

Ruimte voor de Rivier, Ruimte voor de Natuur?

Fasen 2 en 3: Analyse van alternatieven en contouren van een lange-termijnvisie

Frans Klijn, Sabine A.M. van Rooij, Marjolijn Haasnoot,
Bert L.W.G. Higler & Bianca S.J. Nijhof



Alterra-rapport 513, ISSN 1566-7197

WL-rapport Q2824.10

HANDCOLLECTIE
WD

Ruimte voor de Rivier, Ruimte voor de Natuur?



Rijkswaterstaat/RIZA
Rijksinstituut voor
Integraal Zee- en
Afwatwaterbeheer en
Documentatie
Postbus 17
8200 AA Lelystad

Ruimte voor de Rivier, Ruimte voor de Natuur?

Fasen 2 en 3: Analyse van alternatieven en contouren van een lange-termijnvisie



Rijkswaterstaat/RIZA
Rijksinstituut voor
Integraal Zoekwaterbeheer en
Afwalwaterbehandeling
Documentatie
Postbus 17
6200 AA, Lelystad

Frans Klijn
Sabine A.M. van Rooij
Marjolijn Haasnoot
Bert L.W.G. Higler
Bianca S.J. Nijhof

Alterra-rapport 513
WL-rapport Q2824.10

Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2002
WL/delft Hydraulics, Delft, 2002

REFERAAT

Klijn, Frans, Sabine A.M. van Rooij, Marjolijn Haasnoot, Bert L.W.G. Higler & Bianca S.J. Nijhof, 2002. *Ruimte voor de Rivier, Ruimte voor de Natuur? Fasen 2 en 3: Analyse van alternatieven en contouren van een lange-termijnvisie*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 513. 66 blz.; 14 fig.; 17 tab.; 35 ref.

Rivierverruiming is een van de mogelijke oplossingen voor de te verwachten hogere rivierafvoeren. Het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij wil de kansen die hierbij voor natuur ontstaan optimaal benutten. In dit rapport worden een aantal alternatieve oplossingsrichtingen geanalyseerd op potentiële winst voor natuur en landschap. Vervolgens is een combinatie gemaakt van “het beste” uit alle alternatieven, die “natuurlijk duurzaam veilig” werd genoemd.

Trefwoorden: rivierengebied, natuurontwikkeling, visie

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door € 23,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 513. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2002 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: postkamer@alterra.wag-ur.nl

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

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

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Achtergrond	11
1.1.1 Doelstelling	12
1.1.2 Afbakening en uitgangspunten	12
1.1.3 Resultaten fase 1	12
1.2 Doelstelling fasen 2 en 3	14
1.3 Werkwijze	14
1.3.1 Definitie van de onderzoeksalternatieven	14
1.3.2 Ruimtelijke begrenzing onderzoeksalternatieven	15
1.3.3 Beoordeling onderzoeksalternatieven	15
1.3.4 Contouren van een lange-termijnvisie	16
1.3.5 Beoordeling van deze lange-termijnvisie	16
1.4 Over dit rapport	16
2 De onderzoeksalternatieven	17
2.1 Uitgangspunten en theoretische concepten	17
2.2 Oplossingsrichtingen als basis	18
2.3 Ruimtelijke afbakening van onderzoeksalternatieven	19
2.3.1 Grootschalige uitwerkingen	19
2.3.2 Ruimtelijk beperkte uitwerkingen	19
2.3.3 Overzicht ruimtelijke uitwerkingen en oppervlakken	22
3 Uitwerking en analyse van de onderzoeksalternatieven	25
3.1 Werkwijze: drie stappen	25
3.1.1 Milieuzones	25
3.1.2 Beheer en vegetatietypen	26
3.1.3 Habitatnetwerken	29
3.2 Beoordeling onderzoeksalternatieven: gebruikte criteria	30
3.3 Natuurlijk rivierdal, grootschalig (NRgr)	31
3.3.1 Natuurlijkheid	31
3.3.2 Diversiteit aan milieutypen	32
3.3.3 Connectiviteit	33
3.4 Natuurlijk rivierdal (NR)	34
3.4.1 Natuurlijkheid	35
3.4.2 Diversiteit aan milieutypen	36
3.4.3 Connectiviteit	36
3.5 Stromende kommen, grootschalig (SKgr)	38
3.5.1 Natuurlijkheid	38
3.5.2 Diversiteit aan milieutypen	38
3.5.3 Connectiviteit	39
3.6 Stromende kommen (Maas & Waal) (SK)	40

3.6.1	Natuurlijkheid	40
3.6.2	Diversiteit aan milieutypen	40
3.6.3	Connectiviteit	41
3.7	Stromende kommen (Maas, Waal & IJssel) (Sk ^{ij})	42
3.7.1	Natuurlijkheid	42
3.7.2	Diversiteit aan milieutypen	43
3.7.3	Connectiviteit	44
3.8	Rivier binnendijks/natuur buitendijks	44
3.8.1	Natuurlijkheid	44
3.8.2	Diversiteit aan milieutypen	45
3.8.3	Connectiviteit	45
3.9	Overzicht ecologische consequenties en beoordeling	
	onderzoeksalternatieven	45
3.10	Korte termijn versus lange termijn	47
4	Contouren van een lange-termijnvisie: 'Natuurlijk Duurzaam Veilig'	51
4.1	Ruimtelijke afbakening	51
4.2	Inrichting en beheer	52
4.3	Implicaties van 'Natuurlijk duurzaam veilig'	54
4.3.1	Natuur	54
4.3.2	Veiligheid	58
4.3.3	Landschap	58
4.3.4	Gevolgen voor menselijk landgebruik	59
4.4	Knelpunten en mogelijke oplossingen	60
4.4.1	Resterende ecologische knelpunten	60
4.4.2	Knelpunten ten aanzien van realisatie	61
	Literatuur	63

Woord vooraf

De laatste jaren zijn verscheidene verkenningen uitgevoerd naar rivierverruiming waarmee de veiligheid van het binnendijkse gebied veiliggesteld moet worden. Het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij wil de kansen die hierbij voor de natuur ontstaan optimaal benutten. Om plannen en visies goed te kunnen beoordelen en aan de planvorming te kunnen bijdragen wil het ministerie een beeld hebben van de mogelijke ontwikkelingsrichtingen die voor natuur in het rivierengebied bestaan. Het voorliggende rapport draagt bij aan de vorming van dat beeld.

De studie is uitgevoerd door Alterra en WL|Delft Hydraulics in opdracht van de directie Natuurbeheer van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. De studie werd inhoudelijk begeleid door J. Karssemeijer (LNV directie Zuidwest), D. Maas (LNV directie Oost), J. Bodegraven (LNV directie Natuur) en N. Geilen (RIZA-WSR). In fase 1 is een verkenning uitgevoerd van bestaande ideeën over natuurontwikkeling in het rivierengebied en van relevante beleidsuitgangspunten. In fasen 2 en 3 is nader verkend welke meerwaarden aan verschillende alternatieve ontwikkelingsrichtingen kleven. Op basis daarvan zijn mogelijke contouren van een lange-termijnvisie geschetst.

Samenvatting

In dit rapport wordt beschreven hoe natuurontwikkeling in het rivierengebied plaats zou kunnen vinden op basis van een aantal alternatieve inrichtingsscenario's. Het uitgangspunt voor deze beschouwingen is de verwachting dat de rivierafvoer ten gevolge van klimaatverandering in winter en voorjaar hoger zal worden met als randvoorwaarde dat voortschrijdende dijkverhoging ten behoeve van de veiligheid geen gewenste optie is.

Er zijn zes onderzoekalternatieven beschreven, die te karakteriseren zijn als:

natuurlijk rivierdal, stromende kommen en rivier binnendijks, natuur buitendijks.

Per alternatief zijn verschillende varianten onderzocht op mogelijke natuurwinst, waarbij op basis van verwachte overstromingsduur en -frequentie de mogelijkheden voor (ooi)bos, moeras en ondiep water en grasland en ruigte op kaart zijn gezet.

Criteria voor een hoge potentiële biodiversiteit worden gevonden in levensvatbare populaties (met of zonder stapsteen-populaties) en duurzame habitatnetwerken (met of zonder stapstenen).

De verwachtingen voor de ontwikkeling van gewenste natuur en natuurlijke processen verschillen per alternatief. Als er vanuit deze verwachtingen een optimale inrichting van het rivierengebied moet worden geschetst, zou de combinatie van elementen uit de varianten hiervoor een prachtige kans bieden. Die kans is aangegrepen om een visie op lange termijn toe te lichten, waarin een combinatie is gemaakt van “het beste” uit alle alternatieven. Dit is “natuurlijk duurzaam veilig” genoemd.

De variant kan als volgt worden gekarakteriseerd:

IJssel-natuurlijk rivierdal (is zoveel mogelijk afvoer)

Waal volgens stromende kommen (is iets meer afvoer dan strikt nodig) / Oijpolder geen retentie maar als dijkverlegging

Maas als natuurlijk rivierdal.

De implicaties voor potentiële natuurontwikkeling, landschappelijke aspecten en veiligheid zijn aangeduid, maar een nadere uitwerking op een meer gedetailleerd niveau is noodzakelijk.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In 1990 werd in het Natuurbeleidsplan de idee verwoord dat natuur niet alleen beschermd en beheerd, maar ook ontwikkeld kan worden: de zogenaamde 'nieuwe natuur'. Deze idee is in de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening, idem Extra verder opgepakt (Ministerie van VROM, 1988). In deze nota zijn ook nadere gebiedsgerichte uitwerkingen voorgesteld. In de Nadere Uitwerking voor het Rivierengebied (NURG) hebben de ministeries van LNV en van V&W de doelstelling geformuleerd om 7000 ha nieuwe natuur te realiseren vóór 2015.

Na de hoge waterstanden in het rivierengebied in 1993 en 1995 is het 'Deltaplan Grote Rivieren' in het leven geroepen. Hiermee werd de realisatie van nieuwe natuur versneld. Vervolgens groeide het inzicht dat, om de veiligheid van het binnendijkse gebied te kunnen blijven waarborgen, het gewenst is om naast dijkverhoging en -verzwaring de rivier zélf meer ruimte te bieden.

Om de veiligheid te kunnen waarborgen en kansen te benutten voor natte natuur hebben de ministeries van LNV en V&W dan ook afgesproken om op dit gebied nauw samen te werken (LNV & V&W, 2000). Ook in de onlangs verschenen nota 'Natuur voor mensen (NVM)' en in het advies 'Waterbeleid voor de 21^{ste} eeuw' wordt een zoveel mogelijk gecombineerde ontwikkeling van ruimte voor water en natuur in het rivierengebied voorgestaan (Ministeries LNV, VROM, V&W en OS, 2000; Commissie waterbeheer 21^{ste} eeuw, 2000).

In de laatste jaren zijn er verschillende verkenningen naar meer ruimte voor de rivier afgerond: Ruimte voor Rijntakken (RvR: Waal, IJssel, Lek/Nederrijn), Integrale Verkenning Benedenrivieren (IVB: Benedenloop Rijn & Maas), Maaswerken (MW: Zandmaas, Grensmaas, Maasroute). Onder meer op basis van dit vele onderzoek is in diverse beleidsnota's (kabinetstandpunten 'Anders omgaan met water' en 'Ruimte voor de rivier' en de Vijfde nota Ruimtelijke ordening) vastgelegd dat er naar wordt gestreefd de afvoercapaciteit van de rivieren te vergroten door de rivier meer ruimte te geven en pas in laatste instantie door dijken verder te verhogen.

Om te voorkomen dat maatregelen die nu worden gepland (vóór 2015) tot spijt zullen leiden als zou blijken dat alsnog ingrijpender maatregelen nodig zijn, is aan het vele onderzoek recentelijk nog de 'Spankrachtstudie' (RIZA et al., in voorber.) toegevoegd. Daarin ligt de nadruk op de vraag hoe op langere termijn met nog hogere rivierafvoeren om te gaan.

De zoektocht naar meer ruimte voor de rivier en het lange-termijnperspectief was aanleiding voor het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV) om samen met Rijkswaterstaat mogelijke ontwikkelingsrichtingen voor natuur in het rivierengebied te onderzoeken die bij kunnen dragen aan de vergroting van de

afvoercapaciteit van het rivierengebied. Dit rapport vormt de weerslag van dit onderzoek.

1.1.1 Doelstelling

De doelstelling van het gehele onderzoek ‘Ruimte voor de rivier, ruimte voor de natuur?’ luidt:

‘een beeld te schetsen van de (bandbreedte van) kansen voor natuurontwikkeling in het rivierengebied in samenhang met rivierverruiming’.

De koppeling tussen kansen voor natuur en rivierverruiming staat hierbij centraal. Het onderzoek is gericht op de kansen voor natuur op de lange termijn (ca 2050) en kan als kapstok dienen voor de planvorming op de korte termijn (2015) in het rivierengebied.

Het onderzoek naar de koppeling van kansen voor natuur en rivierverruiming is opgesplitst in drie fasen:

- Fase 1 Verkenning (2000);
- Fase 2 Uitwerking en analyse van alternatieven voor natuurontwikkeling (2001);
- Fase 3 Beoordeling van alternatieven en contouren lange-termijnvisie (2001).

1.1.2 Afbakening en uitgangspunten

Het studiegebied beslaat de Rijntakken van Lobith tot het Ketelmeer en de Biesbosch en de bedijkte Maas. Behalve het buitendijkse gebied wordt ook het binnendijkse gebied in de beschouwing betrokken en tevens de relevante grotere ruimtelijke context (Nederland als delta van het Rijn- en Maasstroomgebied).

Uitgangspunten zijn:

- Het natuurbeleid zoals verwoord in de nota ‘Natuur voor mensen, mensen voor natuur’;
- De veiligheidsdoelstellingen van de 4^{de} Nota Waterhuishouding en de beleidslijn ‘Ruimte voor de Rivier’;
- Een mogelijke toekomstige maatgevende afvoer via de Rijntakken van 18.000 m³/s en via de Maas van 4.630 m³/s (Commissie Waterbeheer 21e eeuw, 2000);
- een gemiddelde zeespiegelstijging van 60 cm (Commissie Waterbeheer 21e eeuw, 2000).

1.1.3 Resultaten fase 1

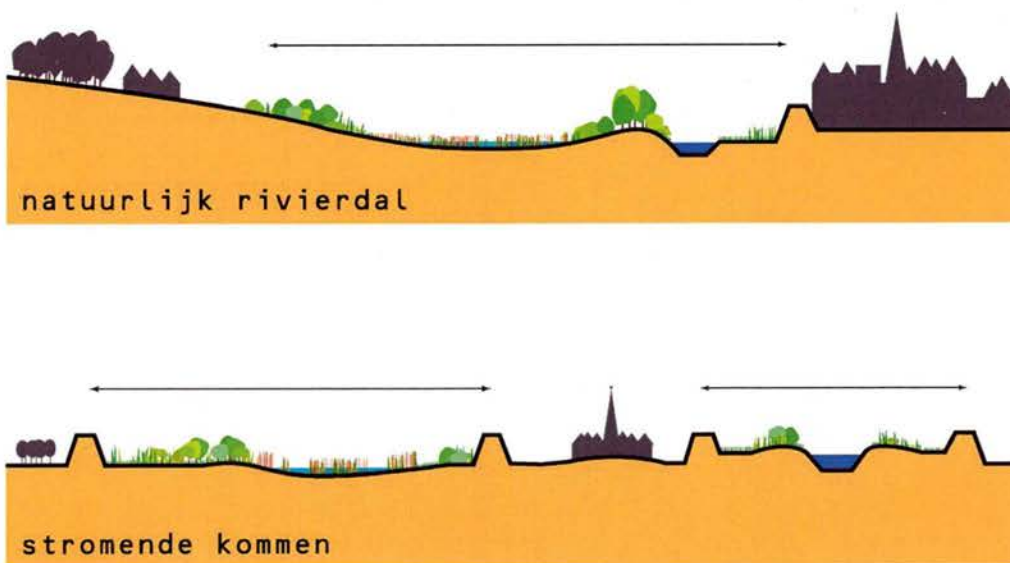
In de eerste – verkennende – fase van het onderzoek (Van Rooij *et al.*, 2000) is reeds de aanzet gegeven van een antwoord op de vraag wat voor natuur kunnen we in het rivierengebied willen? Daartoe is een overzicht gemaakt van publicaties, concepten,

beleid en gebeurtenissen die in de afgelopen decennia het denken over het natuurbeleid in het rivierengebied bepaalden. Ook is de hydraulische taakstelling voor het rivierengebied in de toekomst toegelicht en is de effectiviteit van mogelijke maatregelen voor veiligheid tegen overstroming samenvattend op een rij gezet.

Uit de verkenning bleek dat het vergroten van de afvoercapaciteit door uiterwaardverlaging grote gevolgen zal hebben voor de natuur in het rivierengebied. De uiterwaarden zullen te maken krijgen met een grotere overstromingsdynamiek en de laagdynamische delen zullen verdwijnen. Voor de natuur geldt dat er meer van hetzelfde zal ontstaan en de standplaatsen/leefgebieden voor relatief zeldzame, riviergebonden flora en fauna zullen verdwijnen. Bovendien bleek dat binnen het huidige winterbed de uiteindelijk benodigde afvoercapaciteit praktisch niet kan worden gerealiseerd zonder dijkverhoging of -verlegging. Dat betekent dat de vergroting van de afvoercapaciteit dus mogelijk deels binnendijks gezocht moet worden. Dit biedt mogelijkheden om ook ruimte te creëren voor robuuste riviernatuur.

Op basis van theoretische concepten en ideeën van deskundigen zijn in fase 1 twee mogelijke oplossingsrichtingen benoemd voor een koppeling van natuurontwikkeling met veiligheid tegen overstroming en een terugvaloplossing. Het betreft:

- Natuurlijk rivierdal: extra Rijnafvoer boven 16.000 m³/s zoveel mogelijk door het IJsseldal met grootschalige dijkverlegging, extra Maasafvoer langs de Brabantse zandgronden;
- Stromende kommen: afvoerproblematiek in eerste instantie oplossen in westelijke richting, door met binnendijkse maatregelen ruimte te bieden aan zowel natuur als water (dijkverlegging en groene rivieren door komgebieden);
- Rivier buitendijks/natuur binnendijks: afvoerproblematiek zoveel mogelijk buitendijks oplossen via de Waal en de Maas, compensatie van verlies aan 'laagdynamische' natuur binnendijks (terugvaloplossing).



Figuur 1: Principedwarsdoorsnede van de oplossingsrichtingen 'natuurlijk rivierdal' respectievelijk 'stromende kommen'.

1.2 Doelstelling fasen 2 en 3

Doelstelling van fasen 2 en 3 van het onderzoek is een verdere verkenning en kwantificering van de oplossingsrichtingen zoals die zijn geformuleerd in fase 1. Op basis daarvan worden contouren voor een lange-termijnvisie (tot 2050) voor natuurontwikkeling in het rivierengebied voorgesteld. Hierbij wordt aandacht besteed aan de mogelijkheden en gevolgen voor de korte-termijnontwikkelingen (voor 2015) in het rivierengebied.

1.3 Werkwijze

1.3.1 Definitie van de onderzoeksalternatieven

De drie geschetste oplossingsrichtingen voor koppeling van natuurontwikkeling met veiligheid uit fase 1 zijn verder uitgewerkt in een aantal schetsontwerpen (zogenaamde *onderzoeksalternatieven*; tabel 1). De oplossingsrichtingen ‘natuurlijk rivierdal’ en ‘stromende kommen’ zijn zowel op een grootschalige als met een meer beperkte omvang ruimtelijk uitgewerkt. De grootschalige uitwerking biedt meer dan voldoende ruimte aan de verwachte afvoerstijging van de Nederlandse rivieren op de lange termijn (na 2050) en kansen voor een nagenoeg spontane natuurontwikkeling. De ruimtelijke uitwerking met beperktere omvang biedt precies genoeg ruimte voor de verwachte afvoeren zonder dat de maatgevende waterstand hoger wordt, uitgaande van een doelgerichte beheersing van al te snelle vegetatiesuccessie in de richting van struwelen en/of bos.

Tabel 1 *Onderzoeksalternatieven*

Code	onderzoeksalternatief	Prioritaire processen / ecotopen	Opmerking
NRgr	Natuurlijk rivierdal, grootschalig	Gradiënt tussen rivier en hoge zandgronden	Voorgesteld in Rijn op Termijn (alleen voor IJssel; Baan & Klijn, 1998)
NR	Natuurlijk rivierdal	Gradiënt tussen rivier en hoge zandgronden	
SKgr	Stromende kommen, Grootschalig (Maas en Waal)	Laagdynamische ecotopen: Moeras Grasland Bos	Voorgesteld in Living with Floods (Vis <i>et al.</i> , 2001)
SK	Stromende kommen, (Maas en Waal)	Laagdynamische ecotopen: Moeras Grasland Bos	
SK+IJ	Stromende kommen (Maas, Waal, IJssel)	Laagdynamische ecotopen: Moeras Grasland Bos	
Rb/Nb	Rivier binnendijs/ natuur buitendijs	Laagdynamische ecotopen: Moeras Grasland Bos	

De huidige afvoerverdeling over de Rijntakken hoeft bij de uitwerking niet per se gehandhaafd te blijven. Voor de oplossingsrichting 'Stromende kommen' worden dan ook twee verschillende onderzoeksalternatieven met een beperkte ruimtelijke omvang uitgewerkt. Bij één alternatief wordt ruimte voor alle extra Rijnafvoer boven de 16.000m³/s water langs de Waal gezocht (alternatief SK). Bij het andere alternatief (SK^{+IJ}) wordt de ruimte deels langs de IJssel gezocht.

De oplossingsrichting 'Rivier buitendijks/natuur binnendijks' wordt niet ruimtelijk uitgewerkt. De oppervlakte aan natuur die door maatregelen buitendijks verdwijnt of kwalitatief sterk achteruit gaat, wordt binnendijks gecompenseerd, waarbij een zeker kwaliteitsverlies te verwachten is aangezien afwijkende natuurtypen zullen ontstaan

1.3.2 Ruimtelijke begrenzing onderzoeksalternatieven

De grootschalige onderzoeksalternatieven zijn ruimtelijk begrensd op basis van de geomorfologie. Ook is rekening gehouden met de ligging van de huidige en geplande bewoningskernen en infrastructuur in het rivierengebied. Tenslotte is getracht een zo groot mogelijke samenhang tussen habitats te realiseren door grote aaneengesloten gebieden te realiseren.

De ruimtelijk beperkte onderzoeksalternatieven zijn vooral begrensd op basis van de verwachte rivierkundige effectiviteit van mogelijke maatregelen en een voorkeursvolgorde van inzet van verschillende typen maatregelen. De voorkeursvolgorde is vastgesteld op basis van de verwachte bijdrage/ schade aan de natuur. Hierbij worden dus de kansen voor natuur, binnen de randvoorwaarden voor een veilige afvoer verkend. Voor een globale hydraulische toetsing is voor de Rijntakken en de benedenstroomse delen van de Maas gebruik gemaakt van de 'blokkendoos' die gemaakt is in het kader van de spankrachtstudie (WL & RIZA, 2001). Voor de Maas bovenstrooms van Den Bosch is gebruik gemaakt van deskundigenoordeel.

1.3.3 Beoordeling onderzoeksalternatieven

De onderzoeksalternatieven zijn ten eerste voorgelegd aan een groep onderzoekers en beleidsmedewerkers op het gebied van rivieren. Dit heeft geresulteerd in aanbevelingen en adviezen voor verdere uitwerking in de richting van een langetermijnvisie.

De betekenis van de onderzoeksalternatieven voor natuurontwikkelingsmogelijkheden is nader geanalyseerd met behulp van milieuzoneringskaarten. Deze zijn gebaseerd op overstromingsduur en grondwaterstand. De milieuzonekaarten zijn afgeleid van de hoogtekaart van Nederland, de rivierstanden bij verschillende rivierafvoeren en de verwachte getijslag bij volledig geopende Haringvlietluisen (beheersalternatief 'stormvloedkering').

1.3.4 Contouren van een lange-termijnvisie

Gebaseerd op de voorgaande stappen worden suggesties gedaan voor een lange-termijnvisie op natuurontwikkeling in het rivierengebied. Bij de lange termijn kan men denken aan ca. 2050. Hierbij krijgen natuurlijke rivierprocessen zodanig de ruimte dat de voorwaarden ontstaan voor een abiotisch én biotisch duurzamer riviersysteem.

1.3.5 Beoordeling van deze lange-termijnvisie

Ook voor deze lange-termijnvisie is een milieuzoneringskaart gemaakt. Op basis daarvan wordt de lange-termijnvisie beoordeeld op consequenties voor natuur en landschap, effecten op ruimtegebruiksfuncties en veiligheid. Er wordt kort ingegaan op de consequenties van deze lange-termijnvisie (tijdshorizon 2050) voor de korte termijnstrategie (tijdshorizon 2015).

1.4 Over dit rapport

In hoofdstuk 2 zijn een zestal onderzoeksalternatieven gedefinieerd, die kunnen worden beschouwd als uitersten van een zoekruimte om ruimte voor de rivier en ruimte voor de natuur te combineren.

Deze onderzoeksalternatieven worden in hoofdstuk 3 verder uitgewerkt en geanalyseerd, met name vanuit de bijdrage die ze leveren aan een riviernatuurontwikkeling.

Op basis daarvan en op basis van maatschappelijke beperkingen wordt in hoofdstuk 4 een alternatief gepresenteerd dat men zou kunnen beschouwen als een lange-termijnvisie voor natuurontwikkeling in het rivierengebied.

2 De onderzoeksalternatieven

2.1 Uitgangspunten en theoretische concepten

In fase 1 van dit onderzoek (Van Rooij *et al.*, 2001) zijn de doelen van het Nederlandse natuurbeleid als volgt samengevat:

- Kwantiteit via *omvang/ oppervlakte*: hoe meer hoe beter
- Kwaliteit door bevordering van de *identiteit*:
 - Zo *natuurlijk* mogelijk
 - binnen die randvoorwaarde: zo divers mogelijk (inclusief kenmerkende sleutel-ecotopen en zeldzame kenmerkende soorten)
 - en te bereiken door een zo groot mogelijke ruimtelijke *samenhang* (connectiviteit).

De uitgangspunten van het natuurbeleid kunnen dus worden samengevat met de principes ‘natuurlijkheid’, ‘diversiteit’ en ‘connectiviteit’, en wel in die volgorde. Deze principes kunnen vervolgens op verschillende ruimtelijke schaalniveaus van toepassing worden verklaard, van grootschalig (stroomgebiedschaal, landschapschaal) tot kleinschalig (ecotoopschaal: standplaatsfactoren, successie), en ook nu weer in die volgorde van belangrijkheid.

Het nastreven van *natuurlijkheid* heeft vooral betrekking op processen, maar daarmee samenhangend ook op patronen. Het betekent vooral het bevorderen van:

- overstromingsprocessen in aansluiting op het natuurlijk reliëf: *hydrodynamiek*
- morfologische ontwikkeling passend bij het langsprofiel en het dwarsprofiel van de rivier, alsmede bij het hydrologisch regime: *morfodynamiek*
- vegetatieontwikkeling onder invloed van natuurlijke successie en herbivorie door onder meer Grauwe Gans en hoefdieren: *zoöodynamiek*

Het nastreven van *diversiteit* is het tweede doel. Het heeft vooral betrekking op patronen, maar daarmee samenhangend ook op processen. Het betekent vooral het bevorderen van:

- een natuurlijke lengte- en breedtegradiënt;
- zich uitend in een diversiteit aan milieuzones;
- waarop door natuurlijke successie onder invloed van herbivorie en abiotische verstoringen (overstroming e.d.) een diversiteit aan levensgemeenschappen tot ontwikkeling kan komen;
- waarin een grote rijkdom aan soorten voorkomt.

Bij het nastreven van diversiteit hoort impliciet aandacht voor zeldzame milieus, levensgemeenschappen en soorten. In het huidige rivierenlandschap zijn hoogdynamische milieus relatief goed vertegenwoordigd, maar laagdynamische milieus zijn relatief schaars. Bovendien komen de laatste resterende laagdynamische delen van het

rivierengebied verder onder druk te staan. Dat rechtvaardigt speciale aandacht voor de ontwikkeling van laagdynamische riviergebonden ecotopen (rivierbegeleidende moerassen, ondiep water en ooibossen).

Een grote mate van **connectiviteit** is een voorwaarde voor het bestaan van levensvatbare (meta)populaties van (zeldzame of bedreigde) soorten. Dit betekent het bevorderen van:

- grote oppervlakten van de verschillende typen riviernatuur, die kunnen dienen als sleutelgebied voor planten- en diersoorten;
- (habitat)netwerken van verschillende typen riviernatuur;
- de verbinding met bestaande habitatnetwerken in binnen- en buitenland (bijvoorbeeld de Ecologische Hoofdstructuur, de ‘natte as’ en ‘robuuste verbindingen’).

Er is in fase 1 ook geconstateerd dat deze hoofdoelstellingen van het natuurbeleid kunnen worden ‘verwoord’ in termen die aansluiten bij concepten die in de (landschaps)ecologie zijn geformuleerd voor rivieren, namelijk:

- het *Flood Pulse Concept* (Junk et al., 1989), dat het belang van natuurlijke rivierprocessen benadrukt en normatief kan worden geïnterpreteerd als: ‘Wat van nature onder zou lopen moet onderlopen’; en
- het *River Continuum Concept* (Vannote et al., 1980), dat stelt dat er in natuurlijke rivieren gradiënten zijn zowel in de lengterichting als in de dwarsrichting; hieruit kan men de normatieve uitspraak afleiden dat deze zoveel mogelijk dienen te worden behouden of hersteld.

De genoemde beleidsuitgangspunten en theoretische concepten zijn gebruikt als richtlijnen om te komen tot de principe-oplossingsrichtingen van fase 1, namelijk ‘Natuurlijk rivierdal’ – waarin natuurlijke overstroming aan ‘de hoge droge kant’ van de gradiënten centraal staat – respectievelijk ‘Stromende kommen’ – waarin natuurlijke overstroming aan ‘de lage natte kant’ van de gradiënten leidend is.

2.2 Oplossingsrichtingen als basis

Bij het ruimtelijk afbakenen van de onderzoeksalternatieven wordt voortgeborduurd op de drie oplossingsrichtingen die in fase 1 van deze studie zijn geformuleerd:

- **‘Natuurlijk rivierdal’**: extra Rijnaafvoer boven 16.000 m³/s door het IJsseldal met grootschalige dijkteruglegging, extra Maasafvoer langs de Brabantse zandgronden
- **‘Stromende kommen’**: afvoerproblematiek oplossen in westelijke richting, door met binnendijkse maatregelen ruimte te bieden aan zowel natuur als water (dijkverlegging en groene rivieren door komgebieden).
- **‘Rivier buitendijks/natuur binnendijks’**: afvoerproblematiek zoveel mogelijk buitendijks oplossen via de Waal en de Maas, compensatie van verlies aan laagdynamische natuur binnendijks.

Voor iedere oplossingsrichting is verkend welke maximale en welke minimale ruimte nodig is om te komen tot een natuurlijker rivierengebied dat ook voldoende ruimte biedt voor een veilige afvoer van water. De oplossingsrichtingen zijn daartoe in dit rapport ruimtelijk afgebakend tot zogenaamde onderzoeksalternatieven. De oplossingsrichtingen 'Natuurlijk rivierdal' en 'Stromende kommen' zijn zowel op een *grootschalige* als op een ruimtelijk meer *beperkte* wijze uitgewerkt. De oplossingsrichting 'Rivier buitendijks/Natuur binnendijks' is alleen kwalitatief verder verkend; bij dit alternatief wordt ervan uitgegaan dat het oppervlakte- en kwaliteitsverlies voor riviernatuur binnendijks wordt gecompenseerd.

2.3 Ruimtelijke afbakening van onderzoeksalternatieven

2.3.1 Grootschalige uitwerkingen

In de grootschalige onderzoeksalternatieven wordt ruimte voor een natuurlijk rivierengebied gezocht in het vergaand ruimte bieden aan de rivier langs de Maas en in het IJsseldal ('Natuurlijk rivierdal, grootschalig': **NRgr**), respectievelijk in het toevoegen van het kommengebied tussen de Maas en de Waal aan het winterbed van de rivier ('Stromende kommen, grootschalig': **SKgr**; figuur 2). In het eerste geval worden op grote schaal dijken naar achteren gelegd en zo mogelijk geheel verwijderd. In het tweede geval worden hele brede 'groene rivieren' gerealiseerd tussen geleidedijken door het kommengebied.

Deze onderzoeksalternatieven zijn geïnspireerd op – en deels identiek aan – voorstellen die zijn gedaan in respectievelijk 'De Rijn op Termijn' (Baan & Klijn, 1998; WL, 1998), en 'Living with Floods' (Vis *et al.*, 2001). Ruimte voor de natuur gaat in beide gevallen samen met een forse vergroting van de afvoercapaciteit. Een mogelijk toekomstige afvoer van 18.000 m³/s kan met deze onderzoeksalternatieven ruimschoots worden verwerkt.

2.3.2 Ruimtelijk beperkte uitwerkingen

Bij de ruimtelijk beperkte onderzoeksalternatieven is net zoveel binnendijks gebied buitengedijkt, dat aan de veiligheidsopgave voor de lange termijn kan worden voldaan. Hiertoe zijn in een van te voren vastgelegde volgorde rivierverruimende maatregelen (naar Silva *et al.*, 2000; zie tekstkader 1) ingezet langs bij voorkeur dezelfde riviertak als de grootschalige onderzoeksalternatieven. In hoeverre meer of grootschaliger maatregelen moesten worden ingezet, danwel maatregelen van een ander type, is vastgesteld door een hydraulische toetsing met behulp van de zogenaamde 'Blokkendoos', die is ontwikkeld door WL en RIZA (rapportage in voorbereiding) in het kader van de 'Spankrachtstudie'. Alle onderzoeksalternatieven zijn zover doorontwikkeld dat ze voldoen aan de taakstelling: het voorkomen van verdere dijkverhoging bij een Rijnafvoer van 18.000 m³/s en een Maasafvoer van 4.630 m³/s.

Kader 1 Rivierverruimende maatregelen met perspectief voor natuur

Dijkverlegging

Door de dijken verder van de rivier af te leggen neemt de ruimte voor de rivier toe. De waterstandsverlagende effecten van dijkverleggingen werken relatief ver bovenstrooms door. Met deze maatregel kan de natuurlijke dwarsgradiënt in het rivierdal soms worden hersteld (afhankelijk van de morfologie ter plaatse).

Groene rivier

Uiterwaard tussen twee (geleide)dijken, al dan niet met permanent water. Deze maatregel kan als alternatief voor dijkverlegging worden gezien, daar waar dijkverlegging lastig is door dichte bebouwing. Een groene rivier kan met een overlaat aan de bovenstroomse zijde worden uitgevoerd, waardoor (landbouwkundig) gebruik kan worden gehandhaafd. De opstallen moeten wel worden verplaatst of beschermd. Bij een open inlaat op uiterwaardniveau ligt natuurontwikkeling voor de hand.

Retentiegebied

Door dijken begrensd gebied dat bij hoogwater in de rivier gebruikt wordt om de top van een afvoergolf als het ware af te scheren en tijdelijk op te slaan. Retentie/berging moet bij voorkeur bovenstrooms gebeuren en 'zo laat mogelijk'. De functie van het gebied kan variëren van een aangepast landbouwkundig gebruik tot natuur.

Oplossen van hydraulische knelpunten

Het verwijderen van hoogwatervrije terreinen, steenfabrieken, bruggenhoofden, veerstoepen en zomerkades leidt tot een betere doorstroming van de rivier.

Kribverlaging

Het verlagen van kribben leidt eveneens tot een snellere afvoer bij hoogwater. Voor de natuur zijn er vrijwel geen consequenties te verwachten.

Zomerbedverdieping

Het uitbaggeren van het zomerbed vergroot de afvoercapaciteit van de hoofdgeul, maar verstoort de sedimenthuishouding. Deze maatregel is dan ook weinig 'duurzaam'. Er zijn nauwelijks gevolgen voor de natuur.

Uiterwaardverlaging

Uiterwaardverlaging is een maatregel waarmee de geleidelijk door sedimentatie ontstane ophoging van uiterwaarden weer teniet kan worden gedaan. Uiterwaardverlaging verlaagt de waterstand alleen in het riviergedeelte net bovenstrooms van de maatregel. Door verlagingen over langere trajecten kan de waterstand over een grotere lengte worden verlaagd.

Het verlagen van de uiterwaarden kan op diverse wijzen worden uitgevoerd:

1. Met handhaving van het huidige landgebruik, meestal grasland. Dit resulteert niet in extra kansen voor natuur, en in een beperkte toename van de afvoercapaciteit;
2. Met 'standaard natte natuur': verder afgraven en het creëren van extra waterpartijen in de uiterwaarden. De afvoercapaciteit van het winterbed wordt hierdoor meer vergroot dan bij de twee andere varianten; er ontstaat vooral 'natte hoogdynamische natuur'.
3. 'Natuur maar iets droger': er wordt iets minder ver afgegraven dan bij variant 2 waardoor een minder dynamisch en nat milieu ontstaat. De afvoercapaciteit wordt hierdoor ook wat minder vergroot dan bij variant 2.

Uiterwaardverlaging tast de oorspronkelijke geomorfologie van de uiterwaarden aan en beïnvloedt de sedimenthuishouding.

De volgorde waarin de typen rivierverruimende maatregelen zijn ingezet is ingegeven door een vooraf vastgestelde ‘voorkeursvolgorde’; die zo goed mogelijk recht doet aan de uitgangspunten van respectievelijk ‘natuurlijk rivierdal’ en stromende kommen’ (tabel 2).

Voor ‘Natuurlijk rivierdal’ (NR) was het *River Continuum Concept* leidend en is gestreefd naar herstel van de natuurlijke gradiënten. Bij ‘Stromende kommen’ (SK) was het *Flood Pulse Concept* leidend en is gestreefd naar het vergroten van de oppervlakte aan laag-dynamische milieus. In eerste instantie zijn aldus de voor natuur meest profijtelijke maatregelen ingezet, namelijk dijkverlegging en groene rivieren. Deze bieden ruimte aan natuurlijke overstromingen over een groot oppervlak met een kleinere amplitude dan in het huidige smalle winterbed.

Tabel 2 Volgorde waarin typen maatregelen zijn ingezet bij respectievelijk de oplossingsrichtingen ‘Natuurlijk rivierdal’ en ‘Stromende kommen’.

Oplossingsrichting	‘Natuurlijk rivierdal’ IJssel/ Maas	‘Stromende kommen’ Centraal rivierengebied
meest gewenst	dijkverlegging	groene rivieren
	groene rivieren	dijkverlegging
	retentie	retentie
neutraal	knelpunten	knelpunten
	kribverlaging	kribverlaging
	zomerbedverlaging	zomerbedverlaging
minder gewenst	uiterwaardverlaging variant 3	uiterwaardverlaging variant 3
	uiterwaardverlaging variant 1	uiterwaardverlaging variant 2
	uiterwaardverlaging variant 2	uiterwaardverlaging variant 1

Verklaring varianten uiterwaardverlaging:

Variant 1: handhaving huidig landgebruik

Variant 2: veel afgraven zodat natte natuur kan ontstaan

Variant 3: iets minder afgraven zodat iets drogere natuur ontstaat

De aanleg van retentiegebieden is voor natuurontwikkeling minder aantrekkelijk, omdat een voor veiligheid optimaal beheer vereist dat er een hoge dijk met een hoge drempel om het gebied ligt. Dat leidt tot onnatuurlijk zeldzame en tevens diepe inundaties. Er is daarom aangenomen dat een natuurgericht beheer van de retentiegebieden zal worden gevoerd, met zogenaamde ‘Ökologische Flutungen’: kunstmatige inundaties die natuurlijke overstroming door de rivier nabootsen opdat de natuur eraan gewend raakt en geen ‘doodsklap’ krijgt bij om veiligheidsredenen noodzakelijke inundatie.

Pas als de taakstelling om 18.000 m³/s af te voeren met deze ruimtelijke maatregelen niet gehaald kon worden is ook gebruik gemaakt van maatregelen die voor natuur neutraal zijn, of vergraving van de uiterwaarden betekenen. Voor beide oplossingsrichtingen wordt uiterwaardverlaging als minder gewenst beschouwd vanwege de vergroting van de dynamiek waardoor laag-dynamische milieus verdwijnen. Bovendien kan niet-levende natuur, zoals rivierduinen en kronkelwaarden, worden aangetast door deze maatregel.

Binnen de maatregel uiterwaardverlaging zijn drie verschillende opties mogelijk. ‘Natuur maar iets droger’ (optie 3) geniet in beide gevallen de voorkeur.

Twee verschillende ‘stromende kommen’

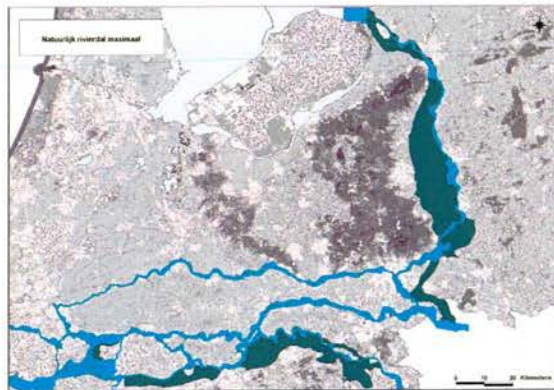
Bij de ruimtelijk beperkte uitwerking van ‘stromende kommen’ zijn twee verschillende ruimtelijke onderzoeksalternatieven uitgewerkt. In het eerste alternatief (SK) wordt alle extra afvoer van de Rijn in westelijke richting afgevoerd. Dit onderzoeksalternatief is zeer ingrijpend voor de omgeving van de Waal met maatregelen aan weerszijden en het levert geen extra natuur op in het IJsseldal. Daarom is ook een tweede onderzoeksalternatief gedefinieerd, waarbij een deel van de Rijnafvoer via de IJssel wordt geleid (SK^{II}). Daardoor kan een groene rivier door de Tielerwaard vervallen.

2.3.3 Overzicht ruimtelijke uitwerkingen en oppervlakken

Figuur 2 geeft de ruimtelijke afbakening van de twee grootschalige en de drie ruimtelijk beperkte onderzoeksalternatieven. Tabel 3 geeft een overzicht van de oppervlakten die in de verschillende onderzoeksalternatieven ‘buitendijks’ komen te liggen. Daarbij is – mede omdat de ‘Blokkendoos’ dat mogelijk maakte – nog onderscheid gemaakt tussen natuurinrichting en handhaving van het huidig landgebruik, omdat natuurinrichting een grotere hydraulische weerstand betekent en dus tot extra opstuwing leidt. In dat geval moeten meer rivierverruimende maatregelen worden genomen. Hieruit blijkt tevens hoe ‘krap’ bemeten de onderzoeksalternatieven nog zijn: zodra er een iets hogere hydraulische ruwheid ontstaat dan waar in de berekeningen mee rekening is gehouden, moeten extra maatregelen worden genomen. In de kaarten van figuur 2 zijn alleen de ‘natuurvarianten’ weergegeven.

Tabel 3 Oppervlakten van binnendijkse maatregelen in de verschillende onderzoeksalternatieven (huidig buitendijks inclusief oppervlaktewateren en zomerbed, tot Holland Diep en Ketelmeer)

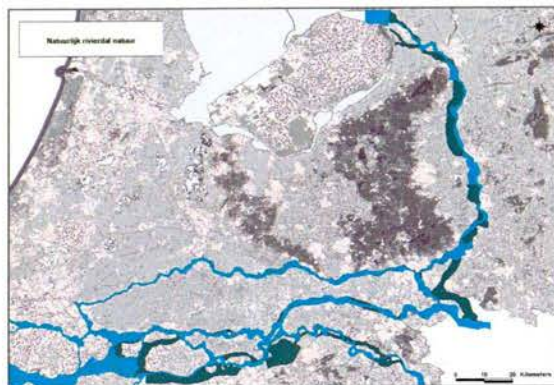
	Land- gebruik	Groene rivieren (ha)	Dijk verlegging (ha)	Retentie (ha)	Oppervlak (ha)	Totaal extra (ha)
Huidig buitendijks gebied					ca. 50000	
Natuurlijk rivierdal grootschalig			ca. 55000			ca. 55000
Natuurlijk rivierdal	natuur	11500	3500	10500		25500
	huidig landgebruik	11500	3000	10500		25000
Stromende kommen grootschalig		ca 30000				ca 30000
Stromende kommen (Maas-Waal)	natuur	17500	50	7000		24550
	huidig landgebruik	17000	50	7000		24050
Stromende kommen (Maas-Waal & IJssel)	natuur	19000	900	12000		31900
	huidig landgebruik	19000	800	9000		28800



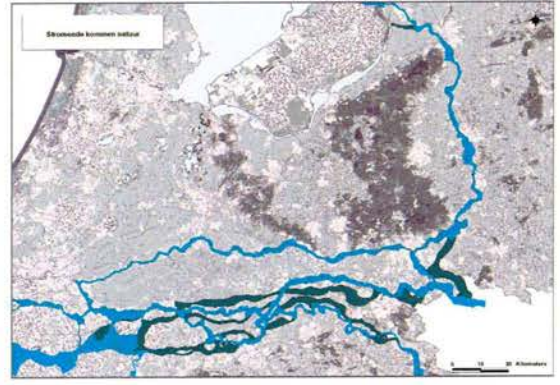
a) *Natuurlijk rivierdal, grootschalig (NRgr)*



b) *Stromende kommen, grootschalig (SKgr)*



c) *Natuurlijk rivierdal (NR)*



d) *Stromende kommen (Maas-Waal; SK)*



e) *Stromende kommen (+ IJssel; SKⁱ)*

Figuur 2 Ruimtelijke begrenzing van de onderzoeksalternatieven

3 Uitwerking en analyse van de onderzoeksalternatieven

3.1 Werkwijze: drie stappen

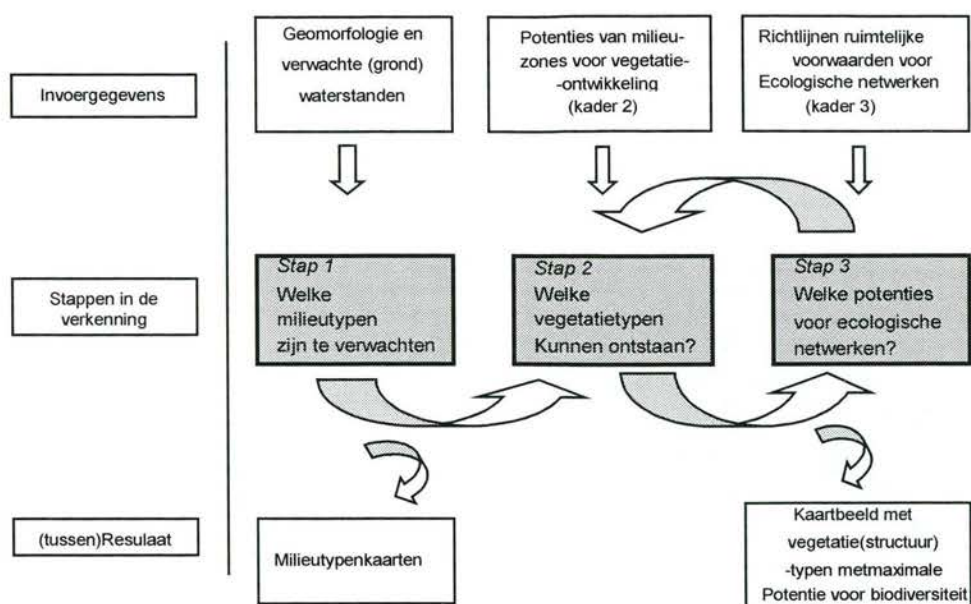
De onderzoeksalternatieven zijn in een drietal stappen nader verkend (figuur 3):

1. Als *eerste* stap is er voor elk onderzoeksalternatief een kaart gemaakt van de milieuzones die kunnen worden verwacht.
2. Als *tweede* stap is nagegaan welke vegetatietypen binnen die milieuzones kunnen voorkomen en elkaar kunnen opvolgen – in een schijnbaar lineaire dan wel cyclische successie – afhankelijk van begrazingsintensiteit, doelbewust beheer (maaïen, kappen), en eventuele events zoals langdurige overstroming of ‘begraving’ door sedimentatie.
3. Als *derde* stap is gekeken naar het functioneren van ruimtelijke habitatnetwerken, die weer het resultaat zijn van de vegetatiestructuurontwikkeling uit stap 2.

3.1.1 Milieuzones

Milieuzones kunnen worden beschouwd als de ‘abiotische standplaatstypen’ die de potenties voor ecosysteemontwikkeling bepalen – in terrestrische milieus betreft het dan vooral de vegetatie-ontwikkeling. Standplaatstypen worden bij voorkeur onderscheiden naar ecologisch relevante standplaatsfactoren, zoals vochttoestand en aeratie, voedselrijkdom, zuurgraad en dergelijke. In riviergebieden blijkt er in de praktijk een zonering van standplaatstypen te kunnen worden onderscheiden die in hoofdzaak wordt bepaald door de hoogteligging ten opzichte van de rivier, die bepalend is voor de overstromingsduur, c.q. het overspoelingsregime in getijdegebieden. Daarnaast zijn de grondwaterstand en textuur van de bodem zeer belangrijk.

Bij gebrek aan voldoende gedetailleerde gegevens over die laatste factoren, zijn voor dit onderzoek milieuzonekaarten geconstrueerd die volledig gebaseerd zijn op overstromingsduur c.q. overspoelingsregime.



Figuur 4 Werkwijze van de nadere verkenning van de onderzoeksalternatieven.

Hierbij zijn gegevens gebruikt over de hoogteligging van het maaiveld, de waterstanden in de rivieren bij verschillende afvoeren en de gemiddelde zeespiegelstand. Tevens zijn aannames gedaan over de getijslag en de relatie tussen rivierwaterstand en grondwaterstanden. Er is daarbij uitgegaan van een zeespiegelstijging van 60 cm en er is aangenomen dat de waterstanden op de rivier bij verschillende herhalingsstadijden gelijk blijven doordat de hogere toekomstige afvoeren worden gecompenseerd door de extra beschikbare ruimte.

In iedere milieuzone kunnen vegetaties tot ontwikkeling komen zoals die passen bij verschillende successiestadia (zie tekstkader 2 en tabel 4). Welke vegetaties er precies kunnen ontstaan is echter mede afhankelijk van andere relevante standplaatsfactoren, zoals grondwaterstanden en textuur, die bepalend zijn voor de vochttoestand van de bodem of de mate van stroming dan wel isolatie ten opzichte van de hoofdstroom. Die zijn niet alle in tabel 4 weergegeven, omdat dat een te complex geheel zou opleveren; de in de tabel genoemde vegetatietypen moeten dan ook worden beschouwd als *voorbeelden* van wat zou kunnen voorkomen – er is niet naar volledigheid gestreefd. Door een bepaald menselijk beheer – bijvoorbeeld als weiland, hooiland of griend – kunnen sommige successiestadia langdurig voortbestaan.

3.1.2 Beheer en vegetatietypen

De verhouding tussen hoogopgaande en lage begroeiing kan beïnvloed worden door doelgericht beheer; in een aantal gevallen kan dat noodzakelijk zijn om voldoende doorstroomcapaciteit in het rivierbed en/of de stromende kommen te behouden, in andere gevallen kan vanuit een bepaald streefbeeld voor de natuur meer op bosontwikkeling dan wel openheid worden ‘aangestuurd’. In dit onderzoek wordt over de wenselijkheid van een bepaald streefbeeld (meer op natuurlijke processen gericht dan wel meer op recreatief medegebruik) geen uitspraak gedaan

Kader 2 Milieuzones en vegetatieontwikkeling

Het voorkomen van bepaalde vegetatietypen is afhankelijk van een combinatie van abiotische factoren, biotische factoren (herbivorie, terreinbeheer), tijd (successiestadium) en begincondities. In het rivierengebied zijn de volgende abiotische factoren het meest bepalend: overstromingsduur, textuur van de bodem en grondwaterstand/waterdiepte (naar onder meer De Graaf et al., 1990; Jongman et al.; Brongers et al., 1993; Rademakers & Wolfert, 1994; Klijn et al., 1998). Voor de milieuzonering is gebruik gemaakt van de overstromingsduur en de grondwaterstand/waterdiepte (tabel 3).

Hoogwatervrij

De hoogwatervrije zone wordt zelden overstroomd. Bij begrazing of hooilandbeheer is een ontwikkeling richting grasland waarschijnlijk, waarbij onder meer (vaak droge) stroomdalgraslanden kunnen ontstaan. Zonder graasdruk is een ontwikkeling richting bos te verwachten. Bij extensieve (natuurlijke) begrazing ligt een mozaïek van graslanden, ruigte en bos voor de hand.

Hardhoutzone

De hardhoutzone wordt gekenmerkt door een gemiddelde overstromingsduur van 2 tot 50 dagen per jaar. Onder die omstandigheden kunnen verschillende typen hardhoutbos ontstaan. Afhankelijk van de grondwaterstand varieert dit van een Essen-Iepenooibos (*Fraxino-Ulmetum*) op vochtige standplaatsen tot een Elzenrijk Essen-Iepenbos op natte standplaatsen. Bij begrazing of hooilandbeheer ontstaan stroomdalgraslanden, terwijl extensieve (natuurlijke) begrazing weer leidt tot een mozaïek van graslanden, ruigten, struwelen en bos.

Zachthoutzone

De zachthoutzone met 50-150 dagen per jaar overstroming biedt mogelijkheden voor bostypen die meer overstromingstolerant zijn. Op vochtige, goed gedraineerde standplaatsen kan een Zwarte-populierenooibos ontstaan, op de nattere locaties Schietwilgenooibos. Bij extensief beheer of natuurlijke begrazing ligt een ontwikkeling richting grasland/moeras voor de hand, of ontstaat een mozaïek-vegetatie van graslanden/moerassen, ruigte en bos.

Droogvallende zone

Op plekken die langer dan een half jaar gemiddeld onder water staan maar ook af en toe droogvallen zullen moerasruigtes en/of rietlanden kunnen ontstaan.

Helofytenzone

In zeer ondiepe wateren en in oeverzones zullen vegetaties kunnen ontstaan van boven water uitstekende wortelende waterplanten (helofyten), behorende tot het *Phragmites*.

Drijfbladplanten- en waterplantenzone

In geïsoleerde strangen of andere wateren met weinig stroming kunnen bijvoorbeeld Watergentiaan-vegetaties worden gevonden. Op plekken waar het water iets meer stroomt komen vegetaties van de Gele Plomp in beeld. In diepere maar heldere wateren kunnen velden van ondergedoken waterplanten (*Potamogeton*) ontstaan.

Kader 3 Terreinbeheer voor een veilige afvoer

Voor een ongehinderde afvoer in tijden van hoogwater is een te weelderige vegetatie-ontwikkeling ongewenst, omdat die een te grote hydraulische ruwheid betekent. Dat hindert een vlotte afvoer van water, ijs en sediment. Dat betekent in de praktijk dat bosontwikkeling niet over de volle breedte van uiterwaarden en/of groene rivieren kan worden toegestaan. In delen die regelmatig water voeren kan gemiddeld maximaal zo'n 30-40% bos worden toegestaan. Waar minder vaak water komt maximaal zo'n 70%.

Een enigszins open landschap kan soms het gevolg zijn van natuurlijke begrazing door hoefdieren (Reeën, edelherten e.d.) en/of Grauwe ganzen, maar waar dit onvoldoende soelaas biedt kan een gericht beheer noodzakelijk zijn, hetzij door vee in te scharen om de begrazingsdruk te vergroten, hetzij door maaien, kappen etc.

Tabel 4 Voorbeelden van vegetatietypen in de verschillende milieuzones.

Milieutypes		Vegetatiestructuur	Pionier- en watervegetatie	Graslanden	Ruigten/ moeras	Struwelen en bossen
Overstroming in dagen per jaar						
Hoog intergetijdgebied	Hardhoutzone	2-50		Droog stroomdal-grasland (<i>Sedo-Thymetum</i>) Uiterwaard-weiland (<i>Lolio-Cynosoretum</i>) Hooiland (<i>Arrhenatheretum</i>) Productie grasland (<i>Poo-Lolietum</i>)	Bitterzoet en Riet (<i>RG Solanum dulcamare-Phragmites australis</i>) Kruisblad-walstro-associatie (<i>Urtico-Cruciatetum laevipedis</i>) Ruigtes met Moerasspirea en Valeriaan (<i>Valeriano-Filipenduletum</i>)	Abelen-Iepenooibos (<i>Viola odoratae-Ulmetum</i>) Essen-Iepenooibos (<i>Fraxino-Ulmetum</i>) Elzenrijk Essen-Iepenooibos
	Zachthoutzone	50-150		Nat uiterwaard-grasland <i>Rumici-Alopecuretum geniculati</i>	Ruigtes met Moerasspirea en Valeriaan (<i>Valeriano-Filipenduletum</i>) Rietgras (<i>Phalaris arundinacea</i>)	Schietwilgen-ooibos Bijvoet-ooibos (<i>Artemisio-Salictetum albae</i>)
Laag intergetijdgebied	Droogvallende zone	150-365			Rietmoeras (<i>Phragmition</i>)	
	Helofytenzone	365			Oeverriet-vegetatie (<i>Phragmition</i>)	
	Drijfbladplantenzone		Watergentiaan-vegetatie Gele plomp-vegetatie <i>Potamogetea</i>			
	Diep water					
Zoet (getide)water						

De volgende vegetatiestructuurtypen zijn onderscheiden: pionier- en watervegetatie, grasland, ruigte/ moeras en struweel/ bos (zie tabel 4). Deze vegetatiestructuurtypen sluiten aan bij het ecotopenstelsel dat veelvuldig wordt gebruikt door Rijkswaterstaat (zie ook Van Rooij & Kalkhoven, 2001) en ze hebben een duidelijke relatie met het rivierkundig relevante begrip ‘hydraulische ruwheid’.









3.1.3 Habitatnetwerken

Op basis van de vegetatiepatronen die aldus ontstaan en richtlijnen voor duurzame habitatnetwerken (tekstkader 4) zijn ruimtelijke keuzes voorgesteld ten aanzien van de gewenste ontwikkeling van de vegetatie. Daarbij is gepoogd duurzame habitatnetwerken te laten ontstaan voor moeras, ruigte en bos. Hierbij zijn de habitatvereisten van bepaalde diergroepen als leidraad gebruikt, zoals die zijn gegeven door Van Rooij en Kalkhoven (2001) en Liefveld *et al.* (2000), gebaseerd op modelberekeningen, literatuur en deskundigenoordeel. Het betreft habitatvereisten ten aanzien van de benodigde oppervlakten voor sleutelpopulaties en levensvatbare populaties en voor de maximale afstand tussen stapstenen (tabellen 5 en 6).

Deze stap betreft feitelijk een (reeks) keuze(n) ten aanzien van een bepaald patroon ten aanzien van inrichting en beheer. Dit kan worden opgevat als een cyclisch ontwerpproces (vergelijk Opdam *et al.*, 2001). Het resultaat van deze ontwerpstap is een kaartbeeld van vegetatiestructuurtypen en een aanduiding van de diergroepen die duurzaam kunnen voorkomen.

Kader 4 Ruimtelijke voorwaarden voor duurzame ecologische netwerken				
<p>Het leefgebied van vele planten- en diersoorten (<i>habitat</i>) is erg versnipperd geraakt. Populaties van veel dierv- en plantensoorten zijn hierdoor geïsoleerd geraakt en te klein geworden om natuurlijke aantalsfluctuaties op te kunnen vangen. De kans op het uitsterven van kleine (deel)populaties is groot, terwijl de kans op hernieuwde vestiging van de soort juist klein is door de grote afstand tot de dichtsbijzijnde (deel)populatie.</p> <p>Habitatplekken die voldoende groot zijn om een grote populatie van een soort met een bijgevolg kleine uitsterfkans te herbergen worden <i>sleutelgebieden</i> genoemd. Sleutelgebieden vormen de sterke schakels in habitatnetwerken.</p> <p>Wanneer de afstand tussen twee grote habitatplekken groter is dan het dispersievermogen van een soort kunnen kleine habitatplekken in het tussenliggende gebied (<i>stapstenen</i>) of een verbindend lint van habitat (<i>corridor</i>) de grote habitatplekken verbinden tot één habitatnetwerk. Wanneer in een habitatnetwerk een voldoende grote (meta-)populatie kan voorkomen ontstaat er een <i>duurzaam habitatnetwerk</i> voor de betreffende soort.</p>				
----- toenemende potentie voor biodiversiteit ----->				
Sleutelpopulatie (zonder populaties binnen dispersie-afstand)	→	Levensvatbare populatie in riverengebied (met stapsteen-populaties)	→	Levensvatbare populatie in riverengebied (zonder stapsteen-populaties)
Sleutelgebied (zonder habitatplekken binnen dispersie-afstand)	→	Duurzaam habitatnetwerk in het riverengebied (met stapstenen)	→	Duurzaam habitatnetwerk in het rivierengebied (zonder stapstenen)

Tabel 5 Oppervlaktebehoefte per vegetatiestructuurtype voor sleutelpopulaties van de meeste soorten van de gespecificeerde diergroepen (naar Liefveld et al., 2000 en Alterra, 2001)

Oppervlakte (ha)	moeras	grasland	droge ruigte	bos
5				
50	Kleine zoogdieren 			
200				Kleine zoogdieren 
500		Reptielen 	Amfibieën 	
1000	Kleine vogels 	Insecten 		
1500	Middelgrote en grote vogels  			Middelgrote en grote vogels*  
5000		Kleine vogels 	Kleine vogels 	Kleine vogels  Grote zoogdieren** 
10000		Middelgrote vogels 	Middelgrote en grote vogels  	
25000	Grote zoogdieren 	Grote vogels 		Grote zoogdieren 

* Oppervlakte is gebaseerd op koloniebroeders.

** Oppervlakte is gebaseerd op kuddedieren.

Tabel 6 Klassen van dispersievermogen van soorten (schaalniveau) en vuistregels voor de maximale afstand tussen stapstenen (naar Foppen et al., 1998 en Liefveld et al., 2000)

Schaalniveau	Dispersievermogen	Vuistregel max. afstand tussen habitatplekken
Lokaal	< 3 km	-
Regionaal	3-30 km	10 km
Nationaal	30 – 100 km	40 km
Internationaal	> 100 km	100 km

3.2 Beoordeling onderzoeksalternatieven: gebruikte criteria

De in hoofdstuk 2 genoemde beleidsuitgangspunten zijn ook gebruikt als criteria om de onderzoeksalternatieven te beoordelen. Dat wil zeggen dat van alle alternatieven op een kwalitatieve wijze (beschrijvend en scorend op een vijfdelige schaal van - tot ++) is nagegaan hoe ze scoren ten aanzien van:

- **Oppervlakte** (kwantiteitscriterium), dat wil zeggen de oppervlakte buitendijks gebied, waar natuurlijke processen kunnen optreden en in theorie riviernatuur tot ontwikkeling kan komen.

- **Natuurlijkheid** (kwaliteitscriterium) met name ten aanzien van overstromingspatroon en intensiteit (hydrodynamiek), geomorfologische processen (morfodynamiek) en natuurlijke successie onder invloed van natuurlijke begrazing en/of andere ‘verstoringen’ (*events*).
- **Diversiteit** (kwaliteitscriterium), vooral de mate van volledigheid van gradiënten dwars op de rivier en in de lengterichting van de rivier. Tevens is speciaal aandacht besteed aan het voorkomen van laagdynamische milieus die in het huidige rivierengebied zeldzaam zijn geworden door te grote rivierdynamiek tussen de dijken: rivierbegeleidende moerassen, ondiep water en hardhoutbossen.
- **Connectiviteit** (kwaliteitscriterium) met name het kunnen ontstaan van:
 - sleutelgebieden,
 - duurzame netwerken en
 - aansluiting bij bestaande habitatnetwerken in binnen- en buitenland.
 Deze beoordeling van de connectiviteit vindt plaats voor enkele geselecteerde (meer of minder riviergebonden) soorten, die representatief geacht worden voor een heel scala aan soorten met vergelijkbare habitateisen.

Hieronder volgt per onderzoeksalternatief een korte bespreking van de beoordeling op de kwaliteitscriteria. Voor de oppervlakten wordt verwezen naar tabel 3 in hoofdstuk 2. Dit hoofdstuk wordt afgesloten met een overzichts(scorings)tabel voor alle onderzoeksalternatieven.

3.3 Natuurlijk rivierdal, grootschalig (NRgr)

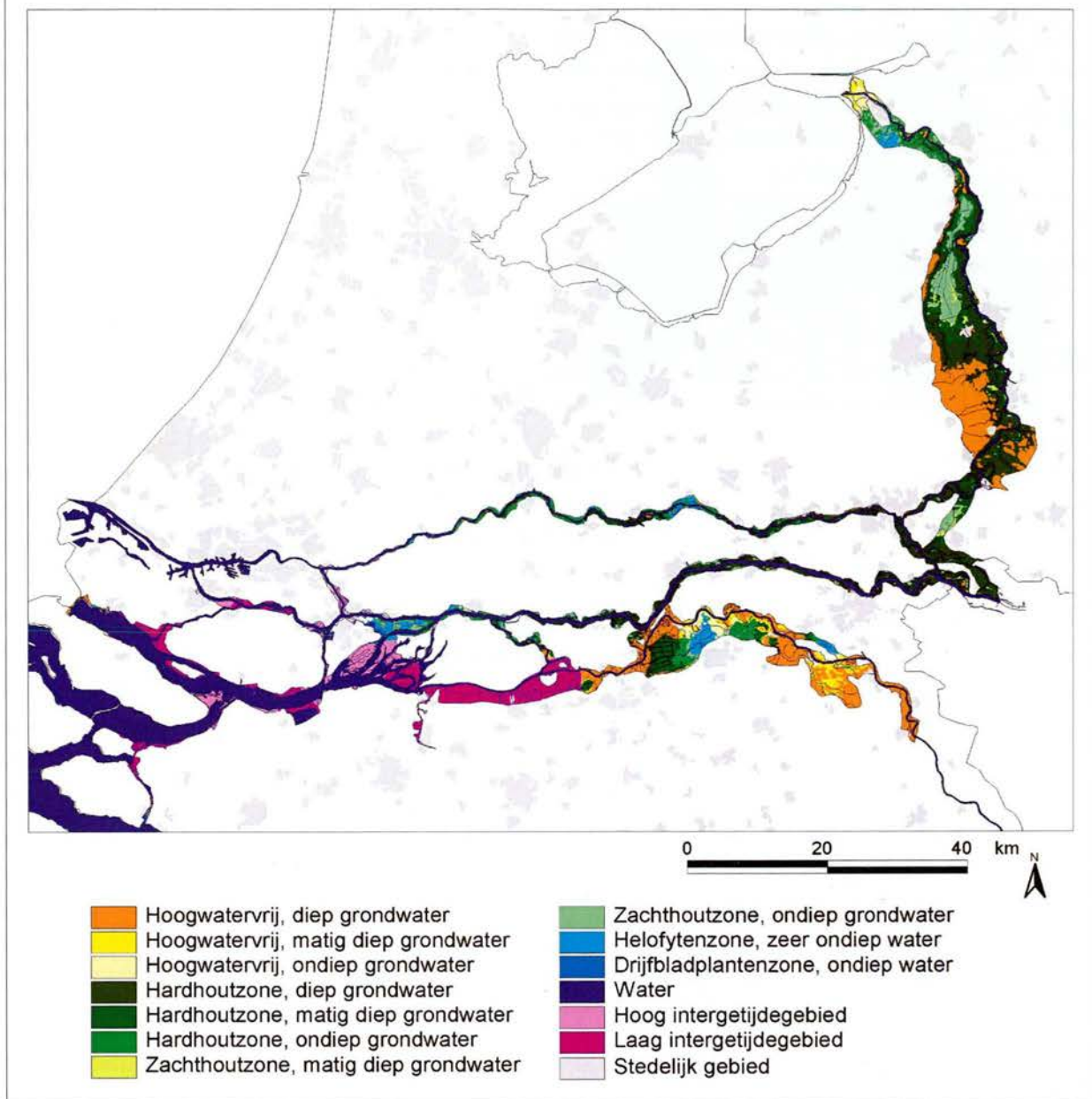
In dit onderzoeksalternatief zijn de rivierdalen van de IJssel en de Maas sterk verbreed door de winterdijken rigoureus naar achteren te leggen. Het rivierdal van de IJssel grenst daardoor weer aan de hogere pleistocene gronden van de Veluwe en het Maasdal aan het dekzandgebied van Noord-Brabant (figuur 2a).

3.3.1 Natuurlijkheid

Door de forse verbreding van de overstromingsvlakte ontstaat er weer ruimte voor natuurlijke overstromingsdynamiek. De oeverwallen langs de IJssel en de daarachtergelegen kleiige kommen worden in dit alternatief weer regelmatig overstroomd door de rivier.

In het IJsseldal en langs de Maas worden de geohydrologische en biotische relaties met de hogergelegen zandgronden hersteld. Met name de verbinding tussen het IJsseldal met de bossen van de Veluwe kan voor beide gebieden een meerwaarde betekenen.

NATUURLIJK RIVIERDAL, GROOTSCHALIG (NRgr)



Figuur 5 Vervachte milieuzones in het onderzoeksalternatief 'Natuurlijk rivierdal, grootschalig'.

3.3.2 Diversiteit aan milieutypen

Door de schaal waarop de dijkverleggingen zijn toegepast kan een grote diversiteit aan milieutypen zich over grote oppervlakten ontwikkelen. In dit onderzoeksalternatief worden de gradiënten van een natuurlijk rivierdal langs de Maas en de

IJssel in de breedte volledig hersteld. Ook in de lengterichting wordt de natuurlijke gradiënt hersteld.

De gradiënt in de lengte van de rivier wordt weerspiegeld in grote oppervlakken hoogwatervrije zone en hardhoutzone in de bovenstroomse delen van IJssel en Maas. Verder stroomafwaarts is het rivierdal vlakker en ontstaan grote oppervlakten zachthoutzone en moeras.

Vanaf de Biesbosch tot ver in het Maasdal ontstaat weer een uitgestrekt zoetwatergetijdengebied; een gebied dat onder invloed staat van de rivier én van de getijdenbeweging van het zeewater. Verder naar het westen is door een beheer van de Haringvlietsluizen als stormvloedkering de gradiënt van zoet naar zout hersteld. Dit is echter een autonome ontwikkeling, die niet onderscheidend is voor de onderzoeksalternatieven. Bij de IJsselmonding kan weer een moerassige delta tot ontwikkeling komen..

Ook de overstromingsgradiënt over de breedte van het rivierdal wordt in het IJsseldal en langs de Maas hersteld. Kwel vanuit de Veluwe voegt in het IJsseldal een extra dimensie toe aan de breedtegradiënt.

3.3.3 Connectiviteit

Door de grote omvang biedt dit onderzoeksalternatief de mogelijkheid dat er voldoende habitat beschikbaar is voor duurzame habitatnetwerken van soorten met een grote oppervlaktebehoefte, en dat zowel voor moeras als voor bos, grasland en ruigte.

Moeras/ondiep water

De grote oppervlakten aan moeras en open water die in de Biesbosch en in het IJsseldal ontstaan zijn beiden op zich al voldoende groot voor duurzame populaties van grote moerasvogels, zoals de Roerdomp. De kleinere moerasgebieden in de IJsseldelta en langs de Maas zijn voldoende groot voor sleutelpopulaties van grote moerasvogels. Voor diersoorten met een groot dispersievermogen maken al deze moerasgebieden deel uit van één groot habitatnetwerk. Voor moerasvogels die op dispersie slechts korte afstanden kunnen overbruggen liggen de moerasgebieden te ver uit elkaar om tot hetzelfde habitatnetwerk te horen. De Biesbosch en de IJssel liggen echter vlak bij de 'natte as' en maken daardoor deel uit van een groter habitatnetwerk.

Bos

Door de ruime dimensionering van dit onderzoeksalternatief kan gemiddeld zo'n 50 % bos worden toegestaan zonder dat de veiligheid in gevaar komt. In de Biesbosch en in het IJsseldal kunnen met name op de hogere delen grote min of meer aaneengesloten bosgebieden ontstaan. In het zuidelijke deel van het IJsseldal zal zich vooral hardhoutoibos kunnen ontwikkelen. Naar het noorden toe neemt de

overstromingsdynamiek toe en ontstaat een overgang naar zachthoutoobossen, grenzend aan moeras.

Het bosgebied dat in het zuidelijke IJsseldal kan ontstaan is hiermee zo groot dat het zelfs plaats kan bieden aan een sleutelpopulatie van grote zoogdieren. De Biesbosch biedt ruimte voor een duurzaam habitatnetwerk voor kleine bosvogels. De oppervlakte bos in De Gelderse Poort is voldoende voor een sleutelpopulatie van kleine bosvogels. Met voldoende corridors biedt het rivierengebied ook ruimte voor een levensvatbare populatie aan grote zoogdieren.

Grasland/Ruigte

Langs de Nederrijn/Lek, Waal en Maas kan met extensief begrazingsbeheer een grote oppervlakte aan grasland en ruigte ontstaan. De relatief smalle uiterwaarden langs deze rivieren vereisen dat de begroeiing enigszins kort wordt gehouden opdat de afvoer van water niet in gevaar komt. De IJsselvallei biedt vooral in het noorden kansen voor een grote oppervlakte grasland en ruigte, overgaand in moeras. Met dit geheel kunnen een aantal sleutelgebieden voor grote vogels ontstaan, onderling verbonden met corridors of stapstenen. Hierdoor ontstaat in het rivierengebied een duurzaam habitatnetwerk voor grote vogels van grasland en ruigte, zoals de kwartelkoning.

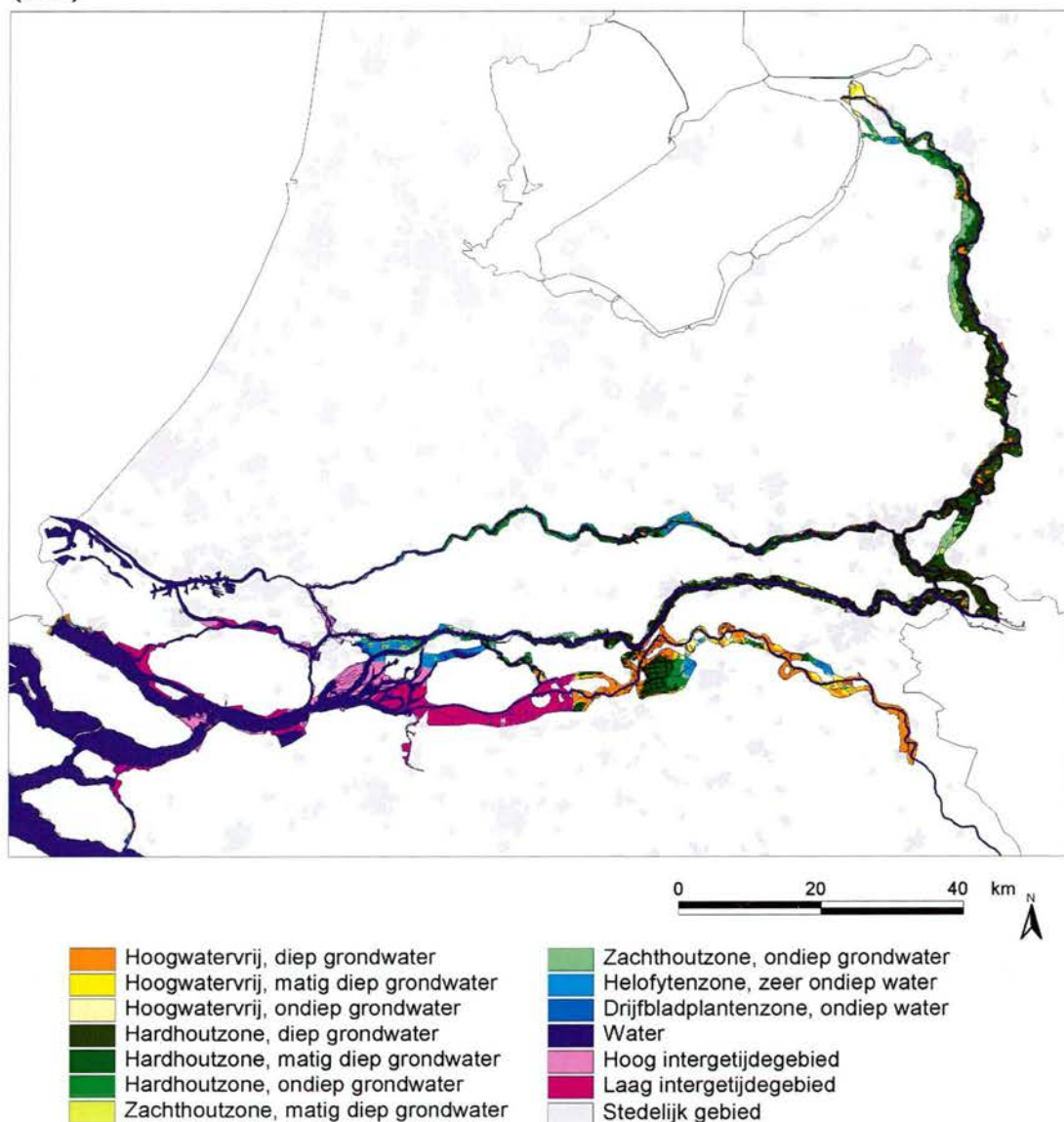
Tabel 7 Ecologische beoordeling van onderzoeksalternatief 'Natuurlijk rivierdal, grootschalig'.

Natuurlijk rivierdal, grootschalig		
Criteria		Beoordeling
Natuurlijkheid	- breedtegradiënt	++
	- lengtegradiënt	++
Diversiteit milieutypen		++
Connectiviteit	- Moeras/ondiep water	++
	- Bos	++
	- Ruigte / grasland	++

3.4 Natuurlijk rivierdal (NR)

Dit onderzoeksalternatief is geïnspireerd op 'Natuurlijk rivierdal, grootschalig', maar verschilt daarvan vooral qua omvang (vergelijk figuren 2a en c, respectievelijk 5 en 6). Dit geldt met name voor het IJsseldal, waar in het noordelijk deel maar de helft van het oorspronkelijke komgebied bij het rivierdal getrokken is. Door de mindere ruimte is de capaciteit van het IJsseldal onvoldoende om alle extra rivierafvoer naar het noorden af te leiden. Een deel van de afvoer wordt daarom langs de Waal geleid door daar dijken te verleggen en door een groene rivier van de Waal naar de Biesbosch door het Land van Altena. Ook in het Oostelijke Maasdal wordt minder ruimte aan de rivier geboden.

NATUURLIJK RIVIERDAL (NR)



Figuur 6 Verwachte milieuzones in het onderzoeksalternatief 'Natuurlijk rivierdal'.

3.4.1 Natuurlijkheid

In principe kunnen dezelfde processen plaatsvinden als bij het onderzoeksalternatief 'Natuurlijk rivierdal, grootschalig'. Door de mindere ruimte zullen deze processen echter op een kleiner oppervlak plaatsvinden terwijl de verticale waterstands-dynamiek op veel plaatsen onnatuurlijk groot blijft.

3.4.2 Diversiteit aan milieutypen

Door de beperking in oppervlakte is de gradiënt dwars op de rivier onvolkomen: de zelden overstroomde milieus zijn veel minder uitgestrekt of ontbreken geheel. Dit geldt met name voor het zuidelijke IJsseldal, waar er een minder grote oppervlakte hoogwatervrij en zelden overstroomd gebied bijkomt.

De overgang van het natuurlijke rivierdal naar de hoger gelegen Veluwe, die in de grootschalige variant aanwezig was, is hierdoor verdwenen. Ook de geleidelijke overgang van kwelmilieus naar door de rivier gedomineerde milieus langs de Veluwe kan in dit onderzoeksalternatief niet tot ontwikkeling komen.

In de lengterichting van de rivier is de gradiënt duidelijk minder uitgesproken dan in het grootschalige onderzoeksalternatief

3.4.3 Connectiviteit

Ook dit onderzoeksalternatief biedt kansen voor de grootschalige ontwikkeling van bos en moeras. Door de kleinere oppervlakte kan er echter een minder groot oppervlak aan bos- en moerasgebieden ontstaan. Bovendien is een onbeperkte ontwikkeling van bos niet toelaatbaar in verband met de benodigde doorstroomcapaciteit. Bosontwikkeling wordt daarom vooral in het IJsseldal gestimuleerd, waar veel relatief hogere gronden zijn (minder interactie met de afvoercapaciteit van de rivier als geheel) en waar de verbinding Veluwe – IJsseldal een extra meerwaarde kan opleveren.

Moeras

De moerasgebieden zijn in dit onderzoeksalternatief in het IJsseldal sterk ingeperkt ten opzichte van die in het grootschalige onderzoeksalternatief. In het IJsseldal verdwijnt de aansluiting met moerasgebieden in de natte as. Ook wordt de kans kleiner dat duurzame populaties van grote moerasvogels ontstaan.

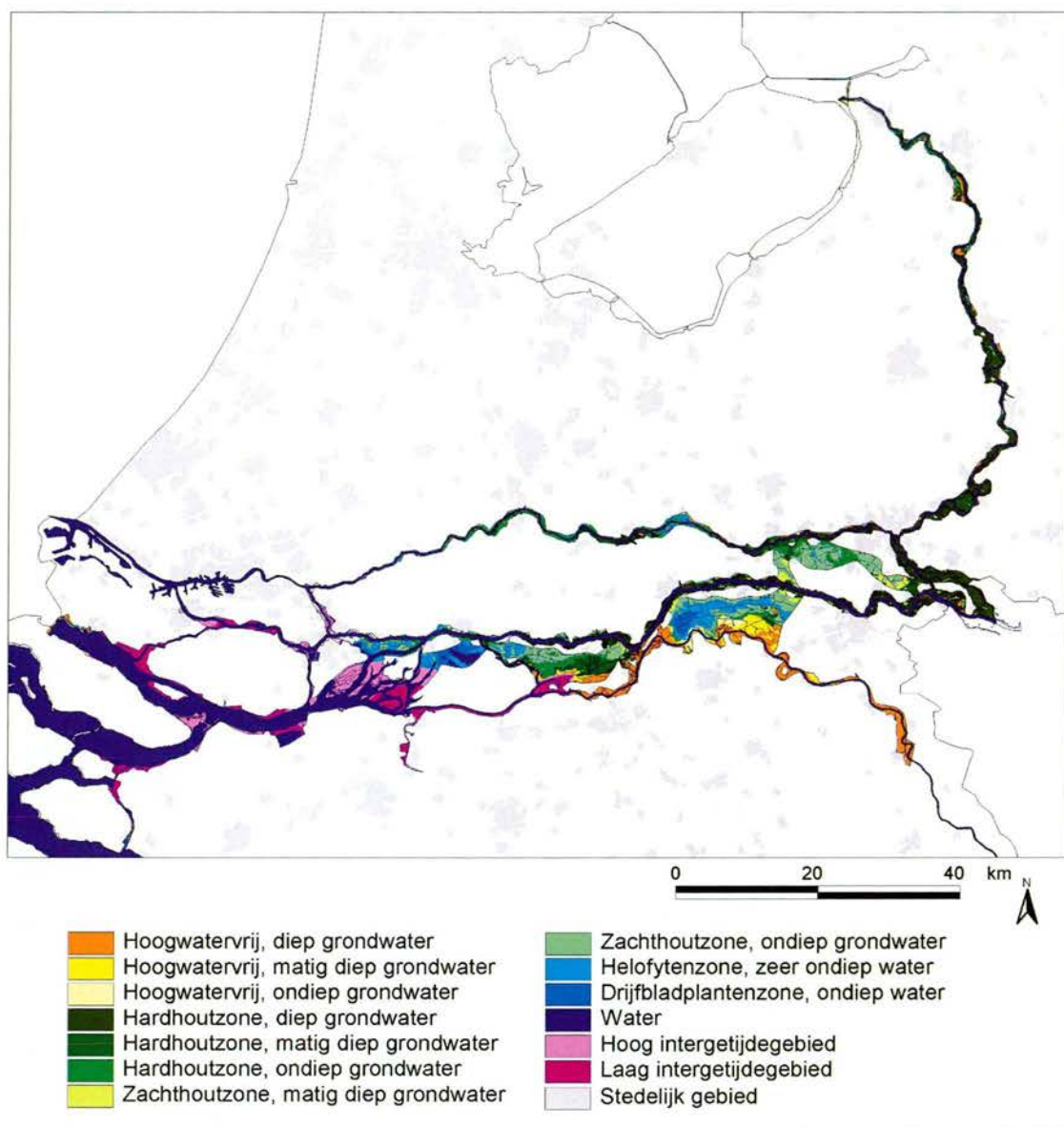
Het netwerk van moerasgebieden in het rivierengebied als geheel is (net) geschikt voor duurzame populaties van dezelfde soorten moerasvogels als in het grootschalige alternatief (tabel 8). Het habitatnetwerk is echter minder robuust dan in het grootschalige alternatief.

Bos

Door de inperking van het bosoppervlak ten opzichte van het grootschalige onderzoeksalternatief is er geen sleutelgebied voor grote zoogdieren meer. Voor kleine bosvogels, de diergroep met de daaropvolgende grootste oppervlaktebehoefte, vormen het IJsseldal en de Biesbosch wel sleutelgebieden.

Wanneer beide gebieden door stapstenen met elkaar zouden worden verbonden, kan er een zeer duurzaam habitatnetwerk voor kleine bosvogelsoorten ontstaan. Voor een levensvatbare populatie grote zoogdieren is het bos echter nog steeds te klein

STROMENDE KOMMEN, GROOTSCHALIG (SKgr)



Figuur 7 Verwachte milieuzones in het onderzoeksalternatief 'Stromende kommen, grootschalig'.

Ruigte/grasland

Voor ruigte- en graslandsoorten is het habitatnetwerk min of meer gelijk aan dat in het grootschalige onderzoeksalternatief, alleen is er in het IJsseldal een grote aaneengesloten habitatplek verdwenen.

Tabel 8 Ecologische beoordeling van onderzoeksalternatief 'Natuurlijk rivierdal'.

Natuurlijk rivierdal		
Criteria		Beoordeling
Natuurlijkheid	- breedtegradiënt	+
	- lengtegradiënt	+
Diversiteit milieutypen		
Connectiviteit	- Moeras/ondiep water	+
	- Bos	+
	- Ruigte / grasland	+

3.5 Stromende kommen, grootschalig (SKgr)

In dit grootschalige onderzoeksalternatief worden grote oppervlakken van het kommengebied tussen Waal, Nederrijn en Maas buitendijks gemaakt (figuur 2b). Nieuwe riviernatuur kan in dit onderzoeksalternatief dus alleen langs een oost-westas in het Centrale Rivierengebied plaatsvinden.

Er is vanuit gegaan dat er geen kunstmatige drempel (een overlaat) tussen de huidige uiterwaarden en de stromende kommen wordt aangelegd; als de uiterwaarden overstroomd zal het rivierwater ook de kommen in stromen. Bij een voldoende grote afvoer zullen de kommen mee gaan stromen.

3.5.1 Natuurlijkheid

De laaggelegen delen in de stromende kommen zullen met name door stagnerend regenwater en kwel langdurig blank komen te staan. Eens in de zoveel jaar zal er bij hoge afvoeren rivierwater door de kommen stromen. Dit zal met name in de winterperiode plaatsvinden. In de kommen zal de stroomsnelheid klein zijn en spelen geomorfologische processen slechts een beperkte rol. De getijdenbeweging zal zich via de verruimde Bergsche Maas uitstrekken tot de zuidpunt van de Bommelerwaard.

Het zoetwatergetijdengebied strekt zich uit van de Biesbosch tot de zuidpunt van de Bommelerwaard. De oppervlakte aan zoetwatergetijdengebied is echter veel kleiner dan bij het onderzoeksalternatief 'Natuurlijk rivierdal, grootschalig'.

3.5.2 Diversiteit aan milieutypen

Door het natuurlijke relief in de komgebieden kan binnen de stromende kommen een grote diversiteit aan vooral natte, laagdynamische milieutypes ontstaan. Hiermee wordt het laagdynamische deel van de natuurlijke breedtegradiënt van rivierdalen hersteld.

Voor de lengtegradiënt geldt dat in het bovenstrooms gelegen Rijnstrangengebied de hardhoutzone domineert, terwijl meer naar het westen steeds frequenter

overstroomde milieuzones gaan domineren, eindigend met permanent open (getijde)water (figuur 8).

De kom in de Overbetuwe ligt nog grotendeels in de zachthoutzone, de stromende kommen in het land van Maas en Waal en Bommelerwaard worden gekenmerkt door veel ondiep water en moeras met overgangen via zachthout- naar hardhoutzones op de oeverwallen. De stromende kom in het Land van Altena komt grotendeels onder water.

3.5.3 Connectiviteit

Moeras/ondiep water

In de komgebieden kunnen grootschalige moerasgebieden tot ontwikkeling komen. Zo kan er langs de Waal en Maas een ketting van moerasgebieden van steeds enkele duizenden hectares groot ontstaan. Elk van deze moerasgebieden kan als sleutelgebied dienen voor grote moerasvogels en samen vormen ze een habitatnetwerk waarin soorten als de Kwak en de Roerdomp duurzaam kunnen voortbestaan.

Ook ontstaan er goede kansen voor soorten die bij uitstek gebonden zijn aan de overgang van water en moeras naar bos, zoals de Bever. De meest westelijke moerassen liggen bovendien vlak bij de natte as waardoor het habitatnetwerk voor veel soorten sterk wordt vergroot.

Bos

In de Biesbosch en de Gelderse Poort is het accent gelegd op de grootschalige ontwikkeling van bos. Deze twee grote kernen met min of meer aaneengesloten bossen kunnen elk sleutelpopulaties herbergen van de meeste bosvogels.

Wanneer deze twee bosgebieden door middel van stapstenen langs de Waal met elkaar verbonden worden kunnen ook kleine bosvogels duurzame populaties vormen binnen het rivierengebied.

Ruigte/grasland

Langs de Nederrijn/Lek en IJssel wordt de ontwikkeling van grootschalige grazige ruigten voorgesteld, met hier en daar bomen. Dit mozaïeklandschap kan ontstaan onder invloed van extensieve begrazing of door (plaatselijk) te maaien. Aldus ontstaat een grote ruimtelijke eenheid met grasland- en ruigtevegetaties, en daarmee habitat voor een grote verscheidenheid aan met name vogels en insecten. De oppervlakte van deze grazige ruigtes is voldoende voor sleutelpopulaties van grote vogelsoorten. In het rivierengebied als geheel kunnen soorten zoals de Kwartelkoning duurzaam voorkomen.

Tabel 9 Ecologische beoordeling van onderzoeksalternatief 'Stromende kommen, grootschalig'.

Stromende kommen, grootschalig		
	Criteria	Beoordeling
Natuurlijkheid	- breedtegradiënt	+
	- lengtegradiënt	++
Diversiteit milieutypen		++
Connectiviteit	- Moeras/ondiep water	++
	- Bos	++
	- Ruigte / grasland	+

3.6 Stromende kommen (Maas & Waal) (SK)

In plaats van enkele grootschalige stromende kommen is in dit alternatief voor een groter aantal smallere groene rivieren door het kommengebied gekozen. De groene rivieren door het land van Maas en Waal, de Bommelerwaard en het Land van Altena zijn maximaal zo'n 2 km breed, vergeleken met soms wel zo'n 7 km in het grootschalige alternatief. Ook tussen het Pannerdens Kanaal en de IJssel, door de Tielerwaard en langs de Maas zijn groene rivieren voorgesteld (figuur 2d en 8).

3.6.1 Natuurlijkheid

In de groene rivieren langs de Waal vinden dezelfde natuurlijke processen plaats als in het grootschalige onderzoeksalternatief, maar op een veel kleinere oppervlakte. Daardoor is de verticale overstromingsdynamiek (onnatuurlijk) veel groter.

Ten opzichte van het grootschalige onderzoeksalternatief zullen getijdebewegingen in dit alternatief juist een groot gebied langs de Bergsche Maas beïnvloeden, waar dit in het grootschalige alternatief het Land van Altena betrof.

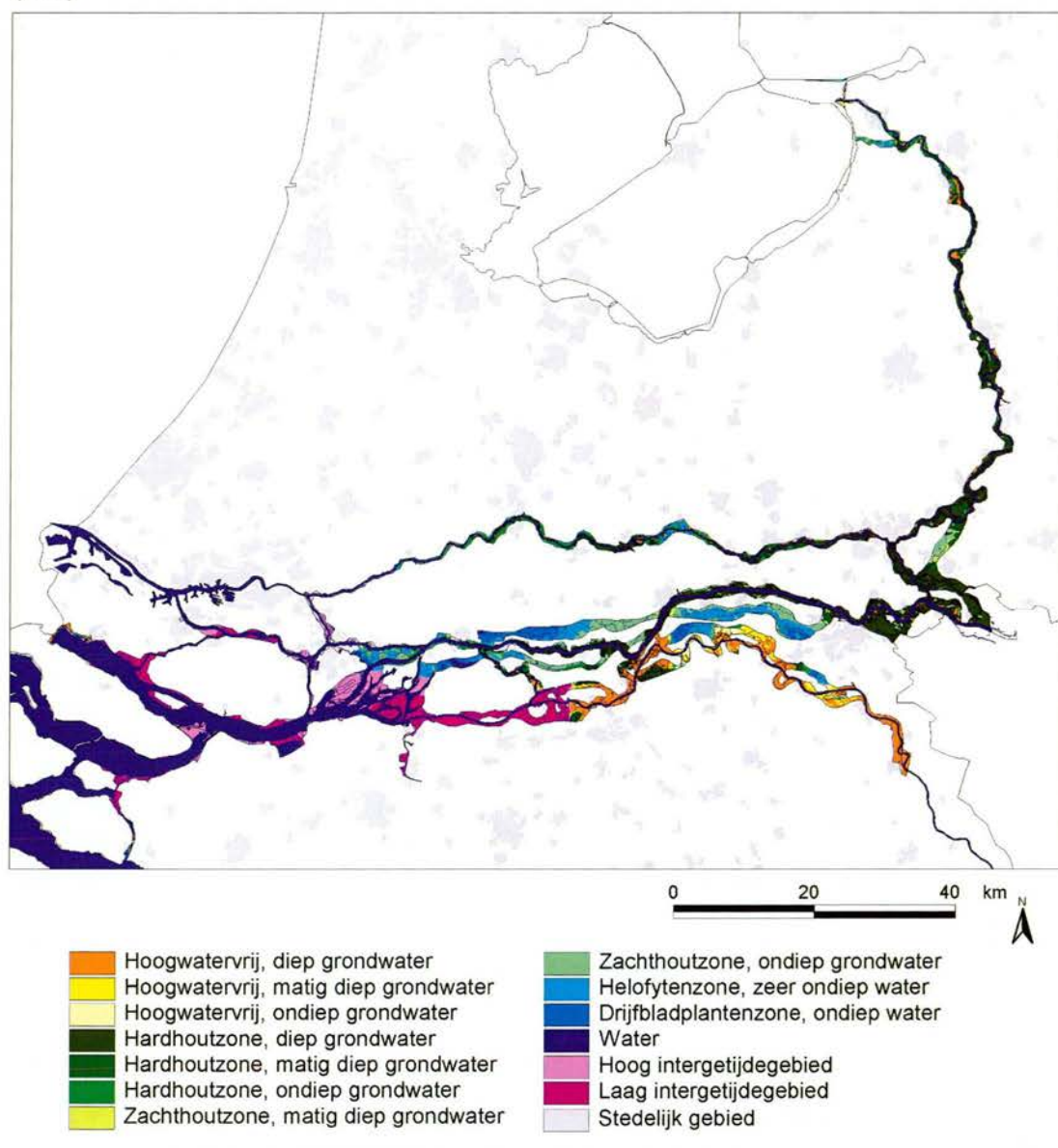
3.6.2 Diversiteit aan milieutypen

De diversiteit aan milieutypen is in dit onderzoeksalternatief veel kleiner dan in het grootschalige alternatief. De stromende kommen langs de Waal staan bijvoorbeeld grotendeels onder water, de drogere delen liggen bijna zonder uitzondering in de zachthoutzone.

De groene rivieren langs de Maas en bij het Pannerdens kanaal daarentegen zijn een stuk hoger gelegen; deze zijn voor een groot deel hoogwatervrij of weinig frequent overstroomd (hardhoutzone; figuur 8). De breedtegradiënt van altijd natte tot zelden overspoelde laagdynamische milieus binnen een stromende kom, komt in dit onderzoeksalternatief maar beperkt voor.

De oppervlakte aan zoetwatergetijdengebied is in dit onderzoeksalternatief ronduit groot.

STROMENDE KOMMEN (MAAS EN WAAL) (SK)



Figuur 8 Verwachte milieuzones het onderzoeksalternatief 'Stromende kommen (Maas & Waal)'.

3.6.3 Connectiviteit

Moeras/ondiep water

In plaats van een kralensnoer van grootschalige moerasgebieden langs de Waal, zoals in het grootschalige alternatief, ontstaat hier een onderbroken lint van moerasgebieden. Deze lintvormige moerasgebieden zijn net voldoende groot om als sleutelgebied te kunnen dienen voor moerasvogels. Het gehele netwerk van

moerasgebieden langs de rivieren is dan net voldoende groot voor de meeste grote moerasvogels, maar niet voor soorten met een gering dispersievermogen.

Bos

In de Gelderse Poort en omgeving, in de Biesbosch en langs de Maas wordt de nadruk op bosontwikkeling gelegd. De bosgebieden die dan ontstaan zijn beide voldoende groot om als sleutelgebied te dienen voor kleine vogels. Door deze gebieden met stapstenen langs de Waal met elkaar te verbinden kunnen duurzame populaties van kleine bosvogels in het rivierengebied ontstaan.

Grasland/ruigte

Langs de IJssel en de Lek is de nadruk gelegd op de ontwikkeling van grazige ruigtes door natuurlijk begrazingsbeheer. De kansen op duurzame populaties zijn echter wat kleiner dan in het grootschalige alternatief.

Tabel 10 Ecologische beoordeling van onderzoeksalternatief 'Stromende kommen (Maas & Waal)'.

Stromende kommen (Maas & Waal)		
	Criteria	Beoordeling
Natuurlijkheid	- breedtegradiënt	+
	- lengtegradiënt	+
Diversiteit milieutypen		+
Connectiviteit	- Moeras/ondiep water	++
	- Bos	+
	- Ruigte / grasland	

3.7 Stromende kommen (Maas, Waal & IJssel) (Skij)

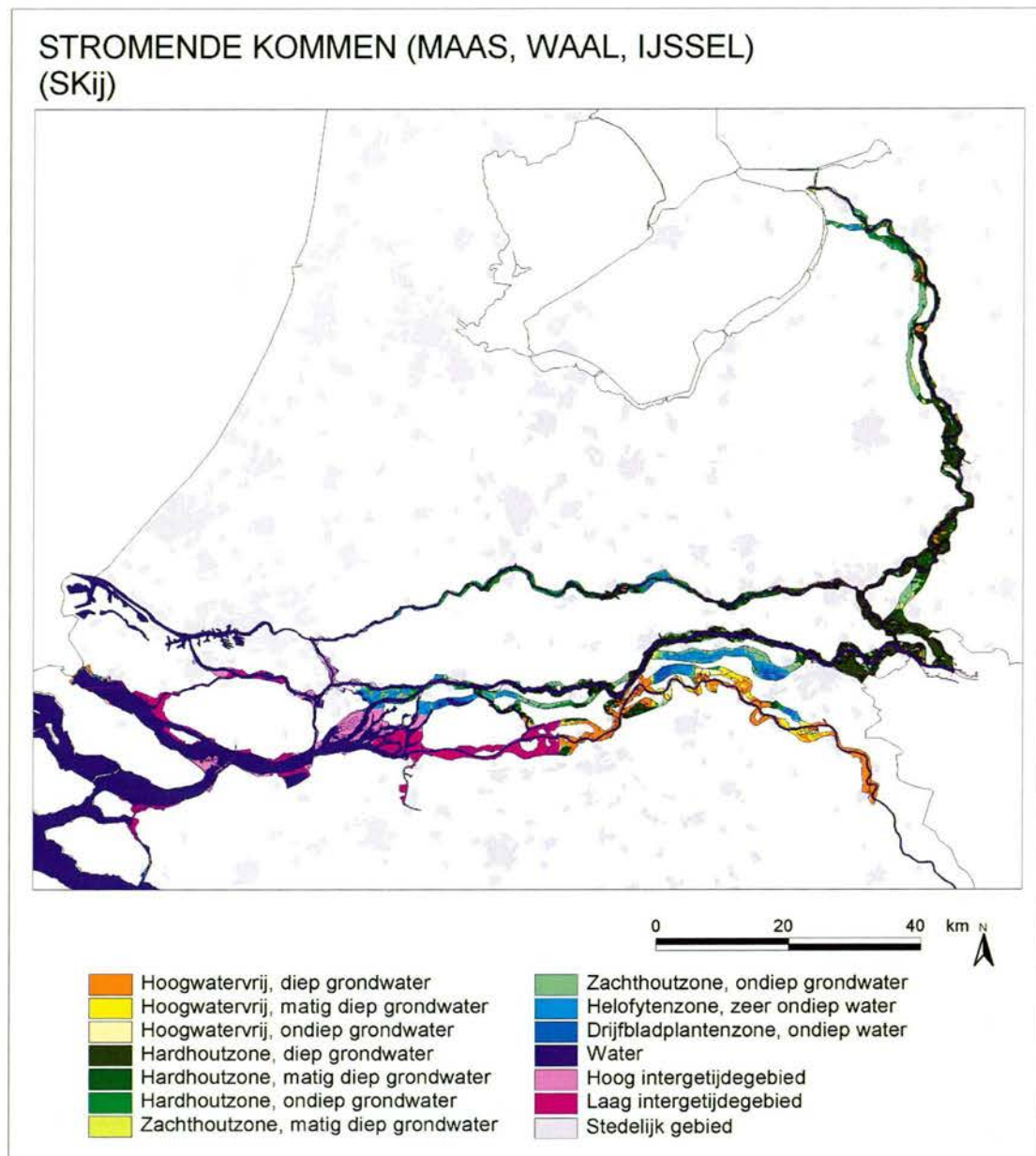
In dit alternatief is niet getracht alle extra Rijnaafvoer in westelijke richting af te voeren, maar deze juist te verdelen over Waal en IJssel. Dat biedt de mogelijkheid ook de natuur in het IJsseldal te versterken (figuur 2e). Hiertoe is op een aantal plaatsen het winterbed van de IJssel verbreed en zijn langs de benedenloop van de IJssel twee groene rivieren geschetst. Door de mindere afvoer langs de Waal is een groene rivier door de Tielerwaard niet meer nodig.

3.7.1 Natuurlijkheid

De mate waarin natuurlijke processen in dit alternatief plaats vinden is ongeveer gelijk aan die in het vorige onderzoeksalternatief. Per saldo verschilt de mate waarin rivierprocessen de ruimte krijgen niet noemenswaardig, maar de plaats verschilt wel: overstromingsprocessen krijgen nu ook langs de IJssel ruimte, terwijl de groene rivier door de Tielerwaard verdwijnt. Dit leidt tot een evenwichtiger verdeling over het rivierengebied..

3.7.2 Diversiteit aan milieutypen

Deze is in grote lijnen gelijk aan die in het vorige alternatief (Stromende kommen, Maas en Waal). De oppervlakten aan natuur die aan het huidige rivierengebied worden toegevoegd zijn in dit alternatief alleen gelijkmatiger over het rivierengebied verdeeld (figuur 9).



Figuur 9 Verwachte milieuzones in het onderzoeksalternatief 'Stromende kommen (Maas, Waal & IJssel)'.

3.7.3 Connectiviteit

Moeras/ondiep water

Voor moerassoorten is de kans op duurzame populaties door het verdwijnen van het moerasgebied in de Tielerwaard kleiner dan in het vorige alternatief. De Tielerwaard kan immers een verbindende schakel vormen tussen moerassen in het bovenrivierengebied en de Biesbosch, c.q. de 'natte as'. Hierdoor wordt is het habitatnetwerk in het rivierengebied als geheel niet langer voldoende groot voor grote moerasvogels. Van kleine moerasvogels, die een geringere oppervlaktebehoefte hebben, kunnen wel duurzame populaties ontstaan.

Bos

Het habitatnetwerk voor soorten van bos is in dit alternatief ongeveer evenwaardig aan dat in het vorige alternatief. Grote bosvogels kunnen duurzaam in het rivierengebied voorkomen. Voor grote zoogdieren is onvoldoende habitat aanwezig om binnen het rivierengebied zelfstandig duurzame populaties te kunnen laten bestaan.

Ruigte/grasland

Ook de kansen voor ruigte- en graslandsoorten zijn gelijk aan die in het vorige alternatief.

Tabel 11 Ecologische beoordeling van onderzoeksalternatief 'Stromende kommen (Maas, Waal & IJssel)'.

Stromende kommen (Maas, Waal & IJssel)		
	Criteria	Beoordeling
Natuurlijkheid	- breedtegradiënt	+
	- lengtegradiënt	+
Diversiteit milieutypen		+
Connectiviteit	- Moeras/ondiep water	+
	- Bos	+
	- Ruigte / grasland	+

3.8 Rivier binnendijks/natuur buitendijks

In dit alternatief worden de maatregelen voor een veilige afvoer zoveel mogelijk in het huidige winterbed genomen. Dit kwaliteitsverlies wordt zo goed mogelijk in het binnendijkse gebied gecompenseerd, waarbij wel andere natuurtypen te verwachten zijn.

3.8.1 Natuurlijkheid

De maatregelen die in het buitendijkse gebied zullen plaatsvinden (grootschalige uiterwaardverlaging, beperking van de bosontwikkeling) zullen de bestaande abiotische dynamiek, die door de bedijking en normalisatie van het zomerbed al is versterkt tot onnatuurlijke frequenties en intensiteiten, nog verder versterken. Dit heeft tot gevolg dat de uiterwaarden in hun geheel hyper-dynamisch worden.

Binnendijks vinden geen riviergerelateerde abiotische processen plaats. Dat betekent geen overspoeling met kalkrijk water waardoor bodemverzuring wordt tegengegaan, geen aanvoer van nutriënten, geen sedimentatie (oeverwallen) en opstuiving (rivierduinen). Ook een getijdeninvloed is binnendijks niet merkbaar.

3.8.2 Diversiteit aan milieutypen

De overstromingsgradiënt die er in de breedte van het huidige rivierbed nog plaatselijk bestaat, zal grotendeels verloren gaan. Ook de gradiënt over de lengte van de rivier wordt aangetast. Dit betekent een verdere nivellering, waarbij de minder frequent overstroomde milieutypen en de laagdynamische natte milieus zo goed als verdwijnen. De uiterwaarden zullen eenvormiger worden: er zal veel open water ontstaan en bosontwikkeling moet worden tegengegaan. Al met al zal de diversiteit aan milieutypen drastisch verminderen.

Binnendijks kan geen sprake zijn van riviernatuur in de zin dat voor rivieren typische abiotische processen plaatsvinden. De natuurwaarden die zullen verdwijnen kunnen hoogstens vervangen worden door andere natuurwaarden; weliswaar van de typisch voedselrijke milieus van het rivierengebied, maar niet gerelateerd aan rivierprocessen.

3.8.3 Connectiviteit

De samenhang van de hoogdynamische ecotopen in het buitendijkse rivierengebied zal verbeteren doordat deze in grote aaneengesloten oppervlakten zullen voorkomen. De samenhang van laagdynamische rivierecotopen zal echter enorm verslechteren. Er blijven nog maar een paar laagdynamische plekken bestaan die onderling weinig samenhang vertonen.

Tabel 12 Ecologische beoordeling van 'Rivier binnendijks/ natuur buitendijks'.

Rivier binnendijks/ natuur buitendijks		
Criteria		Beoordeling
Natuurlijkheid	- breedtegradiënt	-
	- lengtegradiënt	-
Diversiteit milieutypen		-
Connectiviteit	- Moeras/ondiep water	-
	- Bos	opp.+ / kwal.-
	- Ruigte / grasland	++

3.9 Overzicht ecologische consequenties en beoordeling onderzoeksalternatieven

In tabel 13 is het oordeel over de verschillende onderzoeksalternatieven nog eens samengevat in scores op een vijfdelige schaal (van - - tot ++), ten opzichte van de beoogde ontwikkeling van de EHS conform het vigerend natuurbeleid. De score op het criterium connectiviteit is nader onderbouwd in tabel 15. De score voor

diversiteit berust mede op verhouding tussen de gerealiseerde oppervlakken per milieuzone (de zogenoemde ‘evenness’ of ‘equitability’), waarvan een overzicht is weergegeven in figuren 10 a en b.

Uit tabel 13 blijkt dat het onderzoeksalternatief ‘Natuur rivierdal, grootschalig’ (NRgr) het beste scoort. Door de schaal en wijze waarop het buitendijkse rivierengebied wordt vergroot ontstaan zeer goede mogelijkheden voor het herstel van de natuurlijke gradiënten. De overstromingsprocessen kunnen weer op natuurlijke wijze over een grote breedte van het oorspronkelijke rivierdal plaatsvinden. Ook in de lengterichting wordt de natuurlijke gradiënt hersteld, tot en met het grote zoetwatergetijdegebied wat hierbij kan ontstaan. Bovendien zal er een grote diversiteit aan milieutypen ontstaan, met overgangen tussen droog en nat, tussen kwelgedomineerd en riviergedomineerd, tussen vaak overspoeld en zelden overspoeld, etc. Ook de ruimtelijke samenhang tussen habitats binnen het rivierengebied en met de hogere gronden is uitstekend.

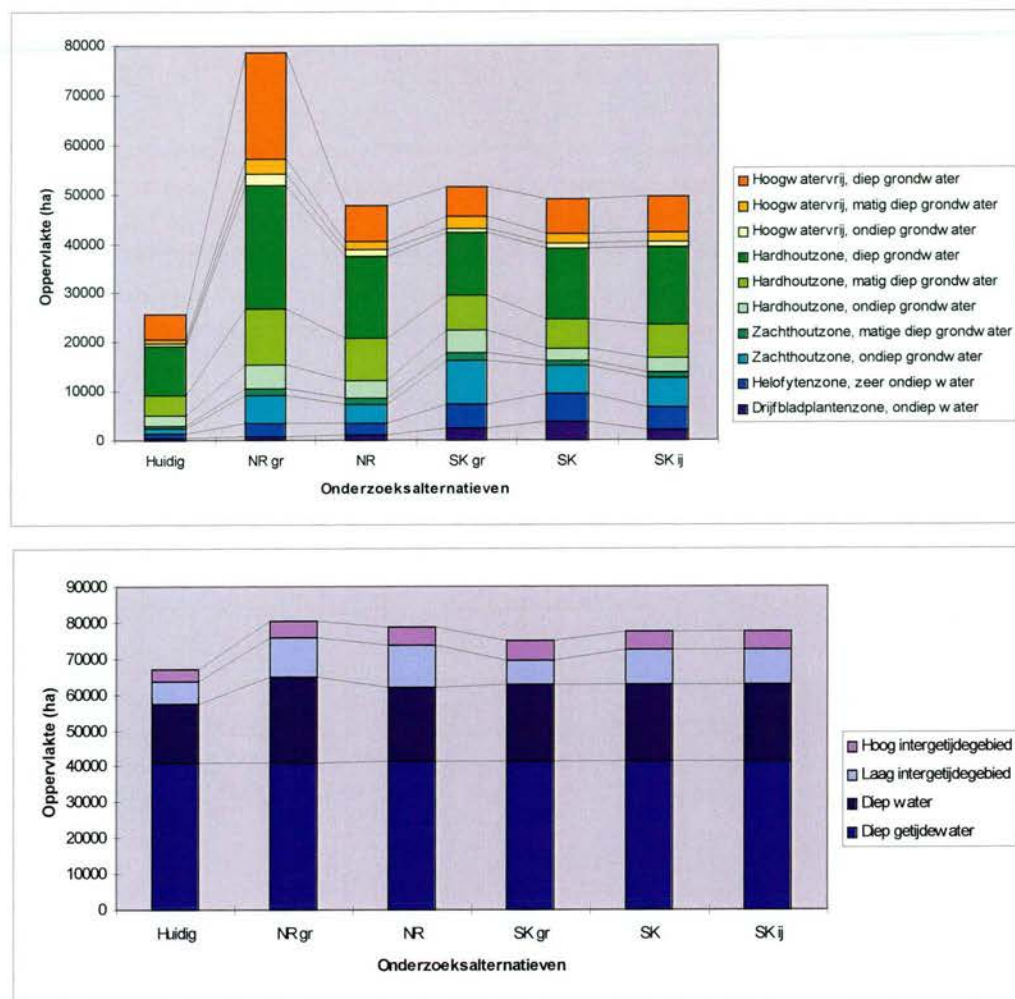
Tabel 13 Beoordeling van de onderzoeksalternatieven: een overzicht

Criteria		NRgr	NR	SKgr	SK	SK+IJ	Rb/Nb
Natuurlijkheid	a. breedtegradiënt	++	+	+	+	+	-
	b. lengtegradiënt	++	+	++	+	+	-
Diversiteit milieutypen		++	+	++	+	+	-
Connectiviteit	Moeras/ondiep water	++	+	++	++	+	-
	Bos	++	+	++	+	+	opp+/kwal.-
	Ruigte / grasland	++	+	+	+	+	++

De onderzoeksalternatieven die gebaseerd zijn op het concept van stromende kommen scoren slechter op het criterium natuurlijkheid. Hier ontstaan, met name in het grootschalige alternatief, wel grote oppervlakten aan laagdynamische riviernatuur maar door de ruimtelijke scheiding van het hoogdynamische rivierbed en de laagdynamische kommen wordt de natuurlijke gradiënt dwars op de rivier minder goed hersteld. Ook is het landschappelijk patroon niet erg natuurlijk en wordt de gradiënt over de lengte van de rivier minder duidelijk versterkt.

In de ruimtelijk beperkte alternatieven van ‘Natuurlijk rivierdal’ en ‘Stromende kommen’ zal de kwaliteit van riviernatuur minder sterk verbeteren dan bij de grootschalige alternatieven het geval is, maar er is nog altijd sprake van een aanzienlijke toename ten opzichte van de geplande EHS-realisatie.

Met het onderzoeksalternatief ‘Rivier buitendijks/Natuur binnendijks’ wordt wel het beoogde oppervlak aan natuur gerealiseerd, maar de idee van riviernatuur wordt ronduit geweld aangedaan.



Figuur 14 a en b: Oppervlakken van elke milieuzone in de onderzoeksalternatieven; uitgesplitst over rivierengebied semi-terrestrisch zonder zomerbed (a) respectievelijk diepe wateren inclusief het gehele benedenrivierengebied tot de Haringvlietshuizen (b).

3.10 Korte termijn versus lange termijn

De onderzoeksalternatieven zijn erg duur. Dat blijkt uit de resultaten die zijn verkregen met de 'Blokendoos' (RIZA en WL, in voorbereiding), waarmee een hydraulische toetsing heeft plaatsgevonden, maar waarmee ook kosten en gevolgen 'grofstoffelijk' kunnen worden verkend.

De grootste kosten zijn gemoeid met de aankoop van gebieden die worden buitengedijkt, dan wel die als groene rivier of retentiegebied worden ingezet. Er is dan ook een forse kostenbesparing mogelijk als wordt afgezien van volledige aankoop (en inrichting) en vooralsnog het landbouwkundig gebruik wordt gehandhaafd. Bij wijze van verkenning zijn in tabel 14 de kosten weergegeven van respectievelijk volledige aankoop ('natuur') en handhaving van het landgebruik. In

het laatste geval wordt gewerkt met schadevergoeding en wordt de overstromingsfrequentie beperkt met drempels (overlaten). De gebieden hoeven dan niet (meteen) te worden opgekocht.

In dat laatste geval kan worden gedacht aan beheersovereenkomsten met de agrariërs, zodat de natuurwaarde ten opzichte van de huidige situatie zal toenemen. Een bijkomstigheid is dat de hydraulische ruwheid van landbouwgebied lager is dan die van natuurgebied. Hierdoor zijn de maatregelen effectiever en zijn minder maatregelen nodig. Aankoop van het gebied blijft dan een optie voor de lange termijn, maar de kosten kunnen worden uitgesmeerd over een langere periode.

Tabel 14 Resultaten van de berekeningen met de Spankracht-Blokkendoos (versie van oktober 2001) voor de ruimtelijk beperkte onderzoeksalternatieven met verschillende beheersvarianten. De toevoeging 'huidig landgebruik' betekent dat de grond particulier eigendom blijft, de toevoeging 'natuur' betekent aankoop.

Onderzoeksalternatief	Invulling landgebruik	Kosten (miljard euro)	Vermindering agrarisch (ha)	Toename natuur (ha)
Stromende kommen	Natuur	15	20000	22000
	Huidig landgebruik	7	3000	3000
Stromende kommen (Maas, Waal & IJssel)	Natuur	18	26000	29000
	Huidig landgebruik	9	10000	10000
Natuurlijk rivierdal	Natuur	14	23000	24000
	Huidig landgebruik	8	11000	12000

Tabel 15 Overzicht van karakteristieken van potentiële ecologische netwerken in de onderzoeksalternatieven. De iconen in de tabel stellen diergroepen voor met een naar rechts oplopende oppervlaktebehoefte (zie tabel 5).

Betekenis kleuren:

Groen: zeer grote potentie

Geel: potentie

Rood: geen potentie

ecotoopgroep	karakteristiek duurzaamheid	onderzoeksalternatieven					
		NRgr	NR	SKgr	SK	Sk+ij	NDV
Moeras /ondiep water	Sleutelgebied in riv.geb.						
	Duurz.nw. in riv.geb. z. stapstenen						
	Duurz.nw. in riv.geb. m. stapstenen						
Bos	Sleutelgebied in riv.geb.						
	Duurz.nw. in riv.geb. z. stapstenen						
	Duurz.nw. in riv.geb. m. stapstenen						
Ruigte / grasland	Sleutelgebied in riv.geb.						
	Duurz.nw. in riv.geb. z. stapstenen						
	Duurz.nw. in riv.geb. m. stapstenen						

4 Contouren van een lange-termijnvisie: ‘Natuurlijk Duurzaam Veilig’

4.1 Ruimtelijke afbakening

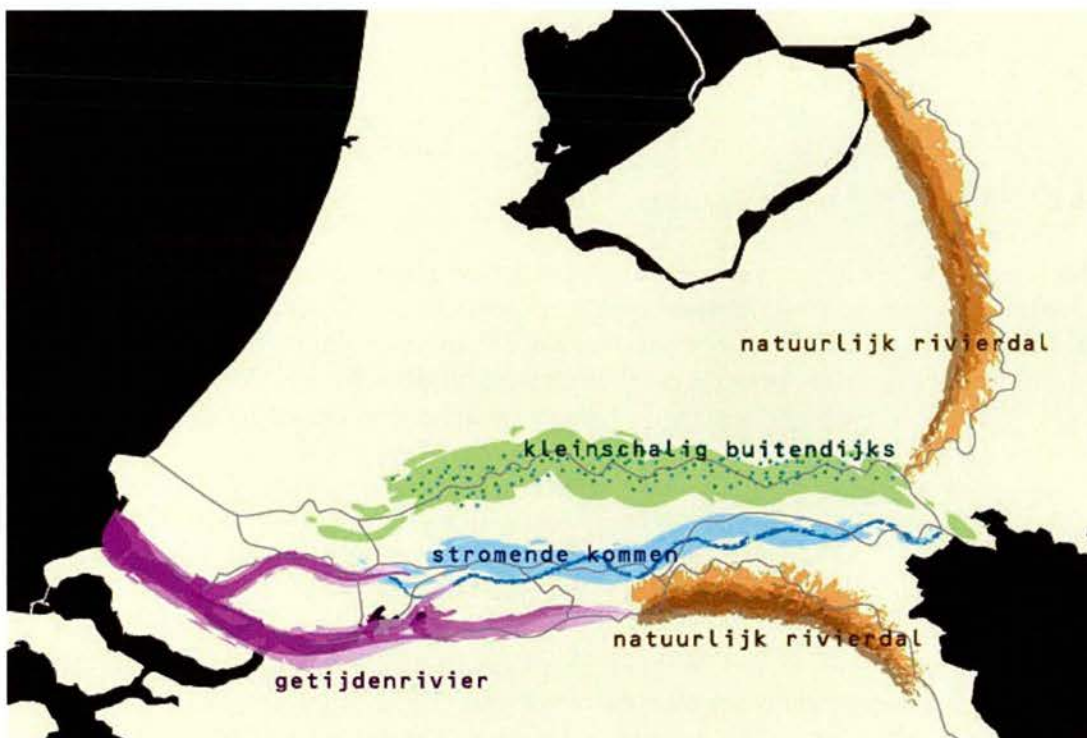
In hoofdstuk 3 zijn zes onderzoeksalternatieven geanalyseerd en beoordeeld. Het oordeel ten aanzien van natuurlijkheid, diversiteit en samenhang verschilde per onderzoeksalternatief. Op een workshop op 27 november 2001 met deskundigen en beleidsmakers zijn deze onderzoeksalternatieven uitgebreid besproken. Dat leidde tot vele waardevolle suggesties en aanbevelingen, waarvan één van de belangrijkste was:

“combineer de goede elementen uit de verschillende onderzoeksalternatieven tot een alternatief, dat optimale mogelijkheden biedt voor natuur en tevens zoveel ruimte biedt aan hoogwater (“ga rustig tot 20.000 m³ /s”), dat de veiligheid gewaarborgd blijft ook als de begroeiing zich snel en dicht ontwikkelt !”.

In dit hoofdstuk wordt een bescheiden poging gedaan zo’n visie voor de lange termijn te schetsen, waarin ten aanzien van de ruimtelijke begrenzing zo’n combinatie is gemaakt van ‘het beste uit alle onderzoeksalternatieven’. Het alternatief is voorlopig ‘Natuurlijk duurzaam veilig’ genoemd. Ook voor dit alternatief gelden onverkort de beleidsuitgangspunten en ontwerpprincipes die zijn besproken in paragrafen 2.1 en 2.2. Daarbovenop zijn de volgende overwegingen gebruikt:

- Landschapsecologische overwegingen: niet alleen ruimte langs één rivier (de Waal of de IJssel), maar liefst in twee richtingen, zodat de ecologische samenhang wordt versterkt;
- (geo)ecologische overwegingen: aansluiten bij het eigen geo(morfo)logisch karakter van de verschillende riviertakken, dat wil zeggen oplossingsrichting ‘natuurlijk rivierdal’ langs IJssel en Maas met nadruk op het droge deel van de gradiënt, oplossingsrichting ‘stromende kommen’ langs de Waal, met nadruk op het natte deel van de gradiënt en de zeldzame laagdynamische natte milieus (figuur 11);
- rivierkundige overwegingen: o.a. enige overdimensionering om ruimte te bieden aan biotische processen zoals natuurlijke successie onder invloed van herbivorie met wisselende intensiteit, waarbij ook bosontwikkeling mogelijk is en niet al te veelvuldig hoeft te worden ingegrepen, opdat een robuust geheel ontstaat;
- maatschappelijke overwegingen: ruimtelijke inpasbaarheid gegeven de intensiteit van het huidige ruimtegebruik en de dichtheid aan infrastructuur etc.; verdeling van ‘de lasten en lusten’ over verschillende landsdelen.

In concreto komt dit neer op IJssel volgens ‘Natuurlijk rivierdal’ (extra afvoercapaciteit zo’n 1000 – 1500 m³/s), Waal conform ‘Stromende kommen met IJssel’ (extra afvoercapaciteit in westelijke richting zo’n 2500 m³/s) en voor de Maas ‘natuurlijk rivierdal’, maar dan veel breder (geïnspireerd op ‘grootschalig’).



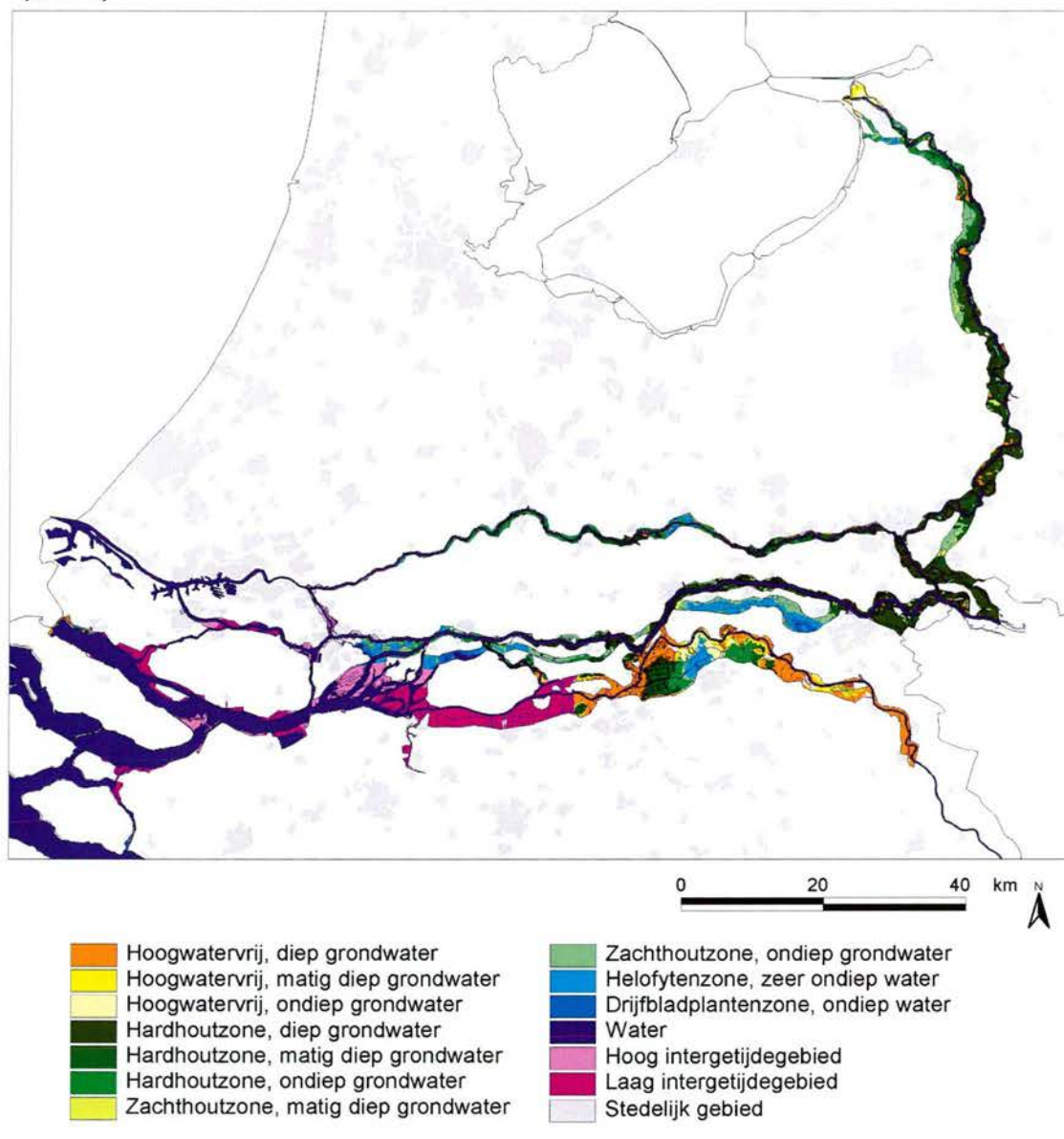
Figuur 11: Leitmotiv voor de combinatie van natuurontwikkeling met ruimte voor een veilige rivierafvoer per rivier(tak) bij het alternatief 'Natuurlijk Duurzaam veilig'

4.2 Inrichting en beheer

Na de ruimtelijke afbakening is vervolgens weer een milieuzoneringskaart gemaakt (figuur 12). Deze is weer gebruikt ter inspiratie van (meer of minder) inrichting en beheer, waarbij overwegingen betreffende de hydraulische ruwheid en betreffende connectiviteit van habitats een rol spelen (figuur 13). Daarbij is allereerst gekeken waar moerassen en ondiep water kunnen ontstaan, vervolgens naar de mogelijkheden voor hardhout- en zachthoutooibossen en tenslotte naar de mogelijkheden voor ruigte en grasland. Dit leverde drie kaarten op vanuit:

- het streven naar zo groot mogelijke diversiteit door ruimte te bieden voor het op een natuurlijke wijze ontstaan van alle drie vegetatiestructuurtypen: moeras, ooibos en grasland;
- de mogelijkheid aldus sleutelgebieden te realiseren;
- de kans op duurzame netwerken; en
- in aansluiting op de natte as en de droge EHS.

NATUURLIJK DUURZAAM VEILIG (NDV)



Figuur 12 Verwachte milieuzones in het alternatief 'Natuurlijk duurzaam veilig'.

De IJssel biedt goede mogelijkheden voor het laten ontstaan van ooibossen in aansluiting op de bossen van de Veluwe. Ook kunnen er in de kommen benedenstrooms van Deventer grote moeras-/ondiep-watergebieden ontstaan, waar grondwater vanaf de Veluwe opwelt (figuur 13). Deze natte gebieden hebben via de IJsseldelta aansluiting op de randmeren en in noordoostelijke richting op het plassengebied van Noordwest-Overijssel.

De Waal biedt mogelijkheden voor de ontwikkeling van hoogdynamische natuur in de uiterwaarden, terwijl de zich daaromheen slingerende groene rivieren juist worden gekenmerkt door een lage dynamiek. In de stromende kommen ontstaan aldus mogelijkheden voor grote eenheden moeras/ondiep water en bos. De combinatie van een rustige corridor van stromende kommen en een dynamische corridor langs de rivier biedt een afwisseling van hoog- en laagdynamische milieus.

De Biesbosch wordt zo verbonden met bos in noordelijke richting hetgeen duurzame populaties van kleine vogels oplevert. De moeras-/ondiep-watergebieden zijn groot en worden langs de Waal en Maas verbonden door kleinere stapstenen van moeras.

De Nederrijn/Lek biedt goede mogelijkheden voor ruigte/grasland afgewisseld met moeras/ondiep water. Ecologische verbindingen met de Utrechtse Heuvelrug zijn mogelijk als de bestaande lijninfrastructuur wordt aangepast.

4.3 Implicaties van ‘Natuurlijk duurzaam veilig’

4.3.1 Natuur

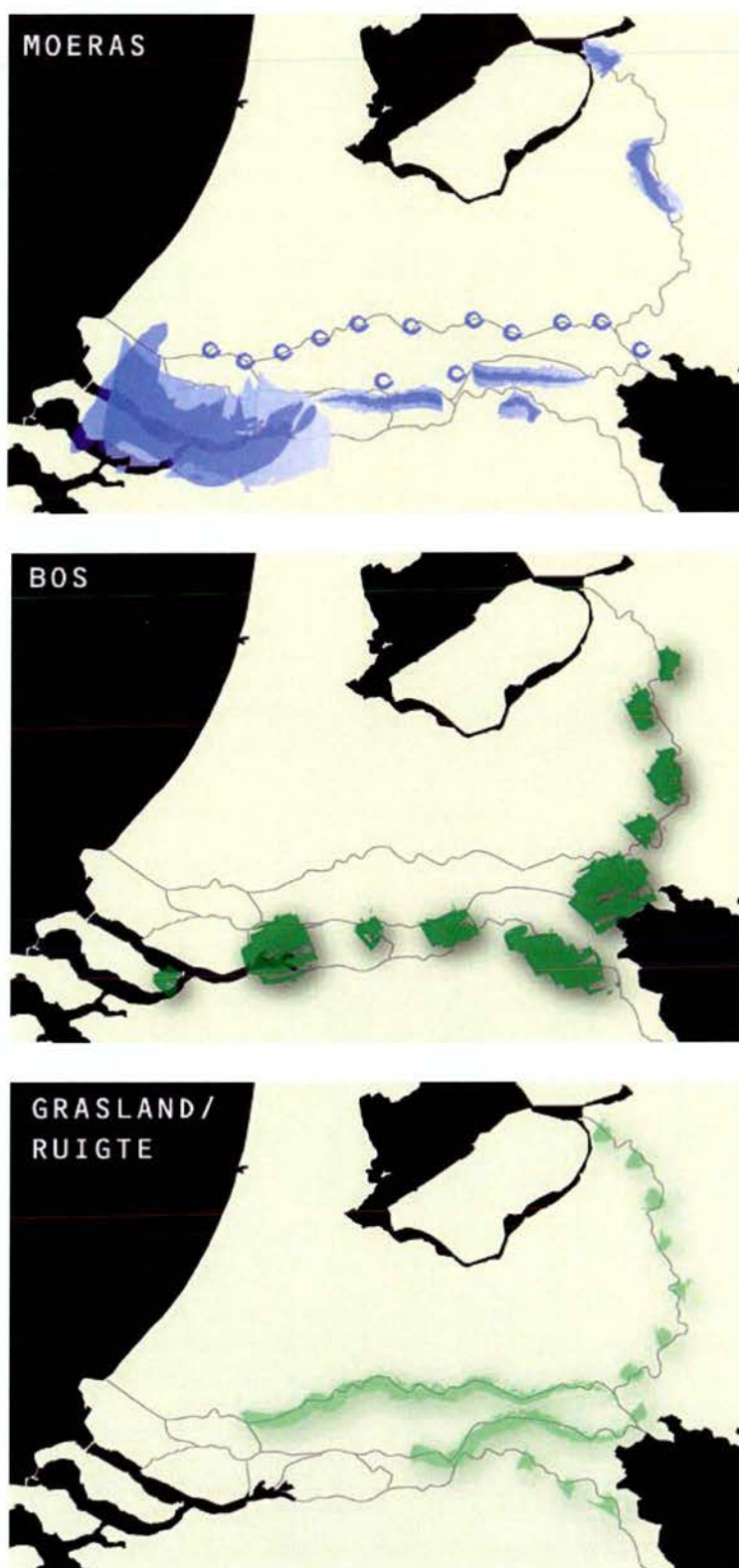
Natuurlijkheid

Door de verbreding van de overstromingsvlakte ontstaat er weer ruimte voor een natuurlijke overstromingsdynamiek, zonder de extremen die het huidige keurslijf van dijken teweeg brengen. Ook worden de hydrologische (kwel) en biotische relaties met de hoger gelegen zandgronden hersteld, met name langs de IJssel en Maas.

De delta, de Biesbosch en het westelijk deel van het Maasdal komen weer onder invloed van het getij, omdat de Haringvlietsluizen als stromvloedkering worden beheerd. Door de stijging van de zeespiegel zullen langs de benedenstroomse Maas en Waal grote gebieden tijdelijk ‘verdrinken’. Daar kunnen natuurlijke sedimentatieprocessen weer voor het ontstaan van slikken, platen en geulen zorgen, ongeveer zoals dat met de Biesbosch het geval is geweest na de verdrinking van de Grootte Waard door de St. Elizabethsvloed in de 15^e eeuw. Dat proces van verdrinking en aanslibbing kan als kenmerkend worden beschouwd voor een delta in een geologische periode van transgressie.

In mindere mate kan ook de IJsseldelta zich op een meer natuurlijke wijze ontwikkelen.

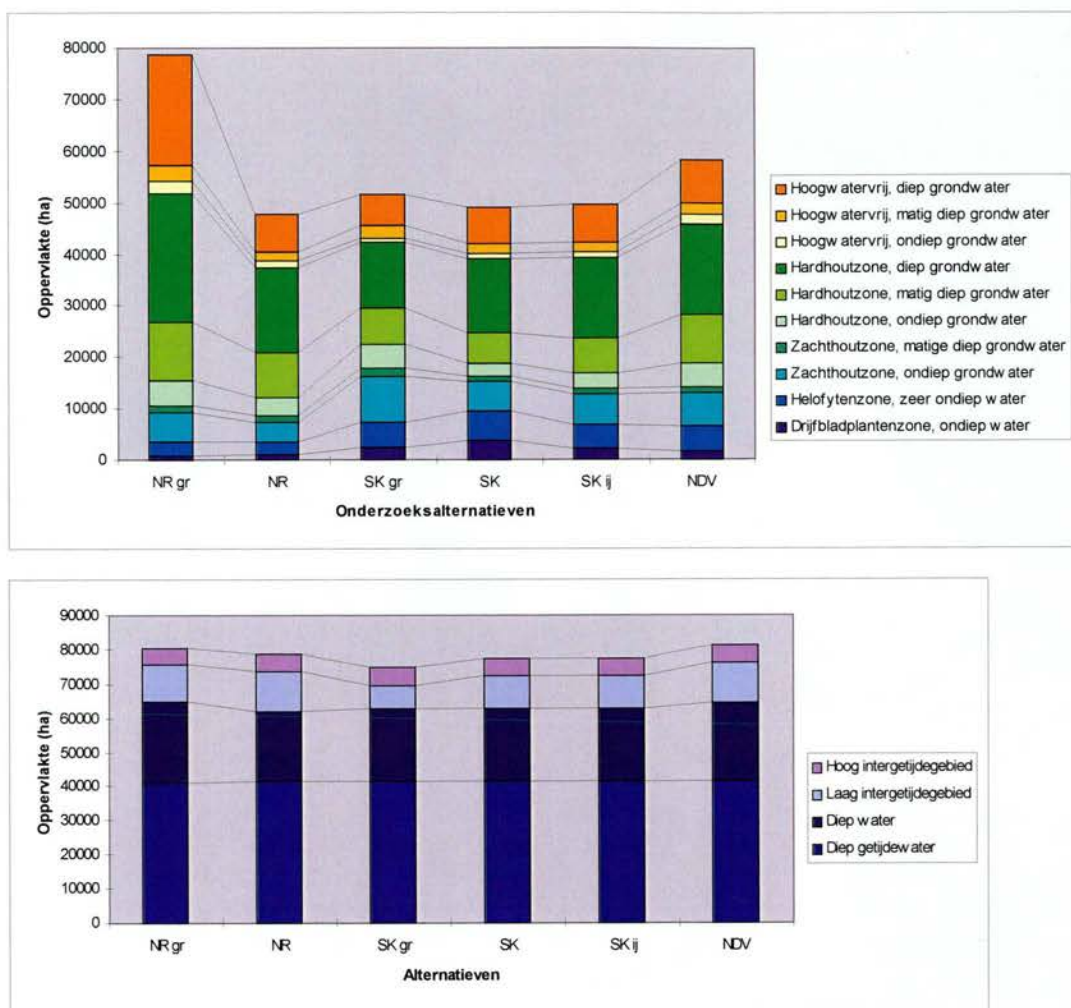
Door de grote omvang van het buitendijkse gebied en de ‘overdimensionering’ ten aanzien van de afvoercapaciteit kan op veel plaatsen een natuurlijke vegetatiesuccessie worden toegelaten onder invloed van herbivorie.



Figuur 13 Potentiele ecologische netwerken in het onderzoeksalternatief 'Natuurlijk duurzaam veilig'.

Diversiteit aan milieutypen

Door de schaal waarop de dijken zijn verlegd wordt de oorspronkelijke diversiteit aan milieuzones van een natuurlijk rivierdal hersteld. Langs de IJssel en de Maas wordt de natuurlijke dwarsgradient vooral aan de droge kant hersteld, langs de Waal wordt de dwarsgradient aan de natte kant hersteld, met ruimte voor laagdynamische natte milieus. Hierdoor kan het volledige scala aan riviergebonden ecotootypen weer een plaats vinden in het rivierengebied.



Figuur 14 a en b: Oppervlakten van elke milieuzone in NDV in vergelijking met de onderzoeksalternatieven; uitgesplitst over rivierengebied semi-terrestrisch zonder zomerbed (a) respectievelijk diepe wateren met het gehele benedenrivierengebied tot de Haringvlietshuizen (b).

Door kwel vanuit de hogere zandgebieden in het IJssel- en Maasdal wordt de diversiteit aan standplaatsen nog extra vergroot, omdat er daardoor ecologisch zeer relevante verschillen in voedselrijkdom en vochttoestand in stand worden gehouden. In het centrale riviergebied berust de diversiteit aan milieus veeleer op de verscheidenheid aan langzaam en snel stromende waterlopen en van permanente en tijdelijke wateren.

Langs alle rivieren wordt ook in de lengterichting de natuurlijke gradiënt hersteld, zoals blijkt uit figuur 12. De meer stroomopwaartse oevergebieden zijn relatief hooggelegen, omdat de rivier zich hier relatief diep heeft ingesneden. Verder stroomafwaarts zijn de rivierdalen vlakker en worden de buitendijkse gronden vaker overstroomd.

Connectiviteit

Dit alternatief biedt een aaneengesloten netwerk van grootschalige moerassen langs de benedenstroomse delen van de grote rivieren: in het IJsseldal in de laaggelegen kom en in de IJsseldelta, en in de stromende kommen langs Waal en Maas. In het IJsseldal kunnen door uittredend kwelwater moerassen ontstaan met een zeer goede waterkwaliteit, die plaats bieden aan bijzondere flora en fauna. Ook in de voormalige Beersche Overlaat langs de Maas kan zich een groot moerasgebied ontwikkelen.

Bosontwikkeling kan verspreid plaatsvinden, maar de grootste winst vanuit connectiviteitsoogpunt is te behalen in het IJsseldal, waar aansluiting kan worden gevonden op de bossen van de Veluwe. In en rond de Biesbosch kan zich makkelijk bos ontwikkelen, omdat hier een eilandenrijk tot ontwikkeling komt met hogere opslibbingen waarop zachthoutooibos geleidelijk overgaat in hardhoutooibos (zie ook Zonneveld, 2000).

Voor graslanden en ruigten zijn er vooral kansen in de uiterwaarden van de Waal, waar de morfodynamiek hoog is, zodat er stranden, zandige oeverwallen en rivierduinen kunnen ontstaan. Er is echter ook een forse begrazingsdruk nodig om de openheid te behouden, anders zullen de uiterwaarden zeer snel dichtgroeien met (zachthout)ooibos.

Ook langs de Nederrijn/Lek kunnen graslanden en ruigten ontstaan, waarvoor echter een gericht maai- of begrazingsbeheer noodzakelijk is om te voorkomen dat de hydraulische ruwheid hier toeneemt. Langs deze riviertak is immers de afvoercapaciteit niet vergroot.

Tabel 16 Ecologische beoordeling van alternatief 'Natuurlijk Duurzaam Veilig'.

Natuurlijk Duurzaam Veilig		
	Criteria	Beoordeling
Natuurlijkheid	- breedtegradient	++
	- lengtegradient	++
Diversiteit milieus		+++
Connectiviteit	- Moeras/ondiep water	++
	- Bos	++
	- Ruigte / grasland	+

Tabel 17 Beoordeling van Natuurlijk Duurzaam Veilig (NDV) in vergelijking met de onderzoeksalternatieven

Criteria		NDV	NRgr	NR	SKgr	SKm, w	SKm, w, ij
Natuurlijkheid	a. breedtegradient	++	+++	++	+	+	+
	b. lengtegradient	++	+++	++	++	+	+
Diversiteit milieus		+++	+++	++	++	++	++
Connectiviteit	Moeras/ondiep water	++	++	+	++	++	+
	Bos	++	++	+	++	+	+
	Ruigte / grasland	+	++	+	+	+	+

4.3.2 Veiligheid

Het alternatief 'Natuurlijk Duurzaam Veilig' is zo gedimensioneerd dat er ruim voldoende afvoercapaciteit is langs IJssel plus Waal, respectievelijk de Maas. Dit 'ruim voldoende' geldt echter alleen onder de aanname dat de vegetatie zich niet al te dicht ontwikkelt. Dan is er zoveel extra ruimte gerealiseerd dat de afvoercapaciteit van Waal en IJssel samen meer dan 18.500 m³/s is.

Dit betekent dat een vanuit veiligheidsoogpunt robuust geheel is ontstaan, waardoor kleine afwijkingen in de verdeling van de afvoer over de verschillende Rijntakken kunnen worden toegestaan, evenals ontwikkelingen van de begroeiing die niet precies voldoen aan een van-te-voren opgegeven verhouding bos/ ruigte/ grasland/ water. Maar dat wil niet zeggen dat er geen problemen kunnen ontstaan bij te dichte bosontwikkeling. Aaneengesloten struwelen of bossen dwars op de stroomrichting kunnen een te grote hydraulische ruwheid opleveren. Dit betekent dat een gericht vegetatiebeheer nodig kan zijn als de natuurlijke begrazingsdruk te gering zou blijken om de bosontwikkeling te beperken tot maximaal zo'n 30 – 60 % – afhankelijk van de plaats.

Er is dus niet zoveel ruimte voor de rivieren gemaakt dat de natuurlijke ontwikkeling van onze Rijn- en Maasdelta helemaal ongestoord kan plaatsvinden. Dat lijkt onmogelijk in een zo dichtbevolkt land als Nederland. Een volledig natuurlijke ontwikkeling kan zelfs niet met de grootschalige onderzoeksalternatieven, omdat ook daarin nog enkele relatief smalle trajecten blijven bestaan. En ook bij die grootschalige alternatieven moet de afvoerverdeling over de Rijntakken onder controle worden gehouden, evenals de ontwikkeling van de vegetatie in de stroomvoerende delen van het buitendijkse gebied. Ook moet het zomerbed enigszins worden vastgelegd om de bevaarbaarheid te garanderen. In alle gevallen blijft er dus sprake van meervoudig gebruik van de rivier en het rivierengebied; een volledig natuurlijk rivierengebied met volstrekt ongestoorde natuurlijke ontwikkelingen blijft dan ook buiten bereik. Wel kan over een zeer groot gebied een veel natuurlijker situatie worden toegestaan zonder de veiligheid in gevaar te brengen.

4.3.3 Landschap

Het huidige rivierenlandschap is tot stand gekomen door millennia van menselijk ingrijpen in natuurlijke (rivier)processen en patronen. Dat begon met de eenvoudige occupatie van hoger gelegen delen, gevolgd door het opwerpen van huisterpen en het is uiteindelijk via volledige bedijking van het rivierengebied uitgemond in het landschap zoals we dat nu kennen. Opmerkelijk is dat pas in de loop van de 20e eeuw de komgebieden volledig ontgonnen zijn. Inmiddels wordt bij de planning van bebouwing, industrie, infrastructuur en landgebruik nog maar nauwelijks rekening gehouden met de specifieke abiotische eigenschappen van het rivierengebied. VINEX-locaties, bedrijventerreinen, een Betuwelijn en kassengebieden worden schijnbaar lukraak ook in het rivierengebied gepland en gerealiseerd. Daardoor dreigt het landschap (een deel van) zijn specifieke kwaliteiten te verliezen.

In het rijksbeleid wordt op deze dreiging gereageerd en geanticipeerd, onder meer door de aanwijzing van Nationaal Landschap Rivierengebied (SGR 2), maar ook door de aandacht voor Hanzesteden en riviersteden in het algemeen, en al eerder in de uitwerking van de 4e Nota Ruimtelijke Ordening in de NURG: Nadere Uitwerking RivierenGebied.

Het natuurgerichte alternatief voor rivierverruiming, zoals dat in 'Natuurlijk Duurzaam veilig' is neergezet kan tegen die achtergrond:

- een bijdrage leveren aan het voorkomen van een verdere nivellering van het Nederlandse landschap, door te voorkomen dat het rivierengebied gaat lijken op de rest van het land maar daarentegen juist weer een identiteitsimpuls krijgt;
- maar het betekent ook dat het uiterlijk van het huidige typisch Nederlandse ("Denkend aan Holland...") halfopen cultuurlandschap in de uiterwaarden en kommen met hun karakteristieke verkaveling deels wordt vervangen door een aantal parallelle corridors, deels dichter begroeid met oobossen en moerasgebieden, deels door de mens in grotere dichtheden geoccupeerd dan op dit moment. Die vervanging van het (half)open cultuurlandschap betreft dus voor een belangrijk deel de komgebieden die nu juist het sterkst bedreigd worden door de ongebreidelde uitbreiding van bedrijventerreinen.

De gevolgen van het alternatief voor het landschap kunnen dus zowel positief als negatief uitpakken. Het is voor een belangrijk deel afhankelijk van de precieze invulling van het ontwerp: de plaats en uitvoering van dijken, de inrichting van de groene rivieren en eventuele retentiegebieden, de keuze voor volledige en onmiddellijke natuurontwikkeling van het gehele buitengedijkte gebied dan wel voor een overgangperiode met multifunctioneel gebruik, etc. Daarmee worden de implicaties voor het landschap afhankelijk van de vraag in hoeverre de ontwerpers er in slagen de benodigde ruimte voor de rivier om te zetten in een robuust en kwalitatief hoogwaardig casco voor natuurlijke ontwikkelingen enerzijds en economische ontwikkelingen anderzijds met gelijktijdig behoud van oorspronkelijke cultuurlijke landschapswaarden (*'cultural heritage'*).

4.3.4 Gevolgen voor menselijk landgebruik

Het buitendijken van grote oppervlakken binnendijkse gronden, hetzij door dijkverlegging hetzij door de realisatie van groene rivieren, betekent dat het landgebruik daar niet onveranderd kan blijven. In het alternatief 'Natuurlijk Duurzaam Veilig' wordt uitgegaan van natuurontwikkeling over het gehele buiten-te-dijken oppervlak. Dat betekent dat:

- woongebieden, industrieterreinen, infrastructuur
- glastuinbouw, akkerbouw en fruitteelt

genoodzaakt zijn te verdwijnen of naar de randen worden gedrongen, waarbij men kan denken aan bebouwing langs de dijk. Het gaat hier om een oppervlak van bijna 50.000 ha (ter vergelijking: de commissie WB 21 heeft als indicatie van de behoefte aan 'ruimte voor water' in het rivierengebied 44.000 ha genoemd, zie Van Rooij et al.,

2001, blz. 33). Meer 'watervaste' vormen van economisch ruimtegebruik, zoals weidebouw (veeteelt), intensieve recreatievoorzieningen (campings, manages, golfterreinen, e.d.) of extensieve recreatie (natuurcampings, wandelen, fietsen, zwemmen, vissen, kanoën of roeien, paardrijden, hengelsport, schaatsen) kunnen een groot deel van het jaar ongehinderd door water plaatsvinden, net zoals in de huidige uiterwaarden. Wel dient te worden afgewogen in hoeverre deze vormen van ruimtegebruik compatibel zijn met de beoogde natuurontwikkeling.

In verband met de hoge kosten van aankoop van de buiten-te-dijken gronden, waar in paragraaf 3.9.1 op is ingegaan, kan worden overwogen de realisatie zo te faseren dat begonnen wordt met enkele decennia beheerslandbouw en pas met veranderende economische en culturele situatie (aansluitend op het behoeft patroon van de danmalige Nederlandse maatschappij?). In die eerste fase is dan wel de ruimtelijke hoofdstructuur al vastgelegd, in de vorm van een duidelijke en robuuste blauw-groene contour; de inrichting en ontwikkeling kan geleidelijk plaatsvinden.

4.4 Knelpunten en mogelijke oplossingen

Aan alternatief Natuurlijk Duurzaam Veilig kunnen twee soorten knelpunten worden onderscheiden:

- Knelpunten ten aanzien van het uiteindelijk ecologisch functioneren: de gerealiseerde meerwaarde;
- Knelpunten ten aanzien van de realisatiemogelijkheden: de inpasbaarheid.

Op beide typen knelpunten wordt – gezien de aard van dit rapport – slechts kort ingegaan. Dat geldt vooral voor het tweede type, dat immers betrekking heeft op integraal overheidsbeleid ten aanzien van ruimtelijke ordening, economie, sociale zaken etc., en dat daarmee buiten de *scope* van dit onderzoek valt. Wel worden enkele evidente knelpunten even aangestipt.

4.4.1 Resterende ecologische knelpunten

Ecologische knelpunten kunnen in twee richtingen worden onderscheiden. Langs de *lengtegradiënt* vormt Nijmegen het grootste ecologische knelpunt. De uiterwaarden zijn hier zeer smal, aan beide kanten van de rivier ligt stedelijke bebouwing en industrie, en de gekozen maatregel (dijkverlegging met uiterwaardverlaging ter hoogte van Lent) verandert hier maar weinig aan. Vanuit landschapsecologisch oogpunt zou een groene rivier door de Overbetuwe, ten noorden van Lent langs en van flinke breedte (> 800 m.) gewenst zijn. De maatschappelijke haalbaarheid van zo'n maatregel lijkt op het moment klein (zie Rijkswaterstaat-DON *et al.*, 2000).

Eveneens langs de lengtegradiënt is de verbinding tussen het Rijnstrangengebied en de IJsselvallei nogal nauw. Omdat hier – in verband met de noodzakelijke afvoercapaciteit – geen al te dichte vegetatie mag ontstaan en er weinig ruimte is tussen de woon- en industriebebouwing, laat de ecologische verbinding in lengterichting te wensen over.

Als laatste ecologisch knelpunt kan worden gewezen op de gradiënt in dwarsrichting. In de IJsselvallei is de verbinding met de Veluwe alleen in het Zuiden en het noorden gelegd, omdat voor een ruimtelijk enigszins beperkte begrenzing van het rivierengebied is gekozen. Alleen in het onderzoeksalternatief 'Natuurlijk rivierdal grootschalig' is de volledige dwarsgradiënt over een grote lengte hersteld; maar daarbij is geen rekening gehouden met de snelweg Zwolle-Arnhem (A50), die hier een doorlopende ecologische barrière vormt.

Dergelijke barrières liggen er ook langs de Nederrijn/Lek. Ze vallen buiten de scope van dit onderzoek dat alleen betrekking heeft op ruimte voor rivieren.

4.4.2 Knelpunten ten aanzien van realisatie

Het geschetste alternatief vergt grootschalige buitenbedijkingen over vrijwel de gehele lengte van de rivieren Maas, Waal en IJssel. Dat betekent dat meer dan 30.000 ha binnendijks gebied met (veel) frequentere overstromingen te maken krijgt. Een dergelijke oplossing voor de hoogwaterproblemen is dan ook erg ingrijpend en kostbaar. Daarbij moet wel worden aangetekend dat de voorgestelde 'ruimtelijke maatregelen' kosten-effectiever zijn dan buitendijkse oplossingen en dat er baten tegenover staan in de vorm van meer natuur en een duidelijker ruimtelijke structuur: een hogere ruimtelijke kwaliteit zou men kunnen stellen.

Dat neemt niet weg dat de maatschappelijke weerstand tegen de maatregelen, vooral onder de lokale getroffen en wel eens zeer groot zou kunnen zijn. Dat zal met name het geval zijn op plaatsen waar de bewoningsdichtheid en landgebruiksintensiteit erg hoog zijn, zoals in het Land van Maas en Waal en de Bommelerwaard. Met name de groene rivier door het Land van Maas en Waal is erg ingrijpend en kruist een aantal snelwegen. Hier zou overwogen kunnen worden toch voor meer dijkverleggingen langs de Waal zelf te kiezen, zoals in het onderzoeksalternatief 'Natuurlijk rivierdal'. De ecologische verbinding tussen Fort St. Andries en Gelderse Poort wordt daarmee echter nog smaller dan deze al is door het blijven bestaan van 'ecologisch knelpunt' Nijmegen.

Ook de doorsteek van het Rijnstrangengebied naar de IJssel is moeilijk inpasbaar en grijpt in in een gebied waar snelle economische ontwikkelingen plaatsvinden: de Betuwelijn wordt er aangelegd, de A15 wordt vanuit de Betuwe doorgetrokken, en de droge hoofdverbinding naar het Ruhrgebied (de A12) trekt hier nu al veel bedrijvigheid aan. Dat betekent dat er verscheidene kruisingen tussen rivieren en droge infrastructuur moeten worden gecreëerd.

Literatuur

Alterra, 2001. Handboek robuuste verbindingen. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte in opdracht van LVN directie Natuurbeheer, Wageningen.

Baan, P & F. Klijn, 1998. De Rijn op Termijn: een veerkrachtstrategie. WL-rapport R3124.10, WL|Delft Hydraulics, Delft.

Brongers, M., W. Altenburg & Y. van der Heide, 1993. Vegetatie en weidevogels in een aantal Gelderse uiterwaarden in 1992. DBL-publicatie nr. 66, A&W-rapport 45. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek.

Bruin, D. de, D. Hamhuis, L. v. Nieuwenhuijze, W. Overmars, D. Sijmons & F. Vera, 1987. Ooievaar, de toekomst van het rivierengebied. Stichting Gelderse Milieufederatie, Arnhem.

Commissie Waterbeheer 21e eeuw, 2000. Basisrapport bij het advies van de Commissie Waterbeheer 21e eeuw.

De Graaf, M.C.C., H.M. van de Steeg, L.A.C.J. Voesenek & C.W.P.M. Blom, 1990. Vegetatie in de uiterwaarden: de invloed van hydrologie, beheer en substraat. Publikaties en rapporten van het project 'Ecologisch herstel Rijn'. Publikatie-no. 16.

Foppen, R., J. Graveland, M. de Jong & A. Beintema, 1998. Naar levensvatbare populaties moerasvogels, vertaling van ruimtelijke samenhang en kwaliteit van moerassen in duurzaamheidsnormen voor moerasvogels. Achtergronddocument voor 'Beschermingsplan moerasvogels' van Vogelbescherming Nederland. IBN rapport 393. IBN-DLO, Wageningen.

Foppen, R. N. Geilen & T. van der Sluis, 1999. Towards a coherent habitat network for the Rhine. Presentation of a method for the evaluation of functional river corridors. IBN-onderzoeksrapport 99/01. IBN-DLO, Wageningen en RWS-RIZA, Arnhem.

Junk, J. W., P.B. Bayley & R.E. Sparks, 1989. The flood pulse concept in river floodplain systems. Blz. 110-127 in Dodge, D.P. (ed.): Proceedings of the International Large River symposium, Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci, 106.

Klijn, F., B. Pedroli, M. de Vries, 1998. Ecotopen: een blik terug en een blik naar voren. WL Delft Hydraulics.

Klijn, F. & K. Stone, 2000. *Vroegere ruimte voor Rijntakken*. WL-rapport, Delft.

Liefveld, W.M., G.J. Maas, H.P. Wolfert, A.J.M. Koomen & S.A.M. van Rooij, 2000. Richtlijnen voor de ruimtelijke verdeling van ecotopen langs de Maas op basis van

ecologische netwerken en geomorfologische kansrijkdom. Rapport van het project 'Ecologisch herstel van de Maas'. EHM nr. 35. December 2000. RIZA, Arnhem, Alterra, Wageningen.

Ministeries van LNV, VROM, V&W en OS, 2000. Natuur voor mensen, mensen voor natuur. Nota natuur, bos en landschap in de 21^e eeuw. Ministerie LNV, Den Haag.

Ministerie van V&W, 1990. Natuur, zoete wateren. (Water voor nu en later; basisrapport derde Nota Waterhuishouding).

Ministerie van V&W, 1997. Vierde nota waterhuishouding, Waterkader, Regeringsvoornemen.

Ministerie van VROM, 1988. Vierde nota over de ruimtelijke ordening. Op weg naar 2015, deel a: beleidsvoornemen.

Ministeries van VROM & V&W, 1997. Beleidslijn Ruimte voor de Rivier.

Nijhof, B.S.J., (in voorber.). Vegetation succession in floodplain flats. Inventarisation and modelling of measured data and expert judgement. Alterra, Wageningen.

Opdam, P., E. Steingröver, D. Prins & S.A.M. van Rooij, 2001. Ontwerpen van duurzame ecologische netwerken. Op zoek naar een wetenschappelijke grondslag. Intern rapport Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen.

Rademakers, J.G.M. & H.P. Wolfert, 1994. Het Rivier-Ecotopen-Stelsel: Een indeling van ecologisch relevante ruimtelijke eenheden ten behoeve van ontwerp- en beleidsstudies in het buitendijkse rivierengebied. Publikaties en rapporten van het project 'Ecologisch Herstel Rijn en Maas'. Publicatie no. 61.

Rijkswaterstaat, 1998. Ruimte Voor Rijntakken. Deelproject Bouwsteen Natuur. Rapportnr. RVR-9809. Grontmij, VISTA en RWS, Directie Oost-Nederland, Arnhem.

Rijkswaterstaat-DON, Gemeente Nijmegen, Polderdistrict Betuwe & Provincie Gelderland, 2000. *De flessenbals bij Nijmegen. Quick-scan naar nut, noodzaak en mogelijkheden voor rivierverruiming ter hoogte van de riviervernauwing bij Nijmegen, voor de lange termijn.*

RIZA et al., in concept. Lange Termijn Opgave Rivierengebied. Een aanzet tot integratie van het hoogwaterbeleid met de ruimtelijke ontwikkeling van het rivierengebied. Deelrapport Spankrachtstudie. Rijkswaterstaat RIZA?. Lelystad.

Rooij, S.A.M. van, F. Klijn & L.W.G. Higler, 2000. Ruimte voor de rivier, ruimte voor de natuur? Alterra, rapport 190. Alterra & WL|Delft Hydraulics, Wageningen.

Rooij, S.A.M. van & J.T.R. Kalkhoven, 2001. Ruimtelijke samenhang van habitat in het rivierengebied. Basisinformatie voor vuistregels voor planvorming. Intern rapport Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, in opdracht van Rijkswaterstaat-RIZA, Wageningen.

SC-DLO, IBN-DLO & IKC Natuurbeheer, 1999. Schetsboek. Nederland vanuit drie invalshoeken: Biodiversiteit, Mensen-wensen & Kenmerkendheid-identiteit. Wageningen.

Silva, W., F. Klijn & J.P.M. Dijkman, 2000. *Ruimte voor Rijnakken; wat het onderzoek ons heeft geleerd*. RIZA nota 2000.026, Arnhem/ WL-rapport R3294, Delft. 162 blz

Staatsbosbeheer & Wereldnatuurfonds, sept 1999. *Natuurlijke veiligheid. Visie op de Rijnakken in het perspectief van stromende berging*.

Statzner, B. & B. Higler, 1986. Stream hydraulics as a major determinant of benthic invertebrate zonation patterns. *Freshwater Biology* 16: 127-139.

Stuurgroep Rivierengebied, 1990. *Nadere uitwerking rivierengebied* (NURG).

Vannote, R.L., G.W. Minshall, K.W. Cummins, J.R. Sedell & C.E. Cushing, 1980. The river continuum concept. *Can.J.Fish.Aqua.Sci.* 37:130-137.

Vis, M., F. Klijn & M. van Buuren (eds.), 2001. *Living with floods. Resilience strategies for flood risk management and multiple land use in the lower Rhine River basin. Executive summary*. NCR-report 10-2001, Delft.

WL, 1998. *De Rijn op Termijn*. Brochure, 31 pp., Delft.

WL & RIZA, 1999. *Stedelijke knelpunten*. RvR-rapport 99.11, RWS-DON, Arnhem.

Zonneveld, I.S. *De Biesbosch een halve eeuw gevolgd*. Uitgeverij Uniepers Abcoude & Staatsbosbeheer



