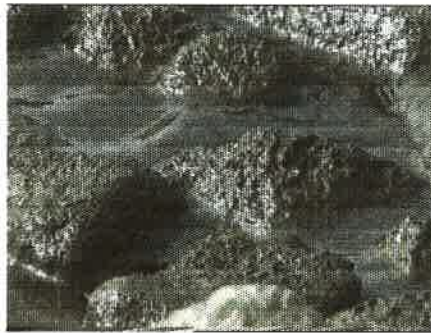


Algenaangroei en slibakkumulatie op stenen in de Grensmaas



Alexander Klink, Bram bij de Vaate en Stan Kerkhofs



Hydrobiologisch Adviesburo Klink bv Wageningen
Rapporten en Mededelingen 46 (15 oktober 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 riviertrajekt van de la Moyenne Meuse (hierna te noemen 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.

Leo van Hal, Marianne Greijdanus-Klaas en Peter Jesse (RIZA) voor de voorbereidingen en assistentie in het veld.

Ad Tevel (RWS direktie Limburg) heeft meetapparatuur beschikbaar gesteld.

Michelle de la Haye voorzag een eerdere versie van kommentaar, waarvoor onze hartelijke dank.



Inhoudsopgave

	Samenvatting	6
1.	Inleiding	8
2.	Materiaal en methoden	9
2.1.	Aangroei van algen en accumulatie van slib op tegels	9
2.2.	Kwalitatieve en kwantitatieve analyse van het geakkumuleerde materiaal op stenen verzameld in het rivierbed	10
3.	Resultaten	12
3.1	Kwantitatieve beschrijving van de aangroei op de tegelbanken	12
3.2	Samenstelling en dichtheid van de algen op de tegelbanken in de Grensmaas	14
3.3	Samenstelling en dichtheid van de algen op de tegelbanken in de Lotharingse Maas	18
3.4	Kwantitatieve aangroei op stenen in de Grensmaas	19
3.5.	Samenstelling van de aangroei op de stenen in de Grensmaas	23
3.6	Samenstelling van makro-evertebraten en makroskopische draadalgen op de stenen in de Grensmaas	25
3.7	Vergelijking van de dichtheden van algen op de stenen en de tegelbanken in de Grensmaas	27
4.	Diskussie	28
5.	Synthese van een kettingreactie	34
6.	Konklusies	35
7.	Aanbevelingen voor verder onderzoek	36
8.	Literatuur	37

Figuren, tabellen en bijlage

Figuur 1	Opstelling voor het meten van aangroei van algen in de Grensmaas en Lotharingse Maas	9
Figuur 2	Figuur 2. Algenaangroei op de tegelbanken	1 2
Figuur 3	Dichtheden van algen op de tegels in de Grensmaas en de Lotharingse Maas in relatie tot de kolonisatieduur	1 3
Figuur 4	Dichtheden van algen op de tegelbanken in de Lotharingse Maas bij verschillende stroomsnelheden	1 4
Figuur 5	Dichtheid en samenstelling van de algen op tegelbank 1 in de Grensmaas	1 5
Figuur 6	Samenstelling en dichtheid van algen op de tegelbanken 1 en 2 in de Grensmaas	1 6
Figuur 7	Samenstelling en dichtheid van drie groepen kiezelalgen op tegelbank 1 in de Grensmaas	1 7
Figuur 8	Samenstelling en dichtheid van de algen op tegelbank 1 in de Lotharingse Maas	1 8
Figuur 9	Dichtheid aan droge en organische stof op stenen in de Grensmaas in relatie tot de stroomsnelheid	2 0
Figuur 10	Samenstelling en dichtheid van algengroepen op stenen bij verschillende stroomsnelheden	2 3
Figuur 11	Het verloop van het chlorofyl-a gehalte in de Grensmaas en de Lotharingse Maas	3 1
Tabel 1	Procentuele verdeling van de kiezelalgen op tegelbank 1 in de Grensmaas	1 7
Tabel 2	Procentuele verdeling van de kiezelalgen op tegelbank 1 in de Lotharingse Maas	1 9
Tabel 3	Toetsing van de verschillen in droge stof op de stenen in de Grensmaas, gelegen in 4 verschillende stromingsklassen	2 1
Tabel 4	Overzicht van de gemiddelde gehalten aan droge stof, organische stof en aandeel van de organische stof in de droge stof op de stenen in de Grensmaas	2 2
Tabel 5	Procentuele verdeling van de algengroepen naar stroomsnelheidsklassen op de stenen in de Grensmaas	2 4
Tabel 6	Procentuele verdeling van de kiezelalgen naar stroomsnelheidsklassen op de stenen in de Grensmaas	2 4



Tabel 7	Dichtheden van de makroskopische draadalgen, dansmuglarven en kokerjuffers op stenen in de Grensmaas	2 6
Tabel 8	Dichtheden van Chironomidae bij de verschillende stroomsnelheidsklassen op stenen in de Grensmaas	2 6
Tabel 9	Vergelijking van de dichtheden van kiezelalgen op tegels en stenen in de Grensmaas	2 7
Tabel 10	Procentuele verdeling van de kiezelalgen en de totale dichtheid van alle algen op de tegelbanken in de Lotharingse Maas en Grensmaas	2 9
Tabel 11	Een overzicht van de gemiddelde temperatuur en gemiddelde nutriëntengehalten in de Lotharingse Maas en de Grensmaas over de periode 1972 - 1991	3 0
Tabel 12	Procentuele verdeling van de individuen per groep makro-evertebraten verzameld op vast substraat in de Lotharingse Maas en Grensmaas naar voedingswijze	3 2
Bijlage 1	Basisgegevens	

Samenvatting

Bij laag water zijn de stenen in de Grensmaas bedekt met een dikke laag bruin vettig slib. Bij mikroskopisch onderzoek blijkt deze laag te bestaan uit grote hoeveelheden algen, die op hun beurt weer andere algen en inert materiaal invangen. De sliblaag is aangetroffen bij stroomsnelheden die variëren van 0 - 1,2 m/s. Uit onderzoek in de Lotharingse Maas in Frankrijk, de referentierivier voor de Grensmaas, blijkt dat een dergelijke aangroei aldaar in het geheel niet optreedt. Ook in tal van andere rivieren vindt een dergelijke slibvorming op de stenen niet plaats. Hieruit moet worden gekonkludeerd dat de sliblaag niet natuurlijk is.

Bij bestudering van het aangroeiproces blijkt dat de hoeveelheid aangegroeid materiaal recht evenredig toeneemt met de kolonisatieperiode. Om die reden wordt het proces van aangroei opgevat als een biologische zeef, waarbij het aangegroeide materiaal, het voorbij stromende zwevende materiaal vangt. De hoeveelheid materiaal die wordt ingevangen is afhankelijk van de stroomsnelheid. Hoe hoger de stroomsnelheid, hoe minder materiaal er op de stenen wordt ingevangen. Het aandeel organisch materiaal in de droge stof ligt bij de hoogste stroomsnelheden beduidend hoger dan bij lagere stroomsnelheden. Op grond hiervan wordt verondersteld dat bij de hoogste stroomsnelheden minder inert (anorganisch) materiaal wordt ingevangen dan bij lagere stroomsnelheden. Stenen in het rivierbed die niet in de stroming liggen, zijn afwijkend begroeid. Het algendichtheid is hier ongeveer een faktor 6 lager dan de stenen in de stroming. Op de stenen in het stilstaande water domineren blauwalgen, terwijl in de stroming kiezelalgen domineren. Makro-evertebraten zijn alleen aangetroffen op stenen in de stroming. Bij het vergelijken van chemische samenstelling van het water van de Grensmaas met dat van de Lotharingse Maas, lijkt het uitgesloten dat eutrofiërende stoffen de hoofdoorzaak vormen voor deze aangroei. Als belangrijke faktor voor het ontstaan van een sliblaag op de stenen, wordt het ontbreken van een eliminatieproces verantwoordelijk gehouden. Dit eliminatieproces zal zich naar verwachting voltrekken via de makro-evertebraten die voor hun voedsel zijn aangewezen op het materiaal dat aangroeit op de stenen. In de Grensmaas is deze fauna zeer soortenarm, slechts enkele soorten dansmuglarven maken het merendeel uit van deze faunagroep. In de Lotharingse Maas zijn er naast muggelarven nog een groot aantal andere groepen makro-evertebraten die dit aangroeisel kunnen benutten als voedingsbron. De oorzaak van de verarming van de makro-evertebraten fauna in de Grensmaas wordt vooral gezocht bij de waterkwaliteit. Indien mikro-verontreinigingen buiten beschouwing worden gelaten, lijkt de zuurstofhuishouding hierin een kritieke rol te spelen. Omgekeerd heeft het aangegroeide materiaal zelf ook weer een negatief effect op de zuurstofhuishouding. Aanbevelingen voor verder onderzoek hebben betrekking op het herhalen van het onderzoek, maar dan in het voorjaar, wanneer de zuurstofhuishouding veel gunstiger is. Daarnaast is het van



groot belang om vast te stellen wat de relatie van de makro-evertebraten is met het aangroeisel. Tenslotte kunnen er op korte termijn mogelijkheden worden gecreëerd in een proefgeul langs de Grensmaas waarbij betere voorwaarden aanwezig zijn voor de makro-evertebraten die zich voeden met het aangroeisel. Zodoende kan de kennis die tijdens dit onderzoek is vergaard in de praktijk worden getoetst.

1. Inleiding

De Grensmaas is een grindrivier waarvan de bedding bestaat uit matig grof grind (mediane korrelgrootte tussen 10 en 15 mm. Daarop bevindt zich de zg. afpleisterlaag van grof grind met een mediane korrelgrootte tussen 30 en 70 mm (WL, 1981). De Grensmaas is in de vorige eeuw genormaliseerd, waardoor het huidige bed nog maar een breedte heeft van ca. 30% van de natuurlijke bedding. Als gevolg hiervan en van de grindwinning in het verleden is het zomerbed steeds verder verdiept. Deze versmalling en verdieping hebben tot gevolg dat de transportcapaciteit voor sediment sterk is toegenomen. De berekende transportcapaciteit voor sediment bedraagt 3-6 miljoen m³/jaar, terwijl er slechts 35000 m³/jaar daadwerkelijk wordt getransporteerd (Helmer et al., 1991). Dit houdt in dat de rivier sterk onderverzadigd is met sediment en dus eerder de neiging zal hebben om sediment uit het bed op te nemen, dan om zwevend materiaal af te zetten. De realiteit is echter dat de afpleisterlaag in de zomer bedekt is met een bruine laag. Deze laag is niet alleen aanwezig op plaatsen waar sedimentatie kan worden verwacht, maar ook op plaatsen in het midden van de stroomgeul. Dit geeft de Grensmaas in de zomer een onaantrekkelijk aanzien, hetgeen in schril contrast staat met andere grindrivieren, waarbij een dergelijke laag niet aanwezig is (bv. Loire, Allier, Tisza bovenloop, Duero). In het kader van het ecologische herstel van de Grensmaas wordt het dan ook van groot belang geacht om de samenstelling van deze laag te onderzoeken omdat aangenomen mag worden dat stenen met een dergelijke sliblaag ongeschikt zullen zijn voor de van nature voorkomende makro-evertebraten die op kale stenen leven. Aangezien sedimentatie van fijn slib in de stroomgeul, zelfs bij lage afvoeren, hoogst onwaarschijnlijk is, zijn er twee alternatieven voor de slibaangroei geopperd:

- a. Chemische processen waarbij het slib zich actief hecht aan het grind
- b. Biologische processen, waarbij zich algen hechten op het grind en vervolgens slib invangen

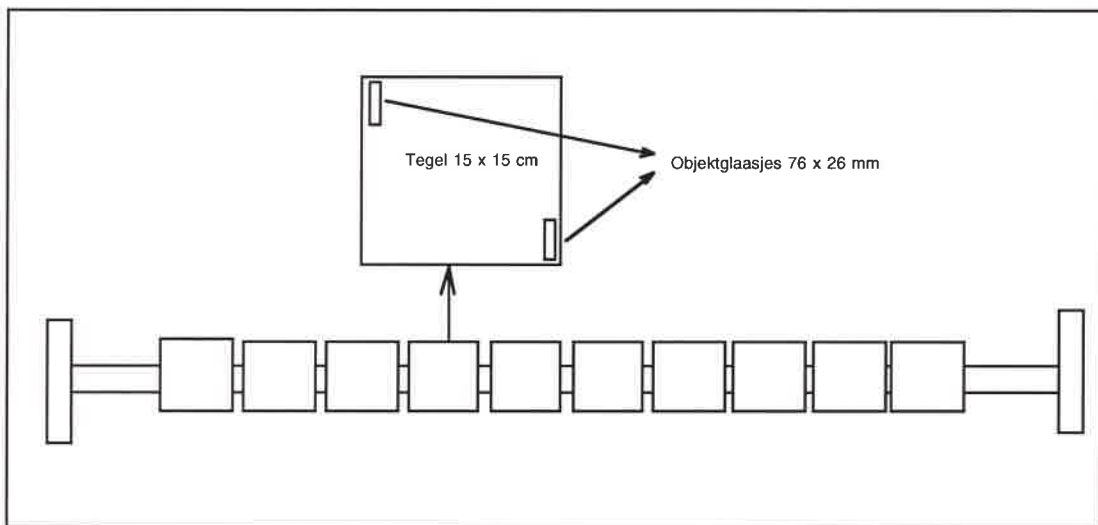
In dit onderzoek wordt het tweede alternatief nader uitgewerkt.

2. Materiaal en methoden

2.1. Aangroei van algen en accumulatie van slib op tegels

Aangroei van slib en algen is op twee manieren onderzocht. In de eerste plaats is te aangroei op "schone" tegels gedurende een aantal dagen achtereenvolgens in de Grensmaas en Lotharingse Maas gevolgd. Daarnaast is de samenstelling van de aangegroeide laag op de afpleisterlaag in de Grensmaas onderzocht.

Onderzoek aan het proces van aangroei is uitgevoerd in de periode 2 september - 1 oktober 1992. Hierbij zijn twee series van 10 tegels vastgeschroefd op frames in de Grensmaas bij Itteren (km 19,5). De constructie van deze tegelbanken is weergegeven in figuur 1.



Figuur 1. Opstelling voor het meten van aangroei van algen in de Grensmaas en Lotharingse Maas

Op ieder van de 10 tegels zijn 2 mikroskopische objektglasjes bevestigd. Deze opstelling is verankerd op de bodem met betonningsstenen en aan de bovenkant voorzien van twee drijvers. De tegels lagen op een diepte van ca. 10 cm, zodat licht op de tegels kon doordringen voor de kolonisatie van algen.

Na het inzetten van de constructies zijn er tegels van bank 1 verzameld na 2, 5, 8, 15 en 29 dagen. Bij tegelbank 2 bleek dat na 2 dagen alle tegels gebroken waren. Om die reden is deze bank opnieuw ingezet op 10 september (dag 8 van het experiment). Het te koloniseren substraat bestond ditmaal uit aluminium platen met hetzelfde oppervlak als de tegels (225 cm²). Van deze serie is na 10 september slechts het gekoloniseerde materiaal verzameld na 7 en 20 dagen. Gedurende de kolonisatieperiode zijn tijdens de bemonsteringen de stroomsnelheden geschat. Hieruit bleek dat tijdens dag 2 en 5 de stroomsnelheid ca. 100 cm/s bedroeg. Tijdens

de overige bemonstering is de geschatte stroomsnelheid niet boven de 10 cm/s gekomen.

Het materiaal op de tegels is gekonserveerd met enige druppels lugol's jodium. Van dit aangroei is zijn droge stof en gloeirest bepaald.

Op iedere tegel of aluminium plaat zijn 2 objektglazen (opp. 19,8 cm²) gelijmd met silikonenkit. Tijdens de bemonsteringsdata van de tegels is op één objektglas een dekglasje aangebracht (22 * 22 mm²) en is tweemaal afgelakt met nagellak, teneinde de structuur van het gekoloniseerde materiaal te kunnen vaststellen (hetgeen niet succesvol bleek te zijn). Het materiaal op het andere glasje is kwantitatief overgebracht in een glazen potje en gekonserveerd met lugol's jodium. In de Lotharingse Maas zijn eveneens tegelbanken geplaatst en op gelijke wijze gehandeld als die bij Itteren. Hierbij is één tegelbank verankerd bij een stroomsnelheid die ca. 30 cm/s bedroeg gedurende de kolonisatieperiode. Een tweede bank is geplaatst bij een stroomsnelheid van ca. 70 cm/s. De kolonisatieduur bedroeg in totaal 8 dagen, waarbij na 2, 4, 6 en 8 dagen een bemonstering is uitgevoerd. Voor de kwantitatieve analyse van de algen is het volume van het monster bepaald en is van een deelmonster van 20 µl onder de mikroskoop (500 maal vergroting) van een bekend oppervlak het aantal algen geteld ingedeeld naar groep (kiezelalgen en overige algen). Vervolgens zijn 200 individuen gedetermineerd, waarbij de kieselalgen zijn opgewerkt in kokende H₂O₂ (30%). Determinatie heeft plaatsgevonden bij een vergroting van 1250 maal. De overige algen zijn direkt geprepareerd vanuit het verzamelde monster en gedetermineerd bij een vergroting van 500 maal.

2.2. Kwalitatieve en kwantitatieve analyse van het geakkumuleerde materiaal op stenen verzameld in het rivierbed

Op 1 oktober (Borgharen km. 16) en op 5 oktober 1992 (Meers km. 32,5) zijn in totaal 20 stenen verzameld in het stroombed van de Grensmaas. Tijdens de bemonstering bedroeg de afvoer ca. 10 m³/s, met het gevolg dat een ongebruikelijk grote spreiding van de stroomsnelheid in het dwarsprofiel is aangetroffen (0 - 117 cm/s). Van ieder van deze stenen zijn 8 monsters verzameld met een oppervlakte van 452,4 mm² per monster. Deze monsters zijn verzameld door een konische filtreerring van soepel rubber (diam. 24 mm) op de steen te drukken en vervolgens het ingesloten oppervlak af te schrapen met een scalpel. Van iedere steen zijn 6 zijden onderscheiden (boven, onder, bovenstrooms, benedenstrooms, linker en rechter zijkant). Van deze monsters is het droge stofgehalte bepaald. Vervolgens zijn deze monsters samengevoegd, waarna het gemiddelde asvrij drooggewicht is bepaald per steen. Voorts zijn van de bovenzijde twee additionele monsters verzameld voor respectievelijk het chlorofyl-a gehalte en de kwalitatieve/kwantitatieve analyse van mikroskopische algen, makroskopische draadalgen en makro-evertebraten. Voor de

kwantitatieve analyse van de mikroskopische algen is het volume van het monster bepaald. Hiervan is een deelmonster (20 μ l) onder de mikroskoop (500 maal vergroting) geanalyseerd op de dichtheid van algen (kiezelalgen en overige algen). Vervolgens zijn de kieselalgen en overige algen op dezelfde wijze geprepareerd en gedetermineerd als bij het verzamelde materiaal van de tegelbanken.

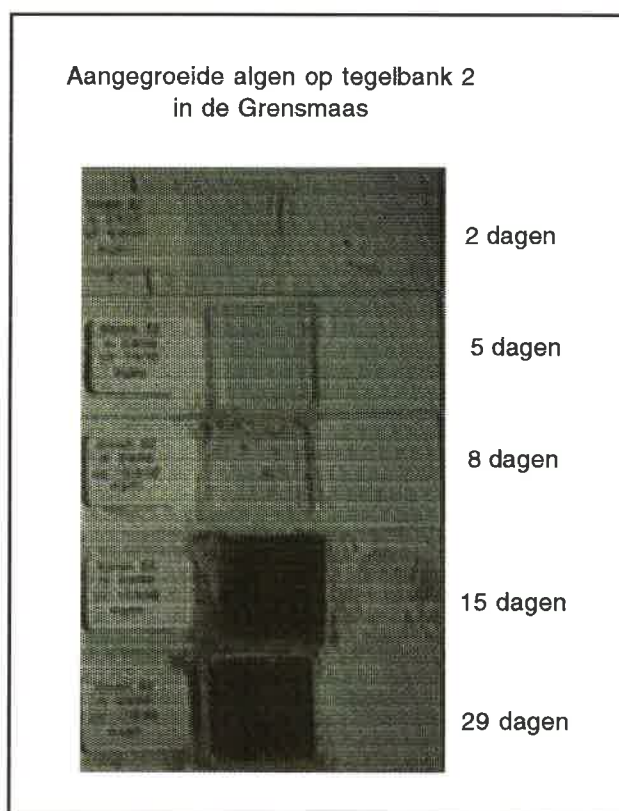
Het resterende monster is in zijn geheel geanalyseerd op dichtheden en soortsaamenstelling van de makro-evertebraten en makroskopische draadalgen. De dichtheden zijn bepaald met behulp van een stereomikroskoop (maximale vergroting 140 maal). Voor de determinatie is, waar nodig, gebruik gemaakt van een normale mikroskoop.

In de Lotharingse Maas zijn geen monsters genomen van het bodemmateriaal.

3. Resultaten

3.1. Kwantitatieve beschrijving van de aangroei op de tegelbanken

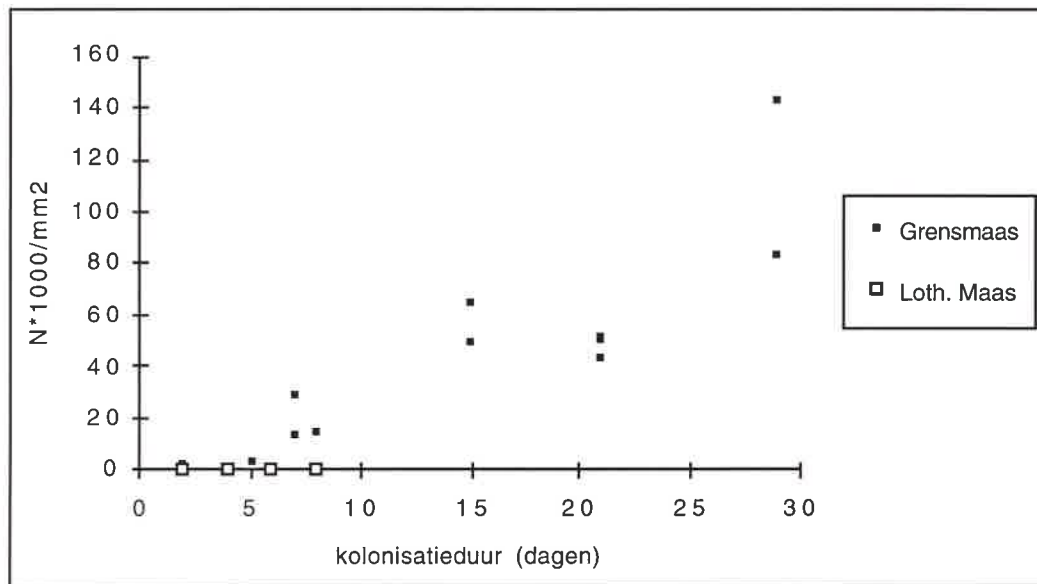
In figuur 2 is te zien hoe de kolonisatie van algen in de Grensmaas is verlopen. Na 15 dagen is er reeds een dikke laag algen op de objectglaasjes aanwezig



Figuur 2. Algenaangroei op de tegelbanken

In figuur 3 zijn de algendichtheden op de tegels uitgezet tegen de kolonisatieduur (in dagen).

Uit figuur 3 blijkt dat de algendichtheden op de tegels in de Grensmaas vele malen hoger zijn dan die in de Lotharingse Maas, waarbij een maximale dichtheid is gevonden van 70 algen/mm². De dichtheden in de Grensmaas vertonen een significante relatie met de kolonisatieduur (dichtheid = $3946 \cdot \text{dagen} - 13530$; $R = 0,90$; $P = 0,000$). Ook de (geschatte) stroomsnelheid tijdens iedere bemonstering blijkt significant gekorreleerd te zijn aan de dichtheden van de algen ($\sqrt{\text{dichtheid}} = -1,533 \cdot V_{\text{str}} \text{ (cm/s)} + 187,6$; $R = 0,78$; $P = 0,002$).



Figuur 3. Dichtheden van algen op de tegels in de Grensmaas en de Lotharingse Maas in relatie tot de kolonisatieduur

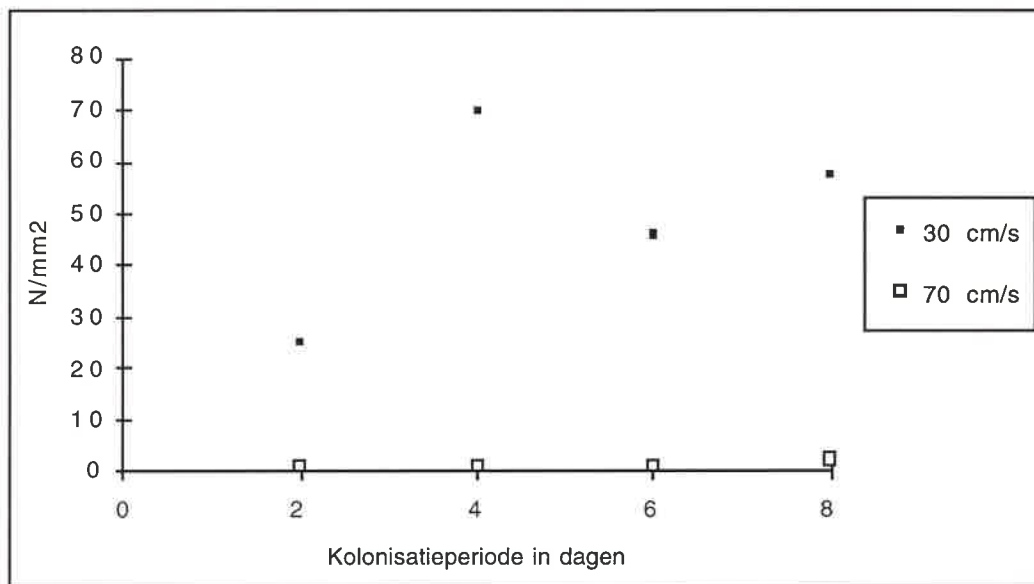
Aangezien de dagen en de geschatte stroomsnelheden met elkaar gekorreleerd zijn ($\text{dagen} = -0,074V_{\text{str}} + 10,174$; $R = 0,68$; $P = 0,011$), is het effect van de stroomsnelheid op de dichtheden niet onafhankelijk te onderscheiden.

Het feit dat de dichtheden in de Grensmaas toenemen naarmate de kolonisatieduur langer is geeft aan dat gedurende 29 dagen de aangroei nog steeds groter is dan het weer verdwijnen van de algen op de tegels. Verder kan uit de lineaire relatie tussen de dichtheden en de kolonisatieduur enig inzicht worden ontleend aan het proces van aangroei, dat kan verlopen via aangroei van algen, waarna vervolgens slib wordt ingevangen.

- aangroei als gevolg van het invangen van zwevend materiaal
- aangroei door vermeerdering van de gekoloniseerde algen

Aangezien algen zich delen, verloopt de vermeerdering van algen logaritmisch (Reynolds, 1984). Indien dit principe van aangroei zou domineren, dan zou de dichtheid logaritmisch toenemen met de tijd. Uit het feit dat de dichtheden volgens een lineair verband met de tijd toenemen, kan worden afgeleid dat de aangroei in dit experiment het beste kan worden verklaard vanuit het principe van het invangen van zwevend materiaal.

In de Lotharingse Maas zijn twee tegelbanken bij verschillende stroomsnelheden bemonsterd, waardoor hier wel enig inzicht kan worden verkregen in het effect van de stroomsnelheid op de aangroei van algen. In figuur 4 zijn hiervan de resultaten weergegeven.



Figuur 4. Dichtheden van algen op de tegelbanken in de Lotharingse Maas bij verschillende stroomsnelheden

De dichtheden in de Lotharingse Maas vertonen geen significante relatie met de kolonisatieduur, maar wel met de stroomsnelheid, hetgeen overeenkomt met de veldwaarnemingen.

Het ontbreken van een relatie tussen kolonisatieduur en dichtheden op de tegels geeft aan dat in beide situaties (hoge en lage stroomsnelheden) al snel sprake is van een evenwicht tussen aangroei en het weer verdwijnen van materiaal van de tegels.

Tussenstand

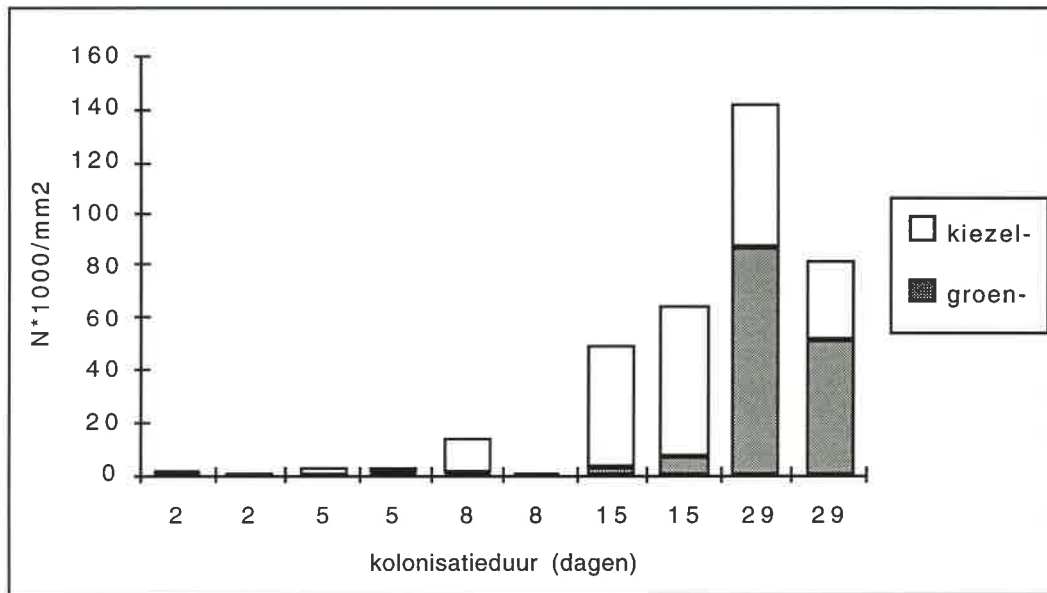
-In de Grensmaas zijn de dichtheden van algen vele malen groter dan die in de Lotharingse Maas

- De aangroei in de Grensmaas is tijdsafhankelijk, hetgeen betekent dat de dichtheden toenemen naarmate de kolonisatieduur langer wordt (tot 29 dagen). In de Lotharingse Maas is dit niet het geval en wordt snel een evenwichtssituatie bereikt.

- De aangroei in de Grensmaas wordt wellicht geremd door hoge stroomsnelheden, maar de rekolonisatie is zelfs bij een geschatte stroomsnelheid van 1 m/s groter dan de dekolonisatie. In de Lotharingse Maas treedt bij een geschatte stroomsnelheid van 75 cm/s nauwelijks aangroei op.

3.2. Samenstelling en dichtheid van de algen op de tegelbanken in de Grensmaas

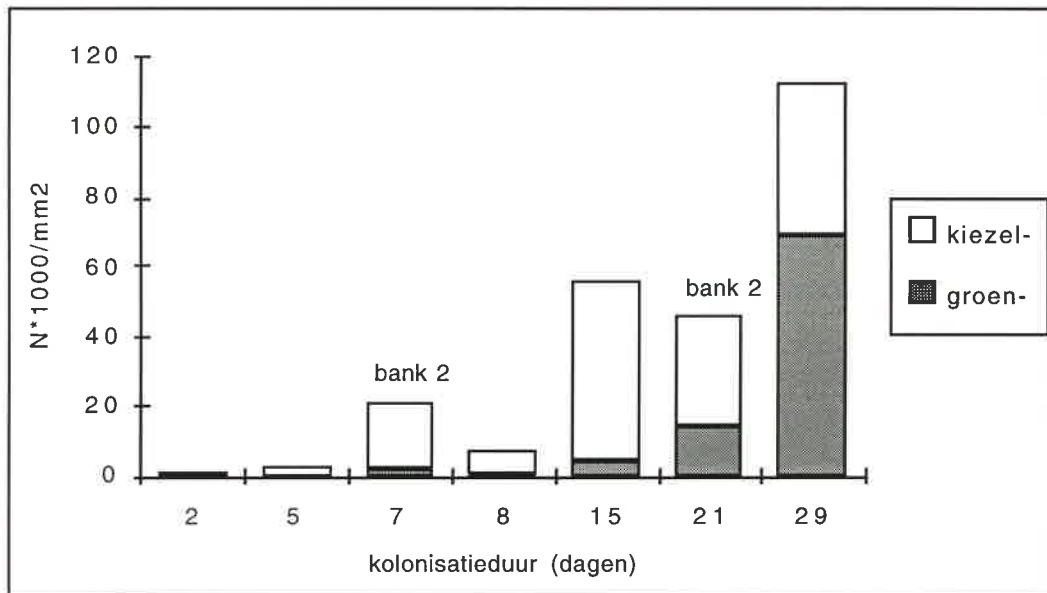
Van alle algen op de tegels is de dichtheid en de soortsamenvatting bepaald. De belangrijkste groepen op de tegels zijn in de Grensmaas de kiezel- en groenalgen. Daarnaast zijn nog de blauwalgen onderscheiden en een restgroep (overige algen). In figuur 5 worden deze resultaten weergegeven.



Figuur 5. Dichtheid en samenstelling van de algen op tegelbank 1 in de Grensmaas. De resultaten zijn in duplo weergegeven.

Deze duplo waarnemingen komen redelijk met elkaar overeen, uitgezonderd de duplo op dag 8, waarbij de indruk bestaat dat er tussentijds materiaal van de tegel is verdwenen.

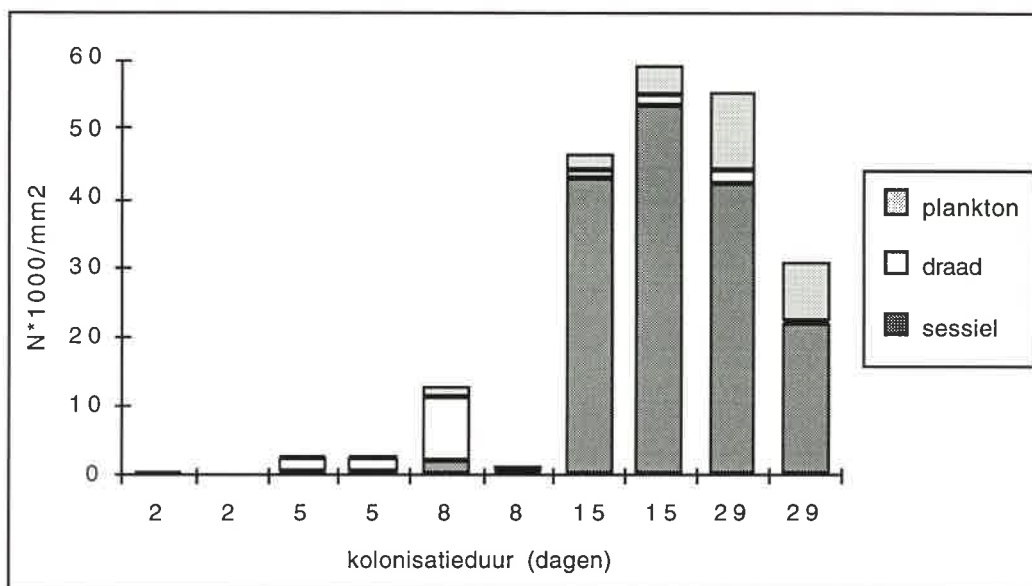
De kolonisatie van de algen op tegelbank 1 laat zien dat verschillende algengroepen een verschillende kolonisatieperiode bezitten. De kiezelalgen zijn na 8, maar vooral na 15 dagen in zeer grote dichtheden op de tegels aanwezig. De groenalgen zijn pas na 29 dagen in dichtheden aangetroffen, die hoger zijn dan die van de kiezelalgen. Om inzicht te krijgen of dit een gevolg is van de bemonsteringsdag of dat dit inderdaad aan de kolonisationsnelheid is gelegen, kan worden nagegaan door tegelbank 1 te vergelijken met bank 2, die pas op dag 8 operationeel is geworden, maar waarbij de bemonsteringen op dezelfde dag zijn uitgevoerd als die van bank 1. Deze resultaten staan weergegeven in figuur 6.



Figuur 6. Samenstelling en dichtheid van algen op de tegelbanken 1 en 2 in de Grensmaas (gemiddelde waarden van de duplo's per bank. Kolonisatieduur van 7 en 21 dagen van bank 2 valt samen met die van dag 15 en 29 van bank 1).

Uit figuur 6 kan worden afgeleid dat het verschil in kolonisationsnelheid tussen kiezelalgen en groenwieren vermoedelijk veroorzaakt wordt door de kolonisationsnelheid van de verschillende groepen algen en niet door de bemonsteringsdag. Ook bij tegelbank 2 zijn de groenalgen pas later op de tegels gekoloniseerd dan de kiezelalgen, ongeacht de dag van bemonstering. Dat de dichtheden op bank 2 hoger zijn dan op bank 1 na een kortere kolonisatieperiode is vermoedelijk het gevolg van een sterke afname van de stroomsnelheid na dag 5.

Naast deze groeps karakteristieke kolonisatie zijn de kiezelalgen verder uitgesplitst naar habitatvoorkeur die is afgeleid uit Denys (1991). De kiezelalgen kunnen naar habitat worden uitgesplitst in zwevende (planktonische) kiezelalgen en vastzittende (sessiele) kiezelalgen. De planktonische kiezelalgen kunnen verder worden onderverdeeld in solitaire soorten en draadvormende soorten. In figuur 7 zijn de dichtheden van deze afzonderlijke groepen kiezelalgen uitgezet over de twee tegelbanken.



Figuur 7. Samenstelling en dichtheid van drie groepen kiezelalgen op tegelbank 1 in de Grensmaas (in duplo).

In de figuur komt tot uitdrukking dat ook de afzonderlijke groepen kiezelalgen een verschillend kolonisatiepatroon vertonen. De draadvormende kiezelalgen zijn slechts kortstondig in grote dichtheden op het substraat aanwezig. De sessiele kiezelalgen zijn vooral aan het einde van de bemonsteringsperiode in hoge dichtheden aangetroffen. Opmerkelijk zijn de hoge dichtheden van planktonische (niet draadvormende) kiezelalgen na een kolonisatieduur van 15 en 29 dagen. Deze groep heeft een planktonische levenswijze en heeft in tegenstelling tot de sessiele algen geen morfologische aanpassingen om zich vast te hechten of voort te bewegen op vast substraat. Van deze groep kan worden aangenomen dat ze als het ware zijn ingevangen door het overige aangroei en op vergelijkbare wijze zou wellicht ook het inerte zwevende materiaal kunnen akkumulieren op het substraat.

In de onderstaande tabel wordt de procentuele verdeling gegeven van de drie groepen kiezelalgen op tegelbank 1 (gem. duplo's).

Tabel 1. Procentuele verdeling van de kiezelalgen op tegelbank 1 in de Grensmaas

Dagen gekoloniseerd	plankton		draad		sessiel	
	%	*1000/mm	%	*1000/mm	%	*1000/mm
2	50	0.07	21	0.03	29	0.04
5	9	0.23	69	1.76	22	0.58
8	11	0.75	73	5.06	17	1.16
15	6	3.21	2	1.05	92	48.23
29	22	9.53	3	1.41	75	32.10

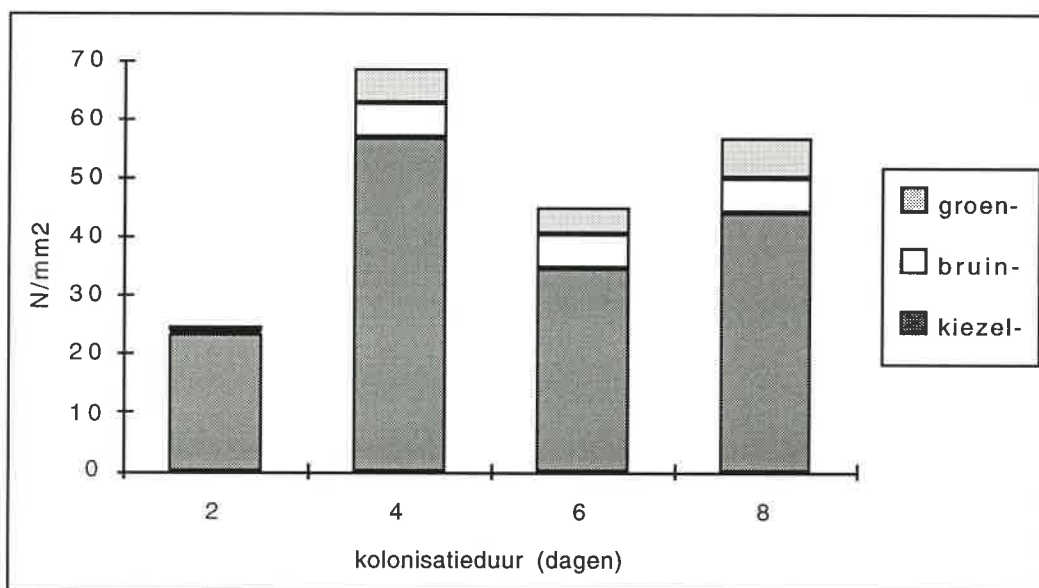


Hieruit is de volgende "kolonisatiestrategie" af te leiden:

De planktonische kiezelalgen vormen vooral een belangrijk aandeel na 2 dagen. De draadvormende kiezelalgen vertonen een zwaartepunt bij een kolonisatieduur van 5 - 8 dagen, terwijl de sessiele kiezelalgen domineren na 15 en 29 dagen.

3.3. Samenstelling en dichtheid van de algen op de tegelbanken in de Lotharingse Maas

Van de twee tegelbanken is slechts de samenstelling bepaald van bank 1, de bank waarbij de stroomsnelheid 30 - 35 cm/s bedroeg. Van bank 2 waren de dichtheden te gering voor een kwalitatieve analyse.



Figuur 8. Samenstelling en dichtheid van de algen op tegelbank 1 in de Lotharingse Maas (stroomsnelheid 30 - 35 cm/s)

De kiezelalgen vormen ook hier de belangrijkste groep. Daarnaast treden bruinalgen (Cryptomonadophyceae) op de voorgrond. Een groep die in de Grensmaas nauwelijks is aangetroffen. Het omgekeerde geldt voor blauwwieren, waarvan het relatieve aandeel in de Grensmaas hoger is dan in de Lotharingse Maas.

Evenals voor de Grensmaas zijn in tabel 2 de kiezelalgen naar groep ingedeeld.



Tabel 2. Procentuele verdeling van de kiezelalgen op tegelbank 1 in de Lotharingse Maas

Dagen gekoloniseerd	plankton	sessiel
	%	%
2	17	83
4	27	73
6	26	74
8	15	85

In de Lotharingse Maas zijn geen draadvormende kiezelalgen aangetroffen. Opvallend is verder de relatief konstante verhouding tussen planktonische en sessiele kiezelalgen gedurende de onderzoeksperiode. Een dergelijke verhouding is in de Grensmaas pas na een kolonisatieperiode van 29 dagen aangetroffen.

Tussenstand

Grensmaas:

- Kiezelalgen zijn snelle kolonisatoren en daaronder vooral de planktonische soorten. Dit is opmerkelijk omdat deze groep niet is toegerust met aanhechtingsorganen. Draadvormende kiezelalgen koloniseren optimaal na een periode van 5 - 8 dagen om daarna weer snel te verdwijnen. Sessiele kiezelalgen worden na 15 dagen de dominante groep. Groenalgen zijn relatief trage kolonisatoren, die pas na ongeveer een maand in hoge dichtheden op de tegels aanwezig zijn. Overige groepen algen blijken van ondergeschikt belang te zijn in het aangroei.

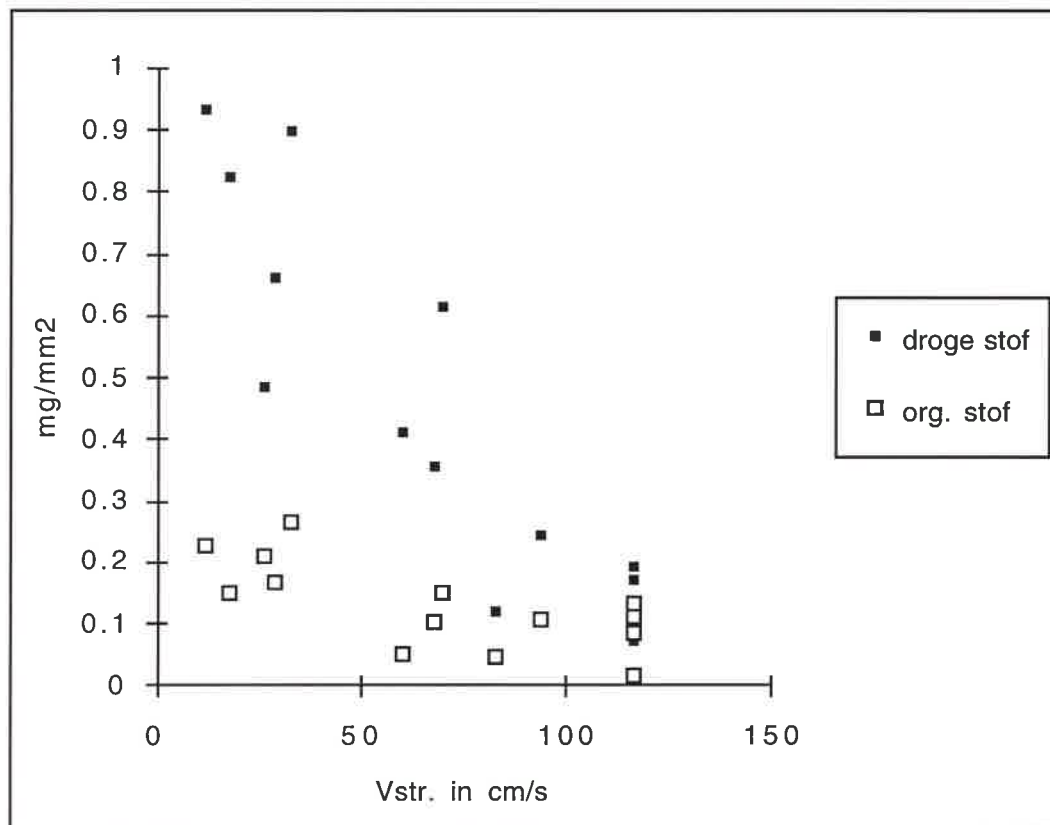
Lotharingse Maas:

De belangrijkste groep algen zijn ook hier de kiezelalgen. De sessiele kiezelalgen vormen vanaf het begin de belangrijkste groep. Al na 4 dagen zijn de groen- en bruinalgen in hun maximale dichtheden op de tegels aanwezig. Draadvormende kiezelalgen zijn niet aangetroffen.

3.4. Kwantitatieve aangroei op stenen in de Grensmaas

Op 1 en 5 oktober 1992 zijn 20 stenen in de Grensmaas bemonsterd op kwantitatieve en kwalitatieve samenstelling van het aangroei. Hierbij is een selectie gemaakt van stenen bij verschillende stroomsnelheden, variërend van 0 - 117 cm/s. De stroomsnelheid is enige cm's boven de stenen gemeten. De verschillen zijn uitzonderlijk en houden verband met de afvoer van ca. 10 m³/s. Bij hogere afvoeren neemt de variatie in stroomsnelheid snel af in het diepe en smalle bed (Klink, 1986).

In eerste instantie is gekeken naar de relatie tussen de stroomsnelheid en de hoeveelheid droge stof en organisch stof (bepaald als asvrij drooggewicht).



Figuur 9. Dichtheid aan droge en organische stof op stenen in de Grensmaas in relatie tot de stroomsnelheid. Hierbij is het asvrij drooggewicht beschouwd als organische stof.

Hierbij blijkt dat de invloed van de stroomsnelheid groot is op de hoeveelheid materiaal dat zich op de stenen heeft verzameld.

Analyse van deze figuur leert dat de hoeveelheid droge en organische stof op de stenen in de stroming significant negatief gekorreleerd zijn aan de stroomsnelheid volgens:

$$\text{droge stof} = 0.8983 - 6,7 \cdot V_{\text{str}}; R = 0,90; p = 0,000$$

$$\text{organische stof} = 0,2079 - 1,1 \cdot V_{\text{str}}; R = 0,65; p = 0,008$$

Eenheden van de parameters zoals in figuur 8.

De 5 stenen in stagnant water zijn bij deze relatie buiten beschouwing gelaten.

Vervolgens zijn alle stenen ingedeeld in 4 stroomsnelheidsklassen volgens tabel 3. In iedere klasse zijn de analyses van 5 stenen opgenomen.



Tabel 3. Toetsing (student t ongepaard) van de verschillen in droge stof op de stenen in de Grensmaas, gelegen in 4 verschillende stromingsklassen

Vstr	12 - 33 cm/s	68 - 94 cm/s	117 cm/s
0 cm/s	---	-	NS
12 - 33 cm/s		++	+++
68 - 94 cm/s			+

Toelichting op de tabel:

De stroomsnelheidsklassen in de eerste kolom worden vergeleken met die in de bovenste rij. Het min teken geeft aan dat de klasse in de eerste kolom significant minder droge stof bevat dan de klasse in de rij waarmee de vergelijking is gemaakt. Het + teken betekent meer droge stof in de eerste kolom dan in de bovenste rij. Signifikantie: +/- $p < 0,05$; ++/-- $p < 0,01$; +++/--- $p < 0,005$; NS = niet significant

Uit de tabel blijkt dat de stenen in stagnant rivierwater significant minder droge stof hebben ingevangen dan de stenen die bij 12 - 33 cm/s en bij 60 - 94 cm/s zijn verzameld. Bij deze stroomsnelheden is ook significant meer materiaal aangegroeid dan bij 117 cm/s. Het meeste materiaal is ingevangen bij een stroomsnelheid van 12 - 33 cm/s.

Om inzicht te krijgen in mogelijke verschillen tussen de verschillende zijden van de stenen zijn alle droge stofgehalten per zijde vergeleken met de gemeten stroomsnelheid. De dichtheden op de boven- en benedenstroomse zijde, rechterzijde en onderzijde bleken significant negatief gekorreleerd te zijn aan de stroomsnelheid. Ook hier heeft een hogere stroomsnelheid dus een lagere hoeveelheid aangroei tot gevolg (zie tabel 1 van bijlage 2)

Vervolgens zijn alle zijden van de 20 stenen vergeleken met elkaar (dus alle bovenkanten ten opzichte van bv. alle linker zijkanten) volgens een gepaarde t-toets. Hieruit blijkt dat aan de onderkant significant minder materiaal aanwezig is dan op de andere zijden, uitgezonderd de linkerzijde. In het veld is dit eveneens goed zichtbaar. Alle zijden zijn bruin, behalve de onderzijde. De overige zijden vertoonden geen significante verschillen (zie tabel 2 bijlage 2). Hieruit kan worden afgeleid dat ondanks een hogere stroomsnelheid aan de bovenstroomse kant ten opzichte van de benedenstroomse kant, dit geen significant verschil tot gevolg heeft voor de hoeveelheid aangegroeid materiaal.

Nadat is vastgesteld wat de invloed is van de stroomsnelheid op de aangroei op de stenen, is nagegaan of de globale samenstelling (droge stof en organische stof) van het aangroei eveneens beïnvloed wordt door de stroomsnelheid. Hierbij is het organische materiaal als percentage van de droge stof vergeleken met de

stroomsnelheid. De stroomsnelheid blijkt ook hierop invloed uit te oefenen volgens de volgende vergelijking:

$$\% \text{ organisch materiaal} = 13,5 + 0,36 \cdot V_{\text{str}}; R = 0,68; p = 0,005$$

De 5 stenen in het stagnante water zijn hierbij niet betrokken.

Uit de vergelijking blijkt dat naarmate de stroomsnelheid toeneemt het aandeel van organisch materiaal in het aangroei eveneens stijgt. Wellicht treedt er dan een verhoogde uitspoeling of verminderde invang op van anorganisch inert materiaal. Om ook de aangroei op stenen in het stagnante te relateren aan het % organisch materiaal zijn de gegevens wederom ingedeeld in de 4 stroomsnelheidsklassen (zie tabel 5) en zijn de verschillen getoetst (student t ongepaard). Naar verwachting blijkt dat het % organisch materiaal significant hoger is op stenen bij de hoogste stroomsnelheid (117 cm/s) ten opzichte van stenen bij lagere stroomsnelheden. Het % organisch materiaal bij 117 cm/s is (net) niet significant groter dan bij stenen in stilstaand rivierwater.

In tabel 4 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde gehalten aan droge stof organisch materiaal en % organisch materiaal (van de droogrest) voor de onderscheiden stroomsnelheidsklassen

Tabel 4. Overzicht van de gemiddelde gehalten aan droge stof, organische stof en aandeel van de organische stof in de droge stof op de stenen in de Grensmaas.

Vstr. klasse	mg ds/mm ²	mg org/mm ²	% org. van ds
0 cm/s	0.11	0.04	35
12 - 33 cm/s	0.76	0.2	28
68 - 94 cm/s	0.35	0.09	30
117 cm/s	0.14	0.09	61

Uit de toetsresultaten kunnen twee zaken worden afgeleid:

- De invloed van de stroomsnelheid op het % organisch materiaal is pas significant aan te tonen bij de overgang van 94 naar 117 cm/s
- De processen van aangroei in stilstaand water verlopen blijkbaar op een andere wijze dan die in het stromende water. Immers hierbij is het % organische materiaal juist relatief hoog.

Tussenstand

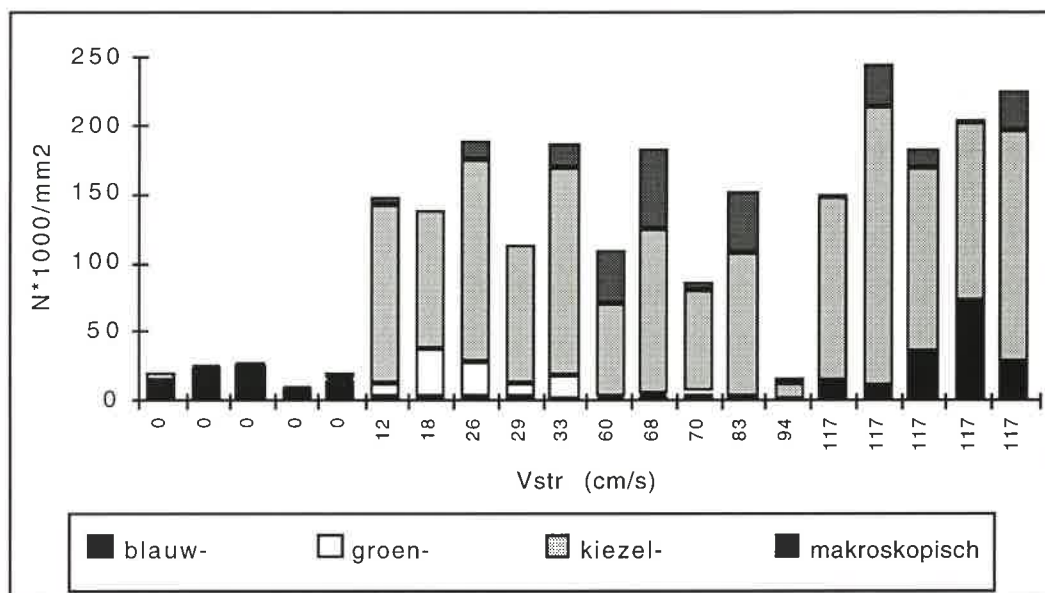
- In stromend water blijkt de invloed van de stroomsnelheid zeer groot te zijn. Hogere stroomsnelheden hebben tot gevolg dat er minder materiaal aangroeit op de

stenen, tegelijkertijd heeft een zeer hoge stroomsnelheid juist tot gevolg dat het aandeel organisch materiaal in het aangroei toe neemt.

- In het stilstaande water spelen vermoedelijk totaal andere processen een rol bij de aangroei. Vreemd genoeg is de hoeveelheid droge stof hier geringer dan in de stroming. Het % organisch materiaal is echter wel vergelijkbaar met dat in de stroming.
- De enige zijde van stenen met de oorspronkelijke kleur is de onderzijde. Deze zijde is meestal niet ingegraven. Het enige consistente verschil met alle overige zijden is dat er geen licht op de onderkant doordringt.

3.5 Samenstelling van de aangroei op de stenen in de Grensmaas

Vergelijkbaar met het aangroei op de tegelbanken zijn ook hier de aangetroffen algen in groepen onderverdeeld. Hierbij is in figuur 10 de stroomsnelheid uitgezet tegen de samenstelling en dichtheid van de algen op de stenen



Figuur 10. Samenstelling en dichtheid van algengroepen op stenen bij verschillende stroomsnelheden (makroskopisch = met het blote oog zichtbare draadalgen)

Ook hierbij blijken stenen in de stroming zeer wezenlijk te verschillen van stenen in stagnerend rivierwater. De blauwalgen domineren de stenen in het stilstaande water en de totale dichtheid is hier grofweg een factor 6 lager dan op stenen in de stroming.

Bij stenen in de stroomsnelheid van 12 - 33 cm vormen de groenalgen een belangrijke groep. Worden de stroomsnelheden hoger, dan neemt het aandeel van de blauwalgen weer toe. Bij vrijwel alle stenen in de stroming zijn makroskopische draadalgen in soms aanzienlijke dichtheden aanwezig. Het gaat hierbij om vertegenwoordigers van de geslachten *Cladophora* en *Stigeoclonium*. De hoogte van de



stroomsnelheid oefent vooral invloed uit op de onderlinge verhouding van de algengroepen, zoals blijkt uit onderstaande tabel.

Tabel 5. Procentuele verdeling van de algengroepen naar stroomsnelheidsklassen op de stenen in de Grensmaas

Vstr. klasse	blauw-	groen-	kiesel-	makroskopisch
	%	%	%	%
0	84	1	15	0
12 - 33	1	13	82	4
60 - 94	3	1	71	26
117	16	0	77	7

Vervolgens zijn de kiezelalgen weer onderverdeeld in drie groepen en zijn hun dichtheden per stroomsnelheidsklasse onderling vergeleken

Tabel 6. Procentuele verdeling van de kiezelalgen naar stroomsnelheidsklassen op de stenen in de Grensmaas

Vstr. klasse	plankton	draad	sessiel
	%	%	%
0	15	50	35
12 - 33	24	40	36
60 - 94	19	33	48
117	5	53	42

Nadere analyse van de relatie tussen de stroomsnelheid en de dichtheden van deze groepen op alle stenen geeft een significant positieve relatie tussen de stroomsnelheid en de dichtheden voor de draadvormende en de sessiele kiezelalgen (resp. $p = 0,003$ en $p = 0,008$ bij lineaire regressie). Dit verband wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door de lage dichtheden van deze groepen in het stagnante water. Opmerkelijk is dat juist de planktonische kiezelalgen geen significant verband vertonen met de stroomsnelheid.

Vervolgens is de invloed van de stroomsnelheid op de dichtheden getoetst voor alleen de 15 stenen in de stroming. Hierbij blijken de dichtheden van de draadvormende en sessiele algen geen significante relatie te hebben met de stroomsnelheid. Het meest opmerkelijke is dat de planktonische algen significant ($R = 0,67$; $p = 0,006$) negatief gekorreleerd zijn aan de stroomsnelheid volgens $\text{Ln}(\text{plankton}) = 10,62 - 0,01V_{\text{str}}$. Hierbij is $\text{Ln}(\text{plankton})$ de natuurlijke logaritme van het aantal planktonische kiezelwieren/mm². De stroomsnelheid is wederom uitgedrukt in cm/s. Uit deze analyses worden afgeleid dat draadvormende en sessiele kiezelalgen een voorkeur hebben voor stromend water, maar dat de hoogte van de stroomsnelheid niet

belangrijk is. Voor de planktonische (niet draadvormende) kiezelalgen geldt dat hun dichtheden in het stromende water juist wel afnemen bij een toenemende stroomsnelheid. Deze relatie komt overeen met het reeds vastgestelde positieve verband tussen het aandeel organisch materiaal in het aangroei en de stroomsnelheid. Blijkbaar verloopt het invangen, danwel uitspoelen van inert materiaal op vergelijkbare wijze als dat het geval is bij planktonische kiezelalgen. Ondanks dat de dichtheden van planktonische kiezelalgen negatief beïnvloed worden door een hogere stroomsnelheid zijn er bij 117 cm/s nog aanzienlijke hoeveelheden van deze algen op de stenen aanwezig. Indien de analogie tussen de planktonische kiezelalgen en inert materiaal geldig zou zijn, dan wordt hierdoor verklaard dat het zeer wel mogelijk is dat bij dergelijke stroomsnelheden nog inert materiaal kan worden ingevangen.

Tussenstand

- In stilstaand water zijn de dichtheden van algen in het aangroei grofweg een factor 6 lager dan in de stroming. De blauwalgen domineren op deze stenen, terwijl in het stromende water de kiezelalgen de belangrijkste groep zijn
- Van de kiezelalgen zijn alleen de planktonische algen significant negatief gekorreleerd aan de stroomsnelheid. Eenzelfde verband is gevonden voor inert materiaal. De overeenkomst tussen inert materiaal en planktonische kiezelalgen is dat beide niet beschikken over aanhechtingsorganen en evenmin een vorm hebben waarmee ze makkelijk achter obstakels blijven hangen zoals draadalgen.
- Ook bij de hoogste stroomsnelheid zijn nog aanzienlijke hoeveelheden planktonische kiezelalgen ingevangen, waardoor het niet uit te sluiten is dat zelfs bij 117 cm/s nog inert materiaal wordt ingevangen.

3.6 Samenstelling van makro-evertebraten en makroskopische draadalgen op de stenen in de Grensmaas.

De resultaten van deze analyse zijn samengevat in tabel 7



Tabel 7. Dichtheden van de makroskopische draadalgen (*Stigeoclonium* en *Cladophora*), dansmuglarven (*Chironomidae*) en kokerjuffers (*Trichoptera*) op stenen in de Grensmaas

Vstr. klasse	Draad	Chironomidae	Trichoptera
	* 1000/m ²	*1000/m ²	*1000/m ²
0 cm/s	0.11	0.04	35
12 - 33 cm/s	0.76	0.2	28
68 - 94 cm/s	0.35	0.09	30
117 cm/s	0.14	0.09	61

Uit de tabel blijkt dat de stenen in het stagnante rivierwater noch makroskopische draagalgen, noch makro-evertebraten bevatten. De kokerjuffers (*Hydropsyche* sp.) zijn in alle monsters aangetroffen met een stroomsnelheid van 26 - 68 cm/s. De *Chironomidae* zijn goed vertegenwoordigd bij 12 - 33 cm/s en bij 117 cm/s. Merkwaardigerwijze zijn hun dichtheden erg laag in het tussenliggende stroomsnelheidstrajekt.

Bij nadere analyse van de *Chironomidae*-fauna blijkt de soortsaamenstelling eveneens aanzienlijk te verschillen bij de verschillende stroomsnelheden

Tabel 8. Dichtheden van *Chironomidae* (*1000/m²) bij de verschillende stroomsnelheidsklassen (niet determineerbare juveniele stadia niet inbegrepen) op stenen in de Grensmaas

Vstr. klasse cm/s	0	12 - 33	60 - 94	117
<i>Brillia modesta</i>		0.4		
<i>Dicrotendipes nervosus</i>		1.8	0.9	
<i>Cricotopus bicinctus</i>		3.1		0.4
<i>Cricotopus triannulatus</i>		3.1		14.1
<i>Psectrocladius</i> gr. <i>sordidellus</i>				0.4
<i>Cardiocladius fuscus</i>				5.3
<i>Cricotopus trifascia</i>				0.9

Voor de soorten *Brillia modesta*, *Dicrotendipes nervosus* en *Cricotopus bicinctus* ligt het zwaartepunt bij een stroomsnelheid van 12 - 33 cm/s. Van de 4 overige soorten zijn er drie uitsluitend aangetroffen bij een stroomsnelheid van 117 cm/s.

Tussenstand

- Stenen in stagnant water bevatten, in tegenstelling tot de stenen in de stroming, geen makroskopische draadalgen en makro-evertebraten.
- Bij een stroomsnelheid van 12 - 33 cm/s is een andere *Chironomidae* fauna aanwezig dan bij 117 cm/s



3.7. Vergelijking van de dichtheden van algen op de stenen en de tegelbanken in de Grensmaas.

Bij de stenen in de stroming worden per stroomsnelheidsklasse, dichtheden aangetroffen, variërend van ca. 100.000 - 200.000 algen/mm². Bij de tegelbanken met een kolonisatieperiode van 29 dagen worden ruim 100.000 algen/mm² aangetroffen. Als we er van uitgaan dat het aangroei op de stenen de evenwichtssituatie is, dan is bij een kolonisatieperiode van 29 dagen het substraat al redelijk naar een evenwicht aan het groeien. Volgens de relatie tussen de kolonisatieperiode en de dichtheden op de tegels, zou een dichtheid van 200.000 algen/m² bereikt zijn na 54 dagen. De groepen die de tegels na 29 dagen gekoloniseerd hebben komen, door het relatief hoge aandeel van groenalgen, het meest overeen met de stenen bij een stroomsnelheid van 12 - 33 cm/s. Misschien hebben de tegelbanken tijdens de kolonisatieperiode eveneens in een dergelijke stroming gelegen.

In tabel 9 wordt de dichtheid en samenstelling op beide substraten vergeleken (tegelbank 1 gemiddelde van 2 waarnemingen; Stenen 12 - 33 cm/s gemiddelde van 5 waarnemingen).

Tabel 9. Vergelijking van de dichtheden van kiezelalgen op tegels (29 dagen gekoloniseerd) en stenen (12 - 33 cm/s) in de Grensmaas

Substraat	Stenen	Tegelbank 1
	12 - 33 cm/s	29 dagen
blauwalgen	1161	526
groenalgen	19713	69058
bruinalgen	147	437
makr. draadalgen	7107	0
kiezelalgen totaal	126641	43041
planktonische	29455	9528
draadvormende	51294	1415
sessiele	45891	32098
Totaal N/mm ²	154769	113062

Alhoewel de totale dichtheid op beide substraten vergelijkbaar is, zijn er grote verschillen in de dichtheden van de afzonderlijke groepen. Allereerst ontbreken makroskopische draadalgen (*Cladophora* en *Stigeoclonium*) op de tegels. Dit houdt wellicht verband met een seizoensgebonden voortplanting van beide geslachten (Rosemarin, 1985). Verder is de dichtheid van de groenalgen veel groter op de tegels dan op de stenen. Omgekeerd is de dichtheid van kiezelalgen op de stenen veel groter dan op de tegels. Hierbij gaat het vooral om de planktonische (niet draadvormende) en



de draadvormende kiezelalgen. Wat de oorzaak is voor deze verschillen is niet achterhaald.

Tussenstand

- Dichtheden op de tegels zijn na een kolonisatieperiode van 29 dagen redelijk vergelijkbaar met het aangroei op de stenen die verzameld zijn bij een stroomsnelheid van 12 - 33 cm/s
- Op de tegels zijn de dichtheden van de groenalgen hoger en van de kiezelalgen lager dan die op de stenen bij een vergelijkbare stroomsnelheid. Op de tegels zijn geen makroskopische draadalgen aangegroeid.

4. Diskussie

Uit het bovenstaande is duidelijk geworden dat algen een belangrijk aandeel hebben in de aangroei op stenen in de Grensmaas. De soortsaamenstelling en de dichtheid van de algen worden verder beïnvloed door de kolonisatieduur en de stroomsnelheid. Bij afwezigheid van stroming vindt de minste aangroei plaats. Op stenen in de stroming zijn de dichtheden grofweg een faktor 6 hoger. Ook de soortsaamenstelling wijkt in het stagnante water zeer sterk af van die in de stroming. In het stilstaande water domineren blauwalgen, terwijl op de stenen in het stromende water de kiezelalgen de belangrijkste groep zijn. Het verschil in aangroei tussen stilstaand water en stromend water manifesteert zich ook in de makro-evertebraten. In stilstaand water zijn geen makro-evertebraten aangetroffen, terwijl de hoogste dichtheden zijn aangetroffen bij een stroomsnelheid van 117 cm/s. Van de aangetroffen makro-evertebraten behoort het overgrote deel tot de grazende muggelarven, die zich te goed doen aan de aangegroeide algen. In het stromende water lijkt een proces van invangen van het zwevende materiaal het meest voor de hand te liggen. De aangroei van een steen kan aldus opgevat worden als een biologisch filter.

Of een dergelijke mate van aangroei behoort bij het streefbeeld van een rivier als de Grensmaas, moet ontkennend worden beantwoord. Niet alleen op de referentielokatie in de Lotharingse Maas, maar ook in tal van andere rivieren oogt het grove substraat schoon.

Nu er meer duidelijkheid is over het ontstaan van de bruine sliblaag op de afpleisterlaag in de Grensmaas kan aan de hand van de referentiesituatie in de Lotharingse Maas worden gezocht naar het proces waardoor aangroei aldaar niet die extreme omvang heeft als in de Grensmaas. In de onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de dichtheden op de tegelbanken bij verschillende kolonisatieduur.

Tabel 10. Procentuele verdeling van de kiezelalgen en de totale dichtheid van alle algen op de tegelbanken in de Lotharingse Maas en Grensmaas (beide tegelbank 1; Grensmaas gemiddelde van de duplo's)

	Plankton (inkl. draden)		Sessiel		Totaal aantal algen/mm ²	
	Loth. Maas	Grensmaas	Loth. Maas	Grensmaas	Loth. Maas	Grensmaas
Dagen gekoloniseerd						
2	17	69	83	31	25	853
4 of 5	27	77	73	23	70	2802
6	26		74		46	
8	15	79	85	21	58	7512
15		8		92		56794
29		26		74		113062



Bij eenzelfde kolonisatieduur van 8 dagen zijn er in de Lotharingse Maas slechts maximaal 70 algen/mm² aangegroeid terwijl dit aantal in de Grensmaas meer dan 7500 algen/mm² bedraagt.

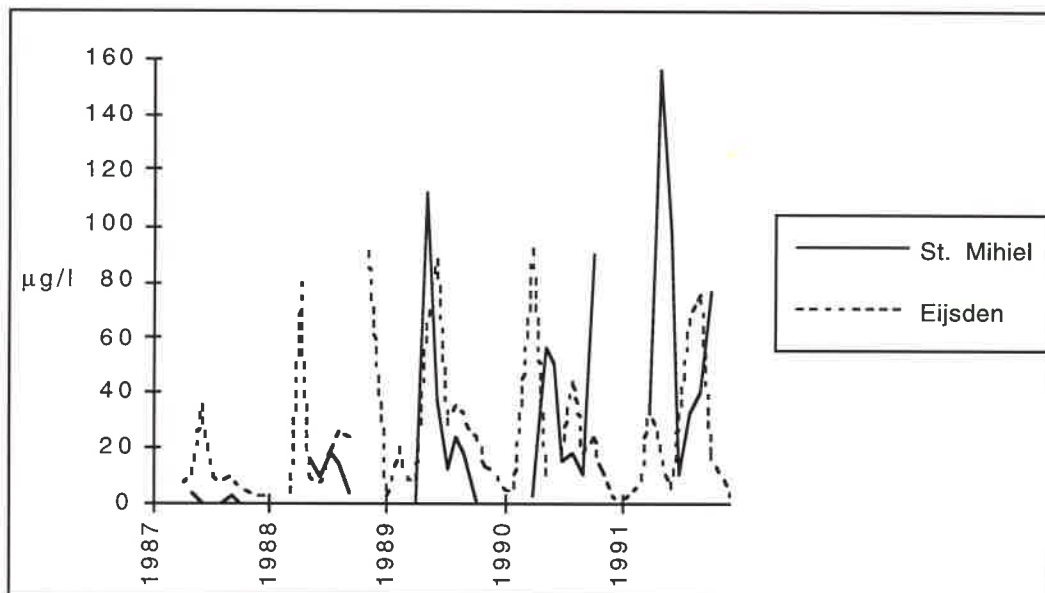
Belangrijke parameters voor algen zijn, behalve de temperatuur, de nutriënten in de vorm van stikstof en fosfor. Daarnaast zijn kiezelalgen afhankelijk van silicium voor de opbouw van hun schaal. Deze parameter is echter nog niet achterhaald voor de Lotharingse Maas.

Tabel 11. Een overzicht van de gemiddelde temperatuur en gemiddelde nutriëntengehalten in de Lotharingse Maas en de Grensmaas over de periode 1972 - 1991 (Stations St. Mihiel en Eijsden)

Parameter	eenheid	Lotharingse Maas	Grensmaas
Temperatuur	oC	11.33	13.89
NH ₄ -N	mg N/l	0.08	0.76
NO ₂ -N	mg N/l	0.08	0.10
NO ₃ -N	mg N/l	1.82	2.69
PO ₄ -P	mg P/l	0.10	0.42
Totaal P	mg P/l	0.19	0.70

De invloed van de temperatuur komt tot uitdrukking in het verloop van de soorten algen door het seizoen. Zo zijn de bruinalgen, die in de Lotharingse Maas een belangrijke algengroep vormen meestal in grote aantallen aanwezig in de koudere periode van het jaar, terwijl de draadvormende kiezelalgen (waarvan *Melosira varians* in de Grensmaas de grootste dichtheden bereikt) juist tot bloei komen in warmere perioden (bv. Reynolds, 1984; Roijackers, 1985). De temperatuur zal echter niet de enige oorzaak zijn voor de excessieve slibaangroei in de Grensmaas, maar kan daar wel toe bijdragen door een hogere groeisnelheid van de algen (Reynolds, 1984).

De fosforgehalten in de Grensmaas zijn een faktor 4 hoger dan in de Lotharingse Maas. Het stikstofgehalte is eveneens sterk verhoogd in de Grensmaas, waarbij met name het NH₄ gehalte een grote aanslag kan plegen op het zuurstofgehalte. De gemiddelde waarde van 0,76 mg NH₄-N/l in de Grensmaas vraagt bij volledige omzetting al zo'n 3,4 mg O₂/l. Uit het onderzoek van het aangroeiisel kan worden afgeleid dat het proces van aangroei in eerste instantie vooral plaatsvindt door planktonische kiezelalgen. De invloed van de nutriënten op de ontwikkeling van het fytoplankton kan worden ingeschat aan de hand van het chlorofyl-a gehalte in beide rivieren.



Figuur 11. Het verloop van het chlorofyl-a gehalte in de Grensmaas (station Eijsden) en de Lotharingse Maas (station St. Mihiel) in de periode 1987 - 1991

Uit figuur 11 blijkt dat het chlorofyl-a gehalte vanaf 1989 in beide rivieren vergelijkbaar is. Het verschil in nutriëntengehalten komt evenmin tot uitdrukking in grote verschillen in chlorofyl-a gehalte in het rivierwater.

Kortom het verschil van aangroei op de tegels in de Lotharingse Maas en in de Grensmaas bedraagt een faktor 100 en dit kan niet worden verklaard uit de hoeveelheid algen in het zwevende materiaal.

Blijkbaar is er naast het proces van aangroei tevens een proces van eliminatie werkzaam, waardoor bepaald wordt bij welke algendichtheden de evenwichtssituatie wordt ingesteld. In de Lotharingse Maas is het evenwicht na 4 dagen al sprake van een evenwicht, terwijl dat in de Grensmaas tenminste 29 dagen in beslag neemt.

In beide rivieren zal het afsterven van de algen bijdragen in het proces van eliminatie. Ook hierin kan geen verklaring worden gevonden voor de grote diskrepantie in het aangroei van beide rivieren. Daarnaast zal ook het proces van begrazing een rol spelen bij de eliminatie van het aangroei. De primaire konsumenten onder de makro-evertebraten die leven op (kale) stenen in de stroming kunnen in principe slechts beschikken over drie bronnen van voedsel:

1. Filteren van zwevend materiaal uit de stroming (filteraars)
2. Selektief begrazen van de algen die zich op de stenen bevinden (grazers)
3. Het opeten van al het materiaal dat op de steen terecht komt (aangroei-eters)

Hierbij is de groep van filteraars niet direkt van belang voor de eliminatie van het aangroei. De twee overige groepen wel.

De grazers en de aangroei-eters hebben gemeen dat ze aangewezen zijn op het materiaal van het aangroei. Beide groepen zetten het aangroei om in dierlijk materiaal, dat weer het voedsel vormt voor de hogere trofische niveaus.

Van de Grensmaas en de Lotharingse Maas zijn nog geen kwantitatieve analyses beschikbaar voor de makro-evertebraten die van het aangroei eten. Een incidentele bodembemonstering in de Grensmaas leverde nog geen 10000 individuen op per m² substraat. Ter vergelijking zijn op de bodem in de Lotharingse Maas meer dan 40000 individuen/ m² aangetroffen (zie rapport kunstmatige afvoerfluctuaties onnatuurlijk en ongewenst). Het is niet onwaarschijnlijk dat een dergelijke verhouding ook opgaat voor het vaste substraat in beide rivieren. Voor een groot aantal soorten moet het onderscheid tussen de verschillende voedingswijzen nog eenduidig worden vastgesteld. Een voorlopige indeling in deze groepen is echter wel te maken en ook zijn er kwalitatieve gegevens aanwezig van de makro-evertebraten op het vaste substraat (deelrapport Lotharingse Maas als referentie voor de Grensmaas?) waartoe in dit verband de waterplanten niet worden meegerekend, omdat daarbij ook planteneters aanwezig kunnen zijn. In tabel 14 zijn de organismen van het vaste substraat in de Lotharingse Maas en Grensmaas onderverdeeld over beide voedselgilden. De soorten die op een andere wijze voedsel verzamelen zijn niet in de tabel opgenomen.

Tabel 12. Procentuele verdeling van de individuen per groep makro-evertebraten verzameld op vast substraat in de Lotharingse Maas en Grensmaas naar voedingswijze (indeling voedingswijze is voorlopig).

	Loth. Maas	Grensmaas	Loth. Maas	Grensmaas
Voedselgilde	aangroei-eters	aangroei-eters	grazers	grazers
Oligochaeta	2	12		
Crustacea	18	5		
Mollusca			8	12
Ephemeroptera	1		3	0
Coleoptera			28	0
Trichoptera			23	0
Chironomidae	78	83	37	88
Totaal aantal taxa	43	25	53	21

In nader onderzoek zal de voedingswijze van de belangrijkste soorten verder worden bestudeerd, zodat deze tabel een voorlopig karakter heeft. Dit neemt niet weg dat de grote verschillen tussen de Lotharingse Maas en de Grensmaas hier goed tot uitdrukking komen. In de Lotharingse Maas nemen alle groepen deel aan het verwerken van het aangroei, hetzij via het eten van het aangroei, hetzij via afgrazen van de algen. In de Grensmaas ontbreekt een groot aantal groepen of is in



verwaarloosbare aantallen aanwezig. In de Grensmaas bestaan de belangrijkste grazers uit een beperkt aantal soorten van het geslacht *Cricotopus*. Verder zijn er nog enige slakken en borstelwormen die zich ontfermen over de algen en het totale aangroei. In totaal zijn in de Lotharingse Maas 96 taxa aangetroffen die zich bezig houden met de verwerking van het aangroei. In de Grensmaas zijn dit er slechts 46. Hierbij komt nog dat de 96 taxa in de Lotharingse Maas zijn verzameld in slechts 3 monsters, terwijl in de Grensmaas gegevens van vele tientallen monsters zijn verwerkt. In de Lotharingse Maas zijn deze 96 taxa algemeen. Onder de 46 taxa in de Grensmaas bevindt zich een groot aantal soorten die in zeer lage aantallen aanwezig zijn. De grote verschillen in diversiteit (en waarschijnlijk ook in dichtheid) in deze makro-evertebraten tussen beide rivieren is enorm en de eenzijdige samenstelling van de makro-evertebraten in de Grensmaas is er hoogstwaarschijnlijk de oorzaak van dat het aangroei niet naar behoren wordt verwerkt. Van iedere afzonderlijke soort kan namelijk worden aangenomen dat die een unieke combinatie van aanpassingen bezit, ten aanzien van de plaats in de rivier en voedsel dat kan worden verwerkt.

Nu op de rol van makro-evertebraten is gewezen, voor (het gebrek aan) de verwerking van het aangroei, is de volgende stap om de oorzaak te achterhalen van de eenzijdige soortensamenstelling in de Grensmaas. In het rapport Lotharingse Maas als referentie voor de Grensmaas? wordt ingegaan op een aantal zaken die verantwoordelijk kunnen worden gesteld voor de verarming van de levensgemeenschap in de Grensmaas. Hier wordt nog slechts kort ingegaan op het zuurstofgehalte om twee redenen.

- De aangetroffen dichtheden van algen op de stenen in de stroming bedraagt > 100.000 algen/mm². Overdag produceren de algen netto zuurstof, 's nachts vindt netto consumptie plaats. Uit ongepubliceerde gegevens van het RIZA blijkt dat het zuurstof gehalte in de Maas bij Eijsden in de zomer, overdag gemiddeld 9,8 mg/l bedraagt. In de nacht daalt dit gehalte naar gemiddeld 5,0 mg/l. Door de lage zuurstofgehalten 's nachts zullen kritische soorten makro-evertebraten geen mogelijkheden krijgen voor hervestiging (in de zomer) de Grensmaas.
- De algen nemen CO₂ op uit het water en zetten dit om in organisch materiaal. Op het moment dat de algen afsterven zullen ze worden afgebroken door bacteriën hetgeen een verdere aanslag op het zuurstofgehalte tot gevolg heeft.

5. Synthese van een kettingreactie

Indien de hierboven beschreven processen na toetsing juist blijken te zijn (en er geen rekening wordt gehouden met effecten van micro-verontreinigingen), is de volgende kettingreactie in de Grensmaas ingetreden op het moment dat het zuurstofgehalte beneden een bepaald niveau zakte (bijvoorbeeld beneden het minimale zuurstofgehalte (overdag) van 6,5 mg/l in de Lotharingse Maas). Door de lage zuurstofgehalten is een zeer groot aantal makro-evertebraten verdwenen uit de Grensmaas, waaronder enige tientallen soorten waarvoor het aangroei- en afrotende materiaal als voedsel diende. Als gevolg hiervan werd het aangroei- en afrotende materiaal minder volledig in de hogere trofische niveaus opgenomen, met als gevolg een verhoging van de bacteriële activiteit. Door ademhaling van de algen en bacteriën daalde het zuurstofgehalte verder, met als gevolg een verdere achteruitgang van de diversiteit van aangroei- en afrotende makro-evertebraten. Gaandeweg verslechterde de zuurstofhuishouding via deze spiraal naar de huidige situatie. Naast de sanering van micro-verontreinigingen lijkt de meest efficiënte weg terug, de zuurstofhuishouding herstellen.

6. Konklusies

- Slibaangroei in de Grensmaas is het gevolg van aanhechting van algen, die op hun beurt weer andere algen en slib zullen invangen. Deze situatie is aangetroffen bij stroomsnelheden van 0 - 117 cm/s). Deze situatie is ongewenst en onnatuurlijk.
- In de onderzoeksperiode bedroeg de hoeveelheid droge stof op de bemonsterde stenen in de Grensmaas naar schatting 1 kg/m² rivierbodem. Op plaatsen met een lage stroomsnelheden is de hoeveelheid droge stof aanzienlijk hoger. Op plaatsen waar het water stagneert is de hoeveelheid droge stof echter aanzienlijk lager.
- De algen bereiken op stenen in de stroming dichtheden van > 100.000 ind/mm². In het stagnante water zijn deze dichtheden een faktor 6 lager.
- De stenen in de stroming raken vooral begroeid met kiezelalgen. Bij lage stroomsnelheden kunnen groenalgen domineren. Op stenen in stagnant water domineren blauwalgen.
- Makro-evertebraten zijn niet aangetroffen in de monsters van stenen in het stagnante water en in maximale aantallen bij een stroomsnelheid van 117 cm/s.
- Aangroei van algen in de Grensmaas blijkt lineair te verlopen met de tijd, waaruit kan worden afgeleid dat niet zozeer de vermeerdering van reeds gekoloniseerde soorten een belangrijke rol lijkt te spelen, alswel de aanvoer via het zwevende materiaal. Aan het einde van de kolonisatieperiode (29 dagen) worden de hoogste dichtheden aangetroffen (> 100.000 algen/m²).
- Aangroei van algen in de Lotharingse Maas verloopt totaal anders. Na 4 dagen stijgen de algendichtheden niet meer op het substraat. De maximale dichtheid van de algen bedraagt hier slechts 70 ind/mm², ruim een faktor 1000 minder dan in de Grensmaas.
- Het chlorofyl-a gehalte in beide gedeelten van de Maas komt redelijk overeen, waardoor de diskrepantie in de aangroei (faktor 100) nauwelijks toe te schrijven is aan de nutriëntengehalten.
- Het verschil in aangroei in de Lotharingse Maas en de Grensmaas kan wel degelijk het gevolg zijn van een gebrekkige benutting van het aangroeijsel door makro-evertebraten. In de Grensmaas ontbreken 10-tallen soorten die in de Lotharingse Maas de verwerking van het aangroeijsel ter hand nemen.
- Als oorzaak voor het ontbreken van een diverse fauna van makro-evertebraten op de stenen in de Grensmaas wordt in de eerste plaats gedacht aan de slechte zuurstofhuishouding (mikro-verontreinigingen buiten beschouwing latend) door lozing van ongezuiverd afvalwater. De algen in het aangroeijsel maken deze situatie nog kritischer door ademhaling 's nachts en doordat er na het afsterven zuurstofvragende stoffen ontstaan, die uiteindelijk afkomstig zijn van het opgeloste koolzuur in het water.

7. Aanbevelingen voor nader onderzoek

- Met dit onderzoek is vastgesteld dat in een nazomer-herfstperiode met lage afvoeren een aanzienlijke hoeveelheid aangroei op de stenen in de Grensmaas aanwezig is. Nadat de temperatuur daalt en de afvoer stijgt zullen de meeste algen zijn afgestorven. De vraag is of na een periode met hoge afvoeren, die typisch gaat met hogere zuurstofgehalten, dit aangroei van de stenen is verdwenen en er op dat moment een gunstige uitgangssituatie aanwezig is voor de makro-evertebraten die in de Grensmaas thuishoren, maar daar in de warmere perioden niet worden aangetroffen.
- In de bovenstaande discussie is aangevoerd dat het ontstaan van een dikke laag aangroei het gevolg kan zijn van het ontbreken van makro-evertebraten die dit materiaal als voedingsbron gebruiken. Deze hypothese kan worden getoetst door kwantitatief onderzoek uit te voeren naar algen op vast substraat en makro-evertebraten en hun darminhoud op hetzelfde substraat in de Grensmaas en de referentiesituatie in de Lotharingse Maas.
- In het onderzoek is vastgesteld dat verschillende stroomsnelheden leiden tot een andere samenstelling en dichtheid van algen en makro-evertebraten op de stenen in de Grensmaas. De volgende stap is onderzoek naar de relatie tussen de soortensamenstelling van makro-evertebraten in verschillende habitats (langzaam - snelstromend; diep en ondiep) en zuurstofhuishouding gedurende het etmaal in deze habitats.
- Vervolgens kan in proeflokaties langs de Grensmaas een stromende nevengeul worden aangelegd, waarbij het zuurstofgehalte kunstmatig wordt opgevoerd tot het niveau in de Lotharingse Maas, waarbij de ontwikkelingen van het aangroei en de makro-evertebraten wordt gevolgd.



8. Literatuur

Denys, L., 1991

A check-list of the diatoms in the holocene deposits of the Western Belgian coastal plain with a survey of their apparent ecological requirements
Belgische Geologische Dienst Prof. Paper 1991/2-246: 41 pp.

Dijkzeul, A., 1981

De waterkwaliteit van de Maas in Nederland in de periode 1953-1980
Rapp. RIZA 81-048: 97 pp.

Helmer, W., Klaassen, G., Silva, W., 1991

Toekomst van een grindrivier. Deel 5. Rivierkundige aspecten van natuurontwikkeling
Stroming bureau voor Natuur- en Landschapsontw. 85 pp.

Klink, A.G., 1986

Literatuuronderzoek naar enige factoren die invloed hebben op het biologisch herstel van de Grensmaas
Hydrobiol. Adviesburo Klink Rapp. Meded. 24: 26 pp. + bijl.

RIWA 1992

Jaarverslag '90 - deel B: de Maas
RIWA Jaarverslag 1990 100 pp

Reynolds, C.S., 1984

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

Roijackers, R.M.M., 1985

Phytoplankton studies in a nymphaeid-dominated system
Ac. Proefschrift Nijmegen p 1-172

Rosemarin, A.S., 1985

Reproductive strategy in the filamentous green alga *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. - an explanation for its widespread distribution
Verh. Internat. Verein. Limnol. 22(5): 2872-2877

Tweede Kamer der Staten-Generaal 1989

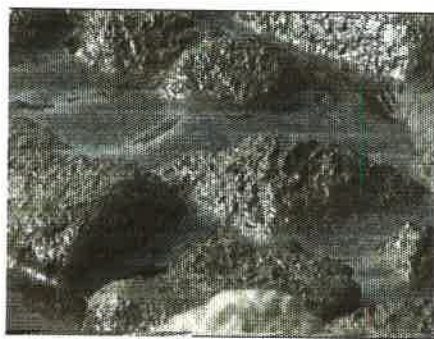
Derde nota waterhuishouding. Water voor nu en later
Tweede Kamer, vergaderjaar 1988-1989 21 250(1-2): 1-297

W. L., 1981

Morfologische verschijnselen Grensmaas
Rapp. Waterloopk. Lab. Delft Hydraulics Lab. 863(A): 140 pp.+bijl.

Algenaangroei en slibakkumulatie op stenen in de Grensmaas

Bijlage



Alexander Klink, Bram bij de Vaate en Stan Kerkhofs



Lokatie	beginindatum 1992	einddatum 1992	Kolon. duur dagen	Vstr. cm/s	droge stof mg/mm2	org. stof mg/mm2	org/ds %	Clf-a µg/l	Totaal algen N/mm2	kiezelalgen N/mm2	overige/mm2 N/mm2	blauwalgen N/mm2	groenalgen N/mm2	bruinalgen N/mm2
Loth. Maas														
Langzaam	09-09	11-09	2	35	0.0000	0.0000				25	23	2	0	1
Langzaam	09-09	13-09	4	34	0.0000	0.0000				70	57	13	1	6
Langzaam	09-09	15-09	6	32	0.0000	0.0000				46	34	12	0	4
Langzaam	09-09	17-09	8	30	0.0000	0.0000				58	44	13	0	7
Snel	09-09	11-09	2	80						1	1	0	0	0
Snel	09-09	13-09	4	76						1	1	0	0	0
Snel	09-09	15-09	6	72						1	1	0	0	0
Snel	09-09	17-09	8	70						2	1	1	0	0
Grensmas														
Bank 1A	03-09	05-09	2	100					1387	209	1178	82	1025	24
Bank 1A	03-09	08-09	5	100	0.0034	0.0006	17.97		2663	2573	90	5	82	1
Bank 1A	03-09	11-09	8	5	0.0094	0.0014	14.54		13840	12883	958	105	680	86
Bank 1A	03-09	18-09	15	5	0.0282	0.0039	13.77		48820	46147	2673	214	2379	27
Bank 1A	03-09	02-10	29	5	0.0499	0.0106	21.22		142838	55411	87427	0	86552	874
Bank 2A	11-09	18-09	7	10	0.0054	0.0007	12.55		28919	26766	2153	151	1981	0
Bank 2A	11-09	02-10	21	10	0.0537	0.0115	21.42		42903	26315	16588	1327	15261	0
Bank 1B	03-09	05-09	2	100					318	58	260	29	221	5
Bank 1B	03-09	08-09	5	100	0.0038	0.0007	18.86		2941	2550	391	27	356	8
Bank 1B	03-09	11-09	8	5	0.0059	0.0011	19.44		1184	1042	142	9	131	0
Bank 1B	03-09	18-09	15	5	0.0322	0.0049	15.33		64769	58837	5931	0	5872	59
Bank 1B	03-09	02-10	29	5	0.0453	0.0096	21.27		83286	30670	52617	1052	51564	0
Bank 2B	11-09	18-09	7	10	0.0040	0.0008	21.24		13387	11708	1679	0	1679	0
Bank 2B	11-09	02-10	21	10	0.0861	0.0147	17.11		50431	36799	13632	682	12950	0
Steen 1		01-10		29	0.6582	0.1646	25.00	244.2	113577	101592	11986	959	11027	0
Steen 2		01-10		26	0.4830	0.2102	43.52	66.6	188045	146397	41648	1666	26654	0
Steen 3		01-10		33	0.8976	0.2626	29.26	227.3	186053	152033	34019	0	17350	0
Steen 4		01-10		18	0.8220	0.1461	17.78	87.3	138610	101909	36700	2202	33764	734
Steen 5		01-10		12	0.9312	0.2242	24.07	254.9	147560	131277	16282	977	9769	0
Steen 6		01-10		83	0.1165	0.0464	39.81	111.9	151227	103550	47678	3576	0	0
Steen 7		01-10		70	0.6123	0.1481	24.19	209.6	85672	73371	12300	5658	123	0
Steen 8		01-10		60	0.4120	0.0473	11.48	199.8	108167	67312	40856	0	2860	409
Steen 9		01-10		68	0.3528	0.1019	28.89	247.8	181791	120468	61323	3679	1226	0
Steen 10		01-10		94	0.2444	0.1064	43.56	141.2	15857	11120	4736	379	0	0
Steen 11		02-10		117	0.1116	0.0847	75.93	358.4	149171	134382	14790	13606	592	0
Steen 12		02-10		117	0.0724	0.0158	21.85	310.8	244024	202068	41956	10489	0	0
Steen 13		02-10		117	0.1779	0.1309	73.56	334.8	181012	133151	47861	34460	957	0
Steen 14		02-10		117	0.1699	0.1082	63.70	463.2	203762	129566	74196	71970	0	0
Steen 15		02-10		117	0.1902	0.1328	69.83	304.6	224410	168921	55489	28300	0	0
Steen 16		02-10		0	0.1074	0.0286	26.67	381.8	19034	6345	12690	12690	0	0
Steen 17		02-10		0	0.0790	0.0436	55.19	198.9	24765	946	23819	23819	0	0
Steen 18		02-10		0	0.0877	0.0292	33.33	135.0	27722	2612	25111	25111	0	0
Steen 19		02-10		0	0.1669	0.0606	36.30	179.4	9569	652	8916	8560	357	0
Steen 20		02-10		0	0.1025	0.0253	24.68	408.5	20258	4243	16015	15373	641	0

Bijlage 1. Basisgegevens

Lokatie	begindatum	einddatum	Kolon. duur	Vstr.	makr. draad	diat. sessiel	diat. plankton	diat. draad
eenheid/jaar	1992	1992	dagen	cm/s	N/mm2	N/mm2	N/mm2	N/mm2
Loth. Maas								
Langzaam	09-09	11-09	2	35	0	19	4	0
Langzaam	09-09	13-09	4	34	0	41	15	0
Langzaam	09-09	15-09	6	32	0	26	9	0
Langzaam	09-09	17-09	8	30	0	38	7	0
Snel	09-09	11-09	2	80	0	0	0	0
Snel	09-09	13-09	4	76	0	0	0	0
Snel	09-09	15-09	6	72	0	0	0	0
Snel	09-09	17-09	8	70	0	0	0	0
Grensmaas								
Bank 1A	03-09	05-09	2	100	0	57	111	42
Bank 1A	03-09	08-09	5	100	0	566	206	1801
Bank 1A	03-09	11-09	8	5	77	2061	1417	9405
Bank 1A	03-09	18-09	15	5	0	42917	2307	923
Bank 1A	03-09	02-10	29	5	0	42113	11082	2216
Bank 2A	11-09	18-09	7	10	0	6959	4550	15256
Bank 2A	11-09	02-10	21	10	0	18420	3421	4474
Bank 1B	03-09	05-09	2	100	0	20	23	14
Bank 1B	03-09	08-09	5	100	0	587	255	1709
Bank 1B	03-09	11-09	8	5	0	261	73	709
Bank 1B	03-09	18-09	15	5	0	53542	4119	1177
Bank 1B	03-09	02-10	29	5	0	22082	7974	613
Bank 2B	11-09	18-09	7	10	0	2459	2224	7025
Bank 2B	11-09	02-10	21	10	0	27231	3680	5888
Steen 1		01-10		29	0	26414	24382	50796
Steen 2		01-10		26	13327	39527	21960	84910
Steen 3		01-10		33	16669	59293	41049	51691
Steen 4		01-10		18	0	34649	33630	33630
Steen 5		01-10		12	5536	69577	26255	35445
Steen 6		01-10		83	44102	60059	5177	38313
Steen 7		01-10		70	6519	27881	8805	36686
Steen 8		01-10		60	37587	32983	20193	14135
Steen 9		01-10		68	56417	50596	45778	24094
Steen 10		01-10		94	4358	6116	1112	3892
Steen 11		02-10		117	592	51065	10751	72566
Steen 12		02-10		117	31467	139427	8083	54558
Steen 13		02-10		117	12444	45271	3995	83885
Steen 14		02-10		117	2226	46644	7774	75148
Steen 15		02-10		117	27190	54055	10135	104731
Steen 16		02-10		0	0	1586	444	4314
Steen 17		02-10		0	0	577	151	218
Steen 18		02-10		0	0	888	313	1410
Steen 19		02-10		0	0	228	104	320
Steen 20		02-10		0	0	891	976	2376