.

Ten aanzien van het ecoduct past wel de kanttekening dat er voor niet-zwemmers nog andere grote waterbarrières (bv. de Vecht) tussen de te verbinden kerngebieden Venen en Vechtplassen liggen.
Een belangrijk voordeel van het ecoduct is dat het tegelijkertijd de barrière van het ARK en die van de provinciale weg wegneemt.

- De weg afscheiden met een scherm en op één of meerdere plaatsen duikers of goten aanleggen:
Door de dieren te leiden naar onderdoorgangen wordt voorkomen dat ze de weg oversteken en mogelijk doodgereden worden. Onderdoorgangen zullen bij voldoende dimensies door vrijwel alle dieren gebruikt kunnen worden. De mate van effectiviteit van deze maatregel hangt daarom in grote mate af van deze dimensies en de toegankelijkheid van de duiker of goot. Vliegende dieren, zoals insekten en vogels, kunnen over het scherm heen vliegen. Het scherm moet hoog zijn, om te voorkomen dat insekten door de aanzuigkracht van voorbij rijdende auto's aangetrokken worden.

- De weg op een viaduct plaatsen en afscheiden met een scherm:
Door de provinciale weg op een viaduct te leggen komt er onder de weg een grote vrije ruimte beschikbaar met mogelijkheden voor moerasontwikkeling. Dieren kunnen zich aldus vrijwel ongehinderd (alleen geluid blijft merkbaar) onder de weg door bewegen. Voor sommige vogels zullen de pijlers en de afscheidingswand een probleem kunnen vormen. Voor insekten, amfibieën, reptielen en zoogdieren zal ter plekke van het viaduct de barrièrewerking bijna volledig weggenomen worden.

- de ondertunneling van de provinciale weg:
Door het volledig ondertunnelen van de weg wordt de barrière van de provinciale weg op die locatie voor alle soorten volledig weggenomen. De effectiviteit zal afhankelijk zijn van de lengte van de tunnel, de mate waarin de rest van de weg afgescheiden wordt en de aanwezigheid van structuren die de dieren naar het passeerbare deel leiden. De tunnel zal aan beide zijden een geleidelijk dalend toegangsdeel moet krijgen, wat de tunnel lang en kostbaar maakt. Dit kan worden beperkt door de tunnel in de dijk te verwerken, waardoor hij ondieper blijft en er ook minder bronbemaling vereist is.

- Aanleg van stapstenen en corridors:
Voor alle soorten is het essentieel dat naast maatregelen rond het Amsterdam-Rijnkanaal en de provinciale weg ook de gebieden meer naar het oosten en het westen aantrekkelijk en passeerbaar gemaakt worden. De aanleg van stapstenen en corridors heeft op alle dieren een sterk positief effect en is absoluut noodzakelijk voor de kleinere dieren met een gering verspreidingsvermogen, die zonder de fourageer- en of voortplantingsmogelijkheden van de stapstenen nooit de afstand tussen Venen en Vechtplassen kunnen overbruggen.
Voor meer mobiele soorten zoals vogels geldt dat stapstenen de kansen op uitwisseling belangrijk verhogen, doordat de dichtheden aan dieren toenemen (meer leefgebieden) en doordat de stapstenen een 'geleidende werking' hebben op de migratie. De gewenste omvang en inrichting van stapstenen en corridors wordt bij de bespreking van de intichtingsopties (hoofdstuk 4) nader uitgewerkt aan de hand van de habitateisen van de doelsoorten.

De aanleg van moerasterreinen die als stapsteen functioneren leidt daarnaast tot een belangrijke versterking van de ecosystemen ter plekke. Aldus wordt een kleine bijdrage geleverd aan de restauratie van de gebiedseigen natuur in het overwegend 'cultuurlijke' verbindingsgebied.

- Restauratie Vecht:
Het beleid heeft zich uitgesproken voor een sterke verbetering van de waterkwaliteit en de natuurwaarde van de Vecht. Als dit lukt, dan zal de Vecht voor een deel van het verbindingstrajekt Venen-Vechtplassen als natuurlijke corridor kunnen fungeren (zie o.a. Jansink et al. 1992). Voor veel dieren kunnen begroeide rivieroevers dienen als corridor, maar ook als (tijdelijk) leefgebied. Aan de zuidkant van Nigtevecht kunnen langs de Vecht uiterwaarden (ooien) worden gerestaureerd die bijna tot aan het Amsterdam-Rijnkanaal reiken. Deze

uiterwaarden kunnen dan de rol van stapsteen (zie hierboven) vervullen: leefgebied, foerageergebied en geleidende structuur. De migratiemogelijkheden van diverse soorten zullen aldus sterk verbeteren.

- Aanpassing sluizencomplex:
Door de aanleg van natuurvriendelijke oevers kan de barrière van de damwand aan de oostzijde van het Amsterdam-Rijnkanaal verdwijnen. Wanneer men dit doet ter hoogte van het sluiseiland in Nigtevecht, dan kan het sluiseiland gebruikt worden voor biotoopontwikkeling. Deze plaats biedt het voordeel dat dieren hier via een open verbinding vanuit het ARK in de Vecht komen. Ook vissen kunnen hier heen en weer. Voor verstoringsgevoelige dieren is deze optie minder geschikt, daar de route in feite door stedelijk gebied loopt, en dat het creëren van rust dus nauwelijks mogelijk zal zijn. Daarnaast is de beschikbare ruimte zo beperkt dat de potenties voor natuurontwikkeling laag moeten worden ingeschat.

Conclusies over geselecteerde maatregelcombinaties
Door de ontwikkeling en toetsing van veelbelovende combinaties van maatregelen verschijnt er al meer tekening in de aanvankelijke lijst van mogelijkheden. Alle ontwikkelde combinaties zullen in hst. 4 in één of meer inrichtingsopties worden verwerkt. De kanttekeningen die hierboven bij elk van de maatregelcombinaties zijn geplaatst, blijven daarbij van kracht.

4 ZES INRICHTINGSOPTIES

4.1 Afleiding van inrichtingsopties

Uit de eerder besproken maatregelcombinaties zijn zes inrichtingsopties afgeleid die allemaal een mogelijke invulling geven als ecologische verbindingszone voor het gehele traject tussen de Venen en de Vechtplassen. Het zestal biedt geen limitatieve opsomming van kansrijke inrichtingsmogelijkheden, maar wil vooral een overzicht bieden van haalbare oplossingsrichtingen. Factoren die bij het opstellen van de opties een rol speelden zijn:

- een nog enigszins open formulering, waarin de verschillende bouwstenen zichtbaar moeten blijven;
- het streven naar duidelijk verschillende opties qua uitvoering, omvang en lokatie;
- het streven naar een evenwichtige inzet van maatregelen voor de verschillende barrières: de zwakste schakel bepaalt de effectiviteit vooral;
- streven naar functionele verbinding voor zoveel mogelijk soorten door ecologische eisen van doelsoorten te verwerken.

Uitgaande van deze overwegingen zijn de volgende inrichtingsopties geformuleerd:

1 **BEPERKT** - beperkte optie
(10 uittreedplaatsen, duikers onder de weg, 5 stapstenen van 5 ha. en 4 km corridor)
2 **MAXIMAAL** - uitgebreide optie met moerasontwikkeling in polder en met ecoduct
(een ecoduct, 2000 m. smalle natuurvriendelijke oever, 1400 m. steenstortoever, de weg op een viaduct, 3 moeraskernen van 35 ha., 2 stapstenen van 5 ha en 2 km corridor)
3 **RIVIERBEGELEIDENDE HABITATS** - uitgebreide optie met moerasontwikkeling langs de Vecht en het ARK
(brede natuurvriendelijke oever over 2000 m., de weg op een viaduct en met duikers, 40 ha moeras rondom de Vecht, 1 moeraskern van 35 ha, 1 stapsteen van 5 ha en 2 km corridor)
4 **KRALENSNOER** - uitgebreide optie, vooral gericht op migratie mobiele soorten
(2000 m. smalle natuurvriendelijke oever, wiel in combinatie met stortsteenoevers, weg in een tunnel, 5 stapstenen van 5 ha en 5 km corridor)
5 **SLUISEILAND** - vrij beperkte optie met moerasontwikkeling op sluiseiland
(1500 m. smalle natuurvriendelijke oever, duikers onder de weg, 25 ha moeras op en rondom het sluiseiland en de Vecht, 2 stapstenen van 5 ha en 2 km corridor)
6 **POLDERHABITATS** - uitgebreide optie met moerasontwikkeling in polder
(2000 m. smalle natuurvriendelijke oever, duikers onder de weg, 3 moeraskernen van 35 ha., 5 stapstenen van 5 ha en 3 km corridor)

In bijlage IV is een tabel opgenomen waarin voor de verschillende opties wordt aangegeven welke maatregelcombinaties ze omvatten. Elk van de opties is schetsmatig op een kaart aangegeven (zie kaart 1 - 6). Deze kaarten zijn bedoeld als illustratie, en niet om de exacte lokatie van stapstenen en corridors aan te geven.

Het inzicht in de onderlinge verschillen en overeenkomsten van de inrichtingsopties kan worden vergroot door onderscheid te maken tussen het civieltechnisch aspect en het situeringsaspect. Het eerste betreft de aard van de technische aanpassingen die worden voorgesteld, het tweede betreft de lokatie waar dit gebeurt. Sommige opties verschillen alleen in dit situeringsaspekt van elkaar, zoals bijvoorbeeld de keuze tussen moerasontwikkeling langs de Vecht (optie 3) en moerasontwikkeling in de Aetsveldsche Polder (optie 6). Bij andere ligt het verschil juist in de voorgestelde technische aanpassingen, zoals de optie mèt (optie 2) en zonder ecoduct (optie 6).

In dit hoofdstuk zullen de tot de opties behorende maatregelen eerst verder worden uitgediept. Daarna vindt er toetsing en onderlinge weging van de inrichtingsopties plaats, hetgeen uiteindelijk leidt tot de keuze van een voorkeursoptie. Deze wordt in hoofdstuk 5 nader uitgewerkt.

4.2 Uitdieping maatregelen

Om een zinvolle toetsing en weging van opties mogelijk te maken wordt hier wat dieper ingegaan op de precieze aard van de voorgestelde maatregelen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de natuurontwikkelingsmaatregelen in het agrarisch cultuurgebied en de civieltechnische en natuurontwikkelingsmaatregelen aan en rondom de vervoersassen (ARK en wegen).

Natuurontwikkelingsmaatregelen

De natuurontwikkelingsmaatregelen beogen de migratie van soorten door het agrarisch cultuurgebied te vergemakkelijken en te sturen. Daarnaast versterken zij de ecosystemen van het cultuurgebied. De natuurontwikkelingsmaatregelen kunnen worden onderverdeeld in die gericht op moeraskernen (grote stapstenen), op kleine stapstenen en op corridors. De mogelijkheden en randvoorwaarden van elk van deze categorieën worden hieronder onderzocht.

Grote stapsteen - moeraskern (kern van rond de 35 ha)

Moeraskernen hebben een zodanig grote oppervlakte dat verschillende levensgemeenschappen of ecotopen duurzaam naast elkaar kunnen voorkomen en daarbij ook nog goed ontwikkeld kunnen zijn. Hierdoor ontstaat de mogelijkheid om gehele successiereeksen tot ontwikkeling te brengen met alle karakteristieke diversiteit die daarbij hoort. Een belangrijk deel van de doelsoorten maakt gebruik van 'tijdelijke' stadia binnen de laagveenmoeras-successie. Daarnaast zijn er soorten die verschillende ecotopen naast elkaar gebruiken. Voor deze soorten is het verlopen van successiereeksen daarom welhaast een noodzakelijke voorwaarde. Daarmee is ook de inrichting van stapstenen met een minimale omvang van ca. 35 ha welhaast een noodzakelijke voorwaarde: oppervlakten kleiner dan 35 ha. bieden beduidend minder kans op een goede ontwikkeling van verschillende stadia in de laagveenmoerassuccessie. De successiereeksen worden op gang gehouden door 'cyclisch beheer': het periodiek omzetten van oude stadia in open water, het jongste stadium.

De relatief grote oppervlakte van de moeraskernen biedt ook uitzicht op een goede milieukwaliteit. Door de moeraskern een zelfstandige hydrologie te geven, kunnen het beheer van waterkwaliteit en waterpeil optimaal gerelateerd worden aan de bestaansvoorwaarden van de moerasecotopen. Hierdoor ontstaan potenties voor kritische soorten en levensgemeenschappen, zoals die van mesotrofe milieus. Naast het waterbeheer is ook het beheer van andere milieucomponenten beter stuurbaar in grotere terreinen; de inwaaiing van stoffen en andere randeffecten zijn geringer en het beheer van bodem en vegetatie is gemakkelijker en goedkoper.

De conclusie is dat moeraskernen leef-, voedsel- en rustgebieden voor een groot aantal soorten van het laagveenmoeras kunnen bieden, inclusief de kritische.

Kleine stapsteen (tot 5 ha.)

Omdat een kleine stapsteen per definitie klein is, kan deze slechts uit één of enkele ecotopen bestaan. Omdat er geen ruimte is om de laagveenmoerassuccessie gaande te houden, zullen deze ecotopen doorgaans uit eindstadia bestaan, dotterbloemhooiland, bloemrijke ruigte, rietruigte, moerasbos (blauwgrasland, veenheide), of uit tijdelijke stadia die door permanent omvormingsbeheer 'gefixeerd' worden (bv. regelmatig gebaggerd petgat). In veel gevallen zullen deze ecotopen voor optimale ontwikkeling onvoldoende oppervlakte hebben.

De milieukwaliteit in de kleine stapstenen is meer twijfelachtig dan die in de grotere moeraskernen. De mogelijkheden om in de hydrologie en andere milieucomponenten te sturen zijn immers beperkt. De potenties voor kritische levensgemeenschappen, zoals het bovengenoemde blauwgrasland, moeten daarom laag worden ingeschat. Voor minder kritische levensgemeenschappen bestaan wel goede mogelijkheden. Deze herbergen misschien niet altijd de juiste voedselplanten en -dieren, maar kunnen in ieder geval rust en dekking bieden.

De conclusie is dat kleine stapstenen voedsel- en rustgebied voor een aantal minder kritische soorten van het laagveenmoeras bieden. Slechts een beperkt aantal soorten kan in deze gebieden zijn gehele levenscyclus voltooien.

Corridor (lijnvormig element, 5 - 50 m. breed, of kralensnoer)
Een corridor biedt door zijn kleine dimensies en grote randlengte alleen matig ontwikkelde ecotopen. Ook hier gaat het om de eindstadia van de laagveenmoerassuccessie en dan met name die ecotopen die bij een lage beheersintensiteit kunnen voortbestaan: broekbos, rietruigte. Intensief vegetatiebeheer is in kleine, lijnvormige percelen immers moeilijk te realiseren. Het water en andere milieucomponenten zijn niet of nauwelijks stuurbaar, waardoor de milieukwaliteit grofweg hetzelfde zal zijn als die in het omliggende gebied.

De conclusie is dat de betekenis van een corridor vooral ligt in het bieden van dekking en een migratie-geleidende structuur. De corridor zal door sommige migrerende dieren ook als rustgebied gebruikt worden. Slechts weinig soorten zullen de corridor ook als leef- en voedselgebied gebruiken.

Essentiële moerasecotopen
Bovenstaande informatie kan worden afgezet tegen de habitateisen vanuit de doelsoorten. In bijlage 1B is voor de verschillende voor deze studie gebruikte doelsoorten aangegeven van welke moerasecotopen zij gebruik maken. Hieruit blijkt dat de doelsoorten gebruik maken van alle 17 natuurdoeltypen van het laagveenmoeras die door Van Leerdam & Vermeer (1992) onderscheiden worden. Om erachter te komen welke natuurdoeltypen minimaal tot ontwikkeling moeten worden gebracht om genetische uitwisseling tot stand te brengen, worden aan de doelsoort de volgende eisen gesteld:

- het dier kan de afstand Venen-Vechtplassen niet in één keer of in één generatie afleggen;
- de soort komt in het cultuurgebied op dit moment niet of nauwelijks voor;
- de soort wordt geacht versnipperingsgevoelig te zijn; de populaties van de soort in de kerngebieden hebben een beperkte omvang of kunnen die beperkte omvang in de nabije toekomst krijgen.

De essentiële ecotopen die men via deze redenering kan identificeren zijn hieronder aangegeven:

- watergemeenschappen, eutrafent;
- verlandingsgemeenschappen, mesotrafent en eutrafent;
- rietlanden, grote zeggelanden of dotterbloemhooilanden;
- blauwgraslanden;
- rietruigte en bloemrijke ruigte;
- kruidenrijk struweel;
- elzenbroekbos.

Deze 'essentiële ecotopen' vormen voor een belangrijk deel stadia in zowel de eutrofe als de mesotrofe successiereeks. Dit leidt tot de conclusie dat als men genetische uitwisseling wil bereiken voor alle of een groot deel van de doelsoorten, het ontwikkelen van grotere moeraskernen nodig is. Alleen daar bestaat de ruimte om op successiereeksen te beheren (cyclisch beheer) en het gebied een zodanige waterkwaliteit te verlenen dat potenties voor mesotrafente levensgemeenschappen ontstaan. Wanneer deze moeraskernen worden geflankeerd door corridors en eventueel kleine stapstenen, dan nemen de kansen op uitwisseling verder toe.

Indien gekozen wordt voor een beperkte natuurontwikkeling met corridors en eventueel wat kleine stapstenen, dan valt een belangrijk deel van de doelsoorten, waaronder met name de insekten, uiteindelijk af (zie bijlage 1B).

Civieltechnische maatregelen
De maatregelen die getroffen moeten worden aan het ARK en de wegen zijn al vrij uitgebreid aan de orde gekomen in paragraaf 3.2 en zullen daarom naar verhouding hier wat minder aandacht krijgen.

Oevers van het ARK
Aangezien de stalen damwand van het ARK voor geen enkele diersoort te beklimmen is, zijn in alle opties aanpassingen in de oeverzone opgenomen.

De minst vergaande maatregel betreft de aanleg van **uittreedplaatsen**. Hierbij wordt gedacht aan een uitvoering waarbij de huidige damwand op 30 cm onder de waterlijn wordt afgezaagd. Daarachter (dijkzijde) wordt dan een tweede damwand geplaatst die breder is dan het weggezaagde deel. De ruimte tussen beide damwanden wordt opgevuld met bijvoorbeeld stortsteen, steenmatras of open grasbetontegels.

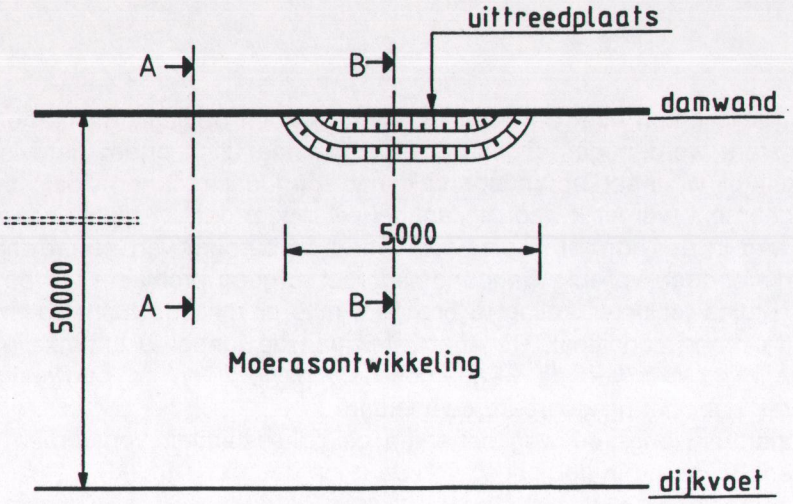
De overige maatregelen vereisen een verplaatsing van de dijk, aangezien de bevaarbare breedte van het Amsterdam-Rijnkanaal niet mag afnemen. Met de term **natuurvriendelijke oever** wordt hier gedoeld op een glooiende oeverzone die begroeid is met ondergedoken waterplanten zoals Waterpest en Gedoornd Hoornblad, emerse water- en moerasplanten zoals Riet, Rietgras en Grote egelskop en eventueel struiken, zoals Grauwe Wilg. Om deze vegetatie-ontwikkeling mogelijk te maken dient de golfwerking en turbulentie van het water sterk te worden gereduceerd. Hiertoe wordt een vooroever gehanteerd bestaande uit de huidige damwand die dicht onder de waterlijn is afgezaagd. Daarachter wordt een dam van stortsteen opgeworpen. Achter deze dam ontstaat een luwe en ondiepe oeverzone, waarvan men de breedte naar keuze kan variëren. In een smalle oeverzone kan zich een rietzoom ontwikkelen, terwijl in een brede oeverzone (bv. 100 tot 200 meter) een oevermoeras kan ontstaan, met afwisseling van ondiepe en diepere delen met daaraan gekoppeld een afwisseling tussen riet, ruigte en struweel.
De hierboven genoemde vooroever van stortsteen kan veel goedkoper worden uitgevoerd door alleen plaatselijk gaten te zagen in de huidige damwand. Achter deze gaten wordt dan een stortsteendammetje opgeworpen. Aldus verkrijgt men een tussenvorm van uittreedplaatsen en natuurvriendelijke oevers (zie fig. 4).

Steenstortoevers verschillen van bovenbeschreven natuurvriendelijke oevers in het feit dat er achter de afgezaagde damwand een veel grotere hoeveelheid steen wordt gestort. Vegetatie-ontwikkeling is hier, met name door de golfslag, waarschijnlijk niet mogelijk.

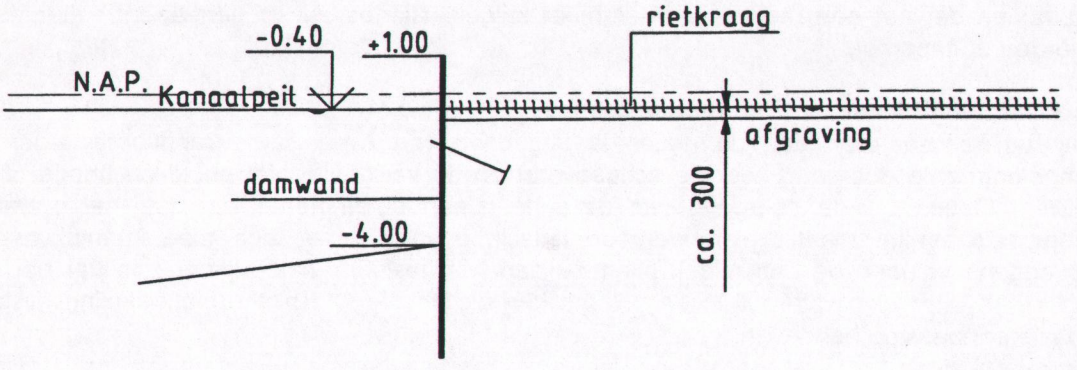
Er geldt een bepaalde minimumlengte voor de oeveraanpassingen waarbij de dijk landinwaarts verlegd moet worden. Dit heeft te maken met de bochten die bij landinwaartse verplaatsing van de dijk en weg ontstaan. Deze minimumlengte wordt dus groter als men voor brede natuurvriendelijke oeverzones kiest.

De drie besproken voorzieningen aan de oever zullen alle de uitwisselingskans over het ARK sterk verhogen, waarbij van de vegetatierijke natuurvriendelijke oevers het meest verwacht wordt. Bij de onbegroeide steenstortoevers zal het voor veel dieren niet aantrekkelijk zijn om zich in de oeverzone te begeven. De kans dat dieren het ARK passeren is daardoor kleiner dan voor de natuurvriendelijke oevers het geval is.
Uittreedplaatsen zullen alleen goed functioneren, wanneer tevens het tussengebied en de dijk aantrekkelijk en passeerbaar zijn gemaakt. Versterking van de begroeiing op de dijk draagt daar bijvoorbeeld aan bij. Aan de hevige golfslag in het ARK wordt met uittreedplaatsen niets gedaan - de passeerbaarheid van het water zal voor verschillende organismen problematisch blijven.

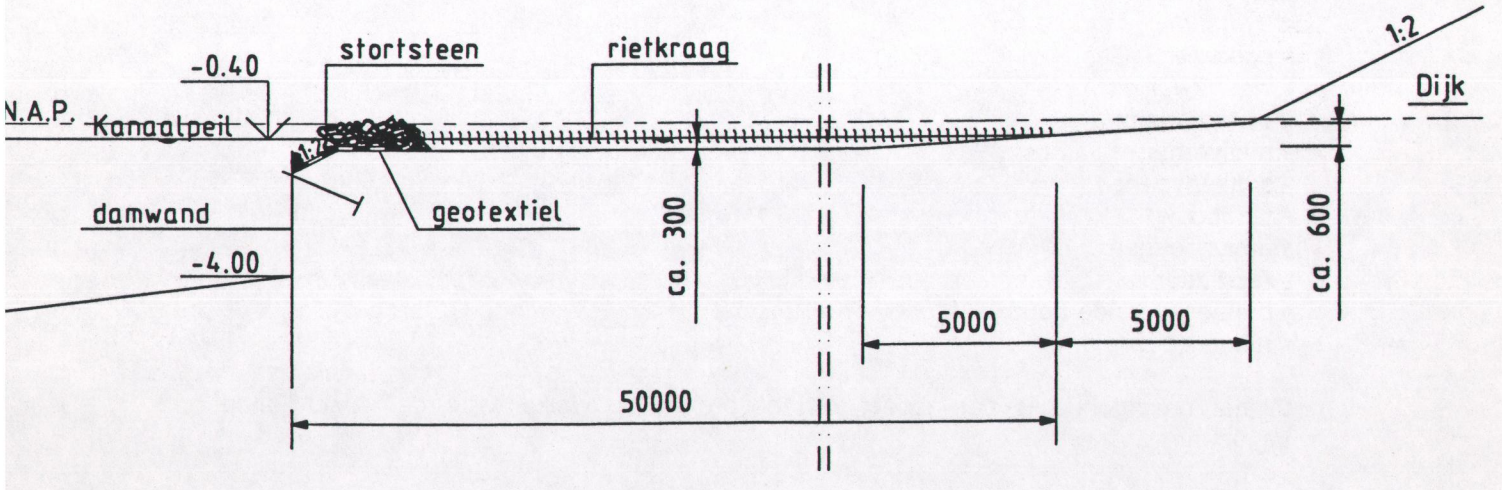
Provinciale weg
Voor de provinciale weg worden duikers, ondertunneling en aanleg op een viaduct voorgesteld, alsmede het plaatsen van afscheidingsschermen.
Het plaatsen van **duikers** onder de weg is de meest eenvoudige maatregel. Om de effectieve dijkhoogte op peil te houden dienen de duikers ter hoogte van het huidig wegdek te worden geplaatst. De weg zelf moet dus de hoogte van een duiker (0,5 à 1 meter) omhoog. De duikers zijn droge, ruime onderdoorgangen. Door de geringe breedte van de weg lijkt een lichtkoker niet nodig. Kleinere diersoorten, waartoe de meeste doelsoorten behoren, blijken voorzieningen als duikers en tunnels goed te kunnen benutten (Hollander 1993). Door de weg over een **viaduct** te leiden, komt deze los van de dijk. Dieren kunnen hierdoor onder het



SITUATIE
SCHAAL 1:1000



DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1:200



DOORSNEDE B-B
SCHAAL 1:200

Figuur 4.
Mogelijke uitvoering van de vooroever bij brede natuurvriendelijke oevers.

Raadgevende ingenieurs b.v. Witteveen Bos
Postbus 233
7400 AE Deventer
Telefoon (05700) 97911
Telefax 97344
Telex 49441

.....
.....
.....

Gebouwen
Infrastructuur
Milieu

Getekend W. TIEKSTRA
Schaal zie tekening
Datum OKTOBER 1993
Formaat A4

viaduct doorlopen en de dijk kan over de gehele breedte worden beplant. De barrièrewerking van de weg zal zo sterk worden gereduceerd, zeker wanneer zich onder het viaduct ook plantengroei ontwikkelt of wanneer er andere dekkingbiedende structuren zoals bv. boomstobben worden aangebracht (vergelijk viaduct Zandheuvel, onder de A27 bij Hilversum).
Door de provinciale weg in een **tunnel** te plaatsen, wordt de barrière van de provinciale weg op die locatie voor alle soorten volledig weggenomen. Het is geen probleem om bovenop de tunnel passende vegetaties tot ontwikkeling te brengen, mits er rond de tunnel geen bronbemaling plaats vindt (te droge condities). De effectiviteit van de tunnel is afhankelijk van zijn lengte, de mate waarin de rest van de weg afgescheiden wordt en de aanwezigheid van structuren die de dieren naar het passeerbare deel leiden.
Hoge afscheidingsschermen langs de weg beperken de geluidshinder, voorkomen verkeersslachtoffers en 'stuwen' de dieren in de richting van de onderdoorgang.

Ecoduct
Al eerder is het ecoduct beschreven als een grote fly-over van droge-, plas- en draszones, bedekt met een moerasvegetatie. Een dergelijke constructie is nog niet eerder ontworpen. De beste analogie tonen misschien nog wel de cerviduct bij Woeste Hoeve. Het ecoduct over het ARK wijkt hiervan af in de zin dat het omhoog moet (doorvaarthoogte 9 m., Rijkswaterstaat 1992) en dat het een moeraskarakter moet krijgen. Hiertoe zal er permanent water moeten worden opgepompt.

4.3 Toetsing opties aan randvoorwaarden
Bij het samenstellen van de opties is uitgegaan van twee harde randvoorwaarden: een onbelemmerde doorgang voor de scheepvaart en de veiligheid, stevigheid en hoogte van de dijken. Opties die de doorgang van de scheepvaart belemmeren zijn dus niet ontwikkeld, hoewel sommige maatregelen wel een tijdelijk ongemak met zich mee kunnen brengen. Overigens voldoen de opties ook allemaal aan het gesloten waterakkoord en het peilbesluit voor het ARK. Het waterpeil in de polders kan als gevolg van biotoopontwikkeling misschien lokale aanpassing behoeven.

Het zal duidelijk zijn dat inrichtingsopties verschillen in hun ecologische baten, hun kosten en hun effect op verschillende andere maatschappelijk factoren. Om daarvan een indruk te krijgen is voor de volgende aspecten onderzocht welke **effecten** de inrichtingsopties hebben en welke **eisen** ze stellen:

- ecologie;
- waterkwaliteit;
- waterbodem;
- hydrologie;
- scheepvaart;
- landbouw;
- omwonenden;
- recreatie;
- beheer en onderhoud;
- ruimtelijk beleid.

In het navolgende is per aspect kort besproken op welke wijze de verschillende opties ingrijpen.

Ecologie
De ecologische 'impact' van de inrichtingsopties bestaat niet alleen uit het vergroten van de kans op genetische uitwisseling tussen de kerngebieden maar ook uit het versterken van de ecosystemen in het gebied zelf. In bijlage IV zijn scores aangegeven voor de bijdrage van de verschillende opties aan beide aspecten. Bijlage VI geeft indicatief de responsie van de doelsoorten op de inrichtingsopties weer. De verwachte effecten van de afzonderlijke maatregelen op de doelsoorten zijn al eerder besproken (hoofdstuk 3, bijlage 3).

De opties 1 (beperkt), 4 (kralensnoer) en 5 (sluiseiland) zijn vooral gericht op het vergroten van de migratie mogelijkheden en daarmee de individuele kans op succesvolle uitwisseling. De opties met grootschalige biotoopontwikkeling (opties 2, 3 en 6) bieden daarenboven veel organismen extra habitat, waardoor het aantal dieren toeneemt dat voor uitwisseling beschikbaar is. Daarom wordt ingeschat dat de kans op uitwisseling bij de laatstgenoemde opties belangrijk hoger is. Dit wordt versterkt doordat de te ontwikkelen moeraskernen de migratie van dieren nog sterker sturen dan alleen corridors en kleine stapstenen. Het gebied tussen de Venen en de Vechtplassen is zo uitgestrekt, dat deze sturing een belangrijke voorwaarde is voor het bereiken van uitwisseling.

Waterkwaliteit
Bij de bespreking van dit aspect gaat het niet zozeer om de gevolgen van de inrichtingsopties, maar om de eisen die de inrichtingsopties aan de waterkwaliteit stellen.

Voor de ontwikkeling van moerassystemen zijn de waterstand en de waterkwaliteit de belangrijkste sturende factor. Een goede waterkwaliteit is essentieel om het proces van verlanding en de daarmee gepaard gaande vegetatiesuccessie te laten verlopen. Dit geldt des te sterker omdat uit bijlage 1B naar voren is gekomen dat ook mesotrafente levensgemeenschappen (bijvoorbeeld die met Krabbescheer) tot ontwikkeling moeten worden gebracht. Dit vereist een watertype dat basenrijk maar arm aan voedingsstoffen, met name fosfaat, is. De vereiste gehaltes aan verschillende ionen kunnen worden afgeleid uit fig. 9.1 in Van Leerdam & Vermeer (1992) (bv. PO_4-gehalte bij voorkeur < 0.01 mmol/l). Dergelijke waterkwaliteiten komen in de huidige polderwateren nog maar weinig voor. Ze zijn alleen te realiseren door combinatie van een tweetal sturingsmaatregelen:

- het benutten van zoveel mogelijk neerslagwater;
  van de in het gebied beschikbare waterbronnen is dit degene met de laagste gehalten aan voedingsstoffen en andere ionen;
- het bewerkstelligen van zoveel mogelijk interne zuivering;
  De waterkwaliteit verbetert bij het doorstromen van vegetatierijke watergangen en/of moerassen. Door bezinking, door opname in de planten en door opname in de epifytische organismen die deze als substraat gebruiken, neemt het gehalte aan voedingsstoffen af. Deze interne zuivering kan worden versterkt door de aanvoerweg te verlengen (zie Meuleman et al. 1990).

Voor de eerstgenoemde sturingsmaatregel dient bij natuurontwikkeling te worden gestreefd naar hydrologische isolatie ten opzichte van de omgeving. In polders is dit isolatie ten opzichte van het polderwater, langs de Vecht gaat het om isolatie ten opzichte van rivierwater. De exacte mogelijkheden en uitvoering van deze isolatie zijn afhankelijk van de inrichting en de hydrologische situatie ter plekke (kwel), en kunnen daarom pas uitgewerkt worden wanneer de lokatiekeuze gemaakt is. Een absolute isolatie zal over het algemeen niet mogelijk zijn door optredende watertekorten in de zomer. Evenmin is een absolute isolatie gewenst aangezien het water dan een te sterk regenwaterachtig karakter (zuur, ionenarm) kan krijgen, wat door een beperkte inlaat voorkomen kan worden. Vanuit de tweede sturingsmaatregel dient een dergelijke inlaat door inrichting geoptimaliseerd te worden. Zo valt bijvoorbeeld te denken aan een inrichting waarbij het inlaatwater eerst via een hoogproduktief rietland het gebied instroomt. Met een dergelijke inrichting zijn in de Rottige Meente in Zuid-West Friesland goede ervaringen opgedaan (Fahner & van der Hoek 1986). Interne zuivering vraagt ruimte en is daarom alleen van toepassing voor de grotere moeraskernen.

Voor optie 3, waarin de Vecht een belangrijke rol speelt, is de waterkwaliteit van de Vecht bepalend voor het succes. In de huidige situatie is de kwaliteit van de Vecht ten zuiden van Nigtevecht nog slechter dan die van het ARK. Het deel ten noorden van Nigtevecht heeft een betere kwaliteit. Hier wordt water ingelaten vanuit het IJmeer dat ter hoogte van Nigtevecht het Amsterdam-Rijnkanaal instroomt. In het Restauratie Plan Vecht is het gebied rondom Nigtevecht aangemerkt als zijnde kansrijk voor ecologisch herstel. Er zijn relatief weinig barrières en de eigendomsstructuur is overzichtelijk (van Rooy, in prep.). De corridorfunctie van de Vecht kan verbeterd worden door aanleg van begeleidende moerassystemen. De ontwikkeling van daarop gerichte 'uiterwaarden' langs de Vecht kan tevens een positief effect hebben op de waterkwaliteit en kan het ecosysteem van de Vecht een belangrijke meerwaarde verlenen. Onder de huidige omstandigheden is het door de slechte waterkwaliteit echter te

verkiezen de uiterwaarden hydrologisch van de Vecht te scheiden (hoge zomerkade), of de invloed van het Vechtwater binnen de uiterwaard te beperken.

De aanleg van uittreedplaatsen en oevers van steenstort is indifferent ten aanzien van de waterkwaliteit van het ARK. Het overzwemmen van gevoelige dieren (bv. Heikikker) kan uiteraard wel gehinderd worden door een slechte waterkwaliteit.
Natuurvriendelijke oevers zullen zich bij een verbeterde kwaliteit van het ARK-water beter kunnen ontwikkelen. Dan kunnen bij afgenomen golfslag weinig kritische soorten zoals Riet vergezeld worden door ondergedoken waterplanten en meer gevoelige moerasplanten zoals bv. Pijlkruid. De waterkwaliteit in het ARK zal hiertoe de algemene milieukwaliteit (grenswaarde) moeten benaderen, hetgeen op dit moment nog niet het geval is (Kerkhof & Visser 1992). Natuurvriendelijke oevers hebben mogelijk ook een geringe en lokale positieve invloed op de kwaliteit van het ARK-water. Een ondiepe zone met vegetatie neemt voedings- en andere stoffen op en kan dienen als paaigebied en rustplaats voor vissen, waardoor zich een betere visstand ontwikkelt.

Waterbodem
Voor zover bekend is in de gebieden waar de verschillende opties uitgevoerd kunnen worden geen sprake van waterbodemverontreiniging. Nader onderzoek hiernaar wordt echter aanbevolen, met name rondom het vloeistofstation en het sluiseiland.

Bij de natuurvriendelijke oevers in het ARK zal als gevolg van een afname van de stroomsnelheid lokaal een sterke bezinking van zwevende deeltjes optreden. De mate waarin dit zal gebeuren is sterk afhankelijk van de precieze uitvoering. Door de aan het zwevend stof gehechte verontreinigingen kan de waterbodem daar verontreinigd raken. Bij een verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater (richting algemene milieukwaliteit of grenswaarde), zal het bezinkingsslib het ecologisch functioneren van de natuurvriendelijke oevers niet hinderen.

De waterbodem van de Vecht is nu matig tot ernstig verontreinigd. In het Restauratie Plan Vecht zal nader onderzocht worden in hoeverre deze verontreinigde waterbodem problemen kan opleveren voor het ecologisch herstel van de Vecht.

Hydrologie
De golfslag in het kanaal neemt af door de aanleg van steenstort-oevers en de eveneens uit steenstort opgebouwde natuurvriendelijke oevers (in plaats van de damwand). Dit vergemakkelijkt het overzwemmen van dieren.
Voor het functioneren van natuurvriendelijke oevers in het Amsterdam-Rijnkanaal is belangrijk dat de golfslag teruggedrongen wordt. De oorzaak van de golfwerking, de scheepvaart, kan echter niet weggenomen worden. Het is daarom noodzakelijk een vooroeververdediging aan te leggen die een belangrijk deel van de golfslag en turbulentie wegneemt. Deze vooroever mag echter de migratie van dieren niet hinderen. Hier ligt dus een dilemma. Als uitweg uit dit dilemma wordt gedacht aan een beklimbare stortstenen vooroever met daarachter een zoom van Riet en andere plantensoorten. De vooroever dient zodanig te zijn geconstrueerd dat zelfs van de hoogste hekgolven vrijwel alle energie weggenomen wordt.

Het peilbeheer in de polders vormt een belangrijk aspect voor de ontwikkeling van de moeraskernen, stapstenen en corridors aldaar. Alleen voor blauwgraslanden en ruigten geldt dat in perioden met een watertekort een lichte mate van verdroging (tot 50 cm beneden maaiveld) mag optreden, hoewel dit gepaard dient te gaan met water óp het maaiveld in de wintersituatie. Voor de overige natuurdoeltypen van het laagveenmoeras geldt dat de bodem in principe permanent waterverzadigd moet zijn. De natte condities die voor laagveenmoerasontwikkeling vereist zijn, kunnen op twee manieren bereikt worden:
- door het verhogen van het waterpeil;
- door het verlagen van het maaiveld.

Het verhogen van het waterpeil is alleen mogelijk bij hydrologische isolatie ten opzichte van de omgeving. Deze isolatie wordt in ieder geval nagestreefd voor de (grotere) moeraskernen. Hier kan het peil geheel worden afgestemd op de bestaansvoorwaarden van de laagveenlevensge-

meenschappen. Een sterk verhoogd peil impliceert echter een groot zomers watertekort en een kwelbezwaar voor de omgeving. Daarom lijkt het raadzaam het peil slechts beperkt te verhogen, met name door in de winter geen water uit te slaan[1]. Deze beperkte peilverhoging wordt gecombineerd met een verlaging van (een deel van) het maaiveld, mede omdat hierdoor de voedselrijke veraarde mestdekken verwijderd worden. Op termijn wordt de gehele moeraskern afgegraven, als onderdeel van het cyclisch beheer gericht op instandhouding van successiereeksen. Voor de kleinere stapstenen en zeker voor de corridors geldt dat de sturingsmogelijkheden van het peilbeheer gering zijn. Om deze reden geldt dat voor deze natuurelementen vooral het middel van de maaiveldverlaging moet worden ingezet.

Scheepvaart
Alle opties zijn zodanig opgesteld dat het scheepvaartverkeer geen hinder ondervindt van de voorgestelde maatregelen. In principe vinden alle maatregelen plaats buiten het huidige natte profiel van het ARK. Enkele opties hebben tot gevolg dat de oever (optisch) wat wijkt. De vaargeul zal daar duidelijk aangegeven moeten worden. Door een lokale afname van golfslag als gevolg van het aanleggen van oevers van steenstort of natuurvriendelijke oevers zal de verkeersveiligheid voor met name kleinere vaartuigen toenemen. Bij natuurvriendelijke oevers zal het moeilijker worden het Amsterdam-Rijnkanaal te bereiken bij calamiteiten.

Een andere belemmering vanuit de scheepvaart betreft de ligplaatsen aan de oostkant van het kanaal, ten noorden van Nigtevecht. De zone met ligplaatsen kan in het gunstigste geval beperkt worden tot 400 meter ten noorden van het terrein met opslagtanks. Voor de inrichtingsopties die Nigtevecht aan de noordkant passeren vormt deze ligplaats een hinderpaal.

Landbouw
De gevolgen voor de landbouw worden vooral bepaald door de onttrekking en uit produktie nemen van landbouwgrond. Of dit moet worden opgevat als een negatief gevolg is de vraag, aangezien de landbouwproduktie toch al om macro-economische redenen moet worden beperkt. De geplande natuurontwikkelingsmaatregelen kunnen bovendien juist alternatieve inkomstenbronnen bieden bij inschakeling van plaatselijke boeren in het beheer (bv. beheersplannen in het kader van de Natuurbeschermingswet, beheersovereenkomsten in het kader van de Relatienota).
De aanleg en ontwikkeling van moerasbiotopen direct naast een landbouw- gebied kan wel invloed hebben op de waterhuishouding (zie boven bij hydrologie), afhankelijk van de precieze uitvoering. De verspreiding van onkruiden is geen probleem aangezien er alleen moerasnatuur ontwikkeld wordt, waarin ruderale soorten zoals de Akkerdistel niet voorkomen. De Kale jonker, de 'moerassige tegenhanger' van de Akkerdistel, zal zich op agrarische percelen niet vestigen.

Omwonenden
De gevolgen voor de omwonenden bestaan vooral uit de eventuele verwijdering van huizen en de landschappelijke verandering. Op het laatste wordt ingegaan onder het kopje recreatie. Wat betreft de eventuele sloop van huizen geldt dat voor sommige inrichtingsopties een boerderij moet worden opgekocht (zie bijlage V). Alleen voor optie 3, met moerasontwikkeling langs de Vecht, geldt dat er mogelijk twee boerderijen zullen moeten verdwijnen. Het verplaatsen van de dijk van het ARK over een lengte van 1 kilometer 20 meter landinwaarts kan zodanig worden uitgevoerd dat het geen gevolgen heeft voor bebouwing.

Recreatie
De inrichtingsopties hebben geen grote gevolgen voor het recreatieve gebruik en de recreatieve waarde van het studiegebied. Inrichtingsoptie 3, die gebruik maakt van de Vecht, zou gebaat zijn bij een grotere rust en geringere golfslag op de Vecht. Het is echter niet reëel om vanuit dit project grote beperkingen te stellen aan de waterrecreatie op de Vecht. Mogelijk ontwikkelt het Restauratieplan Vecht voorstellen voor een betere ecologische inpassing van de recreatie op en langs de Vecht.

---

1 Een groot jaarlijks verloop van de waterstand is voor laagveenmoerasontwikkeling geen probleem en is zelfs gewenst. Onder natuurlijke omstandigheden komen in laagvenen wel fluctuaties voor in de orde van 0,5 tot 1 meter. De drijvende bodems (kraggen) volgen deze fluctuaties en de vastere bodems raken in de wintersituatie geheel geïnundeerd.

De belevingswaarde van het landschap neemt in principe toe door de ontwikkeling van moeraskernen, kleine stapstenen en corridors; er komt een grotere landschappelijke afwisseling van gebiedseigen elementen en een toegenomen kans om wilde planten of dieren te treffen. Een uitzondering vormt wellicht de Aetsveldsche Polder ten noorden van Nigtevecht. Deze beschikt over een grote openheid, een bijzondere landschappelijke waarde die door veel mensen hoog gewaardeerd wordt (Min. van LNV 1990). Om deze landschappelijke waarde te ontzien kan de vormgeving van de natuurontwikkeling in deze polder worden aangepast.
Met betrekking tot natuurbeleving zullen met name die maatregelen die gericht zijn op grootschalige biotoopontwikkeling een positief effect kunnen hebben, afhankelijk van de openstelling.

De natuurvriendelijke oevers en ander voorzieningen aan de oever van het ARK zullen een aantrekkende werking hebben op vissers. Dit is ongewenst. Personen en voertuigen kunnen dieren verstoren door visuele prikkels of geluid. Deze verstoring is met name aangetoond voor vogels, maar geldt mogelijk ook voor zoogdieren en andere hogere dieren (zie Reijnen 1989). De verstoring door vissers heeft als bijzondere eigenschap dat zij zich ook 's nachts en in de vroege ochtenduren voordoet. Op dit deel van de dag zijn juist veel dieren actief.
Om de aantrekkende werking van natuurvriendelijk oevers op vissers af te leiden, kunnen in de omgeving alternatieve voorzieningen worden aangebracht, waardoor een zonering in recreatiedruk wordt bereikt.

Beheer en onderhoud
Voor alle inrichtingsopties geldt dat het beheer meer inspanning vergt dan de huidige situatie:
- de natuurontwikkelingsgebieden dienen gemaaid, begraasd, eventueel geschoond en anderszins onderhouden te worden;
- in en langs de natuurvriendelijke oevers en in mindere mate de steenstortoevers zal zich zwerfvuil ophopen, dat periodiek moet worden verwijderd;
- bij natuurvriendelijke oevers kan achter de vooroever slib bezinken, dat mogelijk vervuild is. Afhankelijk van de aanslibsnelheid en vervuiling kan het nodig blijken om dit slib periodiek te verwijderen.

De kosten voor onderhoud gaan door deze extra beheersactiviteiten omhoog.
Het beheer van de te ontwikkelen moerasterreinen wordt beschreven in bijlage 7, waarbij ook een kostenindicatie wordt gegeven. Meer uitgebreide achtergrondinformatie over (twee)jaarlijkse beheer en omvormingsbeheer is te vinden in hoofdstuk 5 en 9 van het rapport "Natuur uit het moeras" (van Leerdam & Vermeer 1992). Bij het uiteindelijk ontwerp, de aanleg en het beheer van de nieuwe moerasterreinen kan deze informatie gebruikt worden.

Het beheer en onderhoud van de kleinere stapstenen en de corridor zal per hectare waarschijnlijk duurder zijn dan die van een aaneengesloten gebied. De maaimachines en dergelijke moeten over grote afstand verplaatst worden.

Ruimtelijk beleid
De bestemmingen en ander ruimtelijk beleid kunnen mede richtinggevend zijn voor de te kiezen optie. Voor de weging van de inrichtingsopties is vooral van belang dat ten zuiden van Nigtevecht recent de Ruilverkaveling Baambrugge is afgesloten. Dit betekent dat hier de bedrijfssituatie geoptimaliseerd is, wat gevolgen kan hebben voor de hectareprijs en de mogelijkheden voor grondverwerving. Op afzienbare termijn wordt echter ook voor het gebied ten noorden van Nigtevecht het Landinrichtingsplan Amstelland vastgesteld. Daarnaast is het Restauratieplan Vecht van belang. Aansluiting bij dit plan (optie 3) kan de mogelijkheden voor het realiseren van de ecologische verbindingszone doen toenemen, bijvoorbeeld door het beschikbaar komen van financieringsmogelijkheden.

De inrichtingsopties stellen ook bepaalde eisen aan het ruimtelijk beleid. Alle opties gebruiken hectaren, waarvoor een wijziging van de bestemmingsplannen buitengebied nodig is. Verder is er een 'basisbescherming' (Natuurbeleidsplan, 1990) vereist voor het gebied dat door de voorkeursopties gebruikt wordt. Dit betekent dat onomkeerbare veranderingen in de abiotische situatie en ruimtelijke structuur voorkomen moeten worden. Activiteiten die de potenties voor

natuurontwikkeling en daarmee die voor ecologische uitwisseling ernstig beperken, zoals de aanleg van woonwijken, infrastructuur of baggerdepots, dienen in dit gebied achterwege te blijven. Ook hiervoor zou het bestemmingsplan waarborgen moeten bieden.

Kostenraming
Bij het bepalen van de totale kosten van de verschillende opties is uitgegaan van een globale kostenraming per maatregel (± 20-30 % spreiding) (bijlage IV en V). Pas bij een toekomstige verdere uitwerking van opties kunnen de opties nader gespecificeerd worden.

4.4 Onderlinge weging opties, conclusies en keuze voorkeursoptie

In bijlage IV zijn de inrichtingsopties afgezet tegen de (maatschappelijke) randvoorwaarden. Bijlage VI beschrijft de responsie van de doelsoorten op de verschillende inrichtingsopties. Hierdoor wordt het mogelijk na te gaan wat een bepaalde extra inspanning (technisch en financieel) oplevert in termen van de uitwisselingskans van doelsoorten.
Op basis van deze twee bijlagen en de voorgaande verkenning van de inrichtingsopties komen de volgende conclusies naar voren:

optie 1 - De kosten voor deze optie zijn verreweg het laagst. De kans op ecologische uitwisseling tussen Venen en Vechtplassen is voor veel soorten gering (zie bijlage VI). Door de beperkte natuurontwikkeling zullen verschillende soorten, zoals met name de insekten, het ARK in het geheel niet bereiken. Dieren die het kanaal wel bereiken worden geconfronteerd met sterke golfslag en turbulentie, en zullen dus goed moeten kunnen zwemmen. Het is moeilijk in te schatten hoe goed dieren in staat zullen zijn de uittreedplaatsen te vinden. De maatschappelijke gevolgen en de kosten van deze inrichtingsoptie zijn zeer beperkt.

optie 2 - Dit is de meest uitgebreide optie en zal voor vrijwel alle doelsoorten de kans op uitwisseling sterk vergroten. Daarnaast vindt een waardevolle ecologische versterking plaats in het gebied tussen de Venen en de Vechtplassen. De natuurontwikkeling zorgt voor leef-, voedsel- en rustgebieden en zorgt er zo voor dat relatief grote aantallen dieren het ARK bereiken. De kans op een succesvolle oversteek wordt voor de meeste 'zwemmers' heel reëel, doordat de golfslag gereduceerd wordt en er over grote lengte uitstapmogelijkheden zijn. Dieren die de breedte van het ARK (±100 m.) waarschijnlijk niet overzwemmen, zoals Dwergmuis, *Carabus, Chrysolina* en Heikikker, kunnen via het ecoduct de overzijde bereiken. Het is echter de vraag of deze slechte zwemmers de oevers van het ARK wel bereiken, aangezien er tussen Venen en Vechtplassen ook nog andere brede wateren (bv. de Vecht) gepasseerd moeten worden.
Het ruimtebeslag van deze optie is aanzienlijk. De optie vraagt ook veel onderhoud en beheer en kent hoge kosten.

optie 3 - Door 'aan te haken' bij het Restauratieplan Vecht ontstaan zowel ecologische als beleidsmatige mogelijkheden. Bij een verbeterde milieukwaliteit van de Vecht kunnen langs de Vecht moerassen ontwikkeld worden en kan de Vecht zelf als corridor functioneren. In dat geval komt de kans op uitwisseling in dezelfde orde van grootte te liggen als bij optie 2 (met uitzondering van de bijdrage van het ecoduct) en optie 6. Een risico dat deze optie in zich draagt is dat de huidige milieukwaliteit in en rond de Vecht slecht is en dat verbetering nog moet worden afgewacht. Moerassen langs de Vecht zullen het rivierecosysteem zèlf versterken en kunnen zo een belangrijke bijdrage leveren aan het Restauratieplan Vecht. Door de grote druk op de ruimte rond de Vecht heeft de optie voor omwonenden en recreatie mogelijk wel wat gevolgen, hoewel deze sterk afhangen van de precieze uitwerking. Voor de brede natuurvriendelijke oevers langs het ARK geldt, net als voor de Vecht, dat de waterkwaliteit in het uitgangsmilieu voor moerasontwikkeling niet optimaal is.

optie 4 - Deze optie richt zich met name op uitwisselingskans van het individu en niet zozeer op het versterken van het lokale ecosysteem en daarmee het aantal individuen. Omdat afgezien wordt van grootschalige moerasontwikkeling, ligt de kans op uitwisseling belangrijk lager dan bij optie 2,3 en 6. Met name kleinere dieren, die

tussen de Venen en Vechtplassen leefgebieden behoeven, hebben bij deze optie een geringe kans. Voor grotere en mobiele dieren is de uitwisselingskans per individu hoog. Deze inrichtingsoptie beantwoordt daarmee het meest aan het traditionele beeld van een verbindingszone, gericht op één of enkele aaibare soorten zoals Ree en Otter. De maatschappelijke gevolgen in de vorm van hectare-behoefte zijn vrij beperkt.

optie 5 - Deze optie lijkt sterk op de vorige, doch gaat uit van een meer geconcentreerde natuurontwikkeling rond de Vecht en het sluiseiland. Het sluiseiland biedt het voordeel dat het al in eigendom van Rijkswaterstaat is, doch is ongunstig gesitueerd nabij de kom van Nigtevecht en een jachthaven (verstoring door visuele prikkels en geluid). Dit maakt ook dat omwonenden, afhankelijk van de precieze uitvoering, mogelijk gevolgen zullen ondervinden van de verbindingszone. Omgekeerd zullen de dieren ook zeker gehinderd worden door de omwonenden, de recreanten en het verkeer. De kansen op uitwisseling lijken daarom bij deze optie weliswaar hoger dan bij de beperkte optie 1, doch lager dan bij de overige opties.

optie 6 - Deze optie vertoont veel gelijkenis met optie 2, maar heeft geen ecoduct en geen oevers van steenstort. Het aantal dieren dat het ARK bereikt is daarom gelijk aan dat bij optie 2. De kans op een succesvolle oversteek is wellicht wat lager doordat in het kanaal de golfslag groter en de uitstapgelegenheid kleiner is. Daarnaast ontbreekt het ecoduct. Bij de functionaliteit van het ecoduct zijn echter al eerder kanttekeningen geplaatst.

Uit de onderlinge weging van de inrichtingsopties komt een aantal conclusies naar voren. De beperkte optie 1 doet de kans op uitwisseling voor maar weinig soorten weinig toenemen. Hoewel de kosten gering zijn, bestaat er twijfel omtrent de meerwaarde van deze optie ten opzichte van het nulalternatief: niets doen. Het rendement van deze optie wordt daarom laag ingeschat. Bij de overige opties komen twijfels omtrent het rendement vooral naar voren bij optie 5, die door de kom van Nigtevecht leidt. Daarnaast is optie 4, het kralensnoer van kleine stapstenen, suboptimaal ten opzichte van de andere opties omdat de kleine stapstenen geen ruimte bieden voor successiereeksen. Hierdoor komen verschillende versnipperingsgevoelige soorten die tijdelijke verlandingsstadia als habitat hebben, bij deze inrichting moeilijk tot uitwisseling.

Aldus blijven er 3 inrichtingsopties over, die elk de uitwisselingskans voor laagveenmoerassoorten belangrijk verhogen en de ecosystemen tussen Venen en Vechtplassen versterken. Tussen deze 3 opties bestaan kleine verschillen in de ingeschatte uitwisselingskans, doch grote verschillen in kosten. Hierbij is het de vraag of de hoge kosten van optie 2 opwegen tegen de meerwaarde die deze optie biedt in vergelijking met optie 3 en 6. Dit overwegende wordt hieronder optie 6 als meest kansrijke optie nader uitgewerkt. In aanvulling daarop worden echter ook opties 2 en 3 uitgewerkt. Deze uitwerking is beknopt en betreft alleen de elementen waarin deze opties verschillen van optie 6.

5 VOORBEELDUITWERKING VOORKEURSOPTIES

5.1 Inleiding

Optie zes kwam uit toetsing en onderlinge weging als de optie met het hoogste ingeschatte rendement naar voren. Deze optie wordt daarom in dit hoofdstuk nog verder uitgewerkt. Uit hoofdstuk 7, kennislacunes, blijkt binnen welke onderdelen de grootste onzekerheden en vrijheidsgraden schuilen. De te nemen maatregelen worden per barrière besproken, gaande van oost naar west. Na de uitwerking van optie 6 wordt beknopt ingegaan op de opties 2 en 3, voor wat betreft de elementen waarin deze van optie 6 verschillen. Deze studie moet kennis en ideeën leveren om uiteindelijk op ambtelijk en bestuurlijk vlak tot uitvoering te komen. Daarom is het belangrijk op te merken dat de voorgestelde maatregelen dus niet tot in het kleinste detail zijn uitgewerkt (tot besteksniveau) en dat de gepresenteerde kaartbeelden illustratief bedoeld zijn.

5.2 Uitwerking optie 6

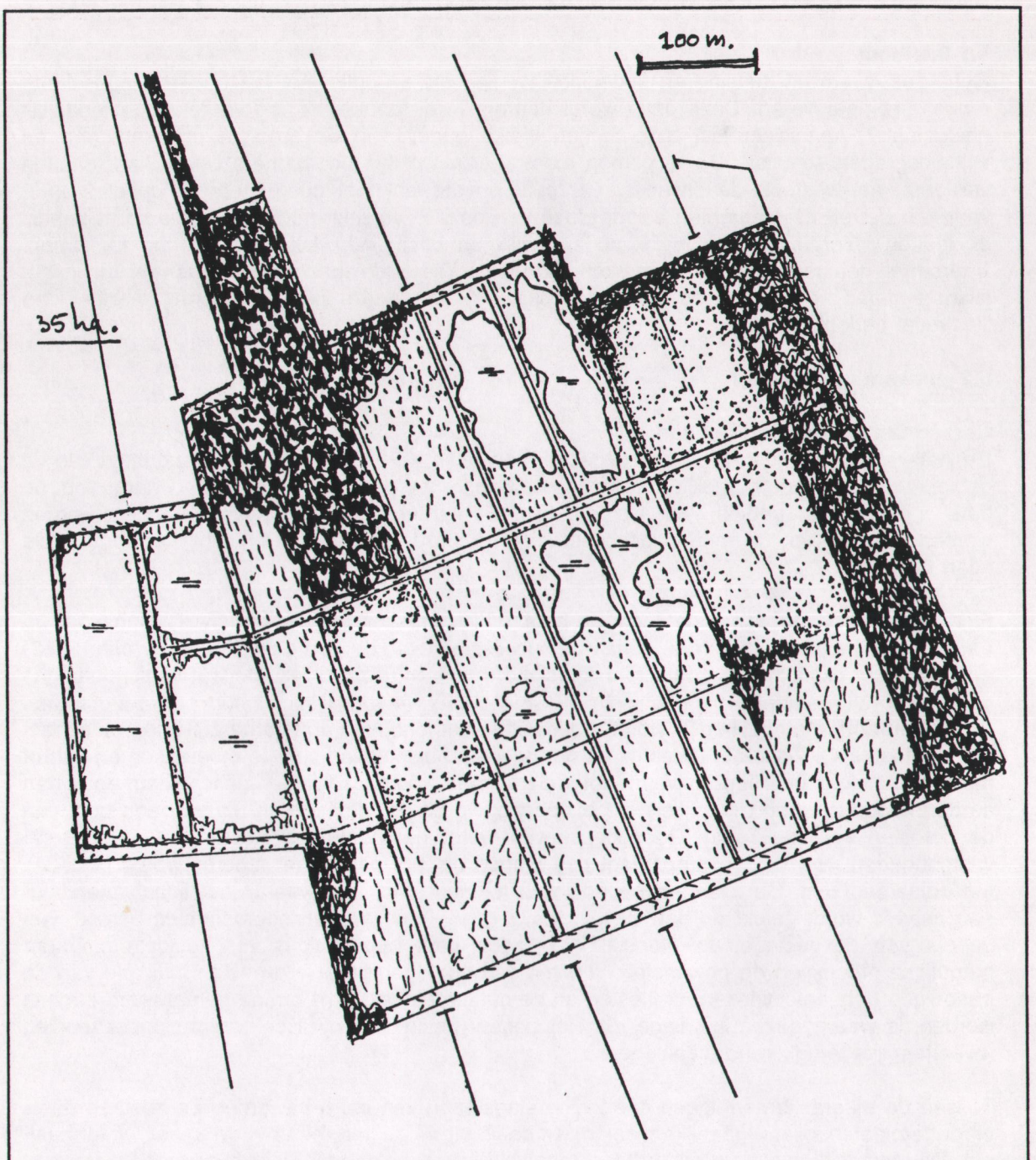
Gebied ten oosten van het kanaal

De Aetsveldsche Polder is nu een uitgestrekt en open veenweidegebied. De openheid van dit gebied wordt zoveel mogelijk ontzien in verband met de landschappelijke waarde en de betekenis van het gebied voor weidevogels. De grotere en hoogopgaande moeraskernen worden daarom aan de randen gesitueerd, één nabij de Vecht en één nabij het kanaal (zie kaart 6).

Figuur 5 en 6 geven een schets van de beoogde moeraskernen. De kernen zijn ongeveer 35 ha groot: 30 ha is nodig voor de beheerde successiereeks (zie Van Leerdam & Vermeer 1992) en 5 ha. voor climaxstadia zoals blauwgrasland, ruigte en elzenbroek. De waterhuishouding is gericht op het plaatselijk bereiken van een mesotrofe waterkwaliteit binnen een eutrofe (n.b. niet hypertroof!) matrix. Hiertoe wordt regenwater vastgehouden en interne zuivering toegepast (zie hoofdstuk 4). Concreet betekent dit dat de waterhuishouding van de moeraskernen min of meer zelfstandig is. Hiertoe wordt het moerasgebied van de polder gescheiden door een aarden kade (een soort legakker) die is opgebouwd uit de mestdekken die van een deel van de percelen verwijderd zijn. Door klepstuwen wordt het neerslagoverschot zoveel mogelijk vastgehouden. Het polderwater treedt pas binnen als het peil in het moerasgebied beneden het polderpeil zakt. De instroom beperkt zich tot één punt, van waaruit het inlaatwater door een rietveld wordt geleid en pas via een omweg de kern van het moerasgebied bereikt. Het beheer van de gebieden is intensief: het beschikbare oppervlak is veel te klein om door natuurlijke processen de gewenste diversiteit aan ecotopen te bereiken. Een indicatie van de benodigde beheeractiviteiten, de kosten en de natuurdoeltypen die ermee gerealiseerd kunnen worden, is weergegeven in bijlage VII. Het beheer bestaat uit cyclisch omvormingsbeheer en (twee)jaarlijks terugkerend maaibeheer.

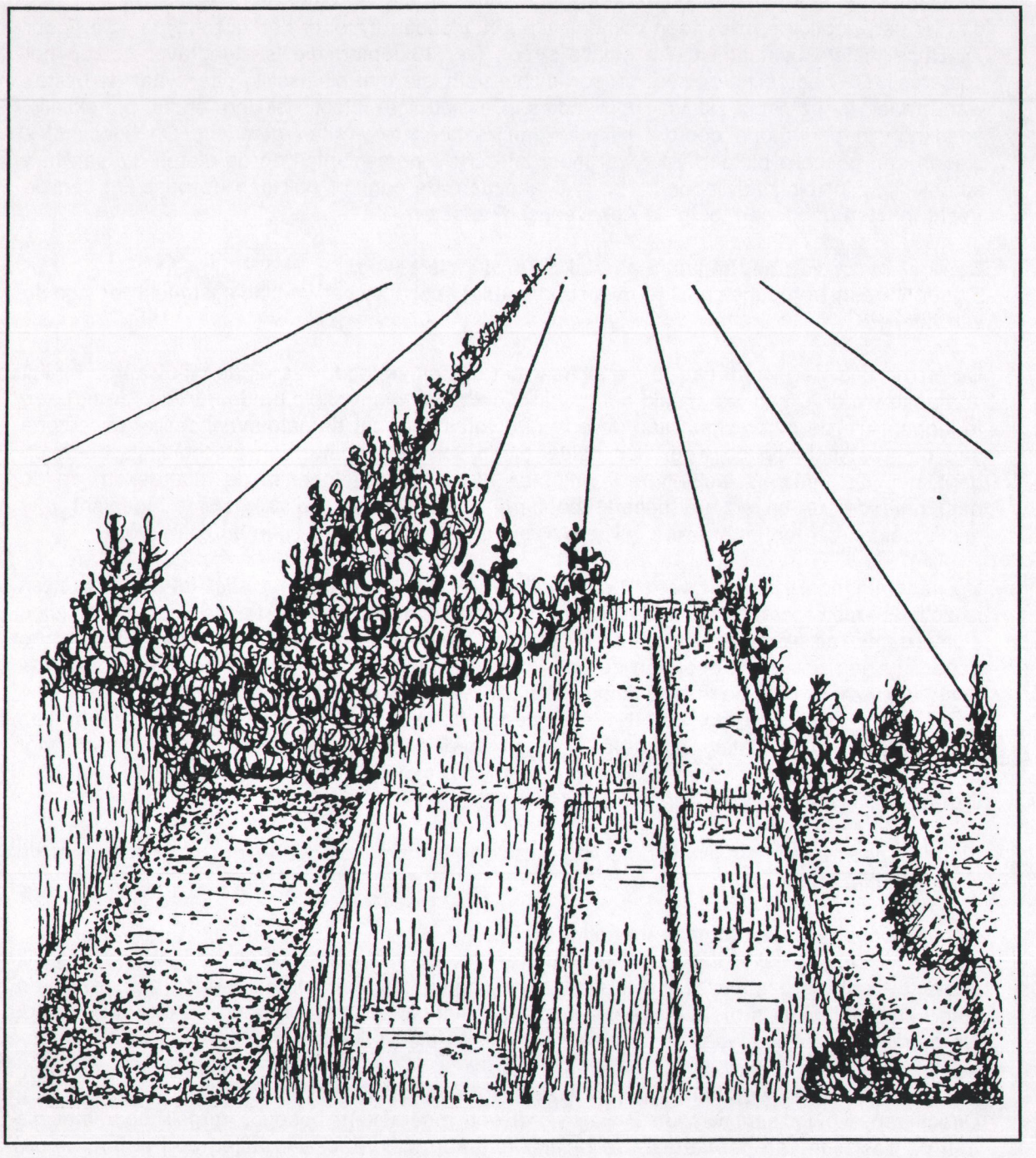
Tussen de moeraskernen liggen drie kleine stapstenen van ca. 5 ha. groot. Ze bestaan deels uit dotterbloemhooiland (jaarlijks maaien) en deels uit rietruigten (eens in de 3 jaar wintermaaien). De mestdekken zijn verwijderd. Het maaiveld ligt op polderpeil. Voor hooilanden wordt niet alleen vanwege de landschappelijke openheid gekozen, maar ook omdat deze verbindingszone in het westen aansluit op de bloemrijke vlietlanden[2] langs het Gein, de Winkel en de Waver. De diersoorten van het bloemrijke hooiland, zoals dagvlinders, zullen het binnen de EVVV als geheel (3 verbindingszones, zie fig. 1) daarom vooral van deze verbindingszone moeten hebben. Juist deze soorten hebben een zeer beperkt dispersievermogen en hebben daarom behoefte aan stapstenen tussen de moeraskernen (Vlinderstichting 1992).

[2]Onder vlietlanden worden in Holland en Utrecht natuurterreintjes verstaan die zich langs veenriviertjes en andere boezemwateren bevinden. Ze liggen op boezempeil en hun waterhuishouding wordt bepaald door de boezem; regelmatig raken ze overstroomd. Hun vegetatie is daardoor betrekkelijk voedselrijk, maar ongevoelig voor de verzuring die in veel laagveenmoerassen de vegetatie verarmt. Vroeger, toen men alle gewas kon gebruiken, werden ze gemaaid. Bij zomermaaien ontwikkelden zich plantengemeenschappen behorend tot het Dotterverbond, bij wintermaaien tot gemeenschappen van het Rietverbond.



- *laagveenecosysteem in verschillende successiestadia*
  - * *water* *ca. 5 ha.*
  - * *verlandingsgemeenschappen* *ca. 5 ha.*
  - * *riet- en zeggelanden* *ca. 10ha.*
  - * *rietruigte en bloemrijke ruigte* *ca. 5 ha.*
  - * *moerashooiland* *ca. 5 ha.*
  - * *struweel van wilg en els* *ca. 5 ha.*
- *ingepast in verkavelingspatroon*
- *zelfstandige waterhuishouding*
- *rondom afgesloten door kade, opgestuwd uit mestdekmateriaal omliggende percelen*

Figuur 5. Schets van de beoogde moeraskern van 35 hectare.



Figuur 6. Vogelvluchtimpressie van de beoogde moeraskern met corridor (zie fig. 5).

De stapstenen worden verbonden door een corridor. In verband met de gewenste openheid is dit niet een houtkade, maar een corridor van het 'plasbermtype' of het 'uitstektype' (zie figuur 7). Deze laatste bestaat uit een smalle strook (ca. 10 meter) die is afgegraven tot op het polderpeil. De begroeiing bestaat uit een dichte rietruigte met plaatselijk, daar waar de uitstek wat breder is gemaakt, kleine hooilandjes. De rietruigte biedt dekking en is betrekkelijk goedkoop in onderhoud doordat hij niet jaarlijks hoeft te worden gemaaid. De hooilandjes bieden een geschikt biotoop voor wat meer kritische moerasplanten en de dieren die van hen afhankelijk zijn (bv. dagvlinders). Het lijkt raadzaam de corridor ook aan de oostkant van de Vecht te laten doorlopen tot in de Ankeveense Plassen.

De oost-oever van het kanaal inclusief de provinciale weg
Figuur 8 geeft een schetsmatige dwarsdoorsnede weer van het verbindingstrajekt ter hoogte van het ARK.

De provinciale weg wordt ca. 30 meter naar het oosten verlegd, waarbij de dijk waarop hij ligt verhoogd wordt. Dit laatste maakt het mogelijk onder de weg enkele brede duikers (droog) aan te leggen, die de moeraskern aan de oostkant verbinden met de natuurvriendelijke oeverzone aan de westkant van de weg. Aan beide zijden van de weg worden afscheidingsschermen geplaatst, die verkeersslachtoffers voorkomen en de geluidshinder in de moeraskern en de natuurvriendelijke oeverzone beperkt houden. Het talud van de dijk wordt ingeplant met gebiedseigen bomen en struiken (wilgen, elzen, aan de landzijde: essen en zomereik).

De natuurvriendelijke oever beslaat de zone van de damwand van het ARK tot de dijkvoet en is zo'n 25 meter breed. De waterlijn bevindt zich ruim 5 meter uit de dijkvoet. De huidige stalen damwand wordt afgezaagd op ca. 30 cm. beneden de waterlijn (zie fig. 9). Zo blijft de damwand een belangrijk deel van de golfslag wegnemen. Om het water nog meer energie te doen verliezen wordt de ruimte achter de damwand opgevuld met stortsteen, die als een 'steendam' iets boven de waterlijn uitkomen. Achter de steendam loopt de waterbodem geleidelijk op in de richting van de dijkvoet en wordt de stortsteen geleidelijk vervangen door fijner materiaal zoals grind en zand. Aldus wordt het mogelijk geacht om hier vestigingsmogelijkheden te scheppen voor een emergente vegetatie.

Figuur 9 geeft een impressie van de voorgestelde natuurvriendelijke oever (aangepast naar de Kwaadsteniet 1990)

De westoever van het kanaal, inclusief de B-weg
Aan de westelijke oever van het ARK wordt een natuurvriendelijke oever aangelegd die gelijk is aan die aan de oostkant. De dijk en de weg moeten hiervoor worden verlegd. Aangezien de weg een eigen weg is met een zeer lage verkeersintensiteit, worden geen duikers aangelegd. Op de dijk worden wel weer gebiedseigen bomen en struiken aangeplant.

Het gebied aan de westkant van het kanaal, tot aan het Gein
Direct aan de westkant van de B-weg wordt een moeraskern beoogd, vergelijkbaar met die aan de oostzijde van het kanaal. De moeraskern kan niet direct aansluiten op het fort, omdat dit te zuidelijk ligt ten opzichte van de natuurvriendelijke oevers. Deze laatste worden in noordelijke richting gedwongen door het terrein met opslagtanks en de ligplaats van schepen aan de oost-oever van het ARK.

Vanuit de moeraskern leiden er twee corridors richting het Gein. De een sluit via een kleine stapsteen aan op het fort, dat al een min of meer natuurlijk karakter heeft. Vanaf het fort bestaat de corridor uit de 'Vuurlijn', een oude kade uit de Hollandse Waterlinie. Om de corridorfunctie van de vuurlijn te versterken wordt aan de kadevoet een rietzoom tot ontwikkeling gebracht en wordt de aanleg van een kleine stapsteen beoogd. Een andere corridor loopt vanaf de moeraskern vrijwel rechtstreeks naar het Gein. Deze corridor is van het 'verbrede houtkade type' en sluit aan op de bosstroken langs het Gein en de houtkaden die verder naar het westen verschijnen. Ook de corridorfunctie van het Gein behoeft enige versterking, maar daar wordt in deze studie niet op ingegaan.

5.3 Uitwerking optie 3

Het meest wezenlijke aspect waarin optie 3 van optie 6 verschilt, is dat in deze optie de moerasontwikkeling in het oosten langs de Vecht wordt geconcentreerd. Bij moerasontwikkeling langs de Vecht staat men voor de keuze hierbij wel of niet het rivierwater te gebruiken. Wanneer het moeras met rivierwater gevoed wordt, kunnen moerassen verwacht worden zoals ze ook nu op kleine schaal langs de Vecht voorkomen: hoogproduktieve vegetaties, waarin in het voorjaar bijzondere soorten zoals Zomerklokje en Dotterbloem bloeien, doch met een zomeraspect van met name Riet, Oeverzegge en Grote Brandnetel. Deze vegetaties (en daarin met name de aanwezigheid van het beschermde Zomerklokje) zijn bijzonder en waardevol. Voor de verbindingszone zijn echter ook andere ecotopen essentieel, zoals bijvoorbeeld mesotrafente verlandingsvegetaties. Deze vegetaties kunnen in water van een kwaliteit zoals die nu in de Vecht voorkomt, niet tot ontwikkeling worden gebracht. Deze overwegingen pleiten ervoor de beoogde moerassen voor een deel hydrologisch te scheiden van de Vecht en voor een deel met de rivier in verbinding te laten staan. Door een daarop gerichte inrichting is het wellicht mogelijk gradiënten te creëren tussen het voedselrijke, basenrijke Vechtwater en het armere, regenwaterachtige water in de kern van het moeras. Dergelijke gradiënten zijn voor moerasontwikkeling zeer potentierijk en interessant (van Wirdum 1991).

Inrichtingsoptie 3 onderscheidt zich bovendien van optie 6 doordat de provinciale weg op een viaduct wordt geplaatst. De precieze vormgeving van het viaduct bepaalt of eronder al dan niet voldoende licht doordringt om plantengroei mogelijk te maken (bijvoorbeeld door op de as van het viaduct een open ruimte uit te sparen). Indien de vegetatieontwikkeling niet op gang komt, worden boomstobben geplaatst, waarmee in ieder geval het 'geraamte' van een vegetatie aanwezig is. Aldus zal er van de weg vrijwel geen barrièrewerking meer uitgaan. De kans dat dieren bedoeld of onbedoeld in het ARK terechtkomen neemt daardoor toe. Hoe deze kans zich verhoudt tot die bij toepassing van duikers is moeilijk in te schatten. Zoals al eerder is opgemerkt worden ook duikers en tunnels door dieren dankbaar gebruikt (Hollander 1993)

Een laatste specifiek aspect van optie 3 zijn de brede natuurvriendelijke oevers langs het ARK. Net als voor de Vecht geldt dat het ARK een matige waterkwaliteit met zich meebrengt. Het aanbrengen van een hydrologische isolatie staat echter min of meer haaks op de bedoeling van een natuurvriendelijke oever, en wordt daarom niet overwogen. Achter de vooroever zal gedurende een groot deel van het jaar toch wel wat regenwater stagneren doordat bij neerslagoverschotten de stroming in hoofdzaak van de oever naar het kanaal toe gericht zal zijn. De waterkwaliteit verbetert hierdoor. Door inrichting wordt getracht de regenwaterstagnatie te versterken.
De oeverzone achter de vooroever heeft een in hoofdzaak geringe waterdiepte. Er wordt wat variatie aangebracht in hoogteligging om variatie in de vegetatie en de verdere levensgemeenschap te bewerkstelligen. Droge delen zullen op termijn begroeid raken met wilgen, permanent natte delen vormen het domein van helofyten, met name riet. Mogelijk zullen zich plaatselijk in de wat diepere stukken waterplanten ontwikkelen, waarbij robuuste soorten zoals Schedefonteinkruid en Gedoornd hoornblad te verwachten zijn.

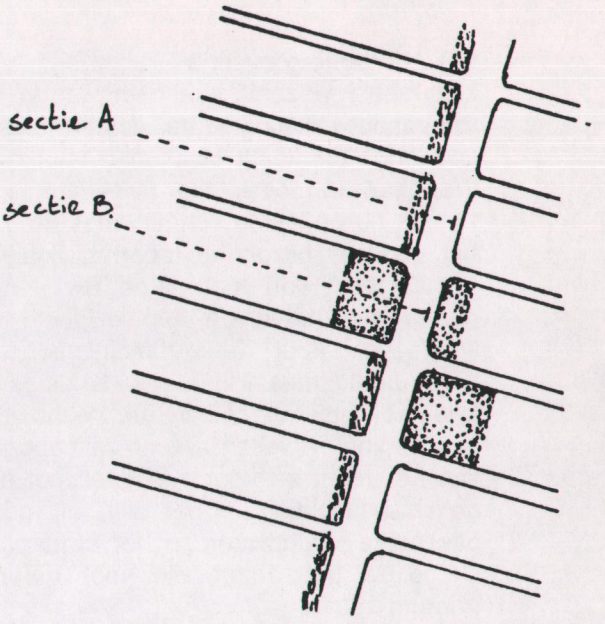
5.4 Uitwerking optie 2

Optie 2 onderscheidt zich van de voorgaande door het ecoduct en door de steenstortoevers die de natuurvriendelijke oevers aan beide zijden flankeren. De vorm en functionaliteit van het ecoduct zijn al eerder ter sprake geweest. Aangegeven is dat het ecoduct (natuur)technisch lastiger te realiseren zal zijn dan bestaande ecoducten zoals bij Woeste Hoeve. Dit komt doordat het ecoduct een hoge boog (9 meter) zal moeten maken in plaats van horizontaal te blijven en met een moerasvegetatie begroeid moet raken in plaats van een vegetatie van droge zandgronden. Door voortdurend water op het ecoduct te brengen dat door grote aantallen lage drempeltjes slechts langzaam afstroomt, lijkt een dergelijke voorziening echter wel realiseerbaar. Het ecoduct maakt het ARK passeerbaar voor een groepje doelsoorten dat anders zeker niet tot uitwisseling komt (bv. de loopkevers en mogelijk ook de muizen). Of er door het ecoduct wel uitwisseling van deze soorten bereikt wordt, is echter onduidelijk. Het is moeilijk in te schatten of de dieren ertoe gebracht kunnen worden het hoge en vrij smalle ecoduct te vinden en te gebruiken. Daarnaast geldt de al eerder geplaatste kanttekening dat

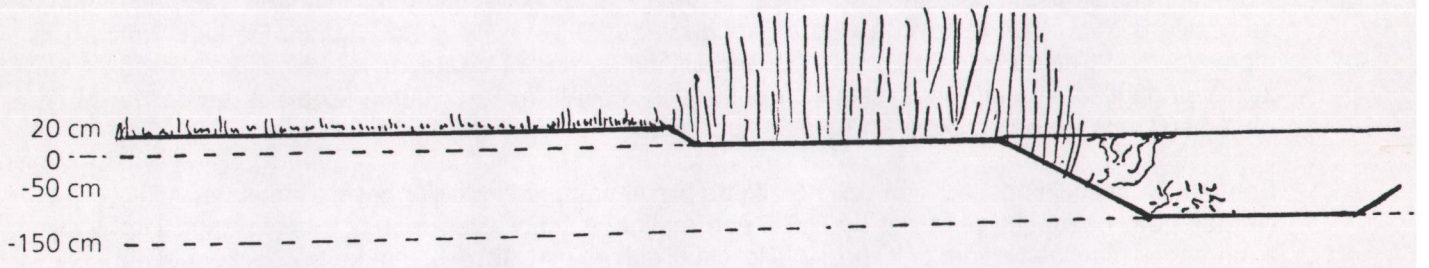
Figuur 7. Opties voor inrichting van de corridors.

7a Corridor van het uitstektype

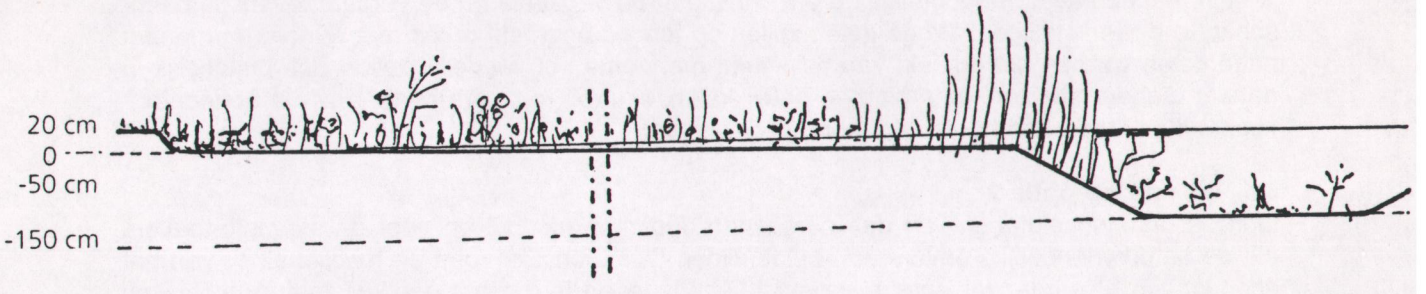
Impressie;
een rietzoom, plaatselijk afgewisseld door hooilandjes, te ontwikkelen door maaiveldverlaging op de kopse einden van de landbouwpercelen.



Sectie A - dwarsdoorsnede door smalle uitstek (ca. 10 m.) begroeid met rietruigte

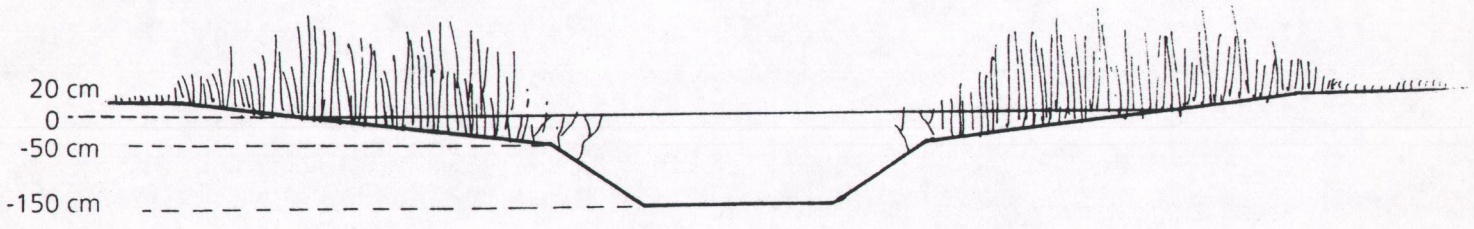


Sectie B - dwarsdoorsnede door brede uitstek (ca. 30 m), begroeid met bloemrijk hooiland.

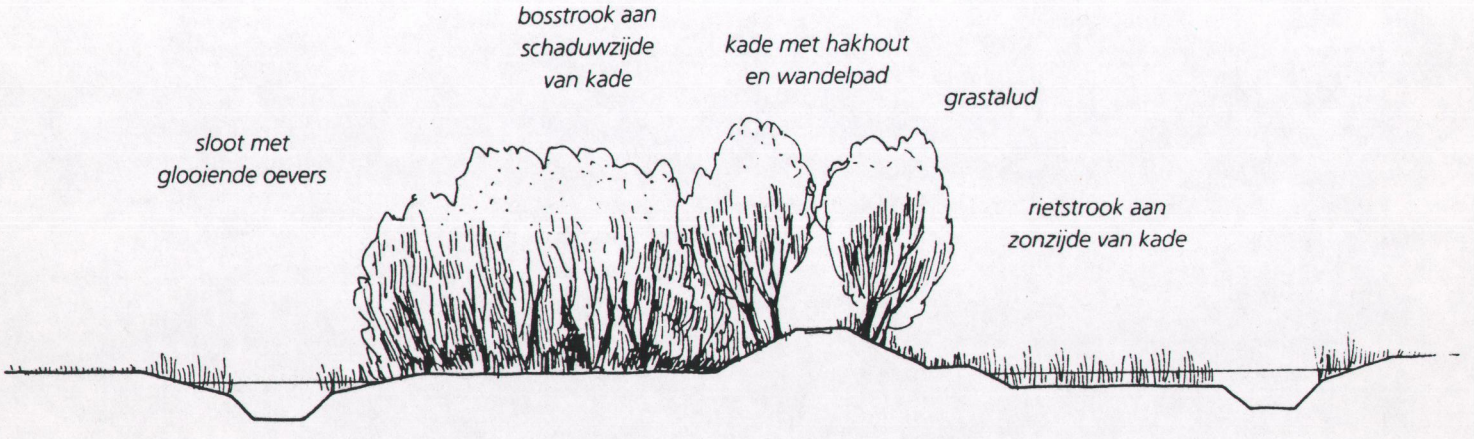


Figuur 7. Opties voor inrichting van de corridors.

7b Corridor van het plasbermtype (bron: Veen 1992)
Een zoom van riet en andere helofyten aan weerszijden van een hoofdwatergang.

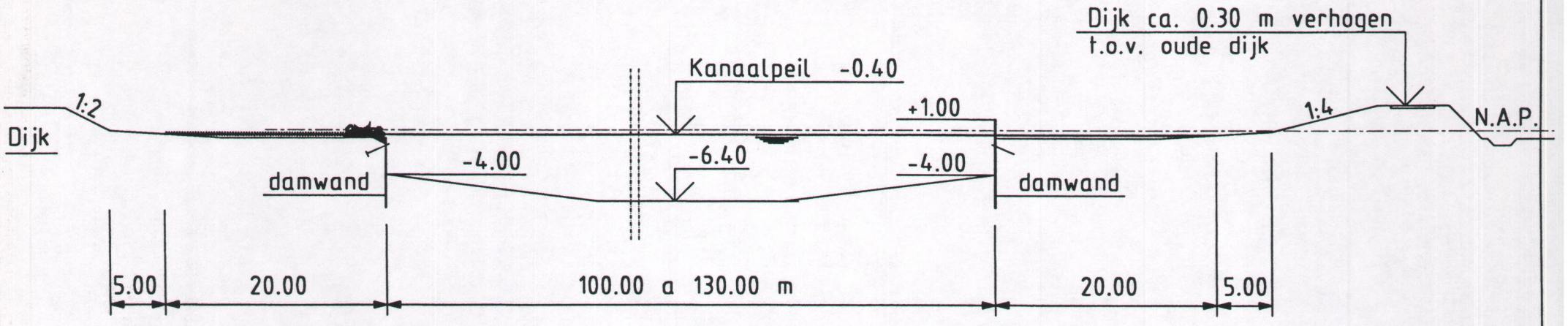


7c. Corridor van het verbrede houtkade-type (bron: Veen 1992).



deze doelsoorten de oevers van het ARK mogelijk niet zullen bereiken, aangezien er tussen Venen en Vechtplassen ook nog verschillende andere brede waterbarrières (bv. de Vecht) moeten worden overgestoken.

De aanleg van een stortsteenoever spreekt min of meer voor zich. Ook hier wordt de huidige damwand minimaal 30 cm onder de waterlijn afgezaagd. De achterliggende ruimte wordt opgevuld met stortsteen. De stortsteenoever kan smaller zijn dan de natuurvriendelijke oever.



Figuur 8.
Een dwarsprofiel van het gebied rondom het kanaal volgens de voorkeursoptie.

Witteveen + Bos
Raadgevende Ingenieurs B.V.
Postbus 233
7400 AE Deventer
Telefoon 05708 97911
Telefax 97344
Telex 49441

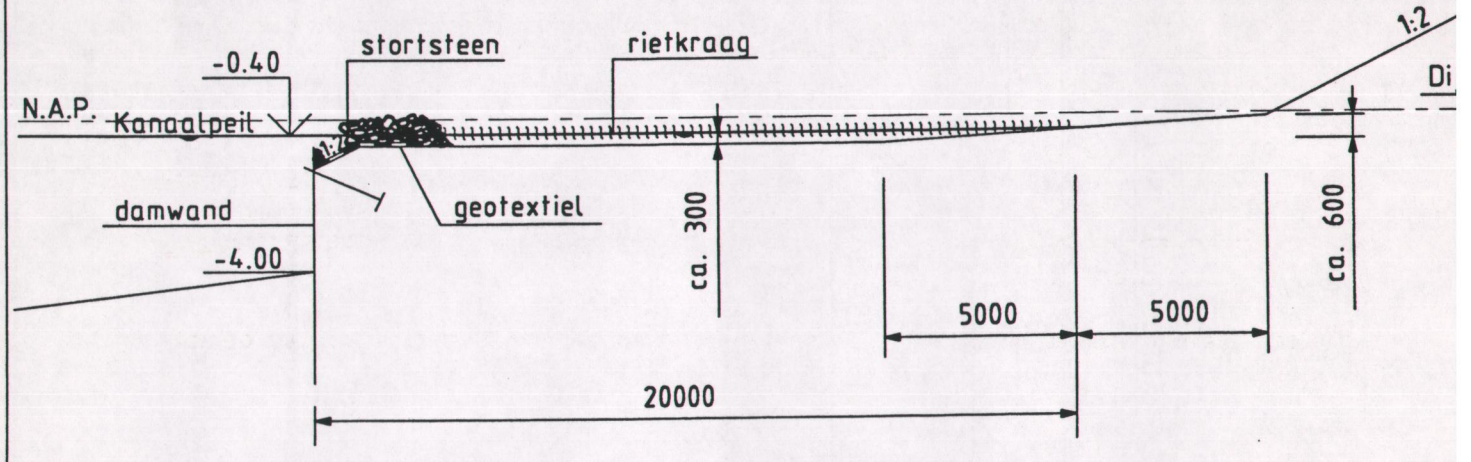
.....
.....
.....

Gebouwen
Infrastructuur
Milieu

Getekend W. TIEKSTRA
Datum OKTOBER 1993
Schaal zie tekening
Formaat A4

plotdatum 28-10-1993 c:\wor\ru14.7\SITU-2A.DWG

Figuur 9.
Schetsontwerp natuurvriendelijke oever voor het Amsterdam- Rijnkanaal.



DOORSNEDE

SCHAAL 1:200

Raadgevende ingenieurs b.v. Witteveen Bos

Postbus 233
7400 AE Deventer
Telefoon 05708 97911
Telefax 97344
Telex 40441

.....
.....
.....

Gebouwen
Infrastructuur
Milieu

Getekend W. TEKSTRA
Schaal 1 : 200
Datum OKTOBER 1993
Formaat A4

6 CONCLUSIES

De conclusie van dit onderzoek is dat er ingrijpende maatregelen nodig zijn om ecologische uitwisseling tussen Venen en Vechtplassen mogelijk te maken. De uitgewerkte inrichtingsopties bieden echter reëel uitzicht op het bereiken van deze uitwisseling, en op het versterken van de gebiedseigen ecosystemen in het gebied. Hierbij schatten we optie 6 in als degene met het hoogste rendement. De haalbaarheid van deze, of mogelijk ook een andere, inrichtingsoptie moet nu verder worden onderzocht. Daarna kunnen de nog globale inrichtingsopties uitgewerkt worden tot een op uitvoering gericht ontwerp. Door de in dit onderzoek gevolgde expliciete werkwijze blijft het mogelijk om in het ontwerp elementen te verwerken die niet tot de voorkeursoptie behoren.

De termijn waarop de inrichtingsopties gerealiseerd kunnen worden, wordt bepaald door een aantal factoren;
- het tijdstip van definitieve besluitvorming;
- het beschikbaar komen van middelen;
- het uitwerken van verschillende voorgestelde maatregelen tot een op uitvoering gericht ontwerp;
- het beschikbaar komen van hectaren.

Aldus is te voorzien dat de realisering een aanzienlijk tijdstraject zal beslaan. De ecologische functie van de verbindingszone stelt een tweetal voorwaarden aan de realisering:
- de verbindingszone dient er zo snel mogelijk te komen. Uitstellen betekent dat meer versnipperingsgevoelige soorten uit de kerngebieden zullen verdwijnen, waardoor de ecologische betekenis van de verbindingszone afneemt;
- het uitvoeren van geïsoleerde onderdelen uit de inrichtingsopties heeft weinig zin, aangezien de zwakste schakel de sterkte van de verbinding bepaalt; er zal gestreefd moeten worden naar een samenhangende combinatie van maatregelen, waarvan de zwaarte ongeveer overeenstemt.

Conclusie is dat de verbindingszone zo snel mogelijk en in zijn geheel moet worden gerealiseerd.

7 KENNISLACUNES

Ecologische verbindingszones vormen een betrekkelijk nieuw concept. Er bestaan dan ook nog tal van kennislacunes en onzekerheden. Sommige van de lacunes die hieronder gesignaleerd worden, hebben te maken met de stand van de wetenschap op dit moment. Andere hebben vooral te maken met de stand van de planvorming voor het studiegebied, die nog volop in ontwikkeling is.

Versnipperingsgevoeligheid
Omtrent de versnipperingsgevoeligheid van soorten is nog veel onduidelijk. Enerzijds is van veel soorten maar weinig bekend over hun bewegingen door het landschap en door welke ruimtelijke structuren men hierin kan sturen. Anderzijds zijn voor veel soorten de inventarisatiegegevens onvoldoende om de populatieomvang in de kerngebieden te kunnen inschatten. Dit is van belang om de noodzaak van verbinding met een ander kerngebied beter te kunnen onderbouwen.
Met name het eerste punt, de dispersie, betreft een fundamentele lacune in kennis. Deze lacune zal slechts geleidelijk opgevuld worden door gericht fundamenteel onderzoek en door nauwkeurige monitoring van op ecologische verbinding gerichte projecten. Het is daarom belangrijk om ook nu al een aantal gedurfde (proef-)projecten uit te voeren. Uitwerking en uitvoering van de in dit rapport ontwikkelde maatregelen kan de kennisontwikkeling over dit onderwerp stimuleren. Kennis die vóór het moment van uitvoering beschikbaar komt, dient uiteraard wel zo goed mogelijk in de planvorming verwerkt te worden.

Natuurontwikkeling
De vereiste natuurontwikkelingsmaatregelen zijn tot nu toe globaal uitgewerkt. Dit kan ook niet anders, aangezien de maatschappelijke haalbare omvang en situering van de natuurontwikkeling nog niet vast staan. Wanneer dit wel bekend is, is nader onderzoek gewenst naar de mogelijkheid om het gebied een milieukwaliteit te verlenen die optimale potenties voor natuurontwikkeling inhoudt. Hierbij zijn twee sturingsmechanismen van belang:
- via de bodem;
  door omvormingsbeheer zoals het verwijderen van mestdekken, het graven van petgaten, het aanbrengen van verschillen in waterdiepte;
- via het water;
  door de te ontwikkelen kwantitatieve en kwalitatieve waterbeheersing.

Voor beide sturingsmechanismen dient te worden nagegaan wat de precieze mogelijkheden in het gebied zijn. Voor de hydrologische aspecten van de ontwikkeling van de grotere moeraskernen en kleinere stapstenen is een nadere ecohydrologische studie gewenst. Een eenvoudige modellering van het watersysteem, bij voorkeur niet-stationair, vormt hiervan een onderdeel. Aldus kan worden beoordeeld of er een gesloten waterbalans bereikt wordt en welke waterkwaliteiten daaruit volgen.
Voor de bodemaspecten dient in het gebied oriënterend veldwerk te worden uitgevoerd naar lokale bodemsamenstelling, veendikten, dikte van de gemineraliseerde laag en samenstelling van het mestdek (n.b. ook zware metalen, Lexmond et al. 1987). De omvormingsmaatregelen dienen vervolgens verder te worden ontwikkeld vanuit kennis van ervaringen met omvormingsbeheer elders in Nederland en kennis van laagveenmoerasecoystemen in het algemeen.

De aanwezigheid en vestiging van organismen zou men als derde sturingsmechanisme voor natuurontwikkeling kunnen beschouwen. Een op natuurontwikkeling gericht plan zal aandacht moeten besteden aan de vraag of de plantesoorten die de gewenste vegetatie moeten opbouwen, het gebied wel zullen bereiken. Als dit twijfelachtig is, dienen maatregelen te worden ontwikkeld waarbij dit wel gewaarborgd is.

De toekomstige ontwikkeling van de landbouw vormt eveneens een belangrijke factor. In de gepresenteerde inrichtingsopties is uitgegaan van de huidige vorm en intensiteit van agrarisch gebruik. Daarom is gekozen voor moeraskernen die van het cultuurgebied gescheiden worden. De milieukwaliteit wordt echter voldoende hoog ingeschat voor de ontwikkeling van kleine stapstenen en corridors temidden van het cultuurgebied. Indien de landbouw in de toekomst

een sterke verdere intensivering doormaakt, dan is deze inschatting niet meer geldig en dienen de plannen te worden bijgesteld. Het is echter ook mogelijk dat de landbouw, mede door produktiebeperkingen, een ecologisch beter inpasbare vorm krijgt. In dat geval zou het cultuurgebied een belangrijker ecologische rol kunnen vervullen en zou een strikte scheiding tussen landbouw en natuur wellicht niet meer nodig zijn.

Oeverontwikkeling
Ook over de aanpassing van de kanaaloevers en de weg bestaan nog veel vragen, zowel wat betreft het definitieve ontwerp als wat betreft de te verwachten natuurontwikkeling en mate van daadwerkelijk gebruik door dieren. Voor het uiteindelijke ontwerp zijn verschillende berekeningen nodig (niet limitatief):

- de reductie van golfslag en turbulentie in het kanaal die bereikt wordt door toepassing van stortsteen over een bepaalde lengte;
- de reductie van golfslag en de mate van waterverversing in de oeverzone die bereikt wordt bij verschillende hoogtes van de vooroever;
- de slibaanwas die zal optreden achter een vooroever van een bepaalde hoogte;
- de aard van de waterbewegingen die zullen ontstaan indien men open ruimten in de vooroever aanbrengt;
- de vereiste zwaarte van de toe te passen stortsteen en de mate waarin deze de oever afdoende tegen golfslag beschermd.

Vanuit de ecologie en de cultuurtechniek dient bij het ontwerp nog aanvullende kennis te worden ingebracht over de maximale golfslag en turbulentie die helofyten kunnen verduren.

De effectiviteit van de gerealiseerde voorzieningen zal grotendeels ook in de praktijk moeten blijken. Reeds bestaande, soortgelijke voorzieningen in Nederland blijken door verschillende soorten te worden gebruikt (Bekker 1990), hoewel de informatie veelal een anekdotisch karakter heeft. Na uitvoering van het project is daarom nauwkeurige monitoring gewenst.

8 LITERATUUR

Beekmans, C. & P. Verbraak 1993. Inrichtingsplan oevers Rijntakken. Leidraad voor de natuurvriendelijke inrichting van oevers. Hoofdrapport. concept. In opdracht van RWS dir. Gelderland.

Bekker, G.J. 1990. Het gebruik van fauna-uitstapplaatsen in kanalen. De levende Natuur 1990 nr 2.

Bekker, G.J. & H.D. van Bohemen, 1991. Shaping and management of banks and bank protection structures of state-owned waters. In: Aanen et al. Nature engineering and civil engineering works. Pudoc, Wageningen.

Bergmans, W. & A. Zuiderwijk, 1986. Atlas van de Nederlandse Amfibieën en Reptielen en hun Bedreiging. Stichting Uitgeverij van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.

Broekhuizen, S., B. Hoekstra, V. van Laar, C. Smeenk en J.B.M. Thissen, 1992. Atlas van de Nederlandse zoogdieren. Stichting Uitgeverij van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.

Bureau Milieuinventarisatie Provincie Utrecht, 1992. Biotoopanalyse. Als onderdeel van verbindingszones in de ecologische hoofdstructuur.

CUR 1990. Milieuvriendelijke oevers. Voorlopige leidraad voor een integrale benadering van ontwerp, aanleg en beheer van oevers. CUR 90-4.

Evers WMJ & NGJ van Maaren (1985), Dagvlinderfauna van "de Wieden" en haar relatie tot vegetatie en beheer. Verslag Natuurbeheer, LU Wageningen, nr. 795

Fahner, F. & D. van der Hoek, 1986. De betekenis van de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater voor de inrichting van het reservaat de Rottige Meente. Cultuurtechnisch Tijdschrift 26(3) pp. 151-163.

Jansink, F., C.L. van der Lugt & R.A.M. te Wierik 1992. Aanzet tot herinrichting van oevers van de Utrechts-Noordhollandse Vecht bij Vreeland; Een restauratieplan voor de Utrechts-Noordhollandse Vecht. Nota RPV 92.01.

Hollander, H., 1993. Evaluatie mitigerende maatregelen ten behoeve van zoogdieren in de Provincie Utrecht. Rijkswaterstaat, Nieuwegein.

Hut MG van der (1986), Habitat choice and temporal differentiation in reed passerines of a Dutch marsh. Ardea 74:159-176

Hut MG van der (ongepubliceerd), Voedselecologie van rietzangvogels; een beknopte review.

Hut MG van der & W Ruitenbeek (1986), Meer aandacht voor vogels bij maaien riet. Orchideeën of roerdompen? Argus (11)3:9-11.

Kerkhof, A.H.M.M. & C.M. Visser, 1992. De waterkwaliteit van het Amsterdam-Rijnkanaal, periode 1985-1991. RWS, Nieuwegein.

Kwaadsteniet, P.I.M. de, 1990. Natuurlijke oevers in beweging. Stichting LONL, Urecht.

Leerdam, A. van & J.G. Vermeer, 1992. Natuur uit het moeras! Universiteit Utrecht/Staatsbosbeheer Driebergen.

Leerdam, A. van, 1993. Verkenning landschapsecologische potenties Oostelijke Vechtplassen. Hst.IV in: A. van Leerdam & J.G. Vermeer (red.), Natuur uit het moeras!, deel 2: Regionale verkenningen. Universiteit Utrecht/IKC-NBLF Wageningen

Lexmond, Th. M., A.H. Dijkhuis, J.J.M.B. Heuer & M.F. Heuer, 1987. Zware metalen in toemaakdekken: sporen van bemesting met stadvuil. Milieu 1987-5: 165-170.

Lichtendahl, M.E. 1992. De ecologische verbinding Venen-Vechtplassen; een onmogelijke opgave? ROM-bulletin 5.

Meuleman A.F.M., B. Beltman & H. de Bruin, 1990. The use of vegetated ditches for water quality improvement; a tool for nature conservation in wetland areas. In: P.F. Cooper & B.C. Findlater. Constructed wetlands in water pollution control, Pp. 599-602. Pergamon Press, Oxford.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1990. Regeringsbeslissing Natuurbeleidsplan. SDU uitgeverij, 's Gravenhage.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij 1990. Beschermingsplan Dagvlinders.

Opdam, P. & R. Hengeveld, 1990, Effecten op planten- en dierpopulaties. In: De Versnippering van het Nederlandse Landschap. Publ. RMNO nr.45 pp. 97-148, Rijswijk.

Ouborg, N.J., 1993. On the relative contribution of genetic erosion on the chance of population extinction. Dissertatie, Universiteit Utrecht.

Projectgroep EVVV, 1993. De ecologische verbinding Venen-Vechtplassen, een visie op de uitwerking van het Groen Hart-stimuleringsproject. Rijkswaterstaat, Nieuwegein.

Provincie Utrecht, 1992. Ecologische verbindingen Venen - Vechtplassen.

Reijnen, M.J.S.M. 1989. Invloed van watersport op de natuur; een programmeringsstudie voor zoetwater- en moerasgebieden in Nederland. RMNO, Rijswijk.

Reitsma, J.M. 1992. Habitat- en corridorfunktie van oevers voor fauna. Bureau Waardenburg, Culemborg/Dienst Weg en Waterbouw, Delft.

Ridder, M. de, 1982. De noordse woelmuis in Nederland. Argus 82/2:14-16

Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1983. Dieren. Pudoc Wageningen.

Rijkswaterstaat Directie Noord-Holland et al., 1992. Waterakkoord voor het Noordzeekanaal en Amsterdam-Rijnkanaal.

Rijkswaterstaat Directie Noord-Holland et al., 1992. Nota van toelichting bij het peilbesluit Noordzeekanaal/Amsterdam-Rijnkanaal 1992. Nota ANW92.06

SOVON 1987, Atlas van de Nederlandse vogels. Arnhem

Teixeira, R.M. 1979. Atlas van de Nederlandse Broedvogels. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland.

Verboom, J., P. Opdam & A. Schotman, 1991. Kerngebieden en kleinschalig landschap, een benadering met een metapopulatiemodel. Landschap 8:3-14.

Vlinderstichting, 1991. Naar een duurzaam herstel van natuur en landschap in het veenweidegebied. In opdracht van NMF-Zuid-Holland.

Vriese F.T., S.Semmekrot & J.H. Kemper, 1992. De visstand in het ARK 1992. OVB, Nieuwegein.

Westhoff V., P.A. Bakker, C.G. van Leeuwen & E.E. van der Voo, 1971. Wilde Planten: flora en vegetatie in onze natuurgebieden, deel 2: Het Lage Land. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland,'s Graveland

Wirdum G. van 1991, Vegetation and hydrology of floating rich-fens. Dissertatie Univ. van Amsterdam, pp. 310.

BIJLAGEN

Bijlage I: Ecologische eisen doelsoorten

1A. Overzicht van dispersievermogen van doelsoorten + aanduiding van knelpunten

Aangegeven is:
- de wijze waarop de doelsoorten van het laagveenmoerasecosysteem zich verplaatsen;
- de mate van barrière-werking die uitgaat van de weg en het kanaal;
- eventuele specifieke habitat-eisen die de soort stelt;
- het type landschapselement dat voor verbinding nodig is (stapsteen of corridor);
- eventuele aanvullende maatregelen die vereist zijn.

Bij de interpretatie van de tabel moet in gedachten worden gehouden, dat voor de verspreiding ook de habitatkwaliteit in de twee kerngebieden (Venen-Vechtplassen) van belang is. Als de soort in de kerngebieden heel zeldzaam of uitgestorven is, dan zal uitwisseling (vrijwel) niet tot stand komen.

Bronnen: Vlinderstichting 1991, Broekhuizen et al. 1992, Min. van LNV 1990, RIN 1983, Bergmans & Zuiderwijk 1986, Bureau Milieuinventarisatie Prov. Utrecht 1992, Teixeira 1979, Sovon 1987, de Ridder 1982, van der Hut 1986, van der Hut ongepubl., Zuiderwijk (pers. med.), Reitsma 1992.

1B. Overzicht habitatfunctie van natuurdoeltypen van het laagveenmoeras

Veel van de doelsoorten zijn in Natuur uit het Moeras! (van Leerdam & Vermeer 1992) aangegeven als kwaliteitsindicator voor bepaalde natuurdoeltypen. In dit rapport wordt al aangegeven dat sommige diersoorten gebruik maken van verschillende natuurdoeltypen en dan niet altijd bij elk van die doeltypen vermeld staan. Mede daarom is de habitatindicatie van de doelsoorten uitgebreid door verspreide ecologische kennis (zie de hierboven genoemde bronnen).

x - de soort heeft dit natuurdoeltype als habitat, maar kan ook in één of meer andere doeltypen zijn levenscyclus vervullen;
- de soort kan zijn levenscyclus niet zonder dit natuurdoeltype vervullen (duidelijk voorkeursbiotoop)

* geeft aan dat voor deze doelsoort de ontwikkeling van stapstenen essentieel is:
- het dier kan de afstand Venen-Vechtplassen niet in 1 keer of in 1 generatie afleggen;
- de soort komt in het verbindingsgebied op dit moment niet voor;
- de soort wordt geacht versnipperingsgevoelig te zijn; de populaties van de soort in de kerngebieden hebben een beperkte omvang of kunnen die beperkte omvang in de nabije toekomst krijgen.

Door combinatie van de habitateisen en de 'stapsteenbehoefte' is aan het eind van de tabel op een globale manier afgeleid welke natuurdoeltypen tussen de Venen en de Vechtplassen tot ontwikkeling moeten worden gebracht. Hierbij behoude men in gedachten dat veel natuurdoeltypen niet 'op zichzelf', doch alleen 'via succesiereeksen' tot ontwikkeling kunnen worden gebracht.

Bijlage IA: Overzicht van dispersie van doelsoorten met een aanduiding van knelpunten

soort	dispersievermogen	barriere water	barriere dijk en weg	specifieke eisen habitat	essentiële maatregelen	aanvullende maatregelen
Groene glazenmaker	vliegend, redelijk, maximaal 300 meter	komt wel over ARK heen	zuigkracht auto's kan slachtoffers maken	Krabbescheervegetaties	biotoop als stapsteen verbonden door corridor	
Vroege glazenmaker	vliegend, redelijk	idem	idem	structuurrijk biotoop	idem	
Smaragdlibel	vliegend, redelijk	idem	idem	structuurrijk biotoop	idem	
Glassnijder	vliegend, redeijk	idem	idem	structuurrijk biotoop	idem	
Bruine korenbout	vliegend,redelijk	idem	idem	structuurrijk biotoop	idem	
Rietsprinkhaan	vliegend (matig)	alleen bij toeval over ARK	weg zal slachtoffers maken	overjarig riet	idem	
Moerassprinkhaan	vliegend	idem	idem	natte terreinen, lage vegetatie	idem	
Zompsprinkhaan	kruipend	idem	idem	natte terreinen, lage vegetatie	idem	

soort	dispersievermogen	barriere water	barriere dijk en weg	specifieke eisen habitat	essentiële maatregelen	aanvullende maatregelen
Aardbeivlinder	vliegend langs moerassige biotopen	idem	zuigkracht auto's kan slachtoffers maken	extensief gemaaid grasland, met wateraardbei, tormentil en ganzerik	idem	
Zilveren maan	vliegend langs moerassige biotopen	idem	idem	aanwezigheid moerasviooltje	idem, herintroductie	
Moerasparelmoervlinder	vliegend	idem	idem	aanwezigheid blauwe knoop, schrale blauwgraslanden	idem	
Carabus granulatus (loopkever)	lopend	alleen via land, of vlot over ARK	weg zal slachtoffers maken	dood hout, broekbossen	biotoop als stapsteen verbonden door corridor; landverbinding ARK	
Chrysolina graminis (bladhaantje)	kruipend	alleen via land of vlot over ARK	idem	beschutte biotopen met moerasandoorn	biotoop als stapsteen verbonden door corridor; landverbinding ARK	

soort	dispersievermogen	barriere water	barriere dijk en weg	specifieke eisen habitat	essentiële maatregelen	aanvullende maatregelen
Loricera pilicornis (loopkever)	vliegend, matig	alleen bij toeval over ARK	idem	dood hout, broekbossen	biotoop als stapsteen verbonden door corridor	
Odacantha melanura	vliegend	idem	idem	overstaand riet	biotoop als stapsteen verbonden door corridor	
Kwabaal	zwemmend	-	waterverbinding noodzakelijk	grote plassen	waterverbinding	
Snoek	zwemmend	-	idem	onderwaterbegroeiing, helder water, brede oeverzone	idem	
Zeelt	zwemmend	-	idem	onderwaterbegroeiing, ondiepe zone met watervegetatie	idem	
Heikikker	kruipend, tot 600 meter; zwemmend	alleen bij toeval over ARK	weg zal slachtoffers maken	structuurrijk biotoop,niet zuur	stapstenen met biotoop; uittreedplaatsen	corridor, golfbreking ARK

soort	dispersievermo-gen	barriere water	barriere dijk en weg	specifieke eisen habitat	essentiële maatregelen	aanvullende maatregelen
Meerkikker	kruipend, tot 400 meter; redelijk zwemmend	komt ARK wel over, uittreed-plaatsen noodzake-lijk	idem	open water en structuurrijke vegetatie; sch-oon water voor voortplanting; minimum opp 100m2;	idem	idem
Kleine wa-tersala-mander	kruipend, tot 400 meter; redelijk zwemmend	idem	idem	structuurrijke biotopen, rijkbe-groeide plasjes, onbeschaduwd water	idem	idem, kleine elementen voldoende
Ringslang	kruipend; redelijk zwemmend	idem	idem	structuurrijke biotopen	idem	corridor; golfbreking ARK;broed-plaatsen zoals over-blijvende riethopen ge-wenst
Blauwborst	vliegend	-	-	moeras met struiken, moe-rasbos		biotoopont-wikkeling
Bosrietzanger	vliegend	-	bij laag vliegen kan weg slac-htoffers maken	moerasbosjes		idem

soort	dispersievermogen	barriere water	barriere dijk en weg	specifieke eisen habitat	essentiële maatregelen	aanvullende maatregelen
Matkop	vliegend	-	-	broekbossen, vochtige bossen		idem
Lepelaar	vliegend	-	-	moerasbossen, rietlanden, rust		idem
Kwak	vliegend	-	-	kleine ondiepe wateren, structuurrijke moerasgebied, rust	biotoop als stapsteen	idem
Roerdomp	vliegend	-	bij laag vliegen kan weg slachtoffers maken	kleine ondiepe wateren, grote overjarige rietvelden, rust	idem	idem
Woudaap	vliegend	-	-	combinatie (riet)moerassen, petgaten en moerasbosjes	idem	idem
Kleinst waterhoen	vliegend	-	-	structuurrijk moeras- en rietlandvegetaties		idem
Klein waterhoen	vliegend	-	-	structuurrijk moeras- en rietlandvegetaties		idem
Porseleinhoen	vliegend	-	-	zeggen- en biezenmoerassen		idem

soort	dispersievermogen	barriere water	barriere dijk en weg	specifieke eisen habitat	essentiële maatregelen	aanvullende maatregelen
Bruine kiekendief	vliegend	-	-	(riet)moerassen, rust		idem
Snor	vliegend	-	-	structuurrijk, hoge moerasvegetatie		idem
Purperreiger	vliegend	-	-	struweel in rietmoerassen, rust		idem
Grote karekiet	vliegend	-	-	grote velden met overjarig riet		idem
Krooneend	vliegend	-	-	helder water met kranswieren		idem
Zwarte stern	vliegend	-	-	petgaten in jong stadium van verlanding, krabbescheervegetatie, combinatie lage moerasvegetatie, hooiland en open water, rust		idem
Vleermuizen	vliegend	-	-	opgaande begroeiing ivm orientatie; structuur in landschap; insektenrijk	corridor met opgaande begroeiing	idem

soort	dispersievermogen	barriere water	barriere dijk en weg	specifieke eisen habitat	essentiële maatregelen	aanvullende maatregelen
Dwergmuis	lopend	alleen via land of vlot over ARK	weg zal slachtoffers maken	ruige structuurrijke vegetatie	biotoop als stapsteen verbonden door corridor; landverbinding ARK	
Waterspitsmuis	lopend, zwemmend tot 15 m	alleen via land of vlot over ARK	idem	ruige oeverbegroeiing	idem	
Noordse woelmuis	lopend; zwemmend tot 1 km	minimaal uittreedplaatsen	idem	natte tot vochtige terreindelen, dichte gras- of struikvegetatie;	biotoop als stapsteen; uittreedplaatsen	golfbreking ARK;
Bunzing	lopend, zwemmend	idem	idem	structuurrijke oevervegetatie, dekking	idem	idem
Hermelijn	lopend, zwemmend	idem	idem	structuurrijke vegetatie	idem	idem
Wezel	lopend, zwemmend	idem	idem	structuurrijke vegetatie	idem	idem
Otter	lopend, zwemmend	idem	idem	goede waterkwaliteit, verbindingszones, rust, brede oeverstroken (>5m), open plekken die niet bevriezen	stapstenen verbonden door corridor, uittreedplaatsen, tussen stapstenen niet meer dan 500 m	herintroductie

Bijlage IB: Overzicht habitatfunctie van natuurdoeltypen van het laagveenmoeras

soort / is stapsteen essentieel?	meso-trafente water-gemeen-schappen	eutrafente water-gemeen-schappen	brakwater-gemeen-schappen	meso-trafente verlan-dings-gemeen-schappen	eutra-fente verlan-dings-gemeen-schappen	brak-water verlan-dings-gemeen-schappen	trilvenen	riet-landen, grote zegge-landen & dot-terbloe-mhooi-landen	blauw-gras-landen	bloemrij-ke, zeg-gen en rietruig-ten (en dotter-bloem-hooilan-den)	veen-mostril-venen	veen-mosriet-land	veen-heide	krui-denrijk stru-weel	veen-mosrijk stru-weel	elzenb-roekbos	berken-broek-bos
minimaal areaal in ha	5	5	5	5	5	5	1	5	1	5	1	1	1	5	5	5	5
Groene glazenmaker *	x	x		##													
Vroege glazenmaker *				x	x	x											
Smaragdlibel *				x	x												
Glassnijder *				x	x												
Bruine korenbout *				x	x												
Rietsprinkhaan *					x			x		x							
Moerassprinkhaan *							x		x		x	x	x				
Zompsprinkhaan *							x		x		x	x	x				
Aardbeivlinder *									x		x						
Zilveren maan *									x		x						
Moerasparelmoervlinder *									##								
Carabus granulatus (loopkever) *																x	x
Chrysolina graminis (bladhaantje) *								x		x				x			
Loricera pilicornis (loopkever) *																x	x
Odacantha melanura *					x			x		x							

soort is stapsteen essentieel?	meso-trafente water-gemeen-schappen	eutrafente water-gemeen-schappen	brakwater-gemeen-schappen	meso-trafente verlan-dings-gemeen-schappen	eutra-fente verlan-dings-gemeen-schappen	brak-water verlan-dings-gemeen-schappen	trilvenen	riet-landen, grote zegge-landen & dot-terbloe-mhooi-landen	blauw-gras-landen	bloemrijke, zeggen en rietruigten (en dotter-bloem-hooilanden)	veen-mostril-venen	veen-mosriet-land	veen-heide	krui-denrijk stru-weel	veen-mosrijk stru-weel	elzenb-roekbos	berken-broek-bos
Kwabaal	x	x															
Snoek	x	x															
Zeelt	x	x															
Heikikker *							x	x			x	x					
Meerkikker *	x	x		x	x												
Kleine watersala-mander	x	x															
Ringslang *				x				x		##							
Blauwborst										x				x	x	x	
Bosrietzanger														x	x	x	
Matkop																x	x
Lepelaar	x	x	x					x		x				x	x	x	x
Kwak	x	x	x							x				x	x	x	x
Roerdomp				x	x	x		x		##							
Woudaap	x	x	x	x	x	x		x		x				x	x	x	x
Kleinst waterhoen				x	x	x	x	x		x							
Klein waterhoen				x	x	x	x	x	x								
Porseleinhoen				x	x	x	x	x		x							
Bruine kiekendief							x	x		##				x	x		
Snor						x	x	x		x							
Purperreiger								x		x				x	x		
Grote karekiet					x	x		x									
Krooneend	x	x															

soort is stapsteen essentieel?	meso-trafente water-gemeenschappen	eutrafente water-gemeenschappen	brakwater-gemeenschappen	meso-trafente verlandings-gemeenschappen	eutrafente verlandings-gemeenschappen	brakwater verlandings-gemeenschappen	trilvenen	rietlanden, grote zeggelanden & dotterbloemhooilanden	blauwgraslanden	bloemrijke, zeggen en rietruigten (en dotterbloemhooilanden)	veenmostrilvenen	veenmosrietland	veenheide	kruidenrijk struweel	veenmosrijk struweel	elzenbroekbos	berkenbroekbos
Zwarte stern				x	##												
Vleermuizen																	
Dwergmuis *								x		x		x					
Waterspitsmuis *							x	x						x		x	x
Noordse woelmuis *							x	x			x						
Bunzing										x				x	x	x	x
Hermelijn										x				x	x	x	x
Wezel										x				x	x	x	x
Otter *	x	x	x														
Minimaal te ontwikkelen doeltypen		X		X	X			X	X	X				X		X	

Bijlage II: Maatregelen die kunnen bijdragen aan het tot stand brengen van een ecologische verbinding

maatregel	omschrijving	gericht op welke barriere	gericht op welke soortengroepen	opmerkingen gemaakt tijdens brainstormsessie	werkingsmechanisme
ecoduct	een boog over het ARK, incl. autowegen. Evt. te combineren met fietspad. Op ecoduct: vochtig microklimaat, met begroeiing	ARK + wegen	alle, maar m.n. van belang voor soorten die slecht kunnen zwemmen en vliegen	Kan van belang zijn i.v.m. brede en onrustige water van kanaal. Hoge kosten.	Soorten worden naar ecoduct geleid en kunnen lopend de overkant bereiken.
ecotunnel	tunnel die onder het ARK + beide wegen doorgaat	ARK + wegen	als hierboven	Wordt wel heel lang donker gat. Zeer hoge kosten.	als hierboven
aanleg kleine eilandjes in ARK	kleine eilandjes halverwege het kanaal, die als stapsteen fungeren.	ARK	dieren die slechts matig zwemmen of vliegen	Werking twijfelachtig. Kanaal moet hiertoe wrsch. verbreed worden. Hoge kosten	slecht zwemmende/vliegende organismen kunnen uitrusten (evt. fourageren).
oevers van steenstort	verwijderen bovenste deel damwand, en aanleggen oever van steenstort over grote lengte	Oevers ARK	zwemmende dieren	afstand moet minimaal wortel 2 maal de breedte zijn om effect te hebben op de golfslag. Dijk zal hiertoe verlegd moeten worden	Dieren kunnen makkelijker op oever klimmen, de golfslag neemt af
versterking begroeiing op dijk	bossages aanbrengen op dijk	ARK	vliegende en zwemmende dieren	Altijd in combinatie met andere maatregelen, moet over de breedte van de uittreedplaats aangelegd worden, heeft gevolgen voor sterkte van de dijk	in het ARK zwemmende organismen kunnen beter zien waar uittreedplaatsen zijn; dekking + biotoopontwikkeling ter plaatse
afscheidingsscherm	een 3 meter hoge wand langs de provinciale weg	Provinciale weg	vliegende en lopende dieren	kan ook dienst doen als geluidscherm. Voor lopende organismen moeten wel onderdoorgangen aangebracht worden.	vliegende organismen worden minder snel aangereden, lopende organismen worden door onderdoorgang gedwongen
droge ecogoot	een goot onder de weg, afgedekt met een rooster; niet watervoerend	wegen	lopende dieren	met name voor B-weg, ivm lagere verkeersintensiteit. Als dijk verlegd wordt mogelijk gemakkelijk te realiseren.	organismen kunnen weg via onderdoorgang passeren
natte ecogoot	een goot onder de weg, afgedekt met een rooster; watervoerend	wegen	zwemmende dieren (lopende dieren)	kan moeilijk in direkte verbinding met ARK staan: niet gemakkelijk te realiseren	zie hierboven
droge duiker	een duiker onder de weg, niet watervoerend	wegen	lopende dieren	Ook meer geschikt voor vrij drukke provinciale weg	zie hierboven
natte duiker	een duiker onder de weg, watervoerend	wegen	zwemmende dieren (lopende dieren)	zie hierboven en bij 'natte ecogoot'	zie hierboven
weg verder van kanaal leggen	Weg verder van kanaal, zodat tussen provinciale weg en ARK een moerasbos aangelegd kan worden	ARK (+ prov.weg.)	alle dieren	te combineren met duikers en versterking begroeiing	rust- en fourageergebied tussen 2 barrieres, visueel signaal
verkeersviaduct	weg verder van kanaal af en op palen leggen, zodat dieren er onderdoor kunnen	Provinciale weg	alle dieren (m.u.v. degenen die hoog vliegen)	hoe groot moet onderdoorgang zijn?; rekening houden met vocht en licht onder viaduct	organismen kunnen in breed front onder weg door.
verkeerstunnel	weg naast dijk leggen in een tunnel	Provinciale weg	alle dieren	tunnel moet naast profiel van dijk komen, ivm stevigheid dijk kwelscherm plaatsen tussen dijk en tunnel	weg verdwijnt onder maaiveld, waarmee ook barriere verdwijnt

maatregel	omschrijving	gericht op welke barriere	gericht op welke soortengroepen	opmerkingen gemaakt tijdens brainstormsessie	werkingsmechanisme
aanpassing sluizencomplex Nigtevegt	op eilandje van sluizen een moerasecosysteem aanleggen met natuurvriendelijke oevers aan de kant van de Vecht en ARK. Verwijderen huidige bebouwing RWS	ARK	zwemmende en vliegende dieren	lijkt redelijk gesitueerd, maar de jachthaven geeft problemen; heeft positief effect op het ecosysteem van het ARK zelf.	rustplaats, fourageerplaats, sluit aan op water van de Vecht
vispassages	door de dijk buizen aanleggen, of vistrappen over dijk	Oevers ARK	vissen + andere waterdiertjes	ringdijk zal aangelegd moeten worden ivm wateroverlast in polder. Vissoorten ín het kanaal niet versnipperingsgevoelig.	vissen (± andere waterdiertjes) kunnen vanaf boezem het polderwater intrekken.
uitstapplaatsen	z.g. wilduittreedplaatsen bij stalen damwand.	ARK	zwemmers, m.n. zoogdieren	alleen in combinatie met andere opties.	dieren kunnen vanuit het water tegen de kant op komen
natuurvriendelijke oever	vervangen damwand door vooroeververdediging en daarachter een ondiepe zone met waterplanten	ARK (wegen)	alle dieren, doch m.n. zwemmers	differentieren naar omvang; in combinatie met vooroeververdediging, die breed moet zijn (bv schanskorf van meer dan 1 meter breed)	rust- en fourageergebieden tussen 2 barrieres, visueel signaal. Vergemakkelijkt het uittreden.
uiterwaarden (lengte > 3 km)	landinwaarts verleggen van dijk over grote lengte; in gebied tussen dijk en ARK een moeras dat aan ARK-zijde wordt afgeschermd door lage oeververdediging (vlak onder waterlijn)	ARK (wegen)	alle dieren, doch m.n. zwemmers	in feite en wat grootschaliger uitvoering van de maatregel hierboven.	als hierboven, evt. ook leefgebied voor sommige soorten
uiterwaarden (lengte < 3 km)	idem maar over geringe lengte	ARK	alle dieren, doch m.n. zwemmers	als hierboven	als hierboven
wiel (1 ha)	als boven, maar zonder open water verbinding naar ARK en zonder aanpassing oever.	ARK	m.n. vliegende dieren	technisch makkelijker (goedkoper) dan de maatregelen die ook de oever veranderen	biotoopontwikkeling langs kanaal, visueel signaal
wiel (4 ha)	idem	ARK	idem	idem	idem
verleggen station voor chemische stoffen	terrein met opslagtanks uit het gebied verwijderen, evt. in combinatie met natuurbouw ter plekke.	Cultuurgebied (ARK+-weg)	alle dieren	Is er bodemvervuiling? Effect van stank op organismen onbekend. Schept wel ruimte ten N. van Nigtevegt	fysieke barriere en hinder door stank, geluid & licht worden weggenomen, mogelijkheden voor biotoopontwikkeling
ontwikkeling Vecht ten N. van Nigtevecht	Ontwikkeling van levensgemeenschappen van water en moeras langs de Vecht, o.a. door verbetering waterkwaliteit	Vecht, cultuurgebied	alle dieren	Wanneer zal Vecht een goede milieukwaliteit verkrijgen?	Biotoopontwikkeling, Vecht niet langer barriere voor zwemmende en vliegende soorten.
ontwikkeling Vecht ten Z. van Nigtevecht	zie boven	zie boven	alle dieren	zie boven	zie boven
Ontwikkeling Vecht ter hoogte van Nigtevecht	zie boven	Vecht, cultuurgebied, kom van Nigtevecht	alle dieren	zie boven	zie boven

maatregel	omschrijving	gericht op welke barriere	gericht op welke soortengroepen	opmerkingen gemaakt tijdens brainstormsessie	werkingsmechanisme
ontwikkeling laagveenmoeras met structuurrijke moeras- en rietlandvegetaties (> 10 ha)	ontwikkeling van laagveenmoeraseco-systeem, met verschillende terrestrische ecotopen; rietlanden, hooilanden, ruigten, struweel etc.	Cultuurgebied (ARK, weg)	alle niet-waterdieren	Is onder alle omstandigheden zinvol, zelfs als eigenstandige natuurontwikkeling (immers doelstelling 2)	Leefgebied, foerageergebied en rustgebied voor groot aantal soorten, visueel baken, structuur die dieren via een bepaalde route leidt.
ontwikkelen petgaten systeem met o.a. krabbescheer	graven petgaten, ontwikkeling van water- en verlandingsgemeenschappen	zie boven	alle dieren	zie boven	zie boven.
onwikkeling lijnvormige watteren met structuurrijke oevers	ontwikkeling van hoofdwatergangen met brede kraag van riet en andere helofyten	cultuurgebied	alle dieren, doch m.n. lopende en zwemmende	versterkt ecologische structuur polderlandschap, bij hoogopgaande begroeiing mogelijk negatieve invloed op weidevogels	functioneert als corridor; leidt dieren van A naar B, biedt dekking en (beperkte) rust en voedsel.
ontwikkeling kleine moerasjes (< 1 ha)	ontwikkeling van kleine, extensief beheerde rietruigtes, plasjes, struwelen	cultuurgebied	alle dieren	beheerbaarheid mogelijk een knelpunt	soort tussenvorm van kleinschalige biotoopontwikkeling en ontwikkeling van corridor (kralensnoer van kleine moerasjes);
aanleggen zandafgravingen	aanleg van aantal zandputten in traject Spiegelplas-Gein	cultuurgebied	m.n. dieren van oevers, géén verlandingsvegetaties!	extra inkomsten uit zand. Waterhuishoudkundige problemen in omgeving verwacht; wordt geen laagveenmoeras bij diepte > 3,5 meter	ontwikkeling open water biotoop (mogelijk goede waterkwaliteit) en oeverbiotoop (matig ontwikkeld door steile verhang)
aanleg hooilandjes (1 ha)	ontwikkeling kleine, intensief beheerde, hooilandjes, die climax vormen van successie (blauwgrasland, dotterbloemhooiland)	cultuurgebied	m.n. kleinere dieren (insekten, micro-mammalia)	duur in beheer, houdbaarheid mogelijk een probleem (randinvloeden), bloemrijke sieraden in het landschap	ontwikkeling leef-, voedsel- en rustbiotoop voor dieren + evt. ontwikkeling corridor (kralensnoer)
aanleg brede houtkade	aanleg brede houtkade, aan 2 kanten door water begrensd, met bomen en struiken en zomen van riet en andere helofyten	cultuurgebied	alle dieren	vergt nodige grondverwerving. Past goed in landschap.	ontwikkeling corridor voor zowel grote als kleine dieren, in zekere mate ook rust- en foerageergebied.

Bijlage III: Invloed van de (combinatie van) maatregelen op de doelorganismen.

Legenda:

0	geen of nauwelijks effect
#	alleen als biotoop, niet barrière opheffend
+	positief effect op barrière opheffing
++	positief tot zeer positief effect op barrière opheffing
+++	zeer positief effect op barrière opheffing
<u>+++</u>	noodzakelijk, essentieel voor barrière opheffing
x	voornamelijk van belang ter voorkoming van dodelijke slachtoffers

Bijlage III.1: Invloed van de (combinatie van) maatregelen op de doelorganismen (ter opheffing van de barriere van de damwand en het water van het ARK).

soort	Uitroedplaatsen + versterking begroeiing op dijk	oevers van steenstort + versterking begroeiing op dijk	natuurvriendelijke oevers	uiterwaarden 30 ha	ecoduct
Groene glazenmaker	0	0	+	+	+
Vroege glazenmaker	0	0	+	+	+
Smaragdlibel	0	0	+	+	+
Glassnijder	0	0	+	+	+
Bruine korenbout	0	0	+	+	+
Rietsprinkhaan	0	0	+	+	+++
Moerassprinkhaan	0	0	+	+	+++
Zompsprinkhaan	0	0	+	+	+++
Aardbeivlinder	0	0	+	+	+++
Zilveren maan	0	0	+	+	+++
Moerasparelmoervlinder	0	0	+	+	+++
Carabus granulatus (loopkever)	0	0	0	0	+++
Chrysolina graminis (bladhaantje)	0	0	0	0	+++
Loricera pilicornis (loopkever)	0	0	+	+	+++
Odacantha melanura	0	0	+	+	+++
Kwabaal	0	0	#	#	0
Snoek	0	0	#	#	0
Zeelt	0	0	#	#	0
Heikikker	x	x	x	x	+++
Meerkikker	+	++	+++	+++	+++
Kleine watersalamander	+	++	+++	+++	+++
Ringslang	+	++	+++	+++	+++
Blauwborst	0	0	+	+	0
Boerietzanger	0	0	+	+	0
Matkop	0	0	+	+	0
Lepelaar	0	0	+	+	0
Kwak	0	0	+	+	0
Roerdomp	0	0	+	+	0
Woudaap	0	0	+	+	0
Kleinst waterhoen	0	0	+	+	0
Klein waterhoen	0	0	+	+	0
Porseleinhoen	0	0	+	+	0
Bruine kiekendief	0	0	+	+	0
Snor	0	0	+	+	0
Purperreiger	0	0	+	+	0
Grote karekiet	0	0	+	+	0
Krooneend	0	0	0	0	0
Zwarte stern	0	0	0	0	0
Vleermuizen	+	+	+	+	+
Dwergmuis	#	#	x	x	+++
Waterspitsmuis	#	#	x	x	+++
Noordse woelmuis	+	++	++	++	+++
Bunzing	+	++	++	++	+++
Hermelijn	+	++	++	++	+++
Wezel	+	++	++	++	+++
Otter	+	++	+++	+++	++

Bijlage III.2: Invloed van de (combinatie van) maatregelen op de doelorganismen (ter opheffing van de barriere van de provinciale weg).

soort	weg verder van kanaal leggen + afscheidingscherm + duiker/goot	weg verder van kanaal leggen en op een viaduct + afscheidingscherm	weg verder van kanaal leggen en deels in een tunnel	ecoduct
Groene glazenmaker	+	++	++	++
Vroege glazenmaker	+	++	++	++
Smaragdlibel	+	++	++	++
Glassnijder	+	++	++	++
Bruine korenbout	+	++	++	++
Rietsprinkhaan	+	++	++	++
Moerassprinkhaan	+	++	++	++
Zompsprinkhaan	+	++	++	++
Aardbeivlinder	+	++	++	++
Zilveren maan	+	++	++	++
Moerasparelmoervlinder	+	++	++	++
Carabus granulatus (loopkever)	+	++	++	++
Chrysolina graminis (bladhaantje)	+	++	++	++
Loricera pilicornis (loopkever)	+	++	++	++
Odacantha melanura	+	++	++	++
Kwabaal	0	0	0	0
Snoek	0	0	0	0
Zeelt	0	0	0	0
Heikikker	+	+++	+++	+++
Meerkikker	+	+++	+++	+++
Kleine watersalamander	+	+++	+++	+++
Ringslang	+	+++	+++	+++
Blauwborst	+	+	++	++
Bosrietzanger	+	+	++	++
Matkop	+	+	++	++
Lepelaar	+	+	++	+
Kwak	+	++	+++	+
Roerdomp	+	++	+++	+
Woudaap	+	++	+++	+
Kleinst waterhoen	+	++	+++	+
Klein waterhoen	+	++	+++	+
Porseleinhoen	+	++	+++	+
Bruine kiekendief	+	+	++	+
Snor	+	+	++	+
Purperreiger	+	+	++	+
Grote karekiet	+	+	++	+
Krooneend	+	+	++	+
Zwarte stern	+	+	++	+
Vleermuizen	+	+	++	++
Dwergmuis	+	+++	+++	+++
Waterspitsmuis	+	+++	+++	+++
Noordse woelmuis	+	+++	+++	+++
Bunzing	+	+++	+++	+++
Hermelijn	+	+++	+++	+++
Wezel	+	+++	+++	+++
Otter	+	+++	+++	+++

Bijlage III.3: Invloed van de (combinatie van) maatregelen op de doelorganismen (habitatontwikkeling ten oosten en ten westen van het ARK).

soort	restauratie Vecht: uiterwaarden tot aan ARK.	restauratie Vecht: uiterwaarden tot aan ARK + begeleiding met hooilandjes, moerasbosjes etc.	aanpassing sluizencomplex + restauratie Vecht	aanpassing sluizencomplex + restauratie Vecht + begeleiding met hooilandjes, moerasbosjes etc.	aanleg stapstenen (5*5 ha) + corridor (3 km bij 30m)	aanleg moeras (1*30 ha) + stapstenen (3*5 ha) + corridor (2 km bij 30 m)	aanleg moeras (2*30 ha) + stapstenen (2*5 ha) + corridor (1 km bij 30 m)
Groene glazenmaker	+	+++	+	+	++	+++	+++
Vroege glazenmaker	++	+++	+	++	++	+++	+++
Smaragdlibel	++	+++	+	++	++	+++	+++
Glassnijder	++	+++	+	++	++	+++	+++
Bruine korenbout	++	+++	+	++	++	+++	+++
Rietsprinkhaan	++	+++	+	++	++	+++	+++
Moerassprinkhaan	++	+++	+	++	++	+++	+++
Zompsprinkhaan	++	+++	+	++	++	+++	+++
Aardbeivlinder	+	+++	+	+	++	+++	+++
Zilveren maan	++	+++	+	++	++	+++	+++
Moerasparelmoervlinder	+	+++	+	+	++	+++	+++
Carabus granulatus (loopkever)	++	+++	+	++	++	+++	+++
Chrysolina graminis (bladhaantje)	++	+++	+	++	++	+++	+++
Loricera pilicornis (loopkever)	++	+++	+	++	++	+++	+++
Odacantha melanura	++	+++	+	++	++	+++	+++
Kwabaal	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++
Snoek	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++
Zeelt	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++
Heikikker	+++	+++	++	++	++	+++	+++
Meerkikker	+++	+++	++	++	++	+++	+++
Kleine watersalamander	+++	+++	++	++	++	+++	+++
Ringslang	+++	+++	++	++	++	+++	+++

soort	restauratie Vecht: uiterwaarden tot aan ARK.	restauratie Vecht: uiterwaarden tot aan ARK + begeleiding met hooilandjes, moerasbosjes etc.	aanpassing sluizencomplex + restauratie Vecht	aanpassing sluizencomplex + restauratie Vecht + begeleiding met hooilandjes, moerasbosjes etc.	aanleg stapstenen (5*5 ha) + corridor (3 km bij 30m)	aanleg moeras (1*30 ha) + stapstenen (3*5 ha) + corridor (2 km bij 30 m)	aanleg moeras (2*30 ha) + stapstenen (2*5 ha) + corridor (1 km bij 30 m)
Blauwborst	++	+++	+	+	+	+++	+++
Bosrietzanger	+	+++	+	+	+	+++	+++
Matkop	+	+++	+	+	+	+++	+++
Lepelaar	+	+++	+	+	+	+++	+++
Kwak	++	+++	+	+	+	+++	+++
Roerdomp	++	+++	+	+	+	+++	+++
Woudaap	++	+++	+	+	+	+++	+++
Kleinst waterhoen	++	+++	+	+	+	+++	+++
Klein waterhoen	++	+++	+	+	+	+++	+++
Porseleinhoen	++	+++	+	+	+	+++	+++
Bruine kiekendief	++	+++	+	+	+	+++	+++
Snor	++	+++	+	+	+	+++	+++
Purperreiger	++	+++	+	+	+	+++	+++
Grote karekiet	++	+++	+	+	+	+++	+++
Krooneend	+	+++	+	+	+	+++	+++
Zwarte stern	++	+++	+	+	+	+++	+++
Vleermuizen	++	+++	+	+	+	+++	+++
Dwergmuis	+++	+++	+	+	+	+++	+++
Waterspitsmuis	+++	+++	+	+	+	+++	+++
Noordse woelmuis	+++	+++	+	+	+	+++	+++
Bunzing	+++	+++	+	+	+	+++	+++
Hermelijn	+++	+++	+	+	+	+++	+++
Wezel	+++	+++	+	+	+	+++	+++
Otter	+++	+++	+	+	+	+++	+++

Bijlage IV: Toetsing van inrichtingsopties aan randvoorwaarden

Gevolgen voor de landbouw zijn synoniem met hectareclaim en daarom niet apart opgenomen. Als gevolgen voor omwonenden en recreanten zijn beschouwd een eventuele reductie van geluidhinder en een toename van de belevingswaarde van het landschap. Zie tekst voor verdere uitleg.

nvt	niet van toepassing
0	geen effect
-	negatief effect
--	negatief tot zeer negatief effect
---	zeer negatief effect
+	positief effect
++	positief tot zeer positief effect
+++	zeer positief effect

beheer en onderhoud

0	geen toename beheerskosten
*	verhoogde beheerskosten
**	sterk verhoogde beheerskosten

	maatregelen	benodigde oppervlakte in hectare	bereikbaarheid ARK bij calamiteiten	reductie golfslag en turbulentie	passeerbaarheid ARK voor dieren	gevolgen voor ecosysteem ARK	passeerbaarheid overig gebied v. dieren	gevolgen voor ecosystemen overig gebied	gevolgen omwonenden & recreanten	beheer en onderhoud	kosten (x 1000)	totaal kosten (x 1000)
optie 1	Uittreedplaatsen + versterking begroeiing op dijk	0	0	0	+	0		+	+	*	200	4.110
	weg met afscheidingsscherm + duiker/goot	1	0				++	0	+	0	1830	
	aanleg stapstenen (3*5 ha) + corridor (2 km bij 30 m)	21	0				+	++	+	*	2080	
	aanleg stapstenen (2*5 ha) + corridor (2 km bij 30 m)	16	0				++	++	+	*		
optie 2	oevers van steenstort + versterking begroeiing op dijk	2.5	0	++	++	0		+	+	*	15140	57.270
	natuurvriendelijke oevers + versterking begroeiing op dijk	3	-	++	+++	+		++	+	**		
	weg verder van kanaal leggen + op een viaduct + afscheidingsscherm	2.5	-				+++	0	+	0	14060	
	aanleg moeras (2*35 ha) + stapstenen (2*5 ha) + corridor (1 km bij 35 m)	73	0				+++	+++	+	*	8070	
	aanleg moeras (1*35 ha) + corridor (1 km bij 35 m)	48	0				+++	+++	+	*		
	ecoduct	1	+		++++			+	0	**	20000	
optie 3	brede natuurvriendelijke oevers + versterking begroeiing op dijk	30	-	++	+++	+		++	+	**	10980	29.175
	weg verder van kanaal leggen en op een viaduct + afscheidingsscherm	2	-				+++	0	+	0	10530	
	Restauratie Vecht: uiterwaarden tot aan ARK + begeleiding met hooilandjes, moerasbosjes etc.	25	0				+++	+++	-	*	7665	
	aanleg moeras (1*20 ha) + stapstenen (1*4 ha) + corridor (2 km bij 15 m)	27	0				+++	+++	+	*		

	maatregelen	benodigde oppervlakte in hectare	bereikbaarheid ARK bij calamiteiten	reductie golfslag en turbulentie	passeerbaarheid ARK voor dieren	gevolgen voor ecosysteem ARK	passeerbaarheid overig gebied v. dieren	gevolgen voor ecosystemen overig gebied	gevolgen omwonenden & recreanten	beheer en onderhoud	kosten (x 1000)	totaal kosten (x 1000)
optie 4	natuurvriendelijke oevers + versterking begroeiing op dijk + aanleg wiel	2	-	++	+++	+		++	+	**	8980	28.555
	weg verder van kanaal leggen + afscheidingsscherm + aanleg tunnel	2.5	-				++	0	+	0	16150	
	aanleg stapstenen (3*5 ha) + corridor (3 km bij 30 m)	21	0				++	++	+	*	3425	
	aanleg stapstenen (2*5 ha) + corridor (2 km bij 30 m)	16	0				++	++	+	*		
optie 5	natuurvriendelijke oevers + versterking begroeiing op dijk	2	-	++	++	+		++	+	**	6350	13.465
	weg verder van kanaal leggen + afscheidingsscherm + duiker/goot	2.5	-				++	0	+	0	3630	
	aanpassing sluizencomplex + restauratie Vecht + begeleiding met hooilandjes, moerasbosjes etc.	25	-	+	+	+	++	++	-	*	3485	
	aanleg stapstenen (2*5 ha) + corridor (2 km bij 30 m)	16	0				++	++	+	*		
optie 6	natuurvriendelijke oevers + versterking begroeiing op dijk	2	-	++	+++	+		++	+	**	8700	23.973
	weg verder van kanaal leggen + afscheidingsscherm + duikers	2.5	-				++	0	+	0	6680	
	aanleg moeras (2*35 ha) + stapstenen (3*5 ha) + corridor (1 km bij 35 m)	88	0				+++	+++	+	*	8593	
	aanleg moeras (1*35 ha) + stapstenen (2*5 ha) + corridor (2 km bij 30 m)	46	0				+++	+++	+	*		

Bijlage VA: Globale kostenraming per maatregel

uittreedplaats	per stuk	15.000,-
aanleggen begroeiing	per m2	20,-
dijk verplaatsen[3]	per meter	700,-
damwand afzagen en opnieuw verankeren	per meter	1.500,-
aanleg smalle natuurvriendelijke oever (25m)	per meter	2.000,-
aanleg brede natuurvriendelijke oever (150 m)	per meter	3.000,-
aanleg oever van stortsteen	per meter	400,-
aanleg wiel (ca. 5 ha)	per stuk	280.000,-
verwijderen provinciale weg	per meter	600,-
aanleg nieuwe provinciale weg	per meter	3.000,-
verwijderen B-weg	per meter	200,-
aanleggen B-weg	per meter	1.200,-
aanleggen kleine duiker	per stuk	10.000,-
aanleg grote duiker	per stuk	150.000,-
aanleggen grote goot	per stuk	200.000,-
aanleggen scherm	per meter	1.800,-
aanleggen ecoduct	per stuk	20.000.000,-
aanleggen tunnel	per meter	60.000,-
aanleggen viaduct	per meter	25.000,-
sloop van een huis	per stuk	5.000,-
sloop van een boerderij	per stuk	20.000,-
aankoop van een huis	per stuk	500.000,-
aankoop van een boerderij	per stuk	1.000.000,-
sloop eiland RWS	per stuk	60.000,-
verplaatsen jachthaven	per stuk	1.000.000,-
aankoop grond	per hectare	45.000,-
inrichting moeras/stapsteen/corridor	per hectare	10.000,-

Het verleggen van kabels en leidingen in en langs het dijklichaam is niet begroot.
De beheerskosten voor de technische voorzieningen liggen in de orde van gemiddeld enkele procenten van de investering. De beheerskosten van de natuurterreinen zijn begroot in bijlage VII.

[3] in veengebied liggen de kosten ca. 20 % hoger dan in kleigebied

Bijlage VB: Globale kostenraming per inrichtingsoptie

MAATREGEL	EENHEID	PRIJS PER EENHEID	HOEVEELHEID PER INRICHTINGSOPTIE						KOSTEN (x 1000,-) PER INRICHTINGSOPTIE					
			1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
uittreedplaats	per stuk	15.000,-	10						150					
aanleggen begroeiing	per m2	20,-	2500	15000	15000	15000	2500	15000	50	300	300	300	50	300
dijk verplaatsen	per meter	700,-		3400	2400	2000	1500	2000		2380	1680	1400	1050	1400
damwand afzagen en opnieuw verankeren	per meter	1.500,-		3400	2000	2000	1500	2000		5100	3000	3000	2250	3000
aanleggen smalle natuurvriendelijke oever	per meter	2.000,-		3400		2000	1500	2000		6800		4000	3000	4000
aanleggen brede natuurvriendelijke oever	per meter	3.000,-			2000						6000			
aanleggen oever van stortsteen	per meter	400,-		1400						560				
aanleg wiel (ca. 5 ha)	per stuk	280.000,-				1						280		
verwijderen provinciale weg	per meter	600,-		1700	1200	1000	500	1000		1020	720	600	300	300
aanleggen nieuwe provinciale weg	per meter	3.000,-		1700	1200	1000	500	1000		5100	3600	3000	1500	3000
verwijderen B-weg	per meter	200,-		1700	1200	1000	500	1000		340	240	200	100	200
aanleggen B-weg	per meter	1.200,-		1700	1200	1000	500	1000		2040	1440	1200	600	1200
aanleggen kleine duiker	per stuk	10.000,-	3		3		3	3	30		30		30	30
aanleg grote duiker	per stuk	150.000,-				1		1				150		150
aanleggen grote goot	per stuk	200.000,-			1	1	1				200	200	200	
aanleggen scherm	per meter	1.800,-	1000	1700	1200	1000	500	1000	1800	3060	1800	1800	900	1800
aanleggen ecoduct	per stuk	20.000.000,-		1						20000				
aanleggen tunnel	per meter	60.000,-				150						9000		
aanleggen viaduct	per meter	25.000,-		100	100			100		2500	2500			
sloop van een huis	per stuk	5.000,-												
sloop van een boerderij	per stuk	20.000,-		1	2			1		20	40			20
aankoop van een huis	per stuk	500.000,-												
aankoop van een boerderij	per stuk	1.000.000,-		1	2	1		1		1000	2000	1000		1000
sloop eiland RWS	per stuk	60.000,-					1						60	
verplaatsen jachthaven	per stuk	1.000.000,-									1000		1000	
aankoop grond	per hectare	45.000,-	38	130	85	45	45	138,5	1710	5850	3825	2025	2025	6232
inrichting moeras/stapsteen/corridor	per hectare	10.000,-	37	120	80	40	40	134	370	1200	800	400	400	1340
TOTAAL KOSTEN									**4.110**	**57.270**	**29.175**	**28.555**	**13.465**	**23.973**

Bijlage VI: Invloed van de onderscheiden inrichtingsopties op de uitwisselingskans en habitat van de doelsoorten in het gebied rondom het ARK

Legenda:

0	geen of nauwelijks effect op de kans op uitwisseling
+	licht positief effect op uitwisselingskans
++	positief effect op uitwisselingskans
+++	sterk positief effect op uitwisselingskans
#	positief effect op beschikbaar habitat en daarmee op populatiegrootte
##	sterk positief effect op beschikbaar habitat en daarmee op populatiegrootte

soort	1 beperkt	2 uitgebreid met eco-duct	3 ontwik-keling Vecht	4 corridors en stap-stenen	5 ontwikke-ling sluisei-land	6 biotoop-ontwik-keling
Groene glazenmaker	0	+++ ##	+++ ##	+	+	+++ ##
Vroege glazenmaker	0	+++ ##	+++ ##	+	+	+++ ##
Smaragdlibel	0	+++ ##	+++ ##	+	+	+++ ##
Glassnijder	0	+++ ##	+++ ##	+	+	+++ ##
Bruine korenbout	0	+++ ##	+++ ##	+	+	+++ ##
Rietsprinkhaan	+ #	+++ ##	++ ##	+ #	++ #	++ ##
Moerassprinkhaan	0	+++ ##	++ ##	+ #	+ #	++ ##
Zompsprinkhaan	0	+++ ##	++ ##	+ #	+ #	++ ##
Aardbeivlinder	0	+++ ##	+++ ##	+ #	0	+++ ##
Zilveren maan	0	+++ ##	+++ ##	+ #	+	+++ ##
Moerasparelmoervlinder	0	+++ ##	+++ ##	+ #	0	+++ ##
Carabus granulatus (loopkever)	0 #	+++ ##	0 ##	0 #	0 #	0 ##
Chrysolina graminis (bladhaantje)	0 #	+++ ##	0 ##	0 #	0 #	0 ##
Loricera pilicornis (loop-kever)	0 #	+++ ##	++ ##	+ #	++ #	++ ##
Odacantha melanura	0 #	+++ ##	++ ##	+ #	+ #	++ ##
Kwabaal	0	0 #	0 ##	0	0	0 #
Snoek	0	0 #	0 ##	0	0	0 #
Zeelt	0	0 #	0 ##	0	0	0 #
Heikikker	0	+++ ##	+ ##	0 #	0 ##	+ ##
Meerkikker	+	+++ ##	+++ ##	++ #	++ ##	+++ ##
Kleine watersalamander	+	+++ ##	+++ ##	++ #	++ ##	+++ ##
Ringslang	+	+++ ##	+++ ##	++ #	++ ##	+++ ##
Blauwborst	0 #	+ #	+ #	+ #	+ #	+ #
Bosrietzanger	0 #	+ #	+ #	+ #	+ #	+ #
Matkop	0 #	+ #	+ #	+ #	+ #	+ #
Lepelaar	0	0	0	0	0	0
Kwak	0	0	0 #	0	0	0
Roerdomp	0	+ #	+ #	0 #	0 #	+ #
Woudaap	0	+ #	+ #	0 #	0 #	+ #
Kleinst waterhoen	0	+ ##	+ ##	0 #	0 #	+ ##
Klein waterhoen	0	+ ##	+ ##	0 #	0 #	+ ##
Porseleinhoen	0	+ ##	+ ##	0 #	0 #	+ ##
Bruine kiekendief	0	+ #	+ #	0	0	+ #
Snor	0	+ ##	+ ##	0 #	0 #	+ ##

soort	1 beperkt	2 uitgebreid met eco-duct	3 ontwik-keling Vecht	4 corridors en stap-stenen	5 ontwikke-ling sluisei-land	6 biotoop-ontwik-keling
Purperreiger	0	0 #	0 #	0	0	0 #
Grote karekiet	0	+ ##	+ ##	0	0	+ ##
Krooneend	0	0	0	0	0	0
Zwarte stern	0	+ ##	+ ##	0	0	+ ##
Vleermuizen	+	++	++	+	+	++
Dwergmuis	0	++ ##	0 ##	0 #	0 #	0 ##
Waterspitsmuis	0	++ ##	+ ##	0	0	+ ##
Noordse woelmuis	+	+++ ##	+++ ##	+ #	+ #	+++ ##
Bunzing	+	+++ ##	+++ ##	+ #	+++ #	+++ ##
Hermelijn	+	+++ ##	+++ ##	+ #	+++ #	+++ ##
Wezel	+	+++ ##	+++ ##	+ #	+++ #	+++ ##
Otter	+	+++ #	+++ #	+	+	+++ #

Bijlage VII: Kostenoverzicht

Deze kostenindicatie beperkt zich tot de kosten van het terreinbeheer. Daarnaast zijn er nog objectgebonden kosten, zoals onderhoud aan stuwen, waterlopen, wegen, waterschapslasten, recreatieve voorzieningen, surveillance etc. Al deze objectgebonden kosten zijn buiten beschouwing gelaten.
Ook zijn er nog de kosten van de algemene inrichting ten behoeve van natuurontwikkeling. Hiervan zijn alleen de kosten van het graven van petgaten verdisconteerd. Andere, eenmalige inrichtingsmaatregelen zoals de aanleg van de genoemde kade, de aanleg van ontsluitingen, etc. zijn niet begroot.

Rekenvoorbeeld; DE BEHEERDE SUCCESSIEREEKS IN EUTROOF MILIEU.

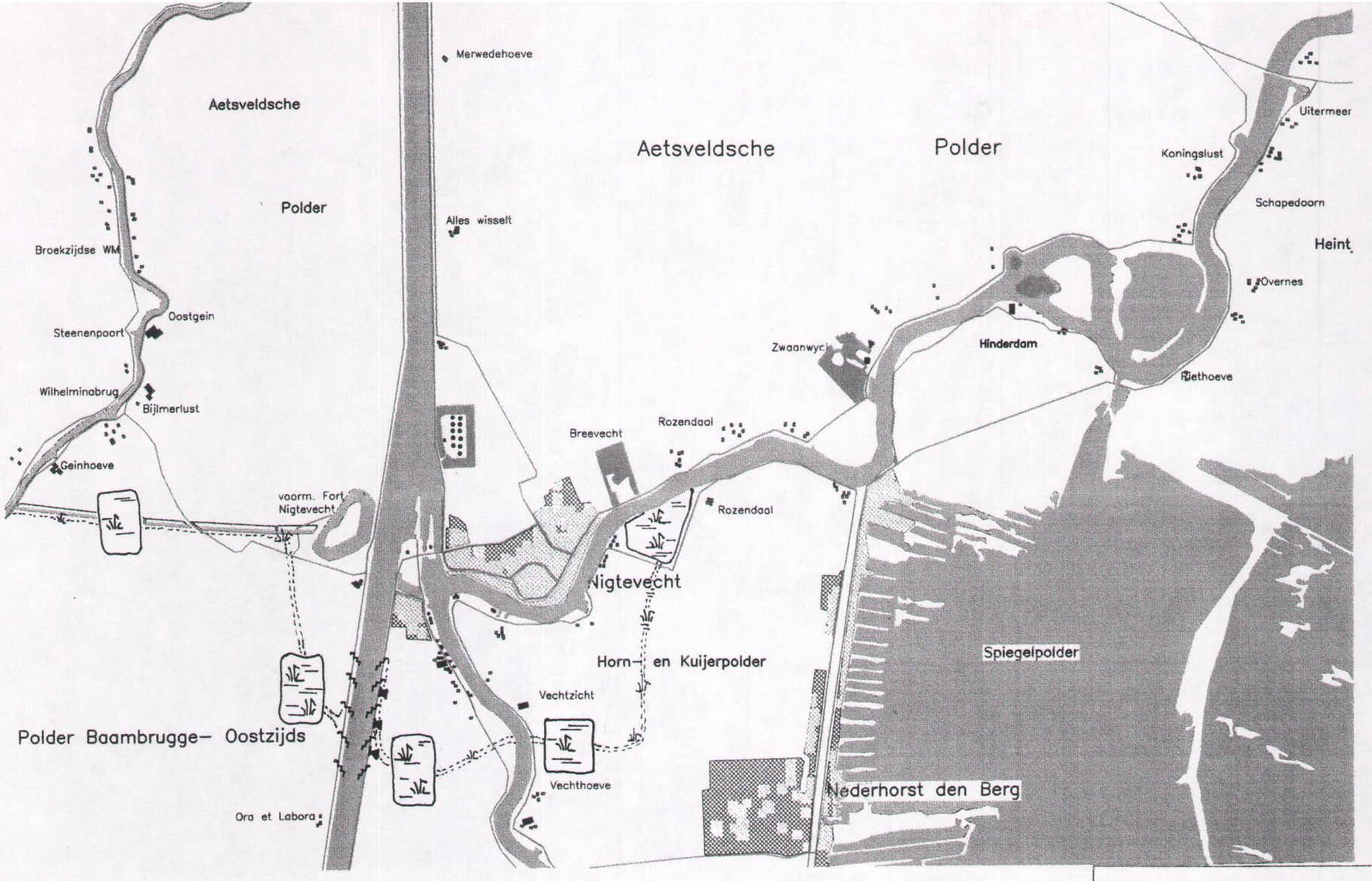
BEHEERSHANDELINGEN	KOSTEN cyclus per ha.	KOSTEN per ha. per jaar	GEREALISEERDE DOELTYPEN bij toepassing over 30 ha
A. graven petgat	25.000 - 35.000		5 ha. watergemeenschap (1E)
B. 30 jaar niets doen	0		5 ha. verlandingsgem. (2E)
C1. 40 jaar wintermaaien	60.000 - 100.000	1.500 - 2.500	7 ha. riet/zeggeland (3E)
verkoop riet	*60.000 - 140.000*	*-1.500 -3.500*	7 ha. dotterbloemhooiland (4E)
C2. 40 jaar zomermaaien		1.500 - 2.500	5 ha. struweel (7N)
verkoop hooi	*0*	*0*	
D. 15 jaar niets doen	0		
E. afzetten struweel, en terug naar A	3.500 - 8.000		
	-51.500 - 83.000	*-600* - 980	

Cursieve getallen voorafgegaan door een minteken geven een opbrengst aan

Bij deze berekening is er van uitgegaan dat de begaanbare kragge voor de helft in zomermaaibeheer wordt genomen en voor de helft in wintermaaibeheer. De successie wordt teruggezet op het moment voordat het struweel van wilgen en elzen uitgroeit tot een broekbos.

De kosten van de beheerde successiereeks in mesotroof milieu liggen wat hoger. In het studiegebied zal een volledig mesotroof milieu waarschijnlijk niet bereikt worden en is in het gunstigste geval sprake van plaatselijke mesotrofe condities. Echte trilvenen, waarvan het maaibeheer erg kostbaar is, zullen zich daarom waarschijnlijk niet of slechts over zeer geringe oppervlakten ontwikkelen.

De kosten van de 'beheerde climaxstadia' liggen in het jaarlijks zomermaaien (blauwgrasland, veenheide) of het eenmaal in de 3 jaar maaien (ruigten). Voor het eerste geval geldt een jaarlijks bedrag van *f* 1500,-- - *f* 2500,-- gulden, voor de ruigten ligt dit een factor 3 lager;
f 500,-- - *f* 830,--.
'Onbeheerde climaxstadia' kosten niets.



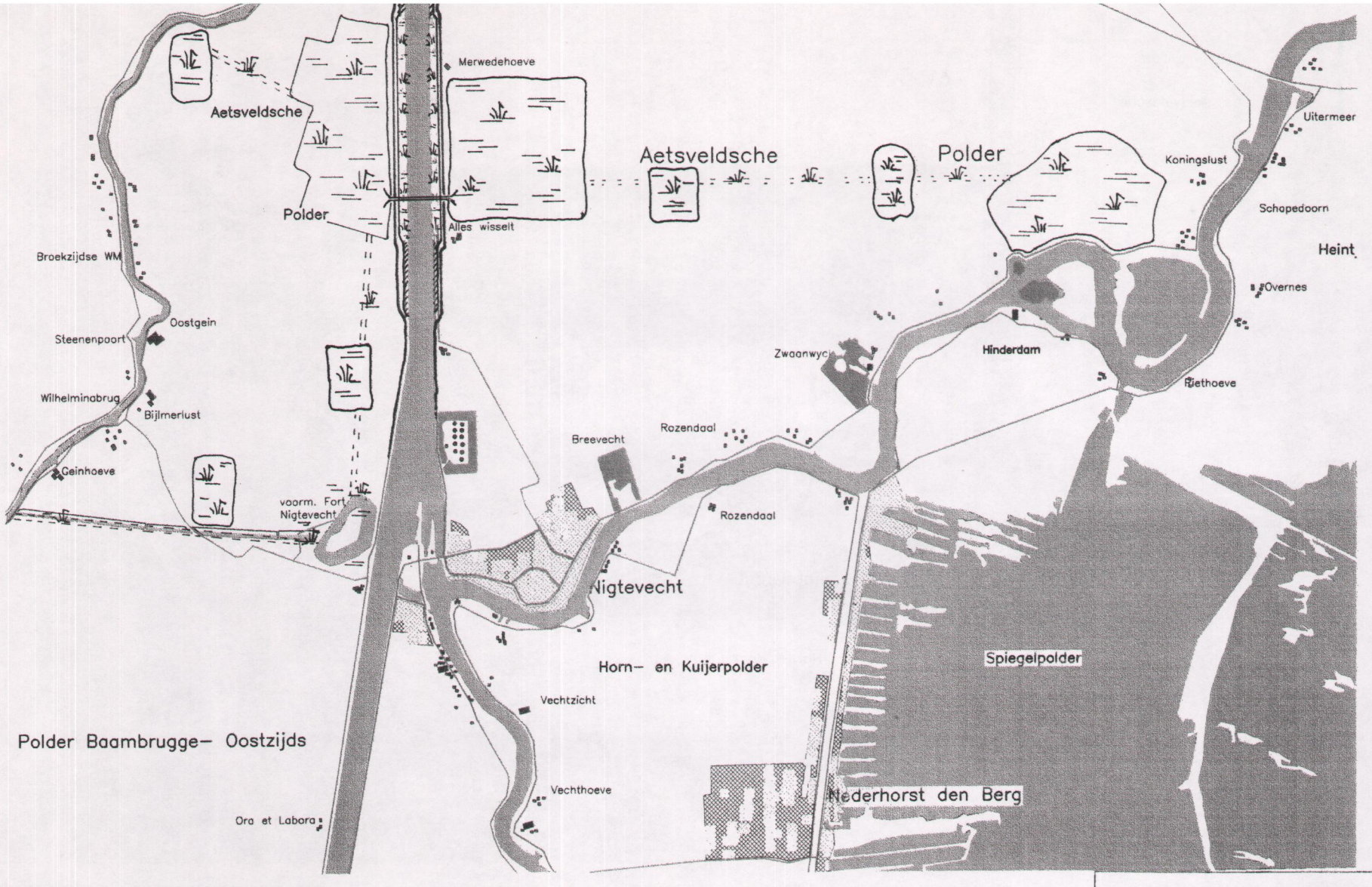
opdrachtgever	:	Rijkswaterstaat Directie Utrecht
projectnaam	:	Oever- en Natuurontwikkeling A.R.K. Nigtevecht
projectcode	:	Rw 147.1

Raadgevende Ingenieurs Bos Witteveen
Deventer, Almere, Bergen op Zoom, Den Haag, Maastricht
Gebouwen, Infrastructuur, Milieu

Get. : Boonman
Gez. : van Leerdam
Datum : 11-10-1993

OPTIE 1

BEPERKT



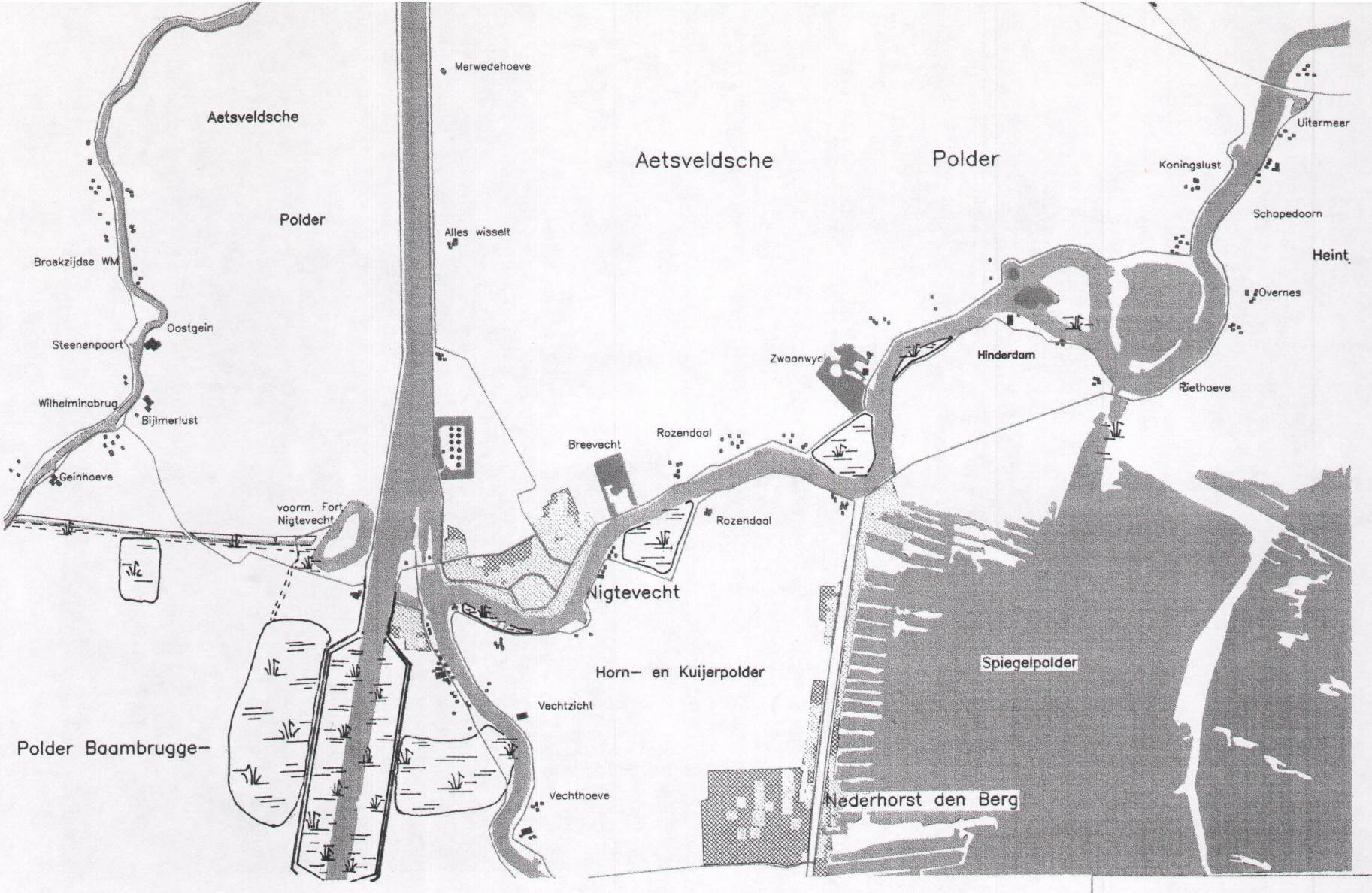
opdrachtgever	:	Rijkswaterstaat Directie Utrecht
projectnaam	:	Oever- en Natuurontwikkeling A.R.K. Nigtevecht
projectcode	:	Rw 147.1

Raadgevende Ingenieurs Witteveen Bos
Deventer, Alkmaar, Bergen op Zoom, Den Haag, Maastricht
Gebouwen, Infrastructuur, Milieu

Get. : Boonman
Gez. : van Leerdam
Datum : 11-10-1993

OPTIE 2

MAXIMAAL



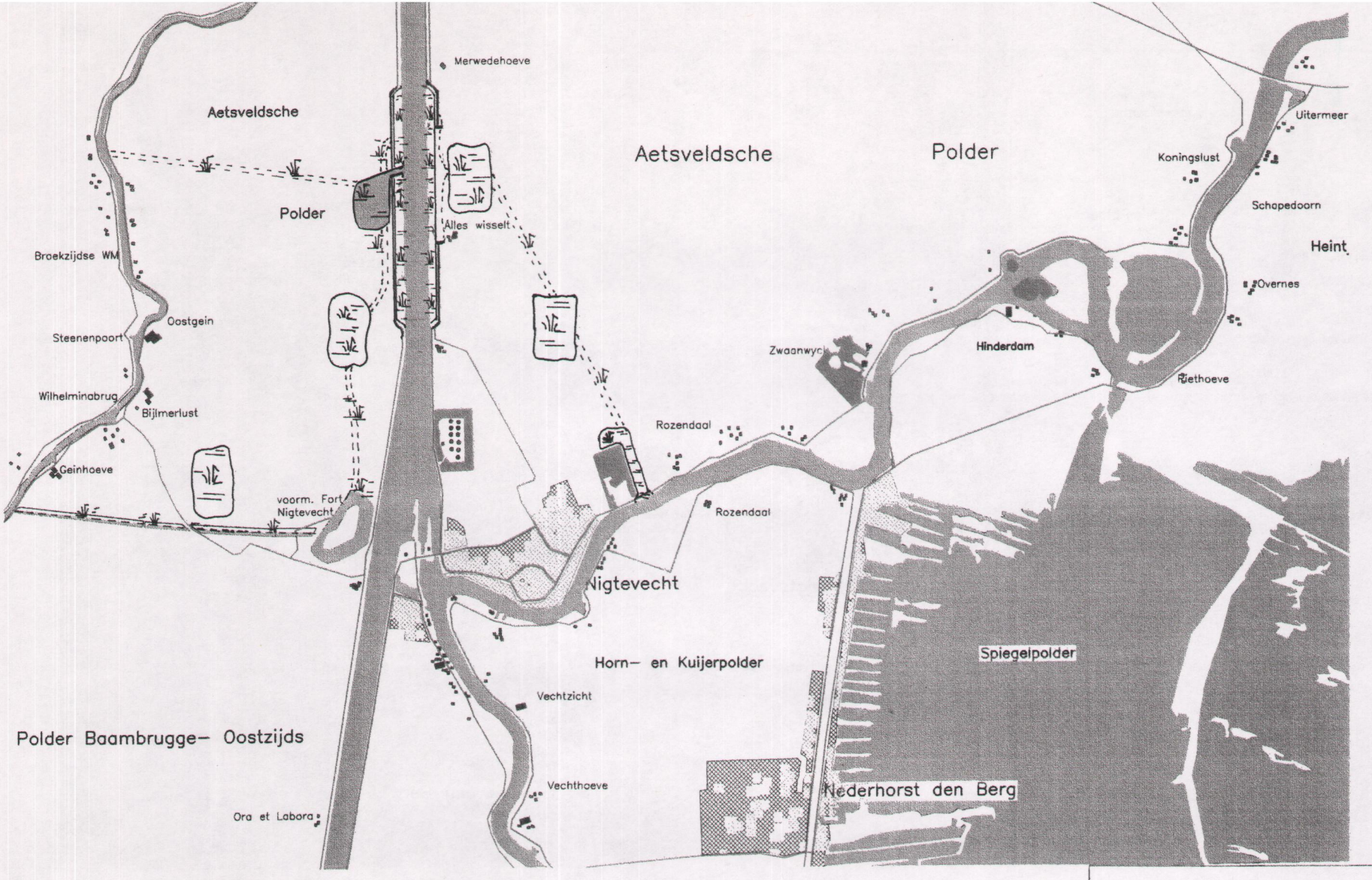
opdrachtgever : Rijkswaterstaat Directie Utrecht
projectnaam : Oever- en Natuurontwikkeling A.R.K. Nigtevecht
projectcode : Ru 147.1

Raadgevende Ingenieurs Witteveen Bos
Deventer
Almere
Bergen op Zoom
Den Haag
Maastricht
Gebouwen
Infrastructuur
Milieu

Get. : Boonman
Gez. : van Leerdam
Datum : 11-10-1993

OPTIE 3

RIVIERBEGELEIDENDE HABITATS



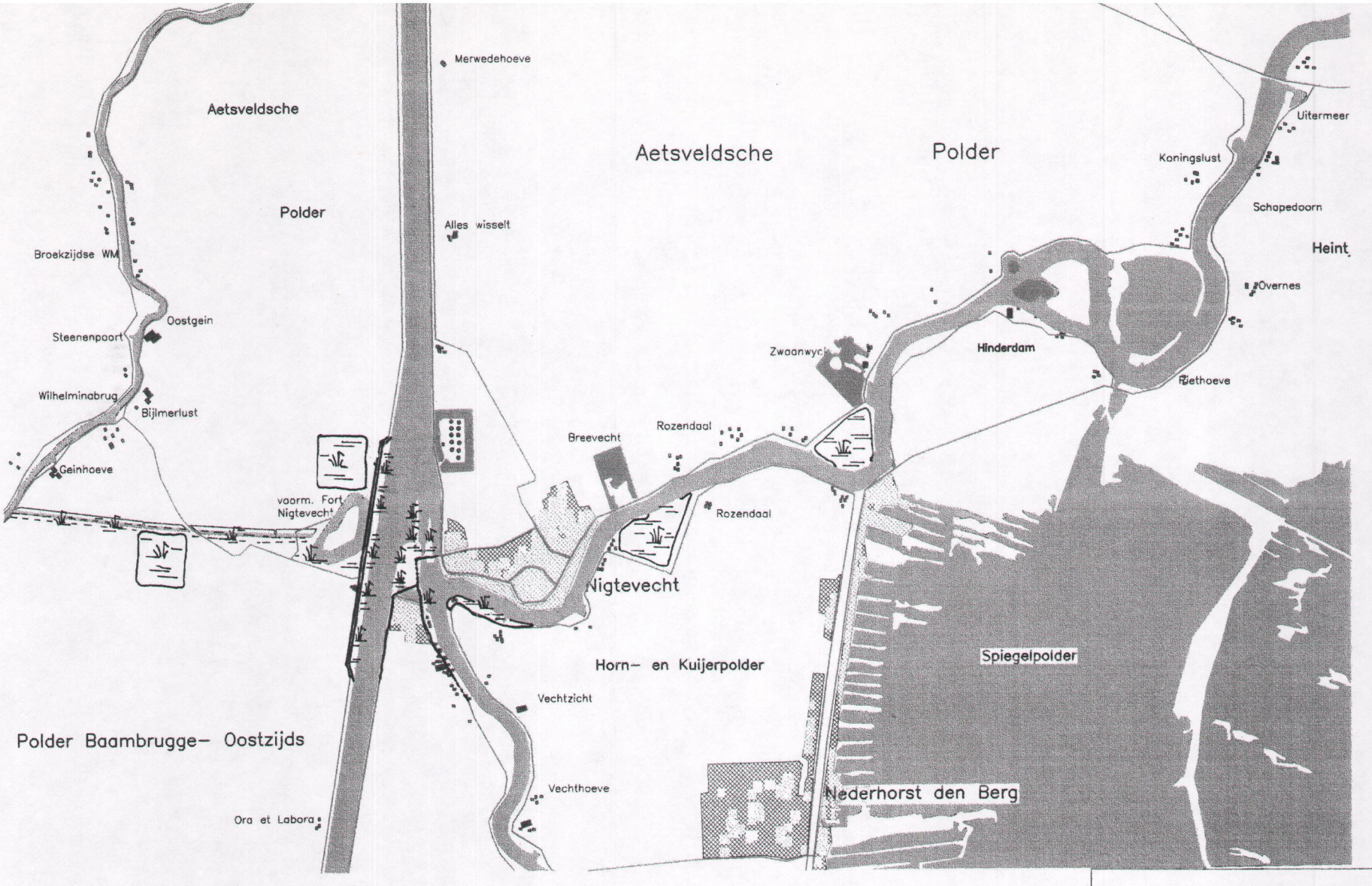
opdrachtgever	:	Rijkswaterstaat Directie Utrecht
projectnaam	:	Oever- en Natuurontwikkeling A.R.K. Nigtevecht
projectcode	:	Ru 147.1

Raadgevende Ingenieurs Witteveen Bos
Deventer, Alkmaar, Bergen op Zoom, Den Haag, Maastricht
Gebouwen, Infrastructuur, Milieu

Get. : Boonman
Gez. : van Leerdam
Datum : 11-10-1993

OPTIE 4

KRALENSNOER



opdrachtgever	:	Rijkswaterstaat Directie Utrecht
projectnaam	:	Oever- en Natuurontwikkeling A.R.K. Nigtevecht
projectcode	:	Rw 147.1

Raadgevende Ingenieurs Witteveen Bos

Deventer
Alkmaar
Bergen op Zoom
Den Haag
Maastricht

Gebouwen
Infrastructuur
Milieu

Get. : Boonman
Gez. : van Leerdam
Datum : 11-10-1993

OPTIE 5

SLUISEILAND

Merwedehoeve

Aetsveldsche Polder

Aetsveldsche Polder

Uitermeer

Koningslust

Schapedoorn

Heint

Overnes

Broekzijdse WM

Oostgein

Steenenpoort

Wilhelminabrug

Bijlmerlust

Zwaanwyck

Hinderdam

Riethoeve

Rozendaal

Breevecht

Rozendaal

voorm. Fort Nigtevecht

Nigtevecht

Horn– en Kuijerpolder

Spiegelpolder

Vechtzicht

Polder Baambrugge– Oostzijds

Vechthoeve

Ora et Labora

Nederhorst den Berg

N

0 0.25 0.5 1 km

POLDERHABITATS

opdrachtgever : Rijkswaterstaat Directie Utrecht
projectnaam : Oever- en Natuurontwikkeling A.R.K. Nigtevecht
projectcode : Rw 147.1

Raadgevende Ingenieurs Witteveen Bos
Deventer
Almere
Bergen op Zoom
Den Haag
Maastricht
Gebouwen
Infrastructuur
Milieu

Get. : Boonman
Gez. : van Leerdam
Datum : 11-10-1993

OPTIE 6