



**De Grensmaas en haar problemen
zoals blijkt uit hydrobiologisch onderzoek aan makro-evertebraten**



Alexander Klink en Bram bij de Vaate



**Hydrobiologisch Adviesburo Klink bv Wageningen
Rapporten en Mededelingen 53 (25 november 1994)
Studie in opdracht van het RIZA**



Dankwoord

Dank is verschuldigd aan:

Het Agence de l'eau Rhin/Meuse te Moulin lès Metz voor het aanwijzen van het nog bijzonder fraaie riviertraject van de Lotharingse Maas in de omgeving van Les Monthairons.

Francis en Nadine Viard van het Rendez-vous des Pêcheurs in Les Monthairons worden bedankt door de overvloedige maaltijden die ze ons tijdens onze bezoeken hebben voorgezet.

Marianne Greijdanus-Klaas, Peter Jesse, Michelle de la Haye, Stan Kerkhofs, Leo van Hal en John van Schie (RIZA), Regien Klink en Johan Mulder voor de voorbereidingen en assistentie in het veld.

Laboratoriumwerkzaamheden zijn uitgevoerd door Johan Mulder, Regien Klink, Marcel Castricum, Michiel Wilhelm en Michel Jansen.

Ad Tevel (RWS directie Limburg) heeft de meetapparatuur in de Grensmaas beschikbaar gesteld en Wouter Helmer heeft lokaties langs de Grensmaas aangegeven die een vergelijkbare dynamiek ondergaan als de jaarlijks doorstroomde poelen in het winterbed van de Lotharingse Maas.



Inhoudsopgave

	Samenvatting	5
1.	Inleiding	6
2.	Uitvoering van het onderzoek	7
2.1	Bemonsterde lokaties en veldwerkzaamheden	7
2.2	Laboratorium werkzaamheden	11
3.	Resultaten	13
3.1	Biotopen en makro-evertebraten in de Lotharingse Maas	13
3.2	Vergelijking van de levensgemeenschap in de Lotharingse Maas met die van de Grensmaas	25
3.3	Voorjaarsbemonstering van makro-evertebraten in de Grensmaas	29
3.4	Makro-evertebraten in de Grensmaas in relatie tot stroomsnelheid	33
3.5	Vergelijking van de soortsaamenstelling in de Grensmaas in 1993 met de resultaten van de biologische monitoring 1986-1990	36
3.6	Aangroei van algen in relatie tot de stroomsnelheid	39
3.7	Makro-evertebraten en hun voedsel	46
4.	De problemen van de Grensmaas	55
4.1	Gebrek aan ruimte voor biotopen	55
4.2	Verontreiniging en wisselende afvoeren	55
4.3	Zuurstof, algen en makro-evertebraten	58
5.	Hiaten in de kennis	59
6.	Literatuur	61
Figuren		
Figuur 1.	Bemonsterde lokaties in de Lotharingse Maas bij Les Monthairons	8
Figuur 2.	Bemonsterde lokaties in de Lotharingse Maas bij Tilly sur Meuse	9
Figuur 3.	Bemonsterde lokaties in de Grensmaas in 1993	10
Figuur 4.	Verdeling van de makro-evertebraten in de Grensmaas ingedeeld naar hun habitat(s) in de Lotharingse Maas	26
Figuur 5.	Achteruitgang van de afzonderlijke groepen in de Grensmaas ten opzichte van de Lotharingse Maas	27
Figuur 6.	Dichtheden van makro-evertebraten op stenen in de Grensmaas in relatie tot de stroomsnelheid	34
Figuur 7.	Aangroei op stenen in relatie tot de stroomsnelheid	40
Figuur 8.	Verhouding organische stof/droge stof in relatie tot de stroomsnelheid	41
Figuur 9.	Algensamenstelling op de bovenzijde van de stenen	42
Figuur 10.	Algensamenstelling op de onderzijde van de stenen	44
Figuur 11.	Verloop van de waterstand in de Grensmaas bij Borgharen dorp voor (1990) en na (1993-1994) het aanpassen van de stuw	58
Figuur 12.	Verloop van het zuurstofverzadigingspercentage van het (semi) stagnante water van de Grensmaas bij Berg in augustus 1994	59



Foto's

Overzicht van de biotopen in de Lotharingse Maas:	
Rivierbodem en klinkhout	14
Waterplanten en stenen in de stroming	15
Oevers van de Lotharingse Maas	16
Poel in het voorjaar en in het najaar	17
Stenen in de stagnante oeverzone van de Grensmaas	33
Stenen in de stroming	33
Jonge Cladophora cellen zijn spaarzaam begroeid met kiezelwieren	39
Oude Cladophora cellen volledig bedekt met kiezelwieren	39
Zwevende algen bij Meers op 9 september 1993	45
Zwevende algen bij Berg op 8 september 1993	45
Zwevende algen bij Grevenbicht op 8 september 1993	46
Meers 9 september 1993, aangroei op bovenzijde steen	46
Berg 8 september 1993, aangroei op bovenzijde steen	47
Grevenbicht 8 september 1993, aangroei op bovenzijde steen	47
Hydropsyche contubernalis (laatste stadium larve)	49
Darminhoud van Hydropsyche contubernalis (bij 6 cm/s)	49
Darminhoud van Hydropsyche contubernalis (bij 20 cm/s)	50
Boophthora erythrocephala gezien vanaf de onderzijde	53
Als voorgaande gezien vanaf de bovenzijde	53
Darminhoud van de afgebeelde Boophthora erythrocephala	54
De problemen van de Grensmaas	56

Tabellen

Tabel 1.	Clusteranalyse van makro-evertebraten in de Lotharingse Maas	19
Tabel 2.	Voorjaarsbemonstering in de Grensmaas	31
Tabel 3.	Stroomsnelheidsvoorkeur van de meest algemene soorten, onderverdeeld naar boven- en onderzijde van de stenen	35
Tabel 4.	Vergelijking van de makro-evertebraten verzameld gedurende de biomonitoring (1986 - 1990) met de soorten die in 1993 in de Grensmaas zijn verzameld	37

Bijlagen

Bijlage 1.	Makro-evertebraten op stenen in relatie met de stroomsnelheid
Bijlage 2.	Dichtheden van algen op stenen in de Grensmaas



Samenvatting

Referentie

Uit hydrobiologisch onderzoek aan makro-evertebraten in de Lotharingse Maas in Frankrijk blijken een aantal biotopen aanwezig te zijn die karakteristieke levensgemeenschappen herbergen. Zo leven er op de bodem van de rivier andere soorten dan op waterplanten, stenen en klinkhout. Ook de oeverzone onderscheidt zich door haar soortsaanstelling. Minder bekend is de betekenis van poelen in het winterbed voor makro-evertebraten. Uit dit onderzoek blijkt dat poelen die jaarlijks worden doorstroomd in het voorjaar een levensgemeenschap herbergen die in Nederland niet meer voorkomt. De kenmerkende soorten vliegen al in het voorjaar uit en de larven komen pas de daaropvolgende winter tot ontwikkeling. In de zomer vormen deze poelen een biotoop voor een gemeenschap die nog algemeen in Nederland voorkomt.

Huidige situatie in de Grensmaas

In de huidige Grensmaas is het aantal soorten makro-evertebraten verdubbeld ten opzichte van de monitoring uit de periode 1986 - 1990. Mogelijke oorzaken zijn de vermindering van de belasting met zware metalen en een tijdelijke vermindering van de afvoerfluctuaties over de Grensmaas ten tijde van de voorjaarsbemonstering in 1993. De kritische soorten worden vrijwel uitsluitend aangetroffen in de stroomversnellingen. Ook de dichtheden van de makro-evertebraten blijkt sterk positief gerelateerd te zijn aan de stroomsnelheid. Een belangrijke bron van voedsel voor de makro-evertebraten vormen de algen die op de bovenzijde van stenen zijn vastgehecht. De dichtheden van de algen vertonen geen relatie met de stroomsnelheid. Dit wijst er op dat voedsel in de Grensmaas niet een beperkende factor is voor het voorkomen van makro-evertebraten in grote dichtheden. De relatie tussen dichtheid en stroomsnelheid wijst in de richting van een matige zuurstofvoorziening op de lokaties met lage stroomsnelheden. Er zijn nog geen zuurstofmetingen die dit kunnen bevestigen. In een vrijwel stagnante lokatie blijkt het zuurstofgehalte in de zomer een dag-nacht ritmiek te vertonen met een maximum van 9 mg/l en een minimum van 5 mg/l.

Hiaten in de kennis over de Grensmaas

- Geen continue zuurstofregistratie in stagnante lokaties en in de stroomversnellingen
- Geen hydrobiologische informatie over de poelen en geulen langs de Grensmaas die jaarlijks bij hoogwater worden doorstroomd
- Onvoldoende kennis over de bewoners van de Grensmaas in het verleden



1. Inleiding

Dit onderzoek heeft tot doel om een beter inzicht te krijgen in het ecologisch functioneren van de huidige Grensmaas en factoren te achterhalen die beperkingen kunnen opleggen aan het ecologische herstel van deze rivier.

Hiertoe zijn drie deelonderzoeken uitgevoerd, te weten:

- Onderzoek aan het referentiegebied van de Grensmaas om inzichten te krijgen in de levensgemeenschappen van een natuurlijker riviersysteem. Dit referentiegebied bestaat uit een gedeelte van de Lotharingse Maas, bovenstrooms van Verdun (Fr.). Deze informatie is vergeleken met de bestaande kennis van makro-evertebraten in de Grensmaas uit het heden en verleden.
- Een voorjaarsbemonstering van makro-evertebraten in de Grensmaas. De reden hiervoor is dat bijna alle gegevens van makro-evertebraten in de Grensmaas betrekking hebben op zomersituaties. De verwachting is dat tijdens het voorjaar vooral de zuurstofhuishouding voor makro-evertebraten minder ongunstig zijn dan in de zomer. In de eerste plaats omdat kouder water meer zuurstof kan bevatten dan warmer water, ten tweede verloopt de microbiële afbraak van zuurstofvragende stoffen in kouder water minder snel en in de derde plaats treedt er in het voorjaar nog nauwelijks algenbloei op, waardoor de schommelingen in het zuurstofgehalte gedurende het etmaal veel geringer zijn dan in de zomer.
- Onderzoek naar de relatie tussen makro-evertebraten op stenen en de stroomsnelheid, gekonsumeerd voedsel van enige soorten makro-evertebraten in relatie tot de aanwezige voedingsbronnen en de dichtheden van algen op stenen in relatie tot de stroomsnelheid.



2. Uitvoering van het onderzoek

2.1 Bemonsterde lokaties en veldwerkzaamheden

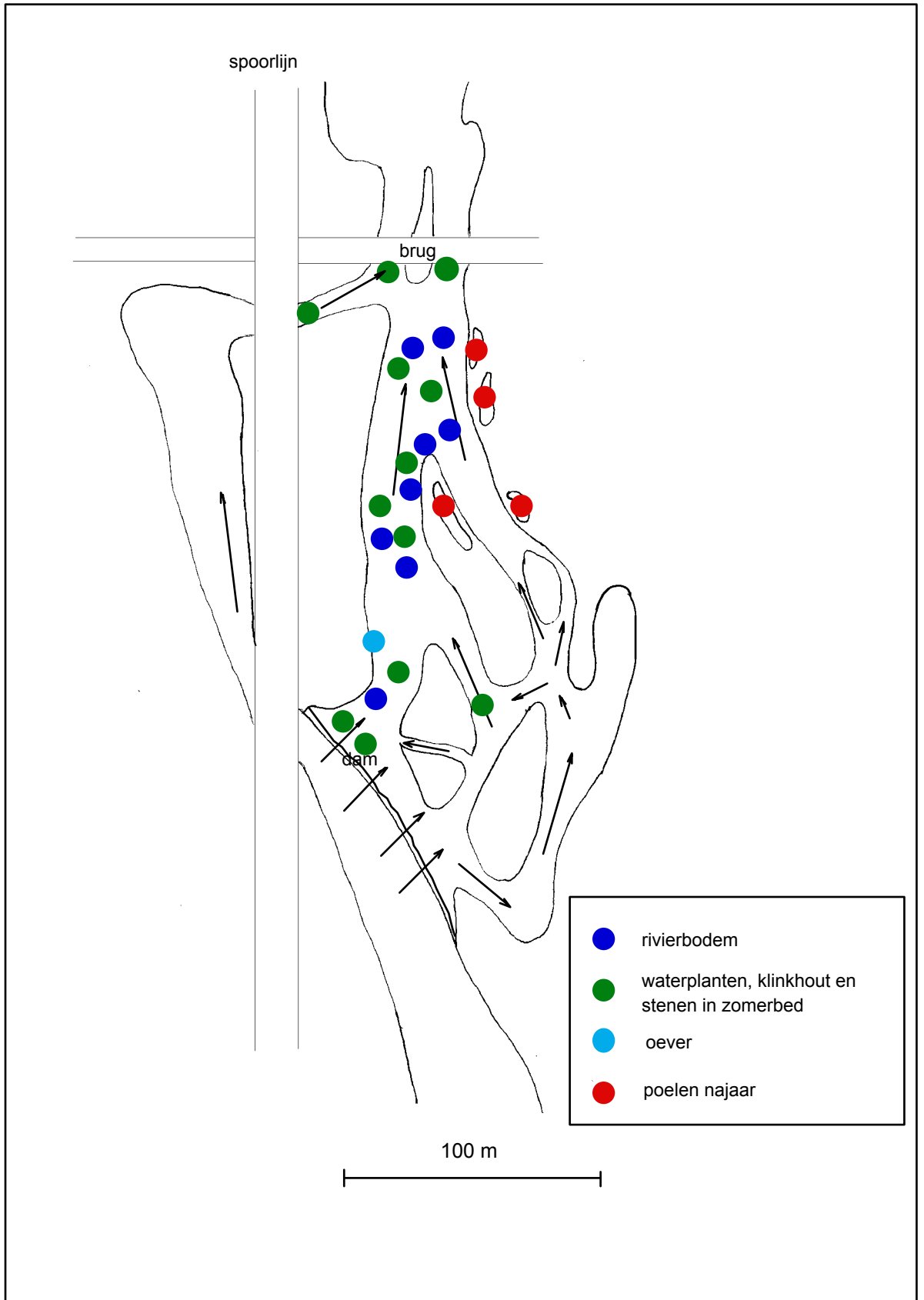
- Lotharingse Maas in Frankrijk

In de Lotharingse Maas zijn de makro-evertebraten op 37 lokaties bemonsterd in de periode september 1992 - mei 1994. Hierbij zijn verschillende technieken gebruikt.

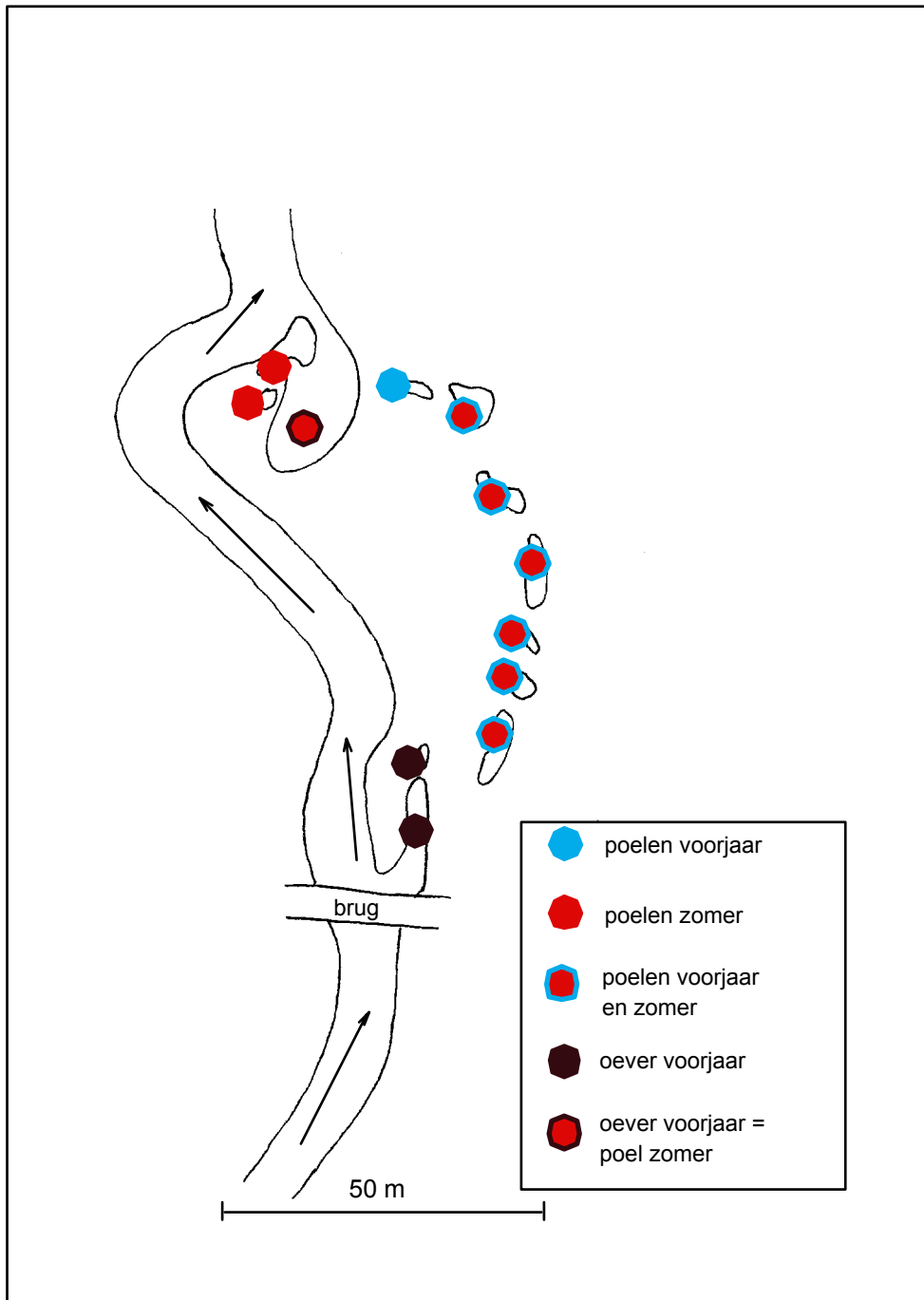
De bodemfauna is bemonsterd met een schepnet of surbersampler. Klinkhout is afgeborsteld en waar mogelijk uiteengerafeld om de minerende soorten te verzamelen.

Planten zijn bemonsterd door ze uit te spoelen. De poelen zijn met een schepnet bemonsterd en exuvia's zijn verzameld met een driftnet.

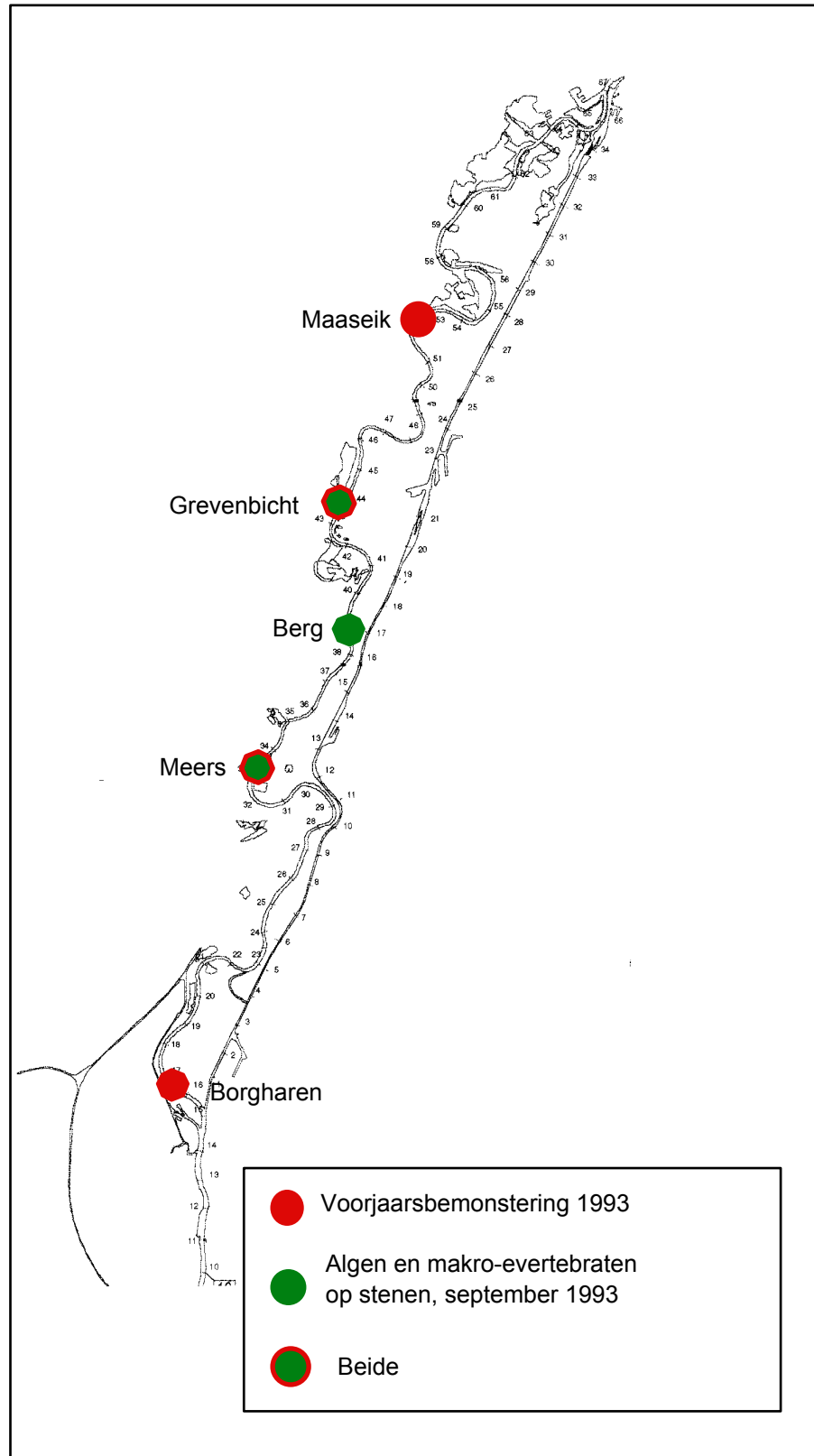
Al het materiaal is gespoeld op een zeef met een maaswijdte van 500 μm en gekonserveerd in 80% ethanol. In de figuren 1 en 2 zijn de bemonsterde lokaties weergegeven naar biotoop.



Figuur 1. Bemonsterde lokaties in de Lotharingse Maas bij Les Monthairons



Figuur 2. Bemonsterde lokaties in de Lotharingse Maas bij Tilly sur Meuse



Figuur 3. Bemonsterde lokaties in de Grensmaas in 1993



- Grensmaas

In de Grensmaas is een voorjaarsbemonstering uitgevoerd in mei 1993 op de lokaties Borgharen, Meers, Grevenbicht en Maaseik.

Hierbij zijn de aanwezige biotopen op de volgende wijze bemonsterd:

1. De enkele aanwezige pollen rietgras door ze in een schepnet uit te spoelen.
2. De grindbodem is met een schepnet bemonsterd.
3. Stenen zijn afgeborsteld
4. Exuviae (lege vervellingshuidjes) zijn van het wateroppervlak afgeroomd met een schepnet.

Het aldus verzamelde materiaal is op een zeef gespeeld met een maaswijdte van 500 μm en gekonserveerd in 80% ethanol.

Daarnaast zijn er in september 1993 60 stenen bemonsterd op algen en makro-evertebraten. Deze stenen zijn verzameld op de lokaties Grevenbicht, Berg en Meers. Alvorens de algen en makro-evertebraten te bemonsteren is de stroomsnelheid gemeten op een hoogte van 6 cm boven de bovenkant van de steen.

Op iedere bemonsterde steen zijn de algen verzameld van een oppervlakte van 755 mm^2 . Deze monsters zijn verzameld door een konische filtreerring (\varnothing 31 mm) op de steen te drukken en het ingesloten oppervlak af te schrapen met een scalpel. Van iedere steen is een monster genomen van de boven- en onderzijde. Als bovenzijde is beschouwd, dat gedeelte van de steen waar algen zijn aangegroeid. Als onderzijde het oppervlak zonder met het blote oog waarneembare algenaangroei. Daarnaast is van iedere lokatie 1 liter langsstromend water verzameld om de samenstelling van de zwevende algen (fytoplankton) ten bepalen. Het verzamelde materiaal is gekonserveerd in 5% formaline en vervoerd naar het laboratorium.

Nadat de algen zijn verzameld is de gehele onderkant van de steen afgeborsteld en het materiaal is eveneens in 5% formaline gekonserveerd. Vervolgens is de bovenkant van de steen afgeborsteld en gekonserveerd.

Nadat de bemonsteringen waren uitgevoerd is de oppervlakte bepaald van boven- en onderzijde van de steen.

2.2 Laboratorium werkzaamheden

- Makro-evertebraten in de Lotharingse Maas en voorjaarsbemonstering in de Grensmaas

De verzamelde monsters zijn gespeeld op een zeef met een maaswijdte van 500 μm . Daarna zijn de monsters overgebracht in witte fotobakken met onderverlichting en uitgezocht met het blote oog. In het geval van grote aantallen zijn submonsters genomen, waarna het monster nog is uitgezocht op bijzondere soorten. De gedetermineerde aantallen zijn later omgerekend naar het totaal aantal per monster.

De determinatie heeft plaatsgevonden tot het laagste taxonomische niveau, hetgeen veelal neerkomt op het soortsniveau.



- Makro-evertebraten in relatie tot stroomsnelheid en algenaangroei.

Van de monsters met makro-evertebraten is de konserveervloeistof afgezogen en de monsters zijn kwantitatief overgebracht in een petrischaal, waarna de organismen zijn uitgezocht met behulp van een stereomikroskoop bij een vergroting van 20 maal. Hierbij zijn alle individuen geteld en een gedeelte hiervan is gekonserveerd (formaline). Van de Oligochaeta zijn per monster maximaal 50 individuen geprepareerd en gedetermineerd in levulosesiroop. Van de chironomiden zijn maximaal 100 individuen en van de Trichoptera maximaal 50 individuen gedetermineerd. Van de overige groepen zijn alle individuen gedetermineerd. De gedetermineerde aantallen zijn omgerekend naar dichtheden/m².

- Aangeproeide algen

Voor de analyse van de algen is per monster het volume bepaald en is van een deelmonster (10 - 20 µl) een vast oppervlak afgezocht onder een vergroting van 500 maal. Hierin zijn de minerale en organische deeltjes geteld, alsmede de algen die zijn onderverdeeld in kiezelwieren, groenalgen en blauwalgen. Daarnaast zijn in het gehele algenmonster de, met het blote oog zichtbare draadalgen (*Cladophora* en *Rhizoclonium*) geteld met behulp van een stereomikroskoop, bij een vergroting van 10 maal. Hierbij is de totale lengte bepaald van de algendraden \geq 2,5 mm. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen onbegroeide draadalgen en draadalgen die begroeid zijn met kiezelwieren.

Op iedere lokatie is eveneens het fytoplankton bemonsterd. Deze monsters zijn op gelijke wijze geanalyseerd als de monsters van de algen op de stenen.

Van alle monsters zijn de aantallen omgerekend naar m² (of liter in het geval van de fytoplanktonmonsters). Tenslotte zijn van de monsters de droog- en gloeirest bepaald. De droogrest is bepaald na 24 uur drogen bij 70°C en de gloeirest is bepaald na 2 uur verassen bij 520°C.

- Darminhoud van de makro-evertebraten

Een 11-tal veel voorkomende soorten ongewervelde dieren is geselecteerd en hiervan zijn de darmen uitgeprepareerd van meerdere individuen per soort. Deze inhoud is geprepareerd in glycerine/gelatine siroop en vergeleken met op gelijke wijze geprepareerd materiaal uit het aangegroeide materiaal en het plankton.



3. Resultaten

3.1. Biotopen en makro-evertebraten in de Lotharingse Maas

Aan de hand van 8 foto's wordt geschetst welke biotopen er in de Lotharingse Maas zijn aangetroffen en onderzocht.

In de eerste plaats de bodem van de rivier zelf, bestaande uit zand en grind. In het stromende en stilstaande water is klinkhout aanwezig dat afkomstig is uit het oobos op de oevers. In de rivier staan veel waterplanten, waarbij de vlottende waterranonkel veelal op de plaatsen staat met hogere stroomsnelheden. Ter plaatse van de eeuwen oude drempels in de Lotharingse Maas bestaat de bodem uit natuursteen, waar het water overheen kolkt. Vervolgens is er de oeverzone, waar de stroming een groot deel van het jaar gering is. Tenslotte zijn er de poelen die ontstaan zijn door stroombedverleggingen en als restgeuljes in het winterbed liggen.











De samenstelling van de makro-evertebraten in de 50 monsters is geanalyseerd met behulp van een clusteranalyse (TWINSPAN, Hill, 1979). In tabel 1 zijn de resultaten hiervan weergegeven.

Tabel 1. Clusteranalyse van makro-evertebraten in de Lotharingse Maas

De indeling is als volgt:

Iedere gemeenschap heeft een eigen kleur behorende bij een bepaalde biotoop.

In donkerblauw zijn de monsters weergegeven van het stroombed bestaande uit zand en grind. De code van het monster heeft PS als voorvoegsel (PSammon = zand)

In groen zijn de monsters weergegeven afkomstig van de vaste substraten in het zomerbed. Het voorvoegsel geeft de aard van het substraat aan (KL = klinkhout, FONT = Fontinalis antipyretica, LR = LithoRheon = stenen in de stroming, MSP = Myriophyllum spicatum, CERDEM = Ceratophyllum demersum)

In bruin zijn de monsters weergegeven die afkomstig zijn van de poelen in de oeverzone. Het voorvoegsel PT staat voor Poelen Tilly s. Meuse.

In grijsblauw zijn de monsters weergegeven die zijn verzameld in de poelen in het voorjaar. Ook hier staat het voorvoegsel PT voor de poelen uit Tilly s. Meuse. Een afwijkend monster (voorvoegsel OEV) uit deze groep is een oevermonster in najaar uit de Maas bij Les Monthairons.

De in rood weergegeven monsters zijn afkomstig uit poelen in het najaar (P = Poelen les Monthairons en PT = Poelen Tilly s. Meuse).

Ook aan de soorten is een bepaalde status toegekend.

De in rood weergegeven soorten zijn uit de Grensmaas verdwenen of daar momenteel uiterst zeldzaam.

De soorten die in zwart vetgedrukt zijn, komen in de huidige Grensmaas voor en zijn daar niet zeer zeldzaam.

De overige soorten (zwart gedrukt) zijn niet uit de Grensmaas bekend. Dit geldt zowel voor de huidige situatie als voor het verleden.

De getallen zijn de $\ln(n+1)$ getransformeerde aantallen van de taxa in de monsters.













Uit deze tabel kan worden afgelezen dat in het zomerbed drie biotopen kunnen worden onderscheiden met de daarbij behorende gemeenschappen. De gemeenschap van de rivierbodem, de gemeenschap op de vaste substraten (klinkhout, waterplanten en stenen) en de gemeenschap van de oeverzone. In het winterbed worden in de poelen andere levensgemeenschappen aangetroffen. Hierbij is een duidelijk onderscheid aanwezig tussen de gemeenschap in de poelen in het voorjaar en de gemeenschap in dezelfde poelen in de zomer.

Beschrijving van de verschillende biotopen en hun voornaamste bewoners

- Zand en grindbodem in het zomerbed

De gemeenschap in deze biotoop wordt gekenmerkt door het vaak massaal voorkomen van *Esolus pygmaeus*, met als belangrijkste begeleiders *Aphelocheirus aestivalis*, *Pisidium henslowanum*, *Propappus volki* en *Stylodrilus heringianus*. Met uitzondering van *Pisidium henslowanum* ontbreken de overige soorten in de huidige Grensmaas. *Propappus volki* is algemeen in het benedenrivierengebied van Rijn en Maas (Klink, 1994). *Aphelocheirus aestivalis* is recent sporadisch verzameld in de Rijn (Pers. med. F. van den Brink). *Pisidium henslowanum* is in Nederland zeer algemeen in allerlei stromende en stilstaande wateren. In de Lotharingse Maas is de soort opmerkelijk genoeg slechts éénmaal in een andere biotoop verzameld (een poel in het najaar). De stroomsnelheid oefent weinig invloed uit op de soort samenstelling op de bodem. Slechts op twee lokaties met een uiterst geringe stroomsnelheid is een afwijkende levensgemeenschap aangetroffen, met *Chironomus commutatus* als belangrijkste soort en andere Chironomidae van bodems waar tenminste tijdelijk sedimentatie plaatsvindt.

- Klinkhout, waterplanten en stenen in het zomerbed

De gemeenschap herbergt veel soorten die ook op de bodem zijn aangetroffen. Differentiërende soorten ten opzichte van andere biotopen zijn: *Paratanytarsus dissimilis* en *Rheotanytarsus spec.* Beide taxa zijn algemeen in de Grensmaas. Binnen deze gemeenschap is verder onderscheid te maken tussen bewoners van klinkhout enerzijds en die van planten+stenen anderszijds. Een sterke voorkeur of zelfs een gebondenheid aan klinkhout vertonen *Lype reducta*, *Stenochironomus spec.*, *Macronychus quadrituberculatus*, *Hydraena melas* en *Oulimnius major*. Op *Lype reducta* na zijn deze soorten verdwenen uit de grote Nederlandse rivieren. *Lype reducta* is recent aangetroffen op klinkhout in de oever van het benedenrivierengebied, Klink (1994). *Rheocricotopus chalybeatus*, *Baetis buceratus*, *B. fuscatus*, *Hydropsyche pellucidula* en *Nanocladius* soorten hebben een voorkeur voor



waterplanten en stenen. *Gammarus fossarum* en *Simulium morsitans* zijn alleen op stenen verzameld, terwijl *Baetis vernus* en *Boopthora erythrocephala* alleen op waterplanten zijn verzameld.

- Oeverzone

In de clusteranalyse onderscheidt de oeverzone zich door het voorkomen van vooral kevers en Chironomidae die elders ontbreken. Het aantal monsters is echter te gering om de kenmerkende levensgemeenschap van deze habitat te achterhalen.

- Poelen in het winterbed in het voorjaar

Na het winterhoogwater liggen deze poelen er in het voorjaar weer fris bij met helder water, een schoongespoelde bodem en enige water- en oevervegetatie.

Kenmerkende soorten van de voorjaarsgemeenschap zijn: *Ablabesmyia longistyla*, *Caenis horaria*, *Heptagenia fuscogrisea*, *Ophidonais serpentina*, *Siphonurus* soorten en kleine larven van libellen (*Zygoptera*).

Van deze soorten zijn *Heptagenia fuscogrisea* en de *Siphonurus* soorten verdwenen uit de Nederlandse rivieren.

- Poelen in het winterbed in de zomer en het najaar

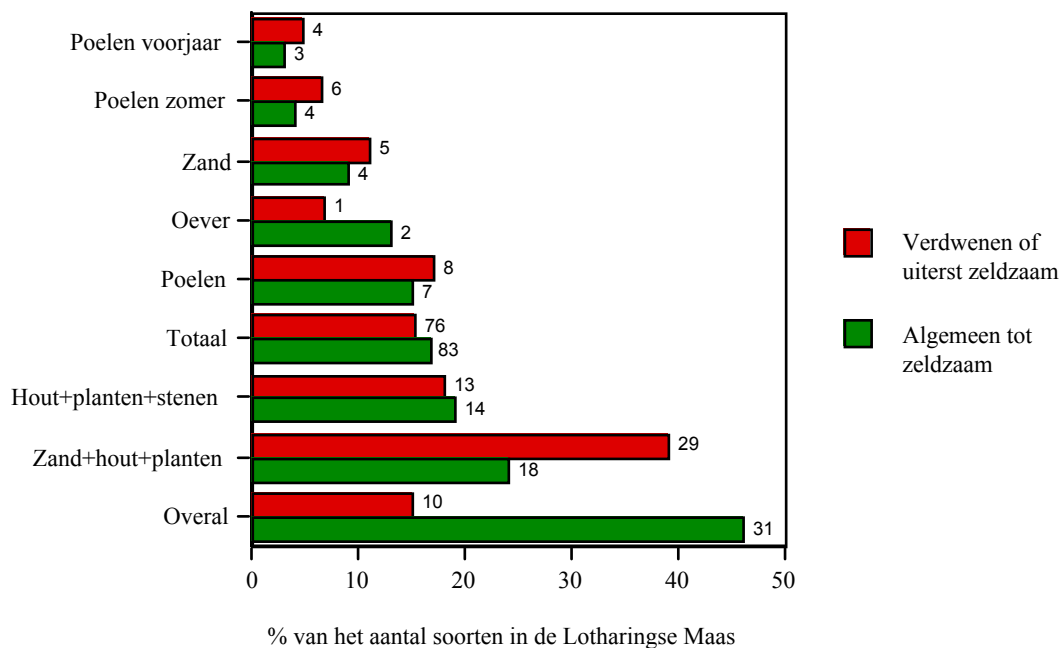
De poelen veranderen gedurende het seizoen van aanzien. Het water wordt troebeler, er vormt zich in een aantal gevallen een gesloten kroosdek en de bodem bevat een laag (rottend) organisch materiaal, afkomstig van de afgestorven water- en oeverplanten. In de zomer en het najaar is de levensgemeenschap totaal anders dan in het voorjaar. De eendagsvliegen en kokerjuffers worden niet meer aangetroffen en in de levensgemeenschap overheersen Chironomidae en andere Diptera, terwijl ook wantsen een belangrijkere rol gaan spelen.

Kenmerkende soorten in deze gemeenschap zijn *Corynoneura scutellata* agg. en in mindere mate *Limnophyes spec.* Vrijwel alle soorten in deze cluster zijn in het huidige winterbed van de grote Nederlandse rivieren algemeen.

3.2. Vergelijking van de levensgemeenschap in de Lotharingse Maas met die van de Grensmaas.

De soorten makro-evertebraten die in de Lotharingse Maas (1992 - 1994) zijn aangetroffen zijn vergeleken met de soorten die in de loop der jaren in de Grensmaas zijn verzameld (zie Klink, 1994 voor de literatuurverwijzingen).

In figuur 4 is de soortenrijkdom uit de Grensmaas vergeleken met die in de Lotharingse Maas, verdeeld over de onderscheiden biotopen.



Figuur 4. Aantal soorten in de Grensmaas in vergelijking met de aangetroffen soorten in de Lotharingse Maas, verdeeld over de biotopen waar ze in de Lotharingse Maas zijn verzameld.

De getallen achter de balken zijn de aantallen nog aanwezige of verdwenen soorten in de Grensmaas. Het totaal geeft aan hoeveel soorten er tegenwoordig en vroeger in de Grensmaas zijn aangetroffen die ook in de Lotharingse Maas zijn verzameld

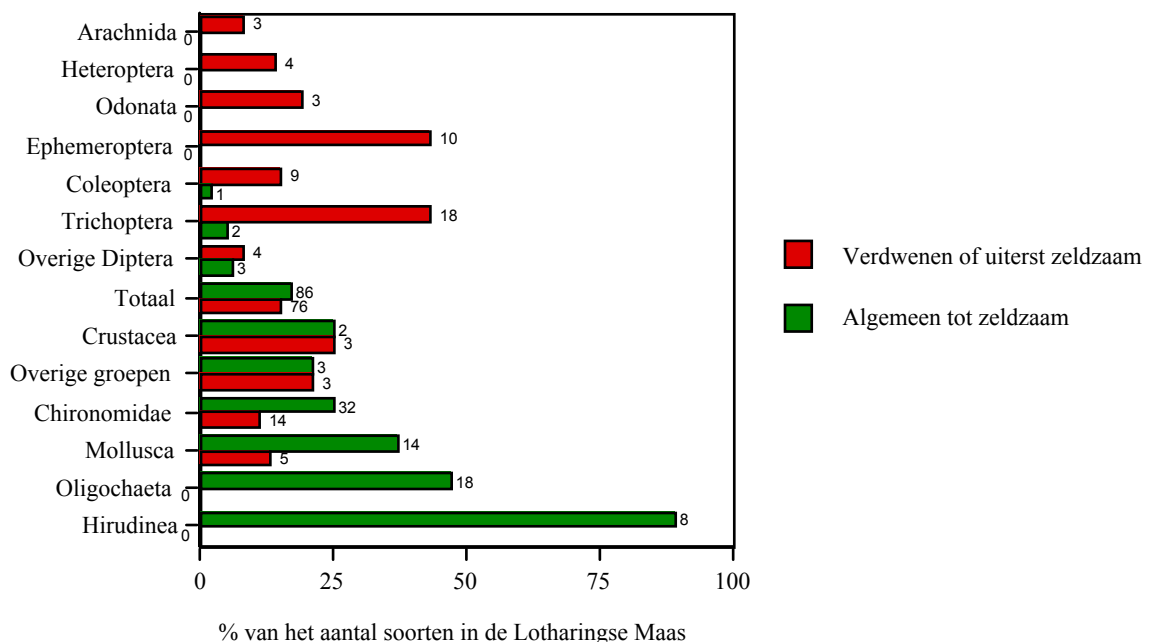
In de huidige Grensmaas komen 83 soorten voor die ook in de Lotharingse Maas zijn aangetroffen. Daarnaast zijn er in de Grensmaas 76 soorten verdwenen of uiterst zeldzaam geworden, die wel in de Lotharingse Maas aanwezig zijn. Vermeerderen we deze aantallen met de 60 soorten die niet in de Lotharingse Maas zijn aangetroffen, maar wel bekend zijn uit de Grensmaas, dan bedraagt het totale aantal soorten uit de vroegere en huidige Grensmaas 219 soorten. Dit aantal is zeer gering in vergelijking met de 500 soorten die uit de Lotharingse Maas zijn verzameld. Dit verschil wordt veroorzaakt doordat er nog relatief weinig bekend is van de vroegere levensgemeenschap van de Grensmaas.

Vergelijken we het aantal van 105 soorten in de huidige (1981 - 1990) Grensmaas met de 500 soorten die in de verschillende biotopen in de Lotharingse Maas zijn verzameld, dan blijkt dat de Grensmaas een zeer soortenarme gemeenschap aan makro-evertebraten herbergt.



Onder de aanname dat de biotopen en hun bijbehorende levensgemeenschappen in de vroegere Grensmaas vergelijkbaar waren met die in de Lotharingse Maas, kan in figuur 4 een beeld worden gevormd van de achteruitgang van de soortenrijkdom in de huidige Grensmaas ten opzichte van de meer natuurlijke situatie in de Lotharingse Maas. Zelfs een groot deel van de bewoners die in de Lotharingse Maas in alle biotopen zijn aangetroffen is niet in de huidige Grensmaas verzameld. Van deze niet biotoop-kritische soorten is in de Grensmaas nog slechts 46% aanwezig van het aantal soorten in de Lotharingse Maas. Naarmate soorten kritischer worden ten opzichte van hun biotoop, neemt hun relatieve aantal in de Grensmaas verder af ten opzichte van de Lotharingse Maas. Zo zijn er in de huidige Grensmaas slechts 14 soorten aangetroffen die in de Lotharingse Maas gebonden zijn aan de poelbiotopen. In de Lotharingse Maas zijn in deze biotopen (voorjaar en najaar) in totaal 226 soorten verzameld, hetgeen inhoudt dat in de Grensmaas slechts 6% van de poelbewonende soorten van de Lotharingse Maas aanwezig is.

In figuur 5 wordt een zelfde vergelijking gemaakt tussen de Grensmaas en de Lotharingse Maas, maar nu niet onderverdeeld naar biotoop, maar naar diergroep.



Figuur 5. Aantal soorten in de Grensmaas in vergelijking met de aangetroffen soorten in de Lotharingse Maas, verdeeld naar diergroep.



Het aantal soorten bloedzuigers (*Hirudinea*) in de Grensmaas komt nog goed overeen met hun aantal in de Lotharingse Maas. Alleen *Piscicola geometra* is nog niet bekend uit de Grensmaas. Van de Oligochaeta zijn er 20 van de 38 soorten van de Lotharingse Maas niet in de Grensmaas aangetroffen. Van de Oligochaeta is het merendeel incidenteel in de Lotharingse Maas aangetroffen. Algemene soorten op de bodem van het zomerbed in de Lotharingse Maas zijn *Propappus volki*, *Rhyacodrilus coccineus* en *Stylodrilus heringianus*. Deze soorten zijn niet in de Grensmaas aangetroffen. Verder ontbreekt in de Grensmaas *Ophidonais serpentina*, die in de Lotharingse Maas een karakteristieke soort is voor de poelen in het voorjaar.

Van de Mollusca zijn in de Lotharingse Maas 38 soorten aangetroffen, tegen 14 in de huidige Grensmaas. De meeste soorten die ontbreken in de Grensmaas zijn in de Lotharingse Maas aangetroffen in de poelen.

Belangrijke soorten in deze poelen zijn *Lymnaea stagnalis* en *Planorbis planorbis*. In de Grensmaas zijn voornamelijk soorten aanwezig die in de Lotharingse Maas het stromende zomerbed bewonen. Hierbij is het opmerkelijk dat *Pisidium moitessierianum* en *Musculium lacustris* in de Grensmaas (nog) niet zijn aangetroffen. De grootste groep wordt gevormd door de Chironomidae, waarvan er in de Lotharingse Maas 128 taxa in het larvale stadium zijn aangetroffen en 183 taxa indien de exuviae ook zouden zijn meegerekend. In de Grensmaas ontbreken veel soorten die in de Lotharingse Maas in alle onderscheiden biotopen zijn verzameld. Hiertoe behoort *Virgatanytarsus*, als karakteristieke soort van de biotopen in het zomerbed. *Stenochironomus* als obligate mineerder in het klinkhout, *Ablabesmyia longistyla* van de poelen in het voorjaar en *Corynoneura scutellata* agg. van de poelen in de zomer. De 32 soorten die wel in de Grensmaas voorkomen, leven daar op stenen die begroeid zijn met draadalgen. In de Lotharingse Maas worden deze soorten aangetroffen in vrijwel alle biotopen in het zomerbed. In figuur 5 zijn onder de overige groepen de Tricladida, Plecoptera, Collembola, Megaloptera en Lepidoptera ondergebracht. In de Lotharingse Maas zijn 14 soorten aangetroffen in deze categorie aanwezig, terwijl in de Grensmaas slechts 3 Tricladida zijn verzameld. Van de Crustacea zijn in de Lotharingse Maas 12 soorten aangetroffen. In de Grensmaas zijn slechts 3 overeenkomstige soorten momenteel aanwezig. Een vierde soort van de Grensmaas, *Gammarus tigrinus* (immigrant uit Noord Amerika), ontbreekt in de Lotharingse Maas. De groep van de overige Diptera is in de Lotharingse Maas vertegenwoordigd met 50 soorten tegenover 3 soorten in de Grensmaas. Veel soorten uit deze groep zijn beperkt tot de poelen. Een uitzondering vormen de *Simuliidae*, die gebonden zijn aan stromend water. In de Grensmaas is *Wilhelmia equina* de enige *Simuliidae* die niet zeer zeldzaam op stenen in de stroomversnellingen. In de Lotharingse Maas zijn tenminste 39 soorten Trichoptera aanwezig. In de Grensmaas zijn momenteel 2 soorten niet zeer zeldzaam (*Ecnomus tenellus* en *Hydropsyche contubernalis*). De meeste uit de Grensmaas verdwenen soorten zijn in de biotopen van het zomerbed van de Lotharingse Maas aangetroffen. Een kleinere groep soorten leeft in het voorjaar in de poelen. Hiertoe behoren de *Limnephilidae* *Anabolia nervosa*, *Halesus rediatus* en diverse *Limnephilus* soorten. In de Lotharingse Maas zijn 62 soorten kevers (*Coleoptera*) verzameld. In de Grensmaas zijn alleen larven van het genus *Haliphus* niet zeer zeldzaam. Het merendeel van de soorten leeft in de Lotharingse Maas in de poelen in het voorjaar en in mindere mate in de zomer. Eén familie



(*Elmidae*) is vrijwel uitsluitend in het zomerbed aangetroffen en bewoont daar veelal de biotopen in de stroming. Deze familie is gevoelig voor lage zuurstofgehalten omdat ze, in tegenstelling tot de andere waterkevers geen lucht uit de atmosfeer opnemen, maar zuurstof uitwisselen met het water. In de Lotharingse Maas zijn 23 taxa eendagsvliegen (*Ephemeroptera*) onderscheiden. In de huidige Grensmaas worden uiterst sporadisch enkele eendagsvliegen verzameld. Geen enkele soort is er algemeen. Zelfs zeer tolerante soorten zoals *Cloeon dipterum* zijn in de Grensmaas nauwelijks aanwezig. De meeste soorten leven in de Lotharingse Maas in het stroombed of op waterplanten (*Baetis* soorten). In de poelen leven in het voorjaar *Siphonurus*-, *Ephemera*- en *Caenis*-soorten, tezamen met *Heptagenia fuscogrisea*. Van de *Odonata* zijn in de Lotharingse Maas 16 taxa aangetroffen. Van de huidige Grensmaas is geen enkele soort bekend. Een aantal soorten bewonen de poelen in het voorjaar. Sporadisch zijn er ook larven in het stromende zomerbed verzameld.

In de Lotharingse Maas zijn 29 taxa waterwantsen verzameld (*Heteroptera*) verzameld. In de huidige Grensmaas zijn slechts 2 soorten bekend die uiterst zeldzaam zijn (*Sigara striata* en *Corixa punctata*). In de Lotharingse Maas zijn vrijwel alle *Heteroptera* verzameld in de poelen in het voorjaar en de zomer. Alleen *Aphelocheirus aestivalis* is beperkt tot de biotopen in het zomerbed en daar vooral op de rivierbodem. Deze soort is tevens de enige waterwants die zijn zuurstof betreft uit het water en niet uit de atmosfeer. De Arachnida zijn in de Lotharingse Maas vertegenwoordigd met 39 taxa. In de Grensmaas zijn in de huidige situatie nog geen Arachnida verzameld. Met name soorten van het geslacht *Lebertia* hebben een voorkeur voor stroming en komen hoofdzakelijk voor op de bodem van het zomerbed van de Lotharingse Maas. *Sperchon clupei* en *Hygrobatas fluviatilis* zijn eveneens uitsluitend in het zomerbed verzameld en daar in hogere dichtheden tussen of op het vaste substraat. De overige soorten zijn incidenteel verzameld in het zomer- en winterbed.

3.3. Voorjaarsbemonstering van makro-evertebraten in de Grensmaas

In tabel 2 zijn de resultaten weergegeven van de voorjaarsbemonstering in de Grensmaas, die heeft plaatsgevonden in mei 1993 op de lokaties Borgharen, Meers, Grevenbicht en Maaseik. Deze resultaten zijn, in de vorm van een clustering, afgezet tegen de habitatvoorkeur van deze soorten in de Lotharingse Maas. De vetgedrukte soorten zijn nog niet eerder in de huidige Grensmaas (vanaf 1981) verzameld.

Uit de clustering blijkt dat er drie clusters te onderscheiden zijn. De eerste cluster (linksboven) bestaat uit soorten van de stroomversnellingen bij Meers, Grevenbicht en Maaseik. Dit is de groep soorten van *Baetis fuscatus* tot *Wilhelmia spec. juv.* Een tweede groep soorten (*Brillia flavifrons* tm. *Tipulidae indet.*) wordt vrijwel uitsluitend aangetroffen in het stromende water bij Borgharen, terwijl de derde groep (*Ceraclea dissimilis* tm. *Valvate cristata*) uitsluitend in het bijna stagnante water is verzameld. De overige soorten zijn in de Grensmaas veel minder kieskeurig. Vergelijken we de habitats in de Grensmaas met die in de Lotharingse Maas, dan bevat de eerste cluster nauwelijks soorten die ook in het winterbed van de Lotharingse Maas zijn verzameld.

Bovendien vertonen meerdere soorten in de Lotharingse Maas een voorkeur voor de vaste substraten in de stroming. Deze groep bevat een groot aantal soorten die nog niet eerder levend in de huidige Grensmaas zijn aangetroffen. De meest opmerkelijke soorten zijn *Baetis fuscatus*, *Elmis spec.* *Thienemannimyia spec.*, *Boophthora erythrocephala*, *Nais behningi* en *Wilhelmia equina* en *Baetis buceratus*.







Van deze soorten is recent alleen *B. fuscatus* (Smit, 1982; van Tol en Mol, 1982) verzameld bij Maaseik, eveneens in het voorjaar. *Nais behningi* is nieuw voor Nederland (mededeling Verdonschot). In het buitenland is de soort bekend van Donau, Wolga en andere grote Russische rivieren en uit het stroombed van de Rijn bij Basel en Düsseldorf-Emmerik (resp. Hrabe, 1941 en Schmelz en Schöll, 1992). Deze soorten zijn verzameld op de uitzonderlijke stukjes van de Grensmaas, waar het rivierwater nog over de grindbanken kolkt. Hun aanwezigheid bewijst dat, tenminste in het voorjaar, de waterkwaliteit geen beperking vormt.

De groep soorten die zijn verzameld bij Borgharen zijn vrijwel allemaal zeer algemene soorten. *Nais communis* komt er talrijk voor tussen het rietgras en in het stroombed. In de Lotharingse Maas is deze soort aangetroffen op hout en waterplanten in het zomerbed en in een poel in de zomer. De levensgemeenschap op deze habitats in de Grensmaas komt meer overeen met de "standaard" levensgemeenschap in de Grensmaas, waar bijzondere soorten ontbreken.

De derde groep soorten is beperkt tot de vrijwel stagnante habitats. In de Grensmaas is deze habitat nauwelijks bemonsterd, vandaar dat er in deze groep veel nieuwe soorten voor de Grensmaas aanwezig zijn. Veel soorten komen zowel in het zomer- als winterbed van de Lotharingse Maas voor en zijn in traag stromende benedenlopen van de grote Nederlandse rivieren algemeen. Zeldzamere verschijningen in de rivier zijn *Ceraclea dissimilis*, *Rheocricotopus fuscipes* en *Valvata cristata*. *Ceraclea dissimilis* is een soort van de oeverzone van traag stromende riviertrajekten (Wallace et al., 1990). *Rheocricotopus fuscipes* wordt zelden uit de rivier verzameld en dan nog als exuviae en uitsluitend in het voorjaar. In de Lotharingse Maas is de soort alleen aangetroffen in een voorjaarsmonster in de oeverzone. *Valvata cristata* wordt in het zomerbed van de bevaarbare Nederlandse rivieren nauwelijks aangetroffen. Vermoedelijk is de dynamiek van de golfslag er te hoog. Ook in de Lotharingse Maas liggen de meeste vindplaatsen in de poelen van het winterbed.



3.4. Makro-evertebraten in de Grensmaas in relatie tot stroomsnelheid

In september 1993 zijn 60 stenen afgeborsteld en de makro-evertebraten zijn kwantitatief onderzocht. Hierbij is de boven- en onderzijde van de stenen afzonderlijk bemonsterd.

De twee onderstaande foto's tonen de twee meest voorkomende typen van het materiaal dat op de stenen wordt aangetroffen. De stenen in het stagnante water zijn vaak bedekt met een laag slib van olie-achtige substantie. De stenen in de stroming zien er wat minder "vies" uit als ze met draadalgen zijn begroeid.



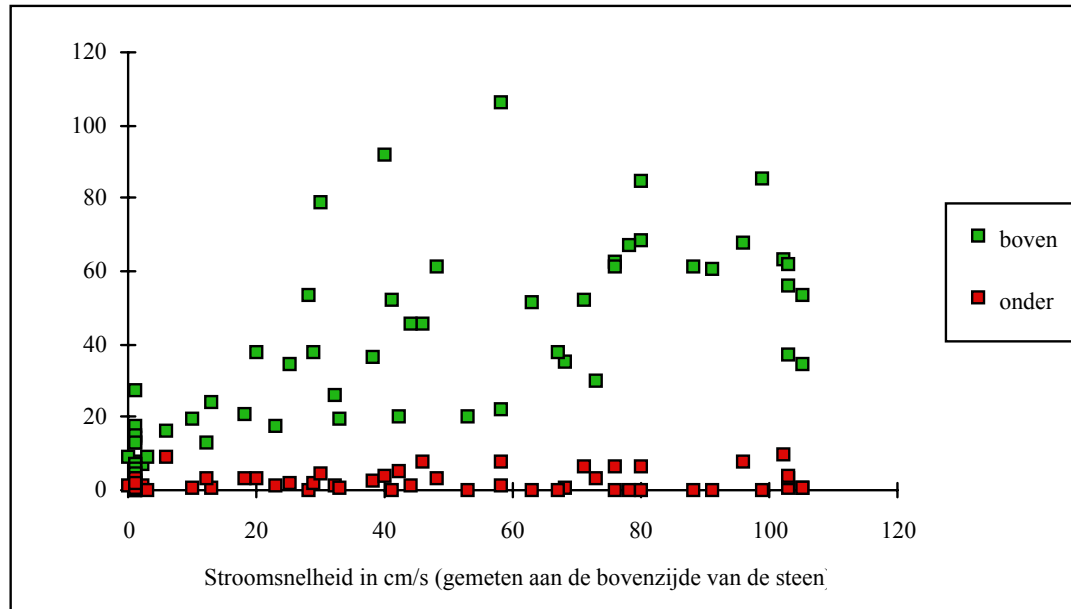
Stenen in de stagnante oeverzone van de Grensmaas, bedekt met olieachtig materiaal



Stenen in de stroming bedekt met makroskopische draadalgen (Cladophora)



In figuur 6 zijn de dichtheden van makro-evertebraten op de boven en onderzijde van de stenen uitgezet tegen de stroomsnelheid.



Figuur 6. Dichtheden van makro-evertebraten op stenen in de Grensmaas in relatie tot de stroomsnelheid

Twee aspecten komen in de figuur duidelijk naar voren:

- Op de bovenzijde van de stenen zijn de dichtheden vele malen groter dan op de onderzijde
- Op de bovenzijde van de stenen neemt de dichtheid lineair toe met de stroomsnelheid ($R = 0,79$; $p < 0,0005$). Dit geldt zowel voor de dichtheid van alle makro-evertebraten, maar ook voor de belangrijkste groepen (Oligochaeta, Trichoptera en Chironomidae).

Mede als gevolg van de veel hogere dichtheden op de bovenzijde van de stenen is hier het gemiddeld aantal taxa ook hoger (24) dan op de onderzijde van de steen (14). Het aantal taxa op de stenen vertoont echter geen relatie met de stroomsnelheid.

In tabel 3 staan de gewogen gemiddelde stroomsnelheden waarbij de meest algemene soorten zijn aangetroffen. De spreiding van de stroomsnelheid is vaak zo groot dat geen duidelijke scheiding is aan te brengen tussen de soorten van stagnant water en stroomminnende soorten.



Tabel 3. Stroomsnelheidsvoorkeur van de meest algemene soorten, onderverdeeld naar boven- en onderzijde van de stenen

Boven					Onder				
Taxa	Vstr.	Min	Max	Aantal stenen	Taxa	Vstr.	Min	Max	Aantal stenen
<i>Chaetogaster diaphanus</i>	5	1	25	12	<i>Acroloxus lacustris</i>	6	0	48	11
<i>Tanytarsus spec.</i>	5	0	53	18	<i>Ecnomus tenellus</i>	9	0	71	9
<i>Xenochironomus xenolabis</i>	8	0	48	11	<i>Glossiphonia complanata</i>	17	1	44	12
<i>Ecnomus tenellus</i>	9	0	80	21	<i>Dugesia lugubris/polychroa</i>	17	1	58	19
<i>Stylaria lacustris</i>	10	0	33	20	<i>Stylaria lacustris</i>	18	1	103	18
<i>Cricotopus sylvestris</i>	12	0	99	22	<i>Chaetogaster diaphanus</i>	19	1	48	9
Asellidae indet. juv.	14	1	103	20	<i>Bithynia tentaculata</i>	19	0	105	15
Tubificidae juv. mh	16	0	67	12	<i>Pristina longiseta</i>	20	1	48	7
<i>Bithynia tentaculata</i>	20	0	78	17	<i>Cricotopus sylvestris</i>	23	1	73	6
Sphaeriidae indet. juv.	22	1	103	13	<i>Proasellus meridianus</i>	24	1	103	10
<i>Erpobdella octoculata</i>	23	1	105	20	<i>Radix ovata</i>	24	1	71	7
<i>Lymnaea spec. juv.</i>	24	1	103	12	<i>Erpobdella spec. juv.</i>	27	2	71	10
<i>Dugesia lugubris/polychroa</i>	28	1	80	10	<i>Asellus aquaticus</i>	27	0	103	26
<i>Erpobdella spec. juv.</i>	29	1	103	20	<i>Nais pardalis</i>	28	1	58	6
<i>Asellus aquaticus</i>	29	1	103	23	Asellidae indet. juv.	31	1	103	22
<i>Dicrotendipes nervosus</i>	30	0	105	49	<i>Erpobdella octoculata</i>	32	0	105	37
<i>Nais pardalis</i>	32	1	103	28	<i>Dicrotendipes nervosus</i>	38	0	105	38
<i>Nais communis</i>	32	0	102	21	<i>Nanocladius spec.</i>	38	1	105	10
<i>Rheopelopia spec.</i>	41	1	105	24	<i>Nais communis</i>	39	1	103	20
<i>Cricotopus bicinctus</i>	42	0	105	51	<i>Ancylus fluviatilis</i>	42	1	73	8
<i>Rheotanytarsus photophilus</i>	43	0	99	14	<i>Dugesia tigrina</i>	42	0	105	38
<i>Nais bretscheri</i>	46	0	105	60	<i>Rheopelopia spec.</i>	44	6	103	10
<i>Nais spec. juv.</i>	47	0	105	55	<i>Cricotopus bicinctus</i>	47	0	103	22
<i>Dugesia tigrina</i>	48	1	105	40	<i>Xenochironomus xenolabis</i>	48	1	103	7
<i>Dugesia spec.</i>	49	0	105	39	<i>Nais bretscheri</i>	49	0	103	33
<i>Cricotopus triannulatus</i>	49	0	105	57	<i>Rheotanytarsus spec.</i>	49	0	105	27
<i>Rheotanytarsus spec.</i>	50	0	105	47	<i>Chaetogaster spec.</i>	49	1	105	18
<i>Ancylus fluviatilis</i>	53	0	105	43	<i>Hydropsyche contubernalis</i>	50	0	105	37
<i>Rheocricotopus chalybeatus</i>	54	0	105	46	<i>Nais spec. juv.</i>	52	1	105	22
<i>Hydropsyche contubernalis</i>	56	0	105	49	<i>Cricotopus triannulatus</i>	53	1	105	29
<i>Pristina longiseta</i>	56	13	91	13	<i>Rheocricotopus chalybeatus</i>	56	2	105	23
<i>Synorthocladius semivirens</i>	59	1	105	12	<i>Aelosoma travancorense</i>	57	6	105	8
<i>Cricotopus trifascia</i>	63	13	105	38	<i>Cricotopus trifascia</i>	63	1	103	12
<i>Cardiocladius fuscus</i>	69	20	105	35	<i>Cardiocladius fuscus</i>	78	40	103	13



Een aantal soorten heeft min of meer een voorkeur voor de lagere stroomsnelheden. Voorbeelden hiervan zijn *Chaetogaster diaphanus*, *Acroloxus lacustris* en *Ecnomus tenellus*. De echte stroomminnende soorten zijn *Cardiocladius fuscus*, *Cricotopus trifascia*, *Synorthocladius semivirens*, *Rheocricotopus chalybeatus*, *Hydropsyche contubernalis* en *Cricotopus triannulatus*. Maar de meeste van deze soorten zijn ook nog in stagnant of nauwelijks stromend water aangetroffen, zij het daar veelal in lage dichtheden.

In bijlage 1 staan de basisgegevens opgesplitst naar onder- en bovenzijde van de stenen en gerangschikt naar opklimmende stroomsnelheid. In paragraaf 3.5 wordt een overzicht gegeven van de huidige levensgemeenschap in de Grensmaas.

3.5. De huidige levensgemeenschap van makro-evertebraten in de Grensmaas

Op grond van de twee uitgevoerde onderzoeken in de Grensmaas in 1993 en de resultaten van de biologische monitoring in de periode 1986 - 1990 (gegevens in Klink, 1991) kan een overzicht worden gegeven van de huidige gemeenschap van makro-evertebraten in de Grensmaas.

In tabel 4 wordt hiervan een overzicht gegeven.



Tabel 4			
Periode	1986-1990	Mei 1993	September 1993
Bryophaenocladus muscicola			
Limnius volckmari I			
Microtendipes groep 1			
Paratendipes gr. albimanus			
Platycnemis pennipes			
Polycentropus flavomaculatus			
Polypedilum pedestre			
Potamanthus luteus			
Potthastia gaedii			
Pseudosmittia spec.			
Psychomyia pusilla			
Rhyacophila spec. juv.			
Riolus spec. I			
Sialis lutaria			
Sigara striata			
Smittia gr. aquatilis			
Sperchon cluiperfer			
Stenelmis canaliculata			
Succinea spec.			
Tanytarsus brundini			
Theodoxus fluviatilis			
Viviparus viviparus			
Anodonta anatina	+		
Ceraclea spec. juv.	+		
Chironomus nuditarsis	+		
Conchapelopia spec.	+		
Cryptochironomus spec.	+		
Erpobdella testacea	+		
Harmischia spec.	+		
Limnophyes spec.	+		
Parachironomus longiforceps	+		
Paratanytarsus dissimilis	+		
Polypedilum nubeculosum	+		
Procladius spec.	+		
Brillia flavifrons	+	+	
Ceratopogonidae indet.	+	+	
Glossiphonia heteroclita	+	+	
Micropsectra atrofasciata	+	+	
Paratrachocladus rufiventris	+	+	
Pisidium casertanum	+	+	
Pisidium henslowanum	+	+	
Potamopyrgus antipodarum	+	+	
Prodiamesa olivacea	+	+	
Psychodidae indet. I	+	+	
Baetis buceratus		+	
Caenis luctuosa		+	
Ceraclea dissimilis		+	
Eiseniella tetraedra		+	
Elmis spec. I		+	
Hygrobates fluviatilis		+	
Lepidoptera indet.		+	
Limnodrilus claparedeianus		+	
Lumbriculus variegatus		+	
Orthocladus (Euo.) spec.		+	
Orthocladus cf. rivulorum		+	
Phaenopsectra spec.		+	
Physella acuta		+	
Pisidium spec. juv.		+	
Polypedilum sordens		+	
Potamothenix hammoniensis		+	
Potthastia longimanus		+	
Rheocricotopus fuscipes		+	
Rhyacodrilus coccineis		+	
Simuliidae indet. juv.		+	
Sphaeriastrum rivicola		+	
Thienemannimyia spec.		+	
Tipula spec.		+	
Trocheta bykowskii		+	
Valvata cristata		+	
Vejdovskyaella intermedia		+	
Wilhelmia equina		+	
Wilhelmia spec. juv.		+	
Boophthora erythrocephala		+	+
Cardiocladus fuscus		+	+
Cricotopus trifascia		+	+
Dendrocoelum lacteum		+	+
Dugesia lugubris/polychroa		+	+
Dugesia tigrina		+	+
Ephydriidae indet.		+	+
Nais behningi		+	+
Nais communis		+	+
Nais elingus		+	+
Odagmia ornata		+	+
Pisidium nitidum		+	+
Psammoryctides barbatus		+	+



Tabel 4			
Periode	1986-1990	Mei 1993	September 1993
Aelosoma travancorense			+
Aelosomatidae indet.			+
Asellidae indet. juv.			+
Aulodrilus limnobius			+
Baetis spec. juv.			+
Caenis horaria			+
Caenis spec. juv.			+
Chaetogaster linnei			+
Chaetogaster spec.			+
Chironomus nudiventris			+
Cladotanytarsus gr. mancus			+
Corophium spec. juv.			+
Glossiphonia spec. juv.			+
Glyptotendipes gr. pallens juv.			+
Hydropsyche spec. juv.			+
Hydroptila spec.			+
Lebertia spec. n			+
Lymnaea spec. juv.			+
Microtendipes gr. chloris			+
Nais simplex			+
Nais spec. juv.			+
Nanocladius bicolor			+
Nanocladius distinctus			+
Neureclipsis bimaculata			+
Pristina longiseta			+
Rheotanytarsus photophilus			+
Rheotanytarsus rhenanus			+
Sisyra spec.			+
Tanytarsus cf. aculeatus			+
Tanytarsus eminus			+
Tanytarsus heusdensis			+
Tvetenia calvescens			+
Tvetenia verralli			+
Xenochironomus xenolabis			+
Acroloxus lacustris	+	+	+
Ancylus fluviatilis	+	+	+
Asellus aquaticus	+	+	+
Baetis fuscatus	+	+	+
Bithynia tentaculata	+	+	+
Chaetogaster diaphanus	+	+	+
Chironomus spec.	+	+	+
Cricotopus bicinctus	+	+	+
Cricotopus intersectus	+	+	+
Cricotopus sylvestris	+	+	+
Cricotopus triannulatus	+	+	+
Dicotendipes nervosus	+	+	+
Dreissena polymorpha	+	+	+
Dugesia spec.	+	+	+
Ecnomus tenellus	+	+	+
Enchytraeidae indet.	+	+	+
Erpobdella octoculata	+	+	+
Eukiefferiella spec. juv.	+	+	+
Glossiphonia complanata	+	+	+
Gyraulus albus	+	+	+
Helobdella stagnalis	+	+	+
Hemiclepsis marginata	+	+	+
Hydropsyche contubernalis	+	+	+
Limnodrilus hoffmeisteri	+	+	+
Lumbriculidae indet.	+	+	+
Nais barbata	+	+	+
Nais bretscheri	+	+	+
Nanocladius spec.	+	+	+
Orthocladus (O) spec.	+	+	+
Parachironomus arcuatus	+	+	+
Physa fontinalis	+	+	+
Polypedilum gr. scalaenum	+	+	+
Proasellus meridianus	+	+	+
Radix ovata	+	+	+
Rheocricotopus chalybeatus	+	+	+
Rheopelopia ornata	+	+	+
Rheotanytarsus spec.	+	+	+
Sphaerium corneum	+	+	+
Stylaria lacustris	+	+	+
Synorthocladus semivirens	+	+	+
Tanytarsus spec.	+	+	+
Tubificidae juv. mh	+	+	+
Tubificidae juv. zh	+	+	+
Valvata piscinalis	+	+	+
Erpobdella spec. juv.	+	+	+
Glyptotendipes pallens	+	+	+
Halipus spec. l	+	+	+
Nais pardalis	+	+	+
Polycelis nigra/tenuis	+	+	+
Proasellus coxalis	+	+	+
Psectrocladius sord/limb	+	+	+
Sphaeriidae indet. juv.	+	+	+
Totaal 149 taxa	74	95	99



Uit tabel 4 blijkt dat er tijdens de biologische monitoring in de periode 1986 - 1990 in totaal 74 taxa zijn verzameld van stenen in de Grensmaas, verdeeld over 3 lokaties (Borgharen, Elsloo en Maaseik) die tweemaal per jaar bemonsterd zijn. Daarnaast zijn in 1986 bij Laak stenen afgeborsteld en zijn op de genoemde lokaties bodemonsters genomen (Peeters, 1988). Het totale aantal taxa in de huidige Grensmaas is door de bemonsteringen in 1993 gestegen tot 149, hetgeen een verdubbeling betekent ten opzichte van de periode 1986 - 1990.

3.6. Aangroei van algen in relatie tot de stroomsnelheid

De twee onderstaande foto's geven de makroskopische draadalgen (*Cladophora*) weer die op de stenen een belangrijke rol spelen. Zelf dienen ze weer als aanhechtingsplaats voor kleinere algen. De bovenste foto toont relatief jonge *Cladophora* cellen die nog niet begroeid zijn. Op de onderste foto is zijn de dode *Cladophora* cellen nauwelijks meer zichtbaar door een woud van kiezelalgen.



Jonge *Cladophora* cellen zijn spaarzaam begroeid met kiezelwieren (*Diatoma*)



Oude *Cladophora* cellen volledig bedekt met kiezelwieren (*Melosira* en *Diatoma*)

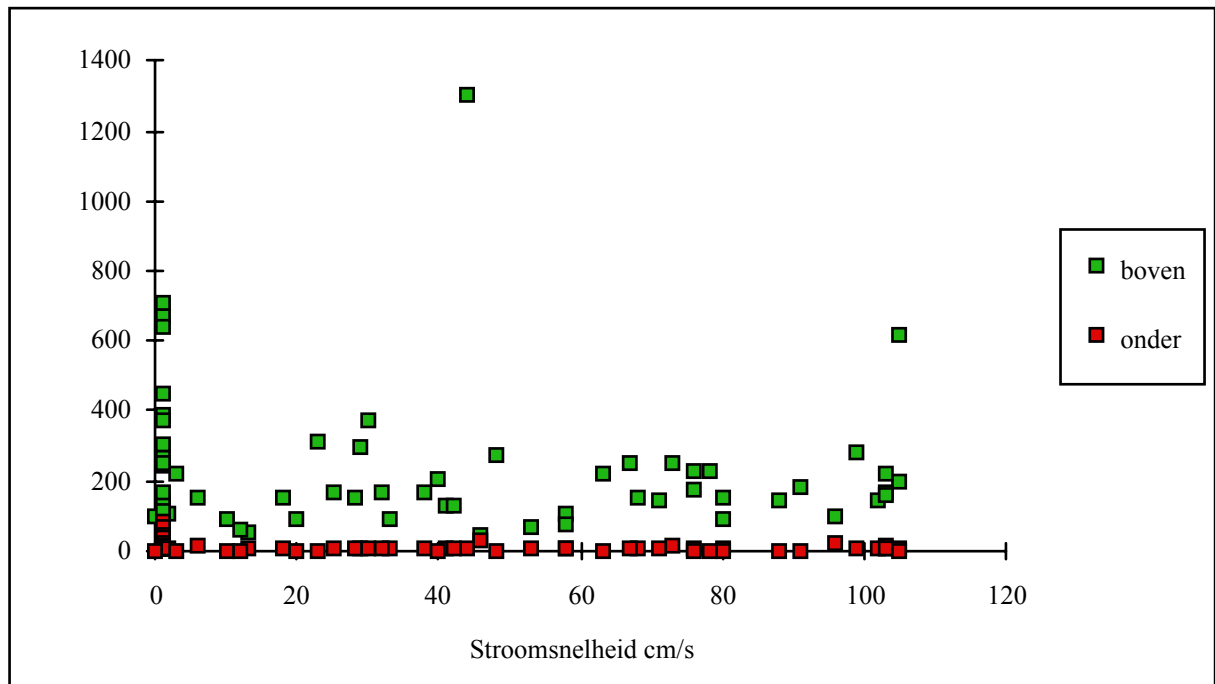


Het materiaal dat van de stenen is geschraapt is geanalyseerd op droge stofgehalte en asvrij drooggewicht. Zowel voor de boven- als de onderzijde blijken beide parameters sterk aan elkaar gerelateerd te zijn volgens:

$$\text{asvrij drooggewicht boven} = -51.1233 + 0.9465 \cdot \text{droge stof boven} \quad (R^2 = 0.98)$$

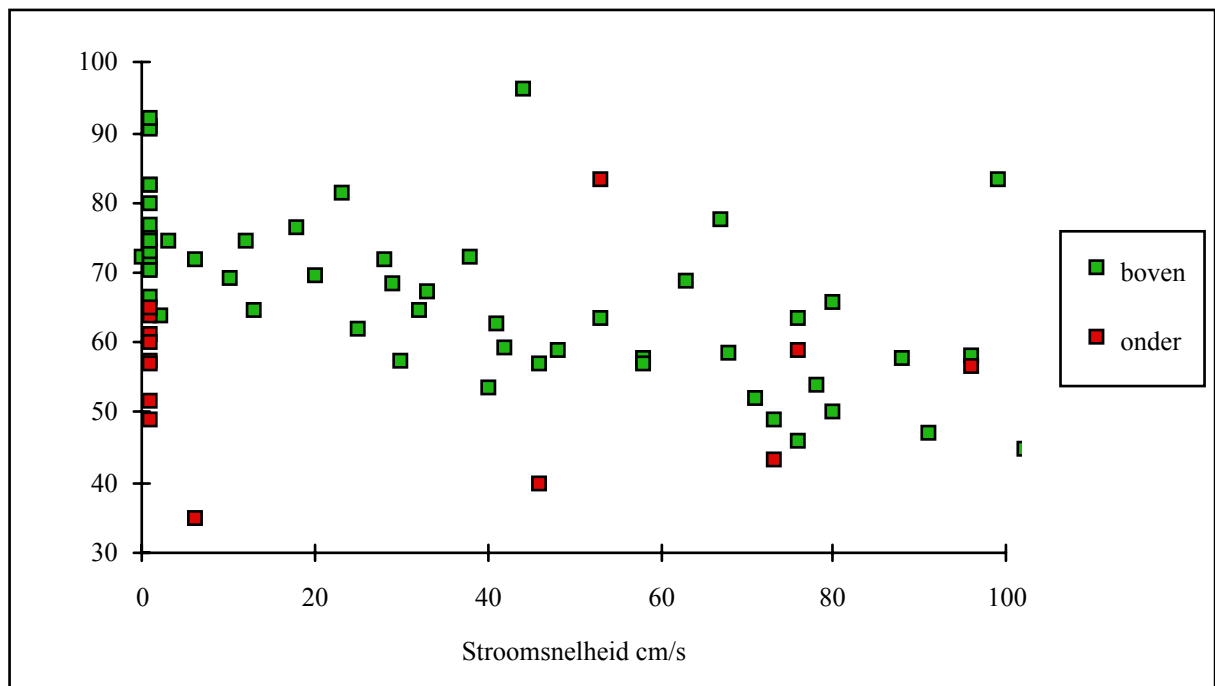
$$\text{asvrij drooggewicht onder} = -0.0008 + 0.6029 \cdot \text{droge stof onder} \quad (R^2 = 0.94)$$

In de onderstaande figuur is de relatie weergegeven tussen het droge stofgehalte en de stroomsnelheid



Figuur 7. Aangroei op stenen in relatie tot de stroomsnelheid

In de figuur is te zien dat er geen verband aanwezig is tussen de hoeveelheid aangegroeid materiaal en de stroomsnelheid. De bovenzijde bevat gemiddeld 234 g droge stof/m², terwijl op de onderzijde gemiddeld bijna 10 g droge stof/m² is aangetroffen. Op de bovenzijde bedraagt het asvrij drooggewicht gemiddeld 170 g org stof/m² en op de onderzijde slechts 4 g/m². Vervolgens is onderzocht of er een relatie aanwezig is tussen de verhouding asvrij drooggewicht en droge stof met de stroomsnelheid.



Figuur 8. Verhouding asvrij drooggewicht/droge stof in relatie tot de stroomsnelheid

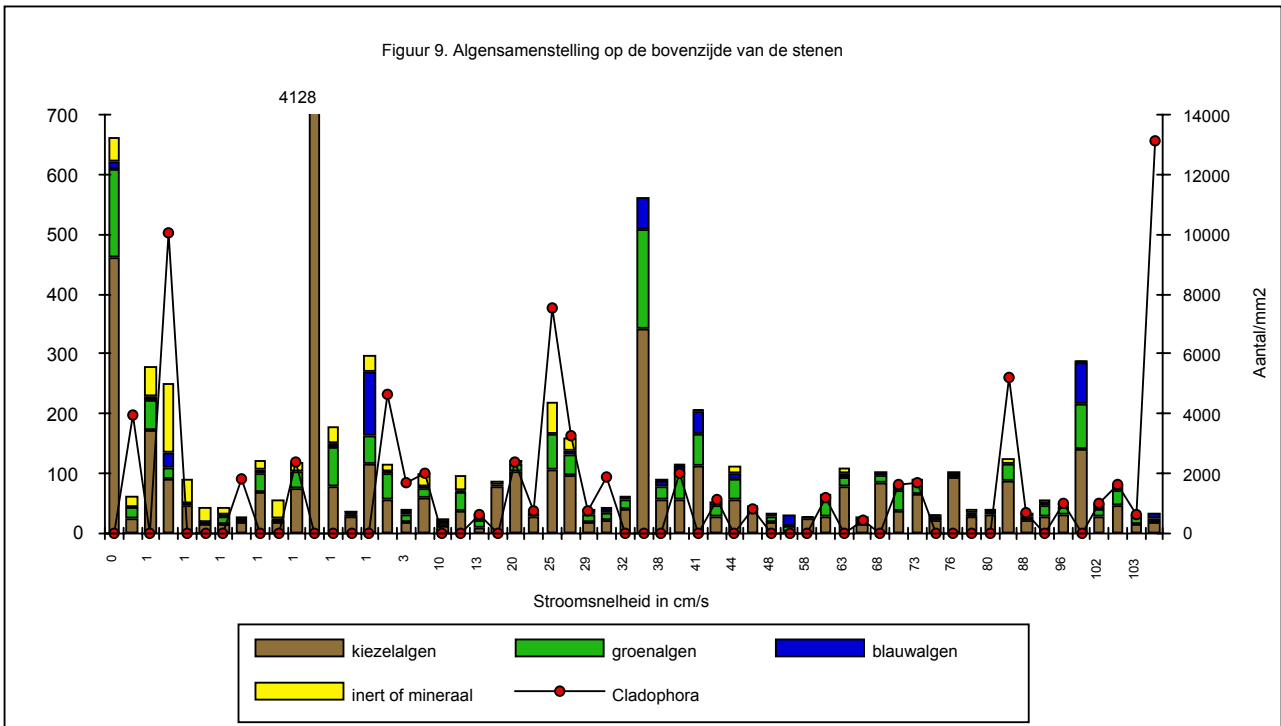
Voor de bovenzijde van de stenen blijkt dat met het toenemen van de stroomsnelheid de fractie asvrij drooggewicht (= organisch materiaal) in de droge stof afneemt (asvrij/droog % = $75,7722 - 0,2249 \cdot \text{stroomsnelheid}$ $R^2 = 0,39$ $P < 0,0005$). Gemiddeld bestaat de droge stof boven op de steen voor 66% uit organisch materiaal. Bij lage stroomsnelheden (0 - 10 cm) bestaat de droge stof nog voor 76% uit organisch materiaal, bij stroomsnelheden > 70 cm/s bedraagt het aandeel aan organische stof nog slechts 55%. Beide gehalten liggen in de range die wordt aangegeven voor groenalgen en kiezelalgen (Reynolds, 1984).

Op de onderzijde zijn alleen die verhoudingen weergegeven, waarbij het organische stofgehalte groter is dan 2 mg/monster. Het gemiddelde organische stofgehalte bedraagt 56% en een relatie met de stroomsnelheid is niet gevonden.

In figuur 9 zijn de dichtheden van verschillende groepen algen vergeleken met de stroomsnelheid. De basisgegevens staan vermeld in bijlage 2.



Figuur 9. Algensamenstelling op de bovenzijde van de stenen

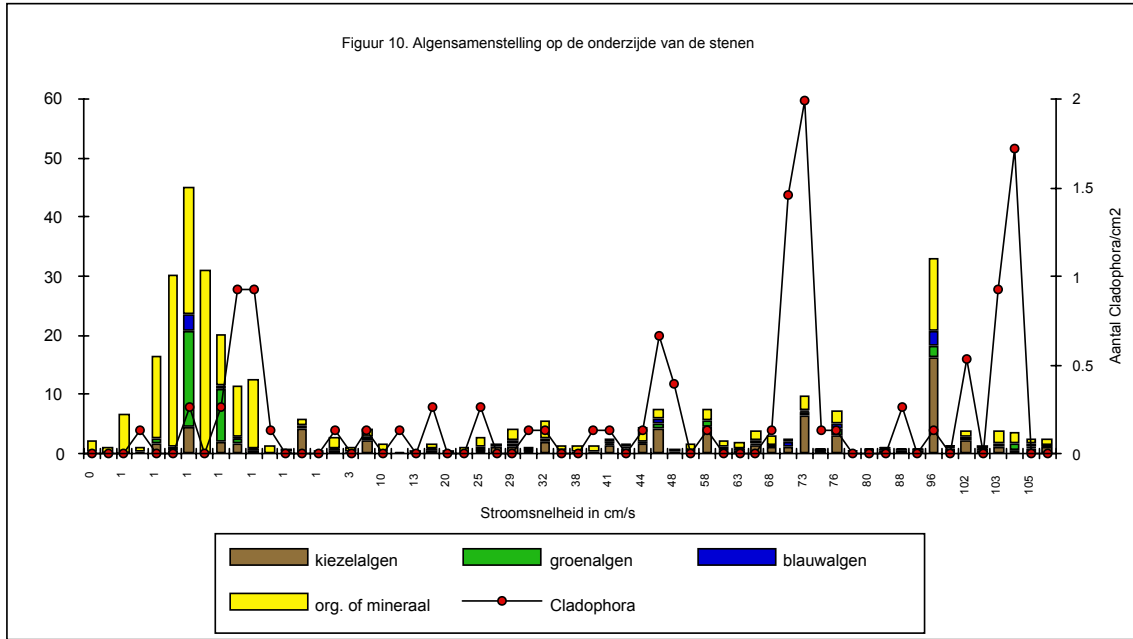




Een relatie tussen de dichtheden van de algen en de stroomsnelheid valt in figuur 9 niet te ontdekken. Bij de meeste stroomsnelheden vormen de kiezelwieren de belangrijkste groep, gevolgd door de groenalgen.

Blauwalgen zijn plaatselijk in grote aantallen aanwezig, ongeacht de stroomsnelheid. Niet geklassificeerd organisch en mineraal materiaal kan plaatselijk van belang zijn op de stenen bij lage stroomsnelheden. Het aantal Cladophora draden vertoont evenmin een relatie met de stroomsnelheid. Een mogelijke verklaring voor de afname van de fraktie organische stof op de bovenzijde van de stenen bij toenemende stroomsnelheden kan zijn dat het als inert geklassificeerde materiaal bestaat uit materiaal met een zeer hoge organische fraktie. Hierbij zou het bijvoorbeeld om bacteriën kunnen gaan. Een relatie tussen de totale aantallen van deze groepen per mm² en het droge stofgehalte is evenmin aanwezig.

Op de onderzijde van de stenen is nauwelijks materiaal aanwezig. Hiervan is veel materiaal geklassificeerd als inert of mineraal materiaal. Vooral op de semi-stagnante lokaties is dit de voornaamste groep. Diatomeeën zijn slechts plaatselijk in relatief hoge dichtheden aanwezig. Groenalgen zijn schaars behalve op twee semi-stagnante lokaties en blauwwieren komen eveneens maar zeer plaatselijk voor. De totale dichtheid van de individuen vertoont een significante relatie met het droge stofgehalte voor dié stenen waar meer dan 2 mg drooggewicht in het monster aanwezig was.





3.7. Makro-evertebraten en hun voedsel

Uitgezonderd de rovers zijn alle makro-evertebraten op de stenen in de Grensmaas aangewezen op vastzittende en/of zwevende algen of bacteriën. In natuurlijkere riviersystemen komen hiervoor ook nog waterplanten, mossen, klinkhout en afgevalen bladeren uit het ooibos in aanmerking. De onderstaande foto's geven een indruk van de samenstelling van de vastzittende en zwevende algen.



Zwevende algen bij Meers op 9 september 1993

In het kolkende water van de Grensmaas domineren de draadvormende blauwwieren van het geslacht *Oscillatoria*



Zwevende algen bij Berg op 8 september 1993

In het stagnante water zijn blauwwierdraden (*Oscillatoria*) en draadvormende kiezelwieren (*Melosira*) dominant



Zwevende algen bij Grevenbicht op 8 september 1993

In het snelstromende water van de Grensmaas bij Grevenbicht komen draadvormende kiezelwieren (*Melosira*) dominant voor. Daarnaast zijn er veel soorten groenwieren aanwezig (*Coelosphaerium*, *Micractinium*, *Oocystis*, *Scenedesmus* enz.). Draadvormende blauwwieren (*Oscillatoria*) zijn hier relatief zeldzaam.

Uit het planktonbeeld op de drie lokaties blijkt dat er aanzienlijke verschillen optreden, terwijl de lokaties slechts 9 km uit elkaar liggen en de Grensmaas bij Meers en Grevenbicht zeer snel stroomt.

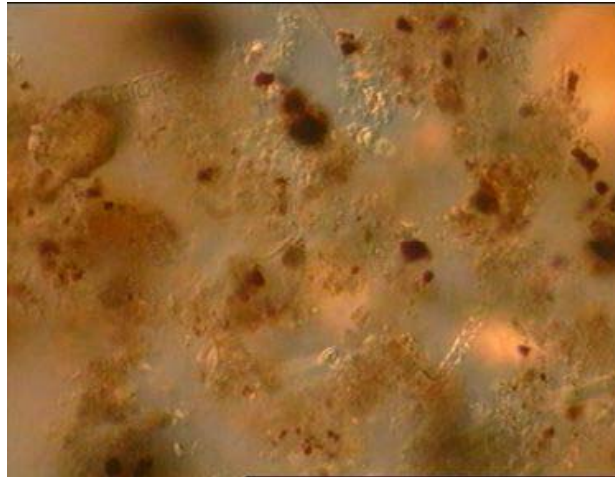
Van de voedingsbron op de bovenzijde van de stenen worden drie afbeeldingen gegeven van de mikroskopische algen. Voor de makroskopische algen (*Cladophora*) en hun aangroei wordt verwezen naar de betreffende foto's op pagina 39.



Meers 9 september 1993, aangroei op bovenzijde steen



Dit materiaal is verzameld bij een stroomsnelheid van 103 cm/s. Het droge stofgehalte bedraagt 160 g/m² en het percentage organisch materiaal bedraagt 42%. Hier domineren benthische kiezelalgen (*Navicula*) en ook de aan de makroskopische draadalgen vastzittende draadvormende kiezelalg *Diatoma* is er algemeen.



Berg 8 september 1993, aangroei op bovenzijde steen

De steen is verzameld bij een stroomsnelheid van 1 cm/s. Er is op de steen 642 g droge stof/m² aanwezig met een organische fraktie van 90%. Het materiaal is grotendeels geklassificeerd als organisch materiaal (bacteriën?) met daartussen enige draadvormende kiezelwieren (*Melosira*).



Grevenbicht 8 september 1993, aangroei op bovenzijde steen

Deze steen is verzameld bij een stroomsnelheid van 13 cm/s. Het droge stofgehalte van dit materiaal bedraagt 51 g/m² met een organische fraktie van 65%. Dominant aanwezig zijn de draadvormende kiezelalgen *Diatoma* (zigzag gerangschikt) en *Melosira* (rechts op de achtergrond).



Het voedsel waarover makro-evertebraten kunnen beschikken bestaat dus voornamelijk uit zwevende, benthische en epifytische algen, naast niet nader ingedeeld organisch materiaal. Uit de foto's blijkt dat er duidelijke verschillen aanwezig zijn tussen het zwevende materiaal en het materiaal dat op de stenen is verzameld. Het zwevende materiaal bestaat grotendeels uit draadvormende kiezel- en blauwwieren. Het materiaal op de bovenzijde van de stenen bestaat hoofdzakelijk uit benthische en draadvormende kiezelalgen met daartussen mogelijk niet geklassificeerd organisch en anorganisch materiaal. In enkele gevallen worden ook benthische blauwwieren aangetroffen. Differentiërend voor het zwevende materiaal zijn vooral de planktonische draadvormende blauwwieren van het geslacht *Oscillatoria*. Differentiërend voor de materiaal op de stenen zijn benthische kiezel- en blauwwieren en niet geklassificeerd organisch en mineraal materiaal. Voor de beoordeling van de herkomst van het materiaal in de darmen zijn de betreffende preparaten vergeleken met gekonsentreerd materiaal van de stenen en van het plankton. Hierbij wordt snel duidelijk of de darm hoofdzakelijk planktonisch, aangegroeid materiaal of een combinatie van beide bevat. Deze vergelijking heeft kwalitatief plaatsgevonden en per soort wordt een kwalitatieve beschrijving gegeven van de darminhoud en de daaruit afgeleide herkomst van het gekonsumeerde materiaal.

- *Ancylus fluviatilis*

Van de 5 onderzochte darmen blijken er 4 materiaal te bevatten. De inhoud bestaat hoofdzakelijk uit inert bodemmateriaal en in een enkel geval sessiele blauwalgen die door de slak met zijn rasp (radula) van de stenen zijn geschraapt. Zwevende blauwwieren ontbreken in de darmen. Op grond hiervan kan worden vastgesteld dat *Ancylus* zich voedt met materiaal dat op de stenen aanwezig is.

- *Asellus aquaticus*

Op de bovenkant van de stenen zijn veel makroskopische draadalgen aanwezig met de daarop aanwezige mikroskopische algen. Deze algen zijn niet aangetroffen in de darm van *Asellus aquaticus*. Wel is veel inert materiaal in de darm aanwezig, evenals benthische diatomeeën, benthische blauwwieren en naalden van sponzen. De darminhoud van de dieren op de bovenzijde bestaat uit benthisch materiaal. Dat dit materiaal afwijkt van de samenstelling van het afgeschraapte algenmonster kan veroorzaakt zijn door selectieve vraat en/of vraat op een gedeelte van de steen buiten het afgeschraapte monster.

Op de onderkant van de stenen is hoofdzakelijk inert materiaal aanwezig, dat overeenkomt met de inhoud van de darmen.

De darminhoud van individuen verzameld van boven- en onderzijde is een weergave van het materiaal dat op de stenen aanwezig is. Zwevend materiaal is niet aangetroffen.

- *Ecnomus tenellus*

De larven die aan de boven- en onderzijde van de steen zijn verzameld, hebben in hun darmen geen materiaal dat overeenkomt met het aangroei op de stenen of het plankton. Er is zeer weinig materiaal in de darmen aanwezig, hetgeen bestaat een enkele borstelworm, resten van een watervlo, een enkele makroskopische draadalg, een schaalmoebe en onderdelen van een roeipootkreeft (*Copepoda*). Op grond hiervan kan worden vastgesteld dat *Ecnomus tenellus* larven tenminste gedeeltelijk rovers zijn.



- *Hydropsyche contubernalis*

QuickTime™ and a
Photo - JPEG decompressor
are needed to see this picture

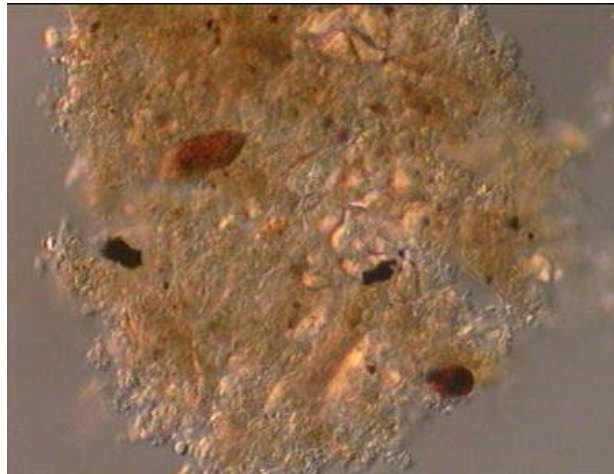
Hydropsyche contubernalis (laatste stadium larve)

Deze kokerjuffer is in staat om een netje te maken en daarmee het langstromende water te filteren. Uit de geanalyseerde darminhoud van 6 larven blijkt dat 4 larven inderdaad gefilterd hebben, terwijl 2 larven materiaal van de stenen hebben verzameld.



Darminhoud van *Hydropsyche contubernalis* (bij 6 cm/s)

Darminhoud van *Hydropsyche contubernalis* (laatste stadium larve) op de bovenzijde van een steen bij Grevenbicht, verzameld bij een stroomsnelheid van 6 cm/s. Het droge stofgehalte bedraagt 150 g/m² met een organische fraktie van 72%.



Darminhoud van *Hydropsyche contubernalis* (bij 20 cm/s)

Darminhoud van *Hydropsyche contubernalis* (laatste stadium larve) op de bovenzijde van een steen bij Grevenbicht, verzameld bij een stroomsnelheid van 20 cm/s. Het droge stofgehalte bedraagt 93 g/m² met een organische fraktie van 70%.

Filterende larven zijn verzameld op de bovenzijde bij 6 en 105 cm/sec. Op de onderzijde bedroeg de stroomsnelheid 1 en 102 cm/s. De twee larven die benthisch materiaal hebben gegeten zijn verzameld bij 20 cm/s (bovenzijde) en 102 cm/s (onderzijde). Het feit dat de larven in staat zijn te filteren zowel als bodemmateriaal te verzamelen lijkt geen relatie te vertonen met de stroomsnelheid (gemeten 6 cm boven de steen)

- *Cardiocladius fuscus*

Van drie larven bovenop de steen bevatten er twee voldoende materiaal om te bepalen welk materiaal ze gegeten hebben. De ene larve heeft, bij een stroomsnelheid van 20 cm/s preferent kleine benthische kiezelalgen gegeten. De tweede larve heeft, bij een stroomsnelheid van 105 cm/s preferent het kleinere materiaal uit het plankton gegeten.

De drie larven op de onderzijde van de steen hebben vooral het kleinere materiaal uit het plankton gegeten bij stroomsnelheden van 46 tot 102 cm/s (boven de steen gemeten).

De darminhoud van deze vijf larven wijst, naast het afgrazen van benthisch materiaal, op een hoofdzakelijk filterende voedingswijze. Opmerkelijk is verder dat er geen voedseldeeltjes zijn aangetroffen met een diameter > 35 µm bij een maximale lengte van 170 µm. Het plankton zowel als het benthos bevat daarnaast veel deeltjes met een grotere afmeting.



- *Cricotopus bicinctus*

Op de bovenkant van de stenen, bij een stroomsnelheid van 1 - 103 cm/s eten de larven preferent de kiezelalgen die zijn aangegroeid op de makroskopische draadalgen. Deze draadalg is zelf slechts met 1 individu (\varnothing 70 μ m en lengte 240 μ m) in de darm aangetroffen. Benthische kiezelalgen die op de stenen zijn aangehecht zijn nauwelijks aangetroffen.

Op de onderkant van de stenen zijn twee larven met een gevulde darm geanalyseerd. Ook deze larven hebben bij stroomsnelheden van 25 en 48 cm/s preferent de kiezelwieren gekonsumeerd die op de makroskopische draadalgen zijn aangehecht (*Diatoma*).

Op grond van de darminhoud kan worden vastgesteld dat de geanalyseerde larven zich voeden met de (kiezel)algen die op de makroskopische draadalgen zijn gehecht. Benthische kleine algen en de algen uit het plankton zijn niet aangetroffen.

- *Cricotopus triannulatus*

De drie larven bovenop de steen hebben niet preferent het aangroei van de steen gegeten bij een stroomsnelheid van 0 - 105 cm/s. Een gedeelte bestaat uit inert materiaal en benthische algen. Daarnaast zijn kiezelwieren aangetroffen die op de makroskopische draadalgen aanwezig zijn. Deze draadalgen zelf zijn niet gekonsumeerd.

Op de onderkant van de steen bevatten de drie larven weinig materiaal in hun darm. Het materiaal in twee larven (20 en 105 cm/s) wijst eveneens op een niet preferente voedingswijze van het op de steen aanwezige materiaal, zij het dat de makroskopische draadalgen niet zijn aangetroffen. De derde larve (0 cm/s) bevat materiaal dat overeenkomt met het plankton.

Het merendeel van de darmen wijst erop dat de larven zich vooral voeden met de kleine deeltjes (algen en inert materiaal) dat op de stenen aanwezig is. Mogelijk is *Cricotopus triannulatus* ook in staat om plankton als voedsel te consumeren.

- *Cricotopus trifascia*

Op de bovenzijde met een stroomsnelheid van 25 tot 103 cm/s hebben de drie larven preferent de kiezelalgen op de makroskopische draadalgen gekonsumeerd en daarnaast zijn ook delen van deze draadalgen aangetroffen met een diameter tot 70 μ m. Het grootste voedseldeeltje is een draad met een diameter van 50 μ m en een lengte van 6 mm.

Op de onderzijde van de stenen (29 - 103 cm/s) zijn enige makroskopische draadalgen gekonsumeerd met de daaraan gehechte kiezelalgen. Benthische algen zijn schaars in de darmen.

De darminhoud op de bovenzijde van de stenen wijkt niet af van die van de onderzijde. De larven van *Cricotopus trifasciata* eten makroskopische draadalgen en de daaraan gehechte algen. Inert bodemmateriaal, benthische kiezelwieren en planktonische algen behoren niet tot het voedselpakket van de geanalyseerde larven.



- *Dicrotendipes nervosus*

Van de vier larven bovenop de stenen hebben er twee (1 cm/s) het inerte materiaal en de benthische kiezelalgen op de steen gegeten. De twee overige larven (25 en 103 cm/s) bevatten naast bodemmateriaal ook algen uit het plankton.

Van de vier larven onder op de steen bevatten de larven bij de laagste stroomsnelheden (1 cm/s) zowel benthisch materiaal als plankton. Met als grootste deeltje een benthische draadalg van 1600 μm lengte en een diameter van 16 μm . De twee larven bij stroomsnelheden van 25 en 103 cm/s hebben inert bodemmateriaal en de daartussen aanwezige algen gegeten.

De darminhoud wijst er op dat de larven zich zowel met het bodemmateriaal als met plankton kunnen voeden. Het al of niet filteren lijkt niet in relatie te staan met de gemeten stroomsnelheden (boven de stenen).

- *Rheotanytarsus spec.*

De drie larven bovenop de stenen hebben preferent klein materiaal gegeten. In stagnant water is veel inert materiaal aangetroffen in de darm, waarvan niet kan worden vastgesteld of dit uit het plankton of van de steen afkomstig is. Bij 20 cm/s kan worden afgeleid dat het materiaal hoofdzakelijk van de steen afkomstig is, terwijl bij 53 cm/s juist meer planktonisch materiaal is gekonsumeerd.

De drie larven op de onderzijde van de stenen hebben eveneens vooral het kleinere materiaal gegeten. Bij 0 en 102 cm/s is het merendeel van het materiaal van planktonische oorsprong. Bij 18 cm/s kan in de darm niet worden vastgesteld waar het materiaal van afkomstig is.

De larven van *Rheotanytarsus* lijken zowel het bodemmateriaal als het plankton als voedsel te kunnen gebruiken. Vooral opvallend is de preferentie voor kleinere deeltjes. Er zijn geen deeltjes in de darmen aangetroffen met een diameter $> 25 \mu\text{m}$. De maximale lengte van het aangetroffen voedsel is een draadalg van 125 μm met een diameter van 5 μm .



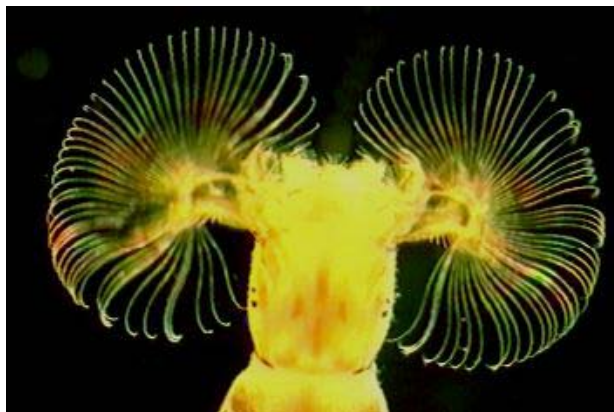
- *Boophtora erythrocephala*

De larven van deze soort filteren water met de waaiers op hun kop. Deze staan tijdens het filteren uit. Het verzamelde materiaal wordt er door borstelrijen op de mandibels uitgekamd en ingeslikt. Het lichaam van de larven bevindt zich in de min of meer stagnante grenslaag die aanwezig is tussen het vaste substraat en het stromende water. Alleen de waaiers steken boven deze grenslaag.

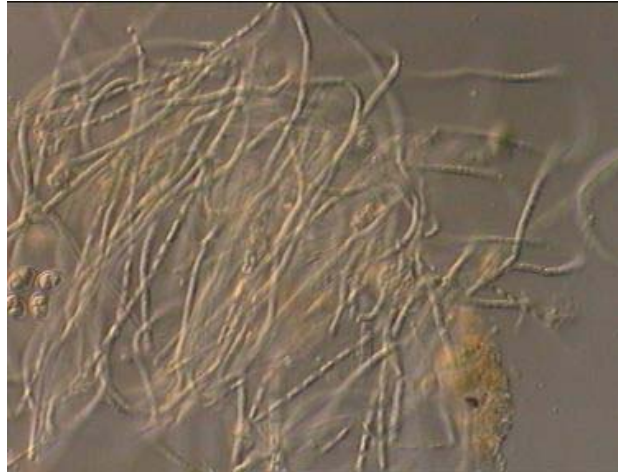


Boophtora erythrocephala (laatste larvale stadium) gezien vanaf de onderzijde.

Deze larve is afkomstig uit de Grensmaas bij Meers en is verzameld bij een stroomsnelheid van 30 cm/s. Het droge stofgehalte op de steen bedraagt 373 g/m² met een organische fraktie van 57%



Als voorgaande gezien vanaf de bovenzijde



Darminhoud van de afgebeelde *Boophthora erythrocephala*.

Dominant in het voedsel zijn de zwevende draadvormende blauwalgen (*Oscillatoria*).

Boophthora erythrocephala is slechts sporadisch op de stenen aangetroffen. Van één larve in het laatste stadium is de darminhoud geanalyseerd. Daarnaast is een volgroeide larve geanalyseerd die verzameld is op vlottende waterranonkel (*Ranunculus fluitans*). Beide darminhouden zijn identiek aan de samenstelling van het plankton. Opmerkelijk is echter dat de larven preferent de deeltjes $> 20 \mu\text{m}$ uit het water hebben gefilterd. Bij het opmeten van de afstand tussen de waaierstralen blijkt dat de stralen in het midden van de waaier een onderlinge afstand hebben van $32 - 40 \mu\text{m}$ en aan de uiteinden is de onderlinge afstand $60 - 80 \mu\text{m}$.

Deze larven hebben met hun waaiers blijkbaar op dusdanige wijze gefilterd dat kleine deeltjes niet zijn gekonsumeerd.



4. De problemen van de Grensmaas

4.1. Gebrek aan ruimte voor biotopen

Het referentie-onderzoek in de Lotharingse Maas wijst op eenduidige wijze op de problemen waar de Grensmaas mee worstelt.

Op de twee foto's zijn de dwarsprofielen zichtbaar van de Lotharingse Maas en de Grensmaas. De oever van de Lotharingse Maas steekt hier nauwelijks boven de rivier uit en het materiaal dat met hoog water is afgezet schittert in de zon. Honderd meter verderop staat ooibos en slijpt de rivier een buitenbocht uit, waardoor het profiel een totaal ander aanzien heeft, maar duidelijk wordt gekenmerkt door een glooiende oever in de binnenbocht en een steilwandje in de buitenbocht.

De foto van de Grensmaas bij de stuw van Borgharen laat een profiel zien dat typisch is voor de gehele Grensmaas. Dat grindbanken boven water uitsteken is voor de Grensmaas uitzonderlijk. Bij Borgharen is de grindbank alleen bij lage afvoeren zichtbaar (tijdens de opname bedroeg de afvoer 12 m³/s). Bij Meers liggen momenteel (anno 1994) de enige eilandjes in de Grensmaas die begroeid zijn.

Op deze twee foto's zijn vrijwel alle problemen van de Grensmaas terug te vinden. De meest fundamentele problemen zijn de steile oevers en de smalle bedding. Beide hebben tot gevolg dat er nauwelijks sprake is van gradiënten in de stroomsnelheid en het eroderend vermogen in het versmalde bed sterk is toegenomen, waardoor het zand uit de Grensmaas is verdwenen (Helmer et al., 1991). In het smalle bed komen afvoerveranderingen tot uitdrukking in waterstandswisselingen en niet zoals in de Lotharingse Maas door het geleidelijk breder worden van het stroombed. Mede hierdoor is de huidige Grensmaas nauwelijks van betekenis voor waterplanten en oevervegetaties. Ruimte voor ooibos ontbreekt eveneens in de Grensmaas, waardoor ook de biotoop van het klinkhout niet tot ontwikkeling komt.

Kortom er is weinig nagelaten om de Grensmaas haar natuurlijke karakter te ontnemen. Dit heeft overigens ook voordelen omdat volstrekt duidelijk is welke inrichtingsmaatregelen moeten worden genomen om de Grensmaas weer toekomst te geven. De Grensmaas ontbeert de ruimte om zijn natuurlijke biotopen te ontwikkelen. In het plan "Toekomst voor een grindrivier" (Helmer et al., 1991) wordt een verbreding van de Grensmaas voorgesteld door stroomgeulverbreding in combinatie met weerdverlaging. Dit plan, dat vooral tot stand gekomen is vanuit de terrestrische invalshoek, blijkt ook uitstekende mogelijkheden te bieden voor het herstel van de aquatische levensgemeenschap. Doordat de Grensmaas weer ruimte krijgt neemt de variatie in stromingspatronen toe. Er ontstaan geleidelijke overgangen van land naar water. De rivier wordt ondieper en schept weer mogelijkheden voor water- en oeverplanten en er komt weer ruimte voor ooibos en klinkhout.

4.2. Verontreiniging en wisselende afvoeren

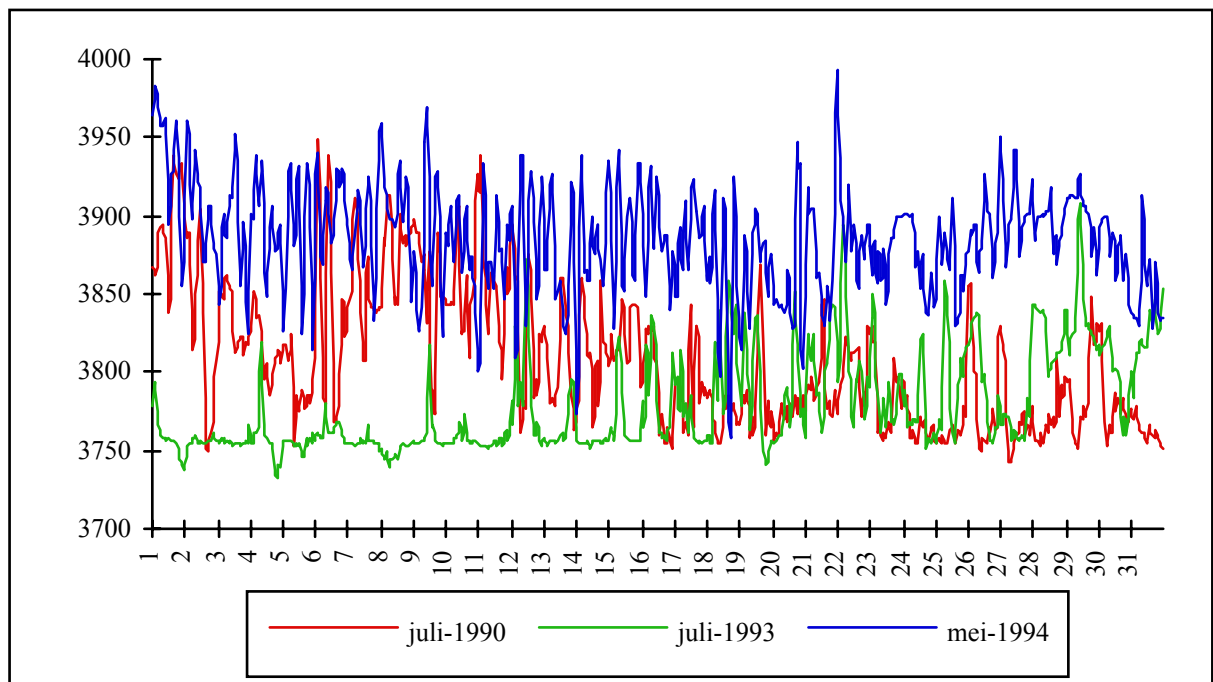
Naast de problemen die te maken hebben met het onnatuurlijke profiel kampt de Grensmaas ook nog met een ernstige chemische belasting. Voor veel stoffen valt er sedert 1988 bij Eijsden een afnemende tendens te bespeuren. Het gaat vooral om zware metalen





waarvan de huidige vracht voor een aantal stoffen is gereduceerd met 50% ten opzichte van 1988. Het fosfaatgehalte neemt af, hetgeen niet gezegd kan worden voor de stikstofverbindingen. Het zuurstofgehalte in Eijsden is zomers laag en is de afgelopen jaren niet verbeterd. Dit zelfde zal ook gelden voor de Grensmaas, waarbij de zuurstofhuishouding overigens minder slecht is dan die in de Maas door het zuurstofinbrengend vermogen van de stuw bij Borgharen en de stroomversnellingen.

Dat het chemisch nog lang niet in orde is in de Grensmaas bewijst het uiterst zeldzame voorkomen van vlokreeften (Gammaridae). Deze groep is zeer gevoelig voor opgelost cadmium, dat tijdens de vervelling een competitieve relatie aangaat met opgelost calcium, nodig voor de opbouw van het exoskelet (Wright en Frain, 1981). Indien cadmium daadwerkelijk de vestiging van vlokreeften verhindert, dan zal volgens de dalende gehalten, de Grensmaas binnen afzienbare tijd wel gekoloniseerd worden. De opgeloste gehalten zijn in 1992 al lager (in 13 metingen, Hoogeveen, 1994) dan die van de Rijn in 1982 (23 metingen, Heymen en van der Weijden, 1991), het jaar dat Gammarus soorten massaal tot rekolonisatie overgingen (korrespondentie G. van Urk). Positief is dat er tijdens de voorjaarsbemonstering van 1993, maar ook tijdens het onderzoek van de aangroei op de stenen in september 1993 veel soorten voor het eerst weer in de Grensmaas zijn aangetroffen. Ten opzichte van de periode 1986 - 1990 is het aantal verzamelde soorten verdubbeld. De oorzaak hiervoor ligt niet in een andere methode van bemonstering of determinatie, maar wordt gezocht in een combinatie van verbetering van de waterkwaliteit en een tijdelijk opgetreden vermindering van de fluktuaties in de afvoer als gevolg van de aanpassing van de stuw bij Borgharen. In de eerste helft van 1993 heeft men de afvoerfluktuaties redelijk kunnen afdempen met het gewijzigde stuwprogramma. Vanaf de tweede helft van 1993 zijn de fluktuaties weer even groot als voor de aanpassing van de stuw (zie figuur 11). De oorzaak hiervan is nog niet achterhaald.



Figuur 11. Verloop van de waterstand in de Grensmaas bij Borgharen dorp voor (1990) en na (1993-1994) het aanpassen van de stuw

4.3. Zuurstof, algen en makro-evertebraten

De grote hoeveelheid algen die op de stenen in de Grensmaas zijn aangetroffen, weerspiegelen de overmatige voedselrijkdom van het rivierwater. De dichtheden van de algen vertonen geen relatie met de stroomsnelheid. De dichtheden van de makro-evertebraten echter wel. In stilstaand of uiterst traag stromend water worden dichtheden aangetroffen van < 20.000 ind./m². In de stroomversnellingen bedragen de dichtheden veelal > 60.000 /m². Dit houdt in dat er bij de meest uiteenlopende stroomsnelheden voldoende voedsel aanwezig is voor grote aantallen grazende makro-evertebraten. In de stroomluwe delen zijn de dichtheden van makro-evertebraten laag en wordt het aanwezige voedsel dus nauwelijks benut. Dat de algen ook bij zeer hoge dichtheden van grazers in de stroomversnellingen nog een hoge biomassa bereiken wijst er op dat de Grensmaas zich in een stadium bevindt waarbij de makro-evertebraten bij lange na niet in staat zijn om het aanwezige voedsel volledig te benutten. Deze overmatige dichtheid van algen op de stenen, maar ook in de waterkolom heeft een nadelige invloed op de zuurstofhuishouding, zoals blijkt uit het zuurstofverloop bij de semi-stagnante lokatie in Berg (figuur 12).

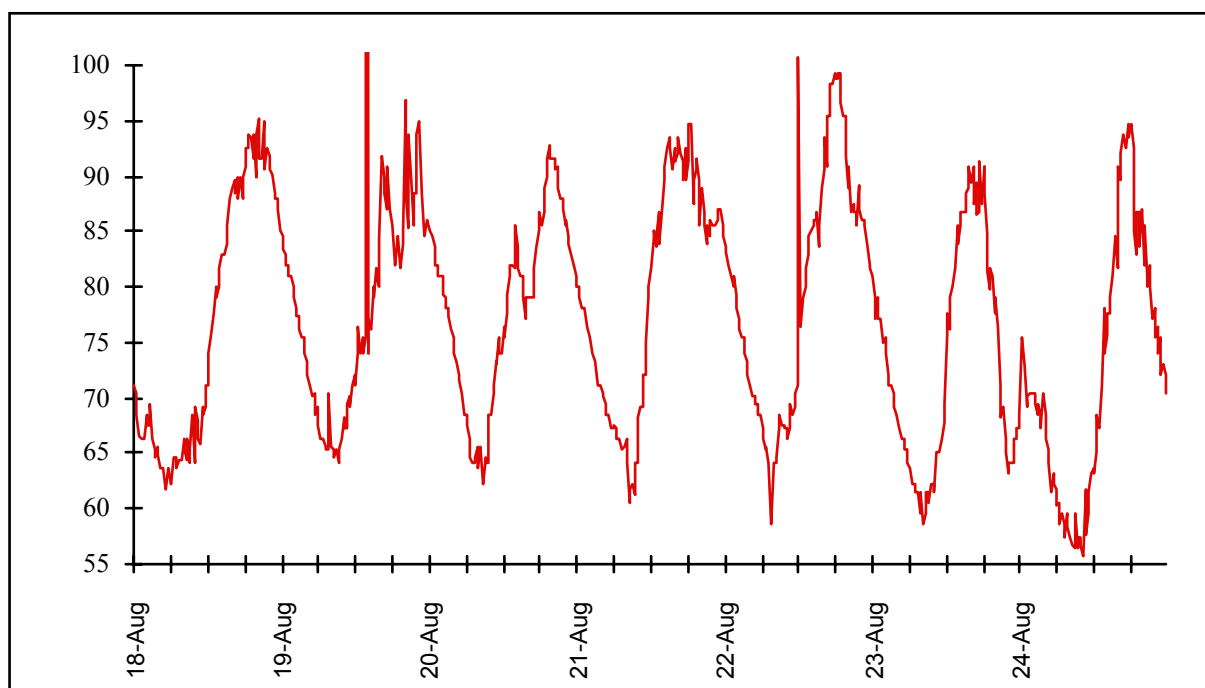


5. Hiaten in de kennis

Ondanks dat er veel onderzoek is uitgevoerd ten behoeve van het ecologisch functioneren van de Grensmaas, zijn er nog steeds belangrijke hiaten in de kennis aanwezig.

Zuurstofhuishouding

- Hoe de zuurstofhuishouding functioneert in de Grensmaas is nog goeddeels onbekend. In 1994 zijn slechts enkele zuurstofmetingen in de semi-stagnante lokatie Berg geschikt voor interpretatie (zie figuur 12). Van de zuurstofhuishouding in de stroomversnellingen zijn nog geen bruikbare gegevens beschikbaar. Het is van groot belang om te weten of de zuurstofhuishouding hier beter is dan in de overige biotopen in de Grensmaas. In deze stroomversnellingen worden namelijk kritische soorten aangetroffen die in andere biotopen ontbreken en tevens zijn de dichtheden van de minder kritische makro-evertebraten hier veel hoger dan in de "standaard" biotopen.



Figuur 12. Verloop van het zuurstofverzadigingspercentage van het (semi) stagnante water van de Grensmaas bij Berg in augustus 1994

Ook met het oog op de verbreding van de Grensmaas is informatie over de zuurstofhuishouding van zowel de stroomversnellingen als de biotopen in de trager stromende delen van de Grensmaas van groot belang. Het plan "Toekomst voor een grindrivier" (Helmer, 1991) voorziet namelijk in een substantiële toename van het areaal aan grindbanken met de daarbij behorende stroomversnellingen. Een belangrijke vraag in dit verband is of en zo ja bij welk areaal aan stroomversnellingen een wezenlijke verbetering optreedt in de zuurstofhuishouding van de



gehele Grensmaas. Indien meer inzicht wordt opgebouwd in de relatie tussen beddingvormen, zuurstofgehalte en diversiteit en dichtheid van makro-evertebraten, kan dit wezenlijk bijdragen tot een uitgekende herinrichting van de Grensmaas, waarbij niet alleen verdwenen biotopen zich kunnen herstellen, maar waarbij ook de waterkwaliteit zich gunstig ontwikkelt.

Levensgemeenschappen in de periferie van de Grensmaas

- In de Grensmaas zelf is inmiddels veel bekend van de levensgemeenschap van makro-evertebraten. Van de ecologische betekenis van de (paar) wateren die jaarlijks worden overstroomd door het rivierwater weten we echter nog niets. Dit zijn veelal gegraven wateren ten behoeve van de grindwinning. Sommige hiervan vertonen morfologisch echter een grote overeenkomst met de poelen in de Lotharingse Maas. Dit hiaat kan worden opgelost door in het voorjaar en in de zomer deze wateren op vergelijkbare wijze te onderzoeken als de poelen in de Lotharingse Maas. Vergelijking van beide situaties zal leiden tot inzicht hoe ook deze biotopen bij de verbreding van de Grensmaas kunnen worden hersteld.

Verleden van de Grensmaas

- Het onderzoek in de Lotharingse Maas heeft waardevolle inzichten opgeleverd over de relatie die makro-evertebraten in een riviersysteem onderhouden met hun biotopen. Uit literatuuronderzoek en onderzoek aan enkele oude Maasafzettingen uit de vorige eeuw blijkt dat een aantal biotopen, die momenteel nog in de Lotharingse Maas aanwezig zijn, vroeger ook in de Grensmaas voorkwamen. Een voorbeeld hiervan zijn soorten die mineren in klinkhout. Deze oude gegevens zijn echter nog te fragmentarisch om een overzicht te maken van alle biotopen die vroeger in de Grensmaas voorkwamen en door welke soorten ze werden bewoond. Dit geldt niet alleen voor makro-evertebraten, maar ook voor planten. Uitgebreid palaeolimnologisch onderzoek van oude Grensmaas-afzettingen zal dit hiaat opvullen. Het belang hiervan mag niet worden onderschat, omdat bij herinrichting van de Grensmaas de riviermorfologische processen meer overeenkomst zouden moeten gaan vertonen met de natuurlijke situatie in de Grensmaas. Met historische en geomorfologische studies kan inzicht worden verkregen in de vormende processen in de vroegere Grensmaas. Palaeolimnologisch onderzoek geeft hierop belangrijke aanvullingen, omdat uit de soortensamenstelling van plant en dier kan worden afgeleid of de Grensmaas vroeger een rivier was met veel waterplanten, welke ecologische betekenis de restgeulen bezaten, in hoeverre stroomluwe delen van belang waren en of kwel vanaf het plateau nog aanleiding gaf tot de hieraan gebonden soorten. Omdat we inmiddels beschikken over een referentiebeeld, kunnen de destijds aanwezige biotopen worden gerekonstrueerd aan de hand van subfossiele resten van organismen in oude rivierafzettingen.



6. Literatuur

Helmer, W., Overmars, W., Litjens, G., 1991

Toekomst van een grindrivier. Hoofdrapport

Stroming bureau voor Natuur- en Landschapsontw. 64 pp.

Heymen, R., van der Weijden, M., 1991

Resultaten van het waterkwaliteitsonderzoek in de Rijn in Nederland

RIZA nota 91.047: 109 pp.

Hill, M.O., 1979

Twinspan. A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes

Rep. Cornell Univ. N.Y., Dept. Ecol. & Syst. 90 pp.

Hoogeveen, P.M.T.C., 1994

Resultaten van het waterkwaliteitsonderzoek in de Maas in Nederland

RIZA nota 94.005: 105 pp.

Hrabe, S., 1941

[Zur Kenntnis der Oligochaeten aus der Donau] [Tsjechisch]

Acta Soc. Sci. nat. Morav. 13(12): 1-36

Klink, A., 1994

Makro-evertebraten in de grote Nederlandse rivieren: hun diversiteit in het Zuidhollandse rivierengebied

Hydrobiol. Advburo Klink Rapp. Med. 51: 45 pp. + bijl.

Klink, A.G., 1991

Maas 1986 - 1990. Evaluatie van 5 jaar hydrobiologisch onderzoek van makro-evertebraten

Hydrobiologisch Adviesburo Klink Rapp. Med. 39: 38 pp. + bijl.

Peeters, E.T.H.M., 1988

Hydrobiologisch onderzoek in de Nederlandse Maas. Makrofauna in relatie tot biotopen

Verslag Natuurbeheer, Landbouw Universiteit 150 pp.

Reynolds, C.S., 1984



The ecology of freshwater phytoplankton
Cambridge Univ. Press 384 pp.



Smit, H., 1982

De Maas, op weg naar biologische waterbeoordeling van grote rivieren

LH Wageningen, Vakgroep Natuurbeheer 667: 100 pp.

van Tol, J., Mol, A.W.M., 1982

Rapport betreffende enkele biologische waarnemingen in de Maas tussen Borgharen en Maasbracht (de zg. Grensmaas)

Intern Rapp. Rijksmus. Nat. Hist. 3 pp.

Wallace, I.D., Wallace, B., Philipson, G.N., 1990

A key to the case-bearing caddis larvae of Britain and Ireland

F.B.A. Sc. Publ. 51: 237 pp.

Wright, D.A., Frain, J.W., 1981

The effect of calcium on cadmium toxicity in the freshwater amphipod, *Gammarus pulex*(L.)

Arch. Environm. Contam. Toxicol. 10: 321-328