

431408

211K  
017E

## **Beschrijving van een nulsituatie voor de macro-evertebraten in de Grensmaas**

Description of a zero situation for the  
macroinvertebrates in the River Grensmaas

Description d'une situation zéro pour les  
macro-invertébrés dans la Grensmaas

A. bij de Vaate en M. Greijdanus-Klaas

Reports of the project  
"Ecological Rehabilitation of the River Meuse"  
nr. 17, december 1993

This report is also published in the series  
"Ecological Rehabilitation of Rivers"  
as no. 62-1994

Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA),  
P.O.Box 17, NL-8200 AA Lelystad, The Netherlands.

Te citeren als (to be referred to as):

Bij de Vaate, A. & M. Greijdanus-Klaas. 1993. Beschrijving van een nulsituatie voor de macro-evertebraten in de Grensmaas. *Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse"* (with abstracts in English and French). no. 17-1993.

## Inhoudsopgave

	pag.
Samenvatting	
Lijst van figuren en tabellen	
Summary	
List of figures and tables	
Résumé	
Liste des figures et des tableaux	
Inleiding	1
Methoden	2
Bemonsteringslokaties	7
Resultaten & discussie	9
Literatuur	17

## Samenvatting

Op basis van literatuurgegevens zijn beelden geschetst van levensgemeenschappen van macro-evertebraten (ongewervelde dieren >0,5mm) in de Grensmaas in de periode 1981-1990. De bedoeling is dat dergelijke beelden gaan dienen als uitgangs- of nulsituatie bij het vaststellen van effecten van ingrepen op deze diergroep in de periode daarna. Er wordt dan vooral gedacht aan effecten van morfologische en hydrologische aanpassingen, zoals herinrichtingsmaatregelen, en mogelijke verbeteringen van de waterkwaliteit.

Uitgegaan is van resultaten van waarnemingen die, in het kader van diverse onderzoeken, verricht zijn in de genoemde periode in het riviertraject Borgharen-Stevensweert.

Op grond van de uitgevoerde bemonsteringen en de summiere aanvullende informatie die beschikbaar was zijn in de Grensmaas de volgende biotopen onderscheiden:

- a. stenen in de oeverzone;
- b. de rivierbodem in de oeverzone;
- c. de diepe rivierbodem in het bevaarbare deel;

In de referentieperiode kwamen tenminste 52 taxa voor in de onderscheiden habitats. Op de stenen in de oeverzone 37 taxa, in/op de rivierbodem in de oeverzone 44 taxa en in/op de rivierbodem in het bevaarbare deel van de Grensmaas 26 taxa.

De borstelarme wormen (Oligochaeta) zijn hierbij buiten beschouwing gelaten, omdat ze in de meeste onderzoeken niet of onvoldoende tot op de soort zijn gedetermineerd.

Het grootste deel (58%) van de aanwezige taxa behoorde tot de groep van de Chironomidae (dansmuggen).

De soortenrijkdom bij de mollusken was, in vergelijking met andere rivieren, erg laag. Er werden slechts 8 taxa aangetroffen.

Uit de groepen die naar verhouding erg gevoelig zijn voor waterverontreiniging (zoals Ephemeroptera, Trichoptera, Coleoptera, Odonata en Plecoptera) zijn nauwelijks soorten in de Grensmaas aangetroffen. Als ze zijn aangetroffen betrof het tolerante soorten. Naast mogelijke effecten van de waterkwaliteit kan ook de afwezigheid van specifieke habitats de oorzaak zijn voor het ontbreken van deze groepen.

Opvallend is de afwezigheid van vlokreeften (Gammaridae) binnen de groep van de kreeftachtigen (Crustacea). Het is nog onduidelijk welke factoren hiervoor verantwoordelijk zijn.

## Lijst van figuren en tabellen

- Figuur 1.: De bemonsteringslokaties en de daarbij behorende riviertrajekten in de Grensmaas. De overige geografische informatie is in cursief weergegeven.
- Tabel 1.: Overzicht van gebruikte bronnen voor het vastleggen van de nulsituatie in het voorkomen van macro-evertebraten in de Grensmaas.
- Tabel 2.: Overzicht van de door Smit (1982) gebruikte bemonsteringstechnieken.
- Tabel 3.: Overzicht van de door Klink (1985, 1991) gebruikte bemonsteringstechnieken.
- Tabel 4.: Overzicht van de door Peeters (1988) gebruikte bemonsteringstechnieken.
- Tabel 5.: Overzicht van de bemonsterde lokaties en biotopen in de periode 1981-1990 per onderzoeker.
- Tabel 6.: Lijst van ongewervelde dieren die in de periode 1980-1990 deel uit maakten van de levensgemeenschappen in de Grensmaas in de biotopen: "stenen in de oeverzone", "bodem in de oeverzone", "diepe bodem" en "kunstmatig substraat (KS)".

## Summary

This paper sketches an account of the communities of macroinvertebrates (non-chordate animals >0.5mm) in the River Grensmaas in the 1981-1990 period, on the basis of literature search data. The intention is to use these sketches as the basic or zero situation for the determination of the effects of any actions on these species in the subsequent period. Instances of such actions mainly include morphological and hydrological adaptations, such as re-organisational measures and possible improvements in water quality.

The basis was formed by results of observations that were made within the framework of various studies in the Borgharen-Stevensweert river stretch in the period in question.

Based on the samplings carried out and the scarce supplementary information available, the following biotopes have been distinguished in the River Grensmaas:

- a. stones in the bank zone;
- b. the riverbed in the bank zone;
- c. the deep riverbed in the navigable part.

During the reference period, at least 52 taxa occurred in the habitats distinguished: 37 taxa on the stones in the bank zone, 44 taxa in/on the riverbed in the bank zone and 26 taxa in/on the riverbed in the navigable part of the Grensmaas.

The group of Oligochaeta have not been taken into consideration, because they have not or not sufficiently been determined into species in most studies.

The greater part (58%) of the taxa present belonged to the group of Chironomidae (non-biting midge larvae).

When compared to other rivers, the quantity of mollusca species was very low. Only 8 taxa were found.

In the Grensmaas hardly any species were found from the groups that are relatively highly sensitive to water pollution (such as Ephemeroptera, Trichoptera, Coleoptera, Odonata and Plecoptera). The species found were tolerant ones. Besides possible effects of the water quality, the lack of specific habitats may be the cause for the absence of these groups.

The absence of Gammaridae within the class of crustaceans (Crustacea) is striking. It is not yet clear which factors are responsible for this phenomenon.

## List of figures and tables

- Figure 1 The sampling locations and the corresponding stretches of the Grensmaas river. Other geographical information is given in italics.
- Table 1. List of sources used to record the zero situation in the presence of macroinvertebrates in the Grensmaas river.
- Table 2. List of the sampling techniques used by Smit (1982).
- Table 3. List of the sampling techniques used by Klink (1985, 1991).
- Table 4. List of the sampling techniques used by Peeters (1988).
- Table 5. List of the sampled locations and biotopes per researcher in the 1981-1990 period.
- Table 6. List of invertebrates present in the biotic community in the biotopes: "stones in the littoral zone", "bottom in the littoral zone", "deep bottom" en "artificial substrate (KS)". in the Grensmaas in the 1980-1990 period.

## Résumé

Sur la base de données bibliographiques, on a dressé des tableaux des biocénoses des macro-invertébrés (invertébrés  $>0,5\text{mm}$ ) dans la Grensmaas dans la période 1981-1990. L'objet de cette démarche est que ces tableaux servent de situation de départ ou zéro lors de l'établissement des effets des interventions sur ce groupe d'animaux dans la période ultérieure. On pense alors surtout aux effets des adaptations morphologiques et hydrologiques telles que les mesures de réaménagement, et des améliorations éventuelles de la qualité de l'eau.

On est parti des résultats des observations qui, dans le cadre de différentes études, ont été effectuées dans la période précitée dans la section fluviale Borgharen-Stevensweert.

Sur la base des échantillonnages réalisés et des informations complémentaires sommaires qui étaient disponibles, on a distingué dans la Grensmaas les biotopes suivants :

- a. les cailloux dans la zone fluviale ;
- b. le fond du cours d'eau dans la zone fluviale ;
- c. le fond du cours d'eau profond dans la partie navigable ;

Dans la période de référence, on a rencontré au moins 52 taxa dans les différents habitats. Sur les cailloux dans la zone fluviale : 37 taxa, dans/sur le fond du cours d'eau dans la zone fluviale : 44 taxa et dans/sur le fond du cours d'eau dans la partie navigable de la Grensmaas : 26 taxa.

Notons que les Vers annélides (Oligochètes) n'ont pas été pris en considération, car ils n'ont pas ou pas suffisamment été déterminés jusqu'au classement par espèce dans la plupart des études.

La majeure partie (58%) des taxa présents appartenaient au groupe des Chironomidés (moustiques "danseurs").

En comparaison avec d'autres cours d'eau, peu d'espèces étaient représentées chez les Mollusques. On a rencontré seulement 8 taxa.

Parmi les groupes qui sont proportionnellement très sensibles à la pollution des eaux (tels que les Ephéméroptères, Trichoptères, Coléoptères, Odonates et Plécoptères), on n'a presque pas rencontré d'espèces dans la Grensmaas. Si l'on en a trouvées, il s'agissait d'espèces tolérantes. En plus des effets éventuels de la qualité de l'eau, l'absence d'habitats spécifiques peut également être à l'origine de la rareté de ces groupes.

Frappante est l'absence des crevettes d'eau douce (Gammaridae) dans le groupe des Crustacés. La question de savoir quels facteurs en sont responsables n'a pas encore été élucidée.



## Liste des figures et des tableaux

- Figure 1 : Les lieux d'échantillonnage et les sections fluviales correspondantes dans la Grensmaas. Les autres informations géographiques sont indiquées en italique.
- Tableau 1 : Aperçu des sources utilisées pour établir la situation zéro dans la présence des macro-invertebrata dans la Grensmaas.
- Tableau 2 : Aperçu des techniques d'échantillonnage utilisées par Smit (1982).
- Tableau 3 : Aperçu des techniques d'échantillonnage utilisées par Klink (1985, 1991).
- Tableau 4 : Aperçu des techniques d'échantillonnage utilisées par Peeters (1988).
- Tableau 5 : Aperçu des lieux échantillonnés et des biotopes dans la période 1981 à 1990 par chercheur.
- Tableau 6 : Liste des invertébrés qui faisaient partie des biocénoses dans la période 1980 à 1990 dans les différents biotopes.

## Inleiding

Onder de noemer "natuurontwikkeling" zijn plannen in voorbereiding om in de nabije toekomst in de Grensmaas grind te winnen door middel van stroomgeulverbreding en weerdverlaging. De achterliggende gedachte is dat op die manier dit deel van de Maas een meer natuurlijke loop kan krijgen (Helmer, *et al.*, 1991).

Daarnaast wordt er naar gestreefd om de zomerafvoer in de Grensmaas zodanig te reguleren dat onnatuurlijke afvoerfluctuaties zo goed mogelijk worden uitgedempt. Ook mag verwacht worden dat, in het kader van E.E.G.-verplichtingen, in de nabije toekomst de waterkwaliteit van de Maas aanzienlijk zal verbeteren.

Om effecten te kunnen vaststellen van bovengenoemde morfologische en hydrologische aanpassingen en eventuele verbeteringen van de waterkwaliteit op de aanwezige levensgemeenschappen van ongewervelde dieren (de macro-evertebraten), is in dit rapport getracht een referentiebeeld te beschrijven dat kan dienen als uitgangs- of nulsituatie.

Als basis voor dit referentiebeeld is uitgegaan van resultaten van waarnemingen van verschillende onderzoekers uit de periode 1981 t/m 1990. De keuze van deze periode van tien jaren is voornamelijk bepaald door de beschikbare informatie. Uit de tijd daaraan voorafgaand bleek geen bruikbare informatie beschikbaar te zijn.

Bij morfologische aanpassingen van de Grensmaas wordt gedacht aan een stroomgeulverbreding waardoor de overgang tussen het water en de oever minder abrupt wordt en zich (op beperkte schaal) nevengeulen in het zomerbed kunnen ontwikkelen (Helmer, *et al.*, 1991). De winst voor de ongewervelde dieren bestaat hieruit dat de soortenrijkdom dan sterk kan toenemen vanwege de veronderstelde toename van habitats.

Een belangrijke hydrologische aanpassing is het uitdempen van afvoerfluctuaties veroorzaakt door de waterkrachtcentrale in de stuw bij Lixhe (België). Deze waterkrachtcentrale heeft vier turbines, elk met een capaciteit van  $80 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Om deze optimaal te kunnen laten functioneren wordt bij een afvoer  $< 320 \text{ m}^3/\text{sec}$  water gespaard om periodiek een extra turbine te kunnen laten meedraaien. Bij zomerafvoeren, die in het algemeen  $< 50 \text{ m}^3/\text{sec}$  bedragen, ontstaat dan het probleem dat in de Maas bij de Nederlandse grens op het ene moment de afvoer zeer gering is ( $< 10 \text{ m}^3/\text{sec}$ ) terwijl op het andere moment de afvoer  $80 \text{ m}^3/\text{sec}$  bedraagt. Dergelijke afvoerfluctuaties kunnen in principe, door een aangepast beheer van de stuw bij Borgharen, grotendeels voor de Grensmaas worden uitgedempt. In juli 1992 is daarmee begonnen.

## Methoden

### Algemeen

De bronnen die gebruikt zijn voor de vastlegging van de nulsituatie zijn gegeven in tabel 1. Het is een mengeling van kwantitatieve en/of kwalitatieve informatie vanwege de toepassing van verschillende bemonsteringstechnieken.

Tabel 1.: Overzicht van gebruikte bronnen voor het vastleggen van de nulsituatie in het voorkomen van macro-evertebraten in de Grensmaas.

Jaar	Referentie	Doel onderzoek	Onderzochte biotopen
1981 en 1982	Smit, 1982	biologische waterbeoordeling	stenen, planten, ondiepe bodem, diepe bodem
1983	Van Urk, 1985	biologische waterbeoordeling	exuviae
1983 en 1984	Neven, 1985 <sup>A,B</sup>	biologische waterbeoordeling	kunstmatig substraat, ondiepe bodem
1984, 1986 t/m 1990	Klink, 1985, 1991	biologische monitoring	exuviae, stenen, ondiepe bodem, diepe bodem
1986	Peeters, 1988	beschrijving levensgemeenschappen	stenen, ondiepe bodem, diepe bodem
1988	Janssen, 1989	effekten lozingen DSM via de Ur	ondiepe bodem

Om de resultaten van uitgevoerd onderzoek goed te kunnen interpreteren is het belangrijk te weten op welke wijze bemonsteringen zijn uitgevoerd. In dit hoofdstuk wordt daarom uitvoerig stil gestaan bij de bemonsteringsmethoden die door de verschillende onderzoekers zijn toegepast. Eerst wordt van elke bemonsteringsmethode een algemene beschrijving gegeven. Vervolgens per onderzoeker (zie tabel 1) de gebruikte bemonsteringsmethode(n) en eventuele afwijkingen op de omschrijvingen zoals in de onderstaande deelparagrafen gegeven.

## **Bemonstering stenen**

Random worden op een diepte van  $\pm 30$  cm stenen (met een geschat oppervlak van de grootste zijde  $< 500 \text{ cm}^2$ ) in de oeverzone opgepakt en onmiddellijk daarna in een emmer met water overgebracht om verlies aan dieren te voorkomen. Uiteraard moeten stenen worden opgepakt waarvan zeker is dat ze geruime tijd onder water hebben gelegen. Dit is o.a. te zien aan de bovenzijde waarop zich in het algemeen groengekleurde algen hebben gevestigd en aan de eventueel aanwezige mosdiertjes en/of zoetwatersponzen.

De eventueel aanwezige driehoeksmosselen worden met behulp van een scalpel van de stenen gehaald en overgebracht een pot met 96% alcohol. Hierna wordt de steen afgeborsteld (met een afwasborstel) in een bak met wat rivierwater. Het water met de organismen wordt gezeefd over een zeef met een maaswijdte van  $500 \mu\text{m}$  waarna het op de zeef achtergebleven materiaal eveneens in het potje met de 96% alcohol wordt overgebracht.

Om naderhand dichtheidsschattingen te kunnen maken wordt het oppervlak van elke steen bepaald.

## **Sleepbak**

Door Bovens (1984) is een sleepbak ontwikkeld voor de bemonstering van grindbodems. De bak wordt op de bodem van de rivier gezet. Wanneer vervolgens aan de bak getrokken wordt graaft deze zich in. Er wordt dan een gedeelte van de rivierbodembemonsterd dat gelijk is aan het bodemoppervlak van de sleepbak. Door de speciale ophangconstructie kan de bak worden opgehesen zonder verlies van bodemmateriaal. Aan dek van het bemonsteringsvaartuig wordt de bak geleegd in een plastic bak. Het grove materiaal wordt daarna afgeborsteld en verder verwerkt zoals omschreven voor de bemonstering van stenen. Om het fijnere materiaal te scheiden van de aanwezige macrofauna wordt gebruik gemaakt van een opwervel techniek. Hiertoe worden telkens kleine hoeveelheden bodemmateriaal in een emmer overgebracht, goed gespoeld met een flinke overmaat water en onmiddellijk daarna zodanig uitgegoten op een zeef (maaswijdte  $500 \mu\text{m}$ ) dat de zwaardere bodemdeeltjes in de emmer achter blijven. Na vijf keer spoelen wordt op het oog gecontroleerd of alle dieren zijn uitgespoeld en op de zeef zijn terecht gekomen. zo nodig wordt de procedure nog enige malen herhaald.

## **Handnet**

Voor de kwalitatieve bemonsteringen van ongewervelde dieren op waterplanten of oeervegetaties en in/op (zachte) bodems wordt gebruik gemaakt van een handnet met een maaswijdte van  $500 \mu\text{m}$ . Dit net wordt snel door de vegetatie gehaald om ook de snelle zwemmers te kunnen vangen. Bij bodembemonsteringen wordt het net door de toplaag van de bodem getrokken, waarna het bodemmateriaal uit het net gespoeld wordt.

## Kickmethode

Deze bemonsteringsmethode wordt toegepast op plaatsen waar de stroomsnelheid voldoende groot is. Een schepnet met een maaswijdte van 500  $\mu\text{m}$  wordt op de rivierbodem geplaatst met de opening in de stroomopwaartse richting. Door met de voet het bodemmateriaal voor de opening van het net op te woelen, worden de bodemdieren opgewerveld en door de stroming het net in gevoerd (Frost, *et al.*, 1970).

## Bemonstering exuviae

Exuviae (de vervellingshuidjes van insektenpoppen) worden bemonsterd door met een handnet, maaswijdte 250  $\mu\text{m}$ , het wateroppervlak af te romen op plaatsen waar op het oog relatief veel fijn materiaal op het water drijft (Klink, 1985, 1991). Ook worden bij een dergelijke bemonstering wel driftnetten gebruikt (Van Urk, 1985).

## Kunstmatig substraat

Om ontwikkelingen in het voorkomen van macro-evertebraten te kunnen volgen wordt vaak gebruik gemaakt van een kunstmatig substraat. Bemonstering van het substraat vindt plaats na een kolonisatieperiode van vier weken (28 dagen,  $\pm 1$  dag).

Er zijn vele typen kunstmatig substraat in omloop. In de Maas is door Klink (1991) gebruik gemaakt van een gestandaardiseerd substraat (Bij de Vaate & Greijdanus-Klaas, 1990) bestaande uit glazen kniekers met een diameter van 20 mm ( $\pm 1$  mm).

De kniekers worden in roestvrij stalen korven op de rivierbodem geplaatst. Deze korven bestaan uit een frame met daartussen gaas (draaddikte: 1,8 mm; maaswijdte: 11 mm). De bovenzijde is afneembaar. Aan de onderzijde zijn zijplaten bevestigd om de stabiliteit te vergroten en mogelijk inzakken in de bodem te verhinderen. Om het verlies aan organismen tijdens het uit het water halen te beperken is op de bodem van de korven gaas aangebracht met een maaswijdte van 2 mm.

De inwendige afmetingen van een korf bedraagt 20 x 20 x 20 cm. In de praktijk kunnen ze worden gevuld met ongeveer 1200 kniekers.

De bemonstering van het substraat vindt plaats door de kniekers met een krachtige waterstraal schoon te spuiten op een zeef met een maaswijdte van 15 mm. Onder deze zeef is een zeef met een maaswijdte van 500  $\mu\text{m}$  geplaatst voor het opvangen van de macro-evertebraten.

Belgische onderzoekers (o.a. Neven, 1985<sup>A,B</sup>) maken in het algemeen gebruik van een kunstmatig substraat bestaande uit gebroken baksteen in een aardappelzak (37,5 x 48 cm) van polyethyleen (De Pauw *et al.*, 1986). De baksteen is verkleind tot brokken met een diameter van 4 tot 8 cm. Elke zak bevat 5 dm<sup>3</sup> gebroken baksteen.

De bemonstering van het substraat vindt plaats door het in gedeelten op een zeeftoren, met zeven van 10 mm, 1 mm en 500  $\mu\text{m}$  maaswijdte, te spoelen en af te borstelen. Het materiaal dat op de zeven achter blijft wordt gebruikt voor analyse.

### Overzicht gebruikte methode(n) per onderzoeker

Smit (1982) heeft onderzoek uitgevoerd in de Grensmaas in de maanden september 1981 en april 1982. De gebruikte bemonsteringstechnieken zijn vermeld in tabel 2.

Tabel 2.: Overzicht van de door Smit (1982) gebruikte bemonsteringstechnieken.

Biotoop	Bemonsteringsmethode
stenen oeverzone	afborstelen
bodem oeverzone	kickmethode, handnet
diepe bodem	sleeptak

Alle monsters werden gespoeld in een net met een maaswijdte van 500  $\mu\text{m}$  en vervolgens geconserveerd met 80% ethanol waaraan formaline was toegevoegd. Alleen de platwormen van de stenen uit de oeverzone werden levend gedetermineerd.

Van Urk (1985) bemonsterde in de periode juni 1983 tot en met juni 1984 de exuvia in de bovenste waterlaag met behulp van een driftnet met een maaswijdte van 2 mm. De bovenzijde van het driftnet stak boven het wateroppervlak uit.

Neven (1985<sup>A,B</sup>) gebruikte de kickmethode voor de bemonstering van de bodem. Daarnaast werd het Belgische kunstmatig substraat toegepast voor het monitoren van de macro-evertebraten. Bij het kunstmatig substraat werd een kolonisatieperiode aangehouden van 3 weken. Het onderzoek werd uitgevoerd in de perioden mei/juni 1983 en juli 1984.

Een overzicht van gebruikte bemonsteringsmethoden in het onderzoek van Klink (1985, 1991) is gegeven in tabel 3.

Tabel 3.: Overzicht van de door Klink (1985, 1991) gebruikte bemonsteringstechnieken.

Biotoop	Bemonsteringsmethode	Opmerkingen
ondiepe bodem	handnet	
diepe bodem	sleepbak	
bovenste deel waterkolom	exuviae	vóór 1987 met driftnet, maaswijdte 1 mm met aan de achterzijde 0,5 mm; na 1987 met schepnet of driftnet, maaswijdte 250 $\mu\text{m}$
stenen oeverzone	afborstelen	materiaal gespoeld op een zeef met een maaswijdte van 250 $\mu\text{m}$
kunstmatig substraat (knikkers)		

Peeters (1988) heeft in het begin van de zomer en van het najaar van 1986 verschillende biotopen in de Grensmaas bemonsterd. In tabel 4 zijn de door hem toegepaste bemonsteringsmethoden samengevat.

Tabel 4.: Overzicht van de door Peeters (1988) gebruikte bemonsteringstechnieken.

Biotoop	Bemonsteringsmethode	Opmerkingen
ondiepe bodem	kickmethode	
diepe bodem	sleepbak	
stenen oeverzone	afborstelen	materiaal gespoeld op een zeef met een maaswijdte van 250 $\mu\text{m}$

Tenslotte verrichtte Jansen (1989) in oktober 1988 onderzoek naar mogelijke effecten van de lozing van afvalwater van DSM op de ongewervelde dieren in de Grensmaas. De bemonsteringen werden uitgevoerd door middel van de kickmethode.

## Bemonsteringslokaties

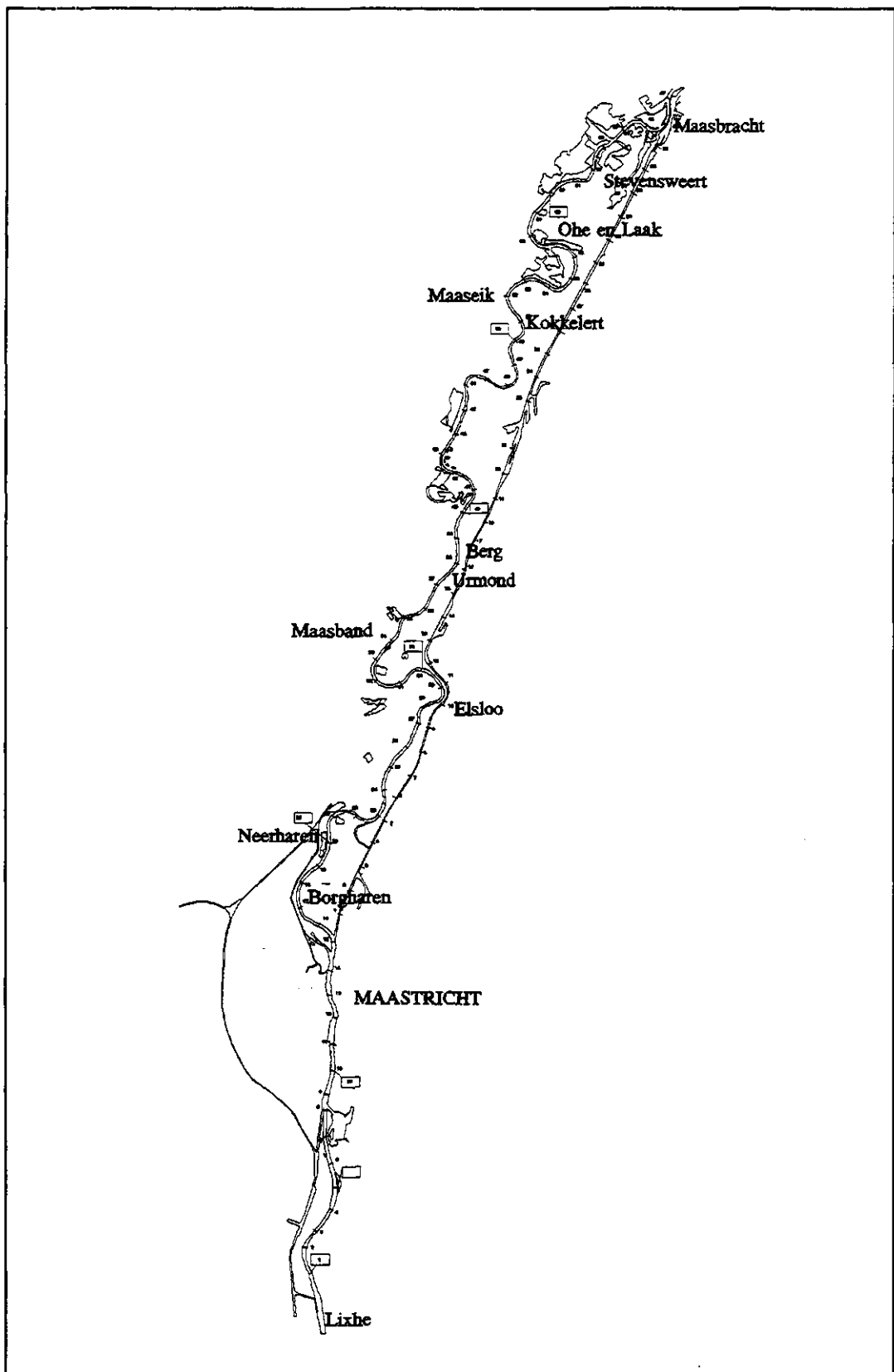
In de referentieperiode zijn op een groot aantal lokaties in de Grensmaas bemonsteringen uitgevoerd. In tabel 5 is aangegeven in welke riviertrajekten de bemonsteringen hebben plaatsgevonden. Daarnaast is in deze tabel vermeld welke biotopen in de onderscheiden riviertrajekten door de verschillende onderzoekers zijn onderzocht. De bemonsteringslokaties in de Grensmaas en de daarbij behorende riviertrajekten zijn afgebeeld in figuur 1.

Tabel 5.: Overzicht van de bemonsterde lokaties en biotopen in de periode 1981-1990 per onderzoeker (zie vorige paragraaf).

Lokatie		Bemonsterde biotopen <sup>1</sup>					
Plaats	Rivier-kilometer	Smit	Van Urk	Neven	Klink	Peeters	Janssen
Borgharen	17-20			b	s,b	s,b	
Neerharen	21-22			b,k			
Elsloo	27-29				s,b,e	s,b	
Maasband	33-36			b,k	s,e		b
Urmond	36-38	b			e		b
Berg	38-40						b
Elen	43-48			b,k			
Kokkelert	50-52	s,b					
Maaseik	52-53	s,b		b	s,b,e,k	s,b	
Laak	57-60	d			s,b,d	d	
Stevensweert	61-62		e				

- <sup>1</sup> b = bodem oeverzone;  
d = diepe bodem;  
e = exuviae;  
k = kunstmatig substraat;  
s = stenen oeverzone.;





Figuur 1. De bemonsteringslokaties en de daarbij behorende riviertrajekten in de Grensmaas.

## Resultaten & Discussie

### Algemeen

Uit de voorgaande paragrafen blijkt reeds dat onderzoek aan ongewervelde dieren in de Grensmaas in de periode 1980-1990 zeer fragmentarisch heeft plaatsgevonden. Consistente meetreeksen, verzameld op vaste lokaties in nader gedefinieerde biotopen en bemonsterd volgens gestandaardiseerde methoden, bestaan niet. De uitbreiding van de monitoring van de waterhuishoudkundige toestand des lands (MWTL) met een biotische component zal, naar verwachting, in de toekomst in deze lacune voorzien (Anonymus, 1991; Dudok van Heel, *et al.*, 1991).

De consequentie van een dergelijke versnippering in onderzoek is dat de resultaten van de verschillende onderzoeken elkaar niet aanvullen. Niet alleen werden tal van bemonsteringsmethoden gebruikt, maar ook de weergave van de onderzoeksresultaten was niet eenduidig. Daarom kan alleen met inachtneming van arbitrair gekozen randvoorwaarden een beeld worden geschetst van de nulsituatie.

### Onderscheiden biotopen

Beschreven worden nulsituaties voor de drie belangrijkste natuurlijke biotopen die in de Grensmaas zijn te onderscheiden:

- a. stenen in de oeverzone;
- b. de rivierbodem in de oeverzone;
- c. de diepe rivierbodem in het bevaarbare deel.

Daarnaast is eveneens de beschikbare informatie over de biotoop kunstmatig substraat in de beschrijving van de nulsituatie opgenomen. Strikt genomen kan deze biotoop niet apart voor de Grensmaas onderscheiden worden omdat kunstmatige substraten geen volledig alternatief vormen voor een natuurlijke biotoop. De belangrijkste reden is namelijk dat elk kunstmatig substraat een zekere selectiviteit bezit voor ongewervelde dieren. Echter voor het monitoren van ongewervelde dieren in een rivier zijn kunstmatige substraten een uitstekend hulpmiddel (Rosenberg & Resh, 1982; De Pauw, *et al.*, 1986). Door rekening te houden met de habitateisen van de taxa die er op voorkomen, wordt aanvullende informatie verkregen over de soortenrijkdom van levensgemeenschappen in de natuurlijke biotopen.

De hier boven omschreven biotopen overlappen elkaar enigszins. Enerzijds bestaat de rivieroever in de Grensmaas grotendeels uit stenen met daartussen zand en slib; anderzijds is de overgang tussen de oeverzone en de diepe rivierbodem niet eenduidig vast te stellen.

De biotoop kunstmatig substraat bestaat uit harde voorwerpen (knikkers of bakstenen) en is daarom vooral vergelijkbaar met de biotoop stenen in de oeverzone. Als zich tussen de harde delen van het substraat zand en slib afzet is deze biotoop eveneens vergelijkbaar met de biotoop rivierbodem (diep en ondiep).

Het onderscheid tussen de biotopen is gemaakt op grond van de bemonsteringen zoals die zijn uitgevoerd en de aanvullende informatie die beschikbaar was. Met name het niet of onvoldoende aanwezig zijn van informatie over de stroomsnelheid maakte het onmogelijk deze belangrijke component te gebruiken bij het onderscheiden van biotopen.

## Randvoorwaarden voor vaststellen nulsituatie

Om te kunnen vaststellen welke soorten van ongewervelde dieren deel uitmaakten van de levensgemeenschappen in de boven omschreven biotopen, is een omschrijving noodzakelijk van de criteria op grond waarvan keuzes zijn gemaakt.

Het algemene uitgangspunt is dat een soort deel uit maakt van een levensgemeenschap als, op grond van de waargenomen aantallen in de monsters, aangenomen kan worden dat de dichtheid op een lokatie voldoende groot is voor de instandhouding van de soort. Aangezien het waarnemen van soorten sterk bepaald wordt door het aantal monsters dat in een biotoop genomen is en ook de dichtheid voor de instandhouding per soort zal verschillen, zijn de volgende criteria geformuleerd waaraan een soort moet voldoen om geacht te worden deel uit te maken van een levensgemeenschap in een bepaalde biotoop:

- a. Soorten die, ongeacht de aantallen, tijdens een bemonsteringscampagne in tenminste 50% van alle monsters uit een bepaalde biotoop zijn aangetroffen, maken deel uit van de levensgemeenschap.
- b. Dit geldt eveneens voor soorten die in minder dan 50% van deze monsters zijn aangetroffen, maar waarvan het aantal waargenomen exemplaren tenminste 1% is van het totale aantal individuen. Een uitzondering hierop vormt punt c.
- c. Soorten die, ongeacht de aantallen, in de beschouwde periode slechts éénmalig (d.w.z. in slechts één monster) zijn waargenomen, worden geacht geen deel uit te maken van een levensgemeenschap.
- d. Soorten waarvan uitsluitend de exuviae zijn waargenomen, worden op grond van hun biotoopeisen ingedeeld in de onderscheiden biotopen. Ook hier geldt als uitzondering het gestelde onder punt c.

De beschrijving van een nulsituatie voor een levensgemeenschap van de ongewervelde dieren in de biotoop "stenen in de oeverzone" is uitsluitend gebaseerd op analysesresultaten van stenen die zijn afgeborsteld. Voor de biotoop rivierbodem oeverzone betrof het de gegevens afkomstig van bemonsteringen volgens de kickmethode of met het handnet; terwijl voor de levensgemeenschap in de biotoop diepe rivierbodem de resultaten van de bemonsteringen met de sleepbak zijn gebruikt.

Bij de uitgevoerde inventarisaties bleek dat sommige taxonomische groepen niet altijd tot op de soort zijn of konden worden gedetermineerd. Ook was het nivo tot waarop de verschillende onderzoekers determineerden niet altijd gelijk. Als regel is aangehouden dat alleen taxa op geslachtsnivo op de soortenlijst van een levensgemeenschap zijn opgenomen als van een geslacht door geen enkele onderzoeker soorten zijn onderscheiden. Het werkelijke aantal soorten in een levensgemeenschap zal dus in het algemeen wellicht hoger zijn dan het aantal onderscheiden taxa.

De groep van de borstelarme wormen (Oligochaeta) is door de verschillende onderzoekers niet of zeer onvolledig gedetermineerd. De taxa die genoemd zijn vormen waarschijnlijk slechts een klein deel van het aantal dat in de referentieperiode voorkwam.

Binnen de groep van de dansmuggen (Chironomidae) is het in een aantal gevallen nog niet mogelijk om de larven tot op de soort te determineren. Soms is alleen een lager determinatienivo (een verdere identificatie) dan het geslacht mogelijk op basis van groepskenmerken.

## De levensgemeenschappen in de onderscheiden biotopen

In tabel 6 is de nulsituatie van levensgemeenschappen van ongewervelde dieren in de onderscheiden biotopen beschreven.

Tabel 6.: Lijst van ongewervelde dieren die in de periode 1980-1990 deel uit maakten van de levensgemeenschappen in de Grensmaas in de biotopen: "stenen in de oeverzone", "bodem in de oeverzone", "diepe bodem" en "kunstmatig substraat (KS)".

Taxon	Stenen oeverzone	Bodem oeverzone	Diepe bodem	KS
<b>MOLLUSCA</b>				
<b>Gastropoda</b>				
<i>Acroloxus lacustris</i>		+	+	+
<i>Ancylus fluviatilis</i>	+	+		+
<i>Bithynia tentaculata</i>	+	+	+	+
<i>Physa fontinalis</i>				+
<i>Radix peregra</i>	+			+
<b>Bivalvia</b>				
<i>Dreissena polymorpha</i>	+	+		
<i>Pisidium spec.</i>		+		
<i>Sphaerium corneum</i>		+		+
<b>CHIRONOMIDAE</b>				
<b>Tanypodinae</b>				
cf. <i>Conchapelopia spec.</i>		+		
<i>Rheopelopia ornata</i>	+	+		+
<i>Procladius spec.</i>			+	
<b>Orthoclaadiinae</b>				
<i>Brillia longifurca</i>	+	+		
<i>Cardiocladius fuscus</i>				+
<i>Cricotopus bicinctus</i>	+	+	+	+
<i>Cricotopus intersectus</i>	+			
<i>Cricotopus gr. sylvestris</i>	+	+		
<i>Cricotopus triannulatus</i>	+	+		+
<i>Eukiefferiella calvescens</i>	+	+		+
<i>Eukiefferiella claripennis</i>	+	+		+
<i>Eukiefferiella discoloripes</i>				+
<i>Nanocladius bicolor</i>	+	+	+	
<i>Orthocladus spec.</i>	+	+		
<i>Paratrichocladus rufiventris</i>	+	+		
<i>Rheocricotopus chalybeatus</i>	+	+		+
<i>Synorthocladus semivirens</i>	+	+		
<b>Prodiamesinae</b>				
<i>Prodiamesa olivacea</i>		+		
<b>Chironomini</b>				
<i>Chironomus nudiventris</i>			+	+
<i>Cryptochironomus spec.</i>		+	+	
<i>Dicrotendipes gr. nervosus</i>	+	+	+	+
<i>Glyptotendipes gr. pallens</i>				+
<i>Harnischia spec.</i>	+	+		
<i>Parachironomus gr. arcuatus</i>	+	+	+	+
<i>Parachironomus gr. longiforceps</i>	+	+	+	+
<i>Polypedilum gr. breviantennatum</i>		+	+	
<i>Polypedilum scalaenum</i>		+	+	

Taxon	Stenen oeverzone	Bodem oeverzone	Diepe bodem	KS
<b>Tanytarsini</b>				
<i>Micropsectra atrofasciata</i>	+	+	+	+
<i>Rheotanytarsus photophilus</i>				+
<i>Rheotanytarsus rhenanus</i>	+	+	+	+
<b>EPHEMEROPTERA</b>				
<i>Baetis spec.</i>	+	+		
<i>Caenis macrura</i>		+		+
<b>TRICHOPTERA</b>				
<i>Hydropsyche contubernalis</i>	+	+	+	+
<b>CRUSTACEA</b>				
<b>Asellidae</b>				
<i>Asellus aquaticus</i>	+	+	+	+
<i>Proasellus meridianus</i>	+	+	+	+
<b>Astacidae</b>				
<i>Orconectes limosus</i>				+
<b>HIRUDINEA</b>				
<i>Erpobdella octoculata</i>	+	+	+	+
<i>Erpobdella testacea</i>	+	+		
<i>Glossiphonia complanata</i>	+	+	+	+
<i>Glossiphonia heteroclita</i>			+	+
<b>TRICLADIDA</b>				
<i>Dendrocoelum lacteum</i>				+
<i>Dugesia lugubris/polychroa</i>	+	+		+
<i>Dugesia tigrina</i>				+
<b>OLIGOCHAETA</b>				
<b>Tubificidae</b>				
<i>Chaetogaster diaphanus</i>		+		+
Tubificidae met haarborstels	+	+	+	+
Tubificidae zonder haarborstels	+	+	+	+
<b>Lumbricidae</b>				
<i>Eiseniella tetraedra</i>			+	
<b>Naididae</b>				
<i>Nais barbata</i>		+		
<i>Nais bretscheri</i>	+			+
<i>Nais pardalis</i>		+		+
<i>Stylaria lacustris</i>	+	+	+	+
<b>Lumbriculidae</b>				
<i>Lumbriculus variegatus</i>	+			

Wanneer de borstelarme wormen buiten beschouwing worden gelaten, kan geconcludeerd worden dat in de periode 1980-1990 in de Grensmaas tenminste 52 taxa van ongewervelde dieren konden leven.

Hoewel vergelijkingen van de levensgemeenschappen in de Grensmaas met die in andere West-Europese rivieren nauwelijks te maken zijn, wegens gebrek aan voldoende achtergrondinformatie voor het toepassen van vergelijkbare selectiekriteria, is het bovengenoemde aantal taxa laag te noemen. Er bleek uitsluitend een goede vergelijking mogelijk met de Rijn. Zo werden tijdens een éénmalige bemonstering in het najaar van 1988 van vergelijkbare natuurlijke biotopen op zes lokaties verdeeld over de Rijntakken en een eenmalige bemonstering van een kunstmatig substraat, dat in dezelfde periode op één lokatie had uitgehangen, in totaal 68 taxa aangetroffen (Bij de Vaate, *et al.*, 1991). Voor een juiste vergelijking van het aantal taxa werden hierbij dezelfde criteria gehanteerd als voor de ongewervelde dieren in de Grensmaas, bij een vergelijkbaar determinatienivo. Het zal duidelijk zijn dat het hier slechts om een getalsmatige referentie gaat voor het aantal taxa in de Grensmaas. Beide riviertrajecten zijn verder op geen enkele manier met elkaar te vergelijken.

### Macro-evertebraten op het kunstmatig substraat

Van de taxa die op de kunstmatige substraten in de Grensmaas zijn aangetroffen mag verwacht worden dat ze eveneens in tenminste één of ook in meerdere van de drie omschreven natuurlijke biotopen voorkomen. Op een zestal uitzonderingen na (vier soorten dansmuggen: *Cardocladius fuscus*, *Eukiefferiella discoloripes*, *Glyptotendipes* gr. *pallens*, *Rheotanytarsus photophilus*; één soort platworm: *Dugesia tigrina* en de Amerikaanse rivierkreeft: *Orconectes limosus*) was dat ook het geval. Echter uit de beschikbare ecologische informatie kan geconcludeerd worden dat deze zes soorten ook deel kunnen uitmaken van de levensgemeenschappen in sommige van de genoemde biotopen. Dat ze niet in de natuurlijke biotopen zijn aangetroffen komt door het extensieve karakter van de onderzoeken waarvan de gegevens gebruikt zijn.

Volgens Cranston, *et al.* (1983) leven de larven van het geslacht *Cardocladius* voornamelijk in grote rivieren op stenen in gedeelten met zeer snel stromend water. Door Moller Pillot & Buskens (1990) worden als vestigingsplaatsen de stuwen genoemd. Daar kunnen zeer lokaal "bergbeekachtige" stromingscondities heersen. Op dergelijke plaatsen kunnen ze dan vrij talrijk zijn.

*E. discoloripes* is een bewoner van harde substraten (Moller Pillot & Buskens, 1990). De larven zijn niet gevoelig voor organische verontreiniging.

Soorten van het geslacht *Glyptotendipes* leven in het algemeen in de oeverzone in detritusrijke sedimenten of tussen de sessiele algen (Pinder & Reiss, 1983). *G. gr. pallens* is echter lithofiel (Klink & Moller Pillot, 1982).

Ook de platworm *D. tigrina* leeft op harde substraten. Het is evenals de Amerikaanse rivierkreeft (*O. limosus*), die zich vrij bewegend ophoudt tussen obstakels van allerlei aard, een immigrant uit Noord-Amerika (Den Hartog & Van der Velde, 1987).

## Specifieke soorten in de biotoop diepe rivierbodem

In de biotoop diepe bodem kwamen drie soorten voor die niet voorkwamen in de levensgemeenschappen van de beide oeverbiotopen. Het betreft twee soorten dansmuggen (*Procladius* spec. en *C. nudiventris*) en één bloedzuigersoort (*Glossiphonia heteroclita*). De larven van de beide soorten dansmuggen zijn slibbewoners (Moller Pillot & Buskens, 1990; Fittkau & Roback, 1983); de bloedzuiger *G. heteroclita* is een bewoner van o.a. langzaam stromende rivieren (Elliott & Mann, 1979). Duidelijk is dat de oecologie van deze soorten hun voorkomen in het verdiepte deel van de Grensmaas verklaart. Immers in dit deel van de Grensmaas zal in het grootste deel van het groeiseizoen de stroomsnelheid aanzienlijk minder zijn dan in het overige deel, wat tevens tot gevolg heeft dat verhoogde sedimentatie zal plaatsvinden.

## Aantal taxa

Het aantal taxa in de biotopen stenen in de oeverzone, bodem oeverzone en kunstmatig substraat lag (exclusief de Oligochaeta) in dezelfde ordegrootte (respectievelijk 31, 38 en 32). In de biotoop diepe bodem kwamen slechts 20 taxa voor. Dit grote verschil is waarschijnlijk voor een groot deel te wijten aan het relatief geringe aantal monsters dat in deze biotoop is genomen in de referentieperiode.

Op grond van hun biotoopeisen mag worden geconcludeerd dat de zes taxa die uitsluitend op het kunstmatig substraat zijn aangetroffen, ook deel moeten hebben uitgemaakt van de levensgemeenschappen in sommige van de onderscheiden natuurlijke biotopen.

Samenvattend kan gesteld worden dat de levensgemeenschappen van ongewervelde dieren in de Grensmaas tenminste moet hebben bestaan uit:

- a. 37 taxa in de biotoop "stenen in de oeverzone";
- b. 44 taxa in de biotoop "bodem in de oeverzone";
- c. 26 taxa in de biotoop "diepe bodem".

## Presentie van taxa

Als belangrijkste oorzaken van de relatief geringe soortenrijkdom van de ongewervelde dieren in de Grensmaas in de referentieperiode kunnen worden aangemerkt:

- a. de slechte waterkwaliteit (Klink, 1985, 1986);
- b. de onnatuurlijke afvoerfluctuaties gedurende de jaarlijkse periode mei tot november (Klink, 1988);
- c. het ontbreken van habitats; in grote lijnen kan de Grensmaas worden geschetst als een diep ingesneden rivier met steile oevers (dus abrupte overgangen tussen land en water), zonder rivierbegeleidend bos waardoor zich geen klinkhout kan vormen, met relatief weinig grindbanken en geen zandbanken en daardoor weinig variatie in stroomsnelheden en tenslotte de afwezigheid van water- en oevervegetaties.

Opvallend was het geringe aantal taxa van mollusken in de Grensmaas. In de Rijntakken komen thans tenminste 22 soorten voor (Bij de Vaate, ongepubl. gegevens). Fruget (1991) vond in 1985 in de biotopen diepe - en ondiepe bodem in het gestuwde deel van de Rhône 18 soorten. Het werkelijke aantal soorten in de Grensmaas zou overigens waarschijnlijk iets hoger kunnen zijn als de *Pisidium*-soorten tot op de soort waren gedetermineerd.

De soort *Bithynia tentaculata* kwam in relatief grote aantallen voor in de biotoop stenen in de oeverzone. Het is één van de weinige soorten zoetwaterslakken die op twee manieren voedsel kan verzamelen. Evenals de meeste soorten zoetwaterslakken is *B. tentaculata* een grazer. Echter als de partikeldichtheid in het water voldoende hoog is wordt overgeschakeld op "suspension feeding" (Schäfer, 1951; Starmühlner, 1952), d.w.z. dat voedseldeeltjes uit de waterkolom worden gefiltreerd. Door deze twee manieren van voedselverzamelen heeft *B. tentaculata* betere levenskansen (o.a. hogere groei, beter reproductiesucces) dan andere zoetwaterslakken (Harman, 1968).

Het grootste deel van de aanwezige taxa (58%) behoorde tot de groep van de dansmuggen (Chironomidae). Deze groep is in het algemeen het soortenrijkst binnen de levensgemeenschappen van de onderscheiden biotopen in elke rivier.

De meeste soorten dansmuggen die in de Grensmaas zijn aangetroffen zijn bewoners van harde substraten (stenen, waterplanten). Gezien de biotopen die bemonsterd zijn in dat ook logisch. *Cryptochironomus* spec. en *Polypedilum* gr. *breviantennatum* zijn bewoners van zandige bodems. Een viertal taxa is duidelijk slibbewoner (*C. nudiventris*, *Micropsectra atrofasciata*, *Procladius* spec. en *Prodiamesa olivacea*), terwijl het taxon *Parachironomus* gr. *longiforceps* een bewoner is van kolonies van mosdiertjes. De soorten behorende tot het geslacht *Eukiefferiella* komen vooral voor in beken (Moller Pillot & Buskens, 1990) en met name ook in de zijrivieren en zijbeken van de Grensmaas (Lambrechts, pers. mededeling). Omdat deze soorten de Grensmaas vanuit de Zuid-Limburgse beken konden koloniseren, is niet duidelijk in hoeverre in het gebied zelf een autonome ontwikkeling kon plaatsvinden.

Het meest dominante taxon in alle drie onderscheiden biotopen in de Grensmaas was *Dicrotendipes* gr. *nervosus*. Op basis van onderzoek in september 1981 en april 1982 stelden Smit & Gardeniers (1986) vast dat dit taxon nauwelijks voorkwam in de buurt van Hermalle (bovenstreams van Luik) waar de Maas sterk verontreinigd was. In stroomafwaartse richting namen de dichtheden echter snel toe. Ook in de Rijntakken behoort *D. gr. nervosus* tot de groep van de dominante soorten (Bij de Vaate & Greijdanus-Klaas, 1991, 1993).

Van de groepen van ongewervelde dieren die naar verhouding erg gevoelig zijn voor waterverontreiniging en/of verstoring van hun habitat, zoals de haften (Ephemeroptera), de kokerjuffers (Trichoptera), de waterkevers (Coleoptera), de libellen (Odonata) en de steenvliegen (Plecoptera) kwamen in de Grensmaas niet of nauwelijks taxa voor. De afwezigheid van specifieke habitats kan hierbij zeker ook een rol hebben gespeeld.



De nog aanwezige haftenlarve *Caenis macrura* is weinig kritisch voor de waterkwaliteit (Malzacher, 1984). Dit geldt eveneens voor de kokerjuffersoort *Hydropsyche contubernalis*. Als gevolg van de waterkwaliteitsverbetering in de Rijn was dit de eerste kokkerjuffersoort die de IJssel rekoloniseerde (Van Urk & Bij de Vaate, 1990; Van Urk *et al.*, 1993). Naast *H. contubernalis* werd door Janssen (1989), in de omgeving van de monding van de Ur, eveneens de soort *H. angustipennis* aangetroffen. Naar alle waarschijnlijkheid berust deze waarneming op een determinatiefout. Als deze soort in de Grensmaas was voorgekomen, dan zou dat slechts gekund hebben door kolonisatie vanuit de Ur. In de Ur zijn rond 1988 echter in het geheel geen soorten van het geslacht *Hydropsyche* waargenomen (Lambrechts, pers. mededeling), zodat *H. angustipennis* niet als soort voor de Grensmaas is opgenomen.

Opvallend afwezig in de groep van de kreeftachtigen (Crustacea) zijn de vlokreeften (Gammaridae). Het is geen kwestie van afwezigheid van geschikte leefgebieden. Daarom bestaat het vermoeden dat de water- en/of slibkwaliteit hiervan de oorzaak is. Echter wat de beperkende faktor is moet nog verder worden uitgezocht. Een mogelijkheid leek het cadmiumgehalte, één van de probleemstoffen in de Maas. Onder de ongewervelde dieren zijn de vlokreeften naar verhouding erg gevoelig voor dit zware metaal (o.a. Wright & Frain, 1981; Brown & Pascoe, 1988). Echter in de loop van de tachtiger jaren is het cadmiumgehalte in de Maas sterk gedaald (Boonk & Van der Weijden, 1991) terwijl de vlokreeften niet zijn teruggekeerd ondanks dat kolonistie vanuit bovenstrooms gelegen leefgebieden mogelijk was. Een andere mogelijkheid is de nog steeds voortdurende belasting van de Maas met organische stoffen. Vlokreeften zijn daar relatief gevoelig voor.

In welke mate cadmium van invloed had kunnen zijn op het voorkomen van andere soorten ongewervelde dieren in de Grensmaas is moeilijk aan te geven. Zo komt de bloedzuiger *G. complanata* wel voor in de Grensmaas ondanks een eveneens relatief grote (acute) gevoeligheid voor cadmium (Brown & Pascoe, 1988).

## Literatuur

- Anonymus, 1991. Biologische monitoring zoete rijkswateren. RIZA, rapport nr. 91.039.
- Bij de Vaate, A. & M. Greijdanus-Klaas, 1990. Biologische monitoring van rivieren met een kunstmatig substraat. RIZA, rapport nr. 90.009.
- Bij de Vaate, A. & M. Greijdanus-Klaas, 1991. Monitoring macroinvertebrates in the River Rhine. Results of a study executed in the Dutch part in 1988. RIZA, publikaties en rapporten van het project "Ecologisch Herstel Rijn", nr. 27-1991.
- Bij de Vaate, A. & M. Greijdanus-Klaas, 1993. Monitoring macroinvertebrates in the River Rhine. Results of a study executed in the Dutch part in 1990. RIZA, publikaties en rapporten van het project "Ecologisch Herstel Rijn", nr. 52-1993.
- Boonk, A. & M. van der Weijden, 1991. Resultaten van het waterkwaliteitsonderzoek in de Maas in Nederland. RIZA, rapport nr. 91.046.
- Bovens, M.M.J., 1984. Documentatie bodemonmonsternemer. Uitgave M.M.J. Bovens, A. Flamentstraat 2, 6217 HX Maastricht.
- Brown, A.F. & D. Pascoe, 1988. Studies on the acute toxicity of pollutants to freshwater macroinvertebrates. 5. The acute toxicity of cadmium to twelve species of predatory macro-invertebrates. Arch. Hydrobiol. 114 (2): 311-319.
- Cranston, P.S., D.R. Oliver & O.A. Sæther, 1983. The larvae of Orthoclaadiinae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region: keys and diagnoses. Ent. scand. Suppl. 19: 149-291.
- De Pauw, N., D. Roels & P. Fontoura, 1986. Use of artificial substrates for standardized sampling of macroinvertebrates in the assessment of water quality by the Belgian Biotic Index. *Hydrobiologia* 133: 237-258.
- Den Hartog, C. & G. van der Velde, 1987. Invasions by plants and animals into coastal, brackish and fresh water of The Netherlands. In: Joenje, W., K. Bakker & L. Vlijm (eds.), The ecology of biological invasions: 31-37. North-Holland Publ. Comp., Amsterdam.
- Dudok van Heel, E., H. Smit & A. bij de Vaate, 1991. Operationele uitwerking biologische monitoring zoete rijkswateren: macrofauna. RIZA, rapport nr. 91.152<sup>b</sup>X.
- Elliott, J.M. & K.H. Mann, 1979. A key to the British freshwater leeches. Freshwat. Biol. Ass. Sci. Publ. 40: 1-72.
- Fittkau, E.J. & S.S. Roback, 1983. The larvae of Taypodinae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region: keys and diagnoses. Ent. scand. Suppl. 19: 33-110.
- Frost, S., A. Huni & W.E. Kershaw, 1970. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can. J. Zool.* 49: 167-173.
- Fruget, J.F., 1991. The impact of river regulation on the lotic macroinvertebrate communities of the Lower Rhône, France. Regul. Rivers Res. Mgmt. 6 (4): 241-255.
- Harman, W.N., 1968. Interspecific competition between *Bithynia* and pleurocerids. *Nautilus* 82: 72-73.
- Helmer, W., W. Overmars & G. Litjens, 1991. Toekomst voor een grindrivier. Rapport buro Strooming.
- Janssen, S.L.M., 1989. De effecten van twee DSM-lozingen op de macrofauna van de Grensmaas" Landbouwniversiteit Wageningen, doktoraalverslag nr. 1024.
- Klink, A. & H.K.M. Moller Pillot, 1982. Makro-evertebraten in de grote Nederlandse rivieren. Rapporten en mededelingen nr. 3 van het Hydrobiologisch Adviesburo Klink, Wageningen.

- Klink, A., 1985. Hydrobiologie van de Grensmaas: huidig functioneren, potenties en bedreigingen. Rapporten en mededelingen nr. 15 van het Hydrobiologisch Adviesburo Klink, Wageningen.
- Klink, A., 1986. Literatuuronderzoek naar enige factoren die invloed hebben op het biologisch herstel van de Grensmaas. Rapporten en mededelingen nr. 24 van het Hydrobiologisch Adviesburo Klink, Wageningen.
- Klink, A., 1991. Maas 1986-1990. Evaluatie van 5 jaar hydrobiologisch onderzoek van makro-evertebraten. Rapporten en mededelingen nr. 39 van het Hydrobiologisch Adviesburo Klink, Wageningen.
- Malzacher, P., 1984. Die europäischen Arten der Gattung *Caenis* Stephens (Insecta: Ephemeroptera). Stuttgarter Beitr. Naturk. (Ser. A) 373: 1-48.
- Moller Pillot, H.K.M. & R.F.M. Buskens, 1990. De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera). Deel C: Autoekologie en verspreiding. Ned. Faun. Meded. 1<sup>c</sup>: 1-87.
- Neven, B., 1985<sup>A</sup>. Hydrobiologisch onderzoek van de Grens-Maas in Limburg. Rapport LISEC, Genk (België), zonder nadere aanduiding.
- Neven, B., 1985<sup>B</sup>. Macro-invertebratenonderzoek van de Maas te Borgharen. Rapport LISEC, Genk (België), zonder nadere aanduiding.
- Peeters, E.T.H.M., 1988. Hydrobiologisch onderzoek in de Nederlandse Maas: macrofauna in relatie tot biotopen. Rapport Landbouwuniversiteit Wageningen.
- Pinder, L.C.V. & F. Reiss, 1983. The larvae of Chironominae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region: keys and diagnoses. Ent. scand. Suppl. 19: 293-435.
- Rosenberg, D.M. & V.H. Resh, 1982. The use of artificial substrates in the study of freshwater benthic macroinvertebrates. In: Cairns, J. (ed.), Artificial substrates. Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor. ISBN 0-250-40404-4
- Schäfer, H., 1951. Ein Beitrag zur Ernährungsbiologie von *Bithynia tentaculata* L. (Gastropoda, Prosobranchia). Zool. Anz. 148: 299-303.
- Starmühlner, F., 1952. Zur Anatomie, Histologie und Biologie einheimischer Prosobranchier. Österr. Zool. 3: 546-590.
- Smit, H., 1982. De Maas, op weg naar biologische waterbeoordeling van grote rivieren. Doctoraalverslag Landbouwhogeschool Wageningen, nr. LH/NB 667.
- Smit, H. & J.J.P. Gardeniers, 1986. Hydrobiologisch onderzoek in de Maas. Een aanzet tot biologische monitoring van grote rivieren. H<sub>2</sub>O 19 (14): 314-317.
- Van Urk, G., 1985. Biologisch onderzoek van de Maas. Voortgangsrapport van het projekt ZV 83-06, RIZA Lelystad.
- Van Urk, G. & A. bij de Vaate, 1990. Ecological studies in the lower Rhine in the Netherlands. In: Kinzelbach R. & G. Friedrich (eds.), Biologie des Rheins. Limnologie aktuell 1: 131-145. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Van Urk, G., F. Kerkum & C.J. van Leeuwen, 1993. Insects and insecticides in the Lower Rhine. Wat. Res. 27 (2): 205-213.
- Wright, D.A. & J.W. Frain, 1981. The effect of calcium on cadmium toxicity in the fresh water amphipod, *Gammarus pulex* (L.). Arch. Environm. Contam. Toxicol. 10: 321-328.

**Rapporten van het projekt "Ecologisch Herstel Maas" (Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse")**

**(All reports with a summary in english and french)**

- nr. 1 - 1992 Projekt Ecologisch Herstel Maas  
J. Botterweg en W. Silva (RIZA)
- nr. 2 - 1992 Groei en overleving van de Vlottende waterranonkel (*Ranunculus Fluitans* Lam.) in de Maas: transplantatie en semi-veldexperimenten.  
M. de la Haye (Aquasense)
- nr. 3 - 1992 Microverontreinigingen in Blankvoorns en schelpdieren uit de Maas en Maasplassen, 1991  
B. van Hattum en S. Dirksen (IVM, Waardenburg)
- nr. 4 - 1992 Vegetaties in het oevermilieu van de Grensmaas: I Veldopname en verwerking van gegevens  
D. de Boer (STL)
- nr. 5 - 1992 Waterplanten in de Maasplassen: inventarisatie 1990-1991  
B. Paffen, P. van Avesaath en W. Overmars (Bureau Strooming)
- nr. 6 - 1992 De visstand in de Grensmaas  
T. Vriese (OVB)
- nr. 7 - 1992 Watervogels en wetlands in Limburg  
B. van Noorden (Provincie Limburg, RIZA, Waardenburg)
- nr. 8 - 1993 Worden de groei, overleving en kieming van Vlottende waterranonkel (*Ranunculus fluitans* LAMARCK) in Maaswater beïnvloed door waterstandsfluctuaties?  
M. de la Haye (Aquasense)
- nr. 9 - 1993 Onderzoek naar mogelijke paai-en opgroeigebieden in de Maas  
S. Semmekrot en F.T. Vriese (OVB)
- nr. 10 - 1993 Sedimenttransportmetingen Grensmaas, januari 1991  
M.C. Burgdorffer (RIZA)
- nr. 11 - 1993 Projektplan Ecologisch Herstel Maas, 1994-1995  
M.J.J. Kerkhofs (RIZA)
- nr. 12 - 1993 Verontreinigingsbronnen en waterkwaliteit van de Grensmaas  
R.M.A. Breukel, M.J.J. Kerkhofs en M.A.A. de la Haye (RIZA)

- nr. 13 - 1993 De Maas, Kansen voor Ecologisch Herstel.  
Onderzoeksresultaten van het projekt Ecologisch Herstel Maas, 1991-1992  
M.J.J. Kerkhofs, J. Botterweg, M.C. Burgdorffer en M.A.A. de la Haye (RIZA)
- nr. 14 - 1993 Zware metalen en organische microverontreinigingen in bodem, regenwormen en dassen in het winterbed van de Maas bij Grave.  
M.J.J. Kerkhofs, W. Ma en W. Silva (RIZA, IBN-DLO)
- nr. 15 - 1993 De otter in Limburg. Het voorkomen van de otter (*Lutra lutra*) in Limburg en een voorstel voor een ecologische infrastructuur  
L. Winter (Stichting Otterstation Nederland)
- nr. 16a-1993 "La Moyennne Meuse" als referentie voor de Grensmaas?  
Een inventarisatie  
P. Paalvast (Ecoconsult)
- nr. 16b-1993 "La Moyennne Meuse" comme reference pour la Grensmaas?  
Un inventaire  
P. Paalvast (Ecoconsult)

**Aanvragen/requests:**

(RIZA): Institute for Inland Watermanagement and Waste Water Treatment,  
P.O. Box 9072, 6800 ED Arnhem, The Netherlands