

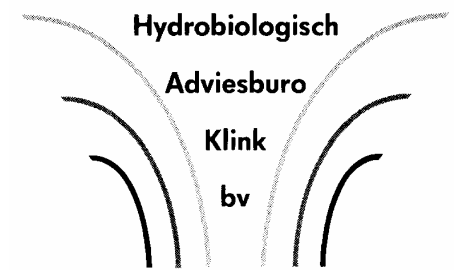
Pre-advies Rivierengebied

Onderdeel aquatische macrofauna



Ondergelopen uiterwaard bij Beneden Leeuwen op 29-5-2006

Alexander Klink



Pre-advies Rivierengebied

Onderdeel aquatische macrofauna

Alexander Klink

**Hydrobiologisch Adviesburo Klink Rapporten en
Mededelingen nr. 97. Project 260**

Januari 2008

In opdracht van Bureau Drift, Berg en Dal

© Hydrobiologisch Adviesburo Klink. Alles uit dit rapport mag op enigerlei wijze worden vermenigvuldigd mits er op de juiste wijze verwezen wordt naar dit rapport en de auteur(s).

Inhoudsopgave

1. WAT VOORAF GING (GEBASEERD OP OUDE RIVIERKAARTEN, PONS (1957), VAN DE VEN (1976) EN VAN TIL (1979), WNF (1993)	
.....	FOUT! BLADWIJZER NIET GEDEFINIEERD.
2. ONTWIKKELING VAN DE MACROFAUNAGEMEENSCHAPPEN IN DE GROTE RIVIEREN	FOUT! BLADWIJZER NIET GEDEFINIEERD.
2.1. PERIODE 1745 - 1985	FOUT! BLADWIJZER NIET GEDEFINIEERD.
2.2. PERIODE 1988 – 2003	FOUT! BLADWIJZER NIET GEDEFINIEERD.
3. DISCUSSIE	15
4. LITERATUUR.....	16

1. Wat vooraf ging

(gebaseerd op oude rivierkaarten, Pons (1957), van de Ven (1976) en van Til (1979), WNF (1993))

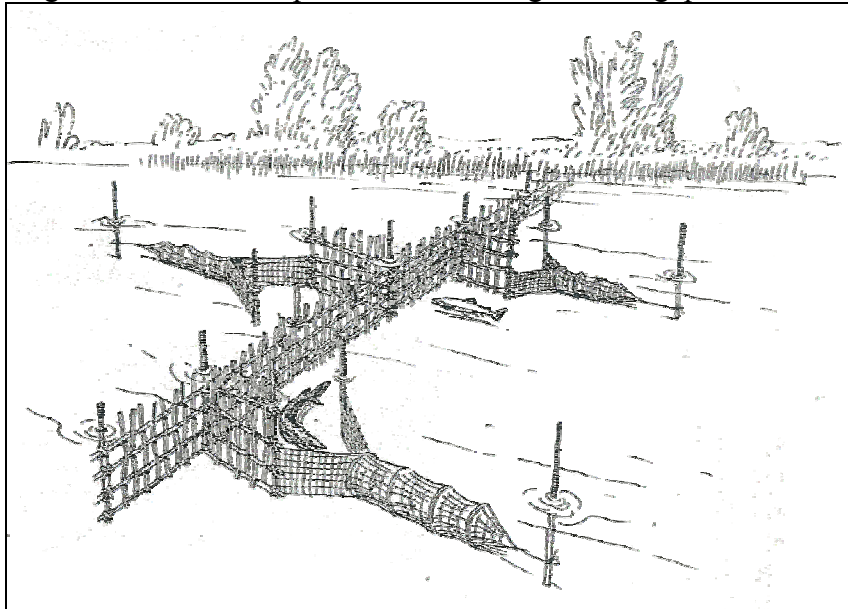
De grote Nederlandse rivieren hebben vanaf 1000 na Christus hun eerste grote verandering ondergaan onder menselijke invloed. Vanaf die tijd hebben de winterdijken de rivieren stukje bij beetje ingesloten totdat er vanaf de 14^e eeuw een stelsel aan bandijken is ontstaan. Het was gedaan met het vrij meanderen door het vlakke laagland. In de hierop volgende eeuwen zijn de uiterwaarden in cultuur genomen. Allereerst zijn de ooibossen gekapt en zijn er allerlei maatregelen genomen om de uiterwaarden zolang mogelijk droog te houden voor veeteelt en kleiwinning. Ten behoeve van de scheepvaart, vrije afstroming en winning van brandstof zijn de grote hoeveelheden klinkhout uit de rivieren verwijderd. Oeverwallen werden met elkaar verbonden tot zomerdijken en delen van de uiterwaarden werden beplant met riet en wilg. In het zomerbed werden lange, schuin in de rivier stekende, houten kribben aangelegd voor landaanwas. Dit alles had tot gevolg dat het water ernstig belemmerd werd in haar afstroming en er, mede door de sterke ijsgang, veel dijkdoorbraken plaatsvonden.

De organische verontreiniging van de rivieren in de 18^e eeuw wordt treffend beschreven door Velsen (1768):

“Maar bij ons heeft men genoegzaam geen aandacht altoos, op dat gewichtig stuk gehad, een ieder heeft met in 's lands rivieren gehandeld en huisgehouden, naar welgevallen; zy zyn genoegzaam geheel zonder toezicht geweest: wierdt haar op een of andere wyzen een doedelijke wond toegebracht, niemand bekreunde zig des; niemand droeg er leed over. In de plaats van Goddelyk of Heilig te heeten, waren ze maar geacht als Vuilnisgooten, waar elk mogt morsen zo als het hem behaagde. Daar door zijn de geraakt in die wanschapen toestanden, als in dit werkje wordt aangewezen”

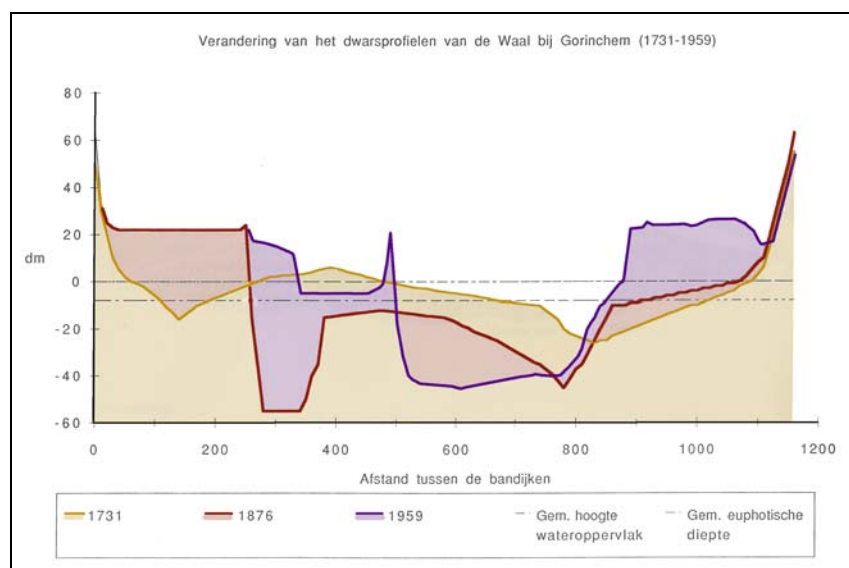
In 1798 werd het beheer van de Rijntakken onder het centrale bestuur gebracht van de Bataafse Republiek. Deze vaardigde in 1806 een rivierwet uit waarin het werd verboden, behoudens een vergunning, werken aan te leggen tussen de bandijken, die de vrije afstroming van het water konden belemmeren. In deze tijd waren er nog veel eilanden (middelzanden) in de rivieren aanwezig. Tussen de eilanden slingerden de hoofd- en

nevengeulen. De hogere delen van de middelzanden waren nog bedekt met ooibos of waren al omgezet in hooilanden. De rivieren werden volop bevist op steur en zalm. Vooral de zalmsteken zullen plaatselijk aspect bepalend zijn geweest. Deze steken zijn permanente afzettingen van gevlochten rijshout, die tot ca. 100 m lang waren en dwars op de stroomrichting werden geplaatst.



Figuur 1. Zalmsteek (Martens, 1992)

In de eerste helft van de 19^e eeuw is de rivier systematisch in kaart gebracht en is de eerste normalisatie ter hand genomen, die beperkt is gebleven tot enkele plaatselijke stroomgeleidingswerken. Er lagen toen nog 31 middelzanden in de Boven Rijn – Waal tussen Lobith en Gorinchem. De tweede normalisatie is uitgevoerd in de tweede helft van de 19^e eeuw. Deze had tot doel om een diepgang van 3 m te bereiken ten behoeve van de scheepvaart. De kosten van deze werken beliepen ruim fl. 30 miljoen en tussen 1886 en 1890 is 3,5 miljoen m³ zand gebaggerd. In deze tijd zijn de meeste kribben aangelegd en zijn de middelzanden met de oever verbonden door strekdammen. In het begin van de 20^e eeuw is een laatste normalisatie uitgevoerd waardoor het zomerbed verder is versmald. In Figuur 1 is te zien wat deze normalisatie voor gevolg heeft gehad op het dwarsprofiel van de rivier (Klink, 1991).



Figuur 2. Veranderingen in het dwarsprofiel van de rivier als gevolg van de normalisatiewerken tussen 1731 en 1959 (bron oude rivierkaarten)

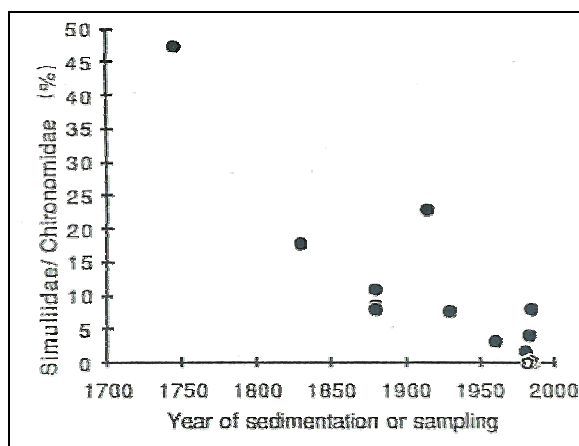
De hoofdgeul van de Waal bij Gorinchem had in 1731 een gemiddelde breedte van 590 m, met een eiland van 200 m breed en een nevengeul die 190 m breed was. De gemiddelde diepte bedroeg toen ca. 1 m en het licht kon op veel plaatsen doordringen tot op de bodem, waar oevervegetatie en pioniers als kranswieren tot ontwikkeling konden komen. In 1876 is het middelzand vergraven en de nevengeul gedempt. De rivier heeft nu een breedte van 825 m en naast grote ondiepe delen is er een smalle geul aanwezig met een diepte van meer dan 5 m. In 1959 is de breedte teruggebracht tot 390 m en ligt de bodem op een uniforme diepte van > 4 m, waarbij er nergens meer licht tot op de bodem kan doordringen.

De waterverontreiniging was in het begin van de 20e eeuw al enorm. De carbolsmaak van zalm is overbekend en de rivieren zullen vaak pikzwart zijn geweest door het wassen van steenkool. Nog steeds is, overal in de ondiepe oevers, dit zwarte kolengruis aanwezig. De organische belasting is in 1900 ca. 30% van dat in 1973. Het peiljaar voor de maximale verontreiniging van de Rijn. De verontreiniging met zware metalen bedroeg toen ca. 15% van dat in 1973. Gechloreerde koolwaterstoffen en Cholinesterase remmers, die in 1900 ontbraken, maakten de cocktail in de Rijn compleet (Klink, 1989). Sinds 1973 hebben de honderden miljarden euro's geïnvesteerd in zuivering van afvalwater en schonere procestechnologie ervoor gezorgd dat, met name de Rijn nu schoner is dan 100 jaar geleden. In het volgende hoofdstuk zal worden ingegaan op de gevolgen die de beschreven gebeurtenissen hebben gehad op de ontwikkelingen van de macrofaunagemeenschappen in de grote rivieren.

2. Ontwikkeling van de macrofaunagemeenschappen in de grote rivieren

2.1. Periode 1745 - 1985

Op basis van palaeolimnologisch onderzoek in oude rivierafzettingen zijn we goed op de hoogte van de macrofaunagemeenschappen in de grote rivieren van ca. 5000 jaar geleden tot nu toe. De macrofauna in de rivieren verandert nauwelijks van 5000 jaar geleden tot 1745 na Chr. Afzettingen uit beide perioden zijn zeer rijk aan soorten en alle groepen uit natuurlijke rivieren zijn nog vertegenwoordigd. Grote veranderingen zijn al merkbaar tussen 1745 en 1825, zoals blijkt uit Figuur 2.



Figuur 3. Veranderingen in de verhouding tussen Simuliidae (bewoners van klinkhout) en Chironomidae (bewoners van alle habitats) in de periode 1745 – 1985 (Klink, 1989)

Bestond in 1745 de fauna van de muggen nog voor bijna de helft uit Simuliidae (kriebelmuggen) die zich vasthechtten op het hout in de stroming. In 1825 is hun aandeel al teruggelopen tot < 20% door het “opschonen” van de rivieren. In de huidige riviertakken komen de Simuliidae alleen nog kortstondig tot vestiging als ze van bovenstrooms meedriften tijdens extreem hoogwater.

In de onderstaande tabel is een overzicht gemaakt van de macrofauna gerangschikt naar habitat in 1745 en in 1985 (Klink, 1992).

Tabel 1. Veranderingen van de macrofauna in relatie tot de verschillende habitats

Habitat	1745	1985
klinkhout	67	0
vegetatie	9	1
zandige bodem	10	6
slibbige bodem	14	4
stortstenen	0	77
eurytoop	0	12
Totaal	100	100

In 240 jaar is er een complete verandering opgetreden in de habitats en hun bewoners. Was in 1745 klinkhout nog verreweg de belangrijkste habitat. In 1985 zijn dit de stortstenen op de oevers en de kribben. De vegetatie is als habitat vrijwel verdwenen, alleen in het benedenrivierengebied speelt de ze habitat plaatselijk nog een rol. Ook het aandeel van de soorten die gebonden zijn aan een zand- en slibbodem is sterk teruggelopen en een categorie soorten die niet kritisch zijn ten opzichte van hun habitat maken in 1985 voor 12% deel uit van de macrofaunagemeenschap.

Behalve verlies aan habitat, heeft ook waterverontreiniging een sterke nivellering tot gevolg gehad. Groepen als Eendagsvliegen (Ephemeroptera), Steenvliegen (Plecoptera), Waterkevers (Coleoptera) en Kokerjuffers (Trichoptera) zijn gedecimeerd of geheel uitgestorven (Plecoptera).

2.2. Periode 1988 – 2003

De periode 1988 – 2003 is gekozen omdat in 1988 de “Monitoring van de waterstaatkundige Toestand des Lands” van start is gegaan en de meest recent beschikbare gegevens afkomstig zijn uit 2003.

In deze periode doen zich belangrijke gebeurtenissen in de situatie van de macrofauna voor. Naast de influx van een groot aantal exoten (komt aan bod in § 2.2.3) doen zich een aantal positieve veranderingen voor die direct samenhangen met de verbeterde waterkwaliteit. In 1990 wordt voor het eerst weer de eendagsvlieg zomersneeuw (*Ephoron virgo*) waargenomen. De soort was in de 30’er jaren van de vorige eeuw voor het laatst gezien in Nederland. Na de hoogwaters van kerst 1993 en februari 1995 zijn velen honderden soorten Nederland binnen gedreven, waarvan er ca. 100 recent niet meer uit de rivieren bekend waren. Als gevolg van de sterk verbeterde waterkwaliteit, mag worden aangenomen dat dit langs de Rijntakken en Vecht geen grote beperkingen meer zal opleggen aan het herstel van de

macrofaunagemeenschappen in de rivieren. De belangrijkste verbeteringen kunnen hier dan gehaald worden uit biotoopontwikkeling. De Maas in Zuid Limburg blijft nog een zorgenkindje zolang Wallonië zijn afvalwater nog ongezuiverd op de Maas loost. Verbeteringen zijn echter voorzien vanaf 2008 door het gereed komen van enkele grote waterzuiveringsinstallaties.

Knelpunten

In de huidige rivieren zijn er drie factoren waarvan de macrofauna in haar herstel de meeste hinder van ondervindt. Deze zijn:

- Gebrek aan geschikt habitat
- Scheepvaart als fysieke belemmering
- Exoten

2.2.1. Gebrek aan geschikt habitat

Uit Tabel 1 is al gebleken dat de macrofauna sterk heeft geleden door het verwijderen van hout en het normaliseren van de rivier ten behoeve van veiligheid en scheepvaart.

In Tabel 2 staan gegevens die afkomstig zijn uit het programma Nader Onderzoek Zuidrand. Een intensief onderzoek naar de relatie tussen biota en bodemverontreiniging in het Benedenrivierengebied. In de linker kolom staat de diversiteit in 75 triplomonsters waarin geen vegetatie aanwezig was. In de rechter kolom is het totaal aantal soorten weergegeven in 67 enkelvoudige monsters waarbij zowel bodem als vegetatie zijn bemonsterd.

Tabel 2. Diversiteit van de macrofauna in relatie tot de aan- of afwezigheid van oevervegetatie

Habitat	Bodem ± Vegetatie	
	-	+
Aan/Afwezig		
Platwormen		3
Borstelwormen	18	18
Bloedzuigers	3	7
Schelpdieren	17	36
Kreeftachtigen	3	11
Eendagsvliegen		4
Libellen		1
Waterwantsen		3
Waterkevers		9
Elzevliegen		2
Nachtvlinders		1
Kokerjuffers	1	9
Muggen	26	56
Watermijten	1	14
Totaal soorten	69	174
Aantal monsters	75	67

Door de inrichting van het benedenrivierengebied staat er vrijwel nergens vegetatie op de oevers. Veel oevers zijn bestort en een onnatuurlijk peilbeheer maken het oeverplanten bijzonder moeilijk om zich te vestigen. Op die plaatsen waar zich wel vegetatie heeft kunnen vestigen, leidt dit tot een ware explosie van de biodiversiteit. Het aantal soorten stijgt in een vergelijkbaar aantal monsters met meer dan een factor 2. De enige groep die niet profiteert van de toegenomen habitatdiversiteit zijn de borstelwormen. Nu vormt het Benedenrivierengebied nog een relatief gunstige biotoop omdat de dynamiek er minder sterk is dan meer stroomopwaarts, waar in het geheel geen oevervegetatie aanwezig is.

2.2.2. Scheepvaart als fysieke belemmering

De scheepvaart, en dan met name in de Waal zorgt voor zeer veel zuiging en golfslag. De schepen varen volgens een bepaald patroon over de Waal. De schepen die stroomopwaarts gaan volgen de linker oever (met de stroom mee kijkend) en de stroomafwaartse schepen varen langs de rechter oever. De stroomopwaarts varende schepen zijn volgeladen, terwijl de schepen die stroomafwaarts varen, praktisch onbeladen zijn (med. F. ten Brinke). Dit houdt in dat er veel meer energie vrijkomt langs de linkeroever (vol + stroomopwaarts), dan langs de rechteroever (leeg en stroomafwaarts). In de vaargeul zelf is de dynamiek het grootst omdat de motoren hier rechtstreeks de bodem omwoelen. In het kader van de Nota "Toekomstvisie Waal Hoofdtransportas is in 2001 en 2002 een onderzoek uitgevoerd

naar de bodemfauna in de Waal van Bemmel tot Haaften. Hiertoe zijn 280 bodemmonsters verwerkt. In Tabel 3 is te zien hoe de macrofauna reageert op de scheepvaartbewegingen.

Tabel 3. Het aantal soorten en individuen per standaard monster

Waal	Vaargeul	L. oever	R. oever
Gem. aantal soorten/monster	1,9	5,2	9,2
Gem. aantal individuen/monster	6,9	27,3	61,2

In de eerste plaats kan worden vastgesteld dat het aantal soorten per monster in alle gevallen erg laag is. In de vaargeul zijn gemiddeld nog geen 2 soorten in een bodemhap van 225 cm² aangetroffen. In de linkeroever leven 5 soorten op hetzelfde oppervlak en in de rechteroever ruim 9. De diversiteit neemt hier dus af met een factor 4,5 van rechteroever naar de vaargeul toe. De dichtheid per monster daalt van 61 in de rechteroever naar bijna 7 in de vaargeul, een afname met een factor 9. Tot zover de effecten van de scheepvaart op de fauna in de directe omgeving van de vaargeul.

Ook de effecten van de scheepvaart op de niet directe omgeving zijn bekeken. In dit geval gaat het om onderzoek aan de nevengeulen in Gameren, waar de macrofauna een aantal jaren is gemonitord (Bij de Vaate et al., 2007). De diepste geulen stromen permanent mee, maar ook de golfslag is vooral bij de boven- en benedenstroomse openingen goed merkbaar. In Tabel 4 zijn de bodembewonende muggenlarven weergegeven uit:

Paleo-ecologische onderzoek aan oude Rijnafzettingen (Rijn paleo), de nevengeulen bij Gameren in 2001 en 2002

De Tisza bij Ibráni-Nagyuerdő. Deze grootste zijrivier van de Donau is in Hongarije onderzocht op zijn geschiktheid als referentierivier voor de Rijn. De scheepvaart is zo goed als afwezig (1-2 aken per week) en het zomerbed is nog nauwelijks genormaliseerd.

De gecombineerde fauna van de linker en rechter oever van de Waal en de vaargeul. Soorten tussen haakjes zijn als koprest in oude afzettingen wel tot geslacht, maar niet tot soort te determineren. Het is echter aannemelijk dat ze ook in de oude afzettingen aanwezig zijn geweest.

Tabel 4. Diversiteit van bodembewonende muggenlarven (Chironomidae) in de historische referentie, de Tisza als natuurlijke referentie, de nevengeul bij Gameren en de Waal (bron ?).

Taxon	Rijn paleo	Gameren 2000	Gameren 2001	Tisza Ibrani-N	Waal kribvallen	Waal vaargeul
<i>Chernovskya macrocera</i>	+					
<i>Heterotrissocladius marcidus</i>	+					
<i>Stictochironomus spec.</i>	+		+			
<i>Procladius olivacea</i>	+	+	+			
<i>Chironomus balatonicus</i>	(+)	+	+			
<i>Chironomus muratensis</i>	(+)	+				
<i>Tanytarsus pallidicornis</i>	(+)	+				
<i>Tanytarsus punctipennis</i>	(+)	+	+	+		
<i>Procladius conversus</i>	+	+	+	+		
<i>Cladopelma gr. laccophila</i>	+	+	+	+		
<i>Cryptochironomus spec.</i>	+	+	+	+		
<i>Endochironomus albipennis</i>	+	+		+		
<i>Harnischia spec.</i>	+	+		+		
<i>Paralauterborniella nigrohalteralis</i>	+	+	+	+		
<i>Polypedium nubeculosum agg.</i>	+	+	+	+		
<i>Micropsectra apposita</i>	(+)	+	+	2		
<i>Stempellina spec.</i>	+	+	+	+		
<i>Tanytarsus brundini</i>	+	+	+	?		
<i>Brillia flavifrons</i>	+			+		
<i>Beckidia zabolotzky</i>	+			1		
<i>Paraccladopelma laminata agg.</i>	+			+		
<i>Paratendipes connectens</i> 3 Lipina	+			+		
<i>Demicryptochironomus vulneratus</i>	+			+		
<i>Stempellinella</i>		+	+			
<i>Brillia modesta</i>	+	+	+		+	
<i>Polypedium bicrenatum</i>	+	+	+		+	
<i>Procladius spec.</i>	+	+	+	+	+	
<i>Chironomus acutiventris</i>	+	+	+	+	+	
<i>Chironomus nudiventris</i>	(+)	+	+	+	+	
<i>Lipiniella moderata</i>	(+)	+		+	+	
<i>Cryptotendipes spec.</i>	+	+	+	+	+	
<i>Paratendipes gr. albimanus</i>	+	+	+	2	+	
<i>Microchironomus tener</i>	+	+	+	+	+	
<i>Paratendipes intermedius</i>	+	+	+	+	+	
<i>Cladotanytarsus gr. mancus</i>	+	+	+	+	+	
<i>Polypedium scalaenum</i>	+	+	+	+	+	
<i>Micropsectra atrofasciata</i>	(+)	+	+	2	+	
<i>Kloosia pusilla</i>	+	+	+	+	+	
<i>Tanytarsus ejuncidus</i>	(+)	+	+	+	+	
<i>Tanytarsus spec.</i>	+	+	+	+	+	
" <i>Cryptochironomus macropodus</i> "					+	
<i>Robackia demijerei</i>	+	+	+	1	+	+
Aantal taxa	39	33	29	30	18	1

1 = op andere locatie verzameld. 2 = voorjaarssoorten terwijl de Tisza in de zomer bemonsterd is. (+) vermoedelijk wel aanwezig maar de resten zijn niet tot op soort(groep) te determineren.

Uit Tabel 4 blijken de volgende aspecten:

De Rijnbodembodem heeft een natuurlijke gemeenschap van Chironomidae die bestaan heeft uit minstens 39 soorten. In de Tisza zijn er met een beperkt onderzoek al 30 soorten aangetroffen, zodat deze rivier voor dit aspect een goede referentie lijkt. Nog opmerkelijker zijn de bevindingen in de nevengeulen van Gameren, waar enkele jaren na oplevering al 33 doelsoorten zijn aangetroffen. De vestiging van deze 33 soorten zijn het directe gevolg van het aanleggen van een stromende nevengeul, waarbij de invloed van de scheepvaart sterk gereduceerd is. Tevens kunnen we de conclusie trekken dat er door scheepvaart 15 (33-18) soorten niet in het zomerbed

voorkomen. In de vaargeul weet alleen *Robackia demeijerei* te overleven.

2.2.3. Exoten

We schrijven 1987 als hydrobiologisch Nederland kennis neemt van de verschijning van een drietal exotische soorten. De Kaspische slijkgarnaal *Chelocorophium curvispinum* en de twee Chinese korfmosselen *Corbicula fluminea* en *C. fluminalis* (Den Hartog et al., 1992). De slijkgarnaal blijkt binnen vier jaar de meest dominante soort te worden op stenen in de rivieren. Dichtheden van 100.000 ind/m² zijn geen uitzondering (Van den Brink et al., 1991). De korfmosselen blijken als enig schaaldier te kunnen overleven in de vaargeul van de Waal en sindsdien liggen de Waalstranden bezaaid met deze schelpen. In 1991 wordt het Rijn-Main-Donaukanaal geopend en komt er voor het eerst een verbinding tot stand tussen de beide stroomgebieden. De strikt endemische fauna van schelpdieren, kreeftachtigen en andere niet vliegende groepen, duidt er op dat beide rivieren nooit, of althans niet in het recente geologische verleden met elkaar verbonden zijn geweest.

Om de invloed van exoten en de rekolonisatie van verdwenen soorten inzichtelijk te krijgen, zijn de monitoringsgegevens van Rijkswaterstaat vanuit het meetpunten bij Lobith over de periode 1988 – 2003 tegen het licht gehouden. Hierbij zijn de meest algemene soorten ingedeeld in drie categorieën:

- Exoten
- Blijvers
- Verliezers

De volgende drie figuren laten zien welke soorten waarschijnlijk zullen blijven, welke soorten verloren hebben en hoe het met de exoten gesteld is (is dit een selectie van soorten? zijn blijvers en verliezers nu inheemse soorten of ook exoten??). In totaal gaat het om slechts 58 soorten die algemeen voorkomen of voorkwamen in de Rijn bij Lobith.

Exoten

Groep 3: 16 taxa	Exoten															
Soorten	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03
Physella acuta																
Hydropsyche bulgaromanorum																
Halacaridae																
Dreissena polymorpha																
Potamopyrgus antipodarum																
Gammarus tigrinus																
Chelicorophium curvispinum																
Orconectes limosus																
Corbicula fluminea																
Corbicula fluminalis																
Dikerogammarus villosus																
Echinogammarus ischnus																
Hypania invalida																
Jaera istri																
Dendrocoelum romanodanubiale																
Limnomysis benedeni																

Figuur 4. Exoten, die Lobith hebben gekoloniseerd en weer zijn verdwenen of zijn gebleven

Van deze groep (selectie?) van 16 soorten zijn er een paar die al (veel) langer de Rijn hebben gekoloniseerd. De vroegste kolonisator (1826) is de Driehoeksmossel *Dreissena polymorpha* (Bij de Vaate, 2003). De kokerjuffer *Hydropsyche bulgaromanorum* is vermoedelijk gekoloniseerd tijdens het hoogwater van 1993, aangezien deze soort ook tijdens het hoogwater in 1995 in ongehoorde aantallen in de hoogwaterpoelen is aangetroffen (Klink, 1999). Deze soort heeft het echter niet gered en is in 2000 weer verdwenen. De kleine *Halacaridae* (watermijt) heeft het nog korter volgehouden. De soorten die door toedoen van het Rijn-Main-Donaukanaal Nederland hebben gekoloniseerd zijn de soorten *Dikerogammarus villosus* en de daaronder staande soorten. Samen met *Chelicorophium curvispinum* maken deze soorten in toenemende mate de dienst uit op vast substraat in de grote rivieren en grotere stilstaande wateren waar water vanuit de rivieren wordt ingelaten.

Inheemse Blijvers

Groep 2: 18 taxa	Blijvers															
Soorten	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03
Ancylus fluviatilis																
Chironomus nudiventris																
Cricotopus bicinctus																
Dicortendipes nervosus																
Ecnomus tenellus																
Nanocladius bicolor agg.																
Pisicicola geometra																
Caenis luctuosa																
Glyptotendipes pallens																
Pisidium moitessierianum																
Polypedilum scalaenum																
Rheotanytarsus																
Tanytarsus																
Ephoron virgo																
Dugesia lugubris/polychroa																
Paratendipes albimanus																
Conchapelopia agg.																
Dendrocoelum lacteum																

Figuur 5. Soorten die zijn teruggekomen of niet zijn weggeweest

In Figuur 5 zijn de inheemse soorten weergegeven die recent zijn gerekoloniseerd, of al eerder zijn teruggekeerd. Er zijn slechts vier soorten die de periode rond 1975 hebben overleefd (MWTL gegevens).

Sinds 1988 hebben 11 van de 18 soorten het meetpunt gekoloniseerd en hebben zich weten te handhaven. De meeste soorten zijn in Nederland algemeen en niet gebonden aan grote rivieren of stromend water. Echte soorten van stromend water zijn Zomersneeuw *Ephoron virgo* en de muggelarve *Conchapelopia agg.* Opmerkelijk is dat deze soorten in of op de bodem leven en daar weinig last ondervinden van *Dikerogammarus villosus*, de grootste predator onder de exoten.

Inheemse Verliezers

Groep 1: 24 taxa	Verliezers															
Soorten	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03
<i>Rheocricotopus chalybeatus</i>																
<i>Proasellus coxalis</i>																
<i>Tvetenia verralli</i>																
<i>Bithynia tentaculata</i>																
<i>Ceraclea dissimilis</i>																
<i>Hydropsyche contubernalis</i>																
<i>Micropsectra atrofasciata</i>																
<i>Parachironomus frequens</i>																
<i>Gammarus pulex</i>																
<i>Pisidium supinum</i>																
<i>Rheopelopia</i>																
<i>Erpobdella octoculata</i>																
<i>Cryptochironomus</i>																
<i>Pisidium henslowanum</i>																
<i>Valvata piscinalis</i>																
<i>Cricotopus sylvestris</i> gr.																
<i>Cricotopus triannulatus</i>																
<i>Cricotopus vierriensis</i>																
<i>Synorthocladius semivirens</i>																
<i>Parachironomus arcuatus</i> gr.																
<i>Asellus aquaticus</i>																
<i>Microtendipes chloris</i> gr.																
<i>Physa fontinalis</i>																
<i>Heptagenia sulphurea</i>																

Figuur 6. Soorten die zijn verdwenen

Tegenover de 11 soorten die sinds 1988 zijn gerekoloniseerd en zijn gebleven, staan 24 soorten die het verloren lijken te hebben. Onder deze soorten zijn er enkele die zeer algemeen zijn, zoals de waterpissebedden *Asellus aquaticus* en *Proasellus coxalis*. Opvallend is tevens dat de meeste verliezers bewoners zijn van vast substraat en dus direct in contact kunnen komen met *Dikerogammarus*. Ook de schelpdieren *Bithynia tentaculata*, *Pisidium supinum*, *P. henslowanum*, *Valvata piscinalis* en *Physa fontinalis* behoren opmerkelijk genoeg tot de verliezers. Dit is des te merkwaardiger omdat de meeste soorten op de bodem leven en daar alleen concurrentie om de ruimte te duchten hebben van *Corbicula* soorten. De onderste soort *Heptagenia sulphurea*, een eendagsvlieg, is een typisch voorbeeld van een soort die weer is teruggekeerd, maar waarvan het herstel niet duurzaam is gebleken.

3. Discussie

Op basis van het bovenstaande zouden, met de macrofauna als invalshoek, een aantal onderzoeksvragen kunnen worden gesteld. Als belangrijkste belemmeringen voor het ecologische herstel worden de volgende punten gezien.

- Gebrek aan geschikt habitat
- Scheepvaart als fysieke belemmering
- Exoten

De oplossingsrichtingen lijken te convergeren naar een streven om de biodiversiteit te verhogen. Verhoging van de kansen voor inheemse macrofauna heeft tot gevolg dat de macrofauna zelf meer tegengas zal kan geven aan exoten. Door vergroting van de habitatdiversiteit en de faunadiversiteit, zal ook de visstand sterk bevorderd worden, waardoor ook de predatie op exoten zal toenemen.

De te nemen maatregelen zullen per riviertraject nader moeten worden gedifferentieerd naar de mogelijkheden, passend bij het betreffende karakter van de riviertak. Zo lijken nevengeulen langs de Waal in ieder geval succesvol voor bodembewonende muggelarven, libellen en vissen (Grift, 2001). Met het plaatsen van klinkhout in deze geulen zou ook weer een habitat ontstaan voor de uitgestorven kriebelmuggen. Nieuwe mogelijkheden dienen zich ook aan bij het ontwerp van nieuwe kribben. Langs de gestuwde rivieren ontwikkelen kwelgeulen zich voorspoedig indien ze niet te vaak worden overstroomd. Helaas zijn de kwelgeulen in de Bovenste Polder onder Wageningen en in de Blauwe Kamer hun heldere pionierstadium met kranswieren en ondergedoken waterplanten goeddeels kwijtgeraakt na diverse inundaties. Ook de oevers van de rivieren zijn veelal niet optimaal ingericht voor de accommodatie van een diverse faunagemeenschap.

4. Literatuur

- Bij de Vaate, A., 2003 Degradation and recovery of the freshwater fauna in the lower sections of the rivers Rhine and Meuse Thesis Wageningen University 200 pp.
- Den Hartog, C., van den Brink, F.W.B., van der Velde, 1992 Why was the invasion of the river Rhine by *Corophium curvispinum* and *Corbicula* species so successful J. nat. Hist. 26: 1121-1129
- Grift, R., 2001 How fish benefit from floodplain restoration along the lower River Rhine Acad. Proefschrift Wag. Universiteit 203 pp.
- Helmer, W., Klink, A., Overmars, W., Barneveld, H., 1992 Levende rivieren. Studie in opdracht van het Wereld NatuurFonds Rapport Wereld Natuur Fonds 1-28
- Klink, A., 1989 The Lower Rhine. Palaeoecological analysis. In: Historical change of large alluvial rivers: western Europe G.E. Petts (ed.), John Wiley & Sons Ltd. 183-201
- Klink, A., 1992 Levende rivieren. De Rijn, een broodmager ecosysteem met meer dan voldoende voedsel. Bijlage 1 bij Rapport Levende Rivieren. Studies in opdracht van het Wereld Natuur Fonds Rapport Wereld Natuur Fonds 28 pp.
- Klink, A., 1994 Makro-evertebraten in relatie tot bodemvormingsprocessen in de Nieuwe Merwede, Hollandsch Diep en Dordtsche Biesbosch Adviesburo Klink Rap. Med. 49: 70 pp. + bijl.
- Klink, A., 1996 Methodiek gehanteerd bij het "Nader Onderzoek Zuidrand" onderdeel macrofauna Rapportage Hydrobiol. Adviesburo Klink bv 22 pp.
- Klink, A., 1999 Macrofauna in hoogwaterpoelen langs de Rijn. Rapport AquaSense 1349: 32 pp. + bijl.
- Klink, A., 2000 Inventarisatie van de macrofauna in de nevengeulen in de Gamerense waard; mei 2000 Adviesburo Klink Rap. Med. 64: 25 pp. + bijl.
- Klink, A., 2002 Zandsuppletie in kribvakken in de Waal. Effecten op de macrofauna 2. Een jaar na baggeren en suppleren Adviesburo Klink Rap. Med. 78: 24 pp. + bijl.
- Klink, A., Mulder, J., Jansen, M., Wilhelm, M., 1995 Grensmaas: Hoogwater januari 1995 en de gevolgen voor de makro-evertebraten Adviesburo Klink Rap. Med. 56: 14 pp. + bijl.
- Klink, A., 1991 Ecologisch relevante factoren bij het inrichten van een nevengeulencomplex in de Rijn Adviesburo Klink Rap. Med. 36: 29 pp. + bijl.

- Martens, P.J.M., 1992 De zalmvissers van de Biesbosch. Een onderzoek naar de visserij op het Bergse Veld 1421 – 1869 Bijdr. Gesch. van het Zuiden van Nederland 93: 513 pp.
- Pons, L.J., 1957 De geologie, de bodemvorming en de waterstaatkundige ontwikkeling van het land van Maas en Waal en een gedeelte van het Rijk van Nijmegen Versl. Landbouwkund. Ond. (63.11) Bodemk. Stud. 3: 156 pp. + bijl.
- Vaate, A. bij de, Klink, A.G., Greijdanus-Klaas, M., Jans, L.H., Oosterbaan, J., Kok, F., 2007 Effects of habitat restoration on the macroinvertebrate fauna in a foreland along the river Waal, the main distributary in the Rhine delta River Res. Applic. 23: 171-183
- Van den Brink, F.W.B., van-der-Velde, G., bij-de Vaate, B., 1991 Amphipod invasion on the Rhine Nature 352: 576
- van de Ven, G.P., 1976 Aan de wieg van Rijkswaterstaat. Wordingsgeschiedenis van het Pannerdens Kanaal Gelderse Historische Reeks 8: 437 pp.
- Van Til, K., 1979 De Rijntakken van de Bovenrivieren sedert 1600 Rijksw. Dir. Bovenriv. 36 pp. + bijl.
- Velsen, C., 1768 Rivierkundige verhandelingen. Afgeleid uit waterwigt- en waterbeweegkundige grondbeginselen. En toepasselijk gemaakt op den Rhyn, de Maas, de Waal, de Merwede en de Lek Harlingen 3 pp.