



Over Maatlatten, Monitoring en Maatregelen

een verkenning naar de ontwikkeling van
maatregelenpakketten voor de
Kaderrichtlijn Water

RIZA werkdocument 2005.045X

januari 2005

Albert Remmelzwaal
Maarten Platteeuw
Harry van Manen
Luc Jans
Rob van der Veeren

Inhoudsopgave

1.	Inleiding 5
1.1	Aanleiding en doel 5
1.2	Organisatie en werkwijze 6
1.3	Afbakening 8
1.4	Indeling van het rapport 8
2.	Typologie en maatlatten 9
2.1	Type R7: Langzaam stromende rivier op zand/klei 9
2.2	Type R8: Zoet getijdenwater op zand/klei 10
2.3	Maatlatten ecologische toestand 11
2.3.1.	Maatlat vis 11
2.3.2.	Maatlat waterflora 11
2.3.3.	Maatlat macrofauna 12
3.	Case IJssel 13
3.1	Beschrijving 13
3.2	Menselijke beïnvloeding 14
3.3	Vogel- en habitatrictlijn 18
3.4	Ecologische beoordeling 22
3.4.1.	Vis 22
3.4.2.	Waterplanten 24
3.4.3.	Macrofauna 25
3.5	Mogelijke maatregelen 26
4.	Case Bedijkte Maas 31
4.1	Beschrijving 31
4.2	Menselijke beïnvloeding 32
4.3	Ecologische beoordeling 32
4.3.1.	Vis 33
4.3.2.	Waterplanten 34
4.3.3.	Macrofauna 34
4.4	Mogelijke maatregelen 35
5.	Case Getijdenmaas en Afgedamde Maas 39
5.1	Beschrijving 39
5.2	Menselijke beïnvloeding 40
5.3	Ecologische beoordeling 41
5.3.1.	Vis 41
5.3.2.	Waterplanten 42
5.3.3.	Macrofauna 42
5.4	Mogelijke maatregelen 43

6. Analyse van de kosteneffectiviteit van maatregelen 47

6.1 Opzet kosteneffectiviteitanalyse voor de KRW 47

6.2 Uitgangspunten kosteneffectiviteitsanalyse cases 49

6.3 Uitvoering kosteneffectiviteitsanalyse 53

6.3.1. IJssel 54

6.3.2. Bedijkte Maas 55

6.3.3. Getijdenmaas 56

6.3.4. Conclusies 56

7. Conclusies 57

7.1 Leerpunten 57

7.2 Oplossingen met visie 62

Geraadpleegde literatuur 65

Projectmedewerkers 67

Uitgangspunten en bronnen kosteninschatting maatregelen 68

1. Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

Er wordt hard gewerkt aan de implementatie van de Kaderrichtlijn Water (KRW). Een deel van de benodigde methodieken is gereed, althans in concept. Verder is er inmiddels een beschrijving gemaakt van de huidige toestand van de waterlichamen: chemie, ecologie, maar ook de economische factoren. Uiteindelijk moeten er in 2009 stroomgebieds-beheersplannen gereed zijn. Deze plannen geven de typering en doelstellingen voor de waterlichamen in het stroomgebied aan, beschrijven de bestaande toestand en geven aan welke maatregelen genomen zullen worden voor de realisatie van de doelstellingen.

Een deel van de waterlichamen maakt ook deel uit van een Speciale Beschermingszone in het kader van de Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR). Voor deze gebieden moeten beheersplannen worden gemaakt. Het is uiteraard belangrijk dat doelstellingen en maatregelen die voor de VHR worden ontwikkeld passen bij de doelen en maatregelen die in het KRW project worden geformuleerd.

Het is duidelijk dat de waterbeheerders de komende jaren voor een flinke uitdaging staan. Eerst moeten er doelen worden geformuleerd voor de verschillende gebieden: het Goed Ecologisch Potentieel voor de sterk veranderde waterlichamen (KRW) en de instandhoudingsdoelen voor de VHR. De keuze van de doelen hangt samen met de maatregelen die genomen kunnen worden om deze doelen te realiseren: de doelen moeten realistisch en aanvaardbaar zijn. Als de doelen eenmaal zijn vastgelegd moeten er maatregelenpakketten worden opgesteld. Hierbij is een integratie nodig van technische, ecologische en economische kennis.

De weg van doelformulering naar het ontwikkelen van maatregelenpakketten is niet eenvoudig. Het project "Maatregelen KRW" is uitgevoerd om een eerste verkenning naar deze weg te verrichten. Voor drie waterlichamen uit de Rijkswateren is het traject doorlopen van het verzamelen van monitoringsgegevens tot en met het analyseren van mogelijke maatregelen. Het doel van het project was tweëerlei:

1. het ontwikkelen van een aanpak om vanuit de analyse van de bestaande situatie te komen tot het ontwikkelen van maatregelenpakketten;
2. het identificeren van vragen en problemen die zich daarbij voordoen.

De ervaringen uit dit project kunnen worden gebruikt om onduidelikheden en onvolkomenheden in de systematiek uit de weg te ruimen en om kennisleemtes te identificeren. Daarnaast kan inzicht in mogelijke

maatregelenpakketten voeding geven aan de discussie over de uiteindelijke doelstellingen (MEP/GEP en instandhoudingsdoelen voor de verschillende waterlichamen). Op dit moment zijn immers alleen nog maar de (concept) doelen voor natuurlijke wateren beschikbaar.

1.2 Organisatie en werkwijze

In het project "Maatregelen KRW" is voor drie waterlichamen een pilotstudie uitgevoerd: de IJssel, de bedijkte Maas (Cuijk tot Lith) en de Getijdenmaas (Lith tot Heusden) met de Afgedamde Maas. Voor deze drie gebieden is het traject van analyse van monitoringsgegevens tot en met het opstellen en analyseren van maatregelenpakketten doorlopen. Het project was daarbij gericht op ecologische doelstellingen en op maatregelen op het terrein van de hydromorfologie.

In het project is gekozen voor een systematische benadering. Hierbij zijn zo goed mogelijk de volgende zes stappen doorlopen (zie ook figuur 1.1):

- Stap 1. *Informatieverzameling*. In deze stap is informatie verzameld over de verschillende waterlichamen: algemene systeemeigenschappen, de menselijke beïnvloeding van de waterlichamen en gegevens van de ecologische monitoring. Ook is in beeld gebracht welke projecten in de komende jaren in de waterlichamen zullen worden uitgevoerd. De informatie is afkomstig uit databases met monitoringsgegevens, rapporten en gesprekken met medewerkers van de betrokken regionale diensten van Rijkswaterstaat.
- Stap 2. *Analyse van de monitoringsgegevens*. Op basis van de beschikbare monitoringsgegevens zijn de scores van de waterlichamen op de verschillende ecologische maatlatten van de KRW berekend door specialisten van RIZA en RIVO. Om uiteindelijk te komen tot maatregelen is het echter onvoldoende om alleen de eindscore (in termen van goed, ontoereikend, etc.) te kennen. In deze stap is daarom ook in beeld gebracht wat er voor de verschillende maatlatten ontbreekt om tot een score "goed" te komen. Hierbij is uitgegaan van de (voorlopige) maatlatten voor *natuurlijke* watertypen.
- Stap 3. *Analyse van stuurvariabelen*. Bij deze stap is nagegaan waarvoor "tekorten" op de maatlatten worden veroorzaakt. Met stuurvariabelen worden systeemeigenschappen bedoeld, die invloed hebben op het vóórkomen van soorten die opgenomen zijn in de maatlatten van de KRW of waarvoor instandhoudingsdoelen zijn geformuleerd voor de VHR. Te denken valt bijvoorbeeld aan waterdiepte, stroomsnelheid, bodemsamenstelling of de aanwezigheid van verbindingen. Het gaat in dit project om stuurvariabelen die beïnvloed zijn door de hydromorfologische ingrepen in het systeem.
- Stap 4. *Inventarisatie van maatregelen*. Toen duidelijk was welke stuurvariabelen het vóórkomen van soorten beperken is nagegaan met welke mitigerende maatregelen de stuurvariabelen (en daarmee dus het vóórkomen van de soorten) in positieve zin

beïnvloed kunnen worden. Per waterlichaam zijn de mogelijke maatregelen in beeld gebracht.

Stap 5. *Analyse van maatregelen en projecten*. Na de inventarisatie van maatregelen is nagegaan in hoeverre de maatregelen te combineren zijn tot pakketten van maatregelen en in hoeverre zijn in te passen zijn in al geplande projecten als bijvoorbeeld Ruimte voor de Rivier of vaarwegverbetering. Tevens zijn aannames gedaan over de schaal waarop maatregelen uitgevoerd moeten worden om effectief te zijn.

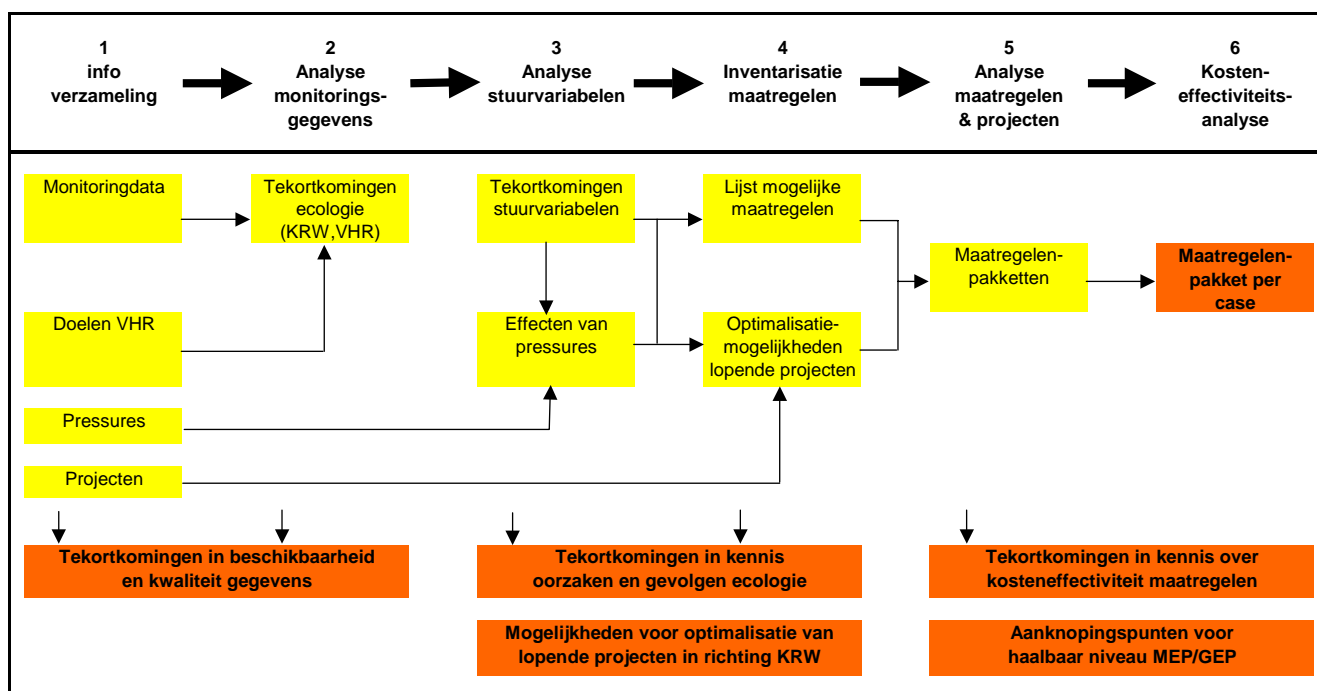
Stap 6. *Kosteneffectiviteitsanalyse*. Bij deze laatste stap is een aanzet gemaakt tot een kosteneffectiviteitsanalyse van (pakketten van) maatregelen.

De laatste stap resulteert in een maatregelenpakket per waterlichaam, met een eerste indicatie van de daaraan verbonden kosten. Dit resultaat is echter niet het hoofdproduct van het project. Bij alle stappen is bijgehouden welke vragen en problemen zich voordeden. In het project hebben we dit de "rode vlekken" genoemd, naar aanleiding van de kleuren die in figuur 1.1 zijn toegepast. Het identificeren en beschrijven van deze rode vlekken is het hoofddoel van het project, samen met de in het project ontwikkelde werkwijze.

In de werkwijze ontbreekt een systematische afleiding van de ecologische doelen voor sterk veranderde wateren (MEP/GEP). Het afleiden van MEP/GEP was geen doel van dit project, maar de projectresultaten kunnen daarbij voor de onderzochte waterlichamen wel behulpzaam zijn.

Figuur 1.1

Overzicht van de werkwijze in het project (zie toelichting in de tekst). De resultaten van het project zijn rood gemarkeerd.



Het project is uitgevoerd door het RIZA, in opdracht van RWs, staf DG. In de bijlagen is een overzicht van de mensen die een bijdrage aan het project hebben geleverd opgenomen.

1.3 Afbakening

Het project is uitgevoerd met de formele informatie die in september 2004 beschikbaar was. Er is geen rekening gehouden met discussies die op dat moment mogelijk al werden gevoerd binnen de organisatie voor de implementatie van de KRW. De leerpunten moeten in dit licht worden gezien. Het is mogelijk dat bepaalde aspecten ervan bij het verschijnen van dit rapport enigszins achterhaald zijn door recente ontwikkelingen. Voor de belangrijkste resultaten (methodiek en "rode vlekken") is dit echter niet van belang.

Het project heeft zich beperkt tot *ecologische* doelstellingen en tot maatregelen op het gebied van de *hydromorfologie*.

1.4 Indeling van het rapport

- Dit eindrapport van het project begint met een korte beschrijving van de watertypen waartoe de drie cases behoren en de ecologische maatlatten die daarvoor gehanteerd worden (hoofdstuk 2).
- Dan volgen drie hoofdstukken waarin de cases aan de orde komen. Ieder hoofdstuk begint met een algemene beschrijving van het waterlichaam en de menselijke beïnvloeding daarvan. Vervolgens komt de score op de ecologische maatlatten van de KRW aan de orde. Daarna wordt in beeld gebracht welke maatregelen mogelijk zijn om de score te verbeteren. Omdat de IJssel deel uitmaakt van speciale beschermingszones van de VHR komen bij deze case ook specifiek de doelstellingen van de VHR aan bod (hfdst. 3-5).
- Na de beschrijving van de cases wordt een aanzet gegeven tot een kosteneffectiviteitanalyse van de maatregelen die bij de verschillende waterlichamen geïdentificeerd zijn (hfdst. 6).
- Het rapport eindigt met de leerpunten ("rode vlekken") uit het hele traject (hfdst. 7).

Wie alleen in de hoofdlijnen en conclusies geïnteresseerd is kan volstaan met het lezen van de hoofdstukken 1 en 7. Deze zijn zo beknopt, dat geen afzonderlijke samenvatting geschreven is. Van het rapport is een afzonderlijke samenvatting gemaakt, die ook voornamelijk op deze hoofdstukken is gebaseerd.

2. Typologie en maatlatten

De KRW vereist dat alle watersystemen worden ingedeeld in waterlichamen. Ieder waterlichaam wordt vervolgens gekarakteriseerd met behulp van een *typebeschrijving* (die in feite de natuurlijke referentie weergeeft) en een classificatie van de toestand van het waterlichaam als natuurlijk of sterk veranderd. Daarnaast is er ook een categorie van kunstmatige wateren. Voor de typebeschrijving is een typologie van Nederlandse oppervlaktewateren ontwikkeld (Elbersen *et al.* 2003). De drie waterlichamen die in dit project centraal staan zijn alle drie geclassificeerd als *sterk veranderd*. De IJssel en de Bedijkte Maas behoren daarbij tot het type R7: langzaam stromende rivier/nevengeul op zand/klei. De Getijdenmaas en de Afgedamde Maas behoren tot type R8: Zoet getijdenwater (uitlopers rivier) op zand/klei.

Paragraaf 1 geeft een korte beschrijving van de watertypen R7 en R8 in hun natuurlijke toestand. In paragraaf 2 komen de maatlatten aan de orde, waarmee de ecologische toestand van deze watertype kan worden beoordeeld. De beschrijvingen zijn gebaseerd op Van der Molen (2004).

2.1 Type R7: Langzaam stromende rivier op zand/klei

Bij type R7 gaat het om een rivier, bestaande uit een hoofdgeul en nevengeulen, met een lage waterafvoer. Door de lage afvoer heeft het water gemiddeld een lage stroomsnelheid, maar door vernauwingen in de bedding kan deze plaatselijk hoger zijn. Dit langzaam stromende riviertype met zijn aangetakte wateren kan overal in het rivierengebied voorkomen, met uitzondering van het uiterste zuiden.

In natuurlijke langzaam stromende rivieren komen van nature plekken voor waar het water sneller stroomt. Dit betreft vooral de buitenbochten van meanders en smallere nevengeulen. In deze delen kan grof substraat zoals grind worden afgezet. Vast substraat kan echter ook aan het oppervlak komen als de rivier grind- of veenbanken die zich in de ondergrond bevinden aansnijdt. In natuurlijke langzaam stromende rivieren komt ook veel dood hout voor. Dit hout is afkomstig van oobos dat zich op de oevers van de rivieren bevindt. Het gaat hier alleen om grote stammen of omgevallen bomen die ondanks de snelle stroming op hun plaats blijven liggen. Omgevallen bomen vormen zowel in de hoofdgeul als in nevengeulen dammen waarachter ander materiaal zich kan ophopen.

Het water, dat deels afkomstig is van beken en riviertjes in Nederland en deels van buiten Nederland, is neutraal (tot basisch) en zwak eutroof

tot eutroof. De soorten in langzaam stromend water zijn veelal minder gevoelig voor vervuiling en lage zuurstofgehalten dan de soorten van snel stromend water.

Van nature komen de meeste macrofaunasoorten voor op en tussen vast substraat, zand en slib zijn minder soortenrijk. De vegetatie bevindt zich in de ondiepe en matig diepe delen. In snelstromende delen komen stromingsminnende soorten voor. Er zijn migratiemogelijkheden voor fauna door middel van verbinding met andere beken en riviertjes.

2.2 Type R8: Zoet getijdenwater op zand/klei

Type R8 is een rivier, kreek of ander zoetwaterbekken waarin tweemaal daags de stromingsrichting wisselt en waar het waterpeil grote verschillen vertoont. Zoete getijdenwateren (met een chloridegehalte van maximaal 1 g/l Cl) worden aangetroffen op plaatsen waar de rivier invloed ondergaat van de getijdenbeweging vanuit de zee, via de zoute en brakke getijdenwateren. Zoete getijdenwateren liggen zo ver stroomopwaarts in de riviermonding dat de zee-invald zich beperkt tot het getij, zonder dat het zoute water doordringt. Zoet rivierwater ontmoet de getijden vooral in het zeekleigebied (met name in de Oude Maas en de Biesbosch), maar ook in de uitlopers van het rivierengebied (zoals de Lek). Door de aanleg van dammen in de brakke en zoute getijdenwateren is het gebied waarin zoet getijdenwater nu voorkomt sterk verkleind en van karakter veranderd. Daar tegenover staat dat in sommige systemen stuwen die stroomopwaarts van de getijdengebieden liggen de getijwerking benedenstrooms van de stuw is versterkt. Rivierbegeleidende wateren met getijdeninvloed behoren ook tot het type R8. Deze semi-stagnante wateren staan aan één kant in open verbinding met de rivier.

Het getij is dus kenmerkend voor type R8. Op ondiepe wateren heeft het getij meer effect dan op diepe wateren. De door de waterstroming optredende erosie- en sedimentatieprocessen zijn sturend voor de morfologie van het gebied en zorgen voor de vorming van stroomgeulen, kreken en oeverwallen. Afhankelijk van de stroomsnelheid van het water bestaat de bodem uit zand of slib. Op plaatsen met lagere stroomsnelheden ontstaan zandplaten, slikken en gorzen. Door erosie en sedimentatie wordt de loop van de geulen voortdurend verlegd: platen slikken kunnen steeds hoger komen te liggen, maar kunnen ook weg eroderen.

Het water is neutraal (tot basisch) en matig eutroof tot eutroof. De waterbeweging leidt tot hoge slibgehalten en daardoor een beperkt doorzicht.

De levensgemeenschap van de zoetwater getijdengebieden bestaat uit soorten die zijn aangepast aan de invloed van het getij. Dit betekent aanpassing aan tijdelijke droogval, variaties in stroming en aan instabiele substraten. Door de extreme omstandigheden zijn deze wateren betrekkelijk soortenarm, maar herbergen ze enkele zeer karakteristieke

soorten en soortencombinaties. Er zijn migratiemogelijkheden voor fauna door verbinding met andere beken en riviertjes.

2.3 Maatlatten ecologische toestand

De ecologische toestand van waterlichamen wordt beoordeeld aan de hand van maatlatten. Op dit moment zijn concept maatlatten gereed voor natuurlijke wateren. Voor de wateren van de types R7 en R8 gaat om maatlatten voor:

1. Vis
2. Waterflora
3. Macrofauna

Deze maatlatten worden hier kort beschreven.

2.3.1. Maatlat vis

De maatlat vis voor de watertypen R7 en R8 bestaat uit drie deelmaatlatten. De deelmaatlatten zijn gericht op drie ecologische gilden: diadrome vissen (trekvissen), reofiele vissen (stroomminnende soorten) en limnofiele vissen (waterplanten minnende soorten). Deze ecologische gilden zijn het meest gevoelig en daarom belangrijke indicatoren voor de ecologische toestand van rivieren. De drie deelmaatlatten richten zich op soortenrijkdom, abundantie en leeftijdsopbouw van deze groepen:

- Deelmaatlat 1: Soortsamenstelling (aantallen diadrome, reofiele en limnofiele soorten).
- Deelmaatlat 2: Abundantie (relatieve abundantie van reofiele en limnofiele soorten).
- Deelmaatlat 3: Leeftijdsopbouw (relatieve abundantie van karakteristieke soorten 0+ reofiel, waarbij in R7 en R8 naar de Winde wordt gekeken).

2.3.2. Maatlat waterflora

Ook de maatlat waterflora bestaat uit drie deelmaatlatten: abundantie van groeivormen van macrofyten, de soortensamenstelling van macrofyten en de soortensamenstelling van fytobenthos. Macrofyten zijn water- en oeverplanten, het fytobenthos bestaat uit de op vaste oppervlaktes groeiende algensoorten.

Bij de macrofyten worden de volgende groeivormen onderscheiden: ondergedoken (submerse) waterplanten, drijvende waterplanten en planten die in de waterbodem geworteld zijn en boven het water uitgroeien (emerse planten). Zowel het relatieve voorkomen van verschillende groeivormen als de soortensamenstelling van macrofyten wordt sterk bepaald door milieuomstandigheden als licht, waterdiepte, bodemsamenstelling, beschikbaarheid van nutriënten, golfwerking, etc. Vergelijking met referentieomstandigheden geeft daarom een goede indicatie van de mate van beïnvloeding van een waterlichaam (zowel chemisch als hydromorfologisch).

Bij de deelmaatlat soortensamenstelling wordt gekeken naar de aanwezigheid van een reeks plantensoorten die in een watertype kunnen

voorkomen. Afhankelijk van hun abundantie (onderverdeeld in drie klassen) krijgen alle soorten een score. De score die per abundantieklasse wordt toegekend is gebaseerd op kenmerkendheid van de soort, de gevoeligheid van de soort voor beïnvloeding en de vraag of het om een doelsoort en/of rode-lijstsoort gaat. Bij de abundantie van groeivormen is gekeken naar de gemiddelde bedekking van alle groeivormen gezamenlijk. De scores per deelmaatlat worden omgerekend naar een schaal van 0 tot 1; de totaalscore is het gemiddelde van de scores op de deelmaatlaten.

Van het fytobenthos zijn in de maatlat de diatomeeën (kiezelwieren) in de maatlat opgenomen. Ze worden bemonsterd op riet (natuurlijk riet of kunstmatig substraat). De bemonstering is niet kwantitatief en, omdat ook gebruik wordt gemaakt van kunstmatig substraat, niet afhankelijk van het vóórkomen van geschikt substraat. De score op de deelmaatlat wordt daarom nauwelijks beïnvloed door de hydromorfologie van het systeem: de diatomeeën zijn vooral een goede indicator voor de waterkwaliteit. Omdat dit project gericht is op hydromorfologische maatregelen is het voorkomen van diatomeeën in de verschillende cases niet onderzocht. (Er zijn hierover trouwens maar weinig bemonsteringsgegevens beschikbaar).

2.3.3. Maatlat macrofauna

De beoordeling van macrofauna gebeurt aan de hand van de soortensamenstelling. Er wordt ook hier gebruik gemaakt van drie deelmaatlaten, namelijk:

1. Het percentage individuen behorend tot negatief dominante soorten (soorten waarvan het dominant vóórkomen wijst op een slechte ecologische toestand).
2. Het percentage kenmerkende taxa.
3. Het percentage individuen behorend tot kenmerkende en positief dominante indicatoren (soorten die in de referentiesituatie dominant voor kunnen komen).

Er wordt over taxa gesproken en niet over soorten, omdat niet altijd tot op soort gedetermineerd wordt. De percentages worden in klassen gegroepeerd, waaraan een score wordt toegekend. De totale score is de som van de scores op de deelmaatlaten.

De scores op de deelmaatlaten voor macrofauna vertellen iets over voedselwebstructuren, overheersende habitatkenmerken en de sterkte van sturende factoren in de referentiesituatie. Kenmerkende taxa zijn in combinatie uniek voor de referentiesituatie.

De macrofauna-maatlaten en de toepassing ervan roepen op dit moment nog flink wat vragen op. De kolonisatie van de grote wateren door exoten is een eerste probleem. De exoten beïnvloeden de totale soortensamenstelling sterk. Verder blijkt het resultaat van toetsing aan de maatlat vaak niet overeen te komen met de waardering door experts. Ten slotte blijken de bemonsteringsmethode en het seizoen van bemonstering van het MWTL programma weinig geschikt te zijn voor de systematiek van de maatlat. In de afgelopen periode is de maatlat al enigszins aangepast.

3. Case IJssel

Dit hoofdstuk begint met een algemene beschrijving van de IJssel, waarbij specifiek wordt ingegaan op de menselijke beïnvloeding van deze rivier. Daarna komen de doelstellingen van de Vogel- en Habitatrichtlijn voor de IJssel aan de orde. In paragraaf drie wordt de ecologische toestand van de IJssel beoordeeld aan de hand van de maatlatten van de KRW. In paragraaf 4 wordt nagegaan welke maatregelen mogelijk zijn om de score op de maatlatten te verbeteren.

3.1 Beschrijving

De IJssel is een zijrivier van de Rijn, die langs de oostflank van het Veluweplateau naar het noorden stroomt. Het bovenstroomse deel van de IJssel is sterk meanderend. Dit deel van de rivier wordt gekenmerkt door grote kronkelwaarden: complexen van oude ruggen en geulen die gevormd zijn door afzettingen in de binnenbocht van de rivier. In de benedenloop varieert de mate van meandering. De uiterwaarden zijn er smaller, maar ook hier hebben zich kronkelwaarden gevormd. In de benedenloop ontstonden opwassen en eilanden in de bedding, waardoor de rivier in meerdere geulen werd gesplitst. De IJssel is ten behoeve van de KRW getypeerd als R7: langzaam stromende rivier/nevengeul op zand/klei (zie hoofdstuk 2).

De Rijn heeft voorafgaande aan de Riss-IJstijd grove zanden en leem aangevoerd. Tijdens de ijstijd drong ijs via het IJsseldal binnen waardoor stuwwallen ontstonden. Onder het ijs werd een grondmorene gevormd bestaande uit keileem. Grof zand en grond bleven achter op het keileempakket. Hierna hebben zich in de Rijn klei- en zandlagen afgezet. De Rijn was breed en sterk vlechtend. Er werden, door erosie vrijgekomen, oude dekzanden afgezet. Later werd het jongere dekzand afgezet. Het IJsseldal grenst bij Hattem en noordelijk van Deventer aan dit dekzandgebied. Elders grenst de rivier aan Holocene afzettingen. Tijdens het Holoceen zijn rivierduinen gevormd. In de monding van het IJsseldal en aangrenzend aan de komgebieden trad veenvorming op. Het veenpakket is tot enkele meters dik en later afgedekt met rivierafzettingen.

In de loop van de Middeleeuwen is de IJssel steeds minder water gaan voeren, waardoor de morfologische activiteit afnam en de bedding verzandde. Zo voerden in 1696 de Nederrijn en IJssel gezamenlijk nog maar 1/24 deel van het debiet van de Bovenrijn af. Vanaf de 18^e eeuw is het debiet geleidelijk weer toegenomen, mede door aanleg van het Pannerdens Kanaal. In de huidige situatie is de gemiddelde afvoer van de IJssel 250 tot 350 m³/sec. Door het stuwbeleid (Driel) is ook bij lage

Rijnafvoer het debiet van de IJssel relatief hoog, zodat deze bevaarbaar blijft.

Rond 1850 was de bedding van de IJssel op veel plaatsen vastgelegd door kribben. Eilanden werden door kribben met de oever verbonden, waardoor nevengeulen dichtslibten. Meandermigratie kon nauwelijks meer optreden. Momenteel zijn grote delen van de oevers verhard.

In 1932 is de Afsluitdijk voltooid. Dit leidde tot beëindiging van de getijdenbeweging, wat de peildynamiek in de IJsselmonding heeft beïnvloed. Ook opwaaiing beïnvloedt echter het waterpeil in het mondingsgebied. Op de IJssel is deze opwaaiing tot Olst merkbaar.

Al sinds de middeleeuwen vindt kleiwinning plaats ten behoeve van steenfabricage: er is langs de IJssel een tiental steenfabrieken geweest. Op meer dan de helft van de oppervlakte van de uiterwaarden is klei gewonnen. Plaatselijk gebeurde dit tot enkele meters diep, waardoor open water ontstond. Door zandwinning zijn putten van 10 tot 25 m diep ontstaan. Er zijn echter nog relatief veel ongeschonden uiterwaarden overgebleven, waarin oeverwallen een bepalend element zijn. Oude rivierlopen komen langs de gehele IJssel voor, waarvan sommige in het begin van de vorige eeuw nog in verbinding stonden met de IJssel.

Grote delen van de uiterwaarden worden geëxploiteerd als grasland. Daarnaast komen er moerassige en beboste ecotopen voor en is er een beperkt areaal akkerland. Er zijn hoge natuurwaarden in de uiterwaarden aanwezig. Vooral in Overijssel zijn veel uiterwaarden in beheer bij natuurbeschermingsorganisaties. Alle uiterwaarden van de IJssel zijn onderdeel van een speciale beschermingszone (VHR).

3.2 Menselijke beïnvloeding

De IJssel is in de loop der eeuwen sterk beïnvloed door de mens. De rivier is bedijkt, de hoofdstroom is vastgelegd met kribben en oeververharding, bochten zijn afgesneden, er is gegraven in de uiterwaarden, het benedenstroomse deel wordt gebaggerd, etc. Daarnaast is het debiet sterk beïnvloed door aanleg van het Pannerdens Kanaal, en later door aanleg van de stuw bij Driel. Natuurlijke verbindingen met de zee en met regionale watersystemen zijn verstoord. De scheepvaart zorgt voor onnatuurlijke golven. Daarnaast heeft er in de tweede helft van de 20^e eeuw sterke verontreiniging van het water plaatsgevonden, die in de afgelopen decennia door allerlei maatregelen weer beduidend verminderd is.

Tabel 3.1 geeft een samenvattend overzicht van de hydromorfologische veranderingen in het systeem en van menselijk gebruik dat de hydrologie of de morfologie beïnvloedt.

Tabel 3.1
Hydromorfologische beïnvloeding van de IJssel door inrichting en gebruik.

Invloed	Effect op hydrologie en morfologie
Winterdijken Zomerdijken	Beperking overstromingsgebied. Beïnvloeding overstromingspatroon uiterwaarden, opslibbing uiterwaarden.
Normalisatie (kribben, oeververharding)	Versnelling stroomsnelheid, inslijting zomerbed, verlies ondiep waterzones.
Bochtafsnijdingen Baggeren mondingsgebied	Versnelling stroomsnelheid, inslijting zomerbed. Verlies ondiep water, bodemverstoring, slibopwerping.
Stuw Driel Afluitdijk	Verhoging minimumdebiet en –peil. Beperking peildynamiek monding, verstoring longitudinale continuïteit.
Peilbeheer IJsselmeer Verstoorde verbindingen regionale wateren.	Verhoging minimumpeil in monding. Verstoring transversale continuïteit.
Ontwatering, ontbossing en verharding in stroomgebied.	Hogere piekafvoeren.
Scheepvaart	Golfwerking.
Delfstofwinning uiterwaarden	Ontstaan van plassen en putten.
Egalisatie uiterwaarden	Verlies natuurlijk reliëf.
Agrarische exploitatie uiterwaarden.	Verlies natuurlijke vegetaties.
Main-Donau kanaal	Verbinding stroomgebieden.

Bij de analyse van de monitoringsgegevens in de volgende paragraaf zal blijken hoe deze beïnvloeding doorwerkt in de ecologische kwaliteitsparameters van de KRW.

Voor de toekomst bestaan er nog allerlei plannen voor ingrepen in de hydromorfologie van de IJssel. Het gaat om drie categorieën van projecten.

1. Er is een aantal projecten voorgenomen in het kader van Ruimte voor de Rivier. Tabel 3.2 en figuur 3.1 geven een overzicht van de projecten die zijn opgenomen in het voorkeursalternatief. Het gaat om dijkverleggingen, projecten in de uiterwaarden en een project in het zomerbed.
2. In meerdere uiterwaarden zijn natuurontwikkelingsprojecten in voorbereiding, al dan niet in het kader van het NURG-programma (Nadere Uitwerking Rivieren Gebied, een uitvoeringsprogramma behorend bij de vierde Nota Ruimtelijke Ordening).
3. Er wordt een planstudie uitgevoerd naar verbetering van de scheepvaartmogelijkheden in de IJssel. Hierbij moeten knelpunten worden opgelost, om de IJssel te laten voldoen aan de eisen die worden gesteld aan een hoofdvaarweg van klasse Va. Figuur 3.2 geeft de knelpunten weer en de mogelijke maatregelen om die op te lossen. Het betreft maatregelen die de diepte, de breedte, de bochtstraal en/of de oeverbelijning veranderen.

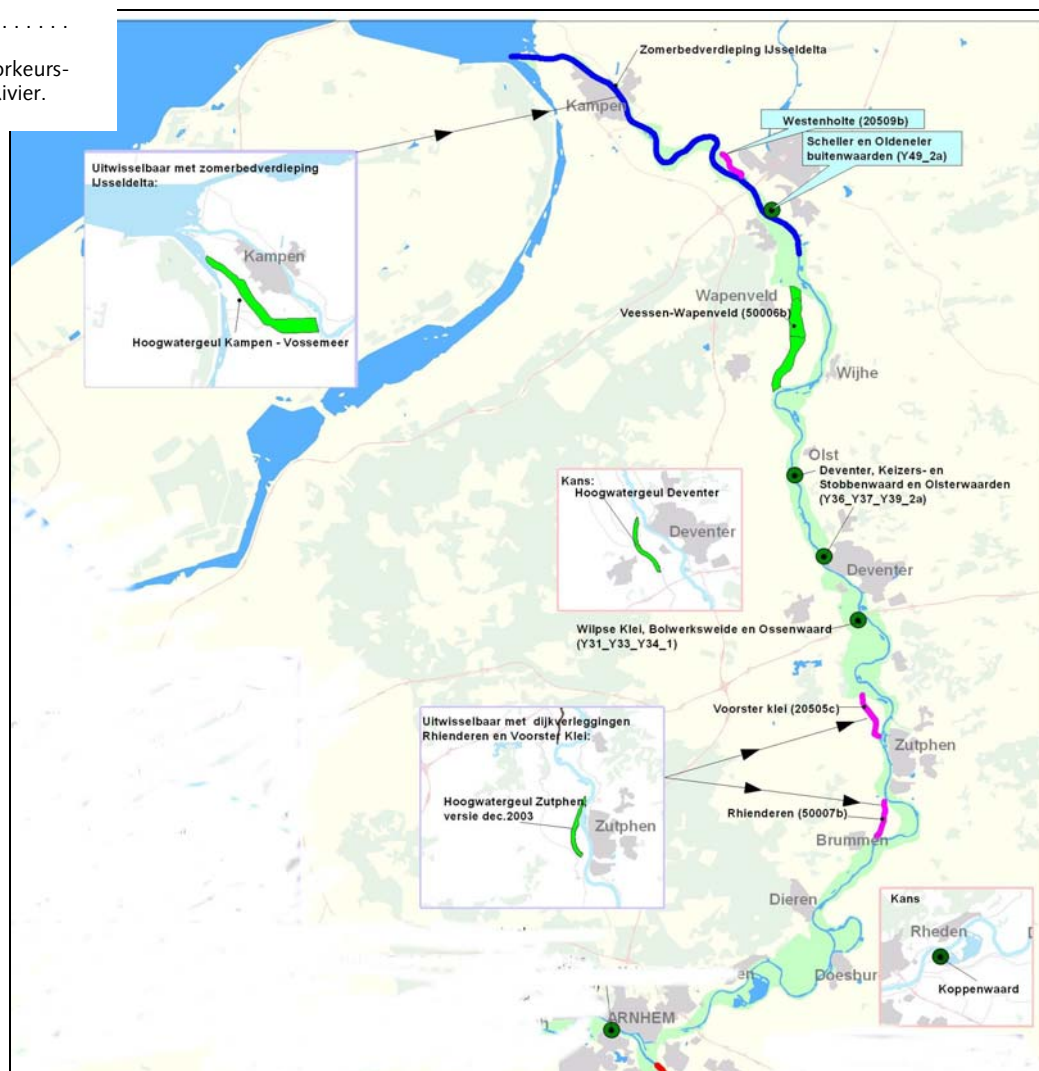
Tabel 3.2

Projecten die zijn genoemd in het voorkeursalternatief van Ruimte voor de Rivier.

Locatie	Type maatregel
Cortenoever (Rhienderen)	Dijkverlegging
Voorster Klei	Dijkverlegging
Wilpse Klei, Bolwerksweide en Ossenwaard	Uiterwaardvergraving
Deventer, Keizers- en Stobbenwaard en Olsterwaarden	Uiterwaardvergraving
Hoogwatergeul Veessen - Wapenveld	Hoogwatergeul
Scheller en Oldener buitenwaarden	Uiterwaardvergraving
Westenholte	Dijkverlegging
Hoogwatergeul Zutphen	Hoogwatergeul
Hoogwatergeul Deventer	Hoogwatergeul
Koppenwaard	Uiterwaardvergraving
Zomerbedverlaging Beneden_IJssel	Zomerbedverlaging

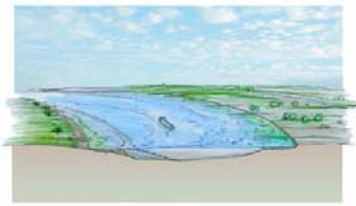
Figuur 3.1

Projecten opgenomen in het voorkeursalternatief van Ruimte voor de Rivier.

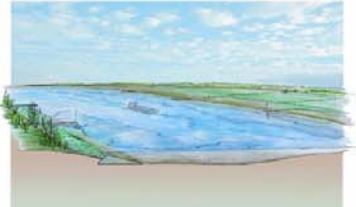


Figuur 3.2 (volgende pagina)

Mogelijke maatregelen in het kader van de vaarwegverbetering IJssel.



Bochtstraalvergroting



Oeverbelijning



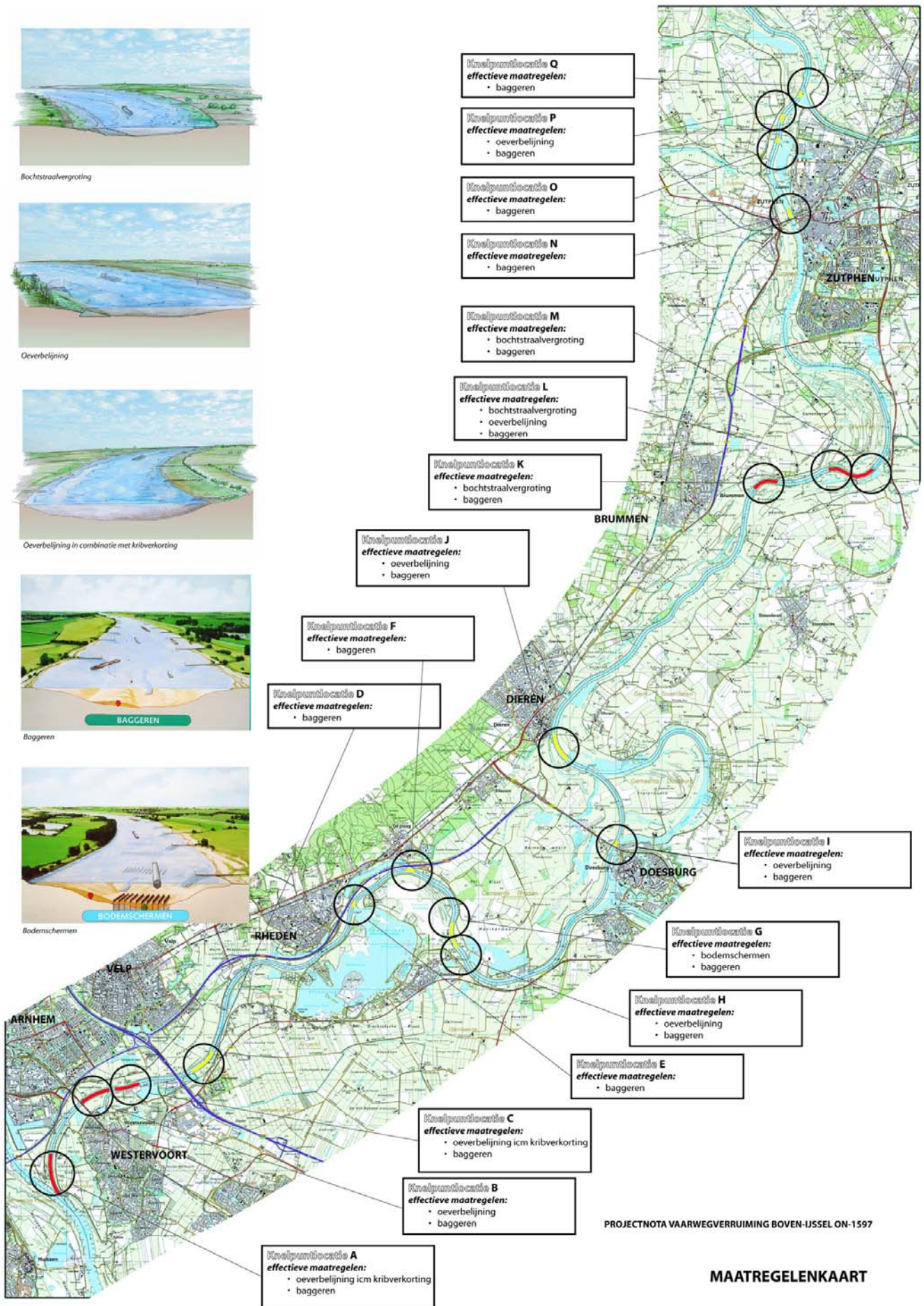
Oeverbelijning in combinatie met kribverkorting



Baggeren



Bodemschermen



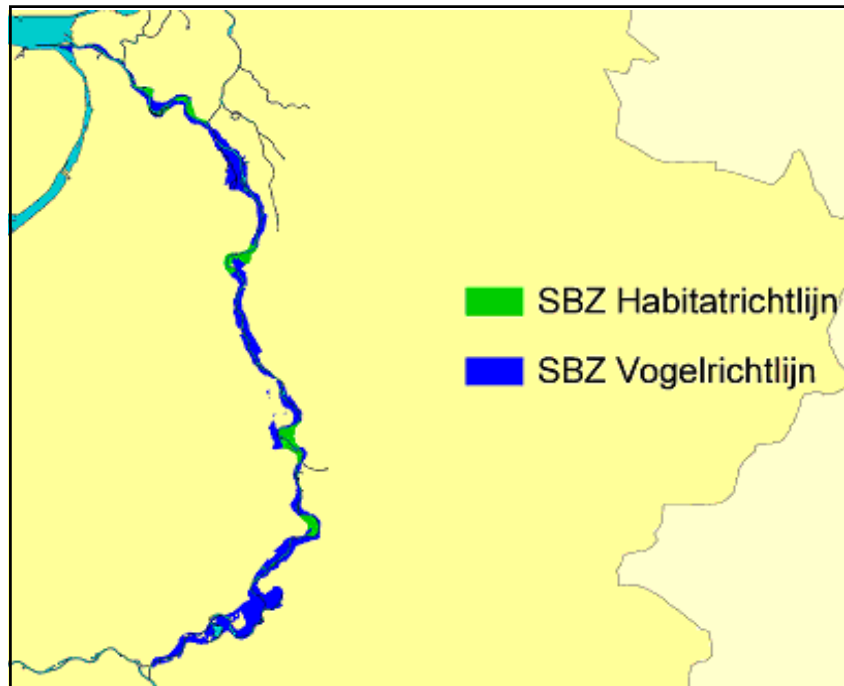
PROJECTNOTA VAARWEGVERRUIMING BOVEN-IJSSEL ON-1597

MAATREGELENKAART

3.3 Vogel- en habitatrichtlijn

De gehele IJssel is aangewezen als speciale beschermingszone (SBZ) vanwege de Vogelrichtlijn. Daarnaast is een deel van de uiterwaarden van de IJssel aangemeld als SBZ vanwege de habitat-richtlijn. (De definitieve aanwijzing van de Habitatrichtlijngebieden moet nog plaatsvinden). Figuur 3.3 brengt deze speciale beschermingszones in beeld.

.....
Figuur 3.3
Speciale beschermingszones vanwege
de Vogel- en Habitatrichtlijn.



In de aanwijzings- dan wel aanmeldingsbesluiten is aangegeven voor welke soorten en habitattypen de gebieden zijn aangewezen. Voor deze soorten en habitats worden instandhoudingsdoelen opgesteld. Deze doelen vormen dan weer de basis voor het beheersplan dat voor iedere SBZ moet worden gemaakt. De soorten en habitats die in de doelen voor de IJssel moeten worden opgenomen zijn vermeld in tabel 3.3.

De daadwerkelijke formulering van de instandhoudingsdoelen voor de Vogel- en Habitatrichtlijn is nog altijd in volle gang, zowel op het landelijk niveau als op het niveau van de Speciale Beschermingszones. Dit proces wordt aangestuurd door het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit (LNV). Bij de als SBZ aangewezen Rijkswateren participeert Rijkswaterstaat actief in de totstandkoming van deze doelen.

Tabel 3.3

Soorten en habitats op grond waarvan de SBZ's van de IJssel zijn aangewezen, dan wel aangemeld.

Richtlijn	Kwalificerende soorten/habitats	Overige soorten/habitats
Vogel-richtlijn	grutto, ijsvogel, kleine zwaan, kolgans, kwartelkoning, meerkoet, reuzenstern, slobbeend, smient, wilde zwaan	aalscholver, fuut, grauwe gans, grote zaagbek, kievit, kleine zilverreiger, krakeend, kuifeend, lepelaar, nonnetje, pijlstaart, porseleinhoen, scholekster, slechtvalk, tafeleend, tureluur, visarend, wilde eend, wintertaling, wulp, zwarte stern
Habitat-richtlijn	rivierfonteinkruidevegetatie, stroomdalgrasland, zachthoutoobos, hardhoutoobos	krabbescheervegetatie, pioniervegetatie op slikoevers, soortenrijke moerasruigte, soortenrijk hooiland, bittervoorn, grote modderkruiper, kleine modderkruiper, rivierdonderpad, kamsalamander

De methode die bij het opstellen van de doelen wordt gebruikt is zoveel mogelijk gestandaardiseerd. Uitgangspunt daarbij is dat alle genoemde soorten en habitattypen voor een SBZ in ieder geval in een gunstige staat van instandhouding (Svl) moeten zijn en blijven. Op landelijk niveau wordt de staat van instandhouding beschreven volgens een "verkeerslicht-benadering": gunstig (groen), matig ongunstig (oranje), zeer ongunstig (rood) of onbekend. De Svl wordt bepaald aan de hand van de volgende vier zaken:

1. Verspreiding: trend in natuurlijke verspreiding.
2. Kwantiteit: trend in populatiegrootte (voor soorten) of in areaal (voor habitattypen).
3. Kwaliteit: voor soorten: duurzaamheid populatie, op basis van de absolute populatiegrootte en/of de populatiekwaliteit (genetische kwaliteit en demografische opbouw); voor habitattypen: de aanwezigheid van karakteristieke soorten.
4. Ecologische vereisten: toestand en perspectieven in leefgebied (kwaliteit, kwantiteit en ruimtelijke samenhang).

Het onderdeel verspreiding heeft in de regel alleen betrekking op landelijk of eventueel regionaal niveau. Voor de beoordeling van de Svl van een soort of habitatype op het schaalniveau van een SBZ wordt dit aspect dan ook buiten beschouwing gelaten. De slechtste van de drie of vier scores bepaalt vervolgens de totale staat van instandhouding. Voor een gunstige Svl moeten alle aspecten gunstig zijn, waarbij er ten hoogste één onbekend mag zijn. Als twee aspecten onbekend zijn is de gehele Svl onbekend, tenzij één van de andere aspecten zeer ongunstig is.

Met de Svl als uitgangspunt worden de lokale instandhoudingsdoelen vastgesteld, op een zodanige manier dat ze haalbaar en meetbaar zijn. Als een gunstige Svl in een beschermd gebied (SBZ) niet haalbaar is

kunnen de doelen lager worden vastgesteld, mits landelijk de doelen wél zijn gericht op het behalen of behouden van een gunstige Svl.

Voor maatregelen per SBZ betekent een en ander dat de soorten en habitats die voldoen aan het lokale instandhoudingsdoel in principe de huidige toestand gehandhaafd moeten blijven. Hooguit is een lichte achteruitgang, tot op het niveau van het doel, acceptabel. Het kan nodig zijn hiervoor maatregelen te formuleren, maar meestal zal handhaving van de huidige situatie voldoende zijn. Voor soorten en habitattypen die niet voldoen aan de lokale instandhoudingsdoelen zullen daarentegen actief maatregelen ter ontwikkeling moeten worden genomen.

Wat zal één en ander voor de SBZ IJssel en IJsseluiterwaarden betekenen? Op basis van trendberekeningen en kwaliteitsinschattingen door respectievelijk FLORON en SOVON (Odé 2004, Foppen *et al.* 2004) is voor elk van de voor SBZ IJssel en IJsseluiterwaarden genoemde habitattypen en soorten een inschatting gemaakt van de Svl (in verkeerslicht kleuren), een voorlopig instandhoudingsdoel op het niveau van de SBZ geformuleerd en kort samengevat welk type maatregelen er voor de hand ligt (tabel 3.4). De instandhoudingsdoelen zijn nog niet volledig uitgewerkt. Bij de habitattypen ontbreken daarom nog kwantitatieve inschattingen van de drempelwaarde voor areaal- en kwaliteitsaspecten. Bij de vogelsoorten is alvast een voorschot genomen op meer kwantitatieve doelen: voor broedvogels in een gemiddeld aantal broedparen over een periode van ca. 5 jaar, voor trekvogels in een gemiddeld seizoensmaximum over een zelfde tijdsperiode. De tabel laat zien dat de instandhoudingsdoelen geen onderscheid maken tussen de kwalificerende en de overige soorten en habitats uit tabel 3.3.

Tabel 3.4

Overzicht van staat van instandhouding (Svl), voorlopig instandhoudingsdoel en indicatie van op doelrealisatie gerichte maatregelen voor de genoemde habitattypen en soorten voor de SBZ IJssel en IJsseluitwaarden (bronnen Odé 2004, Foppen et al. 2004, NEM (SOVON/CBS), EC LNV, themagroep doelstellingen LNV Natura 2000).

habitattype/soort	Svl	voorlopig instandhoudingsdoel*	opgave/maatregelen
Krabbescheervegetatie	herstel	herstel	herstel van geïsoleerde waterpartijen en kwelvoeding
Rivierfonteinkruidvegetatie	uitbreiding	uitbreiding	realisatie van licht tot bodem in zwak stromende mondingsgebieden
Pioniervegetatie op slikoevers	instandhouding	instandhouding	handhaving status quo (mits hoogdynamisch)
Stroomdalgrasland	instandhouding	instandhouding	handhaving status quo
Soortenrijke moerasruigte	instandhouding	instandhouding	aanpassing beheer naar meer extensief
Soortenrijk hooiland	lichte uitbreiding	lichte uitbreiding	aanpassing beheer (specifiek maaibeheer) in periferie huidig areaal
Zachthoutoobos	uitbreiding	uitbreiding	aanpassing beheer (geen maaien, geen begrazing) in periferie huidig areaal
Hardhoutoobos	herstel	herstel	aanpassing beheer (geen maaien, geen begrazing) op de gunstigste plekken
Bittervoorn	onbekend	onbekend	onbekend
Grote modderkruiper	onbekend	onbekend	onbekend
Kleine modderkruiper	onbekend	onbekend	onbekend
Rivierdonderpad	onbekend	onbekend	onbekend
Kamsalamander	onbekend	onbekend	onbekend
broedvogels			
Aalscholver	200 broedparen	200 broedparen	handhaving status quo
IJsvogel	5 broedparen	5 broedparen	handhaving status quo
Kwartelkoning	20 broedparen	20 broedparen	handhaving status quo
Porseleinhoen	2 broedparen	2 broedparen	handhaving status quo
Zwarte stern	40 broedparen	40 broedparen	herstel van geïsoleerde waterpartijen en kwelvoeding
trekvoegels			
Aalscholver		1500	handhaving status quo
Fuut		400	handhaving status quo
Grauwe gans		3000	handhaving status quo
Grote zaagbek		250	ws. aanpassing doel; negatieve trend ws. gerelateerd aan klimaatveranderingen
Grutto		5000	handhaving status quo
Kievit		17000	ws. aanpassing doel; negatieve trend ws. gerelateerd aan klimaatveranderingen
Kleine zilverreiger	onbekend	onbekend	onbekend
Kleine zwaan		750	handhaving status quo
Kolgans		55000	handhaving status quo
Krakeend		165	handhaving status quo
Kuifeend		2500	handhaving status quo
Lepelaar	onbekend	onbekend	onbekend
Meerkoet		13000	handhaving status quo
Nonnetje		90	handhaving status quo
Pijlstaart		300	handhaving status quo
Reuzenster	onbekend	onbekend	onbekend
Scholekster		1500	handhaving status quo
Slechtvalk	onbekend	onbekend	onbekend
Slobeend		550	handhaving status quo
Smient		20000	handhaving status quo
Tafeleend		2700	handhaving status quo
Tureluur		200	handhaving status quo
Visarend	onbekend	onbekend	onbekend
Wilde eend		7000	handhaving status quo
Wilde zwaan		170	handhaving status quo
Wintertaling		800	handhaving status quo
Wulp		750	handhaving status quo

* voorlopig betekent voor HR habitats en soorten: (nog) geen kwantitatieve indicatie voor drempelwaarde, voor VR soorten: een schot voor de boeg op basis van nu voorliggende systematiek en getallen.

3.4 Ecologische beoordeling

In deze paragraaf wordt de ecologische toestand van de IJssel beoordeeld aan de hand van de drie ecologische maatlatten van de KRW die voor de rivieren van belang zijn. De scores op de maatlatten zijn berekend op basis van de beschikbare monitoringsgegevens. De IJssel is beoordeeld als *sterk veranderd*, terwijl de maatlatten zijn ontwikkeld voor natuurlijke wateren. Deze exercitie geeft daardoor inzicht in de mate waarin de ecologische toestand afwijkt van die van de natuurlijke referentie, maar niet in de mate waarin de toekomstige ecologische doelstellingen al zijn gerealiseerd. Het uitvoeren van de beoordeling geeft verder algemeen inzicht in de haken en ogen die aan de ontwikkelde methodieken zijn verbonden.

3.4.1. Vis

In de risicoanalyse is de vistoestand van de IJssel aangegeven als “ontoereikend”. Het RIVO heeft onderzocht waarom deze score ontoereikend is en in hoeverre er verschillen bestaan tussen trajecten van de IJssel.

In de IJssel liggen twee kerngebieden, die binnen het MWTL monitoringsprogramma sinds 1997 jaarlijks door het RIVO worden bemonsterd. Het ene gebied ligt bovenstrooms (Arnhem-Dieren), het andere benedenstrooms (Zwolle-Kampen). De beoordeling in de risicoanalyse 2004 is gebaseerd op de resultaten van deze twee gebieden. Voor dit project zijn ook resultaten van bemonsteringen uit tussenliggende gebieden gebruikt, die zijn verricht in 1992, 1994 en 1996. Deze gegevens zijn verdeeld in twee trajecten: Olst-Zwolle en Brummen-Olst. Er is gevist met kor en elektrisch schepnet, in de hoofdstroom van de rivier. Aanvullend zijn registraties van fuikvangsten van vissers bekend van één locatie. De kerngebieden zijn het meest intensief bemonsterd.

De resultaten van de bemonstering zijn samengevat in tabel 3.5. Er is daarbij gekozen voor een overzicht van de IJssel als geheel, en niet van de afzonderlijke trajecten. Vanwege de verschillende wijzen en frequenties van bemonstering zijn de trajecten namelijk niet rechtstreeks vergelijkbaar. Enkele specifieke verschillen tussen de trajecten worden in de tekst wel genoemd.

In de deelmaatlatten voor vis wordt gekeken naar verschillende groepen vissen. Het gaat om diadrome soorten (trekvissen), reofiele soorten (strominnende vissen) en limnofiele soorten (waterplantenminnende soorten). Een wat uitgebreidere beschrijving van de maatlat vis is te vinden in hoofdstuk 2.

Tabel 3.5
Score van de IJssel op de deelmaatlaten voor vissen.

Aspect	Score	Beoordeling
Aantal soorten diadroom	8	matig
Aantal soorten reofiel a/b	15	goed
Aantal soorten limnofiel	5	goed
Relatieve abundantie reofiele soorten	0-10 %	slecht ¹
Relatieve abundantie limnofiele soorten	0-1 %	slecht tot ontoereikend ²
Relatieve abundantie 0+ reofiel (Winde)	>40%	zeer goed

¹ Met één uitschieter tot goed (één jaar in één deeltraject).

² In de korvangsten altijd zeer slecht (eigenlijk geheel ontbrekend), in de oevervangsten slecht tot zeer slecht.

Uit de tabel blijkt dat de *aantallen soorten* niet slecht scoren. De gehanteerde vangstmethode leiden echter tot sterk verschillende resultaten. Zo worden limnofiele (waterplanten minnende) soorten wel gevangen met een elektrisch schepnet in de oever, maar ontbreken ze vrijwel in de korvangsten in de hoofdstroom. Enkele limnofiele soorten zijn karakteristiek voor de uiterwaardwateren (bijvoorbeeld grote modderkruiper en kroeskarper). Omdat er niet in de uiterwaardwateren in bemonsterd, zijn deze soorten niet waargenomen. Over het algemeen geldt dat in de oeverzone een veel grotere diversiteit aan soorten wordt aangetroffen dan in de hoofdstroom. De methodes en locaties van bemonstering beïnvloeden dus de score op de maatlaten sterk.

De *soortsamenstelling* verandert sterk over de lengte van de IJssel. In het traject Zwolle-Kampen wordt de soortensamenstelling sterk beïnvloed door het IJsselmeer. Hier komen grote aantallen spiering en pos voor, die meer stroomopwaarts veel schaarser zijn. In het middendeel is kolblei algemeen en in het meest bovenstroomse traject zijn brasem (en in mindere mate barbeel) kenmerkend. De algemeen bekende longitudinale zonerings van visgemeenschappen in rivieren is dus ook in de IJssel zichtbaar. Dit is een verschijnsel dat in de typebeschrijving en de maatlaten niet expliciet wordt meegenomen.

De *abundanties* van ecologisch gevoelige groepen zijn zeer laag. De soorten zijn aanwezig, maar slechts in zeer lage aantallen. Volgens deskundigen ligt dit aan het ontbreken van geschikte habitats. Het gaat dan in eerste instantie om oeverhabitats. In de gekanaliseerde IJssel met zijn grotendeels verharde oevers ontbreken zandige oevers, begroeide oevers met weinig stroming en locaties met veel waterplanten. Deze habitats zijn van belang voor limnofiele soorten en voor de juveniele stadia van reofiele (stroomminnende) soorten. De eventueel in de regionale wateren aanwezige geschikte habitats zijn vanuit de IJssel veelal moeilijk bereikbaar. Daarnaast zijn ook de uiterwaarden over het algemeen slecht toegankelijk voor de vissen. Slechts bij zeer hoog water vindt er overstroming plaats. Een natuurlijke verbinding met de rivier en een daardoor natuurlijker overstromingspatroon zou de benutbaarheid van de (overstroomde) uiterwaarden voor vis sterk vergroten. Het effect van de beschikbaarheid van geschikte habitats komt tot uiting in de relatief gunstige soortensamenstelling van het traject Arnhem-

Dieren. Het vrij natuurlijke water van een grote oude meander (de Zwarte Schaar) heeft daar een uitstraling naar de vissamenstelling van de hoofdstroom.

Voor diadrome soorten (trekvissen) zouden de trekmogelijkheden een rol kunnen spelen. Hoewel de Afsluitdijk de migratiemogelijkheden van en naar zee zeker beperkt, is volgens deskundigen ook voor dit gilde de schaarste van geschikte habitats de belangrijkste oorzaak voor de beperkte aanwezigheid. Er bestaan enige intrekmogelijkheden bij de Afsluitdijk. De vis die binnenkomt wacht echter een lange tocht door een weinig geschikt gebied.

Het percentage juveniele winde is hoog: nergens minder dan 40%. Dit betekent dat er sprake is van regelmatige voortplanting.

3.4.2. Waterplanten

In de risicoanalyse is de waterplantensituatie van de IJssel als matig aangegeven. Waterplanten worden in de hoofdgeul van de IJssel intensief gemonitord. Er zijn gegevens beschikbaar van acht locaties, over een reeks van jaren. Tabel 3.6 geeft een overzicht van de score van de IJssel op de twee deelmaatlaten weer, in vijf verschillende jaren. Uit het overzicht blijkt dat de IJssel als geheel beter scoort op abundantie dan op soortensamenstelling. De totaalscore varieert van matig tot goed.

Tabel 3.6
Score van de IJssel op de deelmaatlaten voor waterplanten.

Jaar	Abundantie ¹	Soorten-samenstelling	Totaal
1997	0,74 (goed)	0,47 (matig)	0,61 (goed)
1998	0,67 (goed)	0,49 (matig)	0,58 (matig)
1999	0,61 (goed)	0,47 (matig)	0,54 (matig)
2000	0,73 (goed)	0,49 (matig)	0,61 (goed)
2002	0,81 (zeer goed)	0,53 (matig)	0,67 (goed)

¹ Bij de abundantie zijn oeverplanten niet in de maatlat meegenomen, omdat de gegevens daarvan niet in de MWTL dataset zijn opgenomen.

Er blijkt in de IJssel een duidelijk verloop te zijn in het voorkomen van waterplanten van bovenloop naar benedenloop. Tabel 3.7 geeft een uitsplitsing van de gegevens naar locatie (gemiddeld over de jaren waarvan de gegevens in tabel 3.6 zijn opgenomen). De locaties zijn geordend van bovenstrooms naar benedenstrooms. Benedenstrooms blijken zowel abundantie als soortenrijkdom het grootste te zijn. Het is van belang hier op te merken dat de maatlat bedoeld is voor een beoordeling op het niveau van waterlichaam, en niet voor de beoordeling van afzonderlijke locaties. De getallen van de tabel voor de IJssel als geheel kunnen daarom niet rechtstreeks worden afgeleid uit de getallen

voor de verschillende locaties. De soortsdiversiteit van de IJssel als geheel bijvoorbeeld is meer dan de gemiddelde diversiteit per locatie.

Tabel 3.7

Uitsplitsing van de score van de IJssel op de deelmaatlaten voor waterplanten naar bemonsteringslocatie (in volgorde van bovenstrooms naar benedenstrooms).

	Abundantie	Soorten	Totaal
Dierensche Hank	0,25	0,02	0,14
Zutphen	0,16	0,00	0,08
Deventer	0,21	0,03	0,12
Veessen	0,16	0,12	0,14
Oldeneel	0,23	0,05	0,14
Zwolle	0,59	0,40	0,50
Wilsum	0,74	0,46	0,60
Seveningen	0,60	0,43	0,52
Kattendiep	0,92	0,53	0,72

De belangrijkste oorzaken voor de beperkte aanwezigheid van waterplanten in het stroomopwaarts gelegen deel van de hoofdgeul zijn het gebrek aan ondiep water, het gebrek aan stroomluwe locaties, scheepvaartgolven, de afwezigheid van slibbig substraat en onnatuurlijk sterke peilfluctuaties als gevolg van de bedijking. Ook in een natuurlijke situatie mag er verschil worden verwacht tussen benedenloop en bovenloop. De menselijke beïnvloeding van het systeem (normalisatie, oeververharding, scheepvaart) maakt echter dat waterplanten stroomopwaarts nu bijna verdwenen zijn uit de hoofdgeul.

3.4.3. Macrofauna

In de risico-analyse van de IJssel is de toestand van de macrofauna aangegeven als ontoereikend; uit de gegevens die wij ter beschikking hebben gekregen zou volgen dat de toestand matig is. Tabel 3.8 geeft een overzicht.

Tabel 3.8

Score van de IJssel op de deelmaatlaten voor macrofauna.

jaar	Aantal monsters	Score dominant negatieve soorten	Score kenmerkende soorten	Score dominant positieve & kenmerkende soorten	Totaal score
1995	4	0,2	0,2	0,2	0,6 (matig)
1999	5	0,2	0,3	0,2	0,7 (matig)
2000	1	0,2	0,3	0,2	0,7 (matig)

De score op negatieve soorten is goed, maar er zouden meer kenmerkende en dominant positieve soorten aanwezig kunnen zijn. De belangrijkste redenen voor het ontbreken hiervan liggen volgens deskundigen in het ontbreken van ondiep water, de beperkte aanwezigheid van vegetatie en hout, weinig variatie in bodemsamenstelling en de golven van de scheepvaart.

3.5 Mogelijke maatregelen

Uit de bespreking van de ecologische beoordeling van de IJssel in de voorgaande paragraaf is duidelijk geworden wat de belangrijkste oorzaken zijn van het verschil tussen de ecologische toestand van de IJssel en die van de natuurlijke referentie. Op basis daarvan kan worden aangegeven welke typen maatregelen kunnen bijdragen aan verbetering van de ecologische situatie. Tabel 3.9 geeft een overzicht.

Tabel 3.9

Overzicht van categorieën van maatregelen die de ecologische toestand van de IJssel kunnen verbeteren. Met een x is aangegeven waar er een positief effect op een maatlat of op de instandhoudingsdoelen van de VHR is.

	vis	waterplanten	macrofauna	VHR
Verbetering vismigratiemogelijkheden	x			
Rehabilitatie overstromingsgebieden	x			
Verbetering "oeverhabitats"	x	x	x	x

Bij herstel van vismigratiemogelijkheden gaat het in de IJssel om verbetering van de intrekmogelijkheden bij de Afsluitdijk en om betere migratiemogelijkheden tussen de IJssel en de daarop afwaterende regionale wateren. Overigens staat verbetering van vismigratiemogelijkheden niet los van habitatverbetering. Als vissen wel een obstakel kunnen passeren, maar vervolgens zeer lang door een ongeschikt gebied moeten zwemmen, zal de uiteindelijke migratie nog slecht verlopen.

Bij rehabilitatie van overstromingsgebieden gaat het om herstel van een natuurlijk overstromingspatroon in de uiterwaarden. Dit betekent dat zomerdijken verwijderd of doorstoken moeten worden, maar ook dat de uiterwaarden verlaagd moeten worden. De huidige uiterwaarden liggen door de combinatie van bedijking en inslijting van het zomerbed onnatuurlijk hoog. Bovendien heeft er vaak egalisatie plaatsgevonden. Herstel betekent dat er een afwisseling ontstaat van permanent water en geleidelijke overgangen naar land dat meer en minder vaak wordt overstroomd.

Bij verbetering van oeverhabitats gaat het niet alleen om herstel van de oever. Met het woord oeverhabitats worden natuurlijke oevers bedoeld, met een afwisseling tussen langzaam stromend en bijna stagnerend water, tussen zandige en slibrijke bodems, tussen kale en onbegroeide delen, met plaatselijk de aanwezigheid van dood hout. Daarnaast worden er ook waterplantenvelden mee aangegeven. Deze "oeverhabitats" kunnen deels in de oeverzone van de hoofdgeul worden ontwikkeld. Omdat de mogelijkheden voor het creëren van zones met beperkte stroomsnelheid en golfwerking in de smalle hoofdgeul van de IJssel meestal beperkt zijn, zullen nevengeulen en strangen echter de beste kansen bieden (met name stroomopwaarts van Kampen).

Tabel 3.10 geeft een overzicht van de concrete maatregelen die mogelijk zijn in de IJssel. Dit overzicht is enerzijds gebaseerd op de analyse van de ecologische beoordeling en anderzijds op het overzicht van hydromorfologische ingrepen die in de IJssel hebben plaatsgevonden. Bij het opstellen van de tabel is ervan uitgegaan dat de aanwezigheid van

winterdijken, normalisatie en periodiek baggeren onomkeerbaar zijn: zij bepalen het sterk veranderde karakter van de IJssel horen. Verder is verondersteld dat de scheepvaart blijvend een gebruiksfunctie is. Alle ingrepen buiten het waterlichaam zelf, zoals het peilbeheer in het IJsselmeer en de aanwezigheid van het Main-Donaukanaal, zijn voor deze exercitie ook onomkeerbaar geacht.

In de tabel is aangegeven in welke mate een positief effect van de maatregelen op de verschillende maatlatscores (en op de instandhoudingsdoelen van de VHR) verwacht mag worden. Het gaat hier om een inschatting op basis van expert judgement.

Tabel 3.10

Overzicht van mogelijke maatregelen ter verbetering van de ecologische toestand van de IJssel en de verwachte effecten op de verschillende maatlatten (+++ = zeer groot positief effect, 0=geen effect, --- = zeer groot negatief effect)

Maatregelen	Vis	Water-planten	Macro-fauna	VHR
<i>Verbetering vismigratiemogelijkheden</i>				
Visvriendelijk sluisbeheer Afsluitdijk	+	o	o	o
Brakwaterzone/vispassage Afsluitdijk	+	o	o	o
Vispassages/overgangen regionale wateren	+	o	o	o
<i>Rehabilitatie overstromingsgebieden</i>				
Zomerkade doorsteken/verwijderen	+	-	+	o
Uiterwaardverlaging	++	+	++	+
<i>Verbetering "oeverhabitats"</i>				
Verwijdering oeververharding	+	+	++	+
Meestromende nevengeul (nieuw gegraven)	+++	+	++	+
Meestromende nevengeul (aantakking bestaand water)	++	-	+	o
Aangetakte streng/plas (nieuw gegraven)	++	++	++	o
Aangetakte strang/plas (aantakking geïsoleerd water)	+	-	+	-
Verbreden zomerbed	+	+	+	+
Langsdammen	++	+	++	+
Verondiepen kribvakken	+	+	+	o
kribvakafsluiting	+	++	+	o
Doorlatend maken kribben	+/o	+/o	+/o	o
Extensivering vegetatiebeheer oevers	+	o	++	+
Aanbrengen dood hout in water	o/+	o	++	o
Regulering scheepvaart (snelheid, grootte)	o/+	+	+	+

Bij de inschatting van de effecten van maatregelen zijn heel wat kanttekeningen te maken. Zo is de ene plus de andere niet. Een score kan verder een saldo zijn van positieve effecten op een bepaalde soortgroep en negatieve effecten op een andere. Sommige maatregelen zijn alleen zinnig in combinatie met elkaar, of de effecten ervan worden door die combinatie enorm versterkt. Te denken valt bijvoorbeeld aan verwijdering van oeververharding en extensivering van het vegetatiebeheer. Verder hangt heel veel af van het precieze ontwerp van een maatregel.

Tot slot geldt dat lang niet alle maatregelen op iedere locatie kunnen worden uitgevoerd.

Het overzicht van maatregelen in tabel 3.10 betreft specifieke maatregelen ter verbetering van de ecologische situatie. In de IJssel zijn echter ook projecten in voorbereiding met veiligheidsdoelstellingen en scheepvaartdoelstellingen. Er is een globale inschatting gemaakt van de kansen en bedreigingen die deze projecten vormen voor de ecologische doelstellingen van de IJssel. Tabel 3.11 geeft hiervan een overzicht. Op het eerste gezicht lijken de projecten vooral kansen te bieden, mits bij de uitwerking van de plannen nadrukkelijk rekening wordt gehouden met de KRW doelstellingen.

Naast deze projecten zijn er ook natuurontwikkelingsprojecten in de uiterwaarden voorgenomen. Specifieke maatregelen ten behoeve van de KRW zullen soms kosteneffectiever kunnen worden uitgevoerd in combinatie met deze algemene natuurontwikkelingsprojecten. Zo kan bijvoorbeeld het verwijderen van oeververharding gebeuren in een gebied waarin de oever niet intensief meer wordt beheerd (maaïen en grazen). Het aanleggen van nevengeulen, andere aangetakte wateren en overstromingszones kan daar gebeuren zonder dat afzonderlijk grond hoeft te worden aangekocht.

Tabel 3.11

Kansen en bedreigingen vanuit veiligheids- en scheepvaartprojecten (deels gebaseerd op van Haren *et al.* (2004).

Maatregel	Kansen en bedreigingen
<i>Ruimte voor de Rivier</i>	
Dijkverlegging	In principe geen ecologisch effect. Wanneer echter intensief agrarisch gebruik hierdoor wordt vervangen door extensief gebruik of natuurgebied, kan er een positief effect op de VHR doelstellingen zijn.
Hoogwatergeul	Geen effect op de KRW doelstellingen. Een aangepaste inrichting en/of gebruik kunnen leiden tot een positief effect op de VHR doelen.
Uiterwaardvergraving	Biedt goede mogelijkheden voor bijdragen aan de ecologische doelen van VHR en KRW. Belangrijk voor de KRW doelen is 1-een herstelde verbinding met de rivier en 2-de ontwikkeling van permanent water en/of geleidelijke overstromingszones. Voor de VHR is het van belang dat bestaande natuurwaarden worden ontzien.
Zomerbedverlaging	Zomerbedverlaging kan ten koste gaan van de oppervlakte ondiepe oeverzones en heeft dan een negatief effect op de KRW doelen.
<i>Vaarwegverruiming</i>	
Baggeren	Periodiek baggeren betekent een terugkerende verstoring van het bodemhabitat. Het ecologische effect van de diepteverandering is gering, omdat het baggeren niet de ondiepe oeverzones betreft.
Vaarwegverbreding	Biedt mogelijkheden om gelijk een natuurlijk oeverprofiel te creëren.
Oeverbelijning	Betreft het aanpassen van het profiel, zodat ook bij laag water een gelijkmatig doorstroomprofiel aanwezig is. Waar hiervoor langsdammen worden toegepast, kan een rustig stromende, golfluwe zone langs de oever worden gecreëerd.
Bodemschermen	Bodemschermen in de buitenbocht leiden tot verdieping in de binnenbocht. Gezien de huidige structuur van de hoofdgeul, gaat dit niet ten koste van ondiepe, stroomluwe sedimentatiezones en heeft dus geen duidelijk negatief effect.
Bochtstraalvergroting	De oeveringrepen die nodig zijn voor bochtstraalvergroting bieden mogelijkheden om gelijk een natuurlijk oeverprofiel te creëren. Vaak is ook kribverlenging nodig, die kan worden benut om, in combinatie met langsdammen, een rustig stromende golfluwe zone te creëren.
<i>Sanering</i>	
Bodemsanering	De grondwerken die moeten worden uitgevoerd bij de sanering van vervuilde (water)bodems kunnen worden benut om tot een meer natuurlijke profilering van het systeem te komen.

4. Case Bedijkte Maas

4.1 Beschrijving

De Maas is een ongeveer 935 km lange regenrivier. De Bedijkte Maas is het riviertraject van de aansluiting van het Maas-Waal kanaal (tussen Cuijk en Grave) tot Lith. Dit traject is als waterlichaam begrensd en getypeerd als R7: langzaam stromende rivier/nevengeul op zand/klei (zie hoofdstuk 2).

De Bedijkte Maas is van nature een sterk meanderend riviertraject met een diep zomerbed tussen oeverwalsystemen. Het eerste deel vanaf Cuijk loopt de Bedijkte Maas door de Pleistocene rivierterrassen van de Rijn. De rest van het traject is de rivier omgeven door grootschalige komgronden, waarin plaatselijk opduikingen van Pleistocene rivierduinen voorkomen. Opwas of aanwas van zandplaten en uiterwaarden vond op kleine schaal plaats in de binnenbochten van de meanders. De breedte-diepte verhouding was echter te gering voor het ontstaan van banken en eilanden in de rivier.

De meanders van de Bedijkte Maas zijn in de Middeleeuwen ontstaan. In de eerste helft van de 14^e eeuw kwam de aaneengesloten bedijking op de oeverwallen tot stand. De meanders hebben zich daarna slechts weinig meer verplaatst. Het kronkelwaardreliëf werd geleidelijk afgedekt en genivelleerd, waardoor in de uiterwaarden nog maar weinig geulen en strangen voorkomen.

De bedijkingen waren het begin van de ingrepen in dit riviertraject. Ze zijn in de loop der eeuwen gevolgd door oeververharding, grootschalige bochtafsnijdingen en de aanleg van stuwen bij Grave en Lith. De stuwen zijn alleen geopend bij zeer hoge afvoeren, waardoor de peilvariaties in dit Maastraject zeer beperkt zijn. De grootste peilvariatie treed nog direct benedenstrooms van de stuw bij Grave op. De uiterwaarden, die geen zomerkades hebben, liggen hoog ten opzichte van het stuwpeil en worden daarom maar zeer weinig overstroomd. De hoge ligging maakt de uiterwaarden geschikt voor landbouw: ze zijn grotendeels in gebruik als grasland en akkerland.

In het eerste deel van het riviertraject monden enkele beken uit. Meer benedenstrooms lozen via gemalen verschillende weteringen hun water op de Maas.

4.2 Menselijke beïnvloeding

De algemene beschrijving van de Bedijkte Maas in de vorige paragraaf geeft al een aardig beeld van de sterke mate waarin de hydromorfologie van dit waterlichaam door de mens beïnvloed is. Hierbij hebben de stuwen een dominante invloed. Tabel 4.1 geeft een samenvattend overzicht van de hydromorfologische veranderingen in het systeem en van menselijk gebruik dat de hydrologie of de morfologie beïnvloedt.

Tabel 4.1
Hydromorfologische beïnvloeding van de Bedijkte Maas door inrichting en gebruik.

Invloed	Effect op hydrologie en morfologie
Winterdijken	Beperking overstromingsgebied.
Normalisatie (oeververharding)	Vergroting stroomsnelheid bij piekafvoer, verlies ondiep waterzones.
Bochtafsnijdingen	Vergroting stroomsnelheid bij piekafvoer
Stuwen	Grotendeels stagnant peil (verlies stroming en verlies getijdewerking benedenstroomse deel), verstoring longitudinale continuïteit.
Afsluiting Haringvliet	Verstoring longitudinale continuïteit.
Verstoorde verbindingen regionale wateren.	Verstoring longitudinale continuïteit.
Ontwatering, ontbossing en verharding in stroomgebied.	Hogere piekafvoeren.
Waterkrachtcentrale Lith	Verstoring longitudinale continuïteit.
Scheepvaart	Golfwerking.
Delfstofwinning uiterwaarden	Ontstaan van plassen en putten.
Egalisatie uiterwaarden	Verlies natuurlijk reliëf.
Agrarische exploitatie uiterwaarden.	Verlies natuurlijke vegetaties.

Het traject heeft twee stuwen: Grave en Lith. De stuw bij Lith heeft een vistrap, bij Grave is de aanleg van een vistrap in voorbereiding. Bij de stuw van Lith ligt een waterkrachtcentrale.

De beïnvloeding van de hydromorfologie werkt door in de ecologische kwaliteitsparameters. De mate waarin dit gebeurt wordt beschreven in de volgende paragraaf.

Voor de komende jaren zijn voor dit riviertraject nog meerdere projecten in voorbereiding. Vanuit het Zandmaasproject gaat het om de volgende zaken:

- Zomerbedverdieping tussen Grave en Ravenstein: 3 meter.
- Zomerbedverdieping tussen Gennep en Grave: 1,5 tot 3 meter.
- Peilopzet in stuwpannd Grave: 50 cm.
- Aanleg Keersluis Heumen (ingang Maas-Waal kanaal).

In de Loonse Waard vindt zandwinning plaats. Aansluitend op de verdiepingstrajecten en bij de Loonse Waard zullen natuurvriendelijke oevers worden aangelegd. Ook op andere locaties wordt naar mogelijkheden voor de aanleg van natuurvriendelijke oevers gezocht. In verschillende uiterwaarden zijn natuurontwikkelingsprojecten in voorbereiding.

4.3 Ecologische beoordeling

In deze paragraaf wordt de ecologische toestand van de Bedijkte Maas beoordeeld aan de hand van de drie relevante ecologische maatlatten van de KRW. Eerder is al aangegeven dat het gaat op een beoordeling

met maatlatten die voor natuurlijke wateren zijn ontwikkeld, en dus nog niet om een beoordeling aan de hand van de doelstellingen voor de sterk veranderde situatie.

4.3.1. Vis

In de risicoanalyse is de vistoestand van de IJssel geclassificeerd als "ontoereikend", waarbij is aangegeven dat het hierbij gaat om een inschatting. Er zijn namelijk maar weinig gegevens beschikbaar van de Bedijkte Maas. Het RIVO heeft de beschikbare gegevens verzameld en geanalyseerd. Het betreft gegevens van korvangsten uit de jaren 1992-1996, aangevuld met fuikregistraties van vissers van één locatie. Er is niet bemonsterd met een elektrisch schepnet in de oeverzone.

Tabel 4.2 geeft een overzicht van de gegevens. Vanwege de beperkte dataset kan er geen onderscheid tussen deeltrajecten worden gemaakt. De bedijkte Maas is echter veel homogener dan de IJssel, zodat er geen grote verschillen tussen deeltrajecten te verwachten zijn.

Tabel 4.2
Score van de Bedijkte Maas op de
deelmaatlatten voor vissen.

Aspect	Score	Beoordeling
Aantal soorten diadroom	10	goed
Aantal soorten reofiel a/b	20	zeer goed
Aantal soorten limnofiel	4	goed
Relatieve abundantie reofiele soorten	0-4%	slecht
Relatieve abundantie limnofiele soorten	0-1%	slecht ¹
Relatieve abundantie 0+ reofiel	-	-

¹ Kan vertekend zijn door het ontbreken van vangsten in de oeverzone.

Het algemene beeld is in grote lijnen vergelijkbaar met dat van de IJssel: met de soortenaantallen diadrome (trekkende), reofiele (stroomminnende) en limnofiele (waterplantenminnende) vissen is weinig mis, maar de aantallen zijn bedroevend laag. Het beeld kan daarbij iets vertekend zijn door het ontbreken van vangsten met een elektrisch schepnet in de oeverzone. Omdat ook de Bedijkte Maas grotendeels verharde oevers heeft valt echter niet te verwachten dat de vangsten daar veel zouden hebben opgeleverd.

Opvallend is een relatief laag aandeel kolblei en een vrij hoog aandeel brasem. Vermoedelijk is dit een gevolg van de stuwen in dit riviertraject, waardoor het water een groot deel van het jaar nauwelijks stroomt. Kolblei is een soort die goed gedijt in permanent stromende habitats, terwijl brasem meer een soort van stagnant water is.

Omdat er niet met een elektrisch schepnet gevist is, kan de leeftijdsopbouw niet berekend worden.

Net als bij de IJssel is het ontbreken van geschikte habitats een belangrijke oorzaak voor de lage dichtheden van gevoelige soorten. Daarnaast spelen de stuwen een belangrijke rol. Enerzijds is er het probleem van de paseerbaarheid. De stuw bij Grave heeft nog geen vistrap. De stuw

bij Lith heeft er wel een, maar er is weinig bekend over de effectiviteit daarvan. Daarnaast zorgen de stuwen ervoor dat in grote delen van het jaar stromend water ontbreekt en dat de peildynamiek sterk wordt beperkt.

4.3.2. Waterplanten

In de risicoanalyse is de waterplantensituatie van de Bedijkte Maas aangegeven als ontoereikend. Er zijn gegevens beschikbaar van twee locaties, over een reeks van jaren. Tabel 4.3 geeft een overzicht van de verschillende jaren. Omdat er geen systematisch verschil bestaat tussen beide locaties is er geen opsplitsing gemaakt.

Tabel 4.3
Score van de Bedijkte Maas op de deeltaalplaten voor waterplanten.

Jaar	Abundantie	Soorten-samenstelling	Totaal
1996	0.00 (slecht)	0,00 (slecht)	0,00 (slecht)
1997	0.00 (slecht)	0,00 (slecht)	0,00 (slecht)
1998	0.27 (ontoereikend)	0,39 (ontoereikend)	0,33 (ontoereikend)
1999	0.31 (ontoereikend)	0,42 (matig)	0,37 (ontoereikend)
2000	0.25 (ontoereikend)	0,42 (matig)	0,34 (ontoereikend)
2002	0.48 (matig)	0,42 (matig)	0,45 (matig)

De tabel laat zien dat zowel de abundantie als de diversiteit niet voldoen. In de loop der jaren lijkt er wel sprake te zijn van enige verbetering van de situatie.

De oorzaken van de ongunstige situatie zijn deels vergelijkbaar met die van de bovenloop van de IJssel: gebrek aan ondiep water en scheepvaartgolven. Een groot verschil is echter dat in de Bedijkte Maas het water een groot deel van het jaar vrijwel stagnant is. Dit bevordert de mogelijkheden voor de ontwikkeling van enkele soorten waterplanten, maar leidt niet tot een grote diversiteit aan soorten. Een probleem is de slechte waterkwaliteit, waardoor algenbloei op kan treden (die negatief werkt op het voorkomen van waterplanten).

4.3.3. Macrofauna

De risico-analyse beschrijft de macrofauna van de Bedijkte Maas als ontoereikend. Tabel 4.4 geeft een samenvattend overzicht van monsters van een wat langer Maastraject (dat echter wel geheel tot type R7 behoort). De scores liggen duidelijk lager dan die van de IJssel. Niet alleen zijn de aantallen dominant positieve en kenmerkende soorten laag, maar ook is er vaak sprake van grote dichtheden dominant negatieve soorten. De oorzaken zijn in de eerste plaats vergelijkbaar met die bij de IJssel: het ontbreken van ondiep water, de beperkte aanwezig-

heid van vegetatie en hout, weinig variatie in bodemsamenstelling en de golven van de scheepvaart. Daarnaast komen in de gestuwde rivierpanden door het ontbreken van waterstroming minder stroomminderende soorten voor.

Tabel 4.4
Score van de Bedijkte Maas op de deelmaatlaten voor macrofauna.

Jaar	Aantal monsters	Score dominant negatieve soorten	Score kenmerkende soorten	Score dominante & kenmerkende soorten	Totaal score
1996	3	0,1	0,1	0,1	0,3 (slecht)
1997	3	0,1	0,2	0,2	0,5 (ontoereikend)
1998	4	0,2	0,2	0,1	0,5 (ontoereikend)
2000	8	0,1	0,2	0,2	0,5 (ontoereikend)
2001	4	0	0,1	0,2	0,3 (slecht)

4.4 Mogelijke maatregelen

Uit de bespreking van de ecologische beoordeling in de voorgaande paragraaf is duidelijk geworden wat de belangrijkste oorzaken zijn van het verschil tussen de ecologische toestand van de Bedijkte Maas en die van de natuurlijke referentie. Op basis daarvan kan worden aangegeven welke typen maatregelen kunnen bijdragen aan verbetering van de ecologische situatie. Tabel 4.5 geeft een overzicht. Hierbij is het uitgangspunt dat bedijking, normalisatie en het huidige stuwbeheer onomkeerbaar zijn¹ (en dus horen bij het sterk veranderde karakter van de Bedijkte Maas) en dat scheepvaart een gebruiksfunctie blijft.

Tabel 4.5
Overzicht van categorieën van maatregelen die de ecologische toestand van de Bedijkte Maas kunnen verbeteren. Met een x is aangegeven waar er een positief effect op een maatlat is.

	vis	waterplanten	macrofauna
Verbetering vismigratiemogelijkheden	x		
Verbetering "oeverhabitats"	x	x	x
Herstel waterstroming	x	x	x

Bij herstel vismigratiemogelijkheden gaat het in de Bedijkte Maas om aanleg en verbetering van de vispassages langs de stuwen en vermindering van de schadelijke effecten van de waterkrachtcentrale bij Lith.

¹ Als het stuwbeheer inderdaad als onomkeerbaar wordt gezien, roept dit de vraag op of bij het formuleren van het MEP/GEP voor waterplanten en macrofauna niet beter een maatlat voor stagnante wateren kan worden gehanteerd.

Verder zijn betere migratiemogelijkheden tussen de Maas en de daarop afwaterende regionale wateren van belang.

Herstel van een natuurlijk overstromingspatroon in de uiterwaarden, zoals genoemd bij de IJssel, lijkt hier minder van toepassing. Er zijn geen zomerdijken aanwezig. De hoge ligging van de buitendijkse gebieden maakt echter dat er alleen bij piekafvoeren overstroming optreedt.

Bij verbetering van oeverhabitats gaat het niet alleen om herstel van de oever. Met het woord oeverhabitats worden natuurlijke oevers bedoeld, met een afwisseling tussen langzaam stromend en bijna stagnant water, tussen zandige en slibrijke bodems, tussen kale en onbegroeide delen, met plaatselijk de aanwezigheid van dood hout. Daarnaast worden er ook waterplantenvelden mee aangegeven. Vanwege de over het algemeen zeer lage stroomsnelheden biedt de Bedijkte Maas meer mogelijkheden oeverzones tot ontwikkeling te brengen in de hoofdgeul zelf, dan de IJssel. Daarnaast kunnen aangetakte strangen en plassen mogelijkheden bieden. Door de stuwwerking zijn er geen mogelijkheden voor meestromende nevengeulen (op een speciale variant rond de stuwen na).

Het ontbreken van permanent stromend water leidt in de Bedijkte Maas tot een beperkte aanwezigheid van stroomminnende organismen. Maatregelen om permanent stromend water terug te brengen zouden goed zijn voor het herstel hiervan. Ervan uitgaande dat de stuwen hun huidige functie behouden, zijn de mogelijkheden hiervoor beperkt. Gelijk na de stuw van Grave zouden oevers met vooroeververdedigingen een enigszins stromend karakter kunnen krijgen (Grontmij, 1999). Verder zijn er mogelijkheden het peilverschil over de stuwen te benutten door een meestromende nevengeul aan te leggen die boven een stuw begint en beneden deze stuw weer aantakt.

Tabel 4.6 geeft een overzicht van de concrete maatregelen die mogelijk zijn in de Bedijkte Maas. Dit overzicht is enerzijds gebaseerd op de analyse van de ecologische beoordeling en anderzijds op het overzicht van hydromorfologische ingrepen die in de Maas hebben plaatsgevonden. In de tabel zijn, gebaseerd op expert judgement, de effecten van de maatregelen aangegeven.

Tabel 4.6

Overzicht van mogelijke maatregelen ter verbetering van de ecologische toestand van de Bedijkte Maas en de verwachte effecten op de verschillende maatlatten (+++ = zeer groot positief effect, 0=geen effect, --- = zeer groot negatief effect)

	Vis	Water-planten	Macro-fauna
<i>Verbetering vismigratiemogelijkheden</i>			
Optimalisatie vispassages/visgeleiding	++		
Waterkrachtcentrale uitschakelen tijdens migratiepiek stroomaf	+		
Visvriendelijk sluisbeheer bij stuwen Kier Haringvliet	+	o	o
Vispassages/overgangen regionale wateren	+	o	o
<i>Verbetering "oeverhabitats"</i>			
Verwijdering oeververharding	+	+	++
Natuurvriendelijke oever met vooroeververdediging	++	++	++
Aangetakte streng/plas (nieuw gegraven)	++	++	++
Aangetakte strang/plas (aantakking geïsoleerd water)	+	o	+
Extensivering vegetatiebeheer oevers	+	o	++
Aanbrengen dood hout in water	o/+	o	++
Regulering scheepvaart (snelheid, grootte)	o/+	+	+
<i>Herstel waterstroming</i>			
Stromende geul langs stuw	++	o	++

Zoals gezegd bij de IJssel: bij een overzicht van maatregelen als dit zijn heel wat kanttekeningen te maken. Veel hangt af van de specifieke omstandigheden ter plekke, de manier waarop een maatregel wordt uitgevoerd en de wijze waarop maatregelen worden gecombineerd.

De in dit riviertraject voorgenomen projecten zullen ook effect hebben op de ecologie ervan. De natuurvriendelijke oevers zijn te zien als projecten die specifiek op de doelen van de KRW zijn gericht: zij zullen zeker bijdragen aan een betere score op de maatlatten. De natuurontwikkelingsprojecten in de uiterwaarden kunnen vooral bijdragen wanneer er aan de rivier aangetakte wateren worden aangelegd. Van de zomerbedverdieping en peilopzet kan een negatief effect verwacht worden, dat echter gecompenseerd kan worden door de daarbij voorgenomen natuurvriendelijke oevers (wanneer deze voldoende breed zijn).

5. Case Getijdenmaas en Afgedamde Maas

5.1 Beschrijving

Het waterlichaam Getijdenmaas en Afgedamde Maas (Zuid) bestaat uit twee duidelijk verschillende onderdelen. De Getijdenmaas vormt de hoofdstroom van de Maas: het is de voortzetting van de Bedijkte Maas. De Afgedamde Maas is ontstaan door afdamming van wat vroeger de Heusdense Maas heette. De Afgedamde Maas vormt (via de Wilhelminasluis) de verbinding tussen de Maas en de Waal. Er wordt geen rivierwater afgevoerd via de Afgedamde Maas. Door getijdewerking is er wel enige waterbeweging aanwezig in het deel ten zuiden van de Wilhelminasluisen.

De Heusdense Maas is in de 12^e tot 13^e eeuw ontstaan. Rond 1850 was het de belangrijkste tak van de benedenloop van de Maas. Via de Heusdense Maas mondde de Maas bij Woudrichem uit in de Waal/Merwede. Via het Heusdens Kanaal en een oude Maasmeander was de Heusdense Maas verbonden met de plaats Heusden. Als onderdeel van een groot-schalig verbeteringsproject van het benedenrivierengebied is de Bergse Maas gegraven, die in 1904 gereed kwam. De Maas voerde vanaf dat moment haar water weer in westelijke richting af naar de Amer. De Heusdense Maas werd met dammen afgesloten van de Waal en de Maas, waarmee het de Afgedamde Maas werd. Via het (vergrootte) Heusdens Kanaal bleef een open verbinding met de Maas in stand. De oorspronkelijke verbinding met de Maas is een doodlopende tak geworden. Naar de Waal toe is via de Wilhelminasluisen een scheepvaartverbinding mogelijk gebleven. De Wilhelminasluisen verdelen de Afgedamde Maas in een zuidelijk en een noordelijk deel. Het noordelijke deel staat in open verbinding met de Waal.

De Getijdenmaas en de Heusdense Maas waren sterk meanderende riviertrajecten. De grote meanders konden ontstaan door de aanwezigheid van gemakkelijk erodeerbaar dekzand. De meanders migreerden in het verleden geleidelijk stroomafwaarts, wat zichtbaar is in de in het gebied aanwezige kronkelwaarden. Vooral in de Heusdense Maas waren eilanden aanwezig, die tegenwoordig echter onderdeel van de oever zijn geworden. Bij zeer hoge waterstanden in de Waal ontving de Maas soms meer water uit de Waal dan de rivier zelf afvoerde. Hierdoor konden de uiterwaarden in het gebied rond de Heusdense Maas hoog opslibben.

Getijdenmaas en Afgedamde Maas zijn typisch trajecten van een benedenrivier (laaglandrivier). Ze worden gekenmerkt door beperkte variaties in waterstanden, geringe stroomsnelheden en een zekere getijdedynamiek. Bij Heusden is de gemiddelde getijslag 20 cm. Deze neemt in de Getijdenmaas af tot 12 cm bij Lith. Ook in de Afgedamde Maas Zuid neemt de getijslag af. Het is echter niet bekend hoe groot de getijslag aan het einde daarvan (bij de Wilhelminasluisen) nog is. In de Getijdenmaas is de gemiddelde getijslag 20-40 cm, in de Afgedamde Maas zo'n 30-35 cm. De Haringvlietdam en de afsluiting van het Volkerak hebben de natuurlijke getijslag sterk verminderd.

5.2 Menselijke beïnvloeding

Uit de algemene beschrijving van het waterlichaam blijkt al hoe sterk de Getijdenmaas/Afgedamde Maas door de mens beïnvloed is. In aanvulling op deze algemene beschrijving moeten nog twee zaken genoemd worden. In 2002 is er een hoogwaterkering gereed gekomen, die bij piekafvoeren de Afgedamde Maas van de Maas afsluit. In aanvulling met aanpassingen bij de Wilhelminasluzen kan het gebied nu beschermd worden tegen overstroming bij piekafvoeren van Maas en of Waal.

Verder is van belang dat in het noordelijk deel van de Afgedamde Maas Zuid (even ten zuiden van de Wilhelminasluzen) drinkwater aan de rivier wordt onttrokken. Deze onttrekking leidt tot enige doorstroming in dit waterlichaam. De gemiddelde verblijftijd van het water is echter 1,5 tot 3 maanden (Rop *et al.*, aangehaald in Lensink *et al.* 1999). Ten behoeve van de drinkwaterwinning vindt defosfatering plaats. Bij Wijk en Aalburg wordt hiertoe dagelijks 1-5 ton ijzer(II)sulfaat aan het water toegevoegd. Het ijzer oxideert en slaat met fosfaat neer. De behandeling leidt tot extra sedimentatie. Er is bovendien sprake van een flinke chemische belasting. Naar de effecten hiervan zijn enkele onderzoeken uitgevoerd. De onderzoeken toonde beperkte effecten aan op water-vlooiën en karper, maar niet op macrofauna (Anholt, 2000 en Van Beek *et al.*, 1999).

Tabel 5.1 geeft een overzicht van de ingrepen in het systeem en de gebruiksfuncties die invloed hebben op de hydromorfologie.

Tabel 5.1

Hydromorfologische beïnvloeding van de Getijdenmaas en Afgedamde Maas door inrichting en gebruik. Met een * gemarkeerde ingrepen gelden alleen voor de Afgedamde Maas.

Invloed	Effect op hydrologie en morfologie
Winterdijken	Beperking overstromingsgebied
Normalisatie (oeververharding)	Vergroting stroomsnelheid bij piekafvoer (Getijdenmaas), verlies ondiep waterzones.
Bochtafsnijdingen	Vergroting stroomsnelheid bij piekafvoer (Getijdenmaas)
Afdamming*	Geen doorstroming meer, alleen nog beperkte getijwerking.
Invloed stuwen elders	Beperking variatie in wateraanvoer.
Afsluiting Haringvliet en Volkerak	Verstoring continuïteit, Verminderde getijwerking.
Verstoorde verbindingen regionale wateren.	Verstoring continuïteit
Ontwatering, ontbossing en verharding in stroomgebied.	Hogere piekafvoeren.
Scheepvaart	Golfwerking.
Delfstofwinning uiterwaarden	Ontstaan van plassen en putten
Egalisatie uiterwaarden	Verlies natuurlijk reliëf.
Agrarische exploitatie uiterwaarden.	Verlies natuurlijke vegetaties.
Drinkwaterwinning en defosfatering*	Wateronttrekking, extra sedimentatie.
Hoogwaterkering*	Beperking waterstand bij piekafvoer

In aanvulling op de tabel met hydromorfologische invloeden moet worden genoemd dat in de Getijdenmaas nog commerciële visserij plaatsvindt.

In het waterlichaam zijn geen ingrijpende projecten voorgenomen die de hydromorfologie verder zullen beïnvloeden. De voorgenomen aan-

passing van het beheer van de Haringvlietsluizen ("de kier") zal ertoe leiden dat vis betere migratiemogelijkheden van en naar zee krijgt. De getijslag in het gebied zal er niet door worden beïnvloed. Mocht later nog gekozen worden voor een verdere aanpassing van het sluisbeheer (getemd getij), dan zal dit de getijslag wel vergroten.

5.3 Ecologische beoordeling

In deze paragraaf wordt de ecologische toestand van de Getijdenmaas en Afgedamde Maas beoordeeld aan de hand van de ecologische maatlatten van de KRW. Ook hier gaat het weer om een beoordeling met maatlatten die voor natuurlijke wateren zijn ontwikkeld, en dus nog niet om een beoordeling aan de hand van de doelstellingen voor de sterk veranderde situatie.

5.3.1. Vis

In de risicoanalyse is de visstand van het waterlichaam Getijdenmaas-Afgedamde Maas beoordeeld als "ontoereikend". Deze beoordeling is alleen gebaseerd op vangstgegevens van de Getijdenmaas. De Getijdenmaas is een kerngebied in de MWTL visbemonstering. Er is hier regelmatig bemonsterd met kor en elektrisch schepnet, maar er zijn uit dit traject geen fuikgegevens beschikbaar (waardoor minder algemene diadrome vissen misschien niet gevangen zijn). Van de Afgedamde Maas zijn alleen twee bemonsteringen met een kor bekend. Tabel 5.2 geeft een overzicht van de resultaten van de Getijdenmaas.

Tabel 5.2

Score van de Getijdenmaas op de deelmaatlatten voor vissen.

Aspect		beoordeling
Aantal soorten diadroom	10 ¹	goed
Aantal soorten reofiel a/b	20 ¹	zeer goed
Aantal soorten limnofiel	4 ¹	goed
Relatieve abundantie reofiele soorten	2-15%	slecht tot ontoereikend ²
Relatieve abundantie limnofiele soorten	0-1%	slecht
Relatieve abundantie 0+ reofiel	>60%	zeer goed

¹ Dit betreft de gegevens van de Bedijkte Maas. Door het ontbreken van fuikvangsten zijn de aantallen in de Getijdenmaas lager. Verwacht wordt echter dat ze minimaal gelijk zijn aan die van de Bedijkte Maas. Het zou voor diadrome soorten zelfs nog iets hoger kunnen zijn, omdat sommige uit zee optrekkende soorten als bot mogelijk niet verder komen dan de stuw bij Lith.

² Met één uitschieter tot goed.

De Getijdenmaas heeft hoge aantallen pos en spiering, wat karakteristiek is voor een getijdenrivier (type R8). Het aandeel reofiele (stroomminnende) soorten is laag en dat van limnofiele (waterplantenminnende) soorten nog lager. Ook hier geldt dat deskundigen het ontbreken van geschikte habitats (oevergebieden, waterplanten, overstromingsgebieden) als de belangrijkste oorzaak zien.

De gegevens van de Afgedamde Maas zijn onvoldoende voor het berekenen van de maatlatten of zelfs maar om een algemene indruk van de ecologische toestand te hebben. Er zijn vooral soorten gevangen die geen bijzondere habitateisen hebben (eurytope soorten).

Het percentage juveniele winde is hoog: nergens minder dan 60%. Dit betekent dat er sprake is van regelmatige voortplanting.

5.3.2. Waterplanten

In de risicoanalyse is de waterplantentoeestand van Getijdenmaas en Afgedamde Maas ingeschat als matig. Van de Getijdenmaas zijn gegevens beschikbaar van twee meetpunten. Deze gegevens zijn weergegeven in tabel 5.3. Uit deze tabel blijkt dat de situatie daar ontoereikend tot slecht is². Van de Afgedamde Maas zijn geen monitoringsgegevens beschikbaar. Het is echter wel bekend dat daar meer waterplanten voorkomen.

Tabel 5.3
Score van de Getijdenmaas op de deelmaatlatten voor waterplanten.

Jaar	Abundantie	Soorten-samenstelling	Totaal
1996	0.00 (slecht)	0,00 (slecht)	0,00 (slecht)
1997	0.00 (slecht)	0,00 (slecht)	0,00 (slecht)
1998	0.17 (slecht)	0,23 (ontoereikend)	0,20 (ontoereikend)
1999	0.17 (slecht)	0,28 (ontoereikend)	0,23 (ontoereikend)
2000	0.15 (slecht)	0,28 (ontoereikend)	0,22 (ontoereikend)
2002	0.11 (slecht)	0,23 (ontoereikend)	0,17 (slecht)

Ook langs de Getijdenmaas wordt de ontwikkeling van waterplanten beperkt door gebrek aan ondiep water, de afwezigheid van slibbig substraat en scheepvaartgolven. De ontwikkeling van specifieke getijdensoorten wordt beperkt door de kleine getijslag en de door oeververharding verstoorde natuurlijke land-waterovergang. In de Afgedamde Maas beperkt mogelijk ook begrazing door herbivore watervogels de ontwikkeling van waterplanten.

5.3.3. Macrofauna

De risicoanalyse beschrijft de toestand van de Getijdenmaas als ontoereikend (van de Afgedamde Maas waren geen gegevens beschikbaar). Uit de ons ter beschikking staande gegevens (zie tabel 5.4), zou een score matig volgen. De score van de Getijdenmaas is vergelijkbaar met

² Door een misverstand zijn de scores berekend met de maatlat voor type R7, in plaats van type R8. Omdat de voor type R8 karakteristieke getijdensoorten nauwelijks voorkomen, zou op de maatlat voor R8 zeker niet hoger worden gescoord voor soortenrijkdom. Of er effect zou zijn geweest op de score voor abundantie is niet zomaar te zeggen.

die van de IJssel. De oorzaken van de matige score moet worden gezocht in het ontbreken van (zeer) ondiep water, de zeer beperkte oppervlakte intergetijdengebied, de beperkte aanwezigheid van vegetatie en hout, gebrek aan variatie in de bodemsamenstelling en de golven van de scheepvaart.

Tabel 5.4
Score van de Getijdenmaas op de deelmaatlaten voor macrofauna.

jaar	Aantal monsters	Score dominant negatieve soorten	Score kenmerkende soorten	Score dominant positieve & kenmerkende soorten	Totaal score
1996	1	0,1	0,3	0,2	0,6 (matig)
1997	1	0,2	0,2	0,2	0,6 (matig)
2000	1	0,2	0,3	0,2	0,7 (matig)

5.4 Mogelijke maatregelen

Uit de bespreking van de ecologische beoordeling in de voorgaande paragraaf is duidelijk geworden wat de belangrijkste oorzaken zijn waardoor de ecologische toestand van de Getijdenmaas en de Afgedamde Maas van de natuurlijke referentie afwijkt. Op basis daarvan kan worden aangegeven welke typen maatregelen kunnen bijdragen aan verbetering van de ecologische situatie. Tabel 5.5 geeft een overzicht. Hierbij is het uitgangspunt dat bedijking, normalisatie, de Haringvlietdam en de afdamming van de Afgedamde Maas onomkeerbaar zijn (en dus horen bij het sterk veranderde karakter) en dat scheepvaart een gebruiksfunctie blijft.

Tabel 5.5
Overzicht van categorieën van maatregelen die de ecologische toestand van de Getijdenmaas en Afgedamde Maas kunnen verbeteren. Met een x is aangegeven waar er een positief effect op een maatlat is.

	vis	waterplanten	macrofauna
Verbetering vismigratiemogelijkheden	x		
Verbetering "oeverhabitats"	x	x	x
Herstel waterstroming	x	x	x

Bij herstel vismigratiemogelijkheden gaat het in dit deel van de Maas in de eerste plaats om een maatregelen die in een ander waterlichaam genomen moeten worden: verbetering van de verbinding met zee bij de Haringvlietsluizen (en eventueel via het Volkerak-Zoommeer) en verbetering met hoog stroomopwaarts gelegen gebieden door aanleg en verbetering van vispassage bij alle tussengelegen stuwen. In het gebied zelf zijn betere migratiemogelijkheden tussen de Maas en de daarop afwaterende regionale wateren van belang. Uiteraard zal ook beëindiging van de visserij in dit riviertraject kunnen bijdragen aan een verbetering van de visstand.

Herstel van een natuurlijk overstromingspatroon in de uiterwaarden, zoals genoemd bij de IJssel, lijkt ook bij dit Maasgedeelte minder van toepassing. Dit komt door de hoge ligging van de uiterwaarden en de beperkte variaties in het waterpeil (als gevolg van de beperkte stromings- en getijdynamiek).

Voor verbetering van "oeverhabitats" moet in dit gebied gedacht worden aan ondiep water, maar in het bijzonder ook aan de delen die met hoog water onder lopen en met laag water droogvallen (intergetijdengebieden). In deze oeverhabitats is een afwisseling tussen langzaam stromend en bijna stagnant water, tussen zandige en slibrijke bodems, tussen kale en begroeide delen, tussen water en droogvallende delen van belang. Daarnaast heeft de aanwezigheid van dood hout en waterplantenvelden grote waarde. Voor het herstel van deze "oeverhabitats" zijn maatregelen in de hoofdgeul mogelijk. Daarnaast kunnen ook (een of tweezijdig aangetakte) getijdegeulen mogelijkheden bieden. Tweezijdig aangetakte geulen krijgen een bij iedere tij omkerende stroomrichting.

Door de geringe waterstroming zijn in de Getijdenmaas en de Afgedamde Maas stroomminnende organismen maar beperkt aanwezig. Er zijn echter geen duidelijk mogelijkheden om waterstroming te herstellen (bij het in stand houden van de stuwwerking bovenstrooms). Eventueel zou verkend kunnen worden of in de Afgedamde Maas enige waterstroming kan worden hersteld door gebruik te maken van peilverschillen tussen Waal en Maas (verbinding bij de Wilhelminasluisen).

Door een combinatie van het herstel van oeverhabitats en vergroting van de getijslag zou de oppervlakte intergetijdengebieden sterk kunnen toenemen. Eeb reeks organismen zou hiervan kunnen profiteren. Voor een grotere getijslag is een ander beheer van de Haringvlietsluisen nodig. De "kier", waar inmiddels toe besloten is, draagt niet of nauwelijks bij aan vergroting van de getijslag. Een verdergaande verandering in het beheer ("stormvloedkering") zou dit wel doen.

Op basis van de analyse van de ecologische beoordeling enerzijds en van het overzicht van hydromorfologische ingrepen die in de Maas hebben plaatsgevonden anderzijds zijn mogelijke maatregelen voor verbetering van de ecologische toestand geformuleerd. Tabel 5.6 geeft hiervan een overzicht. Gebaseerd op expert judgement zijn in de tabel ook de effecten van de maatregelen aangegeven.

Tabel 5.6

Overzicht van mogelijke maatregelen ter verbetering van de ecologische toestand van de Getijdenmaas en Afgedamde Maas en de verwachte effecten op de verschillende maatlatten (+++ = zeer groot positief effect, 0=geen effect, --- = zeer groot negatief effect)

	Vis	Water-planten	Macro-fauna
<i>Verbetering vismigratiemogelijkheden</i>			
Kier Haringvliet	+	0	0
Vispassages/overgangen regionale wateren	+	0	0
<i>Verbetering "oeverhabitats"</i>			
Verwijdering oeververharding	+	+	++
Natuurvriendelijke oever met vooroeververdediging	++	++	++
Getijdengeul (nieuw gegraven)	++	++	++
Getijdengeul (aantakking geïsoleerd water)	+	0	+
Aanpassing beheer Harinvlietsluizen (stormvloedkering)	+	+	+
Extensivering vegetatiebeheer oevers	+	0	++
Aanbrengen dood hout in water	0/+	0	++
Regulering scheepvaart (snelheid, grootte)	0/+	+	+

Zoals gezegd bij de IJssel: bij een overzicht van maatregelen als dit zijn heel wat kanttekeningen te maken. Veel hangt af van de specifieke omstandigheden ter plekke, de manier waarop een maatregel wordt uitgevoerd en de wijze waarop maatregelen worden gecombineerd.

6. Analyse van de kosteneffectiviteit van maatregelen

In dit hoofdstuk wordt eerst kort geschetst hoe de kosteneffectiviteitanalyse voor de Kaderrichtlijn Water momenteel wordt uitgewerkt. Vervolgens wordt deze methode op de drie cases toegepast. Bij de toepassing zal regelmatig worden verwezen naar de voorgaande hoofdstukken, want de kosteneffectiviteitanalyse is afhankelijk van de probleembeschrijving en de identificatie van maatregelen en hun effectiviteit.

6.1 Opzet kosteneffectiviteitanalyse voor de KRW

Bij een kosteneffectiviteitanalyse kan eenvoudigweg worden gekeken naar het quotiënt van kosten en effecten. Wanneer bepaalde maatregelen lagere kosten per effect kennen dan andere maatregelen, zijn de eerstgenoemde te prefereren. Om een aantal redenen voldoet deze eenvoudige benadering vaak niet:

- maatregelen kunnen meerdere effecten hebben.
- maatregelen kunnen elkaar onderling beïnvloeden
- maatregelen kunnen effecten hebben die verder reiken dan de sector die de maatregel treft.

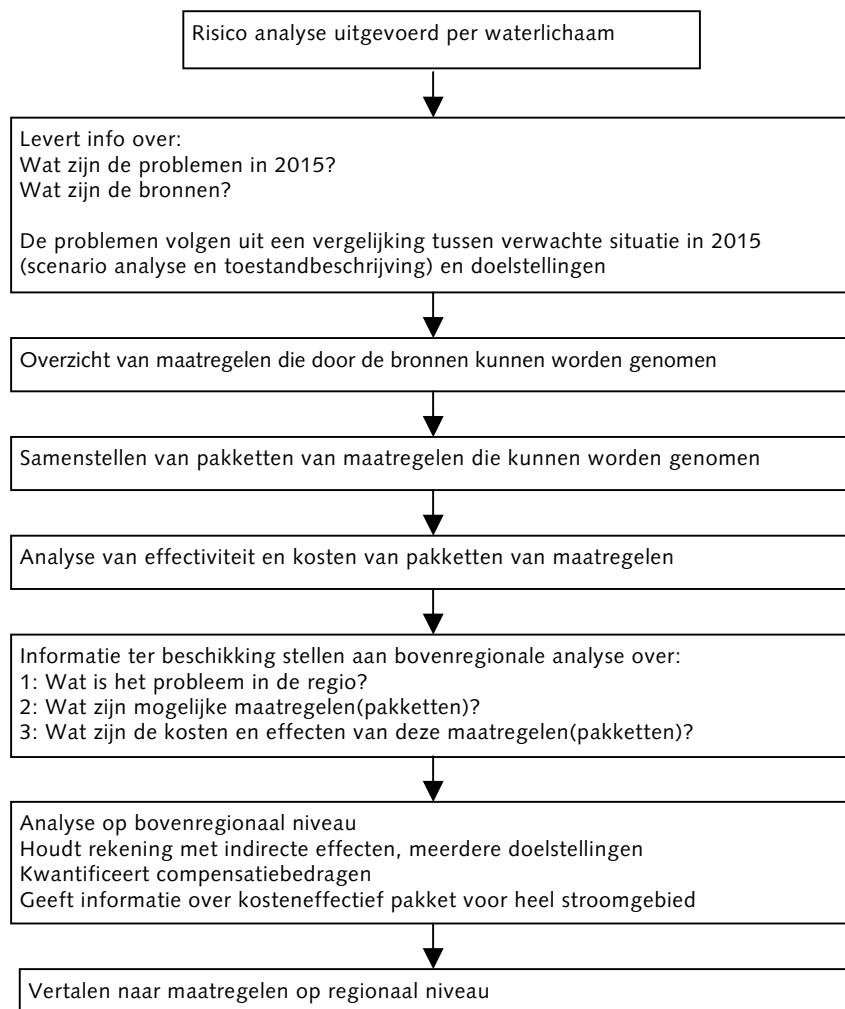
Een ander nadeel van de eenvoudige benadering, waarbij alleen wordt gekeken naar het quotiënt van kosten en effecten, is dat onvoldoende rekening kan worden gehouden met de tijd die nodig is tot implementatie en de periode tussen implementatie van de maatregel en realisatie van het beoogd effect.

Een volledig kwantitatieve onderbouwing van de verschillende aspecten leidt echter tot veel werk waarvan de meerwaarde naar verwachting beperkt zal zijn. Om deze reden is bij de implementatie van de KRW besloten tot een tweestapsbenadering, waarbij een pragmatische methode wordt toegepast op regionaal niveau en een meer kwantitatieve benadering op bovenregionaal niveau.

In de pragmatische aanpak op regionaal niveau wordt de keuze van de meest kosteneffectieve maatregelencombinatie als een afwegingsproces gezien. Dit proces heeft niet tot doel om een theoretisch mogelijke "ideale oplossing" tegen de minste kosten te ontwikkelen, maar is bedoeld om de verschillende criteria, die in het kader van het proces tegen elkaar worden afgewogen, op een uniforme wijze weer te geven, zodat de besluitvorming gestructureerd en inzichtelijk kan worden vormgegeven. De regionale analyse staat uitgebreid beschreven in het handboek kosteneffectiviteitanalyse op regionaal niveau (van der Veen, *in prep.*). In figuur 6.1 wordt de methode beknopt samengevat.

Figuur 6.1

Overzicht van de stappen die worden doorlopen bij de regionale kosteneffectiviteitsanalyse van maatregelen.



Bij de afweging tussen maatregelenpakketten wordt bij deze methode rekening gehouden met een reeks van parameters:

- (a) ecologisch effect van de (combinatie van) maatregelen,
- (b) tijdsbestek dat nodig is om het effect van de combinatie te bereiken
- (c) het bereiken van de doelen voor 2015,
- (d) de directe kosten, alsmede
- (e) de indirecte kosten

Sommige parameters zullen kwalitatief zijn, anderen kwantitatief.

Uit de lokale analyses komt informatie beschikbaar over problemen en mogelijke interessante maatregelen. Deze informatie vormt input voor kosteneffectiviteitsanalyses op bovenregionaal niveau. Hierin wordt bekeken of de problemen in de regio niet goedkoper zouden kunnen worden opgelost (voor het stroomgebied als geheel) door extra maatregelen te treffen in een andere regio (voorkómen van suboptimale oplossingen). De bovenregionale resultaten worden vervolgens uitgewerkt in lokale maatregelenpakketten.

6.2 Uitgangspunten kosteneffectiviteitsanalyse cases

In de hoofdstukken 3, 4 en 5 is de ecologische toestand van de drie onderzochte waterlichamen geanalyseerd en is naar voren gekomen op welke punten de ecologische toestand niet goed is (gemeten naar de doelen voor natuurlijke wateren). Daarbij is duidelijk geworden dat de hydromorfologische belasting hiervan de belangrijkste oorzaak is. Per waterlichaam zijn alle denkbare maatregelen geïnterpreteerd die kunnen bijdragen aan een verbetering van de ecologische toestand. Deze maatregelen zijn ingedeeld in vier categorieën.

Het doel van dit hoofdstuk is om na te gaan welke maatregelen het meest kosteneffectief zijn om de doelstellingen te bereiken en om te proberen een eerste indicatie van de kosten van maatregelenpakketten te krijgen.

Het is duidelijk dat niet alle maatregelen dezelfde effecten hebben. De tabellen in de hoofdstukken 3, 4 en 5 laten zien dat maatregelen "scoren" op verschillende maatlaten. Omdat op alle maatlaten uiteindelijk de beoordeling "goed" gehaald moet worden, betekent dit dat bijvoorbeeld een maatlat die effect heeft op enkel vis nooit in kosteneffectiviteit kan worden vergeleken met een maatregel die alleen effect heeft op waterplanten of macrofauna. Ook wanneer maatregelen effect hebben op dezelfde maatlat betekent dit niet dat ze uitwisselbaar zijn: het effect kan betrekking hebben op sterk uiteenlopende soorten of soortgroepen. Voor het maken van een kosteneffectiviteitsanalyse is het daarom nodig dat maatregelen eerst gegroepeerd worden in categorieën met vergelijkbare effecten. Binnen deze categorieën kan dan gekeken worden naar verschil in kosteneffectiviteit. De vier categorieën die in de voorgaande hoofdstukken zijn gehanteerd geven daartoe een goede ingang.

Tabel 6.1 geeft een overzicht van de categorieën van geïdentificeerde maatregelen. In de tabel is met een + aangegeven voor welk van de onderzochte waterlichamen ze van belang zijn. Per waterlichaam kan in principe voor iedere categorie een vergelijking van kosteneffectiviteit worden opgezet, als er meerdere maatregelen binnen een categorie vallen. Bovendien moet kritisch worden gekeken of de maatregelen werkelijk vergelijkbare resultaten opleveren. Voor de analyse in dit hoofdstuk is een aantal categorieën niet meegenomen: bij deze categorieën is het plusje in de tabel tussen haakjes geplaatst.

Verbetering van vismigratie in IJssel en Getijdenmaas/Afgedamde Maas is niet meegenomen. Verbetering van de migratie in de lengterichting van de rivier vraagt namelijk maatregelen buiten het waterlichaam zelf (bijvoorbeeld bij de Afsluitdijk of de Haringvlietdam). Verbetering van de verbinding met de regionale wateren is in de eerste plaats van belang voor de regionale wateren.

Het herstel van stromend water in de Bedijkte Maas en de Afgedamde Maas is niet meegenomen omdat de mogelijkheden ertoe zeer beperkt zijn en er dus geen vergelijking in kosteneffectiviteit kan worden gemaakt. Bovendien is het de vraag of het min of meer stagnante karakter van deze wa-

teren niet als onveranderbaar effect van de hydromorfologische ingrepen moet worden gezien.

Tabel 6.1

Overzicht van de categorieën van maatregelen die van belang zijn voor verbetering van de ecologische toestand van de onderzochte waterlichamen. Een plusje tussen haakjes geeft een categorie met lage prioriteit aan (zie toelichting in de tekst)

	IJssel	Bedijkte Maas	Getijdenmaas/ Afgedamde Maas
Verbetering vismigratie	(+)	+	(+)
Herstel oeverhabitats	+	+	+
Herstel overstromingsgebieden	+		
Herstel waterstroming		(+)	(+)

Tabel 6.2 geeft een totaaloverzicht van de belangrijkste maatregelen die binnen de vier categorieën vallen. De tabel laat zien hoe deze maatregelen bijdragen aan de scores op de verschillende maatlatten. Tevens is een eerste, ruwe, kostenraming gemaakt. Deze kostenraming gaat steeds uit van eenheden van 3 km: een ruwe maat voor de gemiddelde grote van een project (dus: uiterwaardverlaging over een hele uiterwaard langs 3 km rivier, een nevengeul van 3 km lengte, een natuurvriendelijke oever van 3 km lengte, etc.). Als bijlage van dit rapport is een tabel opgenomen waarin uitgangspunten en informatiebronnen van deze kosteninschatting zijn verantwoord. Het is belangrijk om hier aan te geven dat het uitgangspunt is dat benodigde grond moet worden aangekocht. De kosten van grootschalige sanering van eventueel aanwezige vervuilde grond zijn niet meegenomen.

De inschattingen van kosten zijn gemaakt om het mogelijk te maken een basale kosteneffectiviteitsanalyse (KEA) voor de drie waterlichamen uit te voeren, waarbij duidelijk wordt welke vragen en problemen hierbij optreden. De kwaliteit van de gegevens over de kosten is echter onvoldoende om de resultaten van de uitgevoerde KEA in de praktijk toe te passen!

Tabel 6.2

Eerste globale kostenindicatie van de in hoofdstuk 3, 4 en 5 geïdentificeerde maatregelen (zie ook toelichting in de tekst). Bij veel maatregelen is gekozen voor een standaard lengte-eenheid van 3 km, wat ruwweg de lengte van een gemiddelde uiterwaard is. De kosten geven daardoor een indruk van de totale kosten van één herstelproject (bv. De aanleg van een nevengeul).

maatregelen	effect op maatlat				Kosten (Contante Waarde in 1000 Euro's)			Opmerkingen / Negatieve gevolgen
	vis	water planten	macro fauna	VHR IJssel	Invest.	Beheer en onderhoud	Totaal	
Zomerkade doorsteken/verwijderen	+	-	+	o	1600	0	1600	Kan ten koste gaan van laagdynamische ecotopen in de uiterwaard dus: selectief toepassen. Kosten betreffen volledige verwijdering.
Uiterwaardverlaging	++	+	++	+	5.160	0	5.160	Score in combinatie met doorsteking zomerdijken en ontwerp met water en geleidelijke land-waterovergangen ervan uitgaande dat er geen waardevolle ecotopen verloren gaan.
Oeververharding verwijderen	+	+	++	+	60	0	60	Gevaar dat er te grote erosie optreedt.
Natuurvriendelijke oever met vooroververdediging	++	++	++	o	600-900	50	650 - 950	Kosten sterk afhankelijk van specifieke situatie
Meestromende nevengeul: nieuw gegraven	+++	+	++	+	60.000	1.000	61.000	
Meestromende nevengeul: bestaand geïsoleerd water aangetakt	++	-	+	o	24.000	1.000	25.000	
Geul langs stuw	++	o	++	nvt	24.000	0	24.000	Stukjes permanent stromend water in vrijwel stagnant systeem
Aangetakte strang/plas: nieuw gegraven	++	++	++	o	45.000	0	45.000	
Aangetakte strang/plas: bestaand geïsoleerd water aangetakt	+	-	+	-	18.000	0	18.000	
Verbreden zomerbed	+	+	+	+	1.500	0	1.500	Wanneer de ruimte gebruikt wordt voor natuurlijke oeverinrichting
Langsdammen	++	+	++	+	6.000	0	6.000	Wanneer wordt gecombineerd met natuurlijke oeverinrichting
Vegetatiebeheer oevers extensiveren	+	o	++	o	360	0	360	In combinatie met natuurlijke oevers
Hout in de rivier brengen	o/+	o	++	o	10	0	10	Goede score betreft niet alle macrofauna, maar specifieke soorten. Niet toepassen in hoofdgeul.
Regulering scheepvaart (grootte/snelheid)	o/+	+	+	+	pm	0	Pm	In combinatie met natuurlijke oeverinrichting.
Centrale Lith stopzetten tijdens stroomaf migratiepiek vis	+	o	o	nvt	21.000	0	21.000	
Verbetering vispassages/visgeleiding	++	o	o	nvt	15.000	0	15.000	
Visvriendelijk sluisbeheer	+	o	o	o	0	0	0	Bij stuwen en bij zeeverende dammen.
Verbinding met regionale wateren verbeteren	++	o	o	o/+	2.000	0	2.000	

Bij de uitvoering van een kosteneffectiviteitsanalyse binnen de geselecteerde categorieën van maatregelen speelt een aantal problemen:

- De effectiviteit van maatregelen is alleen kwalitatief aangegeven (met plusjes).
- Hierbij is het ene plusje het andere niet. Zo heeft bijvoorbeeld hout in het water positieve effecten voor heel andere groepen van macrofauna dan het herstellen van waterstroming in de Maas. De uitwisselbaarheid tussen maatregelen is daarom beperkt
- Lang niet alle maatregelen kunnen op iedere locatie worden uitgevoerd: de keuze wordt dus niet alleen bepaald door de kosteneffectiviteit, maar ook door de praktische mogelijkheden.
- Bepaalde maatregelen kunnen het beste in combinatie met elkaar worden uitgevoerd.

Om deze problemen het hoofd te bieden is eerst een selectie van de belangrijkste maatregelen gemaakt, binnen de geselecteerde categorieën van maatregelen uit tabel 6.1. Tabel 6.3 geeft hiervan een overzicht.

Tabel 6.3
Overzicht van de belangrijkste maatregelen voor verbetering van de ecologische toestand van de drie waterlichamen.

Categorie	IJssel	Bedijkte Maas	Getijdenmaas/ Afgedamde Maas
Verbetering vismigratie	-	-Verbetering vispassages stuwen -Tijdelijk stoppen centrale Lith	-
Herstel oeverhabitats	- Verwijdering oeververharding - Nevengeulen - Langsdammen	-Natuurvriendelijke oevers -Strangen	-Natuurvriendelijke oevers -Strangen (getijdengeulen)
Herstel Overstromingsgebieden	- Uiterwaardverlaging	-	-
Herstel waterstroming	-	-	-

Om met de geselecteerde maatregelen verder te kunnen werken moest vervolgens een aantal aannames worden gedaan. Deze aannames betreffen de uitwisselbaarheid van maatregelen, de relatieve effectiviteit van maatregelen en de hoeveelheid maatregelen die nodig is om de beoordeling "goed" te realiseren op alle drie de ecologische maatlaten. Deze aannames zijn:

1. *Uitwisselbaarheid*: De maatregelen die per waterlichaam binnen de categorie "herstel oeverhabitats" worden genoemd zijn uitwisselbaar.
2. *Relatieve effectiviteit*: De effectiviteit van de maatregelen uit de categorie "herstel oeverhabitats" is verschillend. Er is aangenomen dat 1 km onverharde oever het zelfde effect heeft als 750 meter natuurvriendelijke oever of 500 m langsdammen (al deze maatregelen aan één zijde van de rivier). Voor hetzelfde effect zou voor een nevengeul of strang een lengte van 250 m nodig zijn.

-
3. *Benodigde hoeveelheid maatregelen:*
 - a. Voor het bereiken van een goede ecologische toestand is het nodig dat onverharde oevers aanwezig zijn over 100% van de rivierlengte (eenzijdig). Uitgaande van de relatieve effectiviteit die bij punt 2 is genoemd, betekent dit dat hetzelfde effect bereikt zou kunnen worden met natuurvriendelijke oevers over 75% van de rivierlengte (eenzijdig), langsdammen over 50% van de rivierlengte (eenzijdig) of nevengeulen/strangen langs 25% van de rivierlengte. Uiteraard is ook een combinatie van deze maatregelen mogelijk.
 - b. Er is aangenomen dat uiterwaardverlaging moet worden uitgevoerd in 25% van de uiterwaarden om tot een goede ecologische toestand te komen.
 - c. Tot slot is aangenomen dat voor de Bedijkte Maas optimalisatie van de vispassage bij Lith en periodiek stopzetten van de electriciteitsecentrale nodig is.
 4. *Lopende projecten:* Er is aangenomen dat de helft van de onder 3 genoemde zaken reeds aanwezig is of in het kader van andere projecten (bijvoorbeeld Ruimte voor de Rivier of verbetering t.b.v. de scheepvaart) wordt gerealiseerd. Slechts de helft hoeft dus te worden aangelegd ten behoeve van de KRW.
 5. *Combinaties van maatregelen:* Er wordt vanuit gegaan dat langsdammen altijd worden gecombineerd met een onverharde oevers en dat onverharde en natuurvriendelijke oevers worden gecombineerd met extensief vegetatiebeheer van de oeverzone.

Voor het bepalen van de totale kosten van de maatregelen is uitgegaan van de volgende lengtes van de riviertrajecten:

- IJssel: 120 kilometer
- Bedijkte Maas: 36 kilometer
- Getijdenmaas+Afgedamde Maas: 42 kilometer (exclusief de dode arm van de Afgedamde Maas).

Het realiteitsgehalte van de kosteneffectiviteitanalyse is sterk afhankelijk van alle schattingen en aannames in deze paragraaf. Kostenramingen en de inventarisatie van lopende of reeds uitgevoerde projecten kunnen in de praktijk worden verbeterd. Het blijft echter nodig aannames te doen met betrekking tot de relatieve effectiviteit van maatregelen en de totale inspanning die nodig is om de ecologische doelstellingen te realiseren. De aannames in deze paragraaf zijn niet meer dan een eerste schot voor de boeg. Ze zijn meer bedoeld om te laten zien welk type aannames gedaan moet worden om de analyse mogelijk te maken, dan om te komen tot een daadwerkelijke afweging van maatregelen.

6.3 Uitvoering kosteneffectiviteitsanalyse

Op basis van de gegevens en aannames uit de vorige paragraaf wordt in deze paragraaf voor de drie waterlichamen een aanzet tot een kos-

teneffectiviteitanalyse gegeven. Bij de effectiviteit van maatregelen is hier alleen gekeken naar de effecten op de ecologische maatlatten. In de praktijk zullen ook andere effecten van maatregelen moeten worden meegenomen, zoals effect op andere natuurwaarden, op de landschappelijke kwaliteit, op recreatiemogelijkheden, etc.

6.3.1. IJssel

Voor de IJssel gaat het om maatregelen in twee categorieën: herstel oeverhabitats en herstel overstromingsgebieden.

Herstel oeverhabitats: Om de oeverhabitats te verbeteren kan worden gekozen uit de volgende maatregelen:

1. Verwijdering oeververharding (eenzijdig). Dit is een maatregel die over de totale lengte moet plaatsvinden en waarbij het vegetatiebeheer moet worden geëxtensiverd. In de tabellen staan kosten van verwijdering van oeververharding (60 k€ per project van 3 kilometer). Hierbij komen nog de kosten voor aankoop van de grond ten behoeve van het extensiveren van het vegetatiebeheer: 360 k€ per 3 kilometer, voor. De totale kosten komen daarmee op 420 k€ per traject van 3 km. Het traject dat moet worden gerealiseerd is 50% van km (omdat aangenomen is dat over de rest van het traject al voldoende oeverhabitats aanwezig zijn). De totale kosten zijn dan $60\text{km}/3 * 420 \text{ k€}/\text{km} = 8400 \text{ k€}$, oftewel 8,4 miljoen €.
2. Nevengeulen en strangen. Als uitgangspunt is genomen dat zowel nevengeulen als strangen worden aangelegd en dat deze deels nieuw worden gegraven en deels gebruik maken van bestaande wateren. De gemiddelde prijs bedraagt 37,5 miljoen € per project van 3 km. Deze maatregel zou moeten worden toegepast op 25% van de totale lengte, oftewel 30 km. Omdat is aangenomen dat de helft van de noodzakelijke oeverhabitats al aanwezig is of vanuit andere projecten worden aangelegd, resteert 15 km. De gemiddelde prijs van nevengeulen en strangen bedraagt 37,5 miljoen € per 3 km, wat de totale kosten komen dan op $37,5 \text{ m€}/\text{km} * 15\text{km}/3 = 188 \text{ miljoen €}$.
3. Langsdammen. Langsdammen zouden nodig zijn over 50% van de rivierlengte (60 km) en moeten ook weer gecombineerd worden met extensivering van het vegetatiebeheer van de oever. De kosten per km bedragen dan 6360 k€ per project van 3 km. Aangenomen is dat 50% van de benodigde oeverinrichting reeds is (of wordt) gerealiseerd, zodat nog 30 km moet worden aangelegd. De kosten bedragen $6,36 \text{ m€} * 30 \text{ km}/3 = 64 \text{ miljoen €}$. Er wordt daarbij vanuit gegaan dat geen steenbestorting verwijderd hoeft te worden, of dat deze bestorting hergebruikt wordt in de langsdammen. Op veel plaatsen is de IJssel te smal om langsdammen te kunnen aanleggen. De maatregel zou dan moeten worden gecombineerd met zomerbedverbreding, wat de kosten op 79 miljoen € zou brengen.

Wanneer deze maatregelen inderdaad uitwisselbaar zijn, is het verwijderen van de oeververharding, in combinatie met het hierbij behorend extensief vegetatiebeheer, veruit het goedkoopste alternatief om de oeverhabitats langs de IJssel te verbeteren.

Herstel overstromingsgebieden: Voor het herstel van overstromingsgebieden is maar één maatregel mogelijk: uiterwaardverlaging. Dit kost 5,16 miljoen € per project van 3 km. De maatregel is nodig over een kwart van de rivier lengte (eezijdig), en de aanname is dat de helft hiervan wordt uitgevoerd in het kader van Ruimte voor de Rivier of natuurontwikkelingsprojecten. De totale kosten betreffen dan $15 \text{ km} * 5,16 \text{ m€}/3 = 26 \text{ miljoen €}$. (Dit is exclusief de kosten van eventuele sanering van vervuilde grond!)

Totale kosten: Afhankelijk van de gekozen variant zouden onder de aangenomen uitgangspunten de kosten voor het realiseren van de ecologische doelstellingen variëren van 34 tot 214 miljoen € (uitgaande van de doelstellingen voor natuurlijke wateren). Zie paragraaf 3.3.4. voor enkele kanttekeningen bij deze getallen.

6.3.2. Bedijkte Maas

Voor de Bedijkte Maas is het uitgangspunt dat de vismigratiemogelijkheden verbeterd moeten worden en dat er herstel van oeverhabitats moet plaatsvinden.

Verbetering vismigratie: Binnen het pakket maatregelen voor verbetering van de vismigratie (in de lengterichting van de rivier) bestaan geen keuzemogelijkheden. De kosten voor de verbetering van de twee aanwezige vispassages zijn geraamd op 15 miljoen € per stuk, dus 30 miljoen € totaal. De kosten van het tijdelijk stoppen van de waterkrachtcentrale bij Lith (tijdens pieken in de stroomafwaartse vismigratie) zijn 21 miljoen €. De totale kosten van verbetering van de vismigratie in de lenterichting van de rivier komen daarmee op 51 miljoen €.

Herstel overhabitats: Om de oeverhabitats te verbeteren kan worden gekozen uit twee soorten maatregelen: de aanleg van natuurvriendelijke oevers en de aanleg van strangen.

1. De kosten voor de aanleg van natuurvriendelijke oevers bedragen 650 – 950 k€ per project van 3 km, dat is gemiddeld 800 k€. Hierbij moeten de kosten voor extensief vegetatiebeheer worden opgeteld (360 k€/3 km), waarmee de kosten komen op 1160 k€/3 km. Er moeten natuurvriendelijke oevers komen over 75% van het traject van 36 km (eezijdig). Aangenomen is dat de helft van de oeverinrichting al aanwezig is, of in voorbereiding. Er moet dan nog 13,5 km worden aangelegd. De kosten hiervan bedragen $1,16 \text{ m€}/3 \text{ km} * 13,5 \text{ km}/3 =$ de helft al bestaat of gepland is) komen hiermee de totale kosten op 5,2 miljoen €.
2. Strangen zouden nodig zijn nodig over 9 km. Ervan uitgaande dat 50% van de benodigde oeverinrichting reeds is aangelegd of gepland, moet nog 4,5 km strang worden aangelegd. Ervan uitgaande dat hiervan de helft nieuw wordt gegraven en de andere helft wordt gerealiseerd door de aantakking van bestaande wateren komen de gemiddelde kosten op 31,5 miljoen € per project van 3 km. De totale kosten voor aanleg bedragen dan $4,5 \text{ km}/3 * 31,5 \text{ m€}/3 \text{ km} = 47,3 \text{ miljoen €}$.

Totale kosten: Afhankelijk van de gekozen variant zouden onder de aangenomen uitgangspunten de kosten voor het realiseren van de ecologische doelstellingen variëren van ca 56 tot 98 miljoen € (uitgaande van de doelstellingen voor natuurlijke wateren). Het gaat hierbij om de extra kosten, bovenop bestaande projecten. Zie paragraaf 3.3.4. voor enkele kanttekeningen bij deze getallen.

6.3.3. Getijdenmaas

Bij de Getijdenmaas/Afgedamde Maas komen alleen natuurvriendelijke oevers en getijdengeulen in beeld als maatregelen. De kosten per km waterlichaam zijn gelijk als die bij de Bedijkte Maas, als wordt uitgegaan van eenzijdig aangetakte geulen. De totale kosten bedragen 6,1 miljoen € voor natuurvriendelijke oevers en 55,2 miljoen € voor strangen (uitgaande van de doelstellingen voor natuurlijke wateren). Zie paragraaf 3.3.4. voor enkele kanttekeningen bij deze ruwe ramingen.

6.3.4. Conclusies

In dit hoofdstuk is gebleken dat het voor lang niet alle maatregelen mogelijk is om een afweging met betrekking tot de kosteneffectiviteit te maken. Dit komt omdat maatregelen vaak zodanig verschillende effecten hebben, dat ze niet tegen elkaar afgewogen kunnen worden. Voor de maatregelen die min of meer vergelijkbare effecten hebben is in deze paragraaf een poging gedaan. In de kostenberekeningen is ervan uitgegaan dat de benodigde grond moet worden aangekocht en dat er geen grootschalige sanering van vervuilde grond hoeft plaats te vinden. Om de vergelijkingen uit te voeren moesten aannames worden gedaan over de schaal waarop maatregelen nodig zijn en over de relatieve effectiviteit van maatregelen.

De indruk ontstaat hierbij dat de kosten voor het herstellen van “oeverhabitats” sterk uiteen kunnen lopen voor de verschillende maatregelen. De daadwerkelijke kostenniveaus zullen echter (behalve van de juistheid van de gehanteerde ramingen) sterk afhankelijk zijn van:

- de gekozen uitgangspunten,
- de mate waarin lopende investeringen kunnen worden afgestemd op de KRW doelen,
- de mate waarin grondaankoop en het saneren van vervuilde grond kunnen worden vermeden,
- de praktische mogelijkheden om “werk met werk te maken”,
- de kosten van beheer (waaraan hier weinig aandacht is besteed).

Bij elkaar geeft dit zoveel onzekerheden dat de oefening in deze paragraaf géén indicatie geeft van de kosten die zijn gemoeid met het realiseren van de doelstellingen van de KRW!

Daarnaast kunnen er redenen zijn om af te wijken van de meest kosteneffectieve maatregelenset. Zaken als landschappelijke kwaliteit of het realiseren van een zo natuurlijk mogelijk systeem kunnen daarvoor argumenten zijn.

sing van het bemonsteringstijdstip van het najaar naar het voorjaar vermoedelijk tot hogere scores leiden.

5. Bij de monitoring worden resultaten soms op verschillende wijzen vastgelegd. Zo liepen we er in dit project tegen aan dat vegetatiedichtheden op verschillende manieren worden geïnterpreteerd.

De eerste twee problemen kunnen worden opgelost door aanpassingen in het monitoringsprogramma, maar dit geldt niet zonder meer voor de overige punten. Bij punt 4 is het probleem dat er nog geen handleiding bestaat over de manier waarop de monitoringsinspanning verdeeld moet worden over de verschillende onderdelen van een waterlichaam. De keuze van de bemonsteringslocaties is echter sterk bepalend voor de uiteindelijke score op de ecologische maatlaten. Om dit probleem op te lossen is er een vertaalslag nodig van de sterk soortgerichte maatlaten naar ruimtelijke configuratie van de waterlichamen. Het gaat er hierbij om dat de monitoringsinspanning evenredig over de aanwezige habitats (of ecotopen) wordt gespreid. Voor deze vertaalslag zijn nog geen instrumenten ontwikkeld.

Voor punt 5 en 6 is het probleem dat de beschrijving van de maatlaten geen methodiek voor monitoring en bemonstering voorschrijft. Voordat het monitoringsprogramma aangepast kan worden moeten standaard bemonsteringsmethoden worden afgesproken.

KRW-maatlaten zijn complex

De ontwikkelde maatlaten zijn complex. Enerzijds is dit een goede zaak. Door de complexiteit en de brede opzet zijn de maatlaten in principe weinig afhankelijk van toevalsfactoren als het al dan niet verschijnen van één specifieke soort. Daar tegenover staan echter ook enkele nadelen:

1. Door de grote aantallen soorten in de maatlaten is het moeilijk een directe relatie te leggen tussen de score op een maatlat en de chemische of hydromorfologische toestand van een waterlichaam. De maatlat gaat daardoor functioneren als een soort *black box* tussen de monitoringsdata en de beoordeling. Dit wordt nog versterkt door het feit dat de maatlaten niet onafhankelijk van elkaar zijn: doelen in de ene maatlat zijn stuurvariabelen voor een andere.
2. Het *black box* karakter van de maatlaten maakt dat de effecten van maatregelen met de bestaande ecologische modellen niet te voorspellen zijn. Effecten kunnen daardoor alleen voorspeld worden op basis van deskundigenoordeel. Er ontstaat daardoor een onbalans in de systematiek: de beoordeling wordt gebaseerd op een complex systeem van watertypen en maatlaten, maatregelen moeten uiteindelijk worden gekozen op basis van een "eenvoudig" deskundigenoordeel.
3. Om de maatlaten goed toe te kunnen passen is een uitgebreid monitoringsprogramma nodig.
4. Het uitwerken van de maatlaten vergt veel specialistische kennis (waarbij op dit moment soms ook nog geldt dat de maatlaten niet op alle punten duidelijk zijn omschreven).

Over het algemeen komt de score op de maatlatten goed overeen met de indruk die specialisten van de waterlichamen hebben. In sommige gevallen worden er echter vraagtekens bij maatlatten geplaatst. Zo is voor de huidige opzet van de maatlat macrofauna het massaal voorkomen van exoten een probleem. Bij de maatlat fyto-benthos bestaat het vermoeden dat hij weinig gevoelig is, waardoor monsters snel in de categorie *matig* komen te vallen.

De huidige maatlatten zijn ontwikkeld voor natuurlijke wateren. Voor de beoordeling van sterk veranderde wateren zal het soms nodig zijn om niet alleen de grens tussen goed en ontoereikend op de maatlat te verschuiven, maar om een maatlat van een ander watertype toe te passen. Zo is het bijvoorbeeld voor de gestuwde Maastrajecten weinig zinvol om een macrofauna-maatlat de hanteren, waarin specifiek stroomminnende soorten zijn opgenomen.

Punt 3 is overkomelijk als er voldoende middelen voor monitoring ter beschikking staan. Punt 4 kan grotendeels worden opgelost door de maatlatten gedetailleerder te beschrijven en door automatisering van de beoordeling. Het probleem van het *black box* karakter is echter niet eenvoudig op te lossen. Een deeloplossing zou mogelijk gevonden kunnen worden in het selecteren van een aantal representatieve soorten voor de verschillende maatlatten of het formuleren van vereenvoudigde versies van de maatlatten. Hiermee zou echter het bestaansrecht van de huidige maatlatten aangetast worden, want waarom zou de beoordeling dan niet geheel worden gebaseerd op deze selectie of vereenvoudiging?

Toetsing vraagt veel gegevens

Het toetsen van de monitoringsgegevens aan de maatlatten is uiteraard nauw verbonden met wat hiervoor is gezegd over de monitoring en over de maatlatten. Een speciaal probleem hierbij is echter de vraag hoe moet worden omgegaan met de variabiliteit in de ecologische gegevens. In de monsteringsdata zit een variatie die niet kan worden toegeschreven aan de kwaliteit van het waterlichaam en de variabiliteit daarvan binnen het waterlichaam. Het weer en het waterpeilverloop tijdens een bemonsteringsjaar in het algemeen, de omstandigheden tijdens de bemonstering en toevalsfactoren kunnen namelijk leiden tot een behoorlijk grote variatie in de monitoringsresultaten. In dit project zijn bijvoorbeeld verschillen tussen jaren in de bemonsteringen in de IJssel zichtbaar. De toetsing zal altijd moeten worden uitgevoerd op een voldoende grote gegevensset. Een beoordeling op basis van de gegevens van één jaar of van één locatie is zeer onbetrouwbaar.

Wanneer de benodigde monitoringsinspanning te groot wordt geacht kan worden gedacht aan vereenvoudiging van de maatlatten of aan het monitoren van een beperkt aantal representatief geachte soorten. Het is echter geen logische keuze om een eenvoudig monitoringsprogramma te koppelen aan complexe maatlatten.

Doelen VHR niet SMART

De doelen voor de speciale beschermingszone IJssel zijn tot op heden nog niet zo concreet geformuleerd, dat de haalbaarheid en de benodigde maatregelen kunnen worden geanalyseerd.

Waterlichamen zijn niet homogeen

Waterlichamen zijn geen homogene bakken met water. De ecologie ervan varieert sterk van plaats tot plaats. Dit is een lastig probleem voor de begrenzing van waterlichamen, voor de opzet van een monitoringsprogramma en voor de beoordeling van de waterlichamen. De belangrijkste problemen noemen we hier.

1. Een rivier verandert in de lengterichting geleidelijk van karakter. In deze studie is dit duidelijk te zien aan de monitoringsdata van de IJssel. De maatlatten differentiëren echter niet: voor het bovenstroomse deel van de IJssel gelden dezelfde maatlatten als voor het mondingsgebied. Voor bijvoorbeeld de abundantie van waterplanten betekent dit dat de relatief hoge scores van het mondingsgebied gemiddeld worden met de lage scores stroomopwaarts. Het is echter de vraag in hoeverre dit een zuiver beeld geeft van het waterlichaam als geheel. De Maas is opgeknipt in verschillende trajecten, als gevolg van de hydro-morfologische ingrepen die er hebben plaatsgevonden. Dit betekent automatisch dat eventuele verschillen tussen stroomopwaartse trajecten en meer benedenstrooms gelegen trajecten daar niet worden uitgemiddeld.
2. Er bestaan in een riviersysteem grote verschillen tussen diepe delen van de hoofdstroom, de oeverzones van de hoofdstroom, aangetakte meestromende wateren, aangetakte niet-meestromende wateren en geïsoleerde uiterwaardwateren. Bij de toegepaste begrenzingen behoren ze echter allemaal bij een zelfde waterlichaam. Het is lastig om te zorgen voor een goede verdeling van de monitoringsinspanning over de verschillende onderdelen (ecotopen) van het waterlichaam. Er is hiervoor nog geen instrument of aanpak ontwikkeld. Daarnaast bestaat nog het praktische probleem dat de niet-aangetakte wateren tot andere watertypen behoren dan het zomerbed met de aangetakte wateren. Tegen de opzet van de methodiek in omvat één waterlichaam in het rivierengebied daardoor vaak meerdere watertypen. De maatlatten voor deze verschillende watertypen zijn niet gelijk.
3. In sommige gevallen zijn waterlichamen zodanig begrensd dat ze bestaan uit zeer ongelijksoortige delen. In deze studie geldt dat voor de Afgedamde Maas en de Getijdenmaas: twee sterk verschillende wateren die samen één waterlichaam vormen.

Een deel van het vraagstuk heeft te maken met de begrenzing van waterlichamen, bij gebruik van de huidige typologie. Bij de begrenzing moet vaak een compromis worden gezocht tussen te grote versnippering en te sterke samenvoeging van wateren. Een belangrijke vraag daarbij is echter hoe moet worden omgegaan met de aanwezigheid van variatie binnen een systeem. In de huidige typologie worden bijvoorbeeld niet-aangetakte uiterwaardwateren tot een ander type gerekend dan de rivier met de daaraan aangetakte wateren. Toch gaat het om

één systeem: reden waarom in de praktijk toch vaak gekozen is voor combinatie tot één waterlichaam. De oplossing kan worden gezocht in het aanpassen van de typologie (zodat die hiervoor ruimte biedt), in het begrenzen van kleinere eenheden of in het vinden van een praktische oplossing voor het combineren van maatlatten van verschillende watertypen binnen één waterlichaam.

Bij de ruimtelijke diversiteit die altijd aanwezig is binnen een waterlichaam (zowel longitudinaal als transversaal), is het grootste probleem dat er een brug ontbreekt naar de sterk soortgerichte maatlatten. Deze brug is nodig voor de verdeling van de monitoringsinspanning, voor het op een juiste manier middelen van monitoringsdata, maar ook bij het denken over de locaties van inrichtingsmaatregelen.

Type maatregelen goed aan te geven

Vanuit de scores op de maatlatten en de informatie over de hydromorfologische veranderingen in een waterlichaam is goed aan te geven welke maatregelen kunnen bijdragen aan een verbetering van de ecologische toestand. De huidige kennis en informatie is daarom voldoende om maatregelen en projecten in de Rijkswateren te beoordelen op hun *no regret* karakter.

Omvang benodigde maatregelenpakket niet aan te geven

Als de ecologische toestand of het ecologisch potentieel van een waterlichaam niet *goed* is, zullen maatregelen genomen moeten worden. In veel gevallen zal het daarbij gaan om maatregelen op het terrein van de hydromorfologie: inrichtings- of beheersmaatregelen. Vaak is echter niet aan te geven hoeveel maatregelen nodig zijn om uiteindelijk de classificatie *goed* te behalen. Daarvoor is een aantal redenen aan te geven.

1. Inrichtingsmaatregelen werken vaak lokaal. Dit betekent dat effecten ervan vaak pas in beeld komen als op de plaats van de maatregel ook gemonitord wordt.
2. Vaak is er slechts in beperkte mate inzicht in de *kwantitatieve* effecten van inrichtingsmaatregelen op het voorkomen van soorten. Zo is bijvoorbeeld weinig bekend over de effectiviteit van vispassages. Veel inrichtingsmaatregelen betekenen dat nieuwe habitats worden aangelegd. Er bestaan voor een reeks van soorten ecologische modellen, die het vóórkomen relateren aan de aanwezigheid van habitats. Deze reeks valt echter in het niet bij de enorme aantallen soorten die een rol kunnen spelen in de ecologische beoordeling aan de hand van de maatlatten. Het effect van een maatregel op de maatlatscores kan daarom op zijn best worden ingeschat.

Opnieuw komen eerder genoemde problemen om de hoek kijken. Ten eerste dat er geen brug bestaat tussen de ruimtelijke configuratie van een waterlichaam en de soortgerichte maatlatten. Ten tweede dat de complexiteit van maatlatten tot allerlei praktische problemen leidt.

Kosteneffectiviteitsanalyse van maatregelen bijzonder moeilijk

Bij de kosteneffectiviteitsanalyse van maatregelen krijgen we met een reeks problemen te maken. Voor een deel hangen deze problemen samen met wat hiervoor aan de orde is geweest:

1. Om een KEA uit te kunnen voeren moet duidelijk zijn op welke schaal maatregelen moeten worden uitgevoerd.
2. De effecten van maatregelen zijn vooralsnog slechts kwalitatief in te schatten. Hierdoor is het moeilijk maatregelen op effectiviteit te vergelijken. Bovendien geldt dat "de ene plus de nadere niet is". Positieve effecten op een maatlat kunnen per maatregel sterk van karakter verschillen.
3. De kwalitatieve inschatting van de effecten van maatregelen heeft soms meer het karakter van de identificatie van kansen en bedreigingen, dan van effecten die zeker zullen optreden. De natuur laat zich maar beperkt sturen en de realisatie van de gewenste effecten kan soms lange tijd op zich laten wachten.
4. De kosten van maatregelen zijn vaak zeer locatiespecifiek. Zaken als de noodzaak van grondaankoop, de aanwezigheid van bebouwing en de aanwezigheid van vervuilde grond kunnen de kosten sterk beïnvloeden. Ook de mogelijkheden die er zijn om ingrepen te combineren (waarbij het mogelijk wordt om werk met werk te maken) kunnen grote effecten op de kosten hebben.
5. Daarnaast speelt het gegeven dat in de praktijk enerzijds lang niet alle maatregelen op iedere locatie kunnen worden uitgevoerd (waardoor de keuzevrijheid beperkt wordt) en dat anderzijds maatregelen elkaar kunnen versterken of uitsluiten. In de praktijk gaat het daarom veel meer om het zoeken naar mogelijkheden, met in het achterhoofd informatie over kosten en effectiviteit, dan over een afweging tussen complete (sets van) maatregelen.
6. Tot slot geldt dat de baten niet alleen de realisatie van de doelen van de KRW hoeven te betreffen. Andere natuurdoelen, verbetering van de landschappelijke kwaliteit of versterking van recreatiemogelijkheden kunnen ook profiteren van bepaalde maatregelen. Een volledige kosteneffectiviteitsanalyse zou ook deze baten in de afweging moeten betrekken.

Samenwerking biedt kansen

Veel maatregelen die genomen worden vanuit het oogpunt van veiligheid, scheepvaart, natuurontwikkeling of sanering kunnen bijdragen aan het realiseren van de goede ecologische toestand van een waterlichaam, wanneer ze op de juiste manier worden ontworpen. Het is daarom van belang te stimuleren dat alle projecten die in de Rijkswateren worden mede gericht zijn op de ecologische doelen van de KRW.

7.2 Oplossingen met visie

Verdere ontwikkeling en verbetering. De geconstateerde vragen en problemen hebben deels te maken met de fase waarin de implementatie van de KRW verkeert. Er kan en moet nog veel gebeuren. Maatlat-

ten moeten de komende tijd beter worden uitgewerkt. Voor de monitoring moeten richtlijnen worden opgesteld voor de bemonsteringsmethoden en tijdstippen en voor het omgaan met variatie van ecologische parameters in ruimte en tijd. Het monitoringsprogramma moet op de richtlijnen worden aangepast. De begrenzing van waterlichamen kan plaatselijk worden herzien en de typologie van wateren kan worden aangepast. Voor de toepassing van de maatlatten kunnen computerprogramma's worden gemaakt.

De ontbrekende schakel ontwikkelen. Daarnaast is het echter noodzakelijk dat er een brug wordt geslagen tussen de ruimtelijke inrichting van de waterlichamen en de soortgerichte maatlatten (vgl. Platteeuw & van der Molen, 2001). Deze "brug" is noodzakelijk voor het kiezen van monitoringslocaties, het op de juiste wijze combineren van monitoringsgegevens van verschillende locaties, het opstellen van kosteneffectieve monitoringsprogramma's en het opstellen van maatregelenpakketten. Deze "brug" moet enerzijds gebaseerd zijn op een algemeen systeem van habitats of ecotopen, dat vermoedelijk gedetailleerder moet zijn dan het bestaande ecotopensysteem. Voor zover ons bekend zijn er nog geen initiatieven om een dergelijke brug te ontwikkelen.

Werken vanuit een visie. Behalve de beschreven "brug" is een visie voor ieder waterlichaam nodig. Een dergelijke visie kan worden gebaseerd op de algemene beschrijving van het watertype, de historische ecotoopverdeling in het systeem en de onomkeerbare hydromorfologische beïnvloeding van het systeem. Een dergelijke visie vestigt de aandacht op verschillen binnen waterlichamen en op verschillen tussen waterlichamen van hetzelfde type (de Waal is de IJssel niet!). De visie legt ook de link tussen het waterlichaam en het watersysteem of stroomgebied als geheel. Een visie laat zien welke maatregelen passend zijn binnen het waterlichaam en welke niet. Een visie helpt om de doelstellingen van verschillende inrichtingsprojecten te integreren, om zo de beschikbare middelen optimaal te benutten. Bij het ontwikkelen van een visie gaat het erom bestaande inzichten expliciet te koppelen aan de doelstellingen van de KRW.

Modellen. Tot slot is het van belang meer inzicht te krijgen in de kwantitatieve effecten van maatregelen. Het lijkt van belang hiervoor een modelinstrumentarium te ontwikkelen, dat de effecten van maatregelen op het vóórkomen van een reeks representatieve soorten uit de maatlatten kan voorspellen. Het door het WL in opdracht van RWS ontwikkelde HABITAT zou hierbij mogelijk een rol kunnen spelen. Met deze op GIS gebaseerde tool kan hiermee een ruimtelijke doorvertaling van de rekenregels worden gemaakt.

Geraadpleegde literatuur

Anholt, R.D., 2000. Effectstudie naar de dosering van ijzer(II)sulfaat ten behoeve van de defosfatering in de Afgedamde Maas-Zuid. Nijmegen: Katholieke Universiteit Nijmegen.

Arcadis, 2004a. Gebiedsvisie ecologie getijde Maas: streefbeelden en functie-eisen ecologie Maas.

Arcadis, 2004b. Gebiedsvisie ecologie benedenmaas: streefbeelden en functie-eisen ecologie Maas.

Beek, G.C.W. van, R. Munts & H.W. Waardenburg, 1999. Ecotoxicologische effecten op macrofauna van ijzer(II)sulfaatdosering in de Afgedamde Maas. Culemborg: bureau Waardenburg. Rapport nr. 99.63.

Elbersen, J.W.H., P.F.M. Verdonschot, B. Roels & J.G. Hartholt, 2003. Definitiestudie Kaderrichtlijn Water. 1: typologie van Nederlandse oppervlaktewateren. Wageningen: Alterra rapport 669.

Foppen, R., D. Zoetebier & E. van Winden, 2004. Bewerkingen IJssel. CD-ROM SOVON in opdracht van Rijkswaterstaat RIZA.

Grontmij, 1999. Ecologische visie Bedijkte Maas. Maastricht: Rijkswaterstaat directie Limburg.

Haren, S.H.B. van, A.M. Kruidering & D.L. Voss, 2004. Werkdocument effecten, ruimtegebruik, landbouw, recreatie, milieu en landschap. Werkrapport ten behoeve van de projectnota vaarwegverruiming boven-IJssel. Arnhem: Arcadis.

Lensink, R., J.M. Reitsma, A. Bak & T.J. Boudewijn (1999). Literatuurstudie Afgedamde Maas –Zuid. Culemborg: Bureau Waardenburg. Rapport nr. 99.16.

Middelkoop, H., E. Stouthamer, M.M. Schoor, H.P. Wolfert & G.J. Maas, 2003. Kansrijkdom voor rivierecotopen vanuit historisch-geomorfologisch perspectief. NCR publicatie 21-2003.

Molen, D. van der (redactie), 2004. Referenties en maatlatten voor rivieren ten behoeve van de kaderrichtlijn water. (concept rapport)

Odé, B. 2004. Kostenefficiëntie van maatregelen t.b.v. de Kaderrichtlijn Water, bijdrage oeverplanten. Notitie FLORON in opdracht van Rijkswaterstaat RIZA.

Platteeuw, M. & D. van der Molen, 2001. The "ecotope" concept as a possible tool for assessing the ecological status of water systems within the EC water framework directive. In: S. Bösch & K. Kasrttunen (eds.): Classification of ecological status of lakes and rivers. Copenhagen: Nordic council of ministers, p. 15-19.

Veeran, R. van der (*in prep.*) Handboek Kosteneffectiviteitanalyses op regionaal niveau.

Projectmedewerkers

Aan het project “maatregelen KRW” hebben de volgende mensen een bijdrage geleverd:

Projectgroep RIZA

Albert Remmelzwaal (projectleider)
Maarten Platteeuw
Luc Jans
Harry van Manen
Rob van der Veeren.

Begeleiding vanuit regionale diensten

Erin Hoogenboom (RWS Oost Nederland)
Marieke Ohm (RWS Zuid-Holland)
Lea Crijns (RWS Limburg)

Specialisten

Fytobenthos: Frans Kouwets (RIZA)
Waterplanten: Frans Kerkum (RIZA)
 Hugo Coops (RIZA)
Macrofauna: Marianne Greydanus (RIZA)
 Bram bij de Vaate (RIZA)
Vis: Joep de Leeuw (RIVO)
Vogels: Ruud Foppen (SOVON)
Vegetatie: Boudewijn Odé (FLORON)

Informatie waterlichamen:

Frank Kok (RWS Oost Nederland)
Daniëlle Verhoeven (RWS Oost Nederland)
Ria de Wit (RWS Zuid-Holland)
Cees Storm (RWS Zuid-Holland)
Margreet v.d. Burg (RWS Limburg)
Marniks Maris (RWS Limburg)
Laurens Ebberink (RWS Limburg)

Uitgangspunten en bronnen kosteninschatting maatregelen

Maatregelen	Bron	Maatregel in rapport	Overige opmerkingen/aannames
Zomerkade doorsteken/verwijderen	Arcadis	Zomerdijk doorsteken/verwijderen	
Uiterwaardverlaging	Arcadis	Maaiveldverlaging	4/m3 * 3km lengte langs rivier*200 meter lengte richting rivier*2 meter diepte
Oeververharding verwijderen	Arcadis	Verwijderen steenbestorting	20 per meter * 3 km
Natuurvriendelijke oever met vooroeververdediging	Arcadis	Natuurvriendelijke oevers: flauw talud	20-300 per meter * 3 km
Meestromende nevengeul: nieuw gegraven	Blokkendoos	nevengeul projecten IJssel	De 42 projecten die in de Blokkendoos staan beschreven langs de IJssel waarin een nevengeul is opgenomen zijn gerangschikt op kosten. Uitgangspunt is dat geheel gegraven geulen het duurst zijn Dit zijn daarom de kosten van project 30.
Meestromende nevengeul: bestaand geïsoleerd water aangetakt	Blokkendoos	nevengeul projecten IJssel	Zie voorgaande beschrijving. Voor nevengeulen op basis van aangetakte wateren zijn de kosten van project 10 genomen.
geul langs stuw		Als nevengeul	
Aangetakte strang/plas: nieuw gegraven	Aanname		75% van de kosten van een nevengeul.
Aangetakte strang/plas: bestaand water aangetakt	Aanname		75% van de kosten van een nevengeul.
verbreden zomerbed	Arcadis	Verbreden zomerbed	20 meter breedte, 500 per meter * 3 km
Langsdammen	Blokkendoos	Langsdammen	2 ME/km
Vegetatiebeheer oevers extensiveren	Blokkendoos		aankoop landbouwgrond 6/m2 * 3km lengte*20 meter breedte.
Hout in de rivier brengen	Aanname		10 bomen op 3 km; vooral kosten beton storten
Regulering scheepvaart (grootte/snelheid)	Aanname		Wanneer scheepvaart een snelheidsbeperking krijgt opgelegd over traject van 3 km vindt geen compensatie plaats. Groter traject is niet aannemelijk
Waterkrachtcentrales stop tijdens migratiepiek vis stroomafwaarts	Aanname		Opgesteld vermogen is 14 MW. Stel gemiddelde productie is 80% van maximum. Verlies van 1 maand productie: 14 MW*80%*30 dgn*24uur = 8640MWh. Prijs 1 KWh=17 ct. Kosten per jaar: 8640*1000*0,17=1,47 miljoen €/jr. Contante waarde is 21 miljoen € (20 jr., discontovoet 4%).
verbetering vispassages/visgeleiding	LNV et al. 2002		Zeer beperkte kosten.
visvriendelijk sluisbeheer	LNV et al. 2002		Zeer beperkt
verbinding met regionale wateren verbeteren	Blokkendoos		Bouw inlaat 0,1 ME/m * 20 m + aankoop grond 10000 m2 * 6/m2