

22

5140

[3]

# Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 3, Wateren in het rivierengebied



22 (5100 (3))

791 F 14 2e ex

# Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 3, Wateren in het rivierengebied

## Achtergronddocument bij het 'Handboek Natuurdoeltypen in Nederland'

Rebi Nijboer	(Alterra)
Nico Jaarsma	(Alterra)
Piet Verdonschot	(Alterra)
Diederik van der Molen	(RIZA)
Noël Geilen	(RIZA)
Joost Backx	(RIZA)

Werkdocument 2000.155X RIZA, Lelystad

**BIBLIOTHEEK DE HAAFF**  
Droevendaalsesteeg 3a  
Postbus 241  
6700 AE Wageningen



landbouw, natuurbeheer  
en visserij

in opdracht van:  
Expertisecentrum LNV  
Ministerie van Landbouw,  
Natuurbeheer en Visserij



ALTERRA  
Afdeling Ecologie & Milieu  
Basisteam Zoetwaterecosystemen



Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

RIZA Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling

18 MEI 2001

101015



0000 0868 7218

# Colofon

## Rapport EC-LNV nr. AS-03 Wageningen 2000

Dit rapport is opgesteld door Alterra en het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en afvalwaterbehandeling (RIZA) in opdracht van het Expertisecentrum LNV van het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

Teksten mogen worden overgenomen mits met bronvermelding.

Deze uitgave kan schriftelijk, telefonisch of per e-mail worden besteld bij het Expertisecentrum LNV onder vermelding van code AS-03 en het aantal exemplaren. De kosten per exemplaar bedragen f. 20,00. Een factuur wordt bijgevoegd.

**Auteur:** Rebi Nijboer, Nico Jaarsma, Piet Verdonshot,  
Diederik van der Molen, Noël Geilen, Joost Backx

**Projectleiding EC-LNV:** Carla M. Bisseling & Mariken Fellingner

**Fotografie:** Rebi Nijboer, Nico Jaarsma, Piet Verdonshot

**Ontwerp:** Plano Design, Den Haag

**Opmaak en drukwerk:** Den Haag Offset, Rijswijk

**Productie:** Expertisecentrum LNV  
Bezoekadres: Marijkeweg 24, Wageningen  
Postadres: Postbus 30, 6700 AA Wageningen  
Telefoon: 0317 – 474 801  
Fax: 0317 – 427 561  
E-mail: balie@eclnv.agro.nl

# Inhoudsopgave

<b>Inhoudsopgave</b>	<b>3</b>
<b>Achtergrond en methodiek van het Aquatisch Supplement</b>	<b>7</b>
<b>Voorwoord</b>	<b>19</b>
<b>Samenvattend overzicht</b>	<b>21</b>
Rivieren en nevengeulen	21
Rivierbegeleidende wateren	22
Getijdenwateren	23
<b>1 Ontstaanswijze en morfologie</b>	<b>25</b>
1.1 Rivieren & nevengeulen	25
1.1.1 Ontstaanswijze	25
1.1.2 Ligging en karakteristieken	25
1.1.3 Natuurlijkheid	27
1.2 Rivierbegeleidende wateren	28
1.2.1 Ontstaanswijze	29
1.2.2 Ligging en karakteristieken	30
1.2.3 Natuurlijkheid	31
1.3 Getijdenwateren	32
1.3.1 Ontstaanswijze	32
1.3.2 Ligging en karakteristieken	33
1.3.3 Natuurlijkheid	34
<b>2 Landschapsecologische aspecten</b>	<b>35</b>
<b>3 Hoofdfactoren</b>	<b>39</b>
3.1 Inleiding: grove indeling	39
3.2 Rivieren & nevengeulen	40
3.2.1 Stroomsnelheid	40
3.2.2 Bodemtype en substraat	40
3.2.3 Diepte	41
3.2.4 Typologische indeling op basis van hoofdfactoren	41
3.3 Rivierbegeleidende wateren	42
3.3.1 Getij	42
3.3.2 Droogval	42

4]

3.3.3	Waterdiepte	43
3.3.4	Inundatie (afhankelijk van afstand tot de rivier)	45
3.3.5	Mechanische dynamiek	46
3.3.6	Successie	47
3.3.7	Oeverontwikkeling (afhankelijk van oevervorm)	48
3.3.8	Waterkwaliteit	48
3.3.9	Typologische indeling op basis van hoofdfactoren	49
3.4	Getijdenwateren	50
3.4.1	Getij	50
3.4.2	Saliniteit	51
3.4.3	Temperatuur	53
3.4.4	Peilfluctuatie en droogval	54
3.4.5	Stroming, erosie- en sedimentatieprocessen	54
3.4.6	Diepte, stratificatie en lichtklimaat	55
3.4.7	Successie	56
3.4.8	Typologische indeling op basis van hoofdfactoren	56
<b>4</b>	<b>Rivieren &amp; nevengeulen</b>	<b>57</b>
4.1	Opzet: een habitatbenadering	57
4.2	Verschillen en overlap met de rivierecotopen	57
4.3	Habitats in snelstromende delen	59
4.3.1	Hard substraat (stenen, grind, veenbanken, dood hout) in snelstromend water	59
4.3.2	Zand in snelstromend water	62
4.3.3	Klei- of leemoevers in snelstromend water	64
4.4	Habitats in langzaam stromende delen	66
4.4.1	Hard substraat (stenen, grind, veen/kleibanken, hout) in langzaam stromend water	66
4.4.2	Zand in langzaam stromend water	69
4.4.3	Zand met een laagje slib of detritus in langzaam stromend water	71
4.4.4	Slib in langzaam stromend tot stilstaand water	73
<b>5</b>	<b>Rivierbegeleidende wateren</b>	<b>75</b>
5.1	Opzet	75
5.2	Verschillen en overlap met andere typologieën	75
5.3	Wateren met getijdeninvloed	79
5.4	Periodiek droogvallende wateren	81
5.5	Diepe wateren	83
5.5.1	Diepe wateren in open verbinding met de rivier	83
5.5.2	Van de rivier geïsoleerde grote diepe wateren	85
5.5.3	Diepe van de rivier geïsoleerde kleine wateren	89
5.6	Ondiepe wateren	90
5.6.1	Ondiepe wateren in open verbinding met de rivier	90
5.6.2	Ondiepe geïsoleerde sterk geïnundeerde wateren	92

5.6.3	Ondiepe geïsoleerde matig geïnundeerde wateren	94
5.6.4	Geïsoleerde ondiepe zelden geïnundeerde wateren	97
<b>6</b>	<b>Getijdenwateren</b>	<b>103</b>
6.1	Opzet	103
6.2	Verschillen en overlap met de getijdenwateren ecotopen	105
6.3	Zoete getijdenwateren	106
6.3.1	Zoete intergetijdenzone	106
6.3.2	Zoete, ondiepe getijdenwateren	108
6.3.3	Zoete, diepe getijdenwateren en de stroomgeul	110
6.4	Licht brakke getijdenwateren	113
6.4.1	Licht brakke intergetijdenzone	113
6.4.2	Licht brakke, ondiepe getijdenwateren	115
6.4.3	Licht brakke, diepe getijdenwateren en de stroomgeul	117
6.5	Brakke getijdenwateren	118
6.5.1	Brakke intergetijdenzone	118
6.5.2	Brakke, ondiepe getijdenwateren	121
6.5.3	Brakke, diepe getijdenwateren en de stroomgeul	122
<b>7</b>	<b>Bedreigingen en trends</b>	<b>125</b>
7.1	Rivieren & nevengeulen	125
7.1.1	Soortensamenstelling in de 20ste eeuw	125
7.1.2	Afname van habitatdiversiteit	126
7.1.3	Diepte	128
7.1.4	Verslibbing	129
7.1.5	Waterkwaliteit	129
7.1.6	Afvoerfluctuaties	129
7.2	Rivierbegeleidende wateren	129
7.2.1	Afname van rivierdynamiek	129
7.2.2	Wegvallen van getij	130
7.2.3	Toename van waterstandsfluctuaties	130
7.2.4	Waterkwaliteit	131
7.2.5	Scheepvaart	132
7.2.6	Effecten op watervegetaties	132
7.3	Getijdenwateren	134
7.3.1	Verdwijnen van de getijdeninvloed	134
7.3.2	Afname peilfluctuatie	134
7.3.3	Lage stroomsnelheid	135
7.3.4	Kwaliteit waterbodem	135
<b>8</b>	<b>Herstelmogelijkheden</b>	<b>137</b>
8.1	Inleiding	137
8.2	Randvoorwaarden voor ecologisch herstel	137
8.3	Mogelijke herstelmaatregelen	138

8.4	Ecologisch herstel: Scheiding of verweving van functies?	138
8.4.1	Optie A: Hoofdfunctie natuur voor een heel riviertraject	141
8.4.2	Optie B: Aftakking van een 'natuurgeul'	142
8.4.3	Optie C: Aanleggen van nevengeulen.	143
8.5	Tegengaan van massale groei van uitheemse soorten	144
8.6	Verbeteren van water- en bodemkwaliteit	145
8.7	Aanvullende herstelmaatregelen in de zoete Delta	145
	<b>Literatuur</b>	<b>147</b>
	Bijlage 1: Leden van de Begeleidingscommissie	153

# Algemene toelichting op het project “Aquatisch supplement”

## 1 Aanleiding voor het project “Aquatisch Supplement”

Voor de kwalitatieve invulling van de EHS is in 1995 een stelsel van natuurdoeltypen beschreven in het Handboek Natuurdoeltypen. De natte natuur is hierin globaal uitgewerkt. Dit terwijl een groot deel van de EHS uit water bestaat en de gevarieerdheid in watertypen in Nederland zeer groot is. Ervaring met het gebruik van het Handboek heeft geleerd dat de praktijk vraagt om verder uitgewerkte natuurdoeltypen voor de waternatuur. Dit is aanleiding geweest voor een project “Aquatisch Supplement”. Het project heeft geresulteerd in een serie achtergronddocumenten (supplement) bij het (herziene) Handboek Natuurdoeltypen. De watertypen die in de achtergrond-documenten worden beschreven, vormen de bouwstenen voor de aquatische natuurdoeltypen voor het nieuwe Handboek (zie ook paragraaf 4 van deze algemene toelichting).

[7

## 2 Status en ambitieniveau van de achtergronddocumenten

Elk watertype, zoals beschreven in hoofdstuk 4, is een beschrijving van een levensgemeenschap in termen van abiotiek en biotiek. De beschrijving van de biotiek is beperkt tot macrofyten (water- en oeverplanten), macrofauna (met het blote oog waarneembare ongewervelde dieren, meestal tussen de 1 mm en enkele cm groot) en vissen. De abiotische beschrijvingen zijn niet normatief maar richtinggevend voor de milieu-omstandigheden waaronder het type zich optimaal ontwikkeld.

Elk watertype beschrijft in principe de natuurlijke ecologische situatie van (een deel van) een watersysteem. De beschrijving fungeert daarmee als referentie voor zo'n watersysteem. Van veel wateren ontbreekt echter informatie over de natuurlijke situatie of de watersystemen zijn van oorsprong kunstmatig zodat een natuurlijke referentie niet bestaat. Daarom is het beter om te spreken van een ecologisch optimale situatie: een situatie waarin zo weinig mogelijk beïnvloeding van de mens aanwezig is en de soortensamenstelling een afspiegeling is van een gezonde leefomgeving. Deze situatie geeft mogelijkheden voor de ontwikkeling van zeldzame en kenmerkende soorten voor bepaalde milieu-omstandigheden en voor de ontwikkeling van doelsoorten die daar thuishoren.

Dit betekent dat de beschrijvingen in de achtergronddocumenten geen weergave zijn van de alledaagse veldsituatie. In veel gevallen zullen de



huidige omstandigheden (nog) niet voldoen aan de ideale omstandigheden. Een watertype geeft richting aan een streefbeeld voor deze veldsituatie. Tevens is aangegeven welk beheer en inrichting nodig is om dit streefbeeld te bereiken. In het algemeen geldt dat de mogelijkheden voor ontwikkeling van dit streefbeeld in gebieden met een natuurfunctie (EHS) het grootst zijn.

De watertypen in de achtergronddocumenten hebben geen beleidsmatige status maar zijn een belangrijk instrument in de doorwerking van het landelijke natuurbeleid in de regionale planvorming. De beschrijvingen geven houvast bij de vertaling van natuurdoelen in een adequaat milieu-, waterbeleid en -beheer. Voor veel typen geldt dat dit beleid en beheer maatwerk is op regionale schaal. Een gedetailleerde invulling van watertypen op regionale schaal geeft dus extra houvast voor een effectieve doorwerking van het natuurbeleid. Door een directe relatie tussen watertypen en natuurdoeltypen zijn de resultaten op regionale schaal vertaalbaar naar het nationale natuurbeleid.

8]

### 3 Uitwerking in achtergronddocumenten

Levensgemeenschappen vormen de basis voor het onderscheiden van watertypen. Een levensgemeenschap is een complex geheel van verschillende soorten en soortgroepen met diverse onderlinge interacties. Het beschrijven van een levensgemeenschap in een abstracte typologie is altijd een versimpelde afspiegeling van de werkelijkheid. Een beschrijving van een type is daarom een richtinggevend beeld van wat er in het veld aangetroffen zou kunnen worden onder bepaalde omstandigheden. Om praktische redenen is als eerste ingang tot de informatie een verdeling gemaakt van wateren in hoofdwatertypen.

Er zijn 13 hoofdwatertypen onderscheiden die door RIZA en Alterra verder zijn uitgewerkt ieder in een apart achtergronddocument:

- deel 1 Bronnen (Alterra)
- deel 2 Beken (Alterra)
- deel 3 Wateren in het rivierengebied (Alterra en RIZA)
- deel 4 Brakke binnenwateren (Alterra)
- deel 5 Poelen (Alterra)
- deel 6 Sloten (Alterra)
- deel 7 Laagveenwateren (Alterra)
- deel 8 Wingaten (Alterra)
- deel 9 Rijksmeren (RIZA)
- deel 10 Regionale kanalen (Alterra)
- deel 11 Rijkskanalen (RIZA)
- deel 12 Zoete duinwateren (Alterra)
- deel 13 Vennen (Alterra)

Elk hoofdwatertype is uitgewerkt in een typologie die in de achtergrond-documenten beschreven zijn. Het "aquatisch supplement" bestaat in totaal dus uit 13 boekjes.

De typologie van de regionale wateren is gebaseerd op de 'gemeenschapsbenadering'. Dit betekent dat per hoofdwatertype verschillen in levensgemeenschappen leiden tot het onderscheiden van watertypen. De hoofdfactoren die ten grondslag liggen aan deze verschillen in gemeenschappen staan in hoofdstuk 3 ("Hoofdfactoren").

Als basisgegevens voor de uitwerking van de typologie is literatuur en expert judgement gebruikt. Dit betekent dat de uitgewerkte typologieën gebaseerd zijn op bestaande typologieën en aanverwante informatie en niet op nieuwe ruwe gegevens uit het veld. Voor een aantal hoofdwatertypen is gewerkt met weinig materiaal (poelen, kanalen, wingaten). Voor andere was veel meer informatie beschikbaar (sloten en beken). De overige watertypen zaten daar tussen in. Voor de uitwerking van de rijkswateren (rivieren, rijkskanalen en rijksmereën) is het ecotopenstelsel van Rijkswaterstaat de belangrijkste basis.

[9

De typologieën staan in hoofdstuk 4 (rivieren en nevengeulen), 5 (rivierbegeleidende wateren) en 6 (getijdenwateren). Elk type is beschreven in termen van:

- Processen: processen die bepalend zijn voor het voorkomen van het bepaalde type
- Ecologische typering: een karakterisering van de levensgemeenschappen van de vegetatie, de macrofauna en de vissen.
- Indicatoren: de belangrijkste kenmerkende soorten macrofyten, macrofauna en vissen.
- Doelsoorten: Deze zijn in de boekjes over de regionale watertypen alleen opgenomen voor de macrofauna, m.u.v. de libellen. De libellen zijn in het Handboek Natuurdoeltypen (1995) al als doelsoort benoemd. Daarbij gaat het om het volwassen stadium. De larven (watertypen) zijn daarbij niet betrokken. De verantwoording voor de keuze van de macrofauna - doelsoorten wordt apart gerapporteerd (Verdonschot, in prep.).
- Abiotische toestandsvariabelen: richtinggevendende waarden voor de meest essentiële fysische en chemische parameters, zoals voedingsstoffen, macro-ionen, waar relevant breedte en diepte.
- Beheer en inrichting: aanwijzingen voor gewenst beheer en inrichting om het betreffende type te realiseren en te onderhouden.

#### 4 Van watertype naar natuurdoeltype

De watertypen uit de achtergronddocumenten vormen de basis voor de afbakening van de natuurdoeltypen die opgenomen zijn in het nieuwe Handboek Natuurdoeltypen (Bal et al., in prep.). In totaal zijn er 131 watertypen onderscheiden in de 13 achtergronddocumenten en ca. 25 aquatische

natuurdoeltypen in het handboek. Dit betekent dat er watertypen geaggregeerd zijn tot natuurdoeltypen. Het resultaat van de aggregatie is weergegeven in tabel B. In deze aggregatie zijn de volgende criteria gehanteerd:

- In principe behoort ieder watertype tot slechts één natuurdoeltype.
- De indeling in aquatische natuurdoeltypen in het nieuwe handboek is gebaseerd op ecologische hoofdfactoren: stroming, stroomsnelheid en dimensies en mate van buffering. In onderstaand tabel A is dit aangegeven:

**Tabel A:** Sturende hoofdfactoren als basis voor de aggregatie van de watertypen uit het Aquatisch Supplement naar de natuurdoeltypen uit het Handboek Natuurdoeltypen in Nederland (Bal et al., in prep).

natuurdoeltype	estuaria		stromende wateren										
	sturende hoofdfactor	getijde dynamiek	brak	droog- vallend	stroomsnelheid		dimensie						
					langzaam	snel	bron	zeer klein	klein	matig	groot		
droogvallende bron en beek				*									
permanente bron							*						
langzaam stromende bovenloop					*			*					
langzaam stromende midden- en benedenloop					*				*				
langzaam stromend riviertje					*						*		
snelstromende bovenloop							*		*				
snelstromende midden- en benedenloop							*		*				
snelstromend riviertje							*				*		
snelstromende rivier en nevengeul							*						*
langzaam stromende rivier en nevengeul					*								*
zoet getijdenwater	*												
brak getijdenwater	*	*											



Stilstaande wateren												
sturende hoofdfactor	bescha- duwd	droog- vallend	brak	buffering			dyna- misch	dimensie				geïso- leerd
				zuur	zwak gebuf- ferd	gebuf- ferd		diep klein	diep groot	ondiep klein	ondiep groot	
natuurdoeltype												
brak stilstaand water			*									
bospoel	*											*
gebufferde poel en wiel						*		*		*		*
gebufferde sloot						*				*		
dynamisch rivierbege- leitend water						*	*					
geïsoleerde meander en petgat						*					*	*
meer						*		*			*	
kanaal, vaart, boezemwater						*		*				
ondiep duinwater											*	*
zwak gebufferde sloot					*					*		
zwak gebufferd ven en wingat					*							*
zuur ven				*								*
moeras en droogvallend water		*										

[ 11

Bij de 'brakke wateren' is de factor brak zo dominant dat de verschillen in dimensies nauwelijks verschillende levensgemeenschappen oplevert. Hetzelfde geldt voor de 'zure wateren' (ven).

- Naast de ecologische hoofdfactoren speelt het beheer een rol. Zo worden vennen en droogvallende oevers van vennen niet apart beschreven aangezien ze voor de waterbeheerder één beheerseenheid vormen.
- In de naamgeving van de typen is de herkenbaarheid zo veel mogelijk terug te vinden, waarbij de naam liefst zo kort mogelijk is gehouden. Op basis van de vorm is de naamgeving afgestemd op in de praktijk gebruikelijke naamgeving van sloot, poel, ven, beek enz.
- Semi-aquatische typen zijn waar mogelijk gecombineerd met semi-terrestrische typen: bijvoorbeeld "periodiek droogvallende wateren (in het rivierengebied)" zijn samengevoegd met "moerassen"; "droogvallende duinwateren" met "natte duinvalleien". Op die manier is de integratie van aquatische en terrestrische typen zo groot mogelijk.

- De ecologische bandbreedte is voor ieder aquatisch natuurdoeltype ongeveer gelijk: gemeenschapstypen met soorten die in eenzelfde milieu voorkomen, zijn geaggregeerd.
- Er is voor gekozen het totaal aantal natuurdoeltypen (aquatisch en terrestrisch, hoofdgroep 1, 2 en 3) beperkt te houden (maximaal 100), wat zijn weerslag heeft op het beschikbare aantal voor de aquatische natuurdoeltypen. Uiteindelijk worden dit er waarschijnlijk ca. 25. De natuurdoeltypen geven globaal de variatie weer op nationaal schaalniveau.

De exacte indeling in natuurdoeltypen en de achterliggende aggregatie staat in het nieuwe Handboek Natuurdoeltypen. Bij het gereedkomen van dit document was de definitieve indeling nog niet bekend.

De natuurdoeltypen in het handboek hebben een beleidsmatige status: ze vormen een kwalitatieve norm voor de invulling van het natuurbeleid in Nederland. Deze kwalitatieve norm geldt in eerste instantie voor de Ecologische Hoofdstructuur en alle systemen die voor natuur optimaal beheerd worden. In kwantitatieve zin stelt het natuurbeleid normen aan (clusters) van natuurdoeltypen via de Rijksstreefbeeldkaart.

12]

## 5 Toepassingsmogelijkheden

De belangrijkste toepassing van de watertypen en de natuurdoeltypen ligt op het vlak van doeltoewijzing in de gebiedsgerichte planvorming. Daarnaast kunnen de typen richting geven aan inrichting, beheer en monitoring. De toepassingsmogelijkheden van de natuurdoeltypen worden uitgebreid behandeld in het nieuwe Handboek Natuurdoeltypen. Toepassingsmogelijkheden voor de watertypen zijn als volgt:

### *Doeltoewijzing*

Op landelijk schaalniveau stelt het natuurbeleid zowel kwalitatieve (in de vorm van natuurdoeltypen) als kwantitatieve (in hectares) normen aan de te behouden en ontwikkelen natuur. Voor realisering hiervan is maatwerk geboden. De watertypen uit de achtergronddocumenten zijn een instrument voor invulling van dit maatwerk. In principe zijn de natuurdoeltypen en de watertypen bedoeld voor doeltoewijzing binnen de Ecologische Hoofdstructuur. Daarnaast is het mogelijk de typen te gebruiken in de gebiedsgerichte planvorming buiten de EHS voor gebieden of wateren waar het beheer gericht is op natuur.

In de algemene karakterisering van elk watertype is aangegeven waar globaal dit type in het landschap te verwachten is. Deze landschapsecologische context bepaalt in sterke mate de potentie voor realisering van een watertype. Per watertype is aangegeven wat de



abiotische randvoorwaarden zijn om het betreffende type te realiseren. Deze randvoorwaarden bieden extra aanknopingspunten voor de doeltoewijzing.

Voor watersystemen geldt dat in praktijk zowel waterbeheerders als natuurbeheerders in de doelrealisering betrokken zijn. De watertypen en aquatische natuurdoeltypen fungeren in de doeltoewijzing en het opstellen van inrichtings-, beheers- en monitoringsplan als gezamenlijke taal voor deze beheerders.

De potentie om een zo goed mogelijk watersysteem te realiseren is het grootst indien het totale landschap een op natuur gericht beheer kent. Een toekenning van een hoofdgroep 1- of 2-type in plaats van een hoofdgroep 3-type vergroot efficiëntie van beheer en duurzaamheid. In de hoofdgroep 1- en 2-typen vormen wateren en watersystemen elementen die in deze typen op landschapsschaal beschouwd en beheerd worden. Een gebied inclusief watersystemen komt alleen in aanmerking voor een type uit hoofdgroep 1 of 2 indien aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- er is voldoende ruimte beschikbaar en de benodigde landschapsecologische processen zijn mogelijk.
  - het gebied wordt niet doorsneden door verharde wegen, spoorlijnen, kanalen, of gebieden met een andere beheersstrategie, omdat dergelijke enclaves natuurlijke processen op landschapsschaal kunnen belemmeren.
- Indien beheer op landschapsschaal van voldoende grootte niet mogelijk is, is beheer op lokale schaal gewenst en kunnen aquatische natuurdoeltypen of watertypen (hoofdgroep 3) toegekend worden.

#### *EU-kaderrichtlijn*

Een specifieke toepassing die in de komende jaren veel aandacht zal krijgen, is die in het kader van de EU-kaderrichtlijn Water. Deze vervangt in de komende jaren diverse andere Europese regelingen. De Kaderrichtlijn heeft enkel betrekking op water, maar stelt zich expliciet ten doel ook bij te dragen aan de realisering van goede randvoorwaarden voor aan water gerelateerde (terrestrische) natuur. Daarbij staat de stroomgebiedenbenadering centraal. Per stroomgebied dient een beheersplan te worden opgesteld met daarin o.a. een beschrijving van beschermde gebieden met bijzondere natuurwaarden, inclusief de bijbehorende milieudoelen. Het systeem van natuurdoeltypen en watertypen biedt hiervoor goede handvatten, bijvoorbeeld bij het apart onderscheiden van 'kunstmatige' of 'sterk veranderde wateren', die in de Richtlijn een aparte status zullen krijgen. Hetzelfde geldt voor het beoogde onderscheid van de ecologische toestand van gebieden in normatieve klassen (zeer goed, goed en matig). De natuurdoeltypen en de watertypen vormen een belangrijke basis voor de benodigde referentiebeschrijvingen die in het kader van de EU-kaderrichtlijn opgesteld dienen te worden voor alle wateren binnen een stroomgebied.

**Tabel B:** Relatie tussen de watertypen uit het Aquatisch Supplement (13 deelrapporten) en de natuurdoeltypen uit het Handboek Natuurdoeltypen (Bal et al., in prep).

Watertypen van het Aquatisch Supplement	Concept-natuurdoeltypen van het Handboek Natuurdoeltypen in prep. (s.v.z. december 2000) (NB: tussen haakjes staan de concept-subnatuurdoeltypen)
<b>Bronnen, deelrapport 1</b>	
Bronnen met geconcentreerde, hoge afvoer	Permanente bron (matig mineralenrijk)
Mineralenarme bronnen met pleksgewijze, matige afvoer	Permanente bron (mineralenarm)
Matig mineralenrijke bronnen met pleksgewijze, matige afvoer	Permanente bron (matig mineralenrijk)
Mineralenarme bronnen met diffuse, lage afvoer	Permanente bron (mineralenarm)
Matig mineralenrijke bronnen met diffuse, lage afvoer	Permanente bron (matig mineralenrijk)
Mineralenarme, beekbegeleidende bronnen	Permanente bron (mineralenarm)
Matig mineralenrijke, beekbegeleidende bronnen	Permanente bron (matig mineralenrijk)
Mineralenarme, droogvallende bronnen	Droogvallende bron en beek
Matig mineralenrijke, droogvallende bronnen	Droogvallende bron en beek
Mineralenarme bronvijvers	Permanente bron (bronzijver)
Matig mineralenrijke bronvijvers	Permanente bron (bronzijver)
Limnocene bronnen	Permanente bron (bronzijver)
<b>Beken, deelrapport 2</b>	
Droogvallende bovenloopjes	Droogvallende bron en beek
Droogvallende bovenlopen	Droogvallende bron en beek
(Zwak) zure bovenloopjes	Langzaam stromende bovenloop (zuur)
(Zwak) zure bovenlopen	Langzaam stromende bovenloop (zuur)
Zwak zure middenlopen	Langzaam stromende midden- en benedenloop (zuur)
Snelstromende bovenloopjes	Snelstromende bovenloop
Snelstromende bovenlopen	Snelstromende bovenloop
Snelstromende middenlopen	Snelstromende midden- en benedenloop
Snelstromende benedenlopen	Snelstromende midden- en benedenloop
Snelstromende riviertjes	Snelstromend riviertje
Langzaam stromende bovenloopjes	Langzaam stromende bovenloop
Langzaam stromende bovenlopen	Langzaam stromende bovenloop
Langzaam stromende middenlopen	Langzaam stromende midden- en benedenloop
Langzaam stromende benedenlopen	Langzaam stromende midden- en benedenloop
Langzaam stromende riviertjes	Langzaam stromend riviertje
<b>Wateren in het riviereengebied, deelrapport 3</b>	
Rivier: hard substraat (stenen, grind, veenbanken, dood hout) in snelstromend water	Snelstromende rivier en meestromende nevengeul/ Langzaam stromende rivier en meestromende nevengeul
Rivier: zand in snelstromend water	Snelstromende rivier en meestromende nevengeul/ langzaam stromende rivier en nevengeul



Rivier: klei- of leemoevers in snelstromend water	Langzaam stromende rivier en meestroomde nevengeul
Rivier: vast substraat (stenen, grind, veen/ kleibanken, hout) in langzaam stromend water	Langzaam stromende rivier en meestromende nevengeul/snelstromende rivier en meestromende nevengeul
Rivier: zand in langzaam stromend water	Langzaam stromende rivier en meestromende nevengeul/snelstromende rivier en meestromende nevengeul
Rivier: zand met een laagje slib of detritus in langzaam stromend water	Langzaam stromende rivier en meestromende nevengeul
Rivier: slib in langzaam stromend tot stilstaand water	Langzaam stromende rivier en meestromende nevengeul
Periodiek droogvallende wateren	Moeras en droogvallend water
Diepe wateren in open verbinding met de rivier	Dynamisch rivierbegeleidend water (groot)
Van de rivier geïsoleerde grote diepe wateren	Afgeleid type meer (diep matig tot sterk gebufferd)
Diepe van de rivier geïsoleerde kleine wateren	Gebufferde poel en wiel
Ondiepe wateren in open verbinding met de rivier	Dynamisch rivierbegeleidend water (klein)
Ondiepe geïsoleerde sterk geïnundeerde wateren	Dynamisch rivierbegeleidend water (klein)
Ondiepe geïsoleerde matig geïnundeerde wateren	Geïsoleerde meander en petgat (geïsoleerde meander)
Geïsoleerde ondiepe zelden geïnundeerde wateren	Geïsoleerde meander en petgat (geïsoleerde meander)
Wateren met getijdeninvloed	Zoet getijdenwater
Zoete intergetijdenzone	Zoet getijdenwater
Zoete, ondiepe getijdenwateren	Zoet getijdenwater
Zoete, diepe getijdenwateren en de stroomgeul	Zoet getijdenwater
Licht brakke intergetijdenzone	Brak getijdenwater
Licht brakke, ondiepe getijdenwateren	Brak getijdenwater
Licht brakke, diepe getijdenwateren en de stroomgeul	Brak getijdenwater
Brakke intergetijdenzone	Brak getijdenwater
Brakke, ondiepe getijdenwateren	Brak getijdenwater
Brakke, diepe getijdenwateren en de stroomgeul	Brak getijdenwater
<b>Brakke binnenwateren, deelrapport 4</b>	
Licht brakke duinplassen	Brak stilstaand water (licht tot matig)/ondiep duinwater
Licht brakke laagveenplassen	Stilstaand brak water (licht tot matig)/meer (ondiep matig tot sterk gebufferd)



16]

Geïsoleerde, kleine, stagnante, licht brakke wateren	Stilstaand brak water (licht tot matig)/gebufferde poel
Geïsoleerde, grote, stagnante, licht brakke wateren	Stilstaand brak water (licht tot matig)/meer (ondiep matig tot sterk gebufferd)
Kleine, licht brakke, lijnvormige wateren	Stilstaand brak water (licht tot matig)/gebufferde sloot
Grote, licht brakke, lijnvormige wateren	Stilstaand brak water (licht tot matig)/Kanaal, vaart en boezemwater
Geïsoleerde, kleine, stagnante, matig brakke wateren	Stilstaand brak water (licht tot matig)
Geïsoleerde, grote, stagnante, matig brakke wateren	Stilstaand brak water (licht tot matig)
Matig brakke, lijnvormige wateren	Stilstaand brak water (licht tot matig)
Geïsoleerde, kleine, stagnante, sterk brakke wateren	Stilstaand brak water (sterk)
Geïsoleerde, grote, stagnante, sterk brakke wateren	Stilstaand brak water (sterk)
Sterk brakke, lijnvormige wateren	Stilstaand brak water (sterk)
<b>Poelen, deelrapport 5</b>	
Temporaire zure poelen	Zuur ven (droogvallende poel)
Temporaire, niet zure poelen	Moeras en droogvallend water
Permanente zure poelen	Zuur ven (poel)
Sterk beschaduwde, permanente poelen	Bospoel
Zwak gebufferde poelen op zandgrond	Zwak gebufferd ven en wingat (poel en ven)
Zwak tot matig gebufferde poelen op zandgrond	Gebufferde poel en wiel (poel)
Poelen op kleigrond	Gebufferde poel en wiel (poel)
<b>Sloten, deelrapport 6</b>	
Brakke sloten	Stilstaand brak water (licht tot matig)/gebufferde sloot
(zwak) zure zandsloten	Zwak gebufferde sloot (zwak zure zandsloot)
Zure hoogveenslootjes	Levend hoogveen
Oligo- tot mesotrofe zandsloten	Zwak gebufferde sloot (oligo- tot mesotrofe sloot)
Mesotrofe veensloten	Gebufferde sloot
Eutrofe veensloten	Gebufferde sloot
Kleisloten	Gebufferde sloot
<b>Laagveenwateren, deelrapport 7</b>	
Zure oligotrofe laagveenslootjes	Veenmosrietland
Oligo- tot mesotrofe laagveensloten	Zwak gebufferde sloot (oligo- tot mesotrofe sloot)
Meso- tot eutrofe laagveensloten	Gebufferde sloot
Brakke laagveensloten	Stilstaand brak water (licht tot matig)/gebufferde sloot
Vaarten en laagveenkanalen	Kanaal, vaart, boezemwater
Mesotrofe petgaten	Geïsoleerde meander en petgat (petgat)
Voedselrijke petgaten	Geïsoleerde meander en petgat (petgat)
Mesotrofe plasjes	Gebufferd meer (ondiep zwak tot matig gebufferd)
Voedselrijke plasjes	Gebufferd meer (ondiep zwak tot matig gebufferd)

Voedselarme plassen en meren	Gebufferd meer (ondiep zwak tot matig gebufferd)
Voedselrijke plassen en meren	Gebufferd meer (ondiep zwak tot matig gebufferd)
<b>Wingaten, deelrapport 8</b>	
Grote, diepe, zure wingaten	Zwak gebufferd ven en wingat (wingat)
Grote, diepe zwak gebufferde wingaten	Zwak gebufferd ven en wingat (wingat)
Grote, diepe oligo- mesotrofe matig tot sterk gebufferde wingaten	Afgeleid type gebufferd meer (diep matig tot sterk gebufferd)
Grote, diepe mesotrofe matig tot sterk gebufferde wingaten	Afgeleid type gebufferd meer (diep matig tot sterk gebufferd)
Ondiepe tot matig diepe, zure, oligotrofe wingaten op zand- of leemgrond	Zuur ven
Ondiepe tot matig diepe, (zeer) zwak gebufferde wingaten op zand- of leemgrond	Zuur ven
Ondiepe tot matig diepe wingaten op kleigrond	Meer (ondiep matig tot sterk gebufferd)
<b>Rijksmeren, deelrapport 9</b>	
Meren, zeer diep water	Afgesloten zoete zeearm
Meren, diep water	Afgesloten zoete zeearm
Meren, matig diep water	Afgesloten zoete zeearm
Meren, ondiep water	Gebufferd meer (ondiep matig tot sterk gebufferd)
<b>Regionale kanalen, deelrapport 10</b>	
Kleine, stromende kanalen	Afgeleid type langzaam stromende midden- en benedenloop
Grote, licht stromende kanalen	Afgeleid type langzaam stromend riviertje
Zure kanalen op zandgrond	Afgeleid type kanaal, vaart, boezemwater
Zwak tot matig gebufferde kanalen op zandgrond	Kanaal, vaart, boezemwater
Grote, stilstaande kanalen op zandgrond	Kanaal, vaart, boezemwater
Kleine, stilstaande kanalen op kleigrond	Kanaal, vaart, boezemwater
Grote, stilstaande kanalen op kleigrond	Kanaal, vaart, boezemwater
<b>Rijkskanalen, deelrapport 11</b>	
Zoete kanalen, diep water, sterk tot matig dynamisch	Kanaal, vaart, boezemwater
Zoete kanalen, ondiep water, sterk tot matig dynamisch	Kanaal, vaart, boezemwater
Zoete kanalen, ondiep water, matig tot gering dynamisch	Kanaal, vaart, boezemwater
Brakke kanalen, zeer diep water, sterk tot matig dynamisch	Stilstaand brak water (sterk)
Brakke kanalen, diep water, sterk tot matig dynamisch	Stilstaand brak water (sterk)
Brakke kanalen, ondiep water, sterk tot matig dynamisch	Stilstaand brak water (licht tot matig)
Brakke kanalen, ondiep water, matig tot gering dynamisch	Stilstaand brak water (licht tot matig)



<b>Zoete duinwateren, deelrapport 12</b>	
Droogvallende, ondiepe, kalkrijke duinwateren	Natte duinvallei
Droogvallende, ondiepe, kalkarme duinwateren	Natte duinvallei
Droogvallende, ondiepe, zwak zure duinwateren	Natte duinvallei
Permanente, ondiepe, jonge duinwateren	Ondiep duinwater
Permanente, ondiepe, oude duinwateren	Ondiep duinwater
Grote, diepe duinwateren	Meer (ondiep matig tot sterk gebufferd)
Kleine duinwateren	Ondiep duinwater
Duinbron	Permanente bron (matig mineralenrijk)
Langzaam stromende (droogvallende) duinwateren	Droogvallende bron en beek
Stromende duinwateren	Langzaam stromende bovenloop/midden- en benedenloop
<b>Vennen, deelrapport 13</b>	
Zure vennen zonder hoogveenontwikkeling	Zuur ven
Ionenrijkere, matig zure vennen zonder hoogveenontwikkeling	Zuur ven
Hoogveenvennen	Levend hoogveen
Open water in hoogveengebieden	Levend hoogveen
Ionenrijkere hoogveenvennen	Levend hoogveen
Zeer zwak gebufferde zandbodenvennen	Zwak gebufferd ven en wingat (poel en ven)
Ondiepe, zwak gebufferde zandbodenvennen	Zwak gebufferd ven en wingat (poel en ven)
Diepe, zwak gebufferde zandbodenvennen	Zwak gebufferd ven en wingat (poel en ven)
Beekdalvennen	Gebufferde poel en wiel/geïsoleerde meander en pet gat

# Voorwoord

Bij het realiseren van de Ecologische Hoofdstructuur stuurt het rijk op kwaliteit. In 1995 heeft het hiervoor de mogelijke typen natuur beschreven in het 'Handboek natuurdoeltypen in Nederland'. Het doel van dit handboek is het creëren van een gemeenschappelijke taal die beleidsmakers en beheerders kunnen gebruiken bij het maken van afspraken over de te realiseren natuurkwaliteit.

Het handboek uit 1995 richt zich met name op de terrestrische natuur. De beschrijving van de typen aquatische natuur is globaal gebeven. Dit is een groot gemis, met name vanwege het specifieke belang van natte natuur in Nederland.

In 1997 is in de workshop 'Aquatische-ecologische instrumenten voor de toekomst' de behoefte aan een aanvulling van het Handboek Natuurdoeltypen ten aanzien van natte natuur reeds geuit. Om hierin te voorzien heeft de directie Natuurbeheer van LNV aan het Expertisecentrum LNV de opdracht gegeven een 'Aquatisch Supplement' voor het handboek op te stellen.

Het voor u liggende rapport is onderdeel van dit Aquatisch Supplement. De totale reeks van dit supplement bestaat uit 13 rapporten waarin verschillende soorten zoet watersystemen zijn beschreven. Ieder watersysteem is beschreven in termen van organismen (doelsoorten en indicatorsoorten), de bijbehorende abiotische omstandigheden, de meest sturende ecologische processen, de ligging in het landschap en adviezen voor beheer en inrichting.

Onder leiding van het EC-LNV is deze reeks rapporten opgesteld in samenwerking met het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling), Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA), enkele waterschappen (Hollandse Eilanden en Waarden, Uitwaterende Sluizen en de Maaskant) en de provincie Friesland. RIZA en Alterra hebben het project uitgevoerd.

Mede op basis van het Aquatisch Supplement is momenteel een nieuwe versie van het Handboek Natuurdoeltypen in voorbereiding bij het Expertisecentrum LNV. Dit document zal in het voorjaar van 2001 verschijnen.

Ik hoop dat u allen in uw dagelijks werk geïnspireerd wordt door de inhoud van deze reeks van rapporten. Alle betrokkenen bedank ik hartelijk voor hun inzet.

**Drs. R.P. van Brouwershaven**  
**Directeur Expertisecentrum LNV**  
**Wageningen**

# Samenvattend overzicht

## Rivieren en nevengeulen

Habitat	Ontstaanswijze & morfologie	Hoofdfactoren	Bedreigingen en trends	Beheer
<i>hard substraat in snelstromend water</i>	rivierdynamiek	hoge stroomsnelheid	slechte waterkwaliteit, verstoring door scheepvaart, afname stroomsnelheid	herinrichting rivierengebied (creëren van variatie in stroomsnelheid en habitats), verbetering waterkwaliteit
<i>zand in snelstromend water</i>		hoge stroomsnelheid	slechte waterkwaliteit, verstoring door scheepvaart, afname stroomsnelheid	
<i>klei- en leemoevers in snelstromend water</i>		hoge stroomsnelheid, erosie van oevers	slechte waterkwaliteit, verstoring door scheepvaart, afname stroomsnelheid	
<i>hard substraat in langzaamstromend water</i>		lage stroomsnelheid	slechte waterkwaliteit, verstoring door scheepvaart, sedimentatie van slib, uitheemse soorten	
<i>zand in langzaamstromend water</i>		lage stroomsnelheid	slechte waterkwaliteit, verstoring door scheepvaart, sedimentatie van slib	
<i>zand met een laagje slib in langzaamstromend water</i>		lage stroomsnelheid, sedimentatie van slib	slechte waterkwaliteit, verstoring door scheepvaart, toxicanten in slib	
<i>slib in langzaamstromend water</i>		lage stroomsnelheid, sedimentatie van slib	slechte waterkwaliteit, verstoring door scheepvaart, toxicanten in slib	

## Rivierbegeleidende wateren

Watertype	Ontstaanswijze & morfologie	Hoofdfactoren	Bedreigingen en trends	Beheer
<i>wateren met getijdeninvloed</i>	strang	getij	onvoldoende waterkwaliteit, afsluiting haringvliet	opening Haringvliet
<i>periodiek droogvallende wateren</i>	strang/kleiput	droogval	onvoldoende waterkwaliteit	verbetering waterkwaliteit
<i>diepe wateren in open verbinding met de rivier</i>	wiel/zand- of grindgat	dynamiek/stratificatie	golfslag, onvoldoende waterkwaliteit	verbetering waterkwaliteit, afname scheepvaart
<i>diepe van de rivier geïsoleerde grote wateren</i>	zand- of grindgat	stratificatie/expositie	onvoldoende waterkwaliteit	verbetering waterkwaliteit
<i>diepe van de rivier geïsoleerde kleine wateren</i>	wiel	stratificatie	onvoldoende waterkwaliteit	verbetering waterkwaliteit
<i>ondiepe wateren in open verbinding met de rivier</i>	strang/kleiput	dynamiek	onvoldoende waterkwaliteit, golfslag	verbetering waterkwaliteit, afname scheepvaart
<i>ondiepe geïsoleerde sterk geïndeerde wateren</i>	strang/kleiput	inundatie	onvoldoende waterkwaliteit	verbetering waterkwaliteit
<i>ondiepe geïsoleerde matig geïndeerde wateren</i>	strang/kleiput	inundatie	onvoldoende waterkwaliteit, te hoge inundatie-frequentie	verbetering waterkwaliteit, verlagen inundatie-frequentie (kade)
<i>ondiepe geïsoleerde zelden geïndeerde wateren</i>	strang/kleiput	verlanding	onvoldoende waterkwaliteit, te hoge inundatie-frequentie, volledige verlanding	verbetering waterkwaliteit, verlagen inundatie-frequentie (kade), schonen en/of baggeren

## Getijdenwateren

<b>Watertype</b>	<b>Ontstaanswijze &amp; morfologie</b>	<b>Hoofdfactoren</b>	<b>Bedreigingen en trends</b>	<b>Beheer</b>
<i>zoete getijdenwateren</i>	dijkdoorbraken, dynamiek rivier, getijdenwerking en menselijke beïnvloeding	getij, peilfluctuaties, rivierdynamiek, successie	verlies dynamiek, slechte waterkwaliteit en vervuilde waterbodem, oevererosie	herstel getijdeninvloed, verbetering waterkwaliteit en saneren
<i>licht brakke getijdenwateren</i>		zoutindringing, getij, peilfluctuaties, rivierdynamiek, successie		waterbodems
<i>brakke getijdenwateren</i>		zoutindringing, getij, peilfluctuaties, rivierdynamiek, successie		





# 1 Ontstaanswijze en morfologie

## 1.1 Rivieren & nevengeulen

### 1.1.1 Onstaanswijze

Rivieren ontstaan als gevolg van de afvoer van water vanuit het stroomgebied. Deze stroomgebieden kunnen groot zijn en meerdere landen beslaan. Binnen een stroomgebied stroomt al het water via de bodem of oppervlaktewateren af naar de rivier, die tenslotte in zee uitmondt. Door de continue afvoer van water wordt de bodem geërodeerd en een rivierdal uitgesleten. Rivieren beginnen als kleine beekjes en worden naarmate de afstand tot de bron toeneemt steeds groter. De stroomsnelheid neemt steeds verder af. In de bovenlopen, waar het water snel stroomt, vindt erosie en sedimentatie van grof materiaal plaats (stenen en grind). Hoe verder benedenstrooms des te fijner wordt het afgezette bodemmateriaal. Een rivier vormt zichzelf. Een natuurlijke rivier vormt continu nieuwe habitats (Fittkau & Reiss 1983). Door de kracht van het water worden meanders gevormd en afgesneden. Niet alleen in het lengte-, maar ook in het dwarsprofiel vinden sedimentatie- en erosieprocessen plaats. In de bochten ontstaat een grote variatie aan habitats. In binnenbochten is de stroomsnelheid langzaam en sedimenteert fijn materiaal. In de buitenbocht is sprake van een sterke stroming waardoor erosie plaatsvindt. Door de variatie in stroomsnelheid op verschillende plaatsen in het dwarsprofiel ontstaat een mozaïekpatroon aan structuren. Deze structuren vormen tal van habitats, bijvoorbeeld zand- of grindbanken, lemige oevers en steiloevers (Smit 1985). Door de dynamiek van rivieren, het vormen van nevengeulen en bochten en het weer afsnijden hiervan ontstaan rivierbegeleidende wateren. Door inundatie met rivierwater worden deze wateren in stand gehouden (paragraaf 1.2). Daar waar een rivier in zee uitmondt, ontstaat invloed van getij en zout. De laatste trajecten van een in zee uitmondende rivier zijn vaak brak en hebben een dagelijks wisselend peil. Dergelijke getijdenwateren herbergen specifieke biota (paragraaf 1.3).

[25

### 1.1.2 Ligging en karakteristieken

De rivieren inclusief de zoete delta beslaan circa 200 km<sup>2</sup> van het oppervlak van Nederland. In Nederland zijn vier grote rivieren aanwezig: de Maas, de Rijn, de Schelde en de Eems. De Schelde mondt direct uit in de

Westerschelde zodra deze vanuit België de Nederlandse grens is gepasseerd. Hetzelfde geldt voor de Eems, die vanuit Duitsland ons land binnenkomt en het Eems-Dollard estuarium vormt. Aan deze rivieren zal daarom verder in dit rapport geen aandacht besteedt worden.

De oorsprong van de Maas ligt in Frankrijk. De Maas is een regenrivier. Dat wil zeggen dat de afvoer afhankelijk is van de hoeveelheid neerslag en door het jaar heen kan verschillen. Hierdoor treden peilverschillen op. Ook kunnen piekafvoeren plaatsvinden waarbij de uiterwaarden sterk overstromen. De Rijn is een smeltwaterrivier. Het water is voor het grootste deel afkomstig van afsmeltend water van gletsjers en sneeuw. De oorsprong van de Rijn ligt in de Zwitserse Alpen. Het verschil tussen een regen- en een smeltwaterrivier uit zich in een verschillend afvoerpatroon. In een regenrivier is de afvoer onregelmatiger, direct volgend op grote hoeveelheden neerslag. In een smeltwaterrivier is de afvoer constanter. De Nederlandse delen van deze rivieren zijn benedenlopen. Dit betekent dat ze van nature breed en ondiep zijn en als vlechtende takken door het landschap lopen. De stroomsnelheid is laag en de bodem bestaat uit zand en fijner mineraal sediment zoals slib. Op sommige plekken worden klei, veen of grindbanken aangesneden. Alleen het gedeelte van de Maas vlak over de Nederlandse grens kan als een middenloop worden beschouwd. Hier is de rivier nog relatief smal, is de stroomsnelheid hoog en bestaat de bodem voor een groot deel uit grind.

De Rijn bij Wageningen Foto: R. Nijboer



### 1.1.3 Natuurlijkheid

De Nederlandse riviersystemen bestonden oorspronkelijk uit een hoofdstroom met een aantal ondiepe, brede en smalle stroomgeulen, afgesneden armen en brede overstromingsvlakten. De rivieren vormden één geheel met de uiterwaarden en slingerden door het landschap. De uiterwaarden van natuurlijke rivieren waren grotendeels begroeid met oobos. Oobos zorgt voor organisch materiaal in de rivier. Dode stukken hout bieden een habitat aan tal van macrofaunasoorten. Voor andere soorten dient het organisch materiaal, afkomstig van de bossen, als voedsel (Sedell & Frogatt 1984). Behalve dynamische delen bevonden zich in natuurlijke rivieren rustige delen zoals nevengeulen. In deze delen kwamen dichte waterplantenvegetaties voor. Planten worden door veel diersoorten als substraat, schuilplaats of voedsel gebruikt. Oeverplanten vormden in natuurlijke riviersystemen een geleidelijke overgang van water naar land. De oorspronkelijke waternatuur in de Nederlandse rivieren was zeer divers: een rijke macrofaunagemeenschap, vele soorten (trek)vissen en waterplanten. De onderlinge relaties tussen genoemde planten- en diergroepen leidden tot een rijk gestructureerd netwerk van levensgemeenschappen in rivierbedding en uiterwaarden. Sinds de Middeleeuwen is de mens bezig de rivieren te beteugelen. Door bedijking veranderden riviersystemen in een enkele hoofdgeul met een zomerdijk, uiterwaarden en een winterdijk. Later werden de rivieren belangrijk als scheepvaartroute. Daarvoor moesten de rivieren overal ongeveer even breed en diep gemaakt worden (normalisatie) en werden te scherpe bochten verwijderd (kanalisatie). Om de inmiddels kunstmatige rivierloop vast te leggen en om oevererosie tegen te gaan, werden de oevers vastgelegd door kribben, strekdammen en stortstenen (Smit 1985). Meer dan driekwart van de oevers langs de rivieren is inmiddels verdedigd. Om voldoende diepte voor scheepvaart te garanderen, werden stuwen aangelegd (regulatie), zodat in grote delen van de rivieren het waterpeil beter geregeld kon worden. In 1920 zijn normalisatie en kanalisatie van de Rijntakken en van de benedenloop van de Maas voltooid (de Bruin 1982). Door de beperking van de natuurlijke dynamiek in de rivieren, verdween de variatie in stroomsnelheid in zowel lengte- als dwarsprofiel. In de huidige vaargeul is de stroomsnelheid steeds hoog. Maatregelen ter verbetering van de afvoer leidden in de afgelopen 100 jaar tot een sterk uitgeschuurde bodem. Bij Lobith daalt de bodem gemiddeld met 2 centimeter per jaar (Breukel 1993). In de delen tussen de kribben is de natuurlijke stroming geheel verdwenen. Er is slechts enige turbulentie. Met de aanleg van de oeververdediging is de natuurlijke overgang van water naar land verdwenen. Door de afname van variatie in stroomsnelheid en de aanwezige oeververdediging is ook de diversiteit aan structuren afgenomen. Behalve structuurvariatie in het lengteprofiel, is het

mozaïekpatroon van structuren dat met name in de meanders voorkwam, nu niet meer aanwezig. De grote veranderingen in de rivieren aan het begin van deze eeuw hebben samenvattend geleid tot een sterke afname van de variatie aan habitats in de rivieren (Smit 1985). Dood hout, dichte waterplantenvegetaties, grind- en zandbanken, steiloevers en flauwe oevertaluds zijn in de rivieren nauwelijks meer terug te vinden. Waar nog wel oorspronkelijke habitats aanwezig zijn, zijn deze vaak niet meer geschikt voor de vestiging van macrofauna of als paaiplaats voor vissen. Dit wordt veroorzaakt door de sterke golf- en zuigwerking als gevolg van scheepvaart of door de slechte waterkwaliteit. Een ander probleem is de onbereikbaarheid van geschikte habitats, bijvoorbeeld door stuwen.

## 1.2 Rivierbegeleidende wateren

De uiterwaarden van de Rijn en de Maas in Nederland bevatten enkele honderden relatief grote (1-200 ha) stilstaande wateren. Deze rivierbegeleidende wateren kunnen wat betreft hun ontstaanswijze grofweg verdeeld worden in drie typen: oude rivierarmen, wielen en kleiputten, zand- en grindgaten. Let wel: deze indeling komt niet overeen met de ecologische indeling in watertypen.

Rivierbegeleidende moerassen en moerasbossen zijn niet in dit rapport opgenomen.

### 1.2.1 Onstaanswijze

#### Strangen

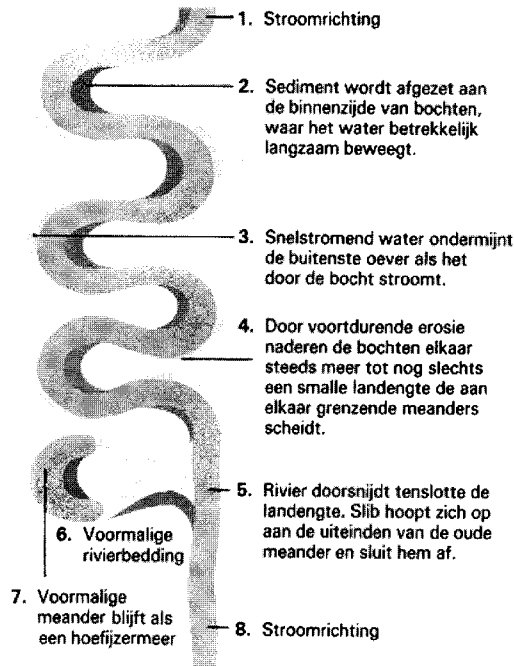
Een strang (ook wel oude rivierarm, kil, hank of oude meander genoemd) is een langgerekt water dat gevormd is door de rivier (figuur 1.1). Strangen kunnen op twee manieren ontstaan zijn. Door het natuurlijke proces van sedimentverplaatsing in een meanderende rivier kunnen nevengeulen ontstaan, die aan één zijde in open verbinding met de rivier blijven of zelfs geheel geïsoleerd raken (Van den Brink 1990). Dergelijke strangen kunnen herkend worden aan de parallelle loop langs het huidige stroombed (Van Urk & Smit 1989). Langs de Waal zijn een aantal voorbeelden van dergelijke strangen te vinden.

Een tweede mogelijkheid is een afsnijding van een bocht in de hoofdgeul van de rivier zelf. Bij een natuurlijk meanderende rivier worden bochten in de rivier steeds scherper door erosie in de buitenbocht en sedimentatie in de binnenbocht. Op een gegeven moment is het landoppervlak tussen de bochten nog dusdanig klein dat de rivier door kan breken. Een bocht wordt dan afgesneden. Door sedimentatie kan een dergelijke meander eenzijdig of tweezijdig worden afgesloten van de rivier. Vaak zijn in het verleden

dergelijke doorbraken geforceerd door graafwerkzaamheden. Afgesneden meanders van de vroegere hoofdgeul kunnen worden herkend aan hun boogvorm.

**Figuur 1.1**

Het ontstaan van strangen (voormalige meanders).



[ 29

### Wielen

Wielen (ook wel doorbraakkolken, welen of waaien genoemd) zijn wateren, ontstaan tijdens de doorbraak van rivier- of zeedijken (Beije et al. 1994). Al vanaf de Middeleeuwen zijn de Nederlandse rivieren bedijkt en vinden doorbraken plaats. Vooral in de wintermaanden deed dit proces zich voor, aangezien dan de meeste afvoerpieken in de rivieren voorkomen. Tijdens een dijkdoorbraak ontstond achter de dijk een diep gat, een doorbraakkolk of wiel. Door de grote krachten van het water zijn de ontstane gaten zeer diep, terwijl het oppervlak vaak klein is. Het ontstane gat in de dijk werd gedicht of de dijk werd om de doorbraakkolk gelegd. Zodoende zijn binnen- en buitendijkse wielen ontstaan. Door de ontstaanswijze bestaat het sediment van wielen uit een mengsel van zand en klei, de zogenaamde overslaggronden (Van den Brink 1990). Wielen die buitendijks gelegen zijn worden geïnundeerd en hierin vindt telkens opnieuw afzetting van rivierklei plaats.

### Kleiputten, zand- en grindgaten

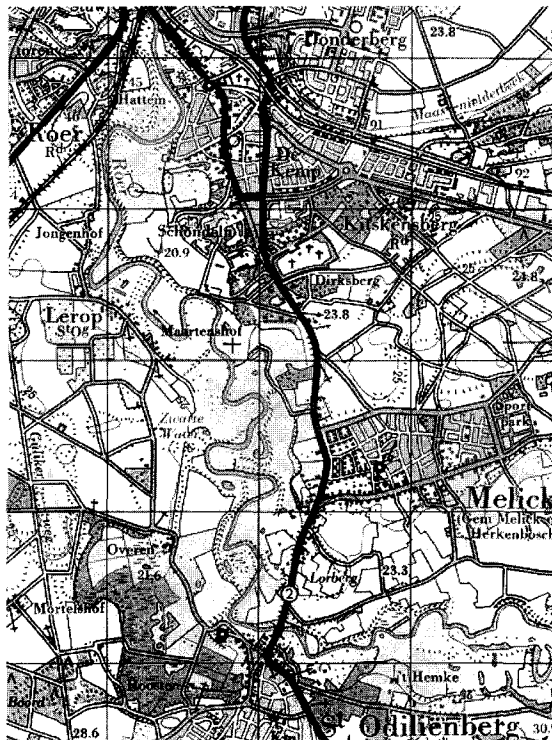
Tot de kleiputten, zand- en grindgaten worden de ontgrondingsplassen langs de grote rivieren gerekend. Kleiputten zijn meestal ondiep, aangezien de kleilaag aan de oppervlakte ligt en een relatief dunne laag sediment bevat. Kleiputten zijn al sinds de vroege Middeleeuwen ontstaan door kleiwinning ten behoeve van de steenfabricage (Gerritsen et al. 1987). Zandgaten daarentegen zijn pas na 1945 ontstaan. Grindgaten zijn ontstaan door afgraving van grind.

## 1.2.2 Ligging en karakteristieken

### Strangen

Oude rivierarmen kunnen zowel binnen- als buitendijks gevonden worden. Oude rivierarmen komen niet alleen voor langs de grote rivieren maar ook langs kleinere rivieren zoals de Roer (figuur 1.2). Sommige armen zijn geïsoleerd, andere staan in open verbinding met de rivier. Afhankelijk van de ligging worden ze veel of weinig overstroomd met rivierwater en staan ze onder invloed van bepaalde ondiepe kwelstromen. In het westen van het land stond een aantal strangen vroeger onder invloed van getijdewerking.

**Figuur 1.2** Ligging van oude rivierarmen langs de Roer.



De bodem van rivierarmen bestaat uit klei, zand of een combinatie van beide afhankelijk van de ontstaanswijze, leeftijd (natuurlijke verlanding) en ligging ten opzichte van de rivier (open of geïsoleerd). De waterbodem van strangen, die niet in open verbinding met de rivier staan, bestaat meestal uit klei. Indien strangen dicht bij de rivier gelegen zijn, bestaat de bodem uit een mengsel van zand en klei.

### **Wielen**

Wielen hebben een beperkt oppervlak en een steil talud. Sommige wielen zijn ondieper maar het overgrote deel is tamelijk diep, meestal zo'n 8-10 m, met uitschieters tot 25 m. Hierdoor staan ze veelal in contact met watervoerende zandlagen in de ondergrond en worden deels gevoed met grondwater (Bal et al. 1995, Wolff 1989). In vele wielen volgt het waterpeil, zij het met enige vertraging, dat van de rivier. Door het drukverschil tussen rivier en wiel komt een kwelstroom op gang van de rivier naar het wiel. Daarnaast kan kwel optreden vanuit hoger gelegen gebieden binnendijks. De samenstelling van de kwel kan variëren van oligotroof tot eutroof, afhankelijk van de verhouding tussen rivierkwel en overige kwel. Hoe meer kwel van de rivier afkomstig is des te eutrofer zal het water zijn. Het verschil met afgesneden rivierarmen is dat in wielen dieper liggende, kalkrijke zandlagen kunnen worden aangeboord. In diepe wielen treedt een spronglaag op, wat gevolgen heeft voor de levensgemeenschappen in de wateren.

[31

### **Kleiputten, zand- en grindgaten**

Zand- en grindgaten zijn meestal groter van oppervlakte en eveneens dieper dan kleiputten. Vaak zijn deze wateren 10-25 meter diep waardoor zich net als bij diepe wielen tijdens de zomer een spronglaag kan ontwikkelen (Janse 1986). De waterbodem van zandgaten bestaat uit zand maar door instorten van steile randen en door golfafslag kan de oever plaatselijk uit klei bestaan. De waterbodem van kleiputten bestaat uit klei (Van den Brink 1990). De morfologie van diepe plassen is kenmerkend: de oevers zijn relatief steil (door ontgroning). Het litoraal is hierdoor erg smal, wat niet bevorderlijk is voor de vegetatie-ontwikkeling. Bij herinrichting van nieuwe gaten worden vandaag de dag steeds vaker flauwe taluds aangebracht, vooral in toekomstige natuur- en recreatiegebieden.

## **1.2.3 Natuurlijkheid**

### **Strangen**

Strangen zijn de enige stilstaande wateren die in een geheel natuurlijk rivierengebied gevormd kunnen worden. Er is geen enkele menselijke activiteit nodig voor het ontstaan van deze wateren. Van nature verdwijnt het open water in de afgesloten armen vanzelf door verlanding. Echter worden er in een



natuurlijk systeem telkens nieuwe strangen gevormd. Hierdoor zijn van nature strangen in verschillende verlandingsstadia in een riviereengebied aanwezig. Strangen worden tegenwoordig niet meer gevormd, doordat de rivier niet meer de mogelijkheid heeft om te meanderen of nevengeulen te vormen. Doordat de natuurlijke aanwas van nieuwe strangen is gestopt en de bestaande steeds verder verlanden, zullen deze wateren langzaam uit het rivierbed verdwijnen. Alleen door beheer kan verlanding worden tegengegaan en kunnen strangen gehandhaafd worden.

### **Wielen**

Wielen zijn wateren die strikt genomen van nature niet voorkomen. Ze kunnen alleen ontstaan als er sprake is van bedijking van een rivier, een menselijke invloed. Wel vormen wielen één van de weinige diepe, kleine wateren in Nederland, die niet gegraven zijn. Wielen kunnen zonder beheer zichzelf in stand houden. Door de grote diepte verlanden ze vrijwel niet. Nieuwe wielen worden vrijwel niet meer gevormd doordat de dijken tegenwoordig stevig en hoog genoeg zijn om doorbraken te voorkomen.

### **Kleiputten, zand- en grindgaten**

Kleiputten, zand- en grindgaten zijn allemaal door de mens gegraven en dus niet natuurlijk. Wel kunnen ze zich, als ze diep zijn, zonder verder beheer in stand houden. De ondiepe wateren zullen verlanden indien ze niet beheerd worden.

## **1.3 Getijdenwateren**

Zoet- en brakwatergetijdengebieden worden aangetroffen op plaatsen waar rivier en zee elkaar ontmoeten. Hier worden zeer dynamische milieus gevonden met een karakteristieke flora en fauna. In Nederland kwamen zoet- en brakwatergetijdengebieden voor in de Biesbosch, het Hollandsch Diep en het Haringvliet. De getijdendynamiek in deze gebieden is na de aanleg van de deltawerken in sterke mate verminderd en ze zijn grotendeels verzoet. Na 1970 zijn de brakwatergebieden in de zuidrand verdwenen. De brakke wateren die in dit rapport als referentie zijn beschreven hebben een maximaal zoutgehalte van 10 g Cl<sup>-</sup>/l. Getijdenkreeken zullen behandeld worden onder het watertype brakke binnenwateren (Van Beers & Verdonschot, 2000).

### **1.3.1 Ontstaanswijze**

De getijdendelta van de grote rivieren bestond vroeger uit brede stroomvlakten en weidse moerassen. Het gebied werd reeds vroeg

bewoond, eerst door rendierjagers en later door landbouwers. Om het land te ontginnen en zich te beschermen tegen het stijgende zeewater werden de rivieren door de mens steeds verder ingedamd. Dit resulteerde in het deltagebied in het ontstaan van de Zuid-Hollandsche of Grootte Waard, het grootste waterschap dat Holland ooit kende. Toen ten tijde van de Hoekse en Kabeljauwse twisten de dijken slecht onderhouden werden, braken ze tijdens de St. Elizabethvloed in 1421 door. De Zuid Hollandsche of Grootte Waard verdween in zijn geheel en er ontstond een grote binnensee (Verhey 1961).

De Biesbosch, het Hollandsch Diep en het Haringvliet zijn daarna verder gevormd door de getijdenwerking en rivierdynamiek. Aan- en afvoer van sediment zorgde voor het ontstaan van diepe stroomgeulen afgewisseld door zandbanken en slikplaten die bij laag water droogvielen. Gaande van zeezijde landinwaarts veranderde het landschap van een open gebied met brede stroomgeulen, strand en duinen naar brede slikken, zandbanken en gorzen. Stroomopwaarts werd een meer opgaande begroeiing gevonden langs de oevers, met vloedbossen in de Biesbosch (Jans 1996).

De ligging van de stroomgeulen was aan verandering onderhevig. Waar in het Haringvliet en het Hollandsch Diep de geulen ver uit de oever lagen, waren uitgestrekte slikken aanwezig. Zodra de slikken door sedimentatie van materiaal hoog genoeg waren, raakten ze begroeid en werden ze gorzen genoemd. De hoogste delen van de gorzen werden alleen bij stormvloed en springtij overstroomd. De aan- en afvoer van water geschiedde door een stelsel van sterk vertakte krekken. Langs deze krekken lagen oeverwallen, in de kommen achter de oeverwallen sedimenteerde vooral klei en silt. In het mondingsgebied konden zandplaten of zandstranden droogvallen en vond duinvorming plaats, op de luwere plekken ontstonden slibbanken (Jans 1996).

[33

### 1.3.2 Ligging en karakteristieken

De Nederlandse getijdendelta ligt aan de monding van de Rijn, Waal en Maas. Het grootste zoetwatergetijdengebied ligt in de Biesbosch. Voor de afsluiting van het Haringvliet was de dynamiek in dit gebied veel groter dan tegenwoordig het geval is. Door sedimentatie en inpoldering van delen van het gebied, nam het volume aan in- en uitstromend water of kombergingscapaciteit af, wat leidde tot een toename in het getijverschil van circa 1 meter (rond 1900) tot circa 2 meter in 1960 (Jans 1996). Na de afsluiting van het Volkerak (1969) en het Haringvliet (1970) is dit gereduceerd tot slechts circa 30 cm.

Bij een gemiddelde rivierafvoer was de invloed van eb en vloed bovenstrooms nog merkbaar tot Wijk bij Duurstede (Lek), Tiel (Waal) en Lith (stuw in de Maas). De grens tot waar die invloed nog merkbaar is wordt de getijdenlimiet genoemd. De bovenstroomse grens tot waar de stroom van

het rivierwater, bij gemiddelde afvoer, twee keer per dag omkeert wordt de stuwlimiet genoemd. Deze lag in de Lek bij Willige Langerak en in de Waal bij Gorinchem. Tussen de stuwlimiet en de getijdenlimiet wordt de stroom van het rivierwater tweemaal daags vertraagd maar verandert niet van richting (Wolff 1973). In dit rapport worden de wateren behandeld vanaf de stuwlimiet tot de grens van het brakke water met de open zee.

### 1.3.3 Natuurlijkheid

Reeds lange tijd is de getijdendelta door mensen bewoond geweest. Ten tijde van de St. Elizabethvloed in 1421 was er al sprake van een menselijke invloed door bedijking en landbouw. In later jaren werd het buitendijkse gebied van de Biesbosch gebruikt voor de oogst van riet, biesen en wilgenhout. Daarbij werd een stelsel van greppels en kaden aangelegd om het gebied te ontwateren (Verhey et al. 1961).

In de loop van de tijd is de getijdendelta onder invloed van de mens sterk in oppervlak afgenomen. Na de afsluiting van het Haringvliet in 1970 is de getijdendynamiek grotendeels verdwenen. Hierdoor heeft het gebied een ander aanzien gekregen en is de kenmerkende vegetatie van het zoetwatergetijdengebied verdwenen. Sinds de afsluiting is er een sterke verruiging opgetreden. Vooral de eerste jaren na de afsluiting vond een explosieve groei van brandnetel plaats (Zonneveld 1999).

In het gebied liggen een aantal spaarbekkens voor de drinkwatervoorziening en vindt op beperkte schaal landbouw plaats. Door de verminderde dynamiek is sterke sedimentatie van rivierslib opgetreden.

In de huidige situatie is sprake van sterke beïnvloeding van de getijdendelta door met name het beheer van de Haringvlietsluizen. Hiermee zijn de voor de natuurlijke situatie kenmerkende processen grotendeels verdwenen. De getijbeweging is sterk verminderd en de gradiënt van zoet naar brak water is in het Haringvliet helemaal verdwenen. Hierdoor ontbreken de van nature op grote schaal voorkomende brakke biotopen vrijwel geheel en is de voor het getijdengebied kenmerkende vegetatiezonering versmald of verdwenen. Door bedijking is het oppervlak van het getijdengebied afgenomen. Dit heeft een verminderde kombergingscapaciteit tot gevolg, waardoor de getijbeweging wordt vergroot. Bovenstreams belemmert stuwbeheer en bedijking van de rivieren de natuurlijke afstroom van het rivierwater. Hierdoor komt de natuurlijke rivierdynamiek in de getijdendelta slechts beperkt tot uiting. Door sedimentatie van vervuild slib is de kwaliteit van de waterbodem in het Hollandsch Diep en de Biesbosch bijzonder slecht. De natuurlijke biologische processen worden hierdoor sterk verstoord (Bisseling et al. 1994).

In de Biesbosch wordt op beperkte schaal landbouw bedreven en er zijn een drietal spaarbekkens aangelegd ten behoeve van de drinkwatervoorziening. Recreatie heeft een verstarend effect op de natuur.

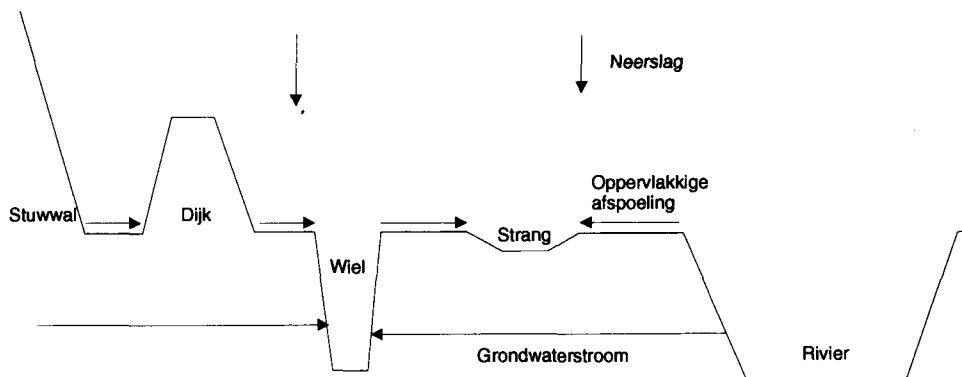
## 2 Landschapsecologische aspecten

De verschillende watertypen in het rivierengebied hebben allemaal hun ecologische waarde. Samen vormen ze een geheel. Voor het beoordelen van ecologische waarde is het zinvol om het gebied op landschapsecologische schaal te bezien. De Nederlandse riviersystemen bestonden oorspronkelijk uit een hoofdstroom met meer of minder ondiepe, brede en smalle stroomgeulen, afgesneden armen en brede overstromingsvlakten. De rivier vormde één geheel met de huidige uiterwaarden (het oorspronkelijke rivierdal) en slingerde door het landschap. De rivieren in ons land zijn benedenlopen en monden uit in de Noordzee. Binnen het rivierengebied zijn vele gradiënten aanwezig; de belangrijkste zijn die van droog naar nat (horizontale gradiënt) en van zoet naar zout (longitudinale gradiënt). Het getij drukte duidelijk een stempel op de meest benedenstroomse trajecten. Hier kwamen specifieke brakwatersoorten voor.

[35

De rivieren vormden van nature constant nieuwe habitats. Er waren vele nevengeulen in de rivier aanwezig evenals eilanden. De rivieren werden begeleid door ooibossen. Continue verlandden oude afgesloten nevengeulen en rivierarmen en werden nieuwe gevormd. Hierdoor ontstond een geheel aan wateren in het rivierdal die allemaal in een verschillend successiestadium verkeerden. Afhankelijk van de ligging van uiterwaardwateren ten opzichte van de rivier werden deze wateren in een bepaalde mate overstromd door de rivier. Er was een gradiënt van geïsoleerde wateren naar wateren die in open verbinding stonden met de rivier. Tegenwoordig vindt vernieuwing van habitats, nevengeulen en rivierbegeleidende wateren niet meer plaats. Dit is overal in het rivierengebied zichtbaar, zowel in de rivieren, in de vorming van rivierbegeleidende wateren als in de getijdenwateren. Behalve de van nature gevormde oude rivierarmen komen in de uiterwaarden gegraven wateren voor en wateren die ontstaan zijn tijdens een dijkdoorbraak. Afhankelijk van de ligging ten opzichte van de rivier en de geomorfologie van het landschap verschilt de hydrologie van de rivierbegeleidende wateren (figuur 2.1). Sommige wateren ontvangen naast regenwater vooral rivierwater, andere juist meer kwelwater afkomstig van bijvoorbeeld stuwwal of heuvelrug. De verhouding van de hoeveelheden rivierwater, regenwater en grondwater bepaalt de samenstelling en de kwantiteit van het water in de rivierbegeleidende wateren.

**Figuur 2.1** Dwarsdoorsnede van het rivierengebied met daarin aangegeven de (grond)waterstromen die van belang zijn voor samenstelling en kwantiteit van het water in rivierbegeleidende wateren.



36]

De rivieren vormen een aquatisch lint door Nederland. Vele soorten planten en dieren verspreiden zich via de rivieren. De rivieren voorzien in verbindingroutes tussen zoete en zoute habitats (bijvoorbeeld van belang voor de zalm) maar de rivier kan bijvoorbeeld ook zaden en dieren verspreiden die zich elders weer op het land kunnen vestigen. De getijdenwateren nemen in het rivierengebied een bijzondere plaats in. In het zoetwatergetijdengebied werden vroeger enkele soorten aangetroffen die in hun verspreiding (vrijwel) geheel aangewezen zijn op dit watertype. Ook zijn er soorten die voor een deel van hun levenscyclus zijn aangewezen op de getijdenwateren. Het zoetwatergetijdengebied was een belangrijk paaigebied voor vissen zoals de fint. In de brakke getijdenwateren kwamen specifieke brakwatersoorten voor. Doordat tijdens eb grote delen van het getijdengebied droogvielen, vormde het voor vogels een belangrijk foerageergebied.

Ook de stilstaande rivierbegeleidende wateren zijn van groot belang voor verschillende diergroepen. Een individueel water ontleent zijn waarde deels aan zijn betekenis als schakel in het grotere samenhangende geheel van het rivierengebied. De wateren vormen als het ware een verbindingzone langs het grootschalige watersysteem van de rivieren en zijn daarom belangrijk in de Ecologische Hoofdstructuur, niet alleen voor Nederland maar voor de gehele Westeuropese laagvlakte. Niet alleen de wateren op zich zijn waardevol ook de wateren tezamen met de uiterwaarden zijn als landschapsecologisch element belangrijk voor de ontwikkeling van natuur. Zeer belangrijk is de relatie tussen de stagnante wateren en de rivier. De hydrologische en ecologische samenhang van stagnante rivierbegeleidende

wateren en rivier maken beide tot een onlosmakelijk geheel. De wateren in de uiterwaarden dienen voor vele soorten als refugium, of als broed- of paaiplaats.

Veel organismengroepen zijn dus niet afhankelijk van een bepaald watertype maar van het gehele rivierengebied. Vissen bijvoorbeeld verplaatsen zich over de rivier van zoet naar zout water of omgekeerd. De wateren in de uiterwaarden worden gebruikt om te foerageren en om te paaien. Wateren met een hoge uitwisseling met de hoofdstroom (aangetakt of zeer frequent overstromd) hebben een hoger aandeel aan typische soorten riviervissen dan de meer geïsoleerde wateren. Wateren met een lage overstromingsfrequentie bevatten vaak een beter ontwikkelde vegetatie. Hierdoor herbergen deze wateren meer plantenminnende vissoorten van stilstaande wateren.

Ook watervogels hebben verschillende watertypen nodig om te broeden en te foerageren. Van de water- en moerasvogels komen 36 broedsoorten in de uiterwaarden voor. Het broedgebied voor deze soorten wordt gevormd door de ondiepe wateren met een rijke moeras- en oevervegetatie. Diepe, geïsoleerde plassen zijn voor deze vogels uitsluitend van belang als rustgebied in combinatie met nabij gelegen fourageergebieden. Zowel door het ontbreken van vegetatie als door de grote diepte zijn deze plassen zelf niet geschikt als broed- of als voedselgebied. Ook voor de niet-broedvogels is de aanwezigheid van beide typen wateren, diepe zowel als ondiepe, van belang voor rust respectievelijk foerageren. Veertig soorten watervogels (niet-broedvogels) worden regelmatig, soms in grote aantallen in de uiterwaarden waargenomen, alsmede enige toevallige gasten. Aan water gebonden vogels in de uiterwaarden zijn zwemeenden, duikeenden, ganzen, zwanen, waadvogels, de oeverzwaluw en de visarend.

Ook amfibieën zijn in de uiterwaarden zeer talrijk. Ze komen vooral voor in tichelgaten, oude rivierlopen, poelen en ondiepe wielen. Voor een aantal soorten hebben vooral contactgebieden tussen stuwwal en rivierdal een grote waarde. Dit geldt met name voor de knoflookpad, rugstreeppad en ringslang (Frigge 1981). Voor volwassen amfibieën is de aanwezigheid van heggen, struiken, hoge kruidenvegetaties en dergelijke langs het water van groot belang om te kunnen schuilen. Amfibieën hebben wateren nodig om zich voort te planten maar ze moeten eveneens een plek hebben om zich terug te trekken bij overstromingen. Dus ook hoger gelegen delen in nabijheid van de wateren zijn van belang voor het overleven van amfibieën. Afhankelijk van de soort kunnen het voortplantingswater, de zomer- en winterverblijfplaats dichtbij of verder uit elkaar liggen.

De keuze van streefbeelden voor de wateren afzonderlijk moet passen in het grotere landschapsecologische geheel. Hierbij moet rekening gehouden worden met een variatie aan watertypen. Zowel wateren in open verbinding met de rivier als geïsoleerde wateren zijn van belang. Ook de variatie aan wateren van verschillende diepte moet in stand gehouden worden.



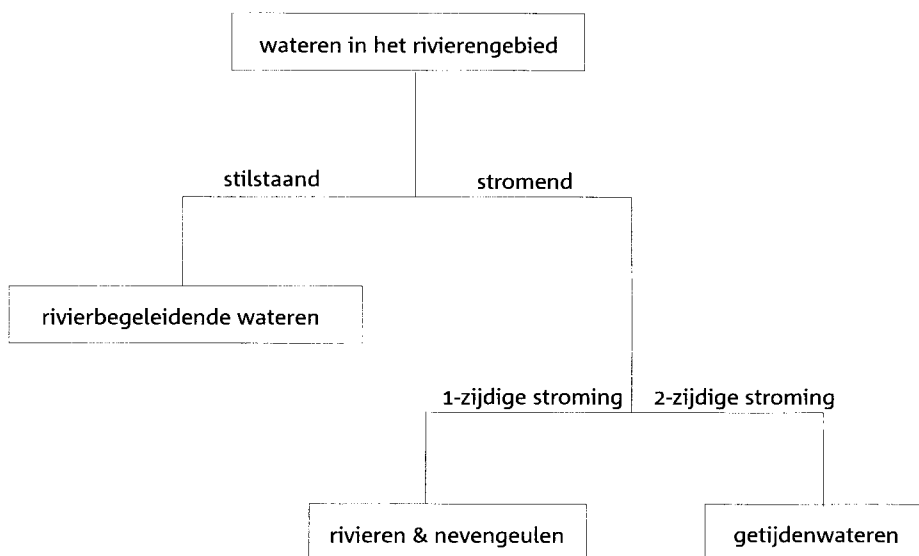
# 3 Hoofdfactoren

## 3.1 Inleiding: grove indeling

Dit hoofdstuk beschrijft de hoofdfactoren die bepalend zijn voor de aanwezige biota in de verschillende watertypen. Aangegeven is welke factoren voor het opstellen van de typologie worden gehanteerd. De wateren in het rivierengebied kunnen in eerste instantie ingedeeld worden in getijdenwateren (benedenrivierengebied), rivieren en nevengeulen (exclusief de trajecten die onder invloed staan van getij) en de rivierbegeleidende wateren (figuur 3.1). De onderscheidende factor tussen deze drie hoofdgroepen is de stromingsrichting. In de getijdenwateren is sprake van tweezijdige stroming, in de rivieren van eenzijdige stroming en de rivierbegeleidende wateren zijn stagnant. Hierop zijn natuurlijk een paar uitzonderingen. Zo zijn er ook rivierbegeleidende wateren die onder invloed staan van getij en kan soms bij eenzijdig aangetakte oude armen ook sprake zijn van stroming.

[39

**Figuur 3.1** Indeling van de wateren in het rivierengebied naar hoofdwatertypen.



De hoofdfactoren zijn geordend naar hoofdgroep omdat per hoofdgroep het belang en de hiërarchie van deze factoren verschillend is. Bovendien kan een zelfde hoofdfactor in een andere hoofdgroep op een andere manier op het systeem aangrijpen.



## 3.2 Rivieren & nevengeulen

### 3.2.1 Stroomsnelheid

Het belangrijkste proces dat zorgt voor variatie in levensgemeenschappen is de vorming van habitats. Dit proces staat onder invloed van variaties in stroomsnelheid. De stroomsnelheid verschilt tussen riviertrajecten. De Grensmaas (een middenloop) is in zijn geheel sneller stromend dan de Maas en de Rijn (beide benedenlopen) en bevat daardoor meer stromend water habitats en daardoor naar verhouding ook meer rheofiele soorten. Hoe verder stroomafwaarts des te langzamer gaat een rivier stromen. Ook binnen riviertrajecten kan variatie in stroomsnelheid optreden door vorming van nevengeulen, eilanden en meandering. De stroomsnelheid is in buitenbochten hoog en in binnenbochten laag. Daar waar het water sneller stroomt wordt grover bodemmateriaal afgezet.

Habitats in snel stromend water zijn algemeen in de Grensmaas maar kunnen door meandering ook op snel stromende plekken in de Maas en de Rijn gevonden worden, het oppervlak dat deze habitats beslaan is in de Grensmaas echter groter.

*In de typologie is onderscheid gemaakt tussen habitats in snelstromend (>50 cm/s) water en habitats in langzaam stromend (20-50 cm/s) water.*

### 3.2.2 Bodemtype en substraat

Het bodemtype wordt bepaald door de dynamiek en/of door het type ondergrond dat ter plaatse aanwezig is of daar is neergelegd. In erosiegebieden kan grover materiaal (grind of zand) aanwezig zijn of kunnen bodemlagen worden aangesneden die niet behoren bij de heersende dynamiek. Daar waar sedimentatie overheerst, kunnen afhankelijk van de dynamiek en de sedimentvracht, afzettingen ontstaan van grind, zand, klei of slib. Ten Brinke (1997) illustreert voor het riviereengebied dat het bodemtype in de tijd kan veranderen. Klei is vaak een afzetting gerelateerd aan een wat langere periode. Het bodemtype bepaalt voor een deel het habitat voor aquatische organismen. Afhankelijk van het aanwezige voedsel en de grofheid van het materiaal komen bepaalde soorten voor. Op de rivierbodem kunnen verschillende organische materialen gevonden worden die dienen als substraat voor vele organismen. Voorbeelden zijn omgevallen bomen, stammen, takken en bladeren. Vooral in luwe gedeelten van de rivier kan organisch materiaal zich ophopen.

*De factor bodemtype en substraat maakt het onderscheid tussen de verschillende habitats:*

- *in snel stromende wateren: harde substraten, zand, klei- en leemoevers,*

- *in langzaam stromende wateren: harde substraten, zand, zand met een sliblaagje en slib.*

### 3.2.3 Diepte

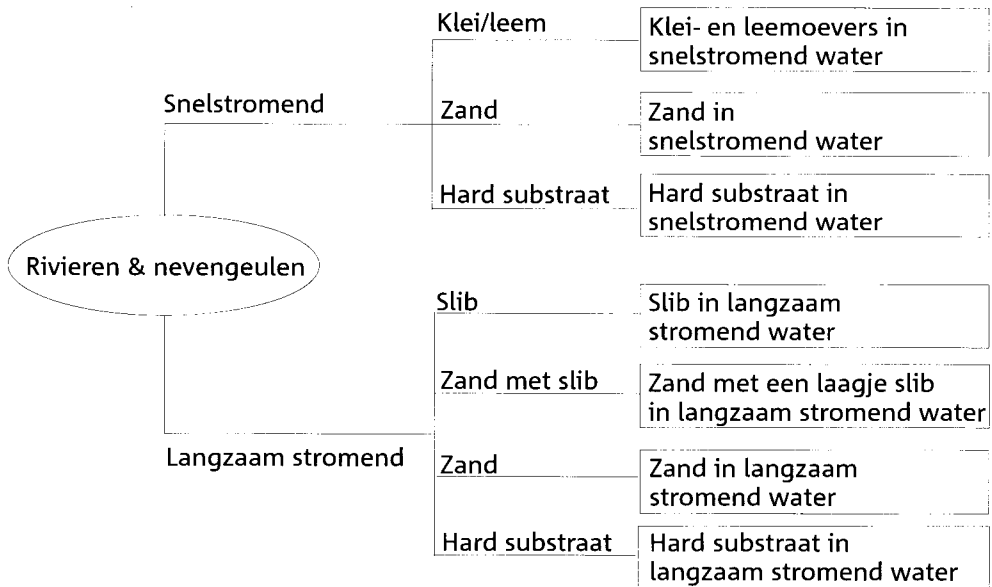
Diepte is in de typologie niet als factor meegenomen. In de huidige rivieren is een groot deel erg diep. Dit is noodzakelijk voor de scheepvaart. Rivieren zijn van nature echter ondiep, tot ongeveer 1.5 m. Plaatselijk kunnen diepere spoelkommen of stroomgeulen aanwezig zijn. De soorten die in deze diepere delen voorkomen, zijn niet specifiek voor diepe delen maar komen ook voor in dezelfde habitats in de ondiepe delen. Het verschil is dat slechts enkele soorten in diepe delen kunnen overleven en de levensgemeenschap dus soortenarmer is. Er is daarom geen onderscheid naar diepte gemaakt.

[41

### 3.2.4 Typologische indeling op basis van hoofdfactoren

Figuur 3.2 geeft de typologische indeling op basis van stroomsnelheid en bodem/substraattypen voor de rivieren en nevengeulen weer.

**Figuur 3.2** Indeling van habitats in rivieren en nevengeulen naar stroomsnelheid en substraattypen.



### 3.3 Rivierbegeleidende wateren

#### 3.3.1 Getij

Bij de rivierbegeleidende wateren gaat het om zoete wateren in de uiterwaarden die eenzijdig met de rivier verbonden zijn en door getij dagelijkse peilschommelingen ondervinden. Brakke wateren worden beschreven onder getijdenwateren (dit rapport) of brakke binnenwateren (Van Beers & Verdonshot 2000). Indien getij op een rivierbegeleidend water van invloed is, is dit dusdanig aspectbepalend dat andere factoren weinig effect meer hebben op de levensgemeenschap die voorkomt. De aanwezigheid van dagelijkse waterstandswisselingen in rivierbegeleidende wateren in het benedenrivierengebied zorgt voor de ontwikkeling van zeer specifieke levensgemeenschappen. Door de continue waterstandswisselingen is er geen stabiel oeverhabitat aanwezig, waardoor alleen vegetatie die bestand is tegen deze sterke schommelingen (dus zowel onder water als droog kan staan) kan voorkomen. Tegenwoordig zijn er weinig wateren over die onder invloed staan van getij. Er is weinig bekend over de effecten van getij op rivierbegeleidende wateren.

*De invloed van getij (waterstandsfluctuatie van 1-1.3 m) zorgt ervoor dat in wateren die onder invloed staan van deze factor een specifieke levensgemeenschap voorkomt die aangepast is aan zeer sterk wisselende omstandigheden.*

#### 3.3.2 Droogval

Droogval is een factor die voor biota van groot belang is. Deze factor speelt alleen een rol in sommige rivierbegeleidende wateren. Droogval treedt meestal op in de zomer, wanneer door gebrek aan wateraanvoer (neerslag, kwel, rivierwater), als gevolg van wegzijging en een hoge verdamping de waterspiegel daalt. Hierbij spelen locale en regionale hydrologische factoren (hoe wordt het water gevoed, mate van isolatie) en locale factoren zoals de mate van beschaduwing een belangrijke rol. Organismen die bestand zijn tegen droogval hebben hiervoor een overlevingsstrategie ontwikkeld. Sommige macrofyten bijvoorbeeld kunnen een landvorm ontwikkelen of zaad vormen voordat de droogte invalt. Ook bij de macrofauna vergt het wegvallen van het water een overlevingsstrategie om zich te beschermen tegen, of te onttrekken aan uitdroging. Een groot aantal soortengroepen kent dergelijke strategieën niet en komt dan ook niet in droogvallende wateren voor. Macrofaunagemeenschappen in droogvallende wateren worden vaak

gedomineerd door larven van vliegende insecten die voor de periode van droogval uitvliegen soms met achterlating van droogteresistente eieren. Binnen andere soortengroepen komen soorten voor die zich niet actief kunnen verspreiden. Binnen deze groepen komen soorten voor die droge perioden als ei, cyste, larve of adult kunnen overleven.

*Door de directe invloed van droogval op het voortbestaan van organismen heeft deze factor biologisch gezien een vrij sterk selecterend karakter en is daarom ook als indelingskenmerk te gebruiken. Onder de rivierbegeleidende wateren wordt daarom een groep periodiek droogvallende (>6 weken per jaar) wateren onderscheiden.*

### 3.3.3 Waterdiepte

De waterdiepte is van invloed op het voorkomen van verschillende biologische soortengroepen. Klassen worden onderscheiden op basis van ecologische criteria of door abiotische factoren die direct bepalend zijn voor de aanwezigheid van biota (tabel 3.1). Er worden aldus vier klassen onderscheiden (tabel 3.2) (Van der Molen et al. 2000).

[43]

**Tabel 3.1** Afbakening van de verschillende klassen voor de factor waterdiepte, op basis van biologische factoren.

Klassen	Begrenzende biologische factor
Zeer diep (z)	langdurige stratificatie als gevolg van verschillen in temperatuur of zoutgehalte
Diep (d)	geen langdurige stratificatie en geen uitgebreide bedekking mogelijk met waterplanten
Matig diep (m)	uitgebreide bedekking met waterplanten mogelijk, doch niet met helofyten
Ondiep (o)	helofyten kunnen voorkomen

**Tabel 3.2** Beschrijving van de verschillende diepteklassen van de rivierbegeleidende wateren.

Klasse	Begrenzing
Zeer diep water (z)	bij gemiddeld zomerpeil dieper dan 5 meter
Diep water [d]	bij gemiddeld zomerpeil tussen de 3 en 5 meter diep
Matig diep water (m)	bij gemiddeld zomerpeil tussen de 1 en 3 meter diep
Ondiep water (o)	nooit of zelden droogvallende standplaats, die bij een gemiddeld zomerpeil tussen de 1 en 0.3 meter diep is

De grenzen zijn niet exact vast te stellen en kunnen per water verschillen. De gekozen grenzen geven een goede indicatie van de verschillende zones in het oppervlaktewater. Zo is een dieptegrens bijvoorbeeld vaak gerelateerd aan de hoeveelheid licht die nog aanwezig is. Dit wordt beïnvloed door de dynamiek, het bodemtype en de fytoplanktondichtheid als gevolg van de voedselrijkdom.

In zeer diep water kan als gevolg van stratificatie (zomerstratificatie of permanente stratificatie als gevolg van een diepe zouttong) langdurig zuurstofloosheid optreden, waarmee de omgeving onaantrekkelijk wordt voor een groot aantal groepen organismen. Als gevolg van lichtgebrek vindt er op grote diepte ook geen primaire productie plaats. De diepte waarbij dit optreedt hangt af van het watertype. In stagnante wateren ligt de spronglaag vaak al op een diepte rond 5 meter. Diep water wordt onderscheiden op basis van het niet voorkomen van langdurige stratificatie in combinatie met de afwezigheid van een uitgebreide bedekking met vegetatie. In stagnante wateren begint diep water bij 3 meter. Naast stratificatie speelt buffering in diepe wateren een rol. Door de grote watermassa hebben invloeden van buitenaf, bijvoorbeeld inundaties minder effect op de samenstelling van het water. De milieu-omstandigheden zijn in een diep water stabiel dan in een ondiep water. In Nederland komen van nature, behalve de lopen van de grote rivieren en enkele oude rivierarmen, geen echte diepe wateren voor. De meeste zijn gegraven of anderszins onder invloed van mensen ontstaan.

Vervolgens wordt matig diep water begrensd door de diepte tot waarop vegetatie nog uitgebreid kan voorkomen. Uiteraard is ook deze diepte afhankelijk van de hoeveelheid licht die de bodem kan bereiken en daarmee van de dynamiek, het bodemtype en de fytoplanktondichtheid als gevolg van de nutriëntenrijkdom. Als gevolg van menging zal het aanwezige fytoplankton vaak veelvuldig aan licht worden blootgesteld en wordt concurrentie om voedingsstoffen belangrijker.

In ondiep water komt vaak een uitgebreide vegetatie van zowel water- als oeverplanten voor. Er kunnen velden zijn van riet, biez en/of lisdodde. De maximale diepte waarop deze zones voorkomen ligt veelal beneden 1 meter (Coops et al. 1999). Maas (1998) begrenst het ondiep water weliswaar bij 1.5 meter, maar geeft wel aan dat in de beddingbodem wortelende soorten als gele lis en drijvend fonteinkruid zich slechts vestigen in relatief rustige, circa 1 meter diepe delen. De oevervegetatie kan een belangrijke rol spelen als paai- en opgroeigebied voor vissen, maar vormt ook het leefgebied voor een breed scala aan moerasgebonden vogels (zoals rietzangvogels) en enkele karakteristieke soorten zoogdieren (bijvoorbeeld de otter) en amfibieën en reptielen (kikkers en de ringslang).

*Het al dan niet voorkomen van een uitgebreide vegetatiebedekking wordt gezien als het belangrijkste ecologische verschil tussen ondiepe en diepe*

wateren. De verspreiding van macrofauna is sterk gebonden aan het voorkomen van vegetatie. Op grond van diepte worden de rivierbegeleidende wateren in twee groepen gesplitst: diepe wateren (>3m diep) en ondiepe wateren (<3m diep). Een verdere onderverdeling is niet praktisch omdat er op dat niveau geen duidelijke grenzen aan de verspreiding van macrofauna en waterplanten te geven zijn.

### 3.3.4 Inundatie (afhankelijk van afstand tot de rivier)

De mate van beïnvloeding door rivierwater is na diepte, dé sturende factor voor aquatische levensgemeenschappen in rivierbegeleidende wateren. In feite vormen de aquatische gemeenschappen in de rivierbegeleidende stagnante wateren een transversale gradiënt, loodrecht op de lengteas van de rivier (Van den Brink 1990). Inundatie-afhankelijke factoren die deze gradiënt bepalen zijn dynamiek in aanvoer van rivierwater (van wateren met een permanent open verbinding met de rivier tot geïsoleerde binnendijks gelegen wateren), erosie- en sedimentatieprocessen en de samenstelling en troebelheid van het water.

Ten eerste zijn er de wateren die in open verbinding staan met de rivier. Deze wateren worden continu door de rivier beïnvloed. Er is dynamiek, zowel van nature als veroorzaakt door stroming en golfslag van de scheepvaart. De samenstelling van het water lijkt meer of minder sterk op die van de rivier, afhankelijk van de hoeveelheid kwel die een dergelijk water ontvangt. In wateren met een open verbinding zijn vaak gradiënten te vinden zowel wat betreft dynamiek als wat betreft chemische samenstelling van het water. Deze gradiënt loopt van de rivier naar het deel van het water dat het verste van de rivier verwijderd is.

Afhankelijk van geomorfologie en hydrologie staan de niet in open verbinding met de rivier staande wateren bloot aan verschillende hydrologische patronen. Normaliter worden de wateren in de uiterwaarden in de winter en het voorjaar geïnundeerd, dus niet tijdens het groeiseizoen. De meeste van deze wateren raken geïsoleerd van de rivier gedurende de zomer en herfst behalve de wateren die in open verbinding met de rivier staan. Er zijn ook binnendijks gelegen wateren die door de rivier gevormd zijn. Deze wateren raken nooit overstroomd en kunnen alleen via grondwaterstroming in contact met de rivier staan.

Bij een toenemende hydrodynamiek neemt over het algemeen de erosie toe en zal er eerder zandig in plaats van kleiig materiaal afgezet worden na een hoog water. Dit correspondeert met de sedimentsamenstelling van oude rivierarmen: zeer dynamische rivierarmen, veelal dichtbij de rivier gelegen, hebben een minerale, zandige tot kleiige bodem, soms zelfs vermengd met grind (indien langs de Waal gelegen), terwijl weinig dynamische en geïsoleerde rivierarmen een kleiige bodem hebben met een dikke sapropeliumlaag.

Planten zijn gelimiteerd door licht. In troebel water kunnen planten tot op geringere diepte voorkomen dan in helder water. Over het algemeen is, door de meestal hoge turbiditeit in de Nederlandse wateren, het licht de beperkende factor voor het voorkomen van waterplanten op een bepaalde diepte. Bij overstromingen worden slibdeeltjes opgewerveld die slechts langzaam weer bezinken. Bij aanwezigheid van macrofyten wordt het water sneller helder doordat slibdeeltjes hierin gevangen raken. In rustige gedeelten in een water kan door bezinking van slibdeeltjes de turbiditeit lager zijn dan in overeenkomstige dynamische gedeelten. Dit hoeft echter niet zo te zijn omdat door een afname in slibgehalte de lichtcondities voor plankton kunnen verbeteren zodat deze dit effect compenseren. Inundatie gaat verlanding van rivierbegeleidende wateren tegen. De invloed van de remming van successie door inundatie wordt verder beschreven onder het kopje successie.

46]

*Diepe wateren worden minder sterk beïnvloed door inundaties dan ondiepe wateren, doordat de verhouding van het rivierwater ten opzichte van de totale watermassa lager is. Hierdoor zal de chemische samenstelling van het water niet zo sterk veranderen als in ondiepe wateren. De levensgemeenschap is hieraan aangepast. Voor diepe wateren is alleen een open verbinding met de rivier van belang. Diepe wateren worden dan ook onderverdeeld in wateren in open verbinding met de rivier en geïsoleerde wateren.*

*Levensgemeenschappen in ondiepe wateren worden sterk beïnvloed door de mate van inundatie. De ondiepe wateren zijn in eerste instantie evenals de diepe wateren onderverdeeld in wateren in open verbinding met de rivier en van de rivier geïsoleerde wateren. De laatste groep is vervolgens weer opgesplitst naar wateren die zelden (<3 dagen per jaar), matig (3-20 dagen per jaar) of vaak (>20 dagen per jaar) door de rivier worden geïnundeerd.*

### 3.3.5 Mechanische dynamiek

Grotere stagnante wateren worden meer door de wind beïnvloed waardoor golfslag (waterbeweging) aanwezig is. Door de wind veroorzaakte waterbeweging heeft voor organismen dikwijls een vergelijkbaar effect als stroming. Niet wortelende macrofyten kunnen zich niet handhaven op plaatsen waar veel waterbeweging is. Ze zullen naar een beschutte plaats drijven. Voor macrofauna kan de grootte van een water gezien worden als een maat voor de afstand die een organisme moet afleggen om bepaalde doelen te kunnen bereiken. De mate van beschutting die het hierbij ondervindt is, in verband met het gevaar van predatie, van essentieel belang. Daarnaast hebben veel larven van insecten waterplanten of de oever nodig voor het uitvliegen. Afhankelijk van de grootte van het water en de openheid van het wateroppervlak is een mogelijkheid om uit te

vliegen gemakkelijker of moeilijker te bereiken. Het verlaten van een beschutte omgeving op zoek naar een specifiek doel, bijvoorbeeld voedsel, betekent voor een organisme het gevaar te worden gepredeerd en vormt daarmee indirect een bedreiging voor het voortbestaan van de soort. In kleinere wateren is vaak meer beschutting door vegetatie en een meer gesloten waterkolom.

De ligging ten opzichte van de wind heeft invloed op de levensgemeenschappen in de wateren. In diepe wateren bepaalt de wind mede de plaats waar de spronglaag zich bevindt: bij beschutte wateren ligt deze ondieper dan in wateren die beïnvloed worden door wind. Ook op de oever kan de wind effect hebben. Erosie en oeverafslag treden op indien een oever op de wind ligt. Een eroderende oever herbergt over het algemeen weinig organismen. Het effect van de expositie van een oever hangt mede af van de mate van beschutting.

*De geïsoleerde diepe wateren zijn op basis van deze factoren onderverdeeld in kleine wateren (veelal wielen) enerzijds en grote wateren (vooral zand- en grindgaten) anderzijds. Wielen zijn vaak klein wat betreft het oppervlak en zijn daardoor minder dynamisch in tegenstelling tot zand/grindgaten die groot zijn en onder invloed staan van wind.*

*De ondiepe wateren in het rivierengebied zijn vrijwel allemaal van ongeveer dezelfde grootte. Daarom is bij ondiepe rivierbegeleidende wateren oppervlak geen factor die leidt tot een andere levensgemeenschap.*

[47]

### 3.3.6 Successie

Een biologisch proces dat kan leiden tot het onderscheiden van subtypen is successie. Successie is een natuurlijk proces en speelt voornamelijk een rol in de rivierbegeleidende wateren. Successie wil zeggen dat gemeenschappen door andere worden opgevolgd in de tijd. Deze openvolging van verschillende gemeenschappen is het gevolg van veranderingen in het fysische en chemische milieu. Zowel externe omstandigheden als de invloed van de planten zelf op hun omgeving kunnen de successie sturen. Voorbeelden van interne sturing zijn het onttrekken van voedingsstoffen, de temperende invloed van planten op waterbeweging, de stabilisatie van de bodem en de ophoping van afbraakproducten. Successie in het rivierengebied loopt van pioniersvegetaties van bijvoorbeeld glanzig fonteinkruid en watergentiaan naar het climaxstadium elzenbroekbos (Bloemendaal & Roelofs 1988). Als gevolg van de dynamiek in het gebied zal het climaxstadium vaak niet worden bereikt.

Een belangrijke externe factor, die in het rivierengebied de successie stuurt, is de mate van inundatie. Inundatie gaat verlanding tegen, zodat er



voldoende open water voorhanden blijft. Normaliter zullen ondiepe plassen snel verlanden. Tijdens inundatie kan de aanwezige vegetatie echter afsterven of door erosie verdwijnen. Een plas kan geheel geschoond worden tijdens een inundatieperiode. Verschillen in de mate van inundatie (frequentie, duur, seizoen) bevorderen habitatdifferentiatie waardoor verschillen in levensgemeenschappen tussen stagnante wateren onderling behouden blijven. Zowel open plassen als plassen waarin verschillende verlandingsstadia voorkomen, zullen aanwezig zijn. Afhankelijk van de leeftijd van de plas verkeert deze in een bepaald successiestadium.

*In dit rapport is de factor succesie slechts indirect meegenomen als onderscheidende factor voor de typologie. Inundatie is de factor die voor een groot deel bepaalt hoe snel successie in een water kan plaatsvinden.*

48]

### 3.3.7 Oeverontwikkeling (afhankelijk van oevervorm)

De vorm van de oever kan voor alle watertypen in het rivierengebied van belang zijn. Duarte & Kalff (1986) vonden dat de helling van de oeverzone voor een groot deel de variatie aan ondergedoken macrofyten verklaarde. Het grootste verschil tussen een steile en een vlakke helling is het verschil in fysische stabiliteit in het sediment. Bij een vlakke helling wordt in het litoraal vaak fijn materiaal afgezet terwijl steile hellingen vaak blootstaan aan erosie en sedimenttransport. Vegetatie ontwikkelt zich vaak beter op een flauw talud. Bij een steil talud, dus een snelle overgang van diep naar ondiep, ontbreken vaak stadia uit de successiereeks van diep naar ondiep water. Hierdoor komt vaak minder fauna voor, omdat veel dieren zich voeden, schuilen en paaien in vegetatierijke delen van een water. Een steil talud is echter weer van belang voor sommige vogel- en macrofaunasoorten (zoals de oeverzwaluw, de ijsvogel en sommige eendagsvliegen). De vorm van de oeverlijn is eveneens belangrijk. Een instekende en terugwijkende oeverlijn biedt mogelijkheden voor de ontwikkeling van allerlei natte biotopen.

*De vorm van de oever bepaalt de habitats binnen een water. Deze factor wordt in dit rapport niet opgenomen als een factor op basis waarvan de watertypen worden onderscheiden. Het is van belang in ieder water variatie in habitats, dus in oevervormen te creëren. Vooral in diepe gegraven wateren ontbreekt vaak een flauwe oever.*

### 3.3.8 Waterkwaliteit

Bij toenemende inundatiefrequentie neemt ook de hoeveelheid toestromend rivierwater toe, en zal de water- en waterbodempkwaliteit in steeds sterkere mate door de kwaliteit van het rivierwater bepaald worden (Van den Brink 1990). Gedurende een overstroming is de waterkwaliteit van een water gelijk aan die van de rivier. Na een overstroming treden er in afgesloten rivierarmen biochemische omzettingen op, evenals verdunning met regenwater en/of toestromend grondwater, en vindt sedimentatie van slib plaats.

De meeste geïsoleerde plassen waren van oorsprong mesotroof, doordat ze zelden met voedselrijk rivierwater overstroomd worden. Omdat ze onder invloed staan van niet alleen rivierwater maar ook kwelwater kunnen ze ook nog gebufferd zijn. Bij de geïsoleerde en weinig dynamische plassen treedt in de zomer nutriëntbeperking op in de waterkolom waardoor deze helder wordt. Afhankelijk van de verhouding waarin verschillende typen water (regen-, kwel- en rivierwater) voorkomen kunnen geïsoleerde wateren sterk verschillen. In de voedselarmere wateren kunnen bijzondere levensgemeenschappen voorkomen. In de dynamische plassen treedt nalevering van fosfaat op als resultaat van inundatie met rivierwater, waardoor in de zomer aanhoudende algenbloei kan optreden. Dit proces vindt plaats door hoge sulfaat- en bicarbonaatconcentraties in het rivierwater, waardoor afbraakprocessen in de bodem gestimuleerd worden. Daarnaast kan troebeling ook plaatsvinden door opwerveling van slib door waterbeweging.

[49]

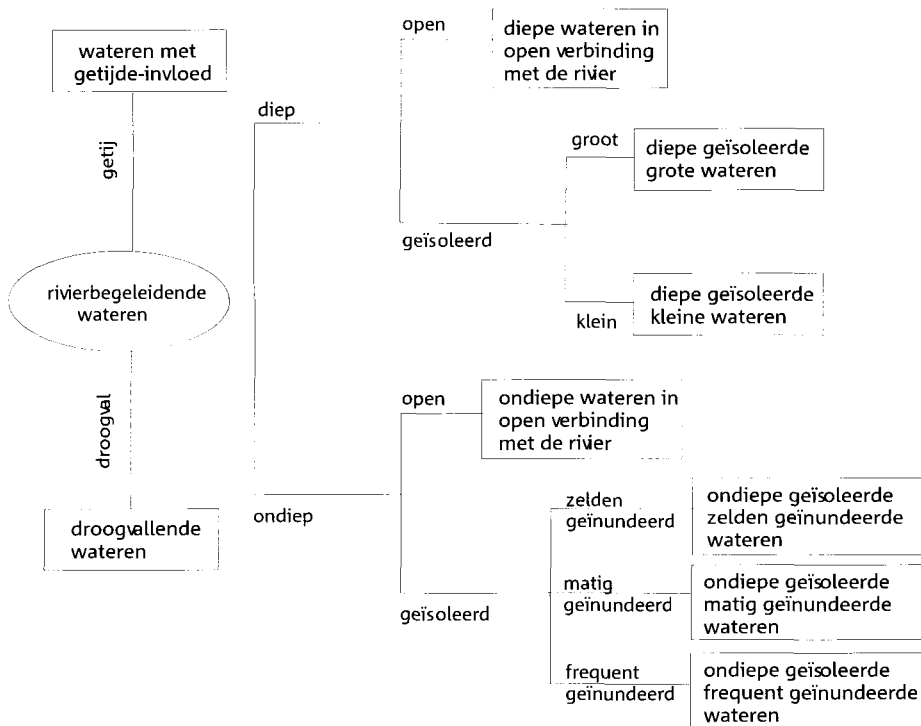
*Waterkwaliteit is niet onderscheidend voor de watertypen. Over het algemeen zal het zo zijn dat de waterkwaliteit in geïsoleerde wateren beter is dan in niet geïsoleerde wateren, omdat deze gevoed worden door kwelwater en regenwater en in mindere mate door rivierwater. Er wordt vanuit gegaan dat de matig en zelden overstroomde ondiepe wateren en de geïsoleerde diepe wateren mesotroof zijn en dat de frequent overstroomde wateren en de wateren in open verbinding met de rivier meso- tot eutroof zijn.*

*De watertypen zouden nog verder kunnen worden onderverdeeld naar chemische samenstelling van het water dat verandert afhankelijk van hoeveelheid en het type kwelwater in verhouding tot regenwater en rivierwater. Er is echter te weinig informatie over deze verschillen wat betreft bijbehorende levensgemeenschappen.*

### 3.3.9 Typologische indeling op basis van hoofdfactoren

Figuur 3.3 geeft de typologische indeling op basis van bovenstaande hoofdfactoren voor de rivierbegeleidende wateren weer.

**Figuur 3.3** Typologische indeling van de rivierbegeleidende wateren op basis van de hoofdfactoren.



50 ]

### 3.4 Getijdenwateren

#### 3.4.1 Getij

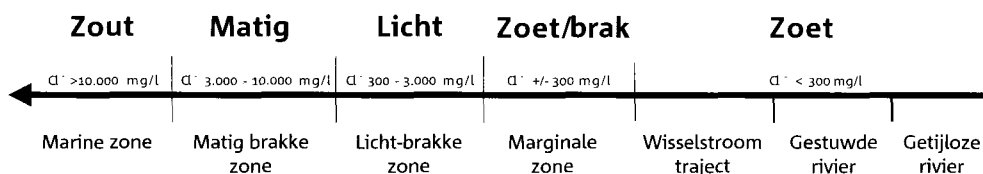
Het benedendeel van de grote rivieren en de delta worden in stroomafwaartse richting in toenemende mate beïnvloed door de getijdenwerking van de zee. Tweemaal daags wordt de eb- en vloedcyclus doorlopen en daarmee wisselt de stroomrichting van het water in het getijdengebied. Dit maakt het tot een zeer dynamisch en complex gebied. De belangrijkste factoren waardoor de levensgemeenschap in getijdenwateren gestuurd wordt zijn: saliniteit, peilfluctuaties, variaties in stroomsnelheid en erosie- en sedimentatieprocessen.

In het benedenrivierengebied zijn als gevolg van het getij een aantal, min of meer scherp begrensde, zones te onderscheiden. Deze herbergen elk hun eigen karakteristieke levensgemeenschappen. Er zijn verschillende indelingen (o.a. McLusky 1993, Remane 1934). Figuur 3.4 laat de invloed van de zee in het benedenrivierengebied zien. In stroomafwaartse richting zijn de volgende zones te onderscheiden (naar Den Hartog in: Vaas 1961):

- Getijloze rivier, hier is de invloed van de getijbeweging niet merkbaar;
- Stuwtraject, tweemaal daags is een verlaging van de stroomsnelheid waarneembaar;
- Wisselstroomtraject, tweemaal daags verandert de stromingsrichting, hier treden sterke peilfluctuaties op, het water is nog zoet;
- Marginale zone, grens tussen zoet en brak, tweemaal daags verandert de stroomrichting. De zone kenmerkt zich door een sterk fluctuerend zoutgehalte en waterpeil;
- Licht brakke zone, brakwatergetijdengebied, tweemaal daags verandert de stroming van richting, hier treden sterke fluctuaties in waterpeil en zoutgehalte op, het water is licht brak tot brak;
- Matig brakke zone, brakwatergetijdengebied, tweemaal daags verandert de stroming van richting, hier treden sterke fluctuaties in waterpeil en zoutgehalte op, het water is brak.

**Figuur 3.4** Onderscheiden zones voor de benedenrivieren.

[ 51



Het zoutgehalte, peilfluctuatie en droogval zijn in de typologie gebruikt. Uitwerking van deze factoren vindt plaats in de volgende paragrafen.

### 3.4.2 Saliniteit

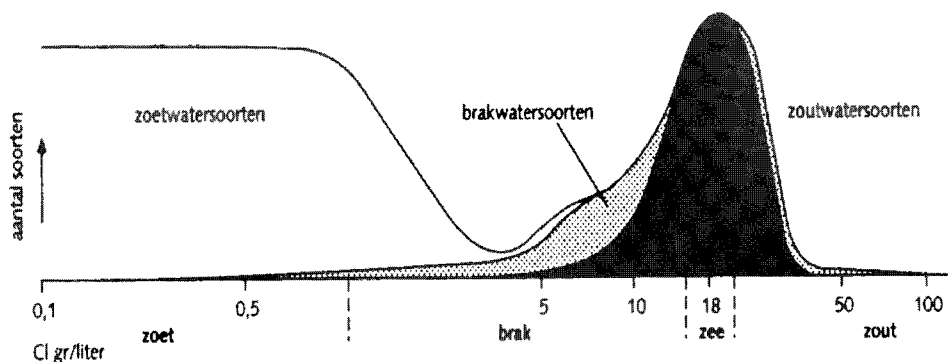
Op basis van het getij kunnen de getijdenwateren opgedeeld worden in verschillende zones (figuur 3.4). De belangrijkste factor die de verspreiding van soorten in dit gebied bepaalt is het zoutgehalte (saliniteit) of de fluctuatie in het zoutgehalte. In de lengterichting van een natuurlijk riviersysteem is er een toename van het zoutgehalte in de richting van de zee. Het zoutgehalte wordt het meeste bepaald door het chloride-ion omdat dit altijd in grote hoeveelheden aanwezig is. In dit rapport zal het zoutgehalte dan ook worden uitgedrukt in de chlorideconcentratie. Zeewater (circa 18g  $Cl^-/l$ ) mengt zich met zoet rivierwater (< 0.3 g  $Cl^-/l$ ) en hierdoor ontstaat een in zeewaartse richting oplopende saliniteitsgradiënt. Doordat de rivierafvoer en de hoogte van het getij in sterkte kunnen fluctueren, kan de saliniteitsgradiënt periodiek in zee- of landwaartse richting verschuiven. Lage rivierafvoeren en een verhoogde waterstand bevorderen het indringen van zout water stroomopwaarts. Van de huidige

en voormalige Nederlandse estuaria had alleen het Haringvliet een hoog estuariumgetal (Van der Molen et al.). Dit wil zeggen dat de rivierinvloed relatief groot is.

Zout werkt in op de fysiologie van organismen en is daarom direct van groot belang. Stijgt het zoutgehalte van het water boven het zoetwaterniveau, dan verdwijnen zoetwatersoorten uit het systeem en verschijnen zogenaamde brakwatersoorten (figuur 3.5). Bepaalde soorten kunnen zichzelf voor korte of langere tijd beschermen tegen ongunstige omstandigheden, andere soorten zijn strikt beperkt tot water met een saliniteit beneden of boven een bepaalde waarde. Sommige brakwater- en marine soorten beschikken niet over mechanismen om zich te beschermen tegen lage zoutgehalten. De verspreiding van deze soorten wordt in sterke mate bepaald door de meest westelijke ligging van de zoutgrens die overeenkomt met de tolerantiegrens van de soort. Deze is afhankelijk van de getijbeweging en de sterkte van de rivierafvoer en wordt bepaald door het zoutgehalte bij een hoge rivierafvoer en een laag tij. Voor kortlevende soorten is de gemiddelde rivierafvoer bij laag tij mogelijk bepalend. Andere brakwater- en marine soorten kunnen een periode van lage zoutgehalten overleven door zich bijvoorbeeld te verschuilen in het sediment of door hun schelp te sluiten. Voor deze soorten is de duur van de periode met lage zoutgehalten van belang, welke bepalend is voor de tijd die resteert om naar voedsel kunnen zoeken.

De verspreiding van marine- of brakwatersoorten met osmoregulatie (soorten die het interne milieu kunnen aanpassen aan het zoutgehalte van het externe milieu) wordt in een aantal gevallen bepaald door een tolerantie-ondergrens. Dit is het zoutgehalte waarbeneden de osmoregulatie niet meer functioneert. Voor deze soorten is het zoutgehalte tijdens laag tij en gemiddelde of hoge rivierafvoer mogelijk bepalend. Voor zoetwatersoorten geldt in de meeste gevallen een vergelijkbare bovengrens. Deze grens wordt bepaald door het zoutgehalte tijdens hoog tij, gedurende lage rivierafvoer. Daarnaast is het mogelijk dat voor sommige soorten de snelheid waarmee veranderingen in zoutgehalte optreden bepalend zijn. Wanneer de veranderingen te snel optreden zijn ze niet in staat hun interne milieu tijdig aan te passen aan de veranderende externe omstandigheden (Wolff 1973).

**Figuur 3.5** De kromme van Remane: het verband tussen het zoutgehalte (in g Cl<sup>-</sup>/l) en de soortenrijkdom (Wolff 1989).



*De saliniteit van het water bepaalt in sterke mate de ruimtelijke verspreiding van de onderscheiden levensgemeenschappen in het zoet- en brakwater-getijdengebied. Onderscheid wordt gemaakt tussen zoete ( $< 0,3 \text{ g Cl}^-/\text{l}$ ), licht brakke ( $0,3 \text{ tot } 3 \text{ g Cl}^-/\text{l}$ ) en brakke ( $3 \text{ tot } 10 \text{ g Cl}^-/\text{l}$ ) getijdenwateren.*

[53]

### 3.4.3 Temperatuur

Tegelijkertijd met fluctuaties in zoutgehalte worden ook fluctuaties in temperatuur waargenomen. Door verschillen in temperatuur tussen rivierwater en zeewater ontstaat er een temperatuurgadiënt in de overgangzone. Deze loopt grotendeels parallel met de zoutgadiënt. De temperatuur van het rivierwater volgt in sterke mate de luchttemperatuur, het zeewater doet dit in mindere mate. Daarom is de jaarlijkse fluctuatie in de riviertemperatuur groter dan die van het zeewater. In het algemeen zal het rivierwater in de zomer een hogere temperatuur hebben dan het zeewater, terwijl in de winter lagere temperaturen worden waargenomen (Wolf 1973). In ondiepe delen zoals komen in het getijdengebied is de temperatuurvariatie extremer. Gedurende de zomerperiode kunnen de temperaturen oplopen tot  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ , terwijl het water in de winter kan bevriezen. Bij een inkomend tij worden deze verschillen weer tenietgedaan (Wolf 1973). Voor de levensgemeenschappen van de getijdenwateren is de temperatuur een belangrijke sturende factor. In de overgangzone komen eurytherme soorten (soorten die in een brede temperatuurrange kunnen leven) voor die in staat zijn de dagelijkse fluctuaties te overleven. De verspreiding van sommige soorten is sterk aan temperatuur gerelateerd. Dit geldt voor soorten die hier aan de grens van hun verspreiding leven. Na een strenge winter of een warme zomer kunnen ze vrijwel volledig verdwijnen. Onder

gunstige omstandigheden kunnen soorten verder stroomopwaarts het estuarium indringen en kunnen bijvoorbeeld marine soorten in de estuariene zone worden aangetroffen (Wolf 1973).

*Temperatuur en fluctuatie hierin is een belangrijke factor in de verspreiding van soorten in het zoet- en brakwatergetijdengebied. Omdat de temperatuurgradiënt grotendeels gelijk loopt met de zoutgradiënt, is de indeling van het getijdengebied gebaseerd op het zoutgehalte en is de temperatuur niet als indelingscriterium gehanteerd.*

### 3.4.4 Peilfluctuatie en droogval

De peilfluctuaties zijn een belangrijk kenmerk van de getijdenwateren. In het zoetwatergetijdengebied bedragen ze op dit moment nog slechts enkele decimeters. In de periode voorafgaand aan de afsluiting van het Haringvliet (de periode die in dit rapport als referentie wordt beschouwd) werden in de Biesbosch echter nog peilverschillen van 1 tot 2 meter waargenomen. Voordat delen van het gebied werden ingepolderd was het peilverschil lager maar de precieze fluctuatie uit die periode is niet bekend. Grote delen van het gebied vallen bij laag water droog. Voor de levensgemeenschappen van getijdenwateren zijn de periode of duur van de droogval sturend. Er kan onderscheid gemaakt worden tussen soorten die in de intergetijdenzone, de zone tussen gemiddeld hoogwater (GHW) en gemiddeld laagwater (GLW), leven en soorten die in de subgetijdenzone (permanent overstromde zone) leven. Daarnaast zijn er (semi-terrestrische) soorten die rond of boven GHW leven. Elke zone heeft zijn eigen karakteristieke soorten en zowel voor macrofauna als voor macrofyten is er een duidelijke zonering waarneembaar.

*Peilfluctuaties bepalen de verticale spreiding van soorten in het getijdengebied. Onderscheid wordt gemaakt tussen de dagelijks droogvallende intergetijdenzone enerzijds en de ondiepe (< 1 m beneden GLW) en diepe (1-15 m beneden GLW) delen van de subgetijdenzone anderzijds.*

### 3.4.5 Stroming, erosie- en sedimentatieprocessen

In het getijdengebied varieerden de stroomsnelheden voor de afsluiting van het Haringvliet tussen 0 en 2 meter per seconde. In de stroomgeulen werden maximum stroomsnelheden tussen 0.7 en 1.5 meter per seconde waargenomen (Wolf 1973). Na de afsluiting zijn afhankelijk van de rivierafvoer stroomsnelheden tot circa 1 meter per seconde waargenomen (Jans 1996). *Stroming is direct van invloed op de levensgemeenschap afhankelijk van de weerstand die een organisme kan bieden aan een hoge stroomsnelheid.*

Bepaalde rheofiele (stromingsminnende) soorten zijn aangepast aan het leven onder stromende condities. De indirecte invloed via erosie- en sedimentatieprocessen en daarmee de vorming van het substraat en het bodemtype is in de getijdenwateren echter van groter belang. Op plaatsen met een sterke erosie van het stroombed of bij sterke sedimentatie van materiaal zijn de leefmogelijkheden voor waterplanten en macrofauna beperkt. Hier worden in het algemeen relatief soortenarme gemeenschappen aangetroffen. Op luvere plaatsen met lagere stroomsnelheden komen vaak soortenrijkere gemeenschappen voor. In het getijdengebied worden oeverwallen, zandbanken en slikplaten gevormd door sedimentatie van zand, slib en klei. Wanneer ze begroeid raken neemt de sedimentatie toe en komen ze hoger te liggen. De vegetatie- en macrofaunagemeenschap verandert daarbij, doordat elke zone een eigen overspoelingsfrequentie en -duur heeft (zie ook onder peilfluctuaties).

*Stroming is van directe invloed op de levensgemeenschappen van getijdenwateren en bepaalt de verschillen tussen gemeenschappen van de stroomgeulen en die van de langzaam stromende ondiepe delen. Erosie en sedimentatieprocessen zijn van indirecte invloed doordat ze in sterke mate de morfologie van het zoet- en brakwatergetijdengebied bepalen. De factor stroming heeft niet geleid tot een onderscheid in watertypen. Als binnen de bestaande watertypen nader onderscheid is te maken naar erosie- en sedimentatiehabitats is dit opgenomen.*

[ 55

### 3.4.6 Diepte, stratificatie en lichtklimaat

Door de lage lichtinstraling en de vaak sterke stroming worden in de diepere delen van het getijdengebied geen macrofyten aangetroffen. Op grote diepte kan stratificatie (gelaagdheid) optreden doordat het zoete water een lagere dichtheid heeft dan het zoute water. Dit wordt veroorzaakt door verschillen in zoutgehalte en temperatuur van de verschillende lagen. Het warme (zoete) water drijft dan op het koude (zoute) water (Wolf 1973). Door stratificatie vindt er geen uitwisseling van zuurstof plaats tussen de lagen en kunnen bij de bodem lage zuurstofgehalten optreden.

*Als gevolg van verschillen in lichtklimaat, zuurstofhuishouding, stromingscondities en stratificatie onderscheiden de gemeenschappen van diepe delen zich van die van ondiepe. Er is daarom onderscheid gemaakt tussen ondiepe delen (tot 1 meter diep bij gemiddeld laag water) en de diepe (1-15 m beneden GLW) delen en het stroombed.*



### 3.4.7 Successie

In het zoet- en brakwatergetijdengebied loop de successie van kale slikken via biezenorzen, rietorzen naar grienden. De biezen vestigen zich als eerste op de kale slikken. Deze vegetatie beïnvloedt de groei van de slikplaten, doordat het de sedimentatie bevordert. Daardoor groeien de slikken en komen ze hoger te liggen. Hoger gelegen slikken zullen voor een kortere duur en minder frequent overstromen waardoor soorten als riet en lisdodde zich kunnen vestigen. Op de minst frequent overstroomde delen in het zoetwatergetijdengebied worden wilgengrienden aangetroffen.

*Successie bepaalt de mate van ontwikkeling van de slikken in het getijdengebied. Successie leidt niet tot een andere typologische indeling maar omdat de fauna van de slikken duidelijk verandert als er vegetatie aanwezig is, is dit aangegeven binnen de watertypen.*

### 3.4.8 Typologische indeling op basis van hoofdfactoren

Figuur 3.6 geeft de typologische indeling op basis van bovenstaande hoofdfactoren voor de getijdenwateren weer.

**Figuur 3.6** Typologische indeling van de getijdenwateren op basis van de hoofdfactoren.

		Droogvallend	Intergetijdenzone
Getijdenwateren	Zoet	Permanent	Ondiep Ondiepe getijdenwateren
			Diep Diepe getijdenwateren en stroomgeul
		Droogvallend	Intergetijdenzone
	Licht brak	Permanent	Ondiep Ondiepe getijdenwateren
			Diep Diepe getijdenwateren en stroomgeul
		Droogvallend	Intergetijdenzone
Brak	Permanent	Ondiep Ondiepe getijdenwateren	
		Diep Diepe getijdenwateren en stroomgeul	

# 4 Rivieren & nevengeulen

## 4.1 Opzet: een habitatbenadering

Aangezien er maar enkele rivieren in Nederland zijn en er dus geen typologie gemaakt kan worden op basis van verschillende wateren is ervoor gekozen de typologie te bouwen op basis van habitats in de rivieren. In beide rivieren, de Maas en de Rijn kunnen in principe dezelfde habitats voorkomen. Toch zijn er soorten die specifiek zijn voor één van beide rivieren. Het is echter niet duidelijk of soorten die alleen in de Rijn of alleen in de Maas gevonden zijn niet in de andere rivieren (kunnen) voorkomen. Het zou zo kunnen zijn dat door de verschillende oorsprong van de rivieren verschillende soorten deze rivieren kunnen koloniseren. Ook zou het verschil in afvoerpatroon een verschil in soortensamenstelling kunnen bepalen. Het is echter ook goed mogelijk dat soorten wel in beide rivieren voorkomen maar niet gevangen zijn in beide rivieren. Bij de indicator- en doelsoorten is daarom per habitat aangegeven in welke rivier een soort gevonden is.

De typologie van de grote rivieren is afgeleid van een lijst van referentiesoorten uit de grote rivieren (Nijboer & Verdonschot 1997). Dit zijn soorten die in literatuur zijn gevonden en nu zeldzaam zijn. Op basis van autecologische kennis van deze soorten zijn de soorten ingedeeld in habitats in de rivier. Aanvullend zijn uit de ecotopenindeling voor de grote rivieren (Van der Molen et al. 2000) referentiesoorten gehaald en toegedeeld aan de habitats. Voor de habitats waarvan geen referentiesoorten bekend zijn, zijn karakteristieke soorten uit recente analyses van gegevens opgenomen. Vissoorten zijn aangevuld met behulp van Nijssen & De Groot (1987) en De Nie (1997).

[57]

## 4.2 Verschillen en overlap met de rivierecotopen

De habitats in dit rapport zijn op een andere manier ingedeeld dan de ecotopen voor de grote rivieren. Ecotopen zijn ruimtelijke eenheden gebaseerd op abiotische en biotische factoren en op beheer; echter, beheer is voor de aquatische ecotopen niet toegepast. In 1994 is door Rademakers & Wolfert het ecotopenstelsel voor de grote rivieren opgesteld. Van der Molen et al. (2000) hebben dit ecotopenstelsel verder verfijnd en ingevuld. De informatie uit deze ecotopen is zo veel mogelijk ingepast in de habitattypologie. Beide indelingen (de habitats en de ecotopen) zijn samen weergegeven in tabel 4.1, zodat de overeenkomsten en verschillen duidelijk zichtbaar zijn. Het belangrijkste verschil is dat de ecotopen eerst zijn onderverdeeld in zomerbed en nevengeul en daarna in drie diepteklassen. Het belangrijkste indelingskenmerk voor de habitats is daarentegen de stroomsnelheid. In het

ecotopenstelsel wordt er vanuit gegaan dat de stroomsnelheid hoog is in de hoofdgeul (zomerbed), waarin ook de dynamiek hoog is en dat de dynamiek en stroomsnelheid lager zijn in de nevengeulen vooral wanneer deze in de loop van de tijd van de rivier worden afgesnoerd. Voor de habitats uit dit rapport wordt geen onderscheid gemaakt tussen zomerbed en nevengeul, omdat de habitats ook in meestromende nevengeulen kunnen voorkomen en de levensgemeenschap in deze habitats niet verschilt van de levensgemeenschap in hetzelfde habitat in de hoofdgeul van de rivier. Er wordt vanuit gegaan dat dezelfde soorten voorkomen in beide systemen mits de stroomsnelheid en het substraat hetzelfde zijn. Ook diepte is in dit rapport niet als indelingskenmerk meegenomen (paragraaf 3.2.3). De verschillen tussen beide indelingen wordt veroorzaakt doordat beide systemen voor een ander doel zijn bestemd. De habitats vormen de basis voor de natuurdoeltypen en een directe koppeling naar levensgemeenschappen is hierin van belang. Ook in de ecotopen zijn levensgemeenschappen van belang maar de ecotopen worden veelvuldig gebruikt in ruimtelijke planvorming en moeten daarom abiotisch gemakkelijk herkenbaar en karteerbaar zijn. Vervolgens zijn beide systemen verder naar substraattypen onderverdeeld. Het rijkswateren ecotopenstelsel herkent zand en hard substraat als substraattypen. In dit rapport zijn daarnaast ook zand met slib, slib, klei/leemoever opgenomen.

58]

**Tabel 4.1** Overzicht van habitats (dit rapport) en rivierecotopen (Van der Molen et al. 2000) en overlap tussen beide systemen.

Rivierecotopen	Habitats						
	<i>snel-stromend, hard substraat</i>	<i>snel-stromend, zand</i>	<i>snel-stromend, klei/leemoever</i>	<i>langzaam stromend, hard substraat</i>	<i>langzaam stromend, zand</i>	<i>langzaam stromend, zand + slib</i>	<i>langzaam stromend, slib</i>
diep zomerbed, zand		*			*		
diep zomerbed, hard	*			*			
matig diep zomerbed, zand		*			*		
matig diep zomerbed, hard	*			*			
matig diepe nevengeul, zand		*			*		
matig diepe nevengeul, hard	*			*			
ondiep zomerbed, zand		*			*		
ondiep zomerbed, hard	*			*			
ondiepe nevengeul, zand		*			*		
ondiepe nevengeul, hard	*			*			

## 4.3 Habitats in snelstromende delen

### 4.3.1 Hard substraat (stenen, grind, veenbanken, dood hout) in snelstromend water

#### Processen

In natuurlijke 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 de huidige rivieren in Nederland is dit habitat vooral te vinden in de Grensmaas. Dit deel van de Maas is het meest natuurlijke traject van de Nederlandse rivieren. Bovendien is het een middenloop, zodat in grotere delen de stroomsnelheid hoog is. In de Grensmaas zijn daardoor veel grindbedden te vinden. In de andere Maastrajecten en in de Rijn komt dit habitat van nature echter ook voor, zij het dat het in deze rivieren beperkt is tot plekken waar het water sneller stroomt. Stenen komen van nature pleksgewijs voor in snelstromende delen.

In natuurlijke 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.

Grindbanken in de Donau Foto: R. Nijboer



**Ecologische typering**

Een typische waterplant voor dit habitat is de vlottende waterranonkel. Deze soort komt voor op grindbedden in snel stromend water. Of in deze vegetatie specifieke macrofaunasoorten kunnen worden aangetroffen is niet bekend.

De macrofauna in dit habitat bestaat uit stromingsminnende soorten. Vooral eendagsvliegen en steenvliegen zijn in dit habitat goed vertegenwoordigd. De soorten leven vaak op of tussen het grind of de stenen. Ze hebben meestal een hoge zuurstofbehoefte waaraan voldaan kan worden door de hoge stroomsnelheid van het water. Andere soorten zoals slakken hechten zich vast aan het substraat, zodat ze houvast hebben in de stroming. De soorten leven van algen op de stenen (slakken), filteren voedingsstoffen uit het water (kriebelmuggen) of leven van andere macrofaunasoorten (steenvliegen).

De grotere takken en stammen die in de rivier terechtkomen vormen een substraat voor vele macrofaunasoorten. Een groot deel van deze soorten gebruikt het hout slechts als substraat en komt overeen met de soorten die zich ook op stenen bevinden. Er zijn echter een paar soorten die specifiek in en op levend of dood hout voorkomen. Deze soorten voeden zich ook met het hout. Een voorbeeld is de kever *Macronychus quadrituberculatus*.

**Abiotische toestandsvariabelen**

<i>variabele</i>	<i>range</i>
stroomsnelheid	> 50 cm/s
chloride	< 0.3 g/l
totaal fosfaat	< 0.1 mgP/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 1 mgN/l

**Indicatoren***Vegetatie*

vlottende waterranonkel (*Ranunculus fluitans*)

**Macrofauna**

Baetis fuscatus	Maas
Baetis rhodani	Maas
Baetis vernus	Maas
Boophtora erythrocephala	Maas
Cardiocladius fuscus	Maas
Elmis sp	Maas
Ephemerella sp	Maas

Ernodes sp.	Maas
Esolus sp.	Maas
Eusimulium sp.	Maas
Helophorus arvernicus	Maas
Heptagenia sp.	Maas
Hydropsyche pellucidula	Maas
Hydropsyche saxonica	Maas

<i>Lepidostoma hirtum</i>	Maas
<i>Limnius volckmari</i>	Maas
<i>Macronychus quadrituberculatus</i>	Maas
<i>Odagmia ornata</i>	Maas
<i>Orthocladus rivulorum</i>	Maas
<i>Oulimnius sp.</i>	Maas
<i>Potthastia gaedii</i>	Maas
<i>Rhithrogena sp.</i>	Maas
<i>Riolus sp.</i>	Maas
<i>Simulium galeratum</i>	Maas
<i>Simulium sp.</i>	Maas
<i>Stempellina sp.</i>	Maas
<i>Symposiocladius lignicola</i>	Maas
<i>Baetis sp.</i>	Rijn
<i>Brachycercus harrisella</i>	Rijn
<i>Brachyptera braueri</i>	Rijn
<i>Caenis macrura</i>	Rijn
<i>Cardiocladius sp.</i>	Rijn
<i>Ceraclea alboguttata</i>	Rijn
<i>Cheumatopsyche lepida</i>	Rijn
<i>Chloroperla tripunctata</i>	Rijn
<i>Choroterpes picteti</i>	Rijn
<i>Cystobranchnus respirans</i>	Rijn
<i>Dinocras cephalotes</i>	Rijn
<i>Ecdyonurus affinis</i>	Rijn
<i>Ecdyonurus aurantiacus</i>	Rijn
<i>Ecdyonurus dispar</i>	Rijn
<i>Ecdyonurus insignis</i>	Rijn
<i>Echinogammarus ischnus</i>	Rijn
<i>Eukiefferiella claripennis</i>	Rijn
<i>Eukiefferiella discoloripes</i>	Rijn
<i>Eukiefferiella verralli</i>	Rijn
<i>Heptagenia coerulans</i>	Rijn
<i>Heptagenia longicauda</i>	Rijn
<i>Isogenus nubecula</i>	Rijn
<i>Isonychia ignota</i>	Rijn

<i>Isoperla obscura</i>	Rijn
<i>Isoptena serricornis</i>	Rijn
<i>Marthamea selysii</i>	Rijn
<i>Nais barbata</i>	Rijn
<i>Oemopteryx loewii</i>	Rijn
<i>Oligoneuriella sp.</i>	Rijn
<i>Paratanytarsus confusus</i>	Rijn
<i>Perla burmeisteriana</i>	Rijn
<i>Potamanthus luteus</i>	Rijn
<i>Rhithrogena diaphana</i>	Rijn
<i>Setodes viridis</i>	Rijn
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	Rijn
<i>Siphonoperla torrentium</i>	Rijn
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	Rijn
<i>Xanthoperla apicalis</i>	Rijn
<i>Ancylus fluviatilis</i>	Rijn & Maas
<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	Rijn & Maas
<i>Baetis lutheri</i>	Rijn & Maas
<i>Brillia longifurca</i>	Rijn & Maas
<i>Cricotopus triannulatus</i>	Rijn & Maas
<i>Eukiefferiella calvescens</i>	Rijn & Maas
<i>Hydropsyche angustipennis</i>	Rijn & Maas
<i>Hydropsyche contubernalis</i>	Rijn & Maas
<i>Micropsectra atrofasciata</i>	Rijn & Maas
<i>Neureclepsis bimaculata</i>	Rijn & Maas
<i>Paraleptophlebia submarginata</i>	Rijn & Maas
<i>Paratrichocladus rufiventris</i>	Rijn & Maas
<i>Psychomyia pusilla</i>	Rijn & Maas
<i>Rheopelopia ornata</i>	Rijn & Maas
<i>Synorthocladus semivirens</i>	Rijn & Maas
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	Rijn & Maas
<i>Rheocricotopus chalybeatus</i>	Rijn & Maas
<i>Rheotanytarsus photophilus</i>	Rijn & Maas
<i>Rheotanytarsus rhenanus</i>	Rijn & Maas
<i>Symposiocladius lignicola</i>	Rijn
<i>Oulimnius rivularis</i>	Delta

### Vissen

De rivieren zijn het habitat van de riviertrekvissen en andere typische stroomminnende soorten zoals, bot (*Pleuronectes flesus*) en kopvoorn (*Leuciscus cephalus*). Zeer zeldzaam zijn de rivierprik (*Lampetra fluviatilis*), zeeprik (*Petromyzon marinus*), steur (*Acipenser sp.*), zalm (*Salmo salar*), houting (*Coregonus oxyrinchus*), elft (*Alosa alosa*) en zeeforel (*Salmo trutta*).

**Doelsoorten***Macrofauna*

Baetis lutheri, Centroptilum pennulatum, Choroterpes picteti, Ecdyonurus affinis, Ecdyonurus dispar, Ecdyonurus insignis, Ecdyonurus venosus, Heptagenia coeruleans, Heptagenia longicauda, Heptagenia sulphurea, Paraleptophlebia submarginata, Euleuctra geniculata, Isogenus nubecula, Isoperla grammatica, Leuctra fusca, Marthamea selysii, Perlodes microcephala, Taeniopteryx nebulosa, Xanthoperla apicalis, Athripsodes albifrons, Ceraclea alboguttata, Hydropsyche modesta, Oecetis notata, Psychomyia pusilla

**Beheer & inrichting**

Voor de Maas en de Rijn is herinrichting van het rivierengebied noodzakelijk om dit habitat te laten terugkeren of te laten uitbreiden (zie hoofdstuk herstelmogelijkheden). In de Grensmaas kan de situatie in het aanwezige grindhabitat worden verbeterd door een betere waterkwaliteit (die nu wordt aangetast door lozing van ongezuiverd water in België) en een constantere afvoer (nu is de aanvoer van water in de zomer beperkt door het gebruik van Maaswater voor een electriciteitscentrale in België).

**4.3.2 Zand in snelstromend water****Processen**

In snelstromende delen van de Rijn en de Maas kan de bodem ook uit zand bestaan. Dit habitat komt in vrijwel alle trajecten voor. In de Grensmaas is dit habitat minder vertegenwoordigd doordat hier vooral grindbanken aanwezig zijn in de snelstromende delen. Een zandhabitat met snelstromend water komt daar voor waar zich zand in de ondergrond bevindt of daar waar zand wordt afgezet. Het habitat kan zowel in de rivier zelf als in de nevengeulen voorkomen. Zand bevindt zich in zowel ondiepe als diepe delen van de rivier. Het is niet duidelijk of diepere delen met hetzelfde habitat een andere soortensamenstelling hebben dan ondiepe delen. Recente gegevens wijzen uit dat diepe delen soortenarmer zijn dan ondiepe delen. De huidige diepe delen bevinden zich in de vaargeul en zijn onderhevig aan veel mechanische dynamiek. Van nature echter zijn laaglandrivieren veel minder diep zodat dan waarschijnlijk geen onderscheid is te maken. Ook is in van nature diepere delen in een rivier de stroomsnelheid altijd lager. In deze typologie wordt er dan ook vanuit gegaan dat dit habitat (zand in snel stromend water) alleen voorkomt in ondiep water.

**Ecologische typering**

In het snelstromende zandhabitat komt weinig vegetatie voor. Ook binnen de macrofauna zijn niet veel soorten bekend die specifiek zijn voor dit habitat. Bijzondere soorten die in het zand in snel stromend water leven zijn enkele

eendagsvliegen en kokerjuffers. Verder komen er wormen en vedermuggen voor. De meeste soorten zijn verzamelaars, ze zoeken hun voedsel tussen de zanddeeltjes. Dit betekent dat er tussen het zand ook organisch materiaal aanwezig moet zijn. De meeste soorten van dit habitat zijn gevoelig voor vervuiling en een laag zuurstofgehalte. Enkele soorten (zoals *Ephemera lineata*) zijn alleen tot in het begin van deze eeuw waargenomen. Ook de vissen die in dit habitat voorkomen zijn stromingsminnend. De vissen bevinden zich in de iets diepere delen.

### Abiotische toestandsvariabelen

<i>variabele</i>	<i>range</i>
stroomsnelheid	> 50 cm/s
chloride	< 0.3 g/l
totaal fosfaat	< 0.1 mgP/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 1 mgN/l

[63]

### Indicatoren

#### *Vegetatie*

geen vegetatie aanwezig

### Macrofauna

<i>Ephemera</i> sp.	Maas
<i>Notidobia ciliaris</i>	Maas
<i>Polypedilum laetum</i>	Maas
<i>Sericostoma</i> sp.	Maas
<i>Ametropus fragilis</i>	Rijn
<i>Beckidia zabolotzkyi</i>	Rijn
<i>Ephemera lineata</i>	Rijn

<i>Ophiogomphus cecilia</i>	Rijn
<i>Pisidium supinum</i>	Rijn
<i>Raptobaetopus tenellus</i>	Rijn
<i>Robackia demeyerei</i>	Rijn
<i>Setodes punctatus</i>	Rijn
<i>Ephoron virgo</i>	Rijn & Maas
<i>Unio crassus batavus</i>	Rijn & Maas

### Vissen

Zie paragraaf 4.3.1.

### Doelsoorten

#### *Macrofauna*

*Ametropus fragilis*, *Ephemera glaucops*, *Isonychia ignota*, *Oligoneuriella rhenana*, *Isogenus nubecula*, *Isoperla grammatica*, *Isoptena serricornis*, *Leuctra fusca*, *Ceraclea alboguttata*, *Ceraclea dissimilis*, *Ceraclea nigronervosa*, *Oecetis notata*



**Beheer & inrichting**

Ook dit habitat zou door herinrichting van het riviereengebied kunnen toenemen. Voor de soorten die in dit habitat voorkomen is het tevens van belang dat de waterkwaliteit verbetert (zie hoofdstuk herstel mogelijkheden). Door aanleg van nevengeulen zou dit habitat gecreëerd kunnen worden.

Eendagsvlieg, bewoner van de grote rivieren Foto: R. Nijboer



64]

**4.3.3 Klei- of leemoevers in snelstromend water****Processen**

Een bijzonder habitat vormen de steile oevers die bestaan uit klei of leem. Deze oevers bieden door dit substraat een stevige structuur. Ze ontstaan in de buitenbochten van meanders waar het water snel stroomt en de oever erodeert. Dit habitat kwam van oorsprong voor in zowel de Maas als de Rijn. Het is nu vrijwel nergens meer aanwezig, door normalisatie en bescherming van een groot deel van de oevers met stortstenen.

**Ecologische typering**

In lemige of klei-oevers komen zeer specifieke soorten voor. De meeste van deze soorten zijn in Nederland uitgestorven of zeer zeldzaam. De soorten graven holletjes of gangetjes in de oever en verzamelen organisch materiaal dat ze gebruiken als voedsel. Een voorbeeld is het oeveraas (de eendagsvlieg *Palingenia longicauda*), een soort die in 1907 voor het laatst is waargenomen (Smit 1985). De rivierkreeft (*Astacus astacus*) leeft in hopen in dit oeverhabitat. Deze soort is sterk achteruitgegaan toen de Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes limosus*) werd geïntroduceerd en de kreeftenpest

heeft overgebracht op de inheemse soort. In tegenstelling tot *Astacus astacus* is *Orconectes limosus*, die drager is van het virus, niet gevoelig voor de kreeftenpest.

Het oppervlak van kleibanken of -oevers kan ook worden bevolkt door soorten van hard substraat (paragraaf 4.3.1).

### Abiotische toestandsvariabelen

<i>variabele</i>	<i>range</i>
stroomsnelheid	> 50 cm/s
chloride	< 0.3 g/l
totaal fosfaat	< 0.1 mgP/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 1 mgN/l

### Indicatoren

#### *Vegetatie*

Er is geen vegetatie aanwezig.

### Macrofauna

<i>Astacus astacus</i>	Rijn & Maas
<i>Calopteryx virgo</i>	Rijn & Maas
<i>Ephemera vulgata</i>	Rijn
<i>Palingenia longicauda</i>	Rijn

### Vissen

Dit habitat bevat geen vissoorten.

### Doelsoorten

#### *Macrofauna*

*Palingenia longicauda*, *Astacus astacus*, *Ephemera vulgata*

### Beheer & inrichting

Ook dit habitat zou door herinrichting van het rivierengebied kunnen toenemen. Voor de soorten die in dit habitat voorkomen is het tevens van belang dat de waterkwaliteit verbetert (zie hoofdstuk herstelmogelijkheden). Er zijn riviertrajecten nodig waar de stroomsnelheid hoog is, bijvoorbeeld in buitenbochten van meanders en waar zich leem of klei in de bodem bevindt.

## 4.4 Habitats in langzaam stromende delen

### 4.4.1 Hard substraat (stenen, grind, veen/kleibanken, hout) in langzaam stromend water

#### Processen

Een op dit moment veel voorkomend habitat zijn de harde substraten in langzaam stromend of bijna stilstaand water. Hieronder vallen onder andere de stortstenen in de oever. Andere substraten zijn aangesneden veenbanken of grindbedden. Grindbedden komen minder voor in langzaam stromend water dan in snelstromend water omdat deze al snel bedekt zullen raken met zand of slib. Dood hout is afkomstig van oobos op de oevers en kan lang blijven liggen in rustige delen van de oever en nevengeulen.

Stortstenen, een hard substraat Foto: R. Nijboer



#### Ecologische typering

De soorten in dit habitat zijn veelal minder gevoelig voor vervuiling en lage zuurstofgehalten dan de soorten op hetzelfde substraat in snel stromend water. Van nature komen in dit habitat veel verschillende soorten voor. Soorten die op of tussen de stenen leven komen op verschillende manieren aan hun voedsel; ze kunnen leven van algen op de stenen, van detritus tussen de stenen of ze kunnen materiaal uit het water filteren. Ook predatoren die leven van andere dieren worden op en tussen vaste substraten gevonden.

**Abiotische toestandsvariabelen**

<i>variabele</i>	<i>range</i>
stroomsnelheid	20-50 cm/s
chloride	< 0.3 g/l
totaal fosfaat	< 0.1 mgP/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 1 mgN/l

**Indicatoren***Vegetatie*

Er is geen vegetatie aanwezig.

**Macrofauna**

Bryophaenocladius muscicola	Delta
Ceraclea annulicornis	Maas
Chimarra marginata	Maas
Cricotopus isocladus	Maas
Cricotopus tremulus	Maas
Cryptochironomus obreptans	Maas
Cyrnus trimaculatus	Maas
Homochaeta naidina	Maas
Leptophlebia marginata	Maas
Nais barbata	Maas
Oligoplectrum maculatum	Maas
Orthocladus fuscimanus	Maas
Paratanytarsus tenuis	Maas
Phryganea bipunctata	Maas
Tanytarsus gr. brundini	Maas
Ceraclea fulva	Rijn
Ceraclea riparia	Rijn
Corynoneura edwardsi	Rijn
Dikerogammarus villosus	Rijn
Diplocladius cultriger	Rijn
Dugesia lugubris	Rijn
Haplotaxis gordioides	Rijn
Hydropsyche bulgaromanum	Rijn

Hydropsyche exocellata	Rijn
Hydropsyche ornatula	Rijn
Nanocladus bicolor	Rijn
Neozavrelia sp.	Rijn
Orthocladus oblidens	Rijn
Orthocladus rubicundus	Rijn
Parachironomus arcuatus	Rijn
Parachironomus frequens	Rijn
Paranais litoralis	Rijn
Physa acuta	Rijn
Stagnicola palustris	Rijn
Tanytarsus striatulus	Rijn
Cricotopus bicinctus	Rijn & Maas
Cricotopus intersectus	Rijn & Maas
Cricotopus sylvestris	Rijn & Maas
Demeijerea rufipes	Rijn & Maas
Heptagenia sulphurea	Rijn & Maas
Parachironomus longiforceps	Rijn & Maas
Parachironomus sp. kampen	Rijn & Maas
Tanytarsus ejuncidus	Rijn & Maas
Xenochironomus xenolabis	Rijn & Maas
Lithoglyphus naticoides	Rijn & Maas

[67

**Vissen**

In de langzamer stromende delen van de rivieren zijn vissen te vinden die ook voorkomen in stilstaande wateren. Deze vissoorten zijn algemener dan de soorten in snel stromende delen. Voorbeelden zijn: alver (Alburnus

alburnus), paling (*Anguilla anguilla*), snoekbaars (*Stizostedion lucioperca*), pos (*Gymnocephalus cernuus*), sneep (*Chondrostoma nasus*), barbeel (*Barbus barbus*), kwabaal (*Lota lota*), serpeling (*Leuciscus leuciscus*). Bijzondere soorten van langzaam stromend water zijn de winde (*Leuciscus idus*) en de riviergrondel (*Gobio gobio*).

### Doelsoorten

#### *Macrofauna*

*Planaria torva*, *Baetis digitatus*, *Baetis lutheri*, *Choroterpes picteti*, *Ecdyonurus affinis*, *Ecdyonurus dispar*, *Heptagenia coerulans*, *Heptagenia longicauda*, *Heptagenia sulphurea*, *Potamanthus luteus*, *Siphonurus alternatus*, *Siphonurus lacustris*, *Isogenus nubecula*, *Leuctra fusca*, *Xanthoperla apicalis*, *Ceraclea alboguttata*, *Hydropsyche modesta*, *Oecetis notata*, *Psychomyia pusilla*, *Setodes punctatus*, *Setodes viridis*

### Beheer & inrichting

Van nature bestond dit habitat uit dood hout, veenbanken en stenen. Door de huidige bescherming van de oevers met stortstenen heeft dit habitat zich kunnen uitbreiden. Het is echter van belang meer dood hout in de rivieren te krijgen, omdat hier specifieke soorten op en in voorkomen. Hierdoor is aanplanting van bos op oevers die nu kaal zijn noodzakelijk. Dode takken en stammen zullen dan na verloop van tijd in het water terecht komen en in bochten van nevengeulen of langs de oever blijven liggen. De aanwezigheid van bos langs de oever is ook van belang voor de aanwezigheid van overhangende takken in het water. In dit habitat is onlangs nog *Symposiocladius lignicola* gevonden een soort die specifiek in vers hout leeft (Klink, in voorbereiding). Vooral bij de aanleg van nevengeulen moet hiermee rekening gehouden worden.

Het stenenhabitat wordt bedreigd door de massale groei van de Kaspische slijkgarnaal, een uitheemse soort die kokertjes op de stenen bouwt en veel slib invangt. Hierdoor veranderen de stenen in een slibhabitat en gaan echte inheemse stenenbewoners sterk achteruit. De Kaspische slijkgarnaal kan waarschijnlijk snel in aantal toenemen door de verhoogde temperatuur en zoutgehalte in de rivieren. Door minder zout en koelwater te lozen is het mogelijk de temperatuur weer te laten dalen waardoor inheemse soorten bevoordeeld zullen worden.

## 4.4.2 Zand in langzaam stromend water

### Processen

In relatief rustige delen van de rivier kan de bodem bestaan uit zand. Er is sprake van langzame stroming, zodanig dat er geen slib wordt afgezet.

Een flauwe zandige oever Foto: R. Nijboer



[69

### Ecologische typering

De meeste soorten in dit habitat zijn algemeen en kunnen ook in andere watertypen voorkomen. De soorten kunnen zowel in diep als in ondiep water voorkomen. De meeste soorten behoren tot de Chironomidae of Oligochaeta.

Op een zandbodem kan vegetatie voorkomen mits er geen sprake is van sterke golfslag als gevolg van scheepvaart. De vegetatie kan bestaan uit nymphaeiden en fonteinkruiden. Op zandige bodem in nevengeulen kunnen zich meer soorten ontwikkelen. De vegetatie bevindt zich in de ondiepe en matig diepe delen.

### Abiotische toestandsvariabelen

<i>variabele</i>	<i>range</i>
stroomsnelheid	20-50 cm/s
chloride	< 0.3 g/l
totaal fosfaat	< 0.1 mgP/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 1 mgN/l

**Indicatoren**

*Vegetatie*

rivierfonteinkruid (*Potamogeton nodosus*), schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*), gele plomp (*Nuphar lutea*), gekroesd fonteinkruid (*Potamogeton crispus*), brede waterpest (*Elodea canadensis*), haaksterkroos (*Callitriche hamulata*), fijne waterranonkel (*Ranunculus aquatilis*), stijve waterranonkel (*Ranunculus circinatus*)

**Macrofauna**

*In de bodem:*

Polypedilum pedestre	Maas
Polypedilum uncinatum	Maas
Pseudosmittia sp.	Maas
Aulodrilus plurisetia	Rijn
Chernovskiiia orbiculus	Rijn
Cladotanytarsus pallidus	Rijn
Cryptotendipes usmaensis	Rijn
Demicryptochromomus vulneratus	Rijn
Harnischia curtilamellata	Rijn
Kloosia pusilla	Rijn

Lipiniella arenicola	Rijn
Lipiniella moderata	Rijn
Paratendipes intermedius	Rijn
Pisidium pseudosphaerium	Rijn
Rhyacodrilus coccineus	Rijn
Tanytarsus bathophilus	Rijn
Tanytarsus lestagei	Rijn
Tanytarsus mendax	Rijn
Propappus volkii	Rijn & Delta
Polypedilum breviantennatum	Rijn & Maas

*Op en tussen de vegetatie:*

Unionicola intermedia	Delta
Atyaephyra desmarestii	Maas
Ceraclea dissimilis	Maas
Chaetogaster langi	Maas
Chimarra marginata	Maas
Coenagrion sp.	Maas
Coronyneura gr. scutellata	Maas
Cricotopus trifascia	Maas
Galba truncatula	Maas
Gammarus roeselii	Maas
Haliphus sp.	Maas
Homochaeta naidina	Maas
Leptophlebia marginata	Maas
Metriocnemus hirticollis	Maas
Oligoplectrum maculatum	Maas
Paranais frici	Maas
Phryganea bipunctata	Maas
Pristina lutea	Maas

Tanytarsus gr. brundini	Maas
Vejdovskiiella intermedia	Maas
Athripsodes albifrons	Rijn
Brachyptera risi	Rijn
Ferrissia wautieri	Rijn
Glyptotendipes gr. signatus	Rijn
Hygrobatas nigromaculatus	Rijn
Ischnura elegans	Rijn
Nanocladius rectinervis	Rijn
Oecetis tripunctata	Rijn
Polypedilum sordens	Rijn
Pseudosmittia virgo	Rijn
Nais bretscheri	Rijn & Maas
Oecetis notata	Rijn & Maas
Cricotopus bicinctus	Rijn & Maas
Cricotopus intersectus	Rijn & Maas

*Vissen*

Zie paragraaf 4.4.1.

**Doelsoorten***Macrofauna*

Ametropus fragilis, Ephemera glaucops, Isonychia ignota, Oligoneuriella rhenana, Palingenia longicauda, Siphonurus aestivalis, Siphonurus alternatus, Siphonurus lacustris, Isogenus nubecula, Isoptena serricornis, Leuctra fusca, Ceraclea alboguttata, Ceraclea dissimilis, Ceraclea nigronervosa, Oecetis notata

**Beheer & inrichting**

De belangrijkste bedreigingen van dit habitat zijn een sterke dynamiek door golfslag veroorzaakt door de scheepvaart en sedimentatie van slib over het zand bij een te lage stroomsnelheid. Maatregelen kunnen gelegen zijn in herinrichting van het riviereengebied. Om specifiek het effect van scheepvaart te verminderen kan een vooroever aangelegd worden over het lengteprofiel van het riviertraject, zodat een soort parallelle geul ontstaat. In deze geul moet de stroomsnelheid hoog genoeg zijn anders bestaat de kans dat er slib sedimenteert.

De stroomsnelheid kan te laag zijn door normalisatie en het vastleggen van de rivier met kribben. Ook dit probleem vergt een grootschalige herinrichting.

[71

### 4.4.3 Zand met een laagje slib of detritus in langzaam stromend water

**Processen**

In rustige delen van de rivier, zowel in de hoofdgeul als in de nevengeulen kunnen plekken zijn waar fijn detritus of slib kan sedimenteren. Vaak gebeurt dit op een zandige ondergrond. Het habitat dat zo ontstaat bestaat uit een ondergrond van zand met een laagje slib. De stroomsnelheid in deze delen van de rivier is langzaam. Sommige plekken in nevengeulen of hoekjes in de oever kunnen zelfs stilstaand zijn. Hoe verder stroomafwaarts, hoe langzamer de stroomsnelheid van de rivier en hoe meer van dit habitat aanwezig zal zijn.

**Ecologische typering**

De levensgemeenschap in dit habitat is niet erg divers. Er worden vooral Oligochaeta, Chironomidae en tweekleppigen, zoals Pisididae, gevonden. Deze soorten zijn algemeen en tolerant voor lagere zuurstofgehalten. Ze leven van organisch materiaal in de sliblaag. De meest bijzondere soorten zijn een drietal libellen: Gomphus vulgatissimus, Gomphus flavipes en Onychogomphus forcipatus. Deze soorten zijn alleen uit de Rijn bekend.



Ook in dit habitat kan zich vegetatie ontwikkelen. De soorten in de vegetatie zijn vergelijkbaar met de soorten in de vegetatie op het zand.

**Abiotische toestandsvariabelen**

<i>variabele</i>	<i>range</i>
stroomsnelheid	20-50 cm/s
chloride	< 0.3 g/l
totaal fosfaat	< 0.1 mgP/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 1 mgN/l

**Indicatoren**

*Vegetatie*

rivierfonteinkruid (*Potamogeton nodosus*), schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*), gele plomp (*Nuphar lutea*), gekroesd fonteinkruid (*Potamogeton crispus*), brede waterpest (*Elodea canadensis*), haaksterrekroos (*Callitriche hamulata*), fijne watteranonkel (*Ranunculus aquatilis*), stijve watteranonkel (*Ranunculus circinatus*)

**Macrofauna**

*In de bodem:*

<i>Buchonomyia thienemanni</i>	Maas
<i>Halesus digitatus/radiatus</i>	Maas
<i>Pisidium pulchellum</i>	Maas
Spongillidae	Maas
<i>Stylodrilus heringianus</i>	Maas
Thaumaleidae	Maas
<i>Chrysops relictus</i>	Rijn
<i>Cladopelma laccophila</i>	Rijn
<i>Cryptochironomus rostratus</i>	Rijn
Dolichopodidae	Rijn
<i>Gomphus flavipes</i>	Rijn
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	Rijn
<i>Heterotrissocladius marcidus</i>	Rijn
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	Rijn
<i>Paratendipes</i> sp.	Rijn
<i>Peloscolex ferox</i>	Rijn
<i>Pisidium amnicum</i>	Rijn

<i>Pisidium casertanum</i>	Rijn
<i>Pisidium henslowanum</i>	Rijn
<i>Pisidium subtruncatum</i>	Rijn
<i>Potamothrix moldaviensis</i>	Rijn
<i>Rheocricotopus fuscipes</i>	Rijn
<i>Tanypus punctipennis</i>	Rijn
<i>Tanytarsus pallidicornis</i>	Rijn
<i>Anodonta anatina</i>	Rijn & Maas
<i>Branchiura sowerbyi</i>	Rijn & Maas
<i>Harnischia</i> sp.	Rijn & Maas
<i>Polypedilum scalaenum</i>	Rijn & Maas
<i>Pseudanodonta complanata</i>	Rijn & Maas
<i>Quistodrilus multisetosus</i>	Rijn & Maas
<i>Sphaerium rivicola</i>	Rijn & Maas
<i>Sphaerium solidum</i>	Rijn & Maas
<i>Stictochironomus</i> sp.	Rijn & Maas
<i>Unio tumidus</i>	Rijn & Maas

*Op en tussen de vegetatie:*

Voor soorten op en tussen de vegetatie wordt verwezen naar het habitat zand in langzaam stromend water ( paragraaf 4.4.2).

*Vissen*

Zie paragraaf 4.4.1.

**Doelsoorten***Macrofauna*

*Ametropus fragilis*, *Isonychia ignota*, *Oligoneuriella rhenana*, *Palingenia longicauda*, *Potamanthus luteus*, *Siphonurus aestivalis*, *Siphonurus alternatus*, *Siphonurus lacustris*, *Isogenus nubecula*, *Isoptena serricornis*, *Leuctra fusca*, *Nemoura avicularis*, *Ceraclea alboguttata*, *Ceraclea dissimilis*, *Ceraclea nigronervosa*

**Beheer & inrichting**

Dit habitat komt in de rivieren nog veel voor. Vooral in langzaam stromende delen benedenstrooms is dit habitat veel aanwezig. Er is dan ook geen specifiek beheer nodig om dit habitat uit te breiden. Er moet alleen voor gewaakt worden dat niet teveel slib wordt afgezet zodat het habitat verandert in een slibhabitat. De sliblaag is dan zo dik dat in het zand eronder niet voldoende zuurstof meer aanwezig is en zich daar dan geen soorten meer in bevinden. Sedimentatie van overmatig slib treedt op als er veel zwevend materiaal in het water aanwezig is en de stroomsnelheid vrijwel nihil is.

[73]

**4.4.4 Slib in langzaam stromend tot stilstaand water****Processen**

In rustige delen van de rivier, zowel in de hoofdgeul als in nevengeulen kunnen plekken zijn waar slib kan sedimenteren. Als de sliblaag zodanig dik is dat de onderliggende zandlaag niet meer door macrofauna bewoond wordt, is er sprake van een slibhabitat. Dit habitat komt vooral in benedenstroomse delen van de rivieren voor. De stroomsnelheid in dit habitat is zeer langzaam tot nul. Het slibhabitat kan zowel in ondiepe als in diepe delen van de rivier voorkomen.

**Ecologische typering**

De levensgemeenschap in dit habitat is arm. Er zijn maar weinig soorten die in dit zuurstofarme habitat kunnen overleven. Vrijwel alle indicatorsoorten behoren tot de vedermuggen en wormen.

### Abiotische toestandsvariabelen

<i>variabele</i>	<i>range</i>
stroomsnelheid	20-50 cm/s
chloride	< 0.3 g/l
totaal fosfaat	< 0.1 mgP/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 3 mgN/l
totaal stikstof	< 1 mgN/l

### Indicatoren

#### *Vegetatie*

Er is geen vegetatie aanwezig.

### Macrofauna

74]

Pelosclex velutinus	Maas
Chironomus balatonicus	Rijn
Chironomus plumosus	Rijn
Cladotanytarsus mancus	Rijn
Kiefferulus tendipediformis	Rijn
Pisidium moitessierianum	Rijn
Chironomus acutiventris	Rijn & Maas

Chironomus gr. fluviatilis	Rijn & Maas
Chironomus gr. reductus	Rijn & Maas
Chironomus nuditarsus	Rijn & Maas
Chironomus nudiventris	Rijn & Maas
Limnodrilus claparedeianus	Rijn & Maas
Potamothrix moldaviensis	Rijn & Maas

#### *Vissen*

Zie paragraaf 4.4.1.

### Doelsoorten

#### *Macrofauna*

Siphonurus alternatus, Siphonurus lacustris, Ceraclea alboguttata, Ceraclea dissimilis, Ceraclea nigronevosa

### Beheer & inrichting

Dit habitat vergt weinig extra beheer. Om de kwaliteit van het habitat te verbeteren moet de waterkwaliteit verbeteren. Vooral zware metalen en toxische stoffen slaan met het slib neer op de bodem.

# 5 Rivierbegeleidende wateren

## 5.1 Opzet

De typologie in dit rapport is grotendeels ontleend aan Janse (1986). Deze typologie is gebaseerd op uitgebreid literatuuronderzoek. Een groot deel van deze literatuur is uit de vijftiger jaren en beschrijft referentiesituaties. De typologie is gebaseerd op vegetatie. De processen die ten grondslag liggen aan de verschillen in vegetatie zijn als uitgangspunt gekozen voor de naamgeving van de typen in het rapport van Janse. Bij sommige typen waren macrofauna-soorten genoemd. Dit was slechts summier. Daarom zijn de typen aangevuld met macrofauna en vissoorten waar mogelijk met behulp van andere literatuur (Van den Brink 1990, Verdonschot 1990, Verdonschot et al. 1992). Hiervoor zijn de typen die in de andere literatuur aanwezig waren vergeleken met de typen uit Janse. Bij overeenkomende abiotische hoofdkenmerken zijn de soorten overgenomen en toegevoegd aan de typen uit Janse.

Enkele typen uit de typologie van Janse zijn samengevoegd. Ten eerste zijn de ondiepe wateren die meer dan 40 dagen per jaar worden geïnundeerd samengevoegd met de wateren die tussen 20 en 40 dagen per jaar worden geïnundeerd tot een groep van wateren die meer dan 20 dagen per jaar worden overstroomd. Het verschil tussen de soortensamenstelling van deze wateren is slechts gradueel. Er is te weinig informatie om een duidelijk verschil in levensgemeenschappen te kunnen aangeven. Resteren de ondiepe geïsoleerde wateren die zelden, matig en frequent geïnundeerd worden. In Janse worden voor ieder van deze watertypen twee varianten beschreven: een variant met een steil talud en een variant met een flauw talud. Het verschil in oevervormen is echter een verschil op habitatniveau. Binnen een water kan een deel van de oever flauw zijn terwijl een ander deel steil is. Dit bepaalt echter niet het watertype. Ondiepe wateren met dezelfde inundatieklasse en een flauw of een steil talud zijn daarom samengevoegd. Indien een andere oevervorm leidt tot andere soorten wordt dit onder het betreffende watertype vermeld. De beschrijvingen in Janse zijn een combinatie van historische en recente gegevens. Alleen de referentiesituaties zijn overgenomen. Indien in de beschrijvingen geen sprake was van referentiesoorten zijn deze uit andere bronnen overgenomen.

[75

## 5.2 Verschillen en overlap met andere typologieën

Tabel 5.1 geeft de overlap en verschillen tussen de verschillende indelingen weer. De watertypen die in het hoofdstuk zijn opgenomen zijn grotendeels

vergelijkbaar met de typen uit het ecotopenstelsel (Van der Molen et al. 2000). De rivierbegeleidende wateren zijn in het huidige ecotopenstelsel niet meer ingedeeld naar ontstaanswijze in tegenstelling tot de indeling het ecotopenstelsel van Rademakers & Wolfert (1994).

In zowel het ecotopenstelsel als in de watertypen in dit rapport spelen diepte en inundatiefrequentie de belangrijkste rol. In de watertypen in dit rapport zijn twee diepteklassen en 4 inundatieklassen opgenomen, in de ecotopen 3 diepteklassen en 2 inundatieklassen. De ecotopen zijn verder opgesplitst naar bodemtype (zand, klei of hard substraat).

In vergelijking met de typologie van Janse, die in dit rapport wordt aangehouden, zijn twee extra watertypen opgenomen: wateren met getijdeninvloed en periodiek droogvallende wateren.

Typen die ontbreken zijn de kwelgeul en beekstrang (Rademakers & Wolfert 1994). Van deze typen is echter geen biologische informatie beschikbaar.

Daarom zijn ze in dit rapport niet opgenomen. Het is aan te bevelen om deze typen verder uit te werken. Een onderzoek naar voorkomen van deze typen en de huidige en historische soortensamenstelling is hiervoor nodig. In het aquatisch ecotopenstelsel (Verdonschot et al. 1992) worden 3 typen vermeld die overeenkomen met drie van de watertypen in dit rapport. Ook deze typen zijn opgenomen in tabel 5.1.

De soorten die zijn ingevuld als indicatorsoorten in de watertypen zijn afkomstig uit verschillende literatuurbronnen. De referenties zijn hieronder voor ieder watertype opgenomen.

Wateren met getijdeninvloed: Janse (1986)

Periodiek droogvallende wateren: Verdonschot et al. (1992), Janse (1986)  
Verdonschot et al. (1997).

Diepe wateren in open verbinding met de rivier: Janse (1986)

Van de rivier geïsoleerde grote diepe wateren: Janse (1986), Verdonschot et al. (1992) Verdonschot et al. (1997).

Diepe van de rivier geïsoleerde kleine wateren: Janse (1986), Verdonschot et al. (1992), Van de Heuvel et al. (1999).

Ondiepe wateren in open verbinding met de rivier: Janse (1986)

Ondiepe geïsoleerde sterk geïnundeerde wateren: Janse (1986), Maenen (1989)

Ondiepe geïsoleerde matig geïnundeerde wateren: Janse (1986), Maenen (1989)

Geïsoleerde ondiepe zelden geïnundeerde wateren: Janse (1986), Maenen (1989)

Vissoorten zijn aangevuld met behulp van Nijssen & De Groot (1987) en De Nie (1997).

Tabel 5.1

Overlap en verschillen tussen de verschillende typologieën van (semi) stagnante rivierbegeleidende wateren.

Typologie rivierbegeleidende wateren	Watertype	CML-ecotopen	RWES-Ecotopen
Janse (1986)	(dit rapport)	(Verdonschot et al. 1992)	(Van der Molen et al. 2000)
a1 wateren met getijdeninvloed	wateren met getijdeninvloed	-	-
d8 periodiek droogvallende wateren	periodiek droogvallende wateren	m37 stagnant, klein, droogvallend matig voedselrijk water	-
b diepe wateren in open verbinding met de rivier.	diepe (>3 m) wateren in open verbinding met de rivier	-	>20 d/j overstroombd, (zeer) diep, zand >20 d/j overstroombd, (zeer) diep, klei >20 d/j overstroombd, (zeer) diep, hard
c1 diepe van de rivier geïsoleerde zand- en grindwinplassen	diepe van de rivier geïsoleerde grote wateren (>2000 km <sup>2</sup> )	m57 stagnant, groot, diep matig voedselrijk water	< 20 d/j overstroombd, (zeer) diep, zand < 20 d/j overstroombd, (zeer) diep, hard
c2 diepe van de rivier geïsoleerde wielen	diepe van de rivier geïsoleerde kleine wateren (< 2000 km <sup>2</sup> )	m47 stagnant klein, diep matig voedselrijk water	>20 d/j overstroombd, matigdiep, zand
a2 ondiepe wateren in open verbinding met de rivier	ondiepe (<3 m) wateren in open verbinding met de rivier	-	>20 d/j overstroombd, matigdiep, zand
d1 ondiepe geïsoleerde wateren met zeer sterke overstromingsinvloed	ondiepe geïsoleerde sterk geïnundeerde wateren (>20 dagen per jaar)	-	>20 d/j overstroombd, matig diep, klei >20 d/j overstroombd, matig diep, hard >20 d/j overstroombd, ondiep, zand >20 d/j overstroombd, ondiep, klei >20 d/j overstroombd, ondiep, hard
d2 ondiepe geïsoleerde wateren met vlak talud en vrij sterke verstromingsinvloed			
d3 ondiepe geïsoleerde wateren met steil talud en vrij sterke overstromingsinvloed			

Typologie rivierbegeleidende wateren	Watertype (dit rapport)	CML-ecotopen (Verdonschot et al. 1992)	RWES-Ecotopen rivierbegeleidende wateren (Van der Molen et al. 2000)
Janse (1986) d4 ondiepe geïsoleerde wateren met vlak talud en matige overstromingsinval	ondiepe geïsoleerde matig geïnundeerde wateren (3-20 dagen per jaar)	-	< 20 d/j overstromd, matig diep, zand
d5 ondiepe geïsoleerde wateren met steil talud en matige overstromingsinval	ondiepe geïsoleerde zelden geïnundeerde wateren (<3 dagen per jaar)	-	< 20 d/j overstromd, matig diep, hard
d6 ondiepe geïsoleerde wateren met vlak talud en lage overstromingsinval			< 20 d/j overstromd, ondiep, zand
d7 ondiepe geïsoleerde wateren met steil talud en lage overstromingsinval			< 20 d/j overstromd, matig diep, hard

## 5.3 Wateren met getijdeninvloed

### Processen

Deze semi-stagnante wateren staan aan één kant in open verbinding met de rivier. Het betreft meestal strangen. Het watertype wordt gekenmerkt door de invloed van het getij. Deze invloed uit zich in een dagelijkse waterstandswisseling. Op ondiepe wateren heeft het getij meer effect dan op diepe wateren. Vandaar dat voornamelijk ondiepe wateren tot dit type behoren.

Tot dit type behoren enkele wateren langs de Lek, ten westen van Hagenstein, zoals de Binnen-Lek bij Lopik en een oude nevengeul ten oosten van Schoonhoven. Langs de Oude Maas ligt het Zuiddiepje, een rivierbegeleidend water dat ook tot dit type gerekend kan worden, evenals het Balkengat langs de Nieuwe Merwede. Vroeger kwam dit type ook langs de Waal voor, maar het is daar sinds het grotendeels wegvallen van het getij door de afsluiting van het Haringvliet verdwenen (Janse 1986).

[79]

### Ecologische typering

De vegetatie in dit type wordt gekenmerkt door rietvelden, heen en driekantige bies, waarin ook de spindotterbloem voorkomt. Heen wordt over het algemeen meer in het westen van het land gevonden, mattenbies en ruwe bies meer richting het oosten. De spindotterbloem is kenmerkend voor het zoetwatergetijdengebied (Westhoff & Den Held 1975) en kan ook in zoete rivierbegeleidende wateren met getijdeninvloed optreden. Gedeelten van de oevers zijn begroeid met pioniersvegetaties waarvan het riviertandzaad de belangrijkste soort is. Over andere organismengroepen in deze wateren is weinig bekend.

Vele vissoorten kunnen vanuit de rivier in de rivierbegeleidende wateren terechtkomen doordat er een open verbinding is of gedurende overstromingen. Dit type wateren is belangrijk als schuilplaats en paaiplaats voor riviervissen. Hiervoor is echter aanwezigheid van vegetatie een voorwaarde. De wateren in open verbinding met de rivier hebben een geringe zichtdiepte en weinig begroeiing. De dominante vissoorten in dit type water zijn blankvoorn en brasem. Beide soorten zijn vooral aan te treffen in het open water met weinig begroeiing. Daarnaast komt snoek, baars, kleine modderkruiper, pos en paling veelvuldig in dit type water voor. Een soort als snoek maakt gebruik van de oeverzone als paai- en fourageergebied. De geringe stroming maakt het habitat geschikt voor winde en riviergrondel.



**Abiotische toestandsvariabelen**

<i>variabele</i>	<i>range</i>
getij	1-1.3 m
geïsoleerd	nee
chloride	< 0.3 g/l
ortho-fosfaat	< 0.07 mgP/l
totaal fosfaat	< 0.1 mgP/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 1 mgN/l
bodemtype	klei/zand

**Indicatoren***Vegetatie*

heen (*Bolboschoenus maritimus*), driekantige bies (*Schoenoplectus triquetus*), ruwe bies (*Schoenoplectus tabernaemontani*), spindotterbloem (*Caltha palustris* subsp. *araneosa*), doorgroeid fonteinkruid (*Potamogeton perfoliatus*). De laatste twee soorten zijn indicatief voor het zoetwatergetijdengebied.

*Macrofauna*

*Ablabesmyia longistyla*, *Cricotopus intersectus*, *Nanocladius* sp., *Micronecta meridionalis*

*Vissen*

blankvoorn (*Rutilus rutilus*), brasem (*Abramis brama*), snoek (*Esox lucius*), baars (*Perca fluviatilis*), kleine modderkruiper (*Cobitis taenia*), pos (*Gymnocephalus cernuus*), paling (*Anguilla anguilla*).

**Doelsoorten***Macrofauna*

geen

**Beheer & inrichting**

Herstel van het getij is de belangrijkste beheersmaatregel voor deze wateren. Daarnaast zijn algemene maatregelen voor wateren in open verbinding met de rivier, zoals het verbeteren van de waterkwaliteit en het verminderen van de invloed van de scheepvaart, relevant. Omdat deze wateren in open verbinding staan met de rivier bepaalt de kwaliteit van het rivierwater geheel de kwaliteit van het water in de getijdenwateren. In de wateren die tot dit type behoren is ook de kwaliteit van de waterbodem vaak slecht, doordat ze eenzijdig met de rivier verbonden zijn en in het stilstaande deel sedimentatie van slib plaatsvindt.

De intensieve scheepvaart zorgt voor golflslag en onderstromingen

waardoor oeverhabitats onderhevig zijn aan veel dynamiek. In deze situatie kunnen zich slechts pioniersvegetaties vestigen. Door de wateren te beschermen tegen deze invloed kan de vegetatie zich beter ontwikkelen. Erosie neemt dan af. Bescherming is mogelijk door de vorm van de verbinding met de rivier aan te passen. Met name gemeenschappen in wateren met trechtervormige openingen ondervinden last van scheepvaart. Door de hoek waaronder de opening ligt ten opzichte van de ligging van de rivier te veranderen, zou het effect van de scheepvaart af kunnen nemen. Dit moet echter nader onderzocht worden. Een andere mogelijkheid kan zijn de schepen zo ver mogelijk van de aangekoppelde wateren af te laten varen.

## 5.4 Periodiek droogvallende wateren

### Processen

Droogvallende wateren zijn vaak klein en ondiep. Het betreft voornamelijk strangen, kleiputten en poelen. In de wateren is geen continue aanvoer van water. In de zomer staan ze vaak droog.

[81

### Ecologische typering

In wateren die 's zomers droogvallen zijn de condities ongunstig voor de ontwikkeling van drijvende en ondergedoken waterplanten.

Sterrekroossoorten zijn in deze wateren goed vertegenwoordigd.

Karakteristiek voor de oever zijn pioniersvegetaties zoals riet-, rietgras- en liesgrasvegetaties. Daaromheen komen ruigtekruidengemeenschappen met onder andere moerasspirea en wilgenbos voor.

Temporaire wateren hebben een zeer specifieke macrofauna met een aantal karakteristieke keversoorten (*Hydroporus neglectus*, *Hydroporus nigrita*, *Hydroporus dorsalis* en *Halipus heydeni*) en muggelarven (*Aedes* sp. en *Trissocladius brevivalpis*). Verder komen de slak *Aplexa hypnorum*, de bloedzuiger *Trocheta bykowskii*, de kokerjuffers *Limnephilus affinis*, *Glyphotaelius pellucidus* en *Trichostegia minor* vaak voor. Naast deze karakteristieke soorten komen ubiquisten voor, die bij inundatie achterblijven, en snelle kolonisten die zeer tolerant zijn in grote aantallen voorkomen. Droogval is een dusdanig aspectbepalende factor dat andere factoren niet meer leiden tot verschillen. Bij droogval komen vaak dezelfde aan droogval aangepaste soorten voor.

**Abiotische toestandsvariabelen**

<i>variabele</i>	<i>range</i>
droogval	> 6 weken/jaar
diepte	< 3 m
geïsoleerd	ja
breedte	< 8 m
chloride	< 0.3 g/l
ortho-fosfaat	< 0.07 mgP/l
totaal fosfaat	< 0.1 mgP/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 1 mgN/l

**Indicatoren***Vegetatie*

riet (*Phragmites australis*) (pionier, oevervegetatie), rietgras (*Phalaris arundenacea*) (pionier, oevervegetatie), liesgras (*Glyceria maxima*) (indicerend voor droogval), haaksterkroos (*Callitriche hamulata*) (ondiep, helder, voedselarm water), gewoon sterrekroos (*Callitriche platycarpa*), gevleugeld sterrekroos (*Callitriche stagnalis*), groot bronkruid (*Montia fontana* ssp. *fontana*), kransvederkruid (*Myriophyllum verticillatum*), veenwortel (*Polygonum amphibium*), ongelijkbladig fonteinkruid (*Potamogeton gramineus*) (ook op droogvallende plaatsen), fijne waterranonkel (*Ranunculus aquatilis*) (indicerend voor ondiep water), vertakt boomglanswier (*Tolypella intricata*)

Haaksterkroos, kenmerkend voor rivierbegeleidende wateren

Foto: R. Nijboer



**Macrofauna**

Hydroporus neglectus, Hydroporus nigrita, Hydroporus dorsalis, Haliphus heydeni, Aedes sp., Trissocladius brevipalpis, Aplexa hypnorum, Trocheta bykowskii, Limnephilus affinis, Glyphotaelius pellucidus, Trichostegia minor, Arrenurus fimbriatus, Bathyomphalus contortus, Dixella amphibia, Dryops anglicanus, Hagenella clathrata, Helophorus asperatus, Helophorus croaticus, Helophorus nanus, Helophorus pumilio, Hydrochus megaphallus, Hydroporus notatus, Limnephilus incisus, Odontomyia sp., Paracymus scutellaris, Planorbarius corneus, Segmentina nitida, Trichostegia minor, Xenopolopia nigricans.

**Vissen**

Gedurende droge perioden bevatten deze wateren geen vissen. Tijdens overstroming met rivierwater kunnen verschillende vissoorten in deze wateren terechtkomen. Zie voor mogelijke soorten paragraaf 5.3.

**Doelsoorten****Macrofauna**

geen

**Beheer en inrichting**

Om het droogvallende karakter van deze wateren te behouden moet een te hoge inundatiefrequentie voorkomen worden. Dit leidt ertoe dat wateren opnieuw overstroomd raken voordat ze kunnen droogvallen. Anderzijds moet een te lange periode van droogval worden voorkomen. Dit kan door de waterstanden in het gebied op peil te houden. Het gebied moet daarvoor niet te sterk gedraineerd worden. Daarnaast moet de kwaliteit van het rivierwater worden verbeterd waardoor deze plassen weer mesotroof kunnen worden.

**5.5 Diepe wateren****5.5.1 Diepe wateren in open verbinding met de rivier****Processen**

Diepe wateren die eenzijdig in open verbinding staan met de rivier worden gekenmerkt door een hoge dynamiek (semi-stagnant). Zowel de open verbinding met de rivier als de diepte dragen hieraan bij. Door de grote diepte treedt stratificatie op. Het diepe deel (hypolimnion) is zuurstofarm. Ook dringt hier weinig licht door.

**Ecologische typering**

Het betreft hier zand- en grindwinplassen waarin van nature nauwelijks waterplanten voorkomen. Door de grote dynamiek is de oever voor een deel

84] kaal en voor een deel begroeid met pioniersvegetatie waarvan de samenstelling afhangt van het bodemtype. Op zandige oevers in voedselrijk water overheerst het riviervandzaad. Ook kan een vegetatie met als dominante soort naaldwaterbies voorkomen. Vooral op 's zomers droogvallende zandige, slikkige en kleiige vlakke tot steile oevers komt deze vegetatie voor (Westhoff & Den Held 1975). De naaldwaterbiesvegetatie is op dit moment echter minder frequent dan de vegetatie met riviervandzaad. In een mesotroof water zou deze vegetatie echter meer moeten voorkomen. Op de oevers komt riet voor met plaatselijk wat plukken mattenbies of scherpe zegge. Door de spaarzame vegetatie in de oever komt ook weinig macrofauna voor. Ook in de bodem zijn weinig dieren aanwezig. Met name het diepe deel is soortenarm. Dit houdt verband met het lage zuurstofgehalte dat ontstaat onder de spronglaag. Het diepere deel bevat soorten die tolerant zijn voor lage zuurstofgehalten, zoals chironomiden en oligochaeten. Doordat er een open verbinding is met de rivier zal er enige stroming optreden. Hierdoor zullen ook soorten die kenmerkend zijn voor langzaam stromend water voorkomen. Bovendien kunnen soorten vanuit de rivier zelf zich in deze wateren vestigen. Dit type wateren is belangrijk als schuilplaats en paaiplaats voor riviervissen. Hiervoor is echter aanwezigheid van vegetatie een voorwaarde.

#### Abiotische toestandsvariabelen

<i>variabele</i>	<i>range</i>
diepte	> 3 m
geïsoleerd	nee
chloride	< 0.3 g/l
ortho-fosfaat	< 0.07 mgP/l
totaal fosfaat	< 0.1 mgP/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 1 mgN/l
bodemtype	klei/zand

#### Indicatoren

##### *Vegetatie*

naaldwaterbies (*Eleocharis acicularis*), riet (*Phragmites australis*), mattenbies (*Schoenoplectus lacustris*), scherpe zegge (*Carex acuta*)

##### *Macrofauna*

*Polypedilum bicrenatum*, *Cladotanytarsus* sp., *Cricotopus intersectus*, *Microchironomus tener*, *Stictochironomus* sp., *Cryptochironomus* sp., *Clinotanytus nervosus*, *Psectrocladius psilopterus*, *Tribelos intextus*, *Halipilus fluviatilis*, *Chaoborus flavicans*, *Gyraulus albus*, *Plea minutissima*, *Endochironomus albipennis*

### Vissen

Zie voor de vissen 5.3.

### Doelsoorten

#### *Macrofauna*

*Planaria torva*, *Ephemera glaucops*, *Siphonurus aestivalis*, *Siphonurus lacustris*, *Leuctra fusca*

### Beheer en inrichting

De open verbinding met de rivier moet in stand gehouden worden. Er blijft zo een gradiënt bestaan van sterke naar geringe waterbeweging en tegelijkertijd een gradiënt in watersamenstelling. Het is tevens gunstig voor via het water migrerende organismen, zoals trekvissen en riviervissen die in de buitendijkse wateren geschikte paaiplaatsen vinden. Om de potenties voor fauna te vergroten moet de structuurvariatie vergroot worden en moet een oevervegetatie aanwezig zijn. Veel fauna gebruikt vegetatie als schuil- of paaiplaats. Structuren kunnen vergroot worden door daar waar alleen steile oevers aanwezig zijn ook flauwe oevers aan te leggen. Ook kunnen delen van de plas verondiept worden.

De intensieve scheepvaart zorgt voor golfslag en onderstromingen waardoor oeverhabitats onderhevig zijn aan veel dynamiek. In deze situatie kunnen zich slechts pioniersvegetaties vestigen. Voor vissen en macrofauna is het echter van belang dat er vegetatie op de oevers aanwezig is. Door de wateren te beschermen tegen deze invloed kan de vegetatie zich beter ontwikkelen. Erosie neemt dan af. Bescherming is mogelijk door de vorm van de verbinding met de rivier aan te passen. Met name trechtersvormige openingen ondervinden last van scheepvaart. Door de hoek waaronder de opening ligt ten opzichte van de ligging van de rivier te veranderen, zou het effect van de scheepvaart af kunnen nemen. Dit moet echter nader onderzocht worden. Een andere mogelijkheid kan zijn de schepen zo ver mogelijk van de aangekoppelde wateren af te laten varen. Het is wel belangrijk dat de open verbinding in stand gehouden wordt.

[85

## 5.5.2 Van de rivier geïsoleerde grote diepe wateren

### Processen

Ook in deze diepe wateren speelt stratificatie een belangrijke rol. De dynamiek is er veel minder dan in het vorige type. Wel kunnen deze wateren geïnundeerd worden met rivierwater. Door de grote diepte echter is de invloed hiervan veel minder groot dan bij de ondiepe wateren door de bufferende werking van het aanwezige water.

### Ecologische typering

De oevers zijn ofwel onbegroeid ofwel vertonen een vegetatie van riet en mattenbies. Doordat in deze grotere wateren de wind voor golflslag zorgt zijn de levenskansen voor planten minder goed dan in kleinere wateren (Verdonschot et al. 1992). Langs de oevers kan op beschutte plaatsen een zoom voorkomen van witte waterlelie, gele plomp en watergentiaan. In het open water komen verschillende soorten kranswieren voor.

De macrofauna in diepe wateren beperkt zich grotendeels tot die plaatsen waar zuurstof is. De meeste soorten worden daarom aangetroffen waar ook vegetatie aanwezig is. Hier vinden de meeste soorten een voedselbron, schuilplaats, rustplaats en een substraat waarop eieren kunnen worden afgezet. In de diepe zuurstofarme delen komen sedimentbewoners voor die tegen lage zuurstofconcentraties bestand zijn, zoals oligochaeten en vedermuggen.

Het relatief heldere water en de uitbundige, gevarieerde begroeiing zorgt voor geschikte habitatcondities voor vissen. Naast de algemene vissoorten die in de meeste stilstaande watertypen voorkomen, zoals ruisvoorn en zeelt kan een groot aantal meer bijzondere soorten voorkomen zoals: paling, winde, kroeskarper en vetje. Snoek, ruisvoorn en zeelt zijn vooral aan te treffen in de oeverzone met een uitbundige begroeiing van oever- en waterplanten. Deze soorten gebruiken de oever- en waterplantenvegetaties als paaipplaats en fourageergebied. Baars, blankvoorn en paling houden zich meer op in het open water.

Veel watervogels maken gebruik van grote wateren om te rusten. In de ondiepere gedeelten kunnen ze foerageren. Duikeenden kunnen tot ongeveer 5 meter diepte duiken om voedsel te vergaren. Andere soorten gebruiken aanwezige steilranden om in te broeden. Een voorbeeld hiervan is de oeverzwaluw.

### Abiotische toestandsvariabelen

<i>variabele</i>	<i>range</i>
diepte	> 3 m
oppervlak	> 2000 m <sup>2</sup>
geïsoleerd	ja
chloride	< 0.3 g/l
ortho-fosfaat	< 0.03 mgP/l
totaal fosfaat	< 0.04 mgP/l
nitraat	< 0.35 mgN/l
ammonium	< 0.08 mgN/l
totaal stikstof	< 0.4 mgN/l
bodemtype	klei/zand

**Indicatoren***Vegetatie*

riet (*Phragmites australis*), mattenbies (*Schoenoplectus lacustris*), gele plomp (*Nuphar lutea*), witte waterlelie (*Nymphaea alba*), watergentiaan (*Nymphoides peltata*), brokkelig kransblad (*Chara contraria*), breekbaar kransblad (*Chara globularis*), donker glanswier (*Nitella opaca*) (Verdonschot et al. 1992).

*Macrofauna*

*Chaoborus flavicans*, *Chironomus* gr. *plumosus*, *Cryptochironomus* sp., *Demicryptochironomus vulneratus*, *Harnischia* sp., *Piona coccinea*, *Piona paucipora*, *Potamothrix moldaviensis*, *Tribelos intextus*, *Stictochironomus* sp., *Cladotanytarsus* sp., *Polypedilum* gr. *bicrenatum*.

*Vissen*

bittervoorn (*Rhodeus sericeus amarus*), grote modderkruiper (*Misgurnus fossilis*), kroeskarper (*Carassius carassius*), ruisvoorn (*Scardinius erythrophthalmus*), zeelt (*Tinca tinca*), blankvoorn (*Rutilus rutilus*), baars (*Perca fluviatilis*), brasem (*Abramis brama*), kolblei (*Abramis bjoerka*), snoek (*Esox lucius*), snoekbaars (*Stizostedion lucioperca*), pos (*Gymnocephalus cernuus*), drie- en tiendoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus/Pungitius pungitius*), paling (*Anguilla anguilla*), winde (*Leuciscus idus*), vetje (*Leucaspis delineatus*).

[87]

**Doelsoorten***Macrofauna*

*Planaria torva*, *Caenis lactea*, *Leuctra fusca*

**Beheer en inrichting**

De ontwikkeling van vegetatie en structuren in diepe wateren leidt tot een diversere fauna. Bevordering van de ontwikkeling van oevervegetatie (en daarmee macrofauna en vissen) in diepe wateren wordt bereikt door (Van de Goes 1978, Nip 1967, Van Acht en Jansen 1978):

- De vorm van de plas zo te bepalen dat een lange en onregelmatig gevormde oeverlijn ontstaat (d.m.v. inhammen, eilandjes, etc.).
- De oever een vlak talud te geven, m.n. onder water (ca 1:10), over een breedte van ca. 30 meter. Hierdoor ontstaat een uitgebreide litorale zone en brede vegetatiezoom.
- Oeverafslag te beperken, d.m.v. aanleg van eilanden, aanleg van hoge randbeplanting (bijvoorbeeld bomenrijen) aan de loefzijde, waardoor de strijklengte van de wind verminderd wordt.
- Bij de eventuele aanleg van een nieuwe plas ervoor te zorgen dat de lengte as (indien van toepassing) loodrecht op de heersende windrichting staat.



Om de broed- en fourageer-mogelijkheden voor moeras- en watervogels te vergroten (Van de Goes 1978, Van Acht en Jansen 1978) kunnen de volgende maatregelen genomen worden:

- Genoemde maatregelen gericht op de ontwikkeling van de oevervegetatie (rietvogels) en handhaving of aanleg van enkele steilranden (voor oeverzwaluwen en ijsvogels).
- Verondieping van (delen van) de plas tot 4 à 5 meter, zijnde de diepte tot waar duikeenden kunnen foerageren (alleen met materiaal dat geen schade berokkent aan andere functies van het water). Dit is ook voor vissen gunstig.
- Handhaving van de rust in het gebied.
- Een grote oppervlakte open water (20 ha of meer) is nodig als rustplaats voor watervogels.

### 5.5.3 Diepe van de rivier geïsoleerde kleine wateren

#### Processen

Dit watertype betreft voornamelijk wielen. Deze wateren zijn over het algemeen kleiner dan zand- en grindwinplassen uit het vorige type. Hierdoor zijn ze beter beschermt en ligt de spronglaag minder diep. Door de grote diepte treedt niet snel verlanding op. Dit type kan zowel buitendijks als binnendijks voorkomen. Vooral in de binnendijkse wateren is de chemische samenstelling afhankelijk van lokale kwelstromen.

#### Ecologische typering

In de vegetatie langs de oever is een fraaie zonerings te zien van ondiep wortelende emergente soorten via dieper wortelende drijvende/ondergedoken naar nog dieper wortelende ondergedoken planten. In een smalle rand langs de oever komt een ring voor van gele plomp of waterlelie, met daarbuiten een randje mattenbies, riet, kalmoes en andere oeverplanten. Het diepere deel van dit watertype is begroeid met kranswieren. Het hypolimnion is onbegroeid.

In dergelijke wielen kan een interessante macrofaunagemeenschap voorkomen met onder meer enkele weinig algemene kokerjuffersoorten zoals *Mystacides nigra* en *M. longicornis*. De macrofaunagemeenschappen in de onderzochte diepe wielen waren niet rijk aan soorten. De meeste taxa zijn algemeen in Nederland. De soorten indiceren diep water (de wants *Micronecta meridionalis*) en eutroof water op de bodem (relatief grote aantallen vedermuglarven waaronder de taxa *Endochironomus albipennis*, *Glyptotendipes* sp. en *Cricotopus sylvestris* agg. In wielen zijn bodemvissen in verhouding tot vissen van het open water (diepere delen van de plassen) slechts weinig talrijk (Beije et al. 1994).

[89

#### Abiotische toestandsvariabelen

<i>variabele</i>	<i>range</i>
diepte	> 3 m
oppervlak	< 2000 m <sup>2</sup>
geïsoleerd	ja
chloride	< 0.3 g/l
ortho-fosfaat	< 0.03 mgP/l
totaal fosfaat	< 0.04 mgP/l
nitraat	< 0.35 mgN/l
ammonium	< 0.08 mgN/l
totaal stikstof	< 0.4 mgN/l
bodemtype	klei/zand

**Indicatoren***Vegetatie*

waterlelie (*Nymphaea alba*), gele plomp (*Nuphar lutea*), teer vederkruid (*Myriophyllum alterni-florum*), watergentiaan (*Nymphoides peltata*), brokkelig kransblad (*Chara contraria*), naaldwaterbies (*Eleocharis acicularis*), lidsteng (*Hippuris vulgaris*), mattenbies (*Schoenoplectus lacustris*)

*Macrofauna*

*Micronecta meridionalis*, *Mystacides nigra*, *Caenis luctuosa*, *Cloeon simile*, *Erythromma najas*, *Gammarus pulex*, *Haliplus immaculatus*, *Hydrodroma despiciens*, *Limnesia undulata*, *Parachironomus gr. arcuatis*, *Piona longipalpis*, *Polypedilum gr. sordens*, *Psectrocladius psilopterus*, *Tribelos intextus*

*Sigara scotti*, *Pseudochironomus prasinatus*, *Hygrobates trigonicus*, *Midea orbiculata*, *Arrenurus biscissus*, *Centroptilum luteolum*, *Molanna angustata*, *Mystacides sp.*, *Gerris argentatus*, *Mesovelgia furcata*, *Chaoborus flavicans*, *Demicryptochironomus vulneratus*, *Stictochironomus sp.*, *Dicrotendipes gr. tritonus*.

*Vissen*

Voor mogelijke vissoorten wordt verwezen naar paragraaf 5.5.2.

**Doelsoorten***Macrofauna*

*Planaria torva*

**Beheer en inrichting**

Ook in dit type kan de de ontwikkeling van oevervegetatie gestimuleerd worden (zie vorige type). Door het kleine oppervlak is dit type minder geschikt voor watervogels. Het beheer hoeft hierop niet gericht te zijn.

**5.6 Ondiepe wateren****5.6.1 Ondiepe wateren in open verbinding met de rivier****Processen**

Tot dit type behoren oude rivierarmen of voormalige nevengeulen. Door de open verbinding met de rivier treden vanaf de rivier richting de verst afgelegen delen gradiënten op in zowel waterbeweging als chemische samenstelling van het water (bijvoorbeeld nutriëntengehalte).

**Ecologische typering**

Door sterke stroming en peilfluctuaties komen in de monding weinig waterplanten voor. In deze wateren worden glanzig fonteinkruid, doorgroeid fonteinkruid en schedefonteinkruid aangetroffen.

De opening van de rivier (rechts) naar een voormalige nevengeul Foto: R. Nijboer



[91

Rivierfonteinkruid is een soort die bij de monding van strangen kan voorkomen. Verder komen de drijvende waterplanten veenwortel en watergentiaan voor (Janse 1986).

De oevers zijn begroeid met velden mattenbies of riet. De soorten *Typha angustifolia*, *Glyceria maxima*, *Phragmites australis*, *Phalaris arundinacea* en *Carex acuta* zijn kenmerkende oeversoorten. Op gedeelten van de oever komen pioniersvegetaties van riviertandzaad voor.

In frequent overstroomde zandputten, strangen, kleiputten en wielen bestaat de macrofauna-gemeenschap uit mosselen, slakken, vlokreeften, muggelarven en kokerjuffers. De macrofaunagemeenschap wordt qua soortensamenstelling gedomineerd door filtreerders (veel mosselen), terwijl verzamelaars hier relatief vaker voorkomen dan in andere typen. Het aandeel aan zandminnende macrofaunasoorten is hoog, evenals het aandeel rivierbewoners (veelal ubiquisten en immigranten). Kenmerkende taxa zijn hierin onder andere *Physa acuta*, *Gammarus tigrinus*, *Polypedilum gr. nubeculosum*, *Oecetis ochracea*, *Pisidium supinum*, *Unio sp.*

De wateren hebben een lage zichtdiepte en weinig begroeiing. De dominante vissoorten in dit type water zijn blankvoorn en brasem. Beide soorten zijn vooral aan te treffen in het open water met weinig begroeiing. Daarnaast komt snoek, baars en aal veelvuldig in dit type water voor. Een soort als snoek maakt gebruik van de oeverzone als paai- en foerageergebied. De geringe stroming maakt het habitat geschikt voor winde en riviergrondel.

**Abiotische toestandsvariabelen**

<i>variabele</i>	<i>range</i>
diepte	< 3 m
geïsoleerd	nee
chloride	< 0.3 g/l
ortho-fosfaat	< 0.07 mgP/l
totaal fosfaat	< 0.1 mgP/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 1.0 mgN/l
bodemtype	klei/zand

**Indicatoren***Vegetatie*

doorgroeid fonteinkruid (*Potamogeton perfoliatus*), rivierfonteinkruid (*Potamogeton nodosus*), schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*), watergentiaan (*Nymphoides peltata*), glanzig fonteinkruid (*Potamogeton lucens*)

*Macrofauna*

*Physa acuta*, *Polypedilum* gr. *nubeculosum*, *Oecetis ochracea*, *Valvata piscinalis*, *Micronecta meridionalis*, *Anisus vortex*, *Microtendipes* gr. *chloris*.

*Vissen*

Voor de mogelijke vissoorten wordt verwezen naar paragraaf 5.3.

**Doelsoorten***Macrofauna*

*Siphonurus aestivalis*, *Siphonurus lacustris*, *Oecetis notata*, *Psychomyia pusilla*

**Beheer en inrichting**

Het beheer in dit water komt grotendeels overeen met dat voor diepe wateren in open verbinding met de rivier. Verbeteren van de waterkwaliteit en verminderen van het effect van intensieve scheepvaart zijn ook hier de belangrijkste maatregelen. De aanwezigheid van zowel steile als flauwe oevers vergroot de structuurrijkdom in deze wateren.

**5.6.2 Ondiepe geïsoleerde sterk geïndeerde wateren****Processen**

Deze wateren liggen in de nabijheid van de rivier en zijn onderhevig aan zeer sterke stromingen tijdens de frequente inundaties. Doordat de wateren

ondiep zijn wordt de waterkwaliteit in sterke mate bepaald door de kwaliteit van het rivierwater.

De oever is aan erosie- en sedimentatieprocessen onderhevig, wat resulteert in een minerale zand/kleibodem met een geringe tot matige hoeveelheid organische materiaal.

### Ecologische typering

In deze wateren is een zonering van vegetatietypen te vinden van diep naar ondiep. De onderwaterzone is weer vertegenwoordigd door grote fonteinkruiden, de drijvende laag vooral door watergentiaan.

In de oeverbegroeiing komen soorten voor zoals riet, watertorkruid, liesgras, grote zeggen en moerasspirea. Ook zijn wilgenvloedstruwelen en -bossen er kenmerkend. Variaties treden op naar gelang de vorm en afmetingen van het water en eventuele begrazing. Door de sterk ontwikkelde oevervegetatie kan ook de macrofauna in de oeverzone zich goed ontwikkelen. Doordat de dynamiek van de rivier elke winter weer zijn invloed doet gelden zullen wateren van dit type niet snel verlanden want er treedt natuurlijke schoning op.

In frequent overstroomde zandputten, strangen, kleiputten en wielen bestaat de macrofaunagemeenschap uit mosselen, slakken, vlokreeften, muggelarven en kokerjuffers. De macrofaunagemeenschap wordt qua soortensamenstelling gedomineerd door filtreerders, terwijl verzamelaars hier relatief vaker voorkomen dan in andere typen. Het aandeel aan zandminnende macrofaunasoorten is hoog. Kenmerkende taxa zijn hierin onder andere *Physa acuta*, *Gammarus tigrinus*, *Polypedilum* gr. *nubeculosum* en *Oecetis ochracea* (Van den Brink 1990)

Indien in deze wateren een steil talud aanwezig is krijgen niet alle vegetaties van de verlandingsreeks de kans om zich te vestigen.

Karakteristiek voor steile oevers is de gemeenschap van kalmoes en gele lis.

### Abiotische toestandsvariabelen

<i>variabele</i>	<i>range</i>
diepte	< 3 m
geïsoleerd	ja
chloride	< 0.3 g/l
ortho-fosfaat	< 0.07 mgP/l
totaal fosfaat	< 0.1 mgP/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 1.0 mgN/l
inundatie	>20 dagen per jaar

**Indicatoren***Vegetatie*

glanzig fonteinkruid (*Potamogeton lucens*), rivierfonteinkruid (*Potamogeton nodosus*), doorgroeid fonteinkruid (*Potamogeton perfoliatus*), stijve waterranonkel, watergentiaan (*Nymphoides peltata*), watertorkruid (*Oenanthe aquatica*), veenwortel (*Polygonum amphibium* forma *natans*)

*Macrofauna*

*Physa acuta*, *Gammarus tigrinus*, *Polypedilum* gr. *nubeculosum*, *Oecetis ochracea*, *Cricotopus intersectus*, *Potamothenix moldaviensis*.

*Vissen*

Voor de mogelijke vissoorten wordt verwezen naar paragraaf 5.3.

**Doelsoorten***Macrofauna*

*Oecetis notata*, *Psychomyia pusilla*

**Beheer en inrichting**

Verbeteren van de waterkwaliteit van het rivierwater. Afwisseling van steil en flauw talud

**5.6.3 Ondiepe geïsoleerde matig geïnundeerde wateren****Processen**

Dit watertype wordt minder frequent geïnundeerd dan het vorige type. Hierdoor is de invloed van het rivierwater minder. De waterkwaliteit kan daardoor beter zijn. Tevens is de dynamiek lager waardoor vegetaties zich beter kunnen ontwikkelen. Verlanding kan in deze wateren optreden.

**Ecologische typering**

De belangrijkste verschillen tussen dit type en het frequent geïnundeerde type komen tot uiting in de watervegetaties. De fonteinkruidentzone is ook hier vertegenwoordigd, behalve met de bij het vorige type al genoemde grote fonteinkruidenten nu ook met kleine fonteinkruidenten. Plaatselijk komen minder algemene soorten voor zoals gewoon blaasjeskruid (*Utricularia vulgaris*). In de zone met drijvende waterplanten zijn veenwortel en watergentiaan vervangen door gele plomp en waterlelie. Verder kan de successiereeks enerzijds overeenkomen met die van het vorige type, anderzijds treden ook andere ontwikkelingen op, bijvoorbeeld de vorming van krabbescheurvelden en soortenrijke drijftillen of drijfzomen met onder andere waterscheerling en cyperzegge. In deze wateren kunnen dus alle successiestadia worden gevonden. Ook in de oevervegetatie kunnen minder algemene soorten optreden, zoals moeraskruident. Op modderige plaatsen

groeit de grote lisdodde. Macrofauna is soortenrijker dan in de frequent overstroomde ondiepe wateren. De verlanding kan in deze wateren ver voortschrijden. Door inundatie wordt de successie echter weer teruggezet. In strangen, kleiputten, wielen en zandputten die tussen 3 en 20 dagen per jaar worden overstroomd bestaat de macrofaunagemeenschap uit borstelarme wormen, watermijten, bloedzuigers, mosselen, slakken, wantsen en muggenlarven. Als er sprake is van steile oevers, wat in kleiputten vaak het geval is kunnen bijzonderheden zoals kranswieren, blaasjeskruid of lidsteng voorkomen.

De macrofaunagemeenschap bevat voornamelijk algemene soorten zoals *Glossiphonia heteroclita*, *Sphaerium corneum*, *Bithynia leachi*, *Sigara striata*, *Gerris odontogaster* en *Cricotopus sylvestris*.

Het relatief heldere water en de uitbundige, gevarieerde begroeiing zorgt voor geschikte habitatcondities voor kenmerkende soorten als snoek, ruisvoorn en zeelt. Daarnaast zijn baars, blankvoorn en aal veel voorkomende soorten. Snoek, ruisvoorn en zeelt zijn vooral aan te treffen in de oeverzone met een uitbundige begroeiing van oever- en waterplanten. Deze soorten gebruiken de oever- en waterplantenvegetaties als paaiplaats en fourageergebied. Baars, blankvoorn en aal houden zich meer op in het open water.

[95

#### Abiotische toestandsvariabelen

<i>variabele</i>	<i>range</i>
diepte	< 3 m
geïsoleerd	ja
chloride	< 0.3 g/l
ortho-fosfaat	< 0.03 mgP/l
totaal fosfaat	< 0.04 mgP/l
nitraat	< 0.35 mg/l
ammonium	< 0.4 mg/l
totaal stikstof	< 0.4 mg/l
bodemtype	organisch materiaal (op klei of zand)
inundatie	3-20 dagen per jaar

#### Indicatoren

##### *Vegetatie*

waterlelie (*Nymphaea alba*), krabbescheer (*Stratiotes aloides*) (drijftil), waterscheerling (*Cicuto virosa*) (drijftil), cyperzegge (*Carex pseudocyperus*) (drijftil), kleine fonteinkruiden (*Potamogeton* sp.), glanzig fonteinkruid (*Potamogeton lucens*), kranwier (*Chara* sp., *Nitella* sp), blaasjeskruid (*Utricularia* sp), lidsteng (*Hippurus vulgaris*), grote egelskop (*Sparganium erectum*), kleine lisdodde (*Typha angustifolia*)



*Macrofauna*

*Gerris odontogaster*, *Glossiphonia heteroclita*, *Parapygus stratiotata*, *Aeshna viridis*, *Bdellocephala punctata* (de laatste drie soorten zijn specifiek voor krabbescheervegetaties), *Physa acuta*, *Notonecta obliqua*, *Hesperocorixa castanea*, *Ilyocoris cimicoides*, *Natarsia punctata*

Waterwantsen komen veel voor in dit watertype

Foto: R. Nijboer



96]

*Vissen*

Het voorkomen van bepaalde vissoorten hangt in sterke mate af van de mate van inundatie. Bij regelmatige inundatie komen relatief meer riviervissen voor (paragraaf 5.3). Als inundatie minder vaak optreedt kan de visgemeenschap worden vergeleken met die in paragraaf 5.5.2.

**Doelsoorten***Macrofauna*

*Oecetis notata*, *Psychomyia pusilla*

**Beheer en inrichting**

Beheer moet gericht zijn op een regelmatigere afvoer in de rivier zodat deze wateren niet te frequent overstroomd worden. Daarnaast moet de waterkwaliteit van het rivierwater verbeteren om mesotrofe omstandigheden te waarborgen. Dit betekent dat niet alleen nutriëntengehalten maar ook sulfaat- en bicarbonaatgehalten in het rivierwater moeten dalen.

Een belangrijk biologisch proces in deze wateren is successie. Hierdoor zullen de wateren verlanden en uiteindelijk verdwijnen. In een natuurlijk rivierengebied worden telkens weer nieuwe wateren gevormd zodat de variatie aan successiestadia in stand gehouden wordt. Herstel van de rivier in zijn geheel (natuurlijke dynamiek) is waarschijnlijk niet haalbaar. Daarom

is het noodzakelijk de wateren afzonderlijk te beheren, zodat de verschillende successiestadia behouden blijven. Het gaat daarbij zowel om het bevorderen als om het stilzetten van de successie zodat de wateren niet te open zijn en niet geheel verlanden. Dit watertype is een intermediair tussen de typen frequent en zelden geïnundeerde rivierbegeleidende wateren.

Bevordering van natuurlijke successie en daarmee vergroting van de structuurrijkdom en diversiteit van de vegetatie en de makrofauna, is mogelijk door de volgende maatregelen te nemen (Janse 1986):

- Verlaging van de inundatiefrequentie, bijvoorbeeld het verhogen van de (zomer)kade;
- Tegengaan van uitdroging van (delen van) de plas, bijvoorbeeld te bereiken door: verhoging van de zomerwaterstand in het betreffende gebied, de afwateringscapaciteit van de plas beperkt te houden, zodat het waterpeil na een inundatie slechts geleidelijk daalt en flora en fauna zich daarop kunnen instellen (stortelder et al.1983), (in zeer ondiepe, vaak uitdrogende wateren) uitdiepen en zonodig aanbrengen van een wateron-doorlatende laag op de bodem;
- Handhaven of herstellen van een zwak glooiende oeverlijn met veel vormvariatie;
- Aanbrengen van een haag of een afrastering op enige afstand van het water en inrichting van een beperkt aantal veedrinkplaatsen, om te voorkomen dat de gehele oeverlijn door het vee betreden en begraasd wordt (staatsbosbeheer 1983, kollen & kant 1979, de gelder 1976);
- Indien van toepassing tegengaan van fysieke aantasting van de oeverzone, bijvoorbeeld door geleiding van de recreatiedruk, stopzetten van vuilstorten etc.

[97

Vertraging van de successie (en daarmee vastlegging van de plas in een bepaald tussen stadium) is mogelijk door (de Gelder 1976, Braakhekke 1982):

- Periodiek schonen in oktober jaarlijks of tweejaarlijks;
- Incidenteel baggeren, bijvoorbeeld elke 5, 10 of 20 jaar;
- Maaien van oevervegetatie;
- Extensieve begrazing van de oever;
- Uitgraven van ondiepe verlande wateren.

## 5.6.4 Geïsoleerde ondiepe zelden geïnundeerde wateren

### Processen

Dit watertype bestaat uit wateren die ontstaan zijn als afgesneden rivierarm of klei- of zandwinputten. Deze ondiepe wateren liggen op relatief grotere afstand van de rivier, zodat het rivierwater nog slechts zelden binnentreedt.

Bij piekafvoeren worden de wateren geïnundeerd en treedt natuurlijke schoning op. De waterkwaliteit is dan gelijk aan die van het rivierwater. Gedurende de rest van het jaar is de watersamenstelling afhankelijk van de verhouding tussen regenwater, kwelwater van de rivier en grondwater. In ondiepe wateren kunnen verschillende successiestadia aanwezig zijn. Verlanding van deze wateren is een natuurlijk proces, dat sneller verloopt indien inundatie langer uitblijft en het water matig voedselrijk is. Naarmate de wateren ouder zijn zal de bodem organischer worden.

### Ecologische typering

Het type bevat in de diepere delen grote en kleine fonteinkruiden. Een voorbeeld van minder algemene soorten die bij dit type horen is gewoon blaasjeskruid. In de zone met drijvende waterplanten komt de gele plomp voor. Kenmerkende soorten zijn voor de oever: *Typha angustifolia*, *Glyceria maxima*, *Phragmites australis*, *Phalaris arundinacea*, *Acorus calamus* en *Schoenoplectus lacustris* en voor het open water: *Nuphar lutea*, *Chara* sp., *Nymphaea alba*, *Potamogeton praelongus* en *Potamogeton lucens*.

In dit type zijn verlandingsprocessen bepalend voor de vegetatie. Doordat het water ondiep en mesotroof is kunnen krabbescheervelden, drijftillen en drijfzomen, zich uitgebreid ontwikkelen. In de krabbescheervelden kunnen zwarte sterns broeden. Er treden plaatselijk wat voedselarmere omstandigheden op, waardoor daaraan aangepaste plantensoorten meer kansen krijgen. Dit type vormt een overgang naar binnendijks gelegen wateren, waar onder geschikte omstandigheden veenvorming en de ontwikkeling van broekbos met elzen en berken optreedt.

Indien sprake is van steile oevers kunnen kranswiervelden van bijvoorbeeld *Chara vulgaris* of een vegetatie met lidsteng zich ontwikkelen. Op een steile oever speelt concurrentie met soorten zoals krabbescheer geen rol.

In dit watertype is de macrofaunagemeenschap divers en bestaat voornamelijk uit platwormen, bloedzuigers, veel slakken, zoetwaterpissebedden, wantsen, veel kevers, muggelarven en kokerjuffers. De macrofaunagemeenschap wordt qua soortensamenstelling gedomineerd door predatoren. Grazers komen in dit type relatief veel voor. Het aandeel aan vegetatie- en slibminnende macrofaunasoorten is hoog. De soorten indiceren -mesosaproob milieu en stilstaand water.

Het relatief heldere water en de uitbundige, gevarieerde begroeiing zorgt voor geschikte habitatcondities voor kenmerkende soorten als snoek, ruisvoorn en zeelt. Daarnaast zijn baars, blankvoorn en aal veel voorkomende soorten. Snoek, ruisvoorn en zeelt zijn vooral aan te treffen in de oeverzone met een uitbundige begroeiing van oever- en waterplanten. Deze soorten gebruiken de oever- en waterplantenvegetaties als paaiplaats en fourageergebied. Baars, blankvoorn en aal houden zich meer op in het open water.

**Abiotische toestandsvariabelen**

<i>variabele</i>	<i>range</i>
diepte	< 3 m
geïsoleerd	ja
chloride	< 0.3 g/l
ortho-fosfaat	< 0.03 mgP/l
totaal fosfaat	< 0.04 mgP/l
nitraat	< 0.35 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 0.4 mgN/l
bodemtype	organisch materiaal (op klei of zand)
inundatie	< 3 dagen/jaar

[99

**Indicatoren***Vegetatie*

krabbescheer (*Stratiotes aloides*), waterscheerling (*Cicuta virosa*), hoge cyperzegge (*Carex pseudocyperus*), holpijp (*Equisetum fluviatile*), grote boterbloem (*Ranunculus lingua*), grote egelskop (*Sparganium erectum*), grote lisdodde (*Typha latifolia*), gewoon blaasjeskruid (*Utricularia vulgaris*), Gele plomp (*Nuphar lutea*), kranswieren (*Chara* sp.), witte waterlelie (*Nymphaea alba*), langstengelig fonteinkruid (*Potamogeton praelongus*), glanzig fonteinkruid (*Potamogeton lucens*), lidsteng (*Hippuris vulgaris*).

*Macrofauna*

*Holocentropus dubius*, *Holocentropus picicornis*, *Dendrocoelum lacteum*, *Dero dorsalis*, *Theromyzon tessulatum*, *Hesperocorixa linnei*, *Agrypnia pagetana*, *Haemonais waldvogeli*, *Cymatia coleoprata*, *Anatopynia plumipes*, *Paraponyx stratiotata*, *Aeshna viridis*, *Bdellocephala punctata*, *Erpobdella testacea*, *Triaenodes bicolor*, *Helophorus brevipalpis*, *Laccophilus minutus*, *Chaoborus flavicans*, *Valvata cristata*

*Vissen*

Voor mogelijke vissoorten wordt verwezen naar paragraaf 5.5.2.

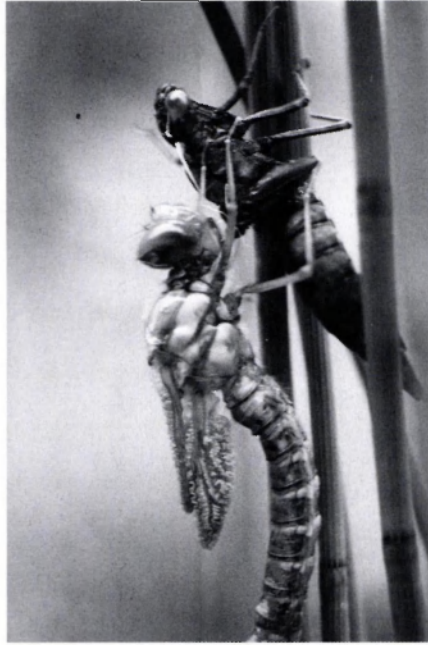
**Doelsoorten***Macrofauna*

*Bdellocephala punctata*, *Grammotaulius nitidus*, *Limnephilus incisus*, *Oecetis notata*

**Beheer en inrichting**

Beheer moet gericht zijn op een regelmatigere afvoer in de rivier zodat deze wateren slechts zelden overstroomd worden. Daarnaast moet de waterkwaliteit van het rivierwater verbeteren om mesotrofe

Holpijp met emergerende de libelle Foto: R. Nijboer



100]

omstandigheden te waarborgen. Dit betekent dat niet alleen nutriëntengehalten maar ook sulfaat- en bicarbonaatgehalten in het rivierwater naar beneden moeten.

Een belangrijk biologisch proces in deze wateren is successie. Hierdoor zullen de wateren verlanden en verdwijnen. In een natuurlijk rivierengebied worden telkens weer nieuwe wateren gevormd zodat de variatie aan successiestadia in stand gehouden wordt. Herstel van de rivier in zijn geheel (natuurlijke dynamiek) is waarschijnlijk niet haalbaar. Daarom is het noodzakelijk de wateren afzonderlijk te beheren, zodat de verschillende successiestadia behouden blijven. Bij dit watertype hoeft de successie niet bevorderd te worden. Verlandingsvegetaties zijn reeds aanwezig. Het gaat voornamelijk om het stilzetten van de successie zodat de wateren niet geheel verlanden. Dit in tegenstelling tot het vorige watertype waarbij de successie zowel bevorderd als stilgezet kan worden afhankelijk van het stadium waarin het water zich bevindt.

Vertraging van de successie (en daarmee vastlegging van de plas in een bepaald tussen stadium) is mogelijk door (de Gelder 1976, Braakhekke 1982):

- Periodiek schonen in oktober jaarlijks of tweejaarlijks;
- Incidenteel baggeren, bijvoorbeeld elke 5, 10 of 20 jaar;
- Maaien van oevervegetatie;
- Extensieve begrazing van de oever;
- Uitgraven van ondiepe verlande wateren.

Hoge cyperzegge, een plant van drijftillen en oevervegetaties Foto: R. Nijboer



[101

Om ook kranswieren een kans te geven kunnen delen van de oever steil gemaakt worden en kan incidenteel gebaggerd worden.



# 6 Getijdenwateren

## 6.1 Opzet

De getijdenwateren van de grote rivieren zijn complexe systemen met een aantal zeer duidelijke gradiënten. De gradiënt in saliniteit of zoutgehalte is een factor die in sterke mate het voorkomen van de verschillende levensgemeenschappen in getijdenwateren bepaalt. Op basis van verschillen in saliniteit worden drie zones onderscheiden, dit zijn het zoete, het licht brakke en het brakke getijdengebied. De indicatorsoorten voor macrofauna en vegetatie zijn daarnaast voor zoete, licht brakke en brakke getijdenwateren onderverdeeld naar:

- Intergetijdenzone: Dit zijn de delen die tweemaal daags onder invloed van het getij droogvallen en weer overstromen. Onderscheid wordt gemaakt tussen de substraten zand en slib. Voor de macrofauna worden daarnaast nog de voor de begroeide delen karakteristieke soorten genoemd.
- Ondiepe delen: Dit zijn ondiepe, tijdens laagwater tot circa 1 meter diepe, wateren die permanent zijn overstromd. Het substraat bestaat uit zand of slib, er is echter geen onderscheid gemaakt tussen de kenmerkende soorten
- Diepe delen en stroomgeul: Dit zijn alle delen die tijdens laagwater dieper zijn dan circa 1 meter. Hieronder vallen ook de grote stroomgeulen en de rivierbedding. Plaatselijk kunnen aanzienlijke stroomsnelheden optreden. Het substraat bestaat uit (combinaties van) grof zand, fijn zand of slib en natuurlijke substraten zoals mosselbanken. Bij de beschrijving van de diepe delen wordt geen onderscheid gemaakt tussen de kenmerkende soorten voor de verschillende substraten omdat de diepe geulen zeer soortenarm zijn en de levensgemeenschap bestaat uit zeer algemene soorten die in verschillende substraten kunnen voorkomen.

In totaal worden er op deze wijze negen watertypen onderscheiden. Bij de beschrijving van de referentiesituatie is daarbij zoveel mogelijk uitgegaan van de situatie zoals die was vóór de afsluiting van het Haringvliet in 1970. De informatie uit deze periode is fragmentarisch, waarbij met name gegevens over het voorkomen van macrofauna schaars zijn. Als gevolg hiervan zijn bepaalde groepen (zoals de insecten en borstelarme wormen in de zoete getijdenwateren) in de typologie ondervetegenwoordigd. Ook is het hierdoor moeilijk om onderscheid te maken tussen de verschillende habitats van de permanent overstromde getijdenwateren zoals zand of slib en langzaam- en snelstromende delen. De gehanteerde indeling is deels bepaald door het detailniveau waarop historische gegevens aanwezig waren en is daarom voor een deel van de wateren vrij globaal.



Getijdenkreekje in de Dortsche Biesbosch. Foto: N. Jaarsma



104 ]

Hieronder is aangegeven welke informatie is gebruikt om de watertypen te onderscheiden en te karakteriseren. Voor de karakterisering van alle typen met betrekking tot de aanwezige vegetatietypen is gebruik gemaakt van Schaminee et al. (1994).

Voor rivierbegeleidende wateren die onder invloed staan van getij wordt verwezen naar paragraaf 5.3.

Gemeenschappen van zoete getijdenwateren:

Butot (1963), De Hoog et al. (1997), Den Hartog (1963), Den Hartog (1964), Jans (1996), Klink & Dudok van Heel (1993), Klink (1994), Mes & Boudewijn (1989), Mes et al. (1990), Vaas (1960), Vaas (1961), Wolff (1968), Wolff (1970), Wolff (1973).

Gemeenschappen van licht brakke en brakke getijdenwateren:

Beeftink (1965), De Hoog et al. (1997), Den Hartog (1963), Den Hartog (1964), Jans (1996), Klink (1994), Mes et al. (1990), Rundle et al. (1998), Slager & Mes (1988), Vaas (1960), Wolff (1973), Ysbaert et al. (1998).

Vissoorten zijn aangevuld met behulp van Nijssen & De Groot (1987) en De Nie (1997).

## 6.2 Verschillen en overlap met de getijdenwateren ecotopen

Voor de onderstaande typologie van de getijdenwateren is in grote lijnen aangesloten bij het Rijkswateren Ecotopenstelsel (Van der Molen et al., 2000). Beide indelingen gaan uit van een onderverdeling van de getijdenwateren in zoet, licht brak en (matig) brak (tabel 6.1). Binnen deze hoofdingeling worden verschillende gemeenschapstypen (deze typologie) of ecotopen (Ecotopenstelsel) onderscheiden. Het belangrijkste verschil tussen beide indelingen is een verschil in zonering van de habitats/ecotopen. Bij de hier gepresenteerde indeling wordt veel aandacht besteed aan de intergetijdenzone, het dagelijks tweemaal droogvallende deel van het getijdengebied. Hier worden een aantal voor het getijdengebied zeer karakteristieke soorten macrofauna en macrofyten aangetroffen. De vegetatie in het getijdengebied is zelfs vrijwel geheel beperkt tot de intergetijdenzone of daarboven. De zonering van het permanent overstroomde deel van het gebied is vrij globaal. Onderscheid wordt gemaakt tussen ondiepe getijdenwateren (tot circa 1 meter diep bij laag water) en de diepe getijdenwateren en de stroomgeul. Van der Molen et al. beschrijven alleen de permanent overstroomde delen welke vervolgens verder zijn onderverdeeld naar diepte en bodemtype/substraat. Tabel 6.1 geeft een overzicht van beide indelingen.

[105

**Tabel 6.1** Overlap en verschillen tussen de verschillende typologieën van het getijdengebied.

Watertype (dit rapport)		Ecotopen (Van der Molen, 2000)	
<i>Zoete getijdenwateren</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intergetijdenzone, zand, slib of begroeid</li> <li>- Ondiepe getijdenwateren</li> <li>- Diepe getijdenwateren en stroomgeul</li> </ul>	Zoete getijdenwateren	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kreek, zand/slib</li> <li>- Ondiep, zand/slib of hard</li> <li>- Matig diep, zand/slib of hard</li> <li>- Diep, zand/slib of hard</li> <li>- Zeer diep</li> </ul>
<i>Licht brakke getijdenwateren</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intergetijdenzone, zand, slib of begroeid</li> <li>- Ondiepe getijdenwateren</li> <li>- Diepe getijdenwateren en stroomgeul</li> </ul>	Licht brakke getijdenwateren	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kreek, zand/slib</li> <li>- Ondiep, zand/slib of hard</li> <li>- Matig diep, zand/slib of hard</li> <li>- Diep, zand/slib of hard</li> <li>- Zeer diep</li> </ul>
<i>Brakke getijdenwateren</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intergetijdenzone, zand, slib of begroeid</li> <li>- Ondiepe getijdenwateren</li> <li>- Diepe getijdenwateren en stroomgeul</li> </ul>	Brakke getijdenwateren	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kreek, zand/slib</li> <li>- Ondiep, zand/slib of hard</li> <li>- Matig diep, zand/slib of hard</li> <li>- Diep, zand/slib of hard</li> <li>- Zeer diep</li> </ul>

## 6.3 Zoete getijdenwateren

### 6.3.1 Zoete intergetijdenzone

#### Processen

Als gevolg van de getijbeweging wisselt tweemaal daags de stroomrichting van het water in het zoetwatergetijdengebied en vertoont het waterpeil sterke fluctuaties (circa 1-1.3 meter). De hierbij optredende erosie- en sedimentatieprocessen zijn sturend voor de morfologie van het gebied en zorgen voor de vorming van stroomgeulen, krekens en oeverwallen. Op plaatsen met lagere stroomsnelheden ontstaan zandplaten, slikken en gorzen. Door sedimentatie van materiaal komen ze steeds hoger te liggen. De intergetijdenzone is de tweemaal daags droogvallende zone tussen gemiddeld laag water (GLW) en gemiddeld hoog water (GHW). Deze zone kenmerkt zich door een sterk dynamisch milieu. Afhankelijk van de hoogteligging en inundatieduur worden verschillende successiestadia van de vegetatie aangetroffen. Het chloridegehalte van het water ligt beneden 0.3 g/l.

#### Ecologische typering

De levensgemeenschap van de intergetijdenzone bestaat uit soorten die zijn aangepast aan de invloed van de getijbeweging. 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.

De vegetatie van de intergetijdenzone van het zoetwatergetijdengebied bestaat naast een aantal meer algemene soorten uit enkele soorten en soortencombinaties die alleen hier voorkomen. Op de droogvallende plaatsen en de ondiepe kommen worden gorzenbegroeiingen en grienden aangetroffen. Afhankelijk van de hoogteligging en overstromingsduur worden van laag naar hoog: biezengorzen, rietgorzen en wilgengrienden aangetroffen. De laatste overstromen slechts periodiek bij hoog water. Bij een hoogteligging van circa een halve meter beneden tot enkele decimeters boven GHW komen soorten zoals heen voor. In het onderste deel van deze zone worden de biezengorzen aangetroffen, met driekantige bies (*Schoenoplectus triquetus*). Deze soort is kenmerkend voor plaatsen met een wisselend waterpeil. In de hoger gelegen delen, vanaf circa 1 dm beneden GHW, worden de rietgorzen aangetroffen, met de spindotter (*Caltha palustris* ssp. *araneosa*). Beide soorten zijn in hun verspreiding beperkt tot het zoetwatergetijdengebied. Kenmerkend voor de oevers van kleine, niet te snel stromende kreekjes is de waterpeper. Gevleugeld sterrekroos (*Callitriche stagnalis*) is een amfibische soort die enige tijd droogval kan verdragen. De macrofauna van de zoete getijdenwateren onderscheidt zich van de licht brakke en brakke wateren door het voorkomen van een grotere diversiteit

aan insecten en borstelarme wormen. De zoete intergetijdenzone herbergt een aantal zeer karakteristieke macrofaunasoorten die vrijwel geheel of zelfs geheel in hun verspreiding zijn aangewezen op het zoetwatergetijdengebied. Het getijdenslakje *Mercuria confusa* (oude naam: *Pseudamnicola confusa*) wordt vaak gevonden bij de hoogwaterlijn van kleine met driekantige bies, waterpeper en waterereprijs begroeide doodlopende kreekjes of kommen. De amfibisch levende bloedzuiger *Trocheta bykowskii* is eveneens kenmerkend voor de intergetijdenzone. Deze soort wordt vaak samen gevonden met de paardenbloedzuiger *Haemopsis sanguisuga*. De vlokreeft *Orchestia cavimana* is afhankelijk van aanspoelsel en wordt bevoordeeld door de getijbeweging. De macrofauna van de droogvallende delen is verschillend voor de zandplaten, slikken en gorzen. De laatste zijn het meest soortenrijk.

### Abiotische toestandsvariabelen

<i>variabele</i>	<i>Range</i>
chloride	< 0.3 g/l
totaal fosfaat	< 0.1 mgP/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 1 mgN/l
gemiddeld getijverschil	2 m
zuurstofverzadiging	80 – 120 %
diepte	GLW-GHW

[107

### Indicatoren

#### *Vegetatie*

bastaardbies (*Schoenoplectus x carinatus*), bittere veldkers (*Cardamine amara*), driekantige bies (*Schoenoplectus triqueter*), gevleugeld sterrekroos (*Callitriche stagnalis*), grote lisdodde (*Typha latifolia*), heen (*Bolboschoenus maritimus*), moeraskruiskruid (*Senecio paludosus*), moerasvergeet-mij-nietje (*Myosotis palustris*), riet (*Phragmites australis*), spindotter (*Caltha palustris* ssp. *araneosa*), waterpeper (*Polygonum hydropiper*).

#### *Macrofauna*

Droogvallend begroeid: *Agrilolimax reticulatus*, *Erpobdella vilnensis*, *Haemopsis sanguisuga*, *Stagnicola palustris*, *Radix peregra*, *Orchestia cavimana*, *Perforatella rubiginosa* (terrestrische soort, beperkt tot net boven hoogwaterlijn zoetwatergetijdengebied), *Potamopyrgus antipodarum*, *Pseudorthocladius curtistylus* agg., *Mercuria confusa*, *Trocheta bykowskii*  
 Droogvallend zand: *Lipiniella arenicola*, *Metriocnemus inopinatus* agg., *Sphaerium solidum*  
 Droogvallend slib: *Pisidium* sp., *Sphaerium corneum*, *Trocheta bykowskii*

Droogvallende kreek in de Brabantse Biesbosch. Foto: N. Jaarsma



108 ]

#### **Doelsoorten**

*Macrofauna*

geen

#### **Beheer en inrichting**

Voor levensgemeenschappen van zoetwatergetijdengebieden is de dagelijkse variatie in waterpeil en stroming een basisvoorwaarde. Tot voor de afsluiting van het Haringvliet werden in de Biesbosch getijverschillen van gemiddeld circa 2 meter bereikt. Na de afsluiting bedraagt het gemiddelde getijverschil nog slecht enkele decimeters. Om de kenmerkende levensgemeenschappen van het zoetwatergetijdengebied weer te herstellen is terugkeer van de getijbeweging dus noodzakelijk.

Een groot deel van de waterbodem in het zoetwatergetijdengebied is zwaar verontreinigd door de jarenlange bezinking van vervuild slib. Na de afsluiting van de Haringvlietsluizen is de stroming verminderd en daardoor de bezinking van slib toegenomen. Om een goede ontwikkeling van de levensgemeenschappen mogelijk te maken is het nodig deze bodem te saneren (Nijboer & Verdonschot 1997).

### **6.3.2 Zoete, ondiepe getijdenwateren**

#### **Processen**

De ondiepe delen van het zoetwatergetijdengebied zijn de permanent overstromde delen, tot een diepte van circa 1 meter beneden GLW. Door de invloed van eb en vloed vertonen ze tweemaal daags een omgekeerde

stromingsrichting. Erosie- en sedimentatieprocessen bepalen de morfologie van deze wateren. Afhankelijk van de stroomsnelheid van het water bestaat de bodem uit zand of slib.

### Ecologische typering

De schaarse ondergedoken waterplanten in het zoetwatergetijdengebied worden gevonden in de beschutte delen van kreken, doodlopende geulen en kommen die niet geheel droogvallen. Hier kunnen soorten zoals doorgroeid fonteinkruid (*Potamogeton perfoliatus*) en schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*) worden gevonden.

In ondiepe kommen kunnen begroeiingen worden aangetroffen met driekantige bies (*Schoenoplectus triqueter*). Ook kunnen rietgorzen worden aangetroffen, met de spindotter (*Caltha palustris* ssp. *araneosa*). Beide soorten zijn voor hun verspreiding aangewezen op het zoetwatergetijdengebied.

De macrofauna van de ondiepe, niet te snel stromende, delen wordt gekenmerkt door zoetwatermosselen waaronder soorten van de stroommossels (*Unioninae*) en zwanenmossels (*Anodontinae*).

[109

### Abiotische toestandsvariabelen

<i>variabele</i>	<i>range</i>
chloride	< 0.3 g/l
totaal fosfaat	< 0.1 mgP/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 1 mgN/l
gemiddeld getijverschil	2 m
zuurstofverzadiging	80 – 120 %
diepte	0 – 1 m beneden GLW

### Indicatoren

#### *Macrofyten*

doorgroeid fonteinkruid (*Potamogeton perfoliatus*), schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*), bastaardbies (*Schoenoplectus x carinatus*), driekantige bies (*Schoenoplectus triqueter*), gevleugeld sterrekroos (*Callitriche stagnalis*), heen (*Bolboschoenus maritimus*), riet (*Phragmites australis*), spindotter (*Caltha palustris* ssp. *araneosa*)

#### *Macrofauna*

*Anodonta anatina*, *Anodonta cygnea cygnea*, *Pseudanodonta complanata*, *Sphaerium rivicola*, *Unio crassus batavus*, *Unio pictorum*, *Unio tumidus*, *Stictochironomus* sp., *Glyptotendipes pallens* (dood hout)

De spindotter, karakteristiek voor het zoetwatergetijdengebied. Foto: N. Jaarsma.



#### Doelsoorten

*Macrofauna*

geen

#### Beheer en inrichting

Voor levensgemeenschappen van zoetwatergetijdengebieden is de dagelijkse variatie in waterpeil en stroming een basisvoorwaarde. Tot voor de afsluiting van het Haringvliet werden in de Biesbosch getijverschillen van gemiddeld circa 2 meter bereikt. Na de afsluiting bedraagt het gemiddelde getijverschil nog slecht enkele decimeters. Om de kenmerkende levensgemeenschappen van het zoetwatergetijdengebied weer te herstellen is terugkeer van de getijbeweging dus noodzakelijk.

Een groot deel van de waterbodem in het zoetwatergetijdengebied is zwaar verontreinigd door de jarenlange bezinking van vervuild slib. Na de afsluiting van de Haringvlietsluizen is de stroming verminderd en daardoor de bezinking van slib toegenomen. Om een goede ontwikkeling van de levensgemeenschappen mogelijk te maken is het nodig deze bodem te saneren (Nijboer & Verdonschot 1997).

### 6.3.3 Zoete, diepe getijdenwateren en de stroomgeul

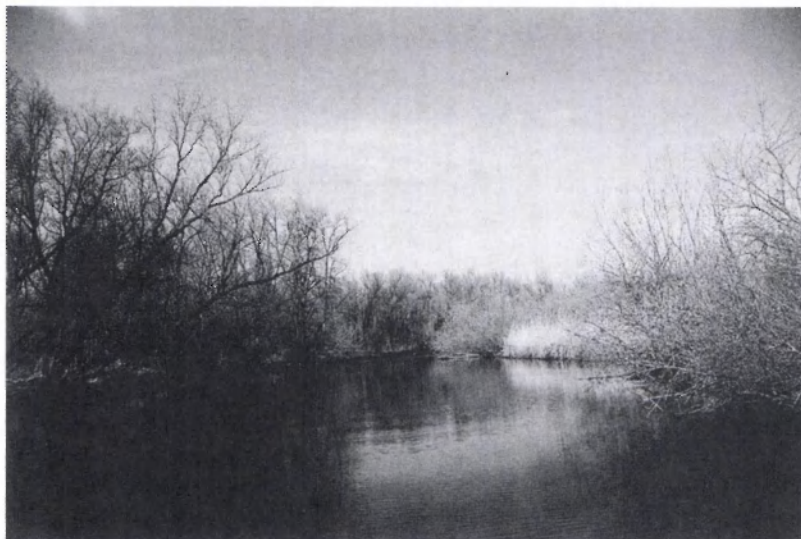
#### Processen

In de diepe stroomgeulen (> 1m) worden hoge stroomsnelheden bereikt die kunnen oplopen tot anderhalve meter per seconde. Door erosie en sedimentatie is het stroombed instabiel en wordt de loop van de geulen



voortdurend verlegd. Het stroombed bestaat bij sterke stroming grotendeels uit zand, in diepere of langzaam stromende delen wordt slib afgezet.

Stroomgeul in de Brabantse Biesbosch. Foto: Nico Jaarsma



[111

### **Ecologische typering**

In de diepe delen en de stroomgeul worden geen macrofyten aangetroffen. De macrofaunagemeenschap van het stroombed van de diepe geulen is soortenarm. Op plaatsen met sterke stroming en een instabiel stroombed zijn de omstandigheden slecht. Op plaatsen met minder sterke stroming kunnen zich meer soorten handhaven. Kenmerkend zijn een aantal (stromingsminnende) soorten borstelarme wormen. Voor een aantal vissoorten zoals de finten de spiering is het zoetwatergetijdengebied essentieel voor de voortplanting. Ze zetten hun eieren af boven zandbanken waarvoor goede zuurstofcondities noodzakelijk zijn. De fint en de spiering paaien voornamelijk in het zoetwatergetijdengebied. Andere riviertrekvisseren zoals de elft trekken verder de rivier op om te paaien. Deze soorten kunnen in het zoetwatergetijdengebied worden aangetroffen maar zijn slechts op doortrek.



**Abiotische toestandsvariabelen**

<i>variabele</i>	<i>range</i>
chloride	< 0.3 g/l
totaal fosfaat	< 0.1 mgP/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 1 mgN/l
stroomsnelheid	0 - 1.5 m/s
gemiddeld getijverschil	2 m
zuurstofverzadiging	80 - 120 %
diepte	1 - 10 m beneden GLW

112 ]

**Indicatoren***Macrofyten*

De gele plomp (*Nuphar lutea*) kan tot 2 m diepte in stromend water voorkomen.

*Macrofauna*

*Aulodrilus limnobius*, *Aulodrilus pigueti*, *Dreissena polymorpha*, *Limnodrilus udekemianus*, *Pisidium nitidum*, *Potamothenix moldaviensis*, *Psammoryctides barbatus*, *Stylaria lacustris*, *Potamothenix vejvodskyi*, *Tubifex ignotus*, *Tubifex newaensis*, *Propappus volkii*, *Kloosia pusilla*

*Vissen*

In de zoete getijdenwateren zijn de riviertrekvisseren aan te treffen zoals: fint (*Alosa fallax*), spiering (*Osmerus eperlanus*), steur (*Acipenser sturio*), zeeperk (*Petromyzon marinus*), rivierperk (*Lampetra fluviatilis*), elft (*Alosa alosa*), houting (*Coregonus oxyrinchus*), zalm (*Salmo salar*) en zeeforel (*Salmo trutta*). Daarnaast komen dezelfde soorten voor als in de langzaam stromende delen van de grote rivieren (paragraaf 4.4.1).

**Doelsoorten***Macrofauna*

*Planaria torva*

**Beheer en inrichting**

Voor levensgemeenschappen van zoetwatergetijdengebieden is de dagelijkse variatie in waterpeil en stroming een basisvoorwaarde. Tot voor de afsluiting van het Haringvliet werden in de Biesbosch getijverschillen van gemiddeld circa 2 meter bereikt. Na de afsluiting bedraagt het gemiddelde getijverschil nog slecht enkele decimeters. Om de kenmerkende levensgemeenschappen van het zoetwatergetijdengebied weer te herstellen is terugkeer van de getijbeweging dus noodzakelijk.

Een groot deel van de waterbodem in het zoetwatergetijdengebied is zwaar verontreinigd door de jarenlange bezinking van vervuild slib. Na de afsluiting van de Haringvlietsluizen is de stroming verminderd en daardoor de bezinking van slib toegenomen. Om een goede ontwikkeling van de levensgemeenschappen mogelijk te maken is het nodig deze bodem te saneren (Nijboer & Verdonschot 1997).

## 6.4 Licht brakke getijdenwateren

### 6.4.1 Licht brakke intergetijdenzone

#### Processen

Voor de licht brakke intergetijdenzone zijn dezelfde processen van belang als voor de zoete intergetijdenzone. Het getijverschil is hier zelfs iets groter. Op basis van literatuur uit de jaren zestig wordt er vanuit gegaan dat van nature het verschil circa 2,25 bedraagt. Tijdens eb vallen zandplaten, slikken en gorzen droog, door sedimentatie van zand en slib komen ze steeds hoger te liggen. Afhankelijk van de hoogteligging en inundatieduur worden verschillende successiestadia in de vegetatie aangetroffen. Het zoutgehalte van het water vertoont tweemaal daags een fluctuatie tussen circa 0.3 en 3 g Cl<sup>-</sup>/l.

[113]

#### Ecologische typering

De gemeenschappen van zandplaten, slikken en gorzen zijn onderling verschillend. De vegetatie van de licht brakke gorzen (tot circa 5.5 g Cl<sup>-</sup>/l) wordt gekenmerkt door ruwe bies. Deze groeit op standplaatsen van GLW tot circa 0.4 meter beneden GHW. Tussen 0.4 en 0.1 meter beneden GHW worden vegetaties van heen aangetroffen. De hogere delen vanaf 0.1 meter beneden tot circa 0.2 meter boven GHW zijn begroeid met riet.

De licht brakke getijdenwateren hebben vergeleken met de zoete getijdenwateren een lagere diversiteit aan insecten en borstelarme wormen. De macrofauna van de kale zandplaten is zeer arm, de droogvallende slikken en gorzen zijn soortenrijker. Een aantal soorten zoals de bloedzuiger *Trocheta bykowskii*, de vlokreeft *Gammarus zaddachi* en *Orchestia cavimana* zijn grotendeels beperkt tot het zoete en licht brakke deel. Ze nemen geleidelijk in aantal af tot ze vrijwel volledig verdwenen zijn bij een chloridegehalte van circa 3 g Cl<sup>-</sup>/l.

Soorten als de vlokreeft *Gammarus salinus* en de strandgaper *Mya arenaria* doen hun intrede bij de overgang met het brakke deel.

**Abiotische toestandsvariabelen**

<i>variabele</i>	<i>range</i>
chloride	0.3-3 g/l
totaal fosfaat	< 0.1 mgP/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 1 mgN/l
stroomsnelheid	0 - 1.5 (m/s)
gemiddeld getijverschil	2.25 m
zuurstofverzadiging	80 - 120 %
diepte	GLW-GHW

**Indicatoren***Macrophyten*

riet (*Phragmites australis*), ruwe bies (*Schoenoplectus tabernaemontani*), heen (*Bolboschoenus maritimus*), kleine watereppe (*Berula erecta*), kleine lisdodde (*Typha angustifolia*), mattenbies (*Schoenoplectus lacustris*), waterzuring (*Rumex hydrolapathum*)

*Macrofauna*

Droogvallend begroeid: *Orchestia cavimana*, *Perforatella rubiginosa* (terrestrisch), *Potamopyrgus antipodarum*, *Mercuria confusa*, *Radix peregra*, *Stagnicola palustris*

Droogvallend zand: *Nereis diversicolor*, *Gammarus zaddachi*

Droogvallend slib: *Trocheta bykowskii*, *Nereis diversicolor*, *Chironomus gr. aprilius*

Droogvallende slikplaat      Foto: P. Verdonschot



**Doelsoorten***Macrofauna*

geen

**Beheer en inrichting**

Voor de ontwikkeling van de levensgemeenschappen van de licht brakke wateren is het herstel van de getijdeninvloed noodzakelijk. Sinds de afsluiting van de Haringvlietsluizen is de dynamiek in het gebied sterk afgenomen en is het licht brakke deel verzoet. Door windwerking en golfslag is op grote schaal oevererosie opgetreden. Hierdoor zijn steile, rechte oevers ontstaan met beperkte mogelijkheden voor de ontwikkeling van de littorale vegetatie en macrofauna. Wanneer de oorspronkelijke dynamiek weer wordt hersteld, krijgen processen zoals erosie en sedimentatie weer de ruimte. Door de natuurlijke peilfluctuaties en stroming zal de oorspronkelijke oevermorfologie weer hersteld worden en zal er weer een gradiënt in zoutgehalte ontstaan. Dan ontstaan er weer mogelijkheden voor de kenmerkende gemeenschappen van licht brakke wateren om zich te ontwikkelen.

[115

**6.4.2 Licht brakke, ondiepe getijdenwateren****Processen**

Hier zijn dezelfde processen van belang als bij de ondiepe wateren in het zoetwatergetijdengebied. Het van het water vertoont tweemaal daags een fluctuatie en ligt tussen circa 0.3 en 3 g Cl<sup>-</sup>/l.

**Ecologische typering**

Binnen deze gemeenschap worden weinig macrofyten aangetroffen. In ondiepe, heldere, beschutte delen in het licht brakke en brakke deel van het getijdengebied kan spiraalruppia worden aangetroffen. Deze soort komt voor in wateren met een gemiddelde chloridegehalte van 2 tot 35 g/l, echter slechts bij uitzondering buitendijks in wateren waar sprake is van getijdeninvloed. Daarnaast kan schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*) worden aangetroffen. Deze soort is bestand is tegen hogere zoutgehalten.

**Abiotische toestandsvariabelen**

<i>variabele</i>	<i>range</i>
chloride	0.3-3 g/l
totaal fosfaat	< 0.1 mgP/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 1 mgN/l
stroomsnelheid	0 - 1.5 m/s
gemiddeld getijverschil	2.25 m
zuurstofverzadiging	80 - 120 %
diepte	1 - 10 m beneden GLW

**Indicatoren***Macrofyten*

schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*), spiraalruppia (*Ruppia cirrhosa*)

*Macrofauna*

*Chironomus* gr. *aprilinus*, *Gammarus zaddachi*, *Nereis diversicolor*, *Trocheta bykowskii*

**Doelsoorten***Macrofauna*

geen

**Beheer en inrichting**

Voor de ontwikkeling van de levensgemeenschappen van de licht brakke wateren is het herstel van de getijdeninvloed noodzakelijk. Sinds de afsluiting van de Haringvlietsluizen is de dynamiek in het gebied sterk afgenomen en is het licht brakke deel verzoet. Door windwerking en golfslag is op grote schaal oevererosie opgetreden. Hierdoor zijn steile, rechte oevers ontstaan met beperkte mogelijkheden voor de ontwikkeling van de littorale vegetatie en macrofauna. Wanneer de oorspronkelijke dynamiek weer wordt hersteld, krijgen processen zoals erosie en sedimentatie weer de ruimte. Door de natuurlijke peilfluctuaties en stroming zal de oorspronkelijke oevermorfologie weer hersteld worden en zal er weer een gradiënt in zoutgehalte ontstaan. Dan ontstaan er weer mogelijkheden voor de kenmerkende gemeenschappen van licht brakke wateren om zich te ontwikkelen.

Brakke getijdenkreek. Foto: P. Verdonshot



### 6.4.3 Licht brakke, diepe getijdenwateren en de stroomgeul

#### Processen

In diepe getijdenwateren en de stroomgeul zijn stroming en de hiermee gepaard gaande erosie en sedimentatie belangrijke processen. Op plaatsen met sterke stroming is het stroombed instabiel en bestaat het uit zand, in de diepere delen en op plaatsen met lagere stroomsnelheden vindt sedimentatie van zand en slib plaats. Het zoutgehalte van het water vertoont tweemaal daags een fluctuatie en ligt tussen circa 0.3 en 3 g Cl<sup>-</sup>/l.

#### Ecologische typering

De diepe getijdenwateren en de stroomgeulen in het licht brakke deel van het getijdengebied zijn soortenarm. Door de hoge stroomsnelheden, de schurende werking van het zand en de troebelheid ontbreken waterplanten geheel. De macrofauna van de stroomgeulen bestaat grotendeels uit een aantal soorten wormen.

In dit watertype komen riviertrekvissen voor die om te paaien de rivier optrekken, maar ook enkele brakke soorten die zich continu in dit watertype bevinden.

[117]

#### Abiotische toestandsvariabelen

<i>variabele</i>	<i>range</i>
chloride	0.3-3 g/l
totaal fosfaat	< 0.1 mgP/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 1 mgN/l
stroomsnelheid	0-0.85 (gem. 0.5) m/s
gemiddeld getijverschil	2.25 m
zuurstofverzadiging	80 – 120 %
diepte	1 – 20 m beneden GLW

#### Indicatoren

##### *Macrophyten*

afwezig

##### *Macrofauna*

*Nereis diversicolor*, *Boccardia ligERICA*, *Amphichaeta leyDIGI*, *Amphichaeta sANNIO*

##### *Vissen*

Ook in dit watertype zijn riviertrekvissen te vinden (paragraaf 6.3.3).

Daarnaast komen enkele typische brakwatervissen voor zoals:

brakwatergrondel (*Pomatoschistus microps*), bot (*Platichthys flesus*), dunlipharder (*Liza ramada*) en dikkopje (*Pomatoschistus minutus*). Soorten die ook in zoet water worden aangetroffen maar regelmatig richting zee trekken zijn de paling (*Anguilla anguilla*) en de driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*).

#### **Doelsoorten**

*Macrofauna*

*Planaria torva*

#### **Beheer en inrichting**

Voor de ontwikkeling van de levensgemeenschappen van de licht brakke wateren is het herstel van de getijdeninvloed noodzakelijk. Sinds de afsluiting van de Haringvlietsluizen is de dynamiek in het gebied sterk afgenomen en is het licht brakke deel verzoet. Door windwerking en golfslag is op grote schaal oevererosie opgetreden. Hierdoor zijn steile, rechte oevers ontstaan met beperkte mogelijkheden voor de ontwikkeling van de littorale vegetatie en macrofauna. Wanneer de oorspronkelijke dynamiek weer wordt hersteld, krijgen processen zoals erosie en sedimentatie weer de ruimte. Door de natuurlijke peilfluctuaties en stroming zal de oorspronkelijke oevermorfologie weer hersteld worden en zal er weer een gradiënt in zoutgehalte ontstaan. Dan ontstaan er weer mogelijkheden voor de kenmerkende gemeenschappen van licht brakke wateren om zich te ontwikkelen.

118 ]

## **6.5 Brakke getijdenwateren**

### **6.5.1 Brakke intergetijdenzone**

#### **Processen**

In het brakke deel van het getijdengebied zijn dezelfde processen van belang als in het zoete en licht brakke deel. De zandplaten, slikken en gorzen vallen tweemaal daags droog en groeien aan door sedimentatie van zand en slib. Het zoutgehalte van de brakke wateren ligt tussen circa 3 en 10 g Cl<sup>-</sup>/l.

#### **Ecologische typering**

De vegetatie van de brakke gorzen (tot 5.5 g Cl<sup>-</sup>/l) bestaat voornamelijk uit ruwe bies. Deze groeit op standplaatsen van GLW tot 0.4 meter beneden GHW. Vanaf iets beneden GHW tot de stormvloedzone worden bij zoutgehalten vanaf 3 g Cl<sup>-</sup>/l zulte (*Aster tripolium*), schorrenzoutgras (*Triglochin maritima*) en zilte rus (*Juncus gerardi*) gevonden. Kweldergrasweiden met gewoon kweldergras (*Puccinella maritima*) en melkkruid (*Glaux maritima*) worden gevonden vanaf een zoutgehalte van 5.5 g Cl<sup>-</sup>/l, tussen 0.1 meter beneden

GHW en 0.3 m boven GHW. Bij de monding van het brakke getijdengebied, op vrijwel dagelijks overstroomde plaatsen, komt kortarige zeekraal (*Salicornia europaea*) als kenmerkende soort voor (Beeftink 1965). Kenmerkend voor de macrofauna van de brakke getijdenwateren zijn polychaeten en kreeftachtigen; oligochaeten en insecten komen weinig voor. De macrofauna van het brakke deel bestaat voor een deel uit euryhaliene soorten die eveneens in sterk brakke wateren en in de zee voorkomen. Een aantal soorten is echter vrijwel geheel beperkt tot het brakke deel. Dit zijn soorten zoals *Gammarus salinus*, *Rhithropanopeus harissi*, *Streblospio shrubsolii*, *Cyathura carinata*, *Leptocheirus pilosus* en *Corophium multisetosum*. De kale zandplaten in het brakwatergetijdengebied worden slechts schaars bevolkt met als dominante soorten de borstelworm *Nereis diversicolor*, de vlokreeft *Gammarus salinus* en de kokkel *Macoma balthica*. De droogvallende slikken en gorzen zijn soortenrijker met veel soorten slakken.

### Abiotische toestandsvariabelen

<i>variabele</i>	<i>range</i>
chloride	3 – 10 g/l
totaal fosfaat	< 0.1 mgP/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 1 mgN/l
gemiddeld getijverschil	1.80 m
zuurstofverzadiging	80 – 120 %
diepte	GLW-GHW

### Indicatoren

#### *Macrofyten*

engels slijkgras (*Spartina anglica*), fioningras (*Agrostis stolonifera* subvar. *salina*), gewone en smalle rolklaver (*Lotus corniculatus*), gewoon kweldergras (*Puccinella maritima*), heen (*Bolboschoenus maritimus*), kortarige zeekraal (*Salicornia europaea*), langarige zeekraal (*Salicornia procumbens*), melkkruid (*Glaux maritima*), schijnspurrie (*Spergularia marina*), schorrenzoutgras (*Triglochin maritima*), stomp kweldergras (*Puccinellia distans*), vertakte leeuwetand (*Leontodon autumnalis*), zilte rus (*Juncus gerardi*), zilte schijnspurrie (*Spergularia salina*), zilte zegge (*Carex distans*), zilverschoon (*Potentilla anserina*), zulte (*Aster tripolium*)



Kweldervegetatie. Foto: P. Verdonschot



120 ]

#### *Macrofauna*

Droogvallend begroeid: *Manayunkia aestuarina*, *Alderia modesta*, *Leptocheirus pilosus*, *Limapontia depressa*, *Assiminea grayana*, *Orchestia gammarella*, *Palaemonetes varians*, *Ochthebius viridis*

Droogvallend zand: *Nereis diversicolor*, *Gammarus salinus*, *Macoma balthica*, *Eteone longa*, *Pygospia elegans*, *Bathyporeia pilosa*, *Ochthebius auriculatus*

Droogvallend slib: *Crangon crangon*, *Cyathura carinata*, *Eteone longa*, *Nereis diversicolor*, *Rhithropanopeus harrisi*, *Mya arenaria*, *Macoma baltica*, *Streblospio shrubsolii*, *Heteromastus filiformis*, *Chironomus gr. aprilius*

#### **Doelsoorten**

*Macrofauna*

geen

#### **Beheer en inrichting**

Voor het beheer van deze wateren geldt hetzelfde als voor de licht brakke wateren. Door herstel van de getijdeninvloed zal het brakarakter en de dynamiek herstellen en mogelijkheden creëren voor de ontwikkeling van kenmerkende brakwaterlevensgemeenschappen.

## 6.5.2 Brakke, ondiepe getijdenwateren

### Processen

In de ondiepe delen van het brakke getijdengebied zijn dezelfde processen van belang als in het zoete en licht brakke deel. Het zoutgehalte van deze wateren ligt tussen circa 3 en 10 g Cl-/l.

### Ecologische typering

Ook in dit watertype komt spiraalruppia veel voor. Deze soort is kenmerkend voor ondiepe, beschutte delen in het licht brakke en brakke deel van het getijdengebied. De soort wordt bij uitzondering buitendijks aangetroffen in wateren waar sprake is van getijdeninvloed. Daarnaast komen de twee Nederlandse zeegrassen, groot en klein zeegras, voor. Deze soorten worden gevonden in brak tot zout water waar een zeker dynamisch evenwicht heerst tussen erosie en sedimentatie.

De macrofauna bestaat uit euryhalie soorten, die eveneens in sterk brakke wateren en in de zee voorkomen, samen met een aantal specifieke brakwatersoorten.

[ 121

### Abiotische toestandsvariabelen

<i>variabele</i>	<i>range</i>
chloride	3 – 10 g/l
totaal fosfaat	< 0.1 mgP/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 1 mgN/l
gemiddeld getijverschil	1.80 m
zuurstofverzadiging	80 – 120 %
diepte	0-1 m beneden GLW

### Indicatoren

#### *Macrofyten*

spiraalruppia (*Ruppia cirrhosa*), groot zeegras (*Zostera marina*), klein zeegras (*Zostera noltii*)

#### *Macrofauna*

*Cordylophora caspia*, *Balanus improvisus*, *Rhithropanopeus harrisi*, *Mytilopsis leucophaeta*, *Cerastoderma glaucum*, *Heleobia stagnorum*, *Pseudosmittia arenaria*, *Thalassosmittia thalassophila*, *Halocladus varians*, *Chironomus gr. aprilinus*, *Sigara stagnalis*

**Doelsoorten***Macrofauna*

geen

**Beheer en inrichting**

Voor het beheer van deze wateren geldt hetzelfde als voor de licht brakke wateren. Door herstel van de getijdeninvloed zal het brakkarakter en de dynamiek herstellen en mogelijkheden creëren voor de ontwikkeling van kenmerkende brakwaterlevensgemeenschappen.

**6.5.3 Brakke, diepe getijdenwateren en de stroomgeul****Processen**

Voor de gemeenschappen van de stroomgeul zijn stroming, erosie- en sedimentatieprocessen van belang. Het chloridegehalte van het water ligt tussen circa 3 en 10 g Cl<sup>-</sup>/l.

**Ecologische typering**

De stroomgeulen in het brakke deel van het getijdengebied zijn soortenarm. Macrofyten ontbreken door de sterke stroming en de verminderde lichtinstraling op grotere diepte. De macrofauna bestaat grotendeels uit wormen.

**Abiotische toestandsvariabelen**

<i>variabele</i>	<i>range</i>
chloridegehalte	3 – 10 g/l
stroomsnelheid stroomgeul	0 - 1.6 (gem. 0.6) (m/s)
fosfaat	< 0.1 mgP/l
nitraat	< 0.46 mgN/l
ammonium	< 0.4 mgN/l
totaal stikstof	< 1 mgN/l
gemiddeld getijverschil	1.80 m
zuurstofverzadiging	80 – 120 %
diepte	1-15 m beneden GLW

**Indicatoren***Macrofyten*

geen

*Macrofauna*

*Boccardia ligERICA*, *Macoma balthica*, *Nereis diversicolor*, *Nereis succinea*, *Streblospio shrubsolii*, *Cyathura carinata*, *Corophium multisetosum*, *Tubifex costatus*, *Amphichaeta leydigi*, *Amphichaeta sannio*

De grote getijdenwateren vervullen een belangrijke functie voor de watersport.

Foto: P. Verdonshot



[123]

*Vissen*

Voor de vissen wordt verwezen naar het vorige type (paragraaf 6.4.3). Naast riviertrekvissen en brakwatersoorten kunnen in de brakke getijdewateren ook mariene soorten voorkomen. Deze zijn hier buiten beschouwing gelaten.

**Doelsoorten**

*Macrofauna*

geen

**Beheer en inrichting**

Voor het beheer van deze wateren geldt hetzelfde als voor de licht brakke wateren. Door herstel van de getijdeninvloed zal het brakarakter en de dynamiek herstellen en mogelijkheden creëren voor de ontwikkeling van kenmerkende brakwaterlevensgemeenschappen.

124 ]

# 7 Bedreigingen en trends

## 7.1 Rivieren & nevengeulen

### 7.1.1 Soortensamenstelling in de 20ste eeuw

Op basis van de vergelijking van macrofaunasoorten die vroeger (omstreeks 1900) aanwezig waren in de grote rivieren en de soorten die daarvan nog steeds aanwezig zijn tussen 1981 en 1995 is bepaald of groepen van soorten (bijvoorbeeld met een bepaalde habitatpreferentie) meer of minder zijn achteruitgegaan en welke dit zijn (Nijboer & Verdonshot 1997). Er is een vergelijking gemaakt op basis van taxonomische hoofdgroep, stromingspreferentie, habitatpreferentie en functionele voedingsgroep. De conclusies uit deze vergelijking zijn hieronder weergegeven:

- Veel soorten, die omstreeks 1900 nog in de Nederlandse grote rivieren voorkwamen, zijn nu niet meer aanwezig: er is een sterke verarming opgetreden.
- Met name de karakteristieke (kritische) soorten zijn verdwenen.
- Soorten van de volgende taxonomische hoofdgroepen zijn het sterkst achteruitgegaan: eendagsvliegen, steenvliegen, libellen, kokerjuffers, slijkvliegen en wantsen.
- Soorten met als stromingspreferentie stromend water zijn nauwelijks meer aanwezig.
- Soorten met als habitatpreferentie stenen in de stroming, dood hout, zandbodem en vegetatie zijn de afgelopen tien jaar bijna niet meer gevonden.
- Soorten die nog veel voorkomen zijn algemene soorten, met als habitatpreferentie slib of stenen in stilstaand water.
- De verdeling van soorten over de functionele voedingsgroepen in de actuele habitatsystemen is niet evenwichtig, met name de predatoren zijn ten opzichte van het begin van de eeuw sterk afgenomen.
- Door toename van de scheepvaart en de aanleg van het Donau-Rijnkanaal is het aantal uitheemse soorten in de Nederlandse rivieren de afgelopen eeuw toegenomen. Deze toename gaat nog steeds door met gemiddeld 1 nieuwe soort per jaar. Uitheemse soorten kunnen het habitat van verdwenen inheemse soorten opvullen en daarmee de terugkeer van inheemse soorten belemmeren.

Een natuurlijke rivier, de Pilicia in het oosten van Polen Foto: R. Nijboer



126 ]

Een verstoorde rivier, de Waal bij Nijmegen Foto: R. Nijboer



### 7.1.2 Afname van habitatdiversiteit

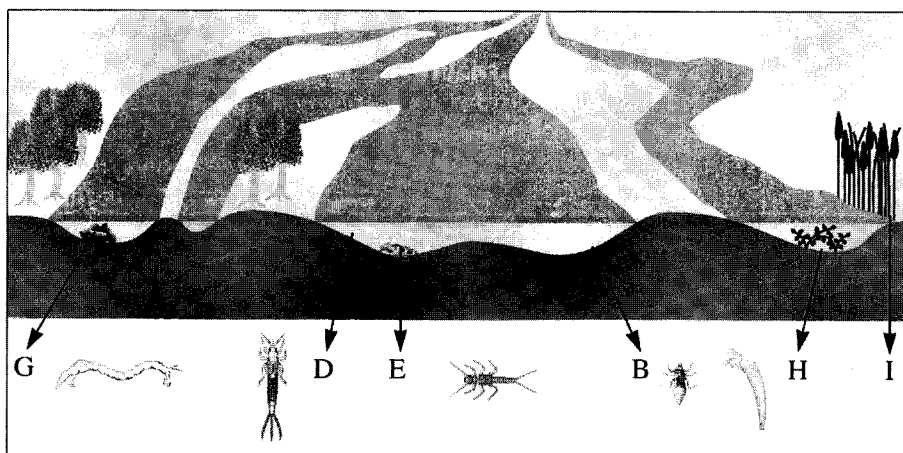
In figuur 7.1 is een schatting gemaakt van het percentage dat van ieder habitat aanwezig is in het huidige dwarsprofiel van een Nederlandse rivier en het percentage dat aanwezig was in het dwarsprofiel van een oorspronkelijke rivier. Tevens zijn hierin kenmerkende soorten voor ieder habitat opgenomen (voor het vroegere dwarsprofiel zijn deze uit literatuur gehaald, voor het

actuele profiel zijn de uit de analyse resulterende typerende soorten gebruikt). Uit deze figuur blijkt dat veel van de vroeger aanwezige habitats in de huidige rivieren helemaal niet of nauwelijks meer voorkomen. Uit figuur 7.1 blijkt duidelijk het verband tussen de afname van de soortengroepen en de afname van bepaalde habitats. Soorten van specifieke habitats, zoals stenen in de stroming en zandbodem zijn recentelijk nauwelijks meer gevonden. Veel soorten die habitats bewoonden die helemaal verdwenen zijn, komen niet meer voor, zoals soorten die gangen groeven in zandig-lemige oevers. Enkele soorten uit vroeger aanwezige habitats houden zich nu nog op in een ander habitat, wat enigszins op het vroegere habitat lijkt, zoals de zandsoorten. Deze soorten kwamen vroeger voor in ondiepe zandbodem. Een klein deel van deze soorten komt nu voor in de diepe zandbodem. Dit geldt ook voor sommige van de soorten, die vroeger op dood hout voorkwamen; deze soorten zijn nu te vinden op de stortstenen, een nieuw habitat. Algemene soorten (ubiquisten) en slibsoorten hebben zich het beste kunnen handhaven. Dit is niet verwonderlijk, want ubiquisten zijn niet afhankelijk van een bepaald habitat en het slibhabitat heeft zich uitgebreid.

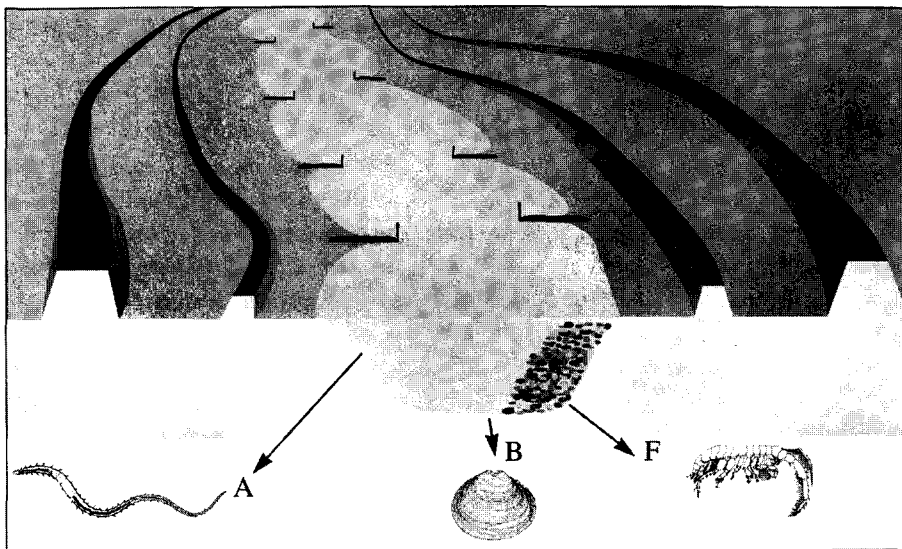
[127

Figuur 7.1

Vergelijking tussen vroeger en actueel aanwezige habitats en kenmerkende soorten in de grote rivieren. (nb: De trend in soorten is gebaseerd op het aantal bekende soorten uit het begin van de 20ste eeuw. De soortenafname is in werkelijkheid waarschijnlijk sterker, omdat slechts een klein aandeel van het totaal aantal vroeger aanwezige soorten bekend is). De letters in eerste kolom van de tabel corresponderen met de letters in de profielen (figuur a en b). De macrofaunatekeningen zijn afkomstig uit: Johannsen (1977), Hynes (1977), Hickin (1967), Schoenemund (1930), Geijskes & Van Tol (1983), De Pauw & Vannevel (1993).







code	type	HABITAT		SOORTEN
		% in oorspronkelijk profiel (fig. A)	% in huidig profiel profiel (fig. B)	% recent aanwezig ten opzichte van 1900
A	slibbodem (ondiep)	< 1	20	66
B	zandbodem	40 (ondiep)	70 (diep)	37
C	zandbank	20	0	
D	zandig-lemige oever	10	0	0
E	grind in stroomgeul	5	< 1	25
F	stortsteen	0	10	
G	dood hout	5	0	48
H	waterplanten	10	< 1	
I	oeverplanten	10	< 1	45

### 7.1.3 Diepte

De Nederlandse rivieren zijn onnatuurlijk diep. Van nature zijn grote rivieren ondiep en breder dan ze nu zijn. Een natuurlijke rivier is dynamisch, vormt nevengeulen, zijtakken en eilanden. Doordat een natuurlijk rivierdal veel breder is dan dat tussen de huidige dijken is een natuurlijke rivier ook veel ondieper. Wel zijn altijd enige diepere plekken in een rivier aanwezig. Van de huidige rivieren is het grootste deel te diep. In de diepe delen is de levensgemeenschap zeer arm door de hoge dynamiek (scheepvaart) en de slechte zuurstofcondities. Met name in de vaargeul zijn de omstandigheden slecht voor de ontwikkeling van gemeenschappen met karakteristieke riviersoorten. Niet alleen macrofauna kan zich moeilijk in diepe delen handhaven, ook vegetatie komt in deze delen niet voor. In ondiepe rivieren kan zich over het hele dwarsprofiel vegetatie ontwikkelen, waardoor er veel meer structuur aanwezig is en de diversiteit aan fauna ook hoog is.

### 7.1.4 Verslibbing

De ondiepe delen van de rivieren zijn vastgelegd met kribben. Hierdoor is de stroomsnelheid verlaagd en vindt bezinking van slib plaats. Hierdoor gaan ondiepe habitats op elkaar lijken, ze zijn immers allemaal met een laag slib bedekt. Vooral op stenen is een toename van het aantal slibsoorten waargenomen. Verslibbing wordt versterkt door de massale ontwikkeling van de Kaspische slijkgarnaal in de Rijn en de IJssel. Ook in de Maas dreigt dit een probleem te worden. Deze soort verdringt inheemse soorten.

### 7.1.5 Waterkwaliteit

De waterkwaliteit in de Rijn is vanaf de zeventiger jaren verbeterd. Nog lang niet alle potentiële gevoelige soorten zijn teruggekeerd. In de Maas is de waterkwaliteit slechter. In deze rivier zijn waarschijnlijk tussen 1982 en 1992 nog soorten verdwenen. In de Maas is de waterkwaliteit slecht door lozing van huishoudelijk afvalwater in België. Vooral in de Maas en de Grensmaas is hierdoor het zuurstofgehalte in sommige perioden te laag. Hierdoor kunnen stromingsminnende soorten, die vaak een hoge zuurstofbehoefte hebben, zich hier niet handhaven.

[129

### 7.1.6 Afvoerfluctuaties

In de Maas (vooral de Grensmaas) is sprake van verhoogde afvoerfluctuaties. In perioden met weinig regen is de afvoer van nature lager. Echter, door wateronttrekking ten behoeve van een electriciteitscentrale in België kan het waterpeil extreem laag worden. Grindbanken in de Grensmaas kunnen zelfs van tijd tot tijd droogvallen. Dit is desastreuus voor de aanwezige macrofauna.

## 7.2 Rivierbegeleidende wateren

De stagnante rivierbegeleidende wateren staan onder grote druk. In Nederland zijn deze wateren al eeuwen lang door de mens beïnvloed. De gemeenschappen in de huidige wateren worden vooral bedreigd door de afname in rivierdynamiek, het wegvallen van getij, de toename van waterstandsfluctuaties, de nog steeds onvoldoende rivierwaterkwaliteit en de effecten van de scheepvaart.

### 7.2.1 Afname van rivierdynamiek

Geomorfologische processen liggen ten grondslag aan de vorming van rivierwateren. Strangen worden gevormd door deze processen. Vroeger ontstonden afgesloten rivierarmen en verdwenen ze weer door verlanding.

Dit proces ging voort, telkens kwamen er op andere plaatsen weer nieuwe strangen bij. Door regulatie en normalisatie en bedijking van de rivier is dit proces niet meer mogelijk. Zonder enige vorm van beheer zullen strangen die niet vaak overstroomd worden, verlanden. Op een gegeven moment zal in iedere strang het climaxstadium bereikt zijn en zullen de verschillende successiestadia in de rivierbegeleidende wateren verdwenen zijn. Verlandingsvegetaties kunnen bijzonder zijn en bieden ruimte aan sterk achteruitgaande planten zoals krabbescheer. Daarom moeten verschillende verlandingsstadia naast elkaar kunnen bestaan.

### 7.2.2 Wegvallen van getij

Een ander watertype dat nog slechts op enkele locaties voorkomt, zijn ondiepe wateren met getijdeninvloed. Dit is langs het benedenstroomse deel van de Rijn en de Maas vrijwel geheel verdwenen. De afsluiting van het Haringvliet is hiervan de oorzaak. De Nieuwe Waterweg heeft nog getij maar zonder ook het getij via het Haringvliet is dit niet merkbaar in de rivierbegeleidende wateren. Soorten van dergelijke wateren zoals *Schoenoplectus triqueter* gaan merkbaar achteruit.

### 7.2.3 Toename van waterstandsfluctuaties

Door hydrologische veranderingen in de bovenloop van de rivieren vindt de afvoer van water sneller plaats met als gevolg een sneller optreden van zomerhoogwaters. Door gebrek aan berging worden hoogwaterpieken niet afgevlakt. Tijdens droge perioden vallen wateren in de uiterwaarden eerder droog door de snelle afvoer van het water. Het debiet in de Rijn is sinds de jaren vijftig sterk gestegen. Met uitzondering van de maanden augustus en september is het gemiddelde maandelijks debiet in alle andere maanden hoger in de periode 1976-'85 ten opzichte van de periode 1955-'65. Ook de minimale en maximale afvoerwaarden zijn extremer geworden hetgeen een versterking van de dynamiek veroorzaakt. De sterke toename in dynamiek in het rivierstelsel kan er voor verantwoordelijk zijn dat soorten die een voorkeur hebben voor lage inundatiefrequenties zoals krabbescheer, holpijp, grote waterranonkel en grote egelskop verdwijnen (Maenen 1989). Een ander belangrijk aspect van vergroting van waterstandsfluctuaties is het optreden van hoogwaters tijdens het groeiseizoen. Is voor de oevervegetatie inundatie (een aantal dagen per jaar) bijna noodzakelijk, voor de watervegetatie met een beperkt strekkend groeivermogen is dit schadelijk. Veel wortelende waterplanten met drijfbladeren bijvoorbeeld, kunnen het plotselinge hoge waterpeil niet volgen en sterven. Zomerhoogwaters kunnen een sterke verandering in de plantensamenstelling in water veroorzaken. Brock et al. (1987) constateerden een sterke afname in de abundantie van *Typha latifolia*,

Schoenoplectus lacustris, Bolboschoenus maritimus, Nymphoides peltata en Hippurus vulgaris ten gevolge van hoge waterstanden in de zomer.

#### 7.2.4 Waterkwaliteit

Vooral de waterkwaliteit wordt sterk beïnvloed door de frequentie van inundatie met rivierwater. Indien het rivierwater vervuild is, worden tijdens een inundatie verontreinigende stoffen als natriumchloride, sulfaat, nitraat, orthofosfaat, zware metalen en mogelijk ook organische microverontreinigingen vanuit de hoofdgeul naar de stagnante wateren gevoerd. Hierdoor nemen de trofiegraad, de saliniteit en het gehalte aan toxische stoffen binnen de plassen toe. Deze vervuiling heeft een verarmend effect op de levensgemeenschappen (Van den Brink 1990). Ondanks verbetering van de kwaliteit van het rivierwater kan nog steeds eutrofiëring optreden in de rivierbegeleidende wateren. Ten eerste vanwege de hoge trofiegraad van de rivier zelf en ten tweede zorgen chemische en biologische processen in de bodem hiervoor. Stoffen die nog steeds in hoge concentraties in het rivierwater aanwezig zijn zoals sulfaat en bicarbonaat bevorderen deze processen. Dit is met name het geval in een organische bodem. Vanuit de bodem vindt nog gedurende lange tijd nalevering van nutriënten plaats. Bovendien kunnen schadelijke stoffen zoals sulfide gevormd worden. Ook de volledig geïsoleerde wateren zijn vaak geëutrofiëerd doordat ze meestal in intensief landbouwgebied liggen en nutriënten vanuit de omgeving in het water terechtkomen.

[131

Rivierbegeleidend water in extensief hooiland in Polen Foto: R. Nijboer



Rivierbegeleidend water in intensief landbouwgebied in Nederland Foto: R. Nijboer



132 ]

### 7.2.5 Scheepvaart

Vestiging van soorten wordt verstoord door waterbeweging en expositie ten gevolge van golfslag. Door de drukke scheepvaart wordt het water opgestuwd en ontstaan er sterke onderstromingen die vestiging onmogelijk maken of de planten eroderen. Met name in oudere armen langs de Waal, die in verbinding staan met de rivier met een trechtersvormig opening, hebben hier veel van te lijden. Het water wordt over een steeds kleinere breedte geperst waardoor stuwingsverschijnselen optreden en sterke onderstromingen ontstaan (Maenen 1989).

### 7.2.6 Effecten op watervegetaties

Een groot aantal watervegetaties is sterk achteruitgegaan. Het voorkomen van 13 soorten in strangen gelegen in zomer- en winterbed in 1954 en 1988 is met elkaar vergeleken (Maenen 1989). Twee soorten, *Stratiotes aloides* en *Ranunculus lingua*, zijn uit de oude armen van het zomer- en winterbed verdwenen. *Potamogeton natans* is alleen in het zomerbed niet meer gevonden. De presentie van *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Nymphoides peltata*, *Potamogeton natans*, *P. lucens*, *Equisetum fluviatile*, *Sparganium erectum* en *Oenanthe aquatica* is sterk afgenomen in zowel zomer- als winterbed. *Typha angustifolia* is alleen in het winterbed afgenomen. Alleen de presentie van *Polygonum amphibium* is niet merkbaar veranderd. *Nymphoides peltata* kwam vroeger algemeen in het rivierengebied in oude armen/strangen voor (Van de Voo & Westhoff 1961), maar sinds de vijftiger jaren is de presentie in oude armen/strangen in het rivierengebied sterk

afgenomen. *N. peltata* is gevoelig voor sterke waterstandsfluctuaties gedurende het groeiseizoen. Brock et al. (1987) vonden een sterke afname in bedekking van de soort na een zomerhoogwater.

Ook *Potamogeton perfoliatus* komt tegenwoordig nauwelijks nog in de Nederlandse rivierbegeleidende wateren voor. Westhoff (1971) beschrijft het massaal voorkomen van deze soort langs de oevers van de Boven-Merwede in de dertiger jaren. Ook beschrijft hij een aantal vroegere vindplaatsen van de soort, langs de Waal. De soort komt tegenwoordig nog in de Biesbosch voor.

Als belangrijkste redenen voor deze achteruitgang worden veranderingen in afvoer en waterkwaliteit genoemd (Van de Steeg 1984, Brock et al. 1987, Maenen 1989, Van den Brink et al. 1990). Daarnaast kunnen lokale factoren een rol spelen zoals: oeverbeschermingsmaatregelen, begrazingseffecten, successiefluctuatie etc.

Het is van de meeste van bovenstaande soorten niet bekend of de achteruitgang gedurende laatste 10 jaar heeft doorgezet en of verdwenen soorten inmiddels weer zijn teruggekeerd. Wel is inmiddels de naaldwaterbies weer toegenomen.

Van trends voor andere organismengroepen in de rivierbegeleidende wateren is nauwelijks iets bekend.

## 7.3 Getijdenwateren

### 7.3.1 Verdwijnen van de getijdeninvloed

In de Delta is het verdwijnen van de getijdeninvloed het belangrijkste knelpunt. Het getijdengebied heeft na de aanleg van de Deltawerken het grootste deel van de natuurlijke dynamiek verloren. Achtereenvolgens werden in 1960 de Zandkreek, in 1961 het Veerse gat, in 1964 de Grevelingen en in 1969 het Volkerak afgesloten. Na het operationeel worden van de Haringvlietsluizen in 1970 verdween de getijdeninvloed vrijwel volledig en daarmee de geleidelijke overgang van zoet naar zout water (Wolf 1973). In deze gradiënt waren altijd veel verschillende macrofaunagemeenschappen aanwezig. Momenteel is de Delta een zoetwatergebied, dat wat betreft habitats zeer uniform is. De meeste macrofaunagemeenschappen bestaan uit algemene soorten. Karakteristieke soorten zijn verdwenen.

De bever laat zijn sporen na in de Biesbosch. Foto: N. Jaarsma



### 7.3.2 Afname peilfluctuatie

Een belangrijk knelpunt voor de ontwikkeling van de kenmerkende levensgemeenschappen van de Delta is de geringe peilfluctuatie na de afsluiting van het Haringvliet. Voor de afsluiting bedroeg het getijverschil nog circa 2 meter in de Biesbosch. Na de afsluiting is dit nog slechts circa 30 cm. Hierdoor is het oppervlak aan dagelijks droogvallende zandplaten, slikken en gorzen sterk afgenomen. Hier worden juist veel van de voor het



zoetwatergetijdengebied karakteristieke soorten macrofauna en macrofyten aangetroffen.

### 7.3.3 Lage stroomsnelheid

Een ander belangrijk knelpunt is de lage stroomsnelheid in het gebied. Van nature is in het benedenrivierengebied de stroomsnelheid lager dan in de rest van de rivieren. Door het beheer wordt de stroomsnelheid extra verlaagd. Het water in dit gebied wordt gebruikt voor de landbouw en als drinkwater. Het moet daarom zoet zijn. De Haringvlietsluizen voorkomen het instromen van zout water in het gebied. In de zomer zijn deze sluisen gesloten. In de winter bij hoge afvoeren zijn ze gedurende eb open. In de zomer is het gebied vergelijkbaar met een meer, in de winter met een langzaam stromende rivier (0-10 cm/s). De extreem lage stroomsnelheid in de zomer verhindert het voorkomen van karakteristieke soorten in de Delta.

### 7.3.4 Kwaliteit waterbodem

Ook de slechte kwaliteit van de waterbodem is een belangrijke oorzaak voor de stagnatie in de ontwikkeling van macrofaunagemeenschappen. Vooral in de Biesbosch en het Hollandsch Diep, waar zich jarenlang slib met zware metalen en organische microverontreinigingen heeft afgezet, is het waterleven niet goed ontwikkeld (Bisseling et al. 1994). Het slib dat nu afgezet wordt, is schoner. Het verontreinigde slib zal echter nog jarenlang invloed blijven uitoefenen. Dit heeft vooral een negatief effect op de habitats in de diepe stroomgeulen. Deze blijken soortenarm te zijn en alleen algemeen voorkomende soorten te bevatten.



136]

# 8 Herstelmogelijkheden

## 8.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zullen mogelijke maatregelen voor ecologisch herstel in het rivierengebied worden geschetst. Uit het vorige hoofdstuk is gebleken dat maatregelen in de grote rivieren zich moeten richten op vergroting van habitatdiversiteit, die door regulatie, kanalisatie en normalisatie van de rivieren sterk is afgenomen. In de Delta komt daar nog bij het verdwijnen van de getijden- en brakwaterinvloed door de afsluiting van het Haringvliet van de zee.

Als de habitatdiversiteit en hydrologie (afvoerdynamiek) hersteld zijn, kan de waterkwaliteit nog een beperkende factor zijn voor de ontwikkeling van macrofaunagemeenschappen. De tekst uit dit hoofdstuk is voor het grootste gedeelte overgenomen uit Nijboer & Verdonchot (1997).

[137]

## 8.2 Randvoorwaarden voor ecologisch herstel

Ten opzichte van het begin van deze eeuw zijn in het rivierengebied veel habitats en daarmee ook bijbehorende levensgemeenschappen verdwenen. Beide componenten, habitats en levensgemeenschappen gaan nog steeds achteruit. Habitats lijken steeds meer op elkaar, doordat verslibbing optreedt en er in de ondiepe delen geen stroming en in de diepe delen een onnatuurlijk hoge stroming aanwezig is. Ook de golf- en zuigwerking, veroorzaakt door de scheepvaart, maakt de nog aanwezige habitats minder geschikt. Door indamming van de rivier (normalisatie, regulatie en kanalisatie) is de vorming van nieuwe habitats niet mogelijk. De rivier heeft te weinig ruimte voor natuurlijke dynamiek en de interactie met de rivierdalbodem is verloren gegaan. Daarbij is in de macrofaunagemeenschappen een verschuiving opgetreden van karakteristieke riviersoorten naar algemene, tolerante soorten. Voor het vergroten van de habitatdiversiteit is het belangrijk de variatie aan stroming en structuren weer terug te brengen. Hiertoe zal meer ruimte voor de rivier beschikbaar moeten komen. Voor een goede ontwikkeling van levensgemeenschappen is het tevens van belang dat uitwisseling tussen habitats in verschillende trajecten en met de oeverzone en overstromingsvlakte mogelijk is. Organismen moeten kunnen migreren van het ene naar het andere deel van de rivier en van de rivier naar de rivierbegeleidende wateren. In tabel 8.1 zijn deze randvoorwaarden terug te vinden.

### 8.3 Mogelijke herstelmaatregelen

Maatregelen in de rivier zelf zijn niet voldoende, ook de stroomgebieden zijn belangrijk. Een goed herstel van de hydrologie begint in deze gebieden. Indien in de zijrivieren en beken, die water afvoeren naar de rivier, het water langer vastgehouden kan worden, worden de afvoerfluctuaties op een natuurlijke manier gedempt. Omdat een groot deel van het stroomgebied van Rijn en Maas in het buitenland ligt is internationale samenwerking hierbij onontbeerlijk.

Ook koppeling van de rivier aan de uiterwaarden kan demping van afvoerfluctuaties bevorderen. Dit is te bereiken door het verwijderen van zomerdijken, zodat weer brede overstromingsvlakten ontstaan. Bij hoge afvoeren kan hier een deel van het water tijdelijk opgevangen worden. Een andere maatregel, die nodig is ter verbetering van de hydrologie is wegverlenging. Indien meanders hersteld worden (zowel in beken/zijrivieren in het stroomgebied als in de rivier zelf), zodat de weg die het water aflegt van bron naar monding langer wordt, bevordert dit een natuurlijke demping van hoge afvoeren en wordt de stroomsnelheid in de rivierbedding lager. Herstel van meanders is tevens belangrijk voor vergroting van structuurvariatie en verschillen in stroomsnelheid in het dwarsprofiel. Wegverlenging zorgt voor een betere berging van het water. Hierdoor kunnen stuwen gedurende langere perioden opengezet worden, wat herstel van de trekvispopulaties meer kans geeft.

Ten aanzien van de morfologie kan ook veel natuurwinst behaald worden. De belangrijkste factor is verbreding en verondieping van de rivierbedding. Als tevens de kribben verwijderd worden, kan de stroming weer een natuurlijk karakter krijgen, zodat de typische riviersoorten weer terug kunnen keren. Ook het verwijderen van oeververdediging (vervangen door natuurlijke oeververdediging) levert mogelijkheden voor vorming van habitats. Natuurlijke habitats, zoals een zandige oever met vegetatie, kunnen dan terugkeren. Tevens wordt de overgang tussen de rivier en haar uiterwaarden hiermee hersteld. In tabel 8.2 zijn de genoemde maatregelen opgenomen.

### 8.4 Ecologisch herstel: Scheiding of verweving van functies?

De hoofdfunctie van de Nederlandse rivieren is de afvoer van water. Veiligheid staat voorop. Bovenstaande maatregelen, die een vergroting van de ruimte voor de rivier inhouden, zorgen voor demping van afvoerfluctuaties en bevorderen daarmee behalve ecologisch herstel ook de veiligheid (Hensens 1996; VROM & V&W 1996). Met de moderne scheepvaart, een andere belangrijke functie van de Nederlandse rivieren,

zijn veel van deze maatregelen echter niet of moeilijker te combineren. Daarom is een bepaalde mate van functiescheiding onvermijdelijk. Voor de scheiding van de functies natuur en scheepvaart moet de inrichting van de rivieren worden aangepast. Hiervoor zijn drie opties geschetst:

- A. Hoofdfunctie natuur voor een heel riviertraject; in zowel de Rijn als de Maas een deel (delen) van de rivier optimaal inrichten als natuurgebied. Dit betekent hoofdfunctie natuur in lengte- en dwarsprofiel. Scheepvaart is in deze delen niet mogelijk: in de Maas zouden de Grensmaas en het traject vanaf het Maas-Waalkanaal voor natuur kunnen worden ingericht. In de Rijn is de Nederrijn als traject hiervoor geschikt. Scheepvaart kan dan plaatsvinden over de rest van de Maas, de Waal en de IJssel;
- B. Aftakking van de hoofdstroom, zodat een 'natuurgeul' ontstaat over bijna de gehele lengte van de rivier; deze geul kan afwisselend aan de ene en de andere kant van de hoofdgeul liggen en zal op sommige plaatsen in contact staan met de hoofdstroom. In deze geul is een grote mate van meandering en variatie in breedte en diepte mogelijk.
- C. Aanleg van nevengeulen; bij de aanleg van nevengeulen betreft het niet een gehele aftakking zoals bij optie B maar plaatselijke kleinere geulen.

Voor ieder van deze opties zijn de effecten op de randvoorwaarden voor ecologisch herstel en de mogelijkheden tot het nemen van belangrijke herstelmaatregelen weergegeven in de tabellen 8.1 en 8.2. Hieronder zijn de drie opties nader toegelicht. Bij iedere optie is een inschatting gegeven van het ecologisch rendement en het effect op de afvoer (in verband met de veiligheid).

**Tabel 8.1** Randvoorwaarden voor herstel in relatie tot drie herstelopties; - =optie voldoet niet aan randvoorwaarde, ±= optie voldoet enigszins aan randvoorwaarde, += optie voldoet goed aan randvoorwaarde. De opties A, B en C zijn in de tekst beschreven.

Randvoorwaarden voor herstel	optie A	optie B	optie C
<b>Ruimte voor aquatische natuur</b>	+	±	-
<b>1 variatie in stroming</b>			
natuurlijke dynamiek (sedimentatie- en erosieprocessen)	±	±	-
stromingsvariatie in lengteprofiel	+	±	-/±
stromingsvariatie in dwarsprofiel	+	±	-/±
mogelijkheid tot vorming van grind/zandbanken	+	±	-/±
natuurlijke demping van afvoerfluctuaties	+	±	-
zowel diepe als ondiepe delen	+	+	±
<b>2 variatie in structuren</b>			
substraatvariatie in lengteprofiel	+	±	-/±
substraatvariatie in dwarsprofiel	+	±	-/±
natuurvriendelijke oevers	+	+	+
ontwikkeling van waterplantenvegetatie	+	+	±
hout in en naast de rivier	+	±	+
<b>3 verbindingsmogelijkheden in het water</b>			
passeerbaarheid van stuwen	+	±/+*	-/±*
kleine afstand tussen natuurgebieden	+	+	-

\* indien passages bij stuwen worden aangelegd of verbeterd.

**Tabel 8.2** Uitvoerbaarheid van maatregelen in relatie tot drie herstelopties en de groepen van randvoorwaarden (tabel 8.1) waar iedere maatregel een gunstig effect op heeft.; - = maatregel is niet mogelijk, ± = maatregel kan in geringe mate worden uitgevoerd, + maatregel is goed mogelijk

maatregelen	randvoorwaardengroep waarop maatregel effect heeft (tabel 8.1)	uitvoerbaarheid		
		optie A	optie B	optie C
wegverlenging verondieping en verbreding van het zomerbed	1 en 2	+	±	±
verwijderen van oeververdediging	1 en 2	+	±*	-
waterretentie in stroomgebied	2	+	+	-
verwijderen van stuwen	1	+	+	±
	3	+	-	-

\* het gaat hier om het afgetakte deel van het zomerbed

### 8.4.1 Optie A: Hoofd functie natuur voor een heel riviertraject

#### Ecologisch rendement

Het ecologisch rendement van deze optie waarin gehele riviertrajecten een natuurfunctie krijgen is hoog. Inrichtingsmaatregelen kunnen in deze situatie optimaal uitgevoerd worden. Er kan weer een rivier(tak) ontstaan met meerdere geulen, zandbanken, snel en langzaam stromende delen met verschillende diepten. Inrichtingsmaatregelen, zoals wegverlenging, verondieping en verbreding en van het zomerbed, zijn voor het verkrijgen van variatie in stroomsnelheid en structuren het meest effectief. Een grote habitatdiversiteit zal ontstaan. Dit biedt mogelijkheden voor het ontwikkelen van veel verschillende levensgemeenschappen, van zowel snel als langzaam stromend water en verschillende substraten. Bovendien wordt de natuur niet meer verstoord door de golf- en zuigwerking van de scheepvaart. Afwezigheid van scheepvaart maakt tevens oeververdediging onnodig, waardoor een natuurlijke overgang van water naar land mogelijk is. Een natuurlijke oeverzone is van belang voor aquatische organismen die in de oeverzone leven en bijvoorbeeld voor een deel afhankelijk zijn van oeverplanten. Dijken zijn voor de veiligheid waarschijnlijk nog wel noodzakelijk maar deze kunnen verder van de rivierbedding af gelegd worden. De verbinding tussen rivierbedding en uiterwaarden wordt hiermee hersteld. Door het wegvallen van de scheepvaartfunctie zijn stuwen zijn niet meer nodig, zodat migratie van organismen optimaal mogelijk wordt. In rustige delen van de rivier kunnen waterplantenvegetaties zich ontwikkelen en kan hout afkomstig van omringende oobossen in de rivier terechtkomen, wat voor veel levensgemeenschappen van belang is.

[141

#### Effect op de afvoer

Bij deze optie zijn hydrologische inrichtingsmaatregelen mogelijk met een groot effect op de waterafvoer. Maatregelen zoals: waterretentie in het stroomgebied, wegverlenging (terugbrengen van meanders) en verwijderen van zomerdijken zorgen ervoor dat afvoerfluctuaties op een natuurlijke manier gedempt worden, door grotere bergingscapaciteit in zowel zomerbed als uiterwaarden.

### 8.4.2 Optie B: Aftakking van een 'natuurgeul'

#### Ecologisch rendement

Het ecologisch rendement van optie B is redelijk. Ten opzichte van optie A is de ruimte voor natuur aanzienlijk minder. Bij deze optie zal de habitatdiversiteit lager zijn dan bij de eerste optie, mede doordat de hoofdgeul nog steeds ongeschikt is voor waternatuur door de te hoge

dynamiek en het gebrek aan habitatvariatie. Wel is bij deze optie sprake van een natuurlijke oever over de hele lengte van de rivier, wat weer winst oplevert. Om het effect van te hoge dynamiek, veroorzaakt door scheepvaart, in de 'natuur'geul te vermijden, zal een vooroever aangelegd moeten worden, die de habitats in dit deel van de rivier beschermt. Deze vooroever kan variëren in breedte en structuur (ook aanleg van een moeras tussen beide geulen behoort tot de mogelijkheden).

In de ondiepere 'natuur'geul zijn mogelijkheden voor de ontwikkeling van levensgemeenschappen. In deze geul moet dan variatie aanwezig zijn in breedte, diepte, stroomsnelheid en substraat. Variatie in stroomsnelheid is te realiseren door meandering toe te laten. Hoe meer ruimte voor de 'natuur'geul, hoe meer mogelijkheden voor de vestiging van verschillende levensgemeenschappen. Hydrologische maatregelen zijn bij deze optie moeilijker te realiseren dan bij de eerste optie, omdat nog steeds met de scheepvaart rekening gehouden moet worden (hiervoor is een bepaalde afvoer nodig) maar de waterretentie zal groter zijn dan in de huidige situatie. De stuwen in de hoofdstroom blijven noodzakelijk. Door de extra geul worden deze echter beter passeerbaar voor waterorganismen. Om de fauna die zich in de hoofdstroom bevindt ook niet in de migratie te belemmeren, zullen vispassages aangelegd dan wel verbeterd moeten worden. Beter is nog het aanleggen van bypasses over grotere lengte, parallel aan het gestuwde gedeelte.

142 ]

#### **Effect op de afvoer**

Effecten op de afvoer zullen groter zijn naarmate de ruimte voor de 'natuur'geul groter is, zodat meer meandering en de aanleg van brede delen mogelijk is. Dit vergroot de bergingscapaciteit, waardoor afvoerpieken worden gedempt. Omdat er minder ruimte is voor de rivier ten opzichte van optie A en nog met scheepvaart rekening gehouden moet worden zal de demping van afvoerpieken minder zijn dan bij de vorige optie.

### **8.4.3 Optie C: Aanleggen van nevengeulen.**

#### **Ecologisch rendement**

Van nevengeulen is het ecologisch rendement het minst optimaal. Het ecologisch rendement is echter sterk afhankelijk van de inrichting en grootte van de nevengeul, maar altijd lager dan bij optie A en B door de kleinschaligheid (veel minder ruimte). In allerlei natuurontwikkelingsprojecten worden nevengeulen aangelegd. Een optimale inrichting van een nevengeul betekent dat de rivier zoveel mogelijk bewegingsvrijheid wordt gegeven, om variatie in stroomsnelheid en structuren te bevorderen. Vaak is dit echter niet mogelijk en worden nevengeulen vastgelegd in een kleibed. Hierdoor kan geen variatie in stroomsnelheid ontstaan en verdwenen habitats zoals zand/grindbanken zullen zich niet ontwikkelen. De nevengeul

verwordt dan tot smalle variant van een hoofdstroom. Een andere beperking is dat nevengeulen vaak ondiep zijn. Maar ook in diepere delen van de rivier komen specifieke macrofaunagemeenschappen voor. Ook voor riviertrekvissen zijn de diepe delen van de rivier van belang. Naast de aanleg van nevengeulen moet daarom tevens aandacht besteed worden aan verbetering van de hoofdgeul. Om een grote variatie aan levensgemeenschappen (zowel vegetatie als macrofauna als vissen) te verkrijgen, zal een nevengeul evenals de 'natuur'geul uit optie B uit diepe en ondiepe, snel en langzaamstromende delen moeten bestaan. In de snelstromende delen kunnen stromingsminnende levensgemeenschappen zich vestigen. In de langzaam stromende delen kunnen vegetaties zich ontwikkelen en kan dood hout zich ophopen. Deze structuren in een nevengeul zijn belangrijk als habitat en schuilplaats voor vele diersoorten en als paaiplaats voor vissen.

**Effect op de afvoer**

Vanwege de kleinschaligheid van nevengeulen zal de aanleg hiervan zeer weinig effect hebben op de afvoer. Om wille van de scheepvaart blijft een bepaald waterpeil noodzakelijk en moeten stuwen worden gehandhaafd.



## 8.5 Tegengaan van massale groei van uitheemse soorten

Naast een vergroting van de habitatdiversiteit is het van belang massale ontwikkeling van uitheemse soorten in de grote rivieren tegen te gaan. Soorten die uit andere gebieden komen, ubiquist zijn en snel in aantal kunnen toenemen als de omstandigheden optimaal zijn, kunnen een bedreiging vormen voor (de terugkeer van) inheemse soorten. Door het verdwijnen van veel oorspronkelijke soorten zijn habitats vrijgekomen. Doordat zich hierin uitheemse soorten hebben gevestigd, zijn er minder mogelijkheden voor de terugkeer van de oorspronkelijke soorten, vooral als de uitheemse soort in grote aantallen voorkomt. Het creëren van mogelijkheden voor ontwikkeling van nieuwe habitats, bijvoorbeeld in een bepaald riviertraject of in nevengeulen is een eerste vereiste voor de terugkeer van karakteristieke riviergemeenschappen. De kans bestaat echter dat ook deze nieuwe habitats bezet worden door uitheemse soorten. Dit benadeelt de vestiging van inheemse soorten.

144 ]

Massale populatiegroei van uitheemse soorten kan alleen teruggedrongen worden door ervoor te zorgen dat de omstandigheden voor deze soorten slechter worden. Er zijn aanwijzingen dat een deel van deze soorten (met een ander ecologisch profiel dan de inheemse soorten) wordt bevoordeeld door de huidige hoge temperatuur en het hoge zoutgehalte in de Nederlandse rivieren. Onderzoek zal eerst uit moeten wijzen of dit inderdaad zo is en of een daling van de temperatuur met één of twee graden en/of een daling van het zoutgehalte de massale ontwikkeling van deze soorten tegen kan gaan. Vervolgens zullen maatregelen getroffen moeten worden. Deze maatregelen kunnen bestaan uit vermindering van lozing van onvoldoende afgekoeld koelwater en van zout. Wat betreft het laatste zijn reeds internationale afspraken gemaakt. De afname van het zoutgehalte in de rivieren zal echter zeer geleidelijk plaatsvinden. Sommige uitheemse soorten vertonen na een aantal jaren weer een afname. Dit is het geval bij de Kaspische slijkgarnaal, een soort die na een massale groei in het begin van de negentiger jaren vanaf 1995 weer in aantal is afgenomen. De oorzaak van deze afname is echter niet duidelijk. Er komen ook uitheemse soorten in de Nederlandse rivieren terecht die een met de inheemse soorten vergelijkbaar ecologisch profiel hebben. Deze soorten waren vroeger van onze rivieren geïsoleerd maar kunnen de Rijn nu bereiken door nieuwe verbindingen zoals het Donau-Rijnkanaal en door de scheepvaart. De komst van deze soorten kan niet worden tegengegaan. Zolang ze niet in grote aantallen voorkomen, zullen ze waarschijnlijk niet veel schade toebrengen aan de oorspronkelijke levensgemeenschap. Er zijn soorten die zich zo lang kunnen handhaven dat ze inmiddels als inheems worden beschouwd. Een voorbeeld is de driekhoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) die al in het begin van de 20ste eeuw in ons land is terecht gekomen.

Driehoeksmosselen Foto: R. Nijboer



[145

## 8.6 Verbeteren van water- en bodemkwaliteit

Naast het uitvoeren van hydrologische aanpassingen en functiescheiding blijft het noodzakelijk de watervervuiling verder terug te dringen. Ook een deel van de gevoeliger levensgemeenschappen zal dan weer kunnen terugkeren. Een groot deel van de organische, toxische en zoutbelasting is afkomstig uit het buitenland. Internationale afspraken omtrent emissie beperkende maatregelen zijn dan ook belangrijk om tot een succesvol beleid te komen. In Eys (1996) is de problematiek omtrent de waterkwaliteit uitvoerig beschreven.

## 8.7 Aanvullende herstelmaatregelen in de zoete Delta

Het huidige beheer van het benedenrivierengebied (Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch) is gericht op het behoud van zoet water voor de landbouw en de drinkwatervoorziening. Het gevolg van dit beheer voor de waternatuur in deze gebieden is ver strekkend. De oorspronkelijk aanwezige brakwatergemeenschappen zijn geheel uit deze gebieden verdwenen. Deze levensgemeenschappen zijn vervangen door soortenarme, niet karakteristieke zoetwatergemeenschappen. Het merendeel van de soorten is ubiquist en komt ook in andere delen van de rivieren of in stilstaande wateren voor. Behalve het verdwijnen van de brakwater- en getijdeninvloed, zijn het ontbreken van stroming en de slechte waterbodemkwaliteit oorzaken voor de verarming van deze gemeenschappen.

Voor de waternatuur in dit gebied is het openstellen van de Haringvlietsluizen dé beheersmaatregel die het meeste winst oplevert. De getijdeninvloed wordt hierdoor gedeeltelijk hersteld en de stroming wordt meer natuurlijk. Hierdoor zal er minder slib in het gebied bezinken. De diversiteit aan habitats zal toenemen, waardoor ook de gemeenschappen in deze habitats zich beter kunnen ontwikkelen. Kenmerkende brakwatersoorten zullen dan waarschijnlijk weer terugkeren. Een groot deel van de waterbodem is zwaar verontreinigd door de jarenlange bezinking van vervuild slib (Bisseling et al. 1994) in het Deltagebied. Om een goede ontwikkeling van macrofaunagemeenschappen mogelijk te maken is het nodig deze bodem te saneren. Dit kan door de bodem te verwijderen en te vervangen door schone bodem of door de bodem ter plekke te reinigen. In Den Besten (1993) is deze problematiek nader beschreven.

146 ]

Op dit moment staat een mogelijk herstel van de getijbeweging, door een veranderd beheer van de Haringvlietsluizen, ter discussie. In het Integraal Beleidsplan Haringvliet, Hollandsch Diep, Biësbosch is een herziening voor het (spui)beheer van de Haringvlietsluizen aangekondigd. Naar aanleiding hiervan worden de mogelijkheden voor verschillende alternatieven voor het sluisbeheer onderzocht. In een onderzoek naar de invloed van verschillende beheersalternatieven van de Haringvlietsluizen worden, bij een viertal alternatieven, voorspellingen gedaan over de vegetatieontwikkeling (Jans 1996). Bij een beheer van de sluisen als stormvloedkering worden de sluisen maximaal 10 tot 20 keer per jaar voor enkele uren gesloten. Hierbij wordt een getijslag voorspeld van circa 90 cm in het Haringvliet tot 130 cm in de Biesbosch. De vegetatie zal zich als gevolg van de toegenomen dynamiek weer grotendeels kunnen herstellen. De terugkeer van de karakteristieke gemeenschappen van het zoet- en brakwatergetijdengebied worden voor een groot deel van het gebied voorspeld (Jans 1996). Naar verwachting zal de macrofaunagemeenschap zich bij een gewijzigd beheer eveneens kunnen herstellen.

# Literatuur

- Bal et al**, in prep. Handboek natuurdoeltypen in Nederland. Rapport EC-LNV, Wageningen.
- Beeftink, W.G.** 1965. De zoutvegetaties van ZW-Nederland beschouwd in Europees verband. Proefschrift. Landbouwhogeschool, Wageningen.
- Beers, van, P. & Verdonschot, P.F.M.** 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 4, Brakke binnenwateren. Rapport AS-04, EC-LNV, Alterra, Wageningen.
- Bisseling, C.M. (ed), L.J. Draaijer & M. Klein** 1994. Ecosysteemvisie Delta. Rapport IKC-N nr. 7. National Reference Centre for Nature Management, Wageningen, The Netherlands.
- Besten, P.J. den** 1993. Biotisch effectonderzoek ten behoeve van nader onderzoek Nieuwe Merwede. RIZA, nota nr. 93020.
- Beije, H.M., Higler, L.W.G. & Opdam, P.F.M.** 1994. Levensgemeenschappen. Backhuys, Leiden. 431p.
- Bloemendaal, F.H.J.L. & J.G.M. Roelofs (red.)**, 1988. Waterplanten en waterkwaliteit. Uitgave van de Koninklijke Natuurhistorische Vereniging, Utrecht, 113-125.
- Braakhekke, W.G.** 1982. Vooronderzoek voor een inrichtings- en beheersplan voor de Wageningse en Renkumse Benedenwaarden. Verslag LH Wageningen, vakgroep Natuurbeheer, nr. 618.
- Breukel, R.M.A.** 1993. De Rijn en Rijntakken. Verleden, heden en toekomst. RIZA nota nr. 93.004.
- Brink, van den, F.W.B.** 1990. Typologie en waardering van stagnante wateren langs grote rivieren in Nederland, op grond van waterplanten, plankton en macrofauna in relatie tot fysisch-chemische parameters. Publicaties en rapporten van het project "Ecologisch Herstel Rijn": 25; DBW-RIZA Lelystad.
- Brink, F.W.B. van den, M.M.J. Maenen, G. van der velde & A. bij de Vaate** 1990b. The (semi-) aquatic vegetation of still waters within the floodplains of the rivers Rhine and Meuse in The Netherlands: historical changes and the role of inundation. Verh. Internat. Verein. Limnol., 24.
- Brinke, ten, W.B.M.** 1997. De bodemsamenstelling van Waal en IJssel in de jaren 1966 1976 1984 en 1995. RIZA rapport 97.009, Arnhem. ten 1997
- Brock, Th.C.M., G. van der velde & H.M. van de Steeg** 1987. The effects of extreme water level fluctuations on the wetlands vegetation of a nymphaeid-dominated oxbow lake in The Netherlands. Arch. Hydrobiol. Beih., 27: 57-73.
- Bruin, D. de** 1982. Rivierbeheer op de Nederlandse Rijntakken. Rijkswaterstaat, Dir. Bovenrivieren. 113p.

- Butot, L.J.M.** 1963. De mollusken in en langs de grote rivieren. *Natura*, 60 pp 57-62.
- Coops, H., N. Geilen & G. van der Velde** 1990. Helophyte zonation in two regulated estuarine areas in the Netherlands: vegetation analysis and relationships with hydrological factors. *Estuaries* 22, 3A: 657-668.
- Duarte, C.M., J. Kalff & R.H. Peters** 1986. Patterns in biomass and cover of aquatic macrophytes in lakes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43: 1900-1908.
- Eys, Y.A.** 1996. De chemische en ecotoxicologische toestand van de zoete Rijkswateren. Een analyse van de problematiek in aquatisch milieu. RIZA nota nr. 96.016.
- Fittkau, E.J. & F. Reiss** 1983. Versuch einer Rekonstruktion der Fauna Europäischer Strömer und ihrer Auen. *Arch. Hydrobiol.* 97, 1: 1-6.
- Frigge, P.A.J.** 1981. Amfibieën in de uiterwaarden. Provincie Gelderland, Arnhem. 28p.
- Gelder, A. de** 1976. De uiterwaarden langs de Lek tussen Schoonhoven en Vianen. L.H., Natuurbeheer. (SBB utr., NWA, doss. 38E).
- Gerritsen, G.J., T.J. de Kogel, A.J. Dijkstra & P. Bremer** 1987. Flora en Fauna van de IJsseluiterwaarden. Basisrapport Milieuinventarisatie, Provinciale Planologische Dienst Overijssel, 170 pp.
- Geijskes, D.C. & J. Van Tol** 1983. De libellen (Odonata) van Nederland. Koninklijke Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud.
- Goes, J.P.C. van der** 1978. Inrichtings- en beheersplan van een ontgrondingsgebied voor klei- en zandwinning in de Marspolder, gemeente Lienden. L.H., vakgr. Natuurbeheer, versl. nr. 445 en L.H., vakgr. Cultuurtechniek. (SBB, NWA, 39E).
- Hartog, den, C.** 1963. The amphipods of the deltaic region of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt in relation to the hydrography of the area. Part II. The Talitridae. *Netherlands Journal of Sea Research*, 2, 1 1964, pp 40-67.
- Hartog, den, C.** 1964. The amphipods of the deltaic region of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt in relation to the hydrography of the area. Part III. The Gammaridae. *Netherlands Journal of Sea Research*, 2, 3 1964, pp 407-457.
- Hensens, G.** 1996. Ruimte voor de Maas; een studie naar de invloed van natuurlijke processen en menselijke ingrepen op de afvoerfunctie. *Verslagen Milieukunde* nr. 123. Vakgroep Milieukunde, Faculteit der Natuurwetenschappen, Katholieke Universiteit Nijmegen.
- Heuvel, van den, H., Higler, L.W.G. & P.F.M. Verdonschot** 2000. Waterstreefbeeld Overijssel. Studie ten behoeve van Waterhuishoudingsplan Overijssel 2000+. Provincie Overijssel, Zwolle. 43 pp.
- Hickin, N.E.** 1967. *Caddis Larvae; larvae of the British Trichoptera.* Hutchinson & CO (Publicers) LTD, London.

- Hoog, de, J.E.W., H. Coops, A.A. Storm, M. Ohm, K.H. Prins** 1997. Biologische monitoring zoete rijkswateren: Watersysteemrapportage Haringvliet, Hollandsch Diep, Biesbosch 1994. RIZA Nota nr. 96.032, Lelystad.
- Hynes, H.B.N.** 1977. A key to the adults and nymphs of the British stoneflies (Plecoptera) with notes on their ecology and distribution.
- Jans, L.** 1996. Oevervegetatie langs het Haringvliet, Hollandsch Diep en in de Biesbosch bij vier alternatieven voor het beheer van de Haringvliet-sluizen. Studie ten behoeve van de MER Beheer Haringvliet-sluizen. Rijkswaterstaat RIZA, Lelystad.
- Janse, J.H.** 1986. Ecologische waarden van de wateren in het winterbed van de grote rivieren. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, 113 pp.
- Johannsen, O.A.** 1977. Aquatic Diptera. Entomological Reprint Specialists, Los Angeles, USA.
- Klink, A.** 1994. Makro-evertebraten in de grote Nederlandse rivieren: hun diversiteit in het Zuidhollandse rivierengebied in de huidige situatie, de referentie en de te verwachten ontwikkeling bij de spuivarianten HV4 en HVO van de Haringvliet-sluizen. Rapporten en Mededelingen 51. Hydrobiologisch adviesbureau Klink bv, Wageningen.
- Klink, A.** in voorbereiding. Monitoring macrofauna in de Leeuwense Waard 2000.
- Klink, A. & E. Dudok van Heel** 1993. Macro-evertebraten op de bodem van het Hollandsch Diep-Haringvliet. Onderzoek naar de soortensamenstelling, dichtheden, biomassa, jaarcyclus, produktie en methodiek. Rijkswaterstaat, RIZA, Dordrecht.
- Kollen, J. & Kant, G.** 1979. Inrichting en beheer van drinkpoelen in het Brabantse Maasheggebied. Staatsbosbeheer Tilburg/LH Wageningen. (SBB Utr., NWA, doss. 46D).
- Maas, G.J.** 1998. Benedenrivier-ecotopen-Stelsel; Herziening van de ecotopenindeling Biesbosch-Voordelta en afstemming met het Rivier-ecotopen-Stelsel en de voorlopige indeling voor de zoute delta. DLO-Staring Centrum, Wageningen, RWES rapport nr. 3, ISBN 903695178X.
- McLusky, D.S.** 1993. Marine and estuarine gradients - an overview. In: Meire, P., & M. Vincx (eds.), Proceedings of the ESCA - 21 Symposium 'Marine and estuarine gradients'. 9-14 September 1991, Gent, Belgium. Neth. J. Aquat. Ecol. 27 (2-4): 489-493.
- Maenen, M.M.J.** 1989. Water en oeverplanten in het zomerbed van de Nederlandse grote rivieren in 1988. Hun voorkomen en relatie met algemene fysische-chemische parameters. Publicaties en rapporten van het project 'Ecologisch Herstel Rijn', 13:82 pp. + bijlagen.
- Mes, R.G. & T.J. Boudewijn** 1989. Ecologisch meetnet oevers (EMO), vegetatie-opnamen in het benedenrivierengebied. Bureau Ecoland, rapport 89.5, Utrecht.

- Mes, R.G., F. Saris & T.J. Boudewijn** 1990. Nadere uitwerking van de mogelijkheden voor natuurontwikkeling in de Biesbosch. Bureau Ecoland, rapport 90.3, Utrecht.
- Molen D.T., H.P.A. Aarts, J.J.G.M. Backx, E.F.M. Geilen & M. Platteeuw**, concept. Rijkswateren Ecotopenstelsel (RWES) Aquatisch. RIZA rapport, Lelystad.
- Nie, de, H.W.** 1997. Atlas van de Nederlandse zoetwatervissen. 2e herziene druk. Media Publishing, Doetinchem. ISBN 90-76020-04-03.
- Nip, J.A.** 1967. Onderzoek naar de ontwikkeling van de vegetatie in diepe zand- en grindgaten. L.H. wageningen, afd. Natuurbehoud. Ook als RIVON-rapport. 20 pp. +bijl. (RIN/L: boek B643).
- Nijboer R.C. & Verdonshot P.F.M.** 1997. Habitatsystemen als graadmeter voor natuur in de zoete rijkswateren. Natuurverkenningen '97. Achtergronddocument 2b. Informatie- en KennisCentrum Natuurbeheer, Wageningen.
- Nijssen, H. & S.J. De Groot** 1987. De vissen van Nederland. Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht. ISBN 90-5011-006-1.
- Pauw, N. de & R. Vannevel** 1993. Macro-invertebraten en waterkwaliteit. Dossiers Stichting Leefmilieu 11. Stichting Leefmilieu, Antwerpen.
- Rademakers, J.G.M. & H.P. Wolfert** 1994. Het Rivier-Ecotopen-Stelsel: Een indeling van ecologisch relevante ruimtelijke eenheden ten behoeve van ontwerp- en beleidsstudies in het buitendijkse riviereengebied. Lelystad, RIZA.
- Remane, A.** 1934. Die Brackwasserfauna. Zool. Anz. Suppl. 7: 34-74.
- Rundle S.D., M.J. Attrill & A. Arshad** 1998. Seasonality in macroinvertebrate community composition across a neglected ecological boundary, the freshwater-estuarine transition zone. *Aquatic Ecology* 32: 211-216.
- Staatsbosbeheer** 1983. Korte notitie m.b.t. enkele natuurwetenschappelijke aspecten van de doorbraakkolken op de Hoenwaard. SBB afdeling Natuurbehoud, district Veluwe. (SBB Utr., NWA, doss 27E).
- Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff** 1995. De vegetatie van Nederland. Deel 2: Plantengemeenschappen van wateren, moerassen, natte heiden. Opulus press, Leiden.
- Schoenemund, E.** 1930. Eintagsfliegen oder Ephemeroptera. Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. 19. Teil.
- Sedell, J.R. & J.L. Frogatt** 1984. Importance of streamside forests to large rivers: The isolation of the Willamette River, Oregon, U.S.A., from its floodplain by snagging and streamside forest removal. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 22: 1828-1834.
- Slager, L.K. & R.G. Mes** 1988. Ontwikkelingsmogelijkheden voor het benedenriviereengebied Volkerak-Zoommeer. Bureau Ecoland, rapport 88-8, Utrecht.

- Smit, H.** 1985. Het ecosysteem van de Nederlandse grote rivieren. De Leven-  
de Natuur, 86e jaargang, nr 5:162-167.
- Steeg, H.M. van de** 1984. Effects of summer inundation on flora and vege-  
tation of river foreland in the Rhine area. Acta Bot. Neerl., 33: 365-366.
- Stortelder, A.H.F., A. Ebregt, J.M.J. Farjon & H.M.L.J. Keyzers** 1983.  
Beheersvisie "Oude Waal". Stichting voor Toegepaste Landschapsecolo-  
gie, Nijmegen. Rapport nr. 11.
- Urk, G. van & H. Smit** 1989. The Lower Rhine. Geomorphological Changes.  
In; G.E. Petts (ed.): Historical change of large alluvial rivers. Western Euro-  
pe. J. Wiley & Sons Ltd., 167-182
- Vaas, K.F.** 1960. Verslag van het onderzoek in de biesbosch en in het aan-  
grenzende deltagebied tijdens het werkkamp van de hydrobiologische  
vereniging; 1 - 10 juli 1959. Hydrobiologische Vereniging Yerseke.
- Vaas, K.F.** 1961. Verslag van het hydrobiologisch onderzoek in de biesbosch  
in 1960 van de hydrobiologische vereniging. Hydrobiologische vereniging  
Yerseke.
- Verdonschot, P.F.M.** 1990. Ecologische karakterisering van oppervlaktewate-  
ren in Overijssel. Het netwerk van cenotypen als instrument voor ecolo-  
gisch beheer, inrichting en beoordeling van oppervlaktewateren. Rijksin-  
stituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Verdonschot, P.F.M.**, 2001. Doelsoortenlijst van geselecteerde aquatische  
macrofauna in Nederland. Alterra, Wageningen.
- Verdonschot, P.F.M., J. Runhaar, W.F. van der Hoek, C.F.M. de Bok, B.P.M.  
Specken** 1992. Aanzet tot een ecologische indeling van oppervlaktewate-  
ren in Nederland. Leersum. Instituut voor Bos- en natuuronderzoek. RIN-  
rapport 92/1. 100 p.
- Verdonschot, P.F.M., E.H.T.M. Peeters, J.A. Schot, G. Arts, J. van der  
Straaten & M. van den Hoorn** 1997. Waternatuur in de regionale blau-  
wruimte; gemeenschappen in regionale oppervlaktewateren. Achter-  
gronddocument Natuurverkenningen '97, concept. DLO-Instituut voor  
Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.
- Verdonschot, P.F.M., Talsma M. & Vlies M. van der** (1997): Verslag thema-  
middag: 'Ecologische instrumenten bij het waterbeheer'; een eerste ver-  
kenning. Werkgroep Ecologisch Waterbeheer. Nieuwsbrief 26: 19-24.
- Verhey, C.J.** 1961. De Biesbosch: land van het levende water. Thieme,  
Zutphen.
- Voo, E.E. van der & V. Westhoff** 1961. An autecological study of some limno-  
phytes and helophytes in the area of the large rivers. Wentia, 5: 163-258.
- VROM & V&W** 1996. Beleidslijn 'Ruimte voor de rivier'.
- Westhoff, V., Bakker, P.A., Van Leeuwen, C.G. & Van der Voo, E.E.** 1971. Wilde  
planten, deel 2. Verenging ter Behoud van Natuurmonumenten in Neder-  
land.



- Wolff, W.J.** 1968. The Mollusca of the estuarine region of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt in relation to the hydrography of the area. I. The Unionidae. *Basteria*, Vol. 32, No. 1-3 pp 13-47.
- Wolff, W.J.** 1970. The Mollusca of the estuarine region of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt in relation to the hydrography of the area. IV. The genus *Sphaerium*. *Basteria*, Vol. 34, No. 3-4, pp 75-90.
- Wolff, W.J.** 1973. The estuary as a habitat. An analysis of data on the soft-bottom macrofauna of the estuarine area of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt. Zoölogische verhandelingen nr 126. Rijksmuseum van Natuurlijke Historie/ Delta Institute for Hydrobiological Research nr. 106, Leiden/Yerseke.
- Wolff, W.J. (red.)** 1989. De internationale betekenis van de Nederlandse natuur. Ministerie van Landbouw & Visserij, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, SDU uitgeverij Den Haag, 137 pp.
- Ysbaert, T., P. Meire, J. Coosen & K. Essink** 1998. Zonation of intertidal macrobenthos in the estuaries of Schelde and Ems. *Aquatic Ecology* 32: 53-71.
- Zonneveld, I.S.** 1999. De Biesbosch een halve eeuw gevolgd. Van hennip tot netelbos en verder. De vierde dimensie van de vegetatie en de bodem in de Brabantse Biesbosch. Uitgeverij Uniepers, Abcoude.

## Bijlage 1: Begeleidingscommissie Aquatisch Supplement

L. van den Aarsen/ J. van Bodegraven C. Roos/ M.Schreijer	Ministerie LNV, Directie Natuurbeheer Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier Waterschap de Maaskant Zuiveringschap Hollandse Eilanden en Waarden
M. van der Vlies H. Boeijen	Provincie Fryslân, Afdeling Milieu en Water
H. de Haan	Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA)
B. van der Wal	RIVM
W. Ligtvoet	Alterra, Afdeling Ecologie en Milieu
P. Verdonshot	Alterra, Afdeling Ecologie en Milieu
R. Nijboer	RIZA
D. van der Molen	Expertisecentrum LNV
D. Bal	Expertisecentrum LNV (voorzitter)
C. Bisseling	Expertisecentrum LNV (secretaris)
M. Fellingier	

154]







**ALTEERRA**



**landbouw, natuurbeheer  
en visserij**



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

**Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat**

RIZA Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling

**Wageningen 2000**