

dienst binnenwateren / riza

vestiging Lelystad, Maerlant 4-6
postbus 17, 8200 AA Lelystad
tel. 03200-70411, fax. 03200-49218

Drift van makro-evertebraten in de Maas. Hoofdtekst.

Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van het projekt MAA*MAASDIER.
Projektleider: A. bij de Vaate

NOTA NR.: 90.071.

auteur(s) : A.G. Klink
Hydrobiologisch Adviesburo Klink b.v.
Boterstraat 28, 6701 CW Wageningen
datum : november 1990.

Voorwoord

Dit onderzoek is een samenwerkingsverband tussen hydrobiologisch Adviesburo Klink bv en de Dienst Binnenwateren RIZA, in nauwe samenwerking met Rijkswaterstaat Directie Limburg en Rijkswaterstaat Directie Gelderland. Voor de uitvoering en begeleiding van de bemonsteringen zijn wij bijzonder veel dank verschuldigd aan Mevr. Greijdanus Klaas en de heer Naber (DBW/RIZA Lelystad). Voor de bemonsteringen bij Borgharen en in de Grensmaas hebben de heren Coninx, Gulikers en Markgraaf zich volledig ingezet, terwijl het personeel van de stuw bij Borgharen tot het uiterste is gegaan om de driftbemonsteringen ook bij lage afvoeren te laten wetslagen. De heren Bos, van Essen, Koenen, van de Hoek, van Syll en Jansen van Directie Gelderland zijn tesamen met de bemanningen van meetvaartuigen verantwoordelijk geweest voor het uitvoeren van de driftbemonsteringen in de Rijn bij Lobith. De bepalingen van drooggewichten en asresten zijn uitgevoerd door Mevr. Tielens van DBW, waarvoor onze dank.

Bij de toelevering van de fysisch-chemische gegevens gaat vooral mijn dank uit naar de heren Silva, Hoogeveen (DBW) en de heren Smits, Tevel, van Leeuwen, Bastings en Ensink van Directie Limburg.

Inhoudsopgave

Samenvatting	6
1. Inleiding	7
2. Doel van het onderzoek	8
3. Materiaal en methoden	9
3.1. Literatuuronderzoek naar factoren die drift kunnen beïnvloeden	9
3.2. Onderzoek naar de geschikte bemonsteringsapparatuur	9
3.3. Vooronderzoek naar de kolonisationsnelheid van kunstmatig substraat	10
3.4. Verwerking van de monsters	10
3.4.1. Bemonstering en conservering	10
3.4.2. Uitzoeken van de monsters	11
3.4.3. Determinatie	11
3.5. Inwinning van fysisch-chemische gegevens	11
3.6. Verwerking van de gegevens	11
4. Lokaties en bemonsteringen	12
4.1. Lokaties van het driftonderzoek	12
4.2. Lokaties voor de kunstmatig substraat bemonstering	13
5. Resultaten	14
5.1. Afvoercharacteristiek van de Grensmaas	14
5.1.1. De afvoer van de Grensmaas over het jaar 1989	14
5.1.2. Afvoer van de Grensmaas onder invloed van de waterkrachtventrale bij Lixhe	15
5.2. Resultaten van de driftmetingen bij Borgharen boven de stuw	15
5.2.1. Drift en de seizoensgebonden afvoer	15
5.2.2. Dag en nachtritmië van de drift	17
5.2.2.1. Dag en nachtritmië in de drift van Oligochaeta	18
5.2.2.2. Dag en nachtritmië in de drift van Gammarus en Hydropsyche	18
5.2.2.3. Dag en nachtritmië in de drift van Chironomidae-larven	19
5.2.3. Drift en temperatuur	20
5.2.4. Drift van Chironomidae larven in relatie tot afvoerfluctuaties en dag-nachtritmië	21
5.2.4.1. Drift van Chironomidae larven in relatie tot afvoerfluctuaties en dag-nachtritmië op 5 en 6 juni	21
5.2.4.2. Drift van Chironomidae larven in relatie tot afvoerfluctuaties en dag-nachtritmië op 3 en 4 juli	22
5.2.4.3. Drift van Chironomidae larven in relatie tot afvoerfluctuaties en dag-nachtritmië op 1 en 2 augustus	23
5.2.4.4. Drift van Chironomidae-larven in relatie tot afvoerfluctuaties en dag-nachtritmië over de onderzoeksperiode	24
5.3. Vergelijking van de drift in Borgharen met de drift in de Rijn bij Lobith	25
5.4. Vergelijking van de nachtelijke drift in Borgharen, Maaseik en Lobith op 27-29 september 1989	26
5.5. Relatie tussen drift en kolonisatie van kunstmatig substraat	27
5.5.1. Drift en kolonisatie van kunstmatig substraat in de periode februari- april in de Maas bij Borgharen boven de stuw	27
5.5.2. Drift en kolonisatie van kunstmatig substraat in de periode april-oktober	28
5.5.2.1. Drift en kolonisatie van kunstmatig substraat in de periode april-oktober in de Maas en Grensmaas	28
5.5.2.2. Drift en kolonisatie van kunstmatig substraat in de periode april-oktober in de Rijn	30
5.6. Soortsgebonden drift bij Chironomidae	33
6. Maatregelen ten behoeve van een gelijkmatiger afvoer	36

7.	Konklusies	3 8
8.	Voorstellen voor verder onderzoek	4 1
9.	Literatuur	4 3
Figuur 1:	Afbeelding van het driftnet zoals het tijdens dit onderzoek is gebruikt	10
Figuur 2:	Lokaties in de Maas voor driftbemonsteringen en kunstmatig substraat onderzoek	13
Figuur 3:	Gemiddelde dagafvoer van de Grensmaas bij Borgharen en de Rijn bij Lobith in 1989	14
Figuur 4:	Afvoer van de Grensmaas bij Borgharen op 8 - 9 mei en 1 - 2 augustus	15
Figuur 5:	Drift van makro-evertebraten door het seizoen bij Borgharen boven de stuw	16
Figuur 6:	Verloop van het gehalte aan zwevende stof tijdens de driftbemonsteringen onder invloed van de afvoer in de Maas bij Borgharen boven de stuw	17
Figuur 7:	Drift van Oligochaeta bij Borgharen boven de stuw in relatie tot licht en donker	18
Figuur 8:	Drift van Chironomidae-larven bij Borgharen boven de stuw in relatie tot de licht- en donkerperiode	19
Figuur 9:	Drift van larven van Chironomidae in de Maas bij Borgharen en de Rijn bij Lobith	20
Figuur 10:	Drift van de larven van <i>Cricotopus bicinctus</i> , <i>C. intersectus</i> en <i>Dicrotendipes nervosus</i> op 5 en 6 juni in relatie tot de afvoer en licht/donker	21
Figuur 11:	Drift van de larven van <i>Cricotopus bicinctus</i> , <i>C. intersectus</i> en <i>Dicrotendipes nervosus</i> op 3 en 4 juli 1989 in relatie tot de afvoer en licht/donker	22
Figuur 12:	Drift van de larven van <i>Cricotopus bicinctus</i> , <i>C. intersectus</i> en <i>Dicrotendipes nervosus</i> op 1 en 2 augustus 1989 in relatie tot de afvoer en licht/donker	23
Figuur 13:	Drift van de meest algemene Chironomidae-larven in relatie tot maand van bemonstering, afvoer en lichtstimulus	24
Figuur 14:	Kolonisatie van kunstmatig substraat en afvoer in de Maas bij Borgharen boven de stuw	28
Figuur 15:	Dichtheden van Chironomidae-larven in de drift bij Borgharen boven de stuw en op het kunstmatig substraat in de Grensmaas	29
Figuur 16:	Drift van Chironomidae-larven (1989) en dichtheden op het kunstmatig substraat (medio 1987 tot medio 1988) in de Rijn bij Lobith	31
Figuur 17:	Drift van Gammarus soorten (1989) en dichtheden op het kunstmatig substraat (medio 1987 tot medio 1988) in de Rijn bij Lobith	32
Figuur 18:	Vergelijking van de drift van Chironomidae-larven in de Maas en de Rijn	33
Figuur 19:	Grensmaas bij Borgharen 1989: Afvoer en aantal uren per etmaal dat de afvoerfluctuatie de zalmnorm in de Verenigde Staten overschrijdt	36
Figuur 20:	Grensmaas Borgharen (km. 16,000). Het percentage van het rivierbed dat droogvalt als gevolg van de kunstmatige afvoerfluctuaties gedurende het etmaal	37
Tabel 1:	Overzicht van de driftbemonsteringen	12
Tabel 2:	Gemiddelde dichtheden en gemiddeld aantal soorten per monster in de drift bij Borgharen en Lobith over de onderzoeksperiode	25
Tabel 3:	Vergelijking van de gemiddelde drift-dichtheden en het gemiddelde aantal taxa per driftmonster voor de Maas bij Borgharen, de Grensmaas bij Maaseik en de Rijn bij Lobith	26
Tabel 4:	Verklaring van de afkortingen van de namen van de organismen	34
Bijlage 1:	Afvoer van de Grensmaas bij Borgharen gedurende de driftbemonsteringen	
Bijlage 2:	Faunasamenstelling in de driftbemonsteringen als etmaalgemiddelde	
Bijlage 3:	Drift van het aantal makro-evertebraten, Chironomidae-exuviae en Oligochaeta in de drift door het seizoen, vergeleken met de berekende waarden	
Bijlage 4:	Maas Borgharen 1989: Watertemperatuur en flux van de onderscheiden groepen makro-evertebraten	
Bijlage 5:	Drift van de onderscheiden groepen makro-evertebraten in relatie tot de afvoer en de licht-donker periode	
Bijlage 6:	Uitkomsten van regressie vergelijkingen tussen fysisch-chemische factoren onderling, Chironomidae soorten onderling en tussen Chironomidae soorten en fysisch-chemische factoren	

- Bijlage 7: Drift van de onderscheiden groepen makro-evertebraten in de Maas en de Rijn
- Bijlage 8: Vergelijking van de drift van de onderscheiden groepen makro-evertebraten in de Maas bij Borgharen boven de stuw, de Grensmaas bij Maaseik en de Rijn bij Lobith op 27-29 september 1989
- Bijlage 9: Basisgegevens van de kunstmatig substraat in de Grensmaas
- Bijlage 10: Vergelijking van de koloniseduur op kunstmatig substraat in de Grensmaas bij Maaseik
- Bijlage 11: Vergelijking van drift in de Maas bij Borgharen boven de stuw en de kolonisatie van kunstmatig substraat (koloniseduur 8 dagen) in de Grensmaas bij Borgharen, Elsloo en Maaseik
- Bijlage 12: Vergelijking van de drift in de Rijn bij Lobith (1989) met kolonisatie van kunstmatig substraat (koloniseduur 28 dagen in 1987-1988)
- Bijlage 13: Vergelijking tussen drift en licht/donker periode voor enige onderscheiden soorten Chironomidae in de drift bij Borgharen boven de stuw
- Bijlage 14: Waterstand in de Grensmaas bij Borgharen als uurwaarneming en als lopend 24 uren gemiddelde

Samenvatting

In de periode april-november 1989 is in de Maas bij Borgharen boven de stuw onderzoek uitgevoerd naar drift van makro-evertebraten. Deze metingen zijn vergeleken met driftmetingen uit de Rijn en kunstmatig substraat onderzoek in de Rijn en de Grensmaas. Uit de verzamelde gegevens kan worden vastgesteld dat het driftgedrag per soort verschillend is. Tevens blijkt dat de onderscheiden groepen makro-evertebraten een voorkeur vertonen voor nachtelijke drift. Er is geen relatie vastgesteld tussen de fluktuaties in de afvoer en de drift. Een relatie tussen afvoer en drift is alleen vastgesteld bij borstelwormen (*Oligochaeta*) in het voorjaar bij relatief hoge afvoeren. Voor de overige diergroepen is geen relatie gevonden tussen de drift en de afvoer. Dit duidt op drift als een actief gedrag. Slechts tijdens één serie van 24 metingen gedurende het etmaal vertoont de drift van muggelarven (*Chironomidae*) een duidelijke relatie met de afvoer. In dit geval betreft het dan nog alleen de groep van grazende muggelarven. De drift van de niet-grazende muggelarven wijkt niet af van de overige meetseries. Juist uit de afwijkende drift van grazende muggelarven kan worden afgeleid dat in de drift een differentiatie optreedt naar voedselgilde.

Een vergelijking tussen drift en kolonisatie van het kunstmatig substraat wijst erop dat de verhoogde drift van insecten in het voorjaar gevolgd wordt door kolonisatie op het kunstmatig substraat. Een dergelijk verspreidingsmechanisme treedt waarschijnlijk ook op in de zomer. Dit verschijnsel kon in deze periode niet worden vastgesteld, hetgeen vermoedelijk te wijten is aan de maaswijdte van het gehanteerde driftnet. Driftregistratie en onderzoek van kunstmatig substraat sluiten volledig op elkaar aan omdat kolonisatie het gevolg is van drift. Op grond hiervan wordt gekonkludeerd dat met beide methoden een "intensive care monitor" ten behoeve van de levensgemeenschap in de rivieren kan worden gekonstrueerd.

Uit de vergelijking tussen drift en kunstmatig substraat in de Maas, Grensmaas en de Rijn wordt gekonkludeerd dat de levensgemeenschap in de Rijn gevarieerder is dan die in de Maas en Grensmaas in Zuid Limburg. Onrustbarend is de afwezigheid van vlokreeften (*Gammarus*) in dit gedeelte van de Maas en de gehele Grensmaas. Enige literatuur wijst in de richting van cadmium, waarbij de vlokreeften zeer gevoelig lijken te zijn voor de opgeloste fraktie.

De fluktuaties in de afvoer van de Maas die optreden onder invloed van het sparen van water door de elektriciteitscentrale bij Lixhe in België, zijn zeer momentaan. Als gevolg hiervan treden vooral in maanden met een geringe afvoer vele malen in een etmaal overschrijdingen op van de zalmnorm. Deze norm wordt gehanteerd in de Verenigde Staten en houdt in dat de afvoer per uur niet meer dan 30% mag dalen. Deze norm moet ervoor zorgen dat zalmachtigen niet stranden als gevolg van een te snelle daling van de waterstand. Voor makro-evertebraten kan op grond van de waarnemingen uit dit onderzoek en literatuurgegevens worden gekonkludeerd dat de rivierbodem slechts dan geschikt is voor deze organismen indien deze bodem tenminste 4 weken onder water staat. De breedte van de rivier die aan dit criterium voldoet zou omschreven kunnen worden als de biologische breedte van een rivier. Ten behoeve van een gelijkmatiger afvoer en daarmee de vergroting van de biologische breedte is voor één dwarsprofiel berekend wat het effect zou zijn indien de afvoer in 1989 over een etmaal zou kunnen worden gemiddeld. Bij een afvoer van ca. 40 m³/sec. zou bij een dergelijke maatregel 23% minder rivierbed in de maand juni zijn drooggevallen. Voor dit dwarsprofiel zou de biologische breedte 91 meter zijn geweest, in plaats van de werkelijke biologische breedte van 70 meter. Naast een gegarandeerde minimale afvoer en beperkingen van de afvoer fluktuaties, kunnen de volgende maatregelen vooral in droge perioden een aanzienlijke verbetering voor de levensgemeenschap in de Grensmaas betekenen:

Het beperken van waterinlaat ten behoeve van de Zuid-Willemsvaart, het beperken van het schutverlies in het Julianakanaal en terugpompen van water uit het Julianakanaal.

Ten aanzien van fysisch-chemisch en biologisch onderzoek ten behoeve van de Grensmaas wordt gekonkludeerd dat een meetstation in het zomerbed van de niet-bevaarbare Grensmaas onontbeerlijk is.

1. Inleiding

Na voorgaand onderzoek (Klink, 1985) is geconstateerd dat de huidige levensgemeenschap van makro-evertebraten in de Grensmaas slechts een restant is van de levensgemeenschap die daar vroeger aanwezig was. De beïnvloedingen die een belangrijke rol moeten hebben gespeeld in de afname van de soortenrijkdom en de dichtheid van diverse groepen organismen zijn of waren:

- normalisatie
- verdieping van het zomerbed
- aanleg van stuwen (inklusief de aangebrachte waterkrachtcentrales)
- lozing van huishoudelijk en industrieel afvalwater

Hoewel al deze beïnvloedingen, met uitzondering van de lozing van afvalwater, moeten worden beschouwd als onomkeerbaar, lijken in het beheer van de rivier perspectieven aanwezig om effecten van bepaalde ingrepen te verminderen.

Belangrijk is in dit verband de fluktuatie in de afvoer. Voor de afvoer over de Grensmaas is onder deze omstandigheden het beheer van de stuw bij Lixhe (België) met de daarbij behorende waterkrachtcentrale en de stuw bij Borgharen bepalend. De waterkrachtcentrale bij Lixhe bevat een viertal turbines waarvan het doorstroomdebiet niet kan worden geregeld. Ze kunnen alleen in of uit worden geschakeld. Iedere turbine heeft een debiet van 80 m³/sec, hetgeen inhoudt dat vooral bij een afvoer < 320 m³/sec plotseling sterke fluktuaties in de afvoer kunnen optreden indien één of meerdere turbines in of uit worden geschakeld om het peil in het bovenstroomse stuwpannd te regelen. Deze fluktuaties worden groter naarmate de afvoer in de loop van het seizoen afneemt tot een minimum in de zomer en herfst.

Uit de literatuur blijkt (zie in Klink, 1985 en 1988) dat momentane wisselingen in de afvoer en waterstand een bijzonder nivellerende invloed kunnen uitoefenen op de in de rivier levende makro-evertebraten. Bij een sterk stijgende afvoer zou dit tot gevolg kunnen hebben dat organismen met het fijnere substraat worden weggeërodeerd door de hoge stroomsnelheden. Bij dalende afvoeren kan een gedeelte van het riverbed droogvallen zodat de daar aanwezige organismen uitdrogen of actief op zoek gaan naar een andere lokatie. In beide gevallen zullen organismen zich in grotere aantallen in de waterfase bevinden dan onder omstandigheden van een gelijkmatige afvoer. Dit verschijnsel heet drift en levert, onder normale omstandigheden, een aanzienlijke bijdrage voor de natuurlijke verspreiding van de organismen in een rivier (Klink, 1988). Indien zich echter met grote regelmaat ongunstige omstandigheden voordoen, zoals sterke schommelingen in de afvoer, dan is niet uit te sluiten dat organismen die gevoelig zijn voor wisselingen in de afvoer alleen al om die reden uit de Grensmaas zijn verdwenen. Ook kan de rekolonisatie van organismen die om andere redenen uit de Grensmaas verdwenen zijn (zoals de achteruitgang van de waterkwaliteit in de loop van deze eeuw), ernstig worden belemmerd door de afvoerfluktuaties. In dit rapport wordt verslag gedaan van de ervaringen opgedaan met drift en kolonisatie van makro-evertebraten in Maas en de Grensmaas en worden de factoren belicht die positief of negatief kunnen bijdragen tot het biologisch herstel van de Grensmaas.

2. Doel van het onderzoek

Het onderzoek heeft tot doel de drift van makro-evertebraten te registreren in relatie tot de afvoer. Omdat geen literatuur is aangetroffen over een dergelijk onderzoek in grote rivieren (zie Klink,1988) ligt in eerste instantie de nadruk op het beschrijven van het verschijnsel drift in de Maas en de factoren die invloed (kunnen) uitoefenen op de drift. Uit literatuuronderzoek is afgeleid dat drift een belangrijk verspreidingsmechanisme is van makro-evertebraten. Op grond hiervan richt het onderzoek zich tevens op de relatie tussen de drift en kolonisatie van (kunstmatig) substraat in de Grensmaas. Dit aspect heeft niet alleen tot doel een schatting te maken van de drift als verspreidingsmechanisme voor de huidig aanwezige fauna, maar ook van het rekolonisatievermogen van de potentiële fauna.

3. Materiaal en methoden

3.1. Literatuuronderzoek naar factoren die drift kunnen beïnvloeden

Voorafgaande aan het eigenlijke onderzoek, het meten en relateren, zijn drie onderwerpen in een vooronderzoek belicht op grond waarvan een meetprogramma is opgezet.

Het eerste vooronderzoek betreft een literatuuronderzoek naar het verschijnsel drift in relatie tot milieufactoren (zie Klink, 1988). Kort samengevat zijn hieruit als belangrijkste punten naar voren gekomen: Drift kan worden ingedeeld in:

- verspreidingsdrift waarbij vooral organismen die net uit het ei gekomen zijn een plaats op het substraat gaan zoeken
- achtergrondsdift waarbij lage aantallen organismen per ongeluk van het substraat los komen en met de stroom worden meegevoerd
- gedrags-afhankelijke drift waarbij de drift door de organismen zelf wordt geïnitieerd onder invloed van seizoen, dag-nacht ritmiek of fysiek contact tussen organismen dat toeneemt wanneer de dichtheden op het substraat toenemen.
- katastrofale drift waarbij tijdens grote pieken in de afvoer het substraat fysiek in beweging wordt gebracht en de organismen met hun substraat worden weggeërodeerd.
- kalamiteuze drift door lozingen van afvalstoffen waardoor organismen zich in drift begeven om enerzijds aan het lozingsfront te ontsnappen of anderzijds passief (dood) door de stroming worden meegevoerd.

Op grond van de literatuurgegevens moet bij het meten van drift rekening worden gehouden met een dag-nachtritmiek. De meeste organismen vertonen een voorkeur om 's nachts te driften en zich overdag op het substraat op te houden. In dit verband wordt ook de stand van de maan als belangrijke faktor vermeld. Bij nieuwe maan zou 's nachts meer drift optreden dan tijdens andere stadia van de maan.

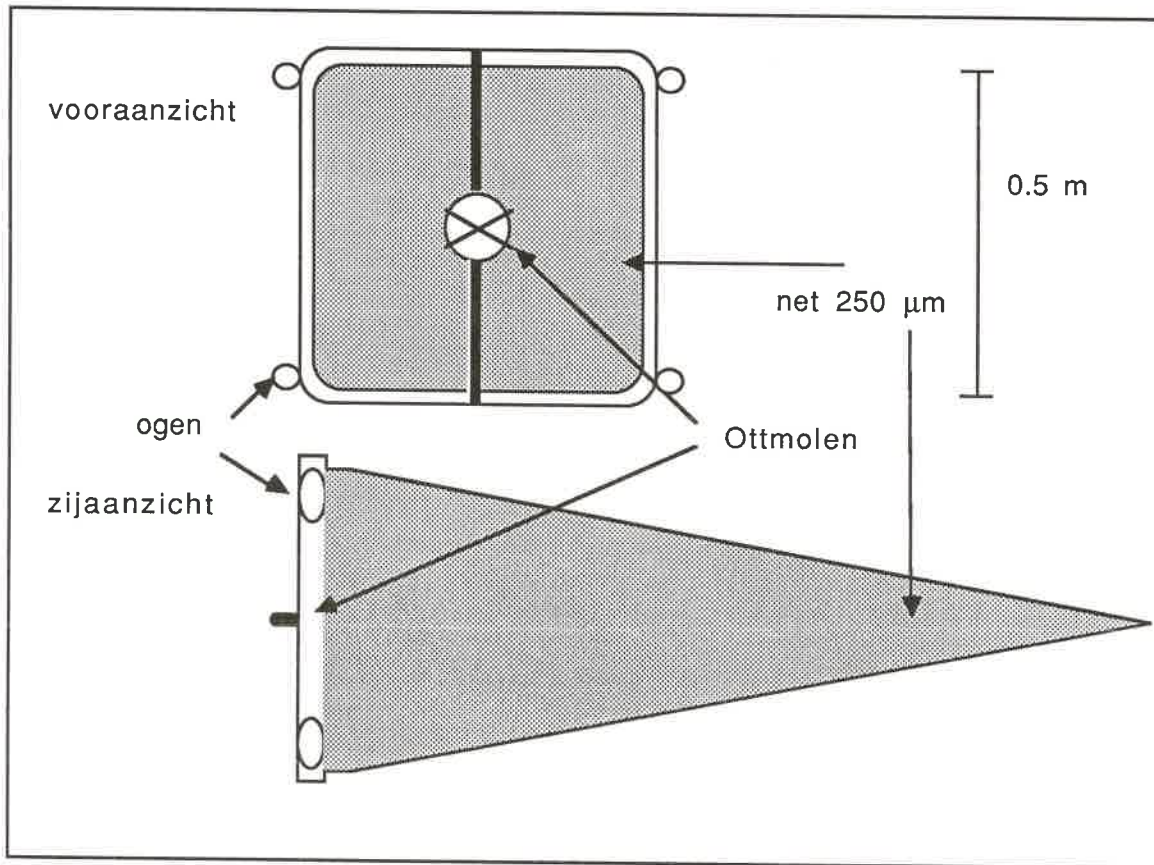
Hiermee rekening houdend is gekozen voor driftmetingen in de maanden april tot en met oktober (door werkzaamheden aan de stuw bij Borgharen is de meting eind augustus vervallen) die gedurende een etmaal ieder uur zijn uitgevoerd bij nieuwe maan.

3.2. Onderzoek naar de geschikte bemonsteringsapparatuur

In de literatuur wordt drift in bijna alle gevallen gemeten met een driftnet. De maaswijdte varieert van 50 - 1000 μm . Hoe kleiner de maaswijdte, des te nauwkeuriger de drift wordt gemeten.

Met deze informatie is een tweede vooronderzoek gestart naar de afmetingen van een driftnet en de praktisch toepasbare maaswijdte.

Als uitgangspunt is hierbij gehanteerd dat een monster uit ca. 25 - 100 m^3 gezeefd rivierwater moet bestaan en dat de bemonsteringsduur zodanig kort moet zijn dat het net niet verstopt. Met deze informatie is een frame gekonstrueerd met een opening van 0,25 m^2 . In het midden is een stang geplaatst met daarin een Ottmolen voor de meting van de stroomsnelheid. Aan het frame zijn netten bevestigd met een maaswijdte van 50 μm , 100 μm en 250 μm . Deze afzonderlijke netten en combinaties ervan zijn uitgetest op een meetvaartuig in de Rijn bij Lobith. Hierbij bleek het net met een maaswijdte van 50 μm binnen 3 minuten te verstoppen en binnen 5 minuten te scheuren. Een net met maaswijdte van 100 μm scheurde niet maar verstopte eveneens binnen 3 minuten. Het net met een maaswijdte van 250 μm bleek na 5 minuten nog meer dan de helft van het aanvangsvolume door te laten en pas na ca. 15 minuten geheel te verstoppen. Ondanks een voorkeur voor een maaswijdte van 50 μm is op grond van de praktische overwegingen gekozen voor een net met maaswijdte van 250 μm (zie figuur 1) en een meettijd van 5 minuten. Hierbij treedt de beperking op dat jongere stadia van met name Chironomidae niet worden verzameld, terwijl ze in de drift een dominante rol kunnen spelen (Williams, 1985).



Figuur 1: Afbeelding van het driftnet zoals het voor dit onderzoek is gebruikt

3.3. Vooronderzoek naar de kolonisationsnelheid van kunstmatig substraat

Het derde vooronderzoek heeft betrekking op de kolonisatie van substraat door makro-evertebraten. Hierbij is gekozen voor kunstmatig substraat zoals het beschreven is door Bij de Vaate en Greijdenus-Klaas (1990). Het substraat bestaat uit stalen korfjes van 20 x 20 x 20 cm, die gevuld zijn met 1200 knickers met een diameter van 20 mm. Het effectief te koloniseren oppervlak bedraagt 0,7 m². Dit substraat wordt reeds enige jaren in Lobith ingezet voor het bepalen van de effecten van waterkwaliteitsveranderingen op organismen in een rivier. Voor de bepaling van de optimale kolonisiatieduur is uitgegaan van de kortste periode dat een significante toename plaatsvond van organismen op het substraat. Hiervoor is in de periode eind februari - eind maart een reeks korven uitgezet boven de stuw van Borgharen met een kolonisiatieduur van 1, 2, 4, 8, 16 en 32 dagen. Bij de in duplo uitgevoerde waarnemingen bleek dat slechts de kolonisiatieduur van 8 dagen significant grotere dichtheden opleverde ten opzichte van kortere kolonisiatieperioden. Op grond hiervan is gekozen voor een periode van 8 dagen dat het kunstmatig substraat wordt gekoloniseerd. Het substraat is ingezet op het moment dat de etmaalmetingen van de drift zijn uitgevoerd.

3.4. Verwerking van de monsters

3.4.1. Bemonstering en conservering

Het materiaal van de driftmonsters is overgebracht in een pot en gekonserveerd met 85% ethanol. Deze potten zijn naar het laboratorium overgebracht en gekleurd met bengaalsroze. Het kunstmatig substraat is uitgespoeld en afgeborsteld over een zeef met maaswijdte 500 µm. Hierna is het materiaal eveneens gekonserveerd en gekleurd.

3.4.2. Uitzoeken van de monsters

De monsters zijn gezeefd over 250 μm en in delen uitgezocht met behulp van een lichtbak met een vakverdeling. Bij grote aantallen organismen is een steekproef genomen met daarin tenminste 100 individuen per organisme groep. Onder een groep wordt bij de niet-insekten een taxonomische groep verstaan zoals Oligochaeta. Bij de insekten bestaat een groep uit een bepaald stadium van een taxonomische groep. Dit is vooral van toepassing op Chironomidae, waarbij grote aantallen larven en exuviae (lege poppehuidjes) in de driftmonsters zijn aangetroffen.

3.4.3. Determinatie

Determinatie is voor de meeste groepen zo ver als mogelijk doorgevoerd. Een uitzondering hierop vormen de Oligochaeta, die niet verder zijn gedetermineerd.

3.5. Inwinning van de fysisch-chemische gegevens

De fysisch-chemische gegevens zijn aangeleverd door DBW/RIZA en Rijkswaterstaat Directie Limburg. Het betreft de volgende parameters en bijbehorende frekwentie:

- Afvoer per 10 minuten, uur en etmaal (Grensmaas Borgharen)
- Afvoer als daggemiddelde (Rijn Lobith)
- Watertemperatuur daggemiddelde (Grensmaas Borgharen en Rijn Lobith)
- Chlorophyl a, zwevende stof, gloeirest en droogrest, opgelost silikaat, tweewekelijkse waarnemingen (Maas Eijsden en Rijn Lobith).
- Zwevende stof, gloeirest en droogrest tijdens de driftmetingen bij Borgharen. De bemonstering is uitgevoerd met een slibcentrifuge, waarbij ca. 125 liter water is gecentrifugeerd.
- Fotosynthetische straling tijdens de driftmetingen in Borgharen in juli tm. oktober.

3.6. Verwerking van de gegevens

De relatie tussen de afzonderlijke (groepen) makro-evertebraten en de onderscheiden fysisch-chemische gegevens is geanalyseerd met behulp van enkel- en meervoudige lineaire regressie. De structuur van de soortsaamenstelling in de monsters is belicht met behulp van TWINSPAN. De relatie tussen de aangetroffen soortsaamenstelling en de fysisch-chemische gegevens is onderzocht met behulp van CANOCO. De analyse met behulp van TWINSPAN en CANOCO bleken aan de regressie resultaten geen informatie toe te voegen. Om deze reden zullen de uitkomsten van TWINSPAN en CANOCO bij de resultaten (hoofdstuk 5) niet worden besproken.

4. Lokaties, bemonsteringen en data

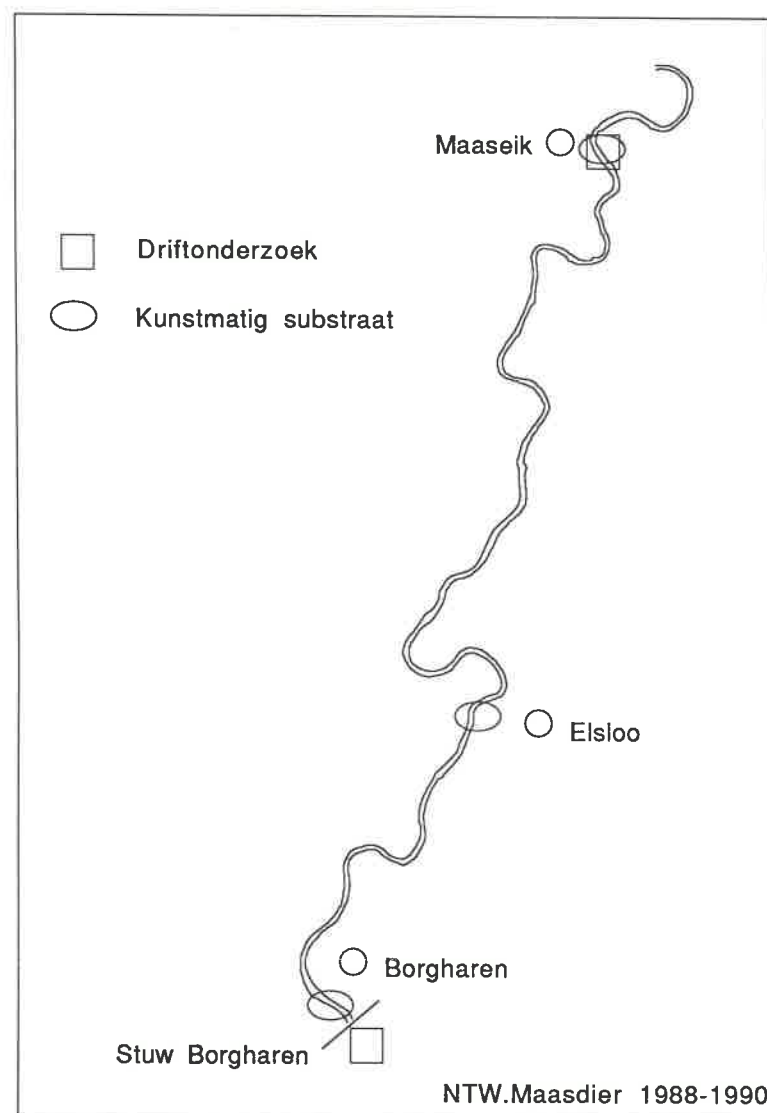
4.1. Lokaties en data van het driftonderzoek

Omdat het onderzoek zich richt op de randvoorwaarden voor het ecologisch herstel in de Grensmaas verdient het de voorkeur om driftmetingen en kolonisatie van het kunstmatig substraat beide uit te voeren in de Grensmaas. Na overleg met de regionale directie, die eveneens verantwoordelijk was voor een groot aantal bemonsteringen, bleek in de Grensmaas geen geschikte lokatie aanwezig te zijn om routinematig drift te meten. Het grootste probleem vormt enerzijds de afwezigheid van een (semi)permanent meetstation in de Grensmaas, anderzijds is het door de vaak hoge stroomsnelheden (tot ca. 2,5 m/s) niet mogelijk om drift te bemonsteren met behulp van een vaartuig. Deze omstandigheden hebben ons genoopt de driftmetingen uit te voeren bovenstrooms de stuw van Borgharen. Hierbij wordt niet gemeten wat de reactie is van de fauna in de Grensmaas, maar de reactie van de fauna in het bovenstroomse gedeelte van de Maas op de wisselende afvoer. Tevens wordt gemeten wat de omvang is van de aanvoer van de huidige en potentiële fauna in de Grensmaas vanuit het bovenstroomse stuwpand. Deze driftbemonsteringen zijn maandelijks uitgevoerd van begin april tot eind oktober. Gedurende een periode van een etmaal is bij nieuwe maan (zie boven) ieder uur gedurende 5 minuten een driftmonster verzameld. Om over een referentie te beschikken van de drift in een niet gestuwde rivier zijn tegelijkertijd met de driftmetingen in Borgharen in de Rijn bij Lobith driftbemonsteringen uitgevoerd, zij het slechts overdag.

In de periode 27-29 september zijn behalve bij Borgharen, ook in de Grensmaas bij Maaseik en in de Rijn bij Lobith nachtelijke driftbemonsteringen uitgevoerd. De vergelijking tussen Borgharen en Maaseik geeft een indruk van de hoeveelheid organismen die bovenstrooms de Grensmaas in driften en de Grensmaas benedenstrooms weer verlaten. De drift bij Lobith dient als referentie voor de drift in de Rijn gedurende het etmaal. Daarnaast zijn op 2 juli driftmonsters verzameld in de Maas bij Eijsden en in de Berwine, Voer en Jeker. Dit zijn de drie zijbeken die uitmonden in het gedeelte van de Maas net bovenstrooms Eijsden tot Maastricht.

Lokatie	Datum	Begintijd M.E.T.	Aantal bemonsterd	Aantal geanalyseerd	Meetperiode
Lobith	15-03-89	10.45	10	2	2uur 30 min
Borgharen	04-04-89	8.00	24	24	23 uur
Lobith	04-04-89	9.10	10	2	1 uur 45 min
Borgharen	07-05-89	8.00	24	24	23 uur
Lobith	07-05-89	11.20	10	2	1 uur 40 min
Lobith	23-05-89	10.05	25	2	3 uur 10 min
Borgharen	04-06-89	8.00	24	24	23 uur
Lobith	05-06-89	10.20	10	2	2 uur 25 min
Borgharen	02-07-89	4.00	22	22	25 uur
Berwine	02-07-89	9.00	2	2	15 min
Voer	02-07-89	9.45	2	2	15 min
Eijsden	02-07-89	11.00	2	2	15 min
Jeker	02-07-89	12.15	2	2	15 min
Lobith	04-07-89	9.35	10	2	1 uur 45 min
Borgharen	31-07-89	3.10	28	28	30 uur
Lobith	31-07-89	9.50	10	2	2 uur
Lobith	30-08-89	9.55	10	2	2 uur 30 min
Maaseik	27-09-89	18.00	18	13	12 uur
Lobith	28-09-89	8.05	26	26	25 uur
Borgharen	27-09-89	7.30	24	24	23 uur
Borgharen	29-10-89	7.50	25	25	24 uur
Lobith	29-10-89	12.15	10	2	1 uur 45 min

Tabel 1: Overzicht van de driftbemonsteringen



Figuur 2: Lokaties in de Maas voor driftbemonsteringen en onderzoek met kunstmatig substraat

4.2. Lokaties en data voor de kunstmatig substraat bemonstering (zie figuur 2 voor de lokaties)

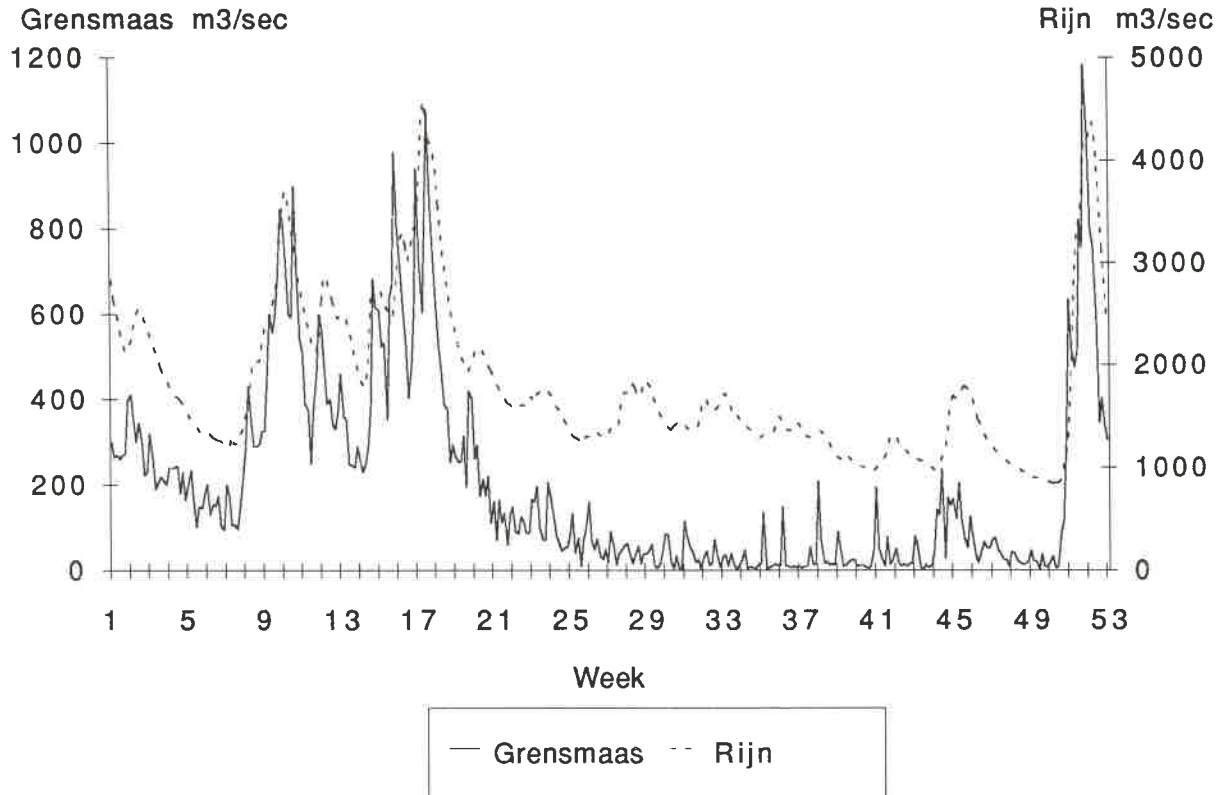
Het kunstmatig substraat is geplaatst op drie lokaties in de Grensmaas te weten: Borgharen beneden de stuw, Elsloo en Maaseik. De korfjes zijn geplaatst bij het begin van een driftmeting bij de stuw van Borgharen en zijn 8 dagen later weer opgehaald. Hiernaast is voor een ander doel (ecologisch meetnet Maas) in Maaseik kunstmatig substraat uitgezet met een koloniseduur van 28 dagen in de periode april-december 1989. Omdat ook over deze resultaten kan worden beschikt zijn de gegevens gebruikt ter completering van de 8-daagse kolonisatie en een verdere evaluatie van de minimale koloniseduur van 8 dagen, die in februari-maart is vastgesteld te Borgharen.

5. Resultaten

5.1. Afvoer karakteristiek van de Grensmaas

5.1.1. De afvoer van de Grensmaas over het jaar 1989 (In bijlage 1 is de afvoer weergegeven ten tijde van de driftbemonstering)

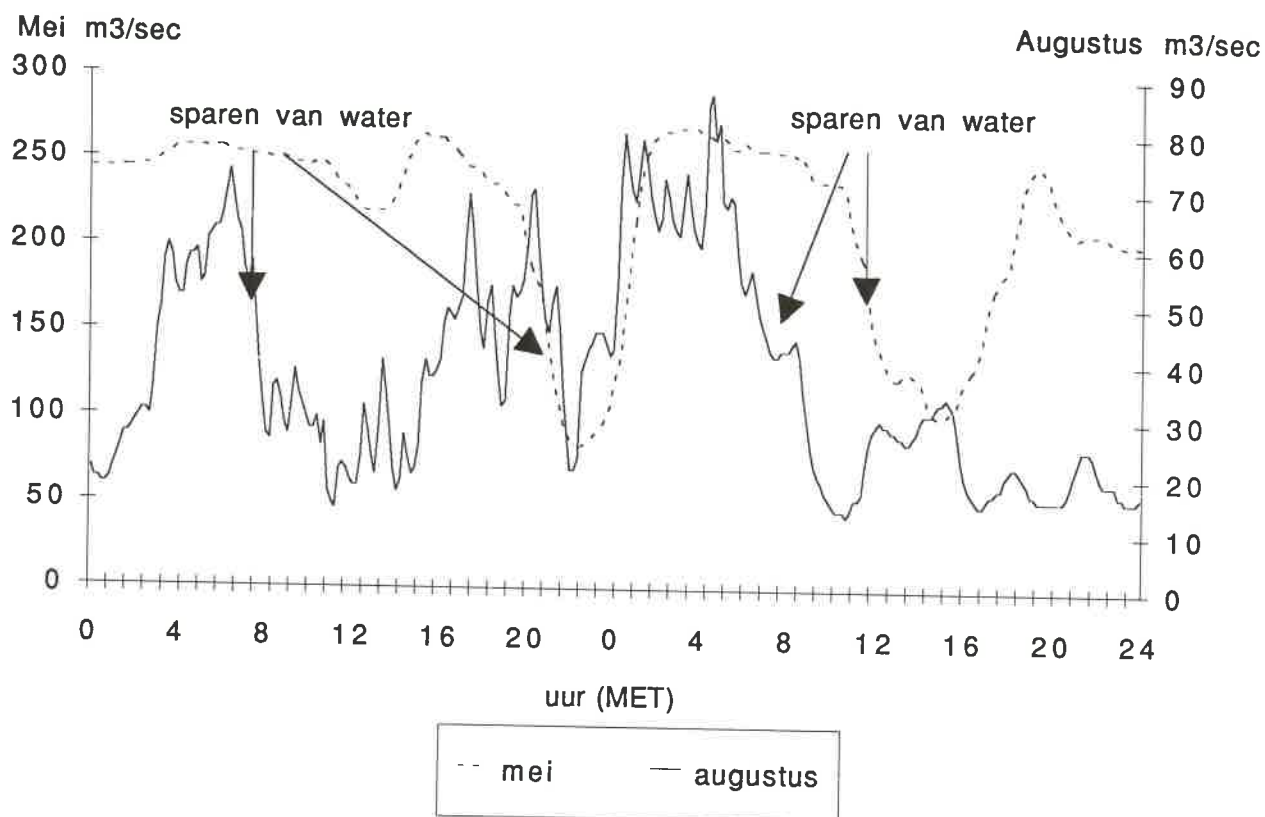
De gemiddelde dagafvoeren bij Borgharen geven aan dat 1989 een droge zomer heeft gekend. Het meest opvallende verschil tussen de Maas en de Rijn is het verschil tussen de maximale en minimale afvoer. Bij de Rijn is de maximale dagafvoer een faktor 8 hoger dan de minimale afvoer. Bij de Grensmaas is dit meer dan een faktor 100. Deze verschillen zijn inherent aan het karakter van beide rivieren en indien de Maas niet gestuwd was dan zou het afvoerverloop (als daggemiddelde) weinig verschillen van het verloop in figuur 3.



Figuur 3: Gemiddelde dagafvoer van de Maas en de Rijn in 1989

5.1.2. Afvoer van de Grensmaas onder invloed van de waterkrachtcentrale bij Lixhe

Figuur 4 geeft de afvoer weer van de Maas bij Borgharen in een periode dat de drift bemonsterd is in mei en augustus op basis van waarnemingen om de 10 minuten.



Figuur 4: Afvoer van de Grensmaas bij Borgharen op 8 - 9 mei (hoge afvoer) en 1 - 2 augustus (lage afvoer)

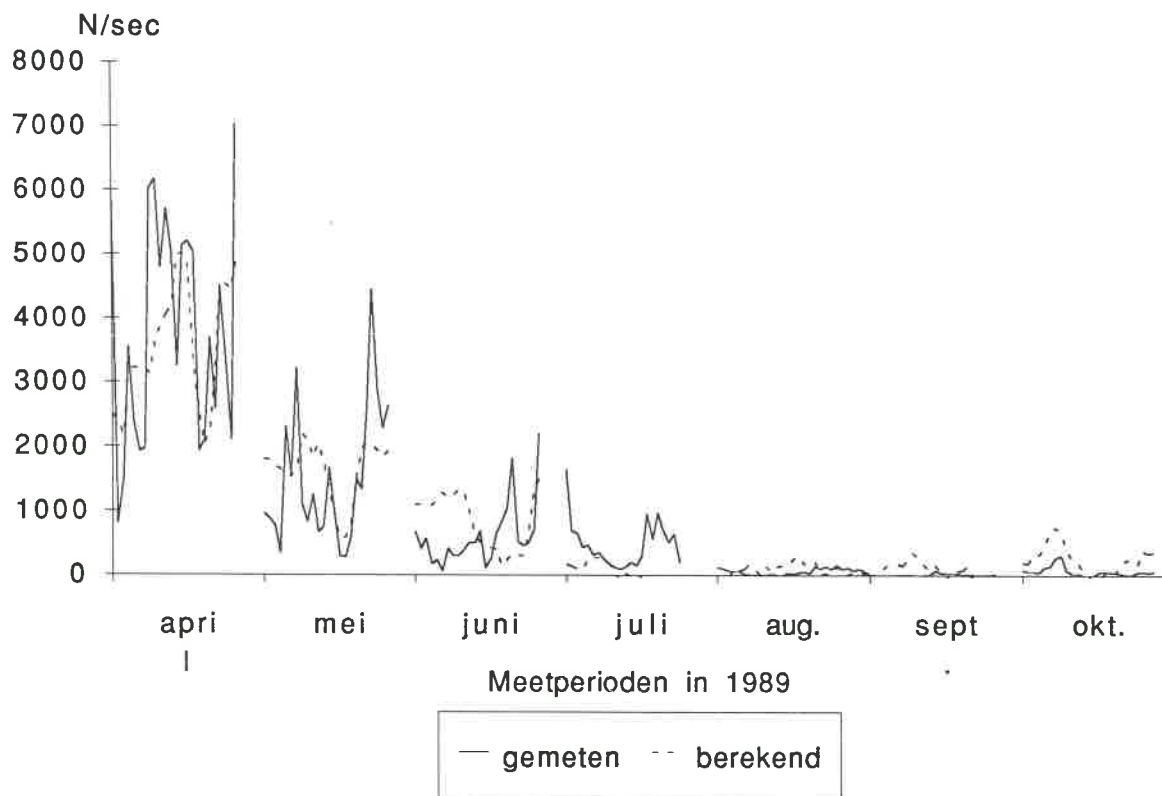
In het afvoerverloop op 8 en 9 mei kunnen de afvoerfluctuaties als gevolg van het sparen van water door de waterkrachtcentrale bij Lixhe worden herkend als de diepe dalen in de afvoer. In de afvoer van augustus is hier overheen de werking van stuw Borgharen als het grillige patroon zichtbaar.

5.2. Resultaten van de driftmetingen bij Borgharen boven de stuw (In bijlage 2 is de faunasamenstelling in de driftmonsters weergegeven als etmaal gemiddelde)

5.2.1. Drift en de seizoensgebonden afvoer

Onder de seizoensgebonden afvoer wordt verstaan het natuurlijke verloop van de afvoer door het seizoen. Voor de Maas betekent dit normaal gesproken dat in de maanden juni tot september/oktober 50% van de afvoer onder de 120 m³/sec ligt. In de rest van het jaar loopt de 50% onderschrijding op tot ca. 300 tot 350 m³/sec in de maanden december en januari.

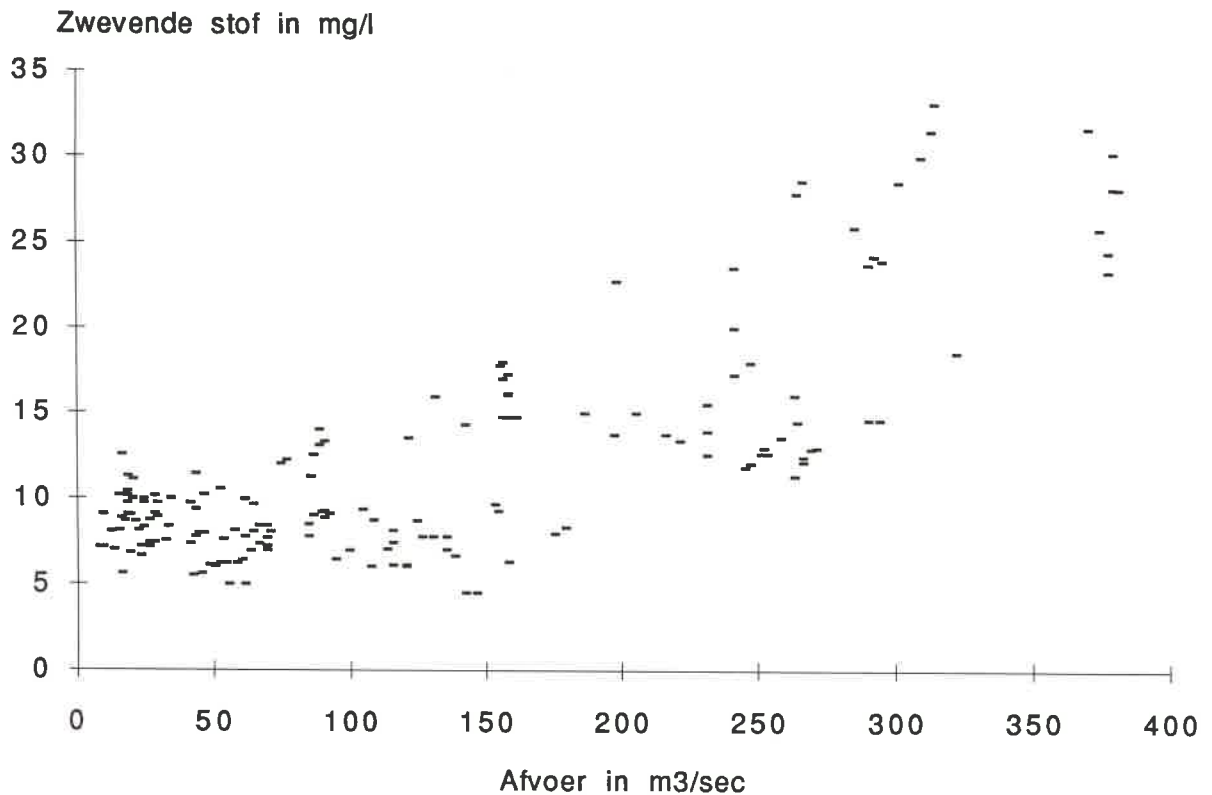
In Borgharen boven de stuw zijn de voornaamste groepen die aan de drift deelnemen de Chironomidae-larven, Chironomidae-exuviae en de Oligochaeta. In figuur 5 is het verloop van de gemeten drift van alle makro-evertebraten uitgezet tegen het verloop van de berekende drift met als ingevoerde factoren afvoer (+ afvoer²), zwevende stof, organische en anorganische stof, week, licht, donker, gemiddelde dagtemperatuur van het water en gemiddelde luchttemperatuur per 6 uur. Bij lineaire modellering blijken afvoer² en het zwevende stof gehalte de belangrijkste variabelen te zijn voor het beschrijven van de totale drift door het seizoen ($N/sec = 0,023 * afvoer^2 + 77,921 * zwevende\ stof - 627,933$; $R = 0,855$; afvoer in m³/sec en zwevende stof in mg/l)



Figuur 5: Drift van makro-evertebraten tijdens de meetperioden gedurende de opeenvolgende maanden bij Borgharen boven de stuw (zie tabel 2 voor de data in de opeenvolgende maanden)

Uit figuur 5 blijkt dat de grootste drift optreedt in het voorjaar. Dit wordt veroorzaakt door exuviae van Chironomidae ($N/sec = 0,879 * afvoer - 4,248 * week + 127,645$; $R = 0,706$) en Oligochaeta ($N/sec = 0,019 * afvoer + 81,913 * zwevende\ stof - 768,176$; $R = 0,720$). Voor beide groepen is de relatie het meest duidelijk bij afvoeren boven de ca. 250 m³ (zie ook bijlage 3, waarin de eveneens de gemeten en berekende aantallen Chironomidae-exuviae en Oligochaeta grafisch zijn weergegeven)

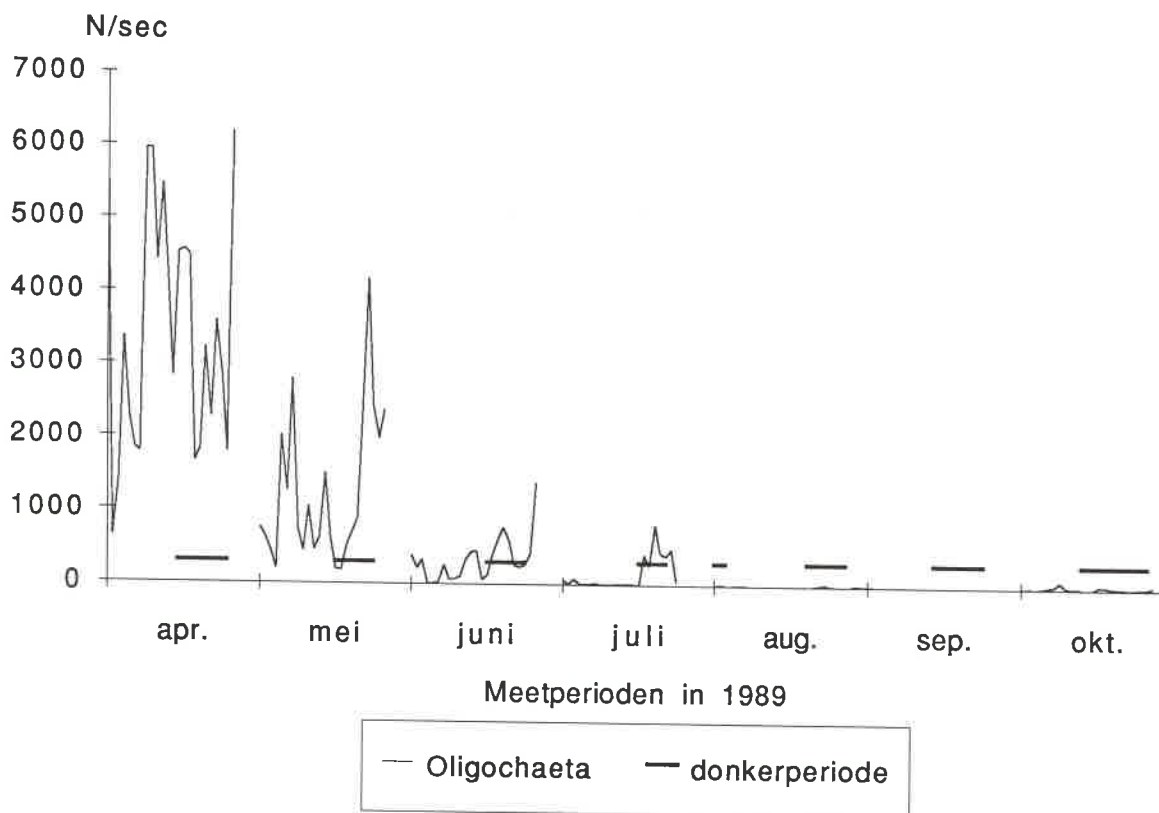
In figuur 6 zijn de zwevende stofgehalten uitgezet tegen de afvoer ten tijde van de driftbemonsteringen. Ondanks het feit dat de relatie tussen zwevende stof en afvoer in de Maas zeer gekompliceerd is door het karakter als regenrivier en door het stuwbedrijf (Voogt en Adriaanse, 1989) lijken de afvoeren beneden 200 m³, tijdens de driftmetingen, een relatief konstante hoeveelheid zwevende stof te bevatten. Bij afvoeren boven de 250 m³/sec vertonen de gehalten een stijgend verloop met de afvoer. Dat de Oligochaeta juist een relatie vertonen met afvoeren boven de 250 m³/sec zou verband kunnen hebben met de erosie van fijnere bodemdeeltjes waartussen de Oligochaeta zich ophouden. In dit geval zou gesproken kunnen worden van erosiedrift. Dat ook Chironomidae-exuviae een relatie vertonen met deze afvoeren ligt voor de hand omdat deze lege poppehuidjes bij hoge afvoeren door de stroom worden meegevoerd. Bij lage afvoeren worden ze door de wind tegen de oever worden geblazen, waardoor ze niet meer in de driftmonsters terechtkomen. Voor de larven van de Chironomidae is geen relatie gevonden met de seizoensgebonden afvoer of het zwevende stofgehalte.



Figuur 6: Verloop van het gehalte aan zwevende stof tijdens de driftbemonsteringen onder invloed van de afvoer in de Maas bij Borgharen boven de stuw

5.2.2. Dag en nachtritmiëk in de drift

In de literatuur (aangehaald in Klink, 1988) wordt voor veel groepen makro-evertebraten de invloed van licht op de drift vermeld. Vooral de vlokreeft *Gammarus* en kokerjuffers verschijnen bij voorkeur in de drift na de avondschemering. Voor *Oligochaeta* en *Chironomidae*-larven, verreweg de belangrijkste diergroepen in de Maas bij Borgharen, is daarover veel meer onduidelijkheid. In de onderstaande paragrafen zal per diergroep de drift worden gerelateerd aan de dag-nacht ritmiëk.

5.2.2.1. Dag en nachtritmiëk in de drift van *Oligochaeta*

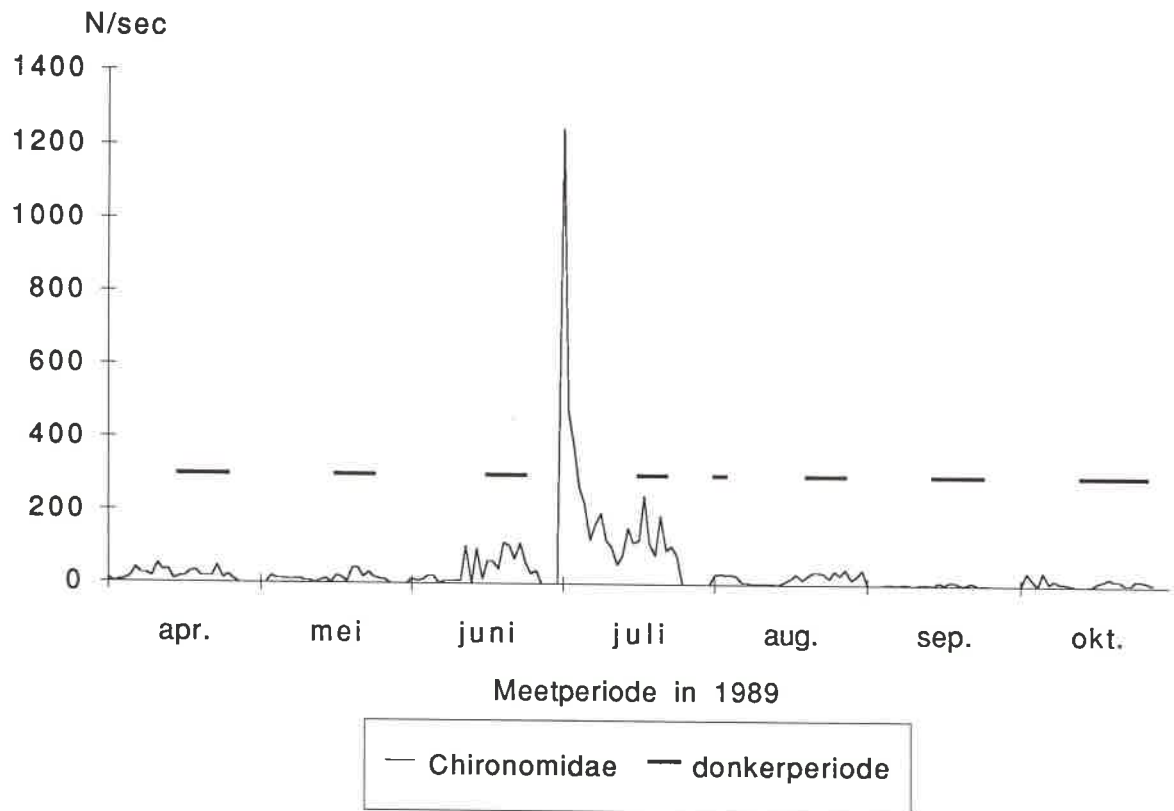
Figuur 7: Drift van *Oligochaeta* bij Borgharen boven de stuw in relatie tot licht en donker tijdens de meetperioden in de opeenvolgende maanden

In figuur 7 is te zien dat in april en mei geen voorkeur bestaat voor drift gedurende een bepaalde periode van het etmaal. In juni is ook nog geen significant verschil aanwezig tussen de drift tijdens de lichte en de donkere periode. Begin juli wordt echter wel een significante ($p < 0,005$) voorkeur gevonden voor nachtelijke drift. Op grond van de verzamelde gegevens zou kunnen worden afgeleid dat de *Oligochaeta* in het voorjaar een drift vertonen die afhankelijk is van de afvoer, in de voorzomer een dag-nacht ritmiëk in de drift ontwikkelen, terwijl in de overige maanden in het totaal niet wordt gedrift. Op grond van enkele determinaties uit de driftmonsters lijken in het voorjaar vooral Nais soorten in de drift te overheersen, terwijl de drift in juni vermoedelijk hoofdzakelijk bestaat uit *Stylaria lacustris*. Nais-soorten in rivieren worden gekarakteriseerd als bewoners van onstabiele zandige bodems waar geen sedimentatie plaatsvindt (Juget, 1984). De populaties bereiken hun maximum in de winter en het voorjaar. *Stylaria* komt vooral in de zomer abundant voor (Learner e.a., 1978).

5.2.2.2. Dag en nachtritmiëk in de drift van *Gammarus* en kokerjuffer *Hydropsyche*

In de drift bij Borgharen zijn nauwelijks vlokreeften en kokerjuffers aangetroffen. Dit is een weerslag van de algemene fysisch-chemische kwaliteit van de Maas die in het traject bovenstrooms Borgharen veel overeenkomst vertoont met de 70 er jaren van de Rijn (van Urk, 1984). In de Rijn zijn deze groepen wel aangetroffen in de etmaal meting van 27 op 28 september. Hierbij blijkt dat vlokreeften (vnl. *Gammarus tigrinus*) en kokerjuffers (*Hydropsyche contubernalis*) significant (resp. $P < 0,001$ en $P < 0,005$) meer 's nachts driften dan overdag.

5.2.2.3. Dag en nachtritmiëk in de drift van Chironomidae-larven



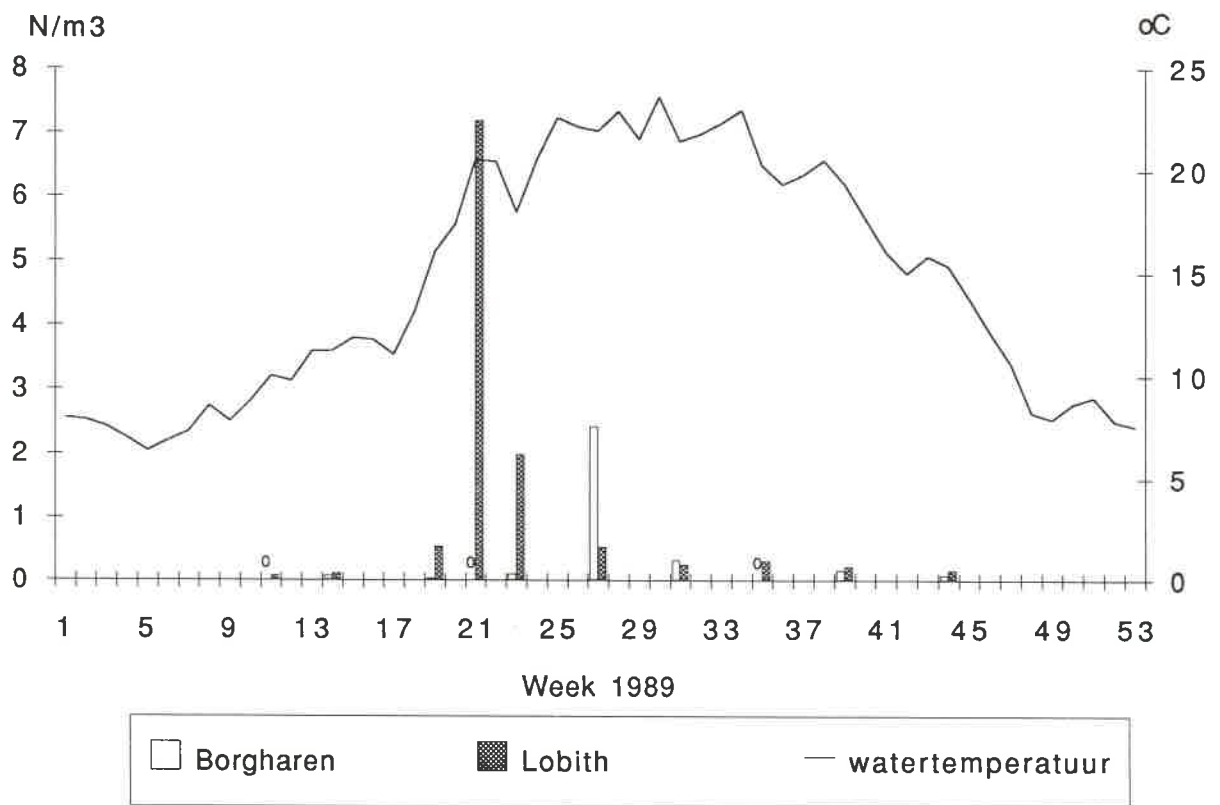
Figuur 8: Drift van Chironomidae-larven bij Borgharen boven de stuw in relatie tot licht- en donkerperiode

Tijdens de bemonsteringen in mei, juni, augustus en september blijken de Chironomidae-larven significant ($P < 0,005$) een voorkeur te vertonen voor drift tijdens de nacht. In april, juli en oktober is geen significant verschil aanwezig tussen drift overdag en 's nachts. Op grond van deze gegevens lijkt in de warmere maanden een voorkeur te bestaan voor nachtelijke drift met uitzondering van de, qua dichtheden, bijzondere drift in het begin van juli. Zie verder bijlage 13 voor de relatie tussen de drift en licht/donker periode voor enige onderscheiden soorten.

In het algemeen is er een voorkeur voor nachtelijke drift waargenomen bij alle belangrijke groepen organismen. Tevens is duidelijk dat andere factoren deze dag-nacht ritmiëk volledig kunnen maskeren.

5.2.3. Drift en temperatuur (zie ook de bijlage 4 en 7)

Een directe relatie tussen de drift van alle makro-evertebraten en de watertemperatuur is niet gevonden. Chironomidae-larven lijken nog het meest op de temperatuur te reageren in de zin dat de hoogste dichtheden (en aantallen/s) zijn aangetroffen in de periode dat de watertemperatuur hoger is dan 15°C en zich in stijgende lijn begeeft. Armitage (1977) neemt een dergelijk verloop waar in Engelse riviertjes, waarbij in de koudere maanden minder drift optreedt dan in de warmere maanden. Williams (1985) vindt, eveneens in een Engelse rivier, bij netmonsters met een maaswijdte van 200 µm een inkonsistent beeld. In het eerste jaar wordt een maximale drift van Chironomidae waargenomen in januari, terwijl dit maximum in het tweede jaar in de periode april-juni wordt bereikt. Bij bemonstering met een net met een maaswijdte van 50 µm treedt wel een duidelijk seizoensverloop op met een toenemende aantallen in de periode mei-juli en vervolgens een afname, met een minimum in november-december. In een subtropische rivier in Georgia (USA) wordt geen duidelijke seizoensfluctuatie aangetroffen in de aantallen driftende Chironomidae (Benke e.a., 1986). Met de hier bemonsterde intervallen is geen uitspraak te doen over seizoensinvloeden.



Figuur 9: Drift (overdag) van larven van Chironomidae in de Maas bij Borgharen en de Rijn bij Lobith (0 = niet bemonsterd). De watertemperatuur is het weekgemiddelde van de Maas. Het temperatuurverloop in de Rijn is vrijwel identiek.

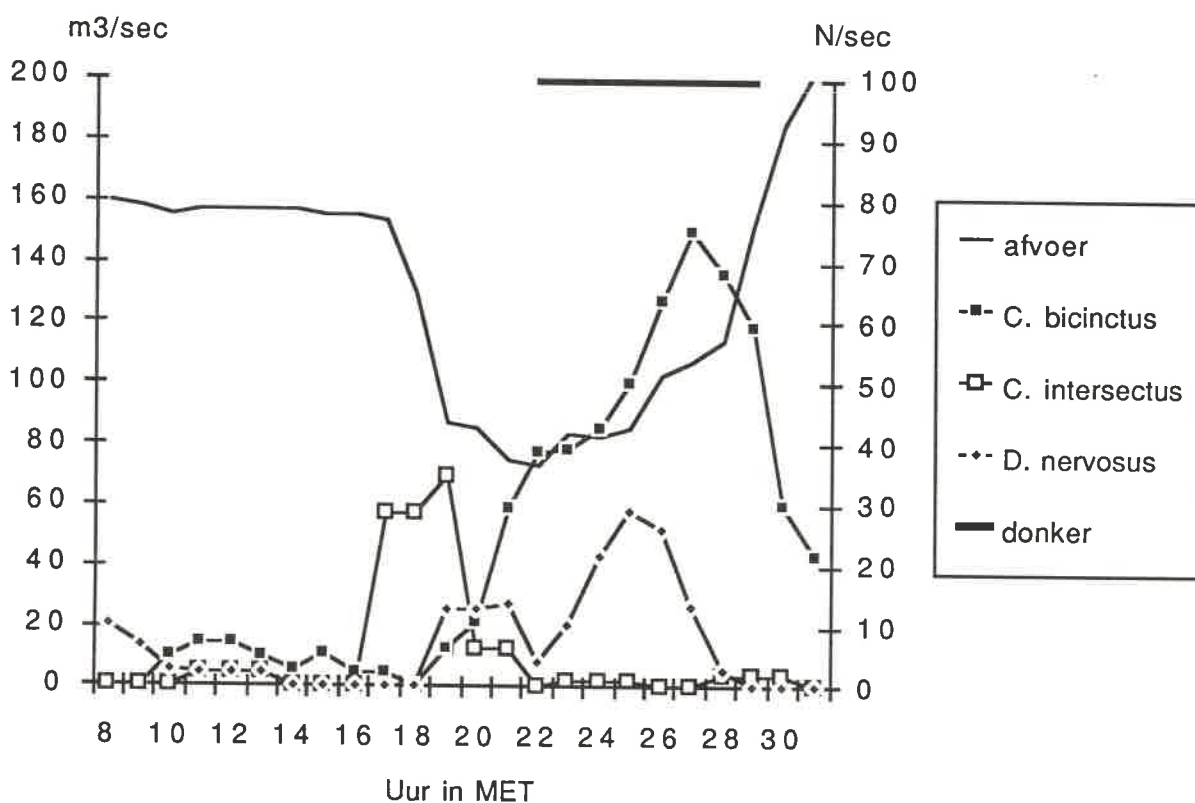
- 5.2.4. Drift van Chironomidae-larven in relatie tot afvoerfluctuaties en dag-nachtritmiëk (zie bijlage 5 voor de relatie van de groepen makro-evertebraten met de afvoer en de licht-donker periode (In bijlage 6 zijn uitkomsten van regressievergelijkingen weergegeven tussen de afzonderlijke soorten Chironomidae-larven onderling, tussen de fysisch-chemische gegevens onderling en tussen de soorten en de fysische gegevens)

De relatie tussen drift en afvoerfluctuaties gedurende het etmaal is geanalyseerd aan de hand Chironomidae-larven in de etmaalbemonsteringen bij Borgharen. De overige groepen makro-evertebraten zijn, door het jaar heen, in te lage aantallen aanwezig om zinnvolle berekeningen mee uit te voeren. Van de Chironomidae-larven is per soort het gedrag geanalyseerd tijdens de bemonsterde etmalen.

Per afzonderlijke bemonstering zijn de volgende milieufactoren bepaald: de afvoer op het moment van bemonstering, het gehalte aan zwevende stof, de periode licht-donker en de stralingsintensiteit op het moment van bemonstering (alleen voor de maanden juli - oktober). Tussen deze fysische factoren onderling, de soorten en de fysische factoren en de soorten onderling zijn lineaire regressiecoëfficiënten berekend (zie bijlage 6).

De vergelijking tussen de fysische factoren onderling geeft aan dat in de maanden april, augustus en september een negatief verband aanwezig is tussen de licht-donker periode en de afvoer. Dit betekent dat de afvoer overdag lager is dan 's nachts. De daarbij behorende afvoeren bedragen gemiddeld respectievelijk ca. 300, 40 en 25 m³/sec. In de overige maanden vertoont de afvoer 's nachts relatief lage waarden bij een afvoer die varieert tussen gemiddeld 70 en 200 m³/sec. Van de afzonderlijke etmalen zijn die in juni, juli en augustus het meest relevant omdat daarin de hoogste aantallen Chironomidae-larven zijn aangetroffen. Het aantalsverloop van de larven is uitgedempt met behulp van een lopend 3-punts gemiddelde omdat dit gemiddelde de beste relatie vertoont met de afvoer en licht-donker periode.

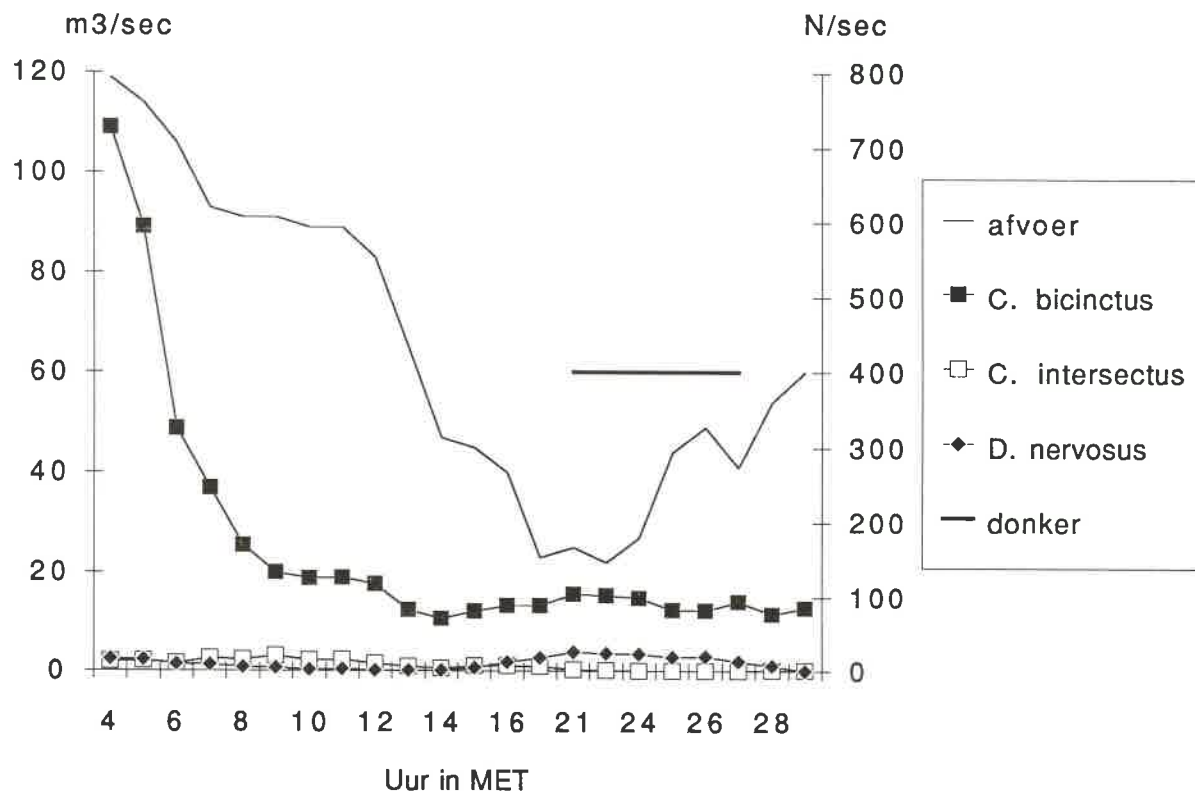
- 5.2.4.1. Drift van Chironomidae-larven in relatie tot afvoerfluctuaties en dag-nachtritmiëk op 5 en 6 juni. In figuur 10 is de afvoer, de licht-donker periode en het aantalsverloop van enige soorten Chironomidae weergegeven



Figuur 10: Drift van de larven van *Cricotopus bicinctus*, *C. intersectus* en *Dicrotendipes nervosus* op 5 en 6 juni in relatie tot de afvoer en licht/donker

De meest talrijke soorten vertonen een drift die positief gekorreleerd is aan de donkere periode en hebben, in mindere mate, een negatieve relatie met de afvoer en het gehalte aan zwevende stof. Dit houdt in dat een halvering van de afvoer in de periode van één uur en de daaropvolgende verdubbeling van de afvoer niet aantoonbaar leidt tot een verhoogde drift van de afzonderlijke soorten. Dat de afvoer en licht-donker periode ook een significante relatie vertonen ($R = 0,568$) geeft aan dat de invloed van deze twee factoren niet te scheiden is. De negatieve relatie tussen de soorten en de afvoer geeft in ieder geval wel aan dat de toename van de afvoer in dit etmaal niet leidt tot een verhoogde drift.

5.2.4.2. Drift van Chironomidae-larven in relatie tot afvoerfluctuaties en dag-nachtritmiëk op 3 en 4 juli (figuur 11)



Figuur 11: Drift van de larven van *Cricotopus bicinctus*, *C. intersectus* en *Dicrotendipes nervosus* op 3 en 4 juli 1989 in relatie tot de afvoer en licht/donker

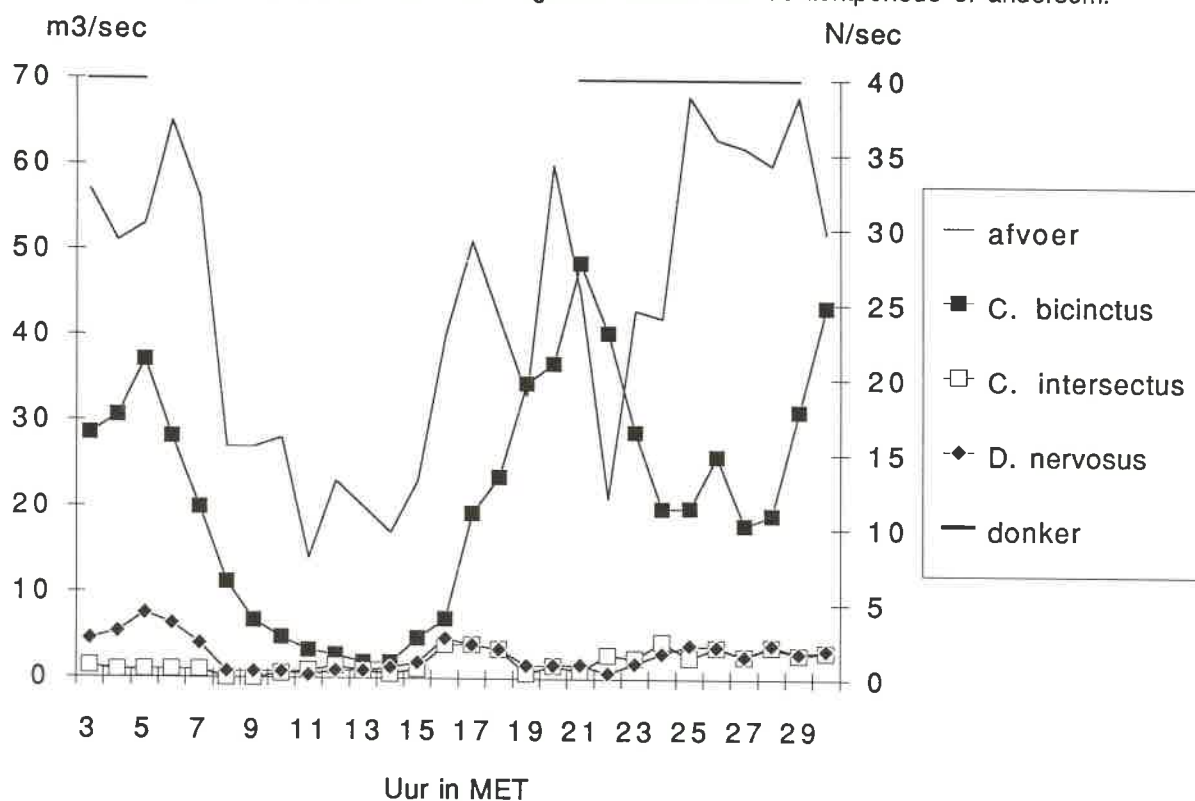
De afvoer in het voorafgaande etmaal (2 juli) begint relatief hoog met daarna een minimum van ca. 60 m³ tussen 12 en 18 uur, gevolgd door een stijging vanaf 18 uur. De totale aantallen Chironomidae-larven zijn in deze serie veel hoger dan in de overige meetseries bij Borgharen. Buitengewoon opmerkelijk is dat alle grazers (bv. LeSage en Harrison, 1980): *Cricotopus bicinctus*, *C. intersectus*, *C. sylvestris*, *C. triannulatus* en *Orthocladius* een positieve relatie vertonen met de afvoer en geen of zelfs een positieve relatie bezitten met de lichtperiode (In figuur 11 zijn alleen *Cricotopus bicinctus* en *C. intersectus* weergegeven. In bijlage 6 staan ook voor de overige soorten de uitkomst van de regressie vermeld). De sediment-eter *Dicrotendipes nervosus* en de rover *Parachironomus arcuatus* vertonen daarentegen wel een negatieve relatie hebben met de lichtperiode en geen, of een negatieve relatie met de afvoer.

Aan de hand van *Cricotopus bicinctus* zal nader ingegaan worden op dit uitzonderlijke driftverloop. Het zijn met name de positieve relatie met de afvoer en het constante verloop van de drift van deze soort gedurende de middag, avond en nacht waaruit kan worden verondersteld dat de drift niet wordt veroorzaakt door gebeurtenissen vlak bij het meetpunt, maar veel verder stroomopwaarts een oorsprong heeft. Omdat op 3 juli bij wijze van experiment ook drift is gemeten in enige beken die bovenstrooms van Borgharen in de Maas uitmonden (Berwine, Voer en Jeker) is het zinvol om met name de drift in de Jeker te vergelijken met de drift in Borgharen. De Jeker komt vanuit België en mondt 2800 m bovenstrooms de stuw van Borgharen uit in

de Maas. De globale looptijd tussen de monding van de Jeker en de stuw is ca. 4 uur (bij een gemiddelde afvoer van $75 \text{ m}^3/\text{sec}$). De afstand van het monsterpunt in de Jeker tot aan de monding is ca. 1000 m, hetgeen bij een stroomsnelheid van $0,4 \text{ m/s}$ een looptijd vergt van 45 minuten. De totale looptijd bedraagt derhalve 4.45 uur. De bemonstering in de Jeker heeft plaatsgevonden tussen 12.15 uur en 12.45 uur, zodat deze organismen tussen ca. 17.00 uur en 17.30 uur bij Borgharen moeten zijn aangekomen (indien ze zich ondertussen niet op substraat hebben vastgehecht). Wordt de drift van *Cricotopus bicinctus* in de Jeker ($155/\text{sec}$) vergeleken met die in Borgharen ($100/\text{sec}$) en gekorrigeerd voor de afleiding van water naar de Z. Willemsvaart ($16 \text{ m}^3/\text{sec}$), het Julianakanaal ($23 \text{ m}^3/\text{sec}$) en over de stuw bij Borgharen ($39 \text{ m}^3/\text{sec}$) dan blijkt dat het aantal *C. bicinctus* in de drift bij Borgharen voor 75% afkomstig kan zijn uit de Jeker. Indien dit inderdaad het geval is, dan geeft de driftmeting bij Borgharen in dit geval geen beeld van de drift in de Maas, maar van de Jeker. Bij een dergelijk proces kan dan ook worden verwacht dat de drift van *Cricotopus bicinctus* geen dag-nacht ritmiek vertoont maar afhankelijk is van de afvoer van de Maas en de dichtheden in de drift in de Jeker. De reden dat de drift van *Cricotopus bicinctus* in de Jeker zeer hoog is ($55 \text{ larven}/\text{m}^3$) is onduidelijk. Evenmin is bekend of de larven levend in de drift aanwezig waren of dood werden meegevoerd. Een goede vergelijking met de andere soorten in de drift bij Borgharen en in de Jeker is door de geringe aantallen niet mogelijk.

5.2.4.3. Drift van Chironomidae-larven in relatie tot afvoerfluctuaties en dag-nachtritmiek op 1 en 2 augustus (figuur 12)

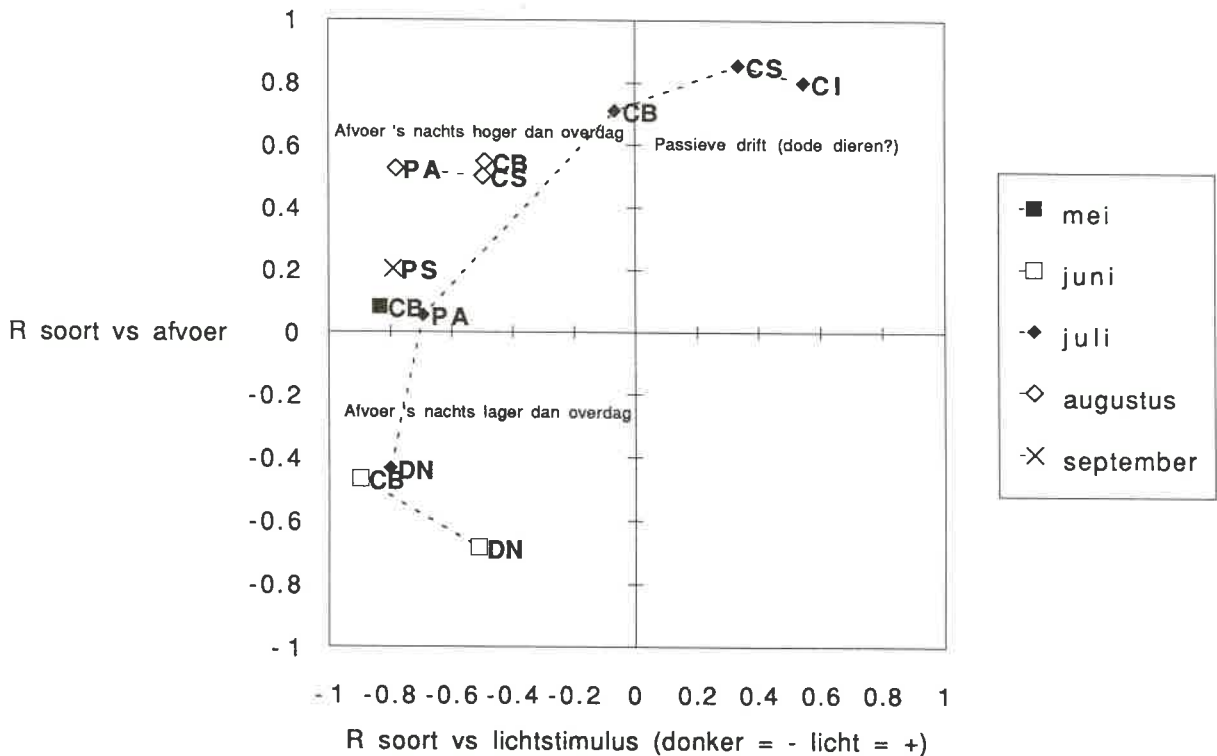
De drift van 1 en 2 augustus wordt voornamelijk gekenmerkt door een positieve relatie tussen de soorten en de donkere periode. De positieve relatie met de afvoer is tweede in rang. In tegenstelling tot juli zijn de lichtperiode en de afvoer hier negatief aan elkaar gekorreleerd zodat een berekende positieve relatie met de afvoer deels veroorzaakt kan worden door een negatieve relatie met de lichtperiode of andersom.



Figuur 12: Drift van de larven van *Cricotopus bicinctus*, *C. intersectus* en *Dicrotendipes nervosus* op 1 en 2 augustus 1989 in relatie tot de afvoer en licht/donker

5.2.4.4. Drift van Chironomidae-larven in relatie tot afvoerfluctuaties en dag-nachtritmiëk over de onderzoeksperiode

Als samenvatting van de drift over de onderzoeksperiode is figuur 13 voor de meest talrijke soorten de regressiecoëfficiënt tussen de drift en de lichtstimulus (overdag + en 's nachts -) en tussen de drift en de afvoer uitgezet voor de perioden dat deze soorten in voldoende mate aan de drift deelnamen voor zinvolle regressievergelijkingen.



Figuur 13: Drift van de meest algemene Chironomidae-larven in relatie tot maand van bemonstering, afvoer en lichtstimulus. Tenminste één van beide regressiecoëfficiënten is significant ($P < 0,05$). (CB = *Cricotopus bicinctus*, CI = *Cricotopus sylvestris*, CS = *Cricotopus sylvestris*, DN = *Dicotendipes nervosus*, PA = *Parachironomus arcuatus*, PS = *Procladius spec.*)

Uit de figuur blijkt dat drift hoofdzakelijk 's nachts optreedt. De relatie tussen de drift (in aantal/sec) en de afvoer is negatief of niet significant in de gevallen dat de afvoer 's nachts lager is dan overdag. Met andere woorden, de afvoer vertoont geen relatie met de drift òf er verplaatsen zich ondanks de lagere afvoer 's nachts toch meer larven per seconde door drift dan overdag. In het geval dat de afvoer 's nachts hoger is dan overdag (alleen het geval in augustus), wordt een positieve relatie tussen de drift en de afvoer gevonden. In dit geval treedt drift op onder invloed van de nacht, hetgeen dan leidt tot een positieve relatie met de afvoer die dan ook hoger is. Uitzonderlijk is ook hier de drift van begin juli. Voor de *Cricotopus* soorten worden zeer hoge regressiecoëfficiënten gevonden met de afvoer ($R > 0,71$, $P < 0,0005$). Evenals in het bovenstaande wordt hier een aanwijzing gevonden dat deze soorten passief door de stroom worden meegevoerd en dat het wellicht dode dieren betreft. De larven van *Dicotendipes nervosus* en *Parachironomus arcuatus* reageren wel normaal, waardoor de vraag openblijft of de *Cricotopus* soorten van verder bovenstrooms afkomstig zijn (zijbeken?) en de andere soorten niet, òf dat zich een bepaalde gebeurtenis heeft voorgedaan die wel invloed uitoefent op de *Cricotopus* soorten, maar niet op *Dicotendipes* en *Parachironomus*.

Samenvattend kan over de drift in de Maas bij Borgharen het volgende worden vermeld:

- Drift van Oligochaeta en exuviae vertonen een positieve relatie met de afvoer, vooral als deze 250 m²/s overschrijdt. Dit houdt voor 1989 in dat vooral in het voorjaar grote aantallen Oligochaeta en exuviae in de drift zijn aangetroffen. In de overige maanden zijn hun aantallen veel lager.
- Drift van Chironomidae-larven lijkt vooral gerelateerd te zijn aan de maanden met een hoge watertemperatuur. Als volgende faktor lijkt een dag-nacht ritmiek invloed uit te oefenen door een grotere nachtelijke drift. De eventuele invloed van de afvoer of van wisselingen in de afvoer op de drift kunnen niet worden aangetoond.
- Bij de drift van Chironomidae zoals is bemonsterd op 3 en 4 juli lijkt het geenszins uitgesloten dat de bij Borgharen gemeten drift in feite veroorzaakt wordt door drift in zijbeken en passief transport door de Maas.
- Door het verschil in driftpatroon van de afzonderlijke soorten Chironomidae is het bij drift onderzoek noodzakelijk om deze groep tot op de soort te determineren.
- Het eenduidig vaststellen van de invloed van fysisch-chemische factoren op de drift van organismen kan slechts dan succes hebben indien drift continue wordt geregistreerd, met in achtname van de licht- en donkerperiode.

5.3. Vergelijking van de drift in Borgharen met de drift in de Rijn bij Lobith (In bijlage 2 staan de gemiddelde waarden voor de afzonderlijke perioden in beide rivieren)

Gedurende de periode medio maart (alleen Lobith) tot eind oktober zijn in Lobith driftbemonsteringen uitgevoerd in hetzelfde etmaal als bij Borgharen. In Lobith bestaat een meetreeks uit 10 monsters van elk 5 minuten met een interval van ca. 10 minuten. Deze bemonsteringen hebben overdag plaatsgevonden met uitzondering van eind september toen een geheel etmaal, ieder uur een bemonstering is uitgevoerd zoals bij de etmaal metingen in Borgharen. Van de meetseries overdag zijn de eerste en laatste monsters geanalyseerd. In totaal zijn in Lobith 50 monsters geanalyseerd en in Borgharen 171 monsters. In totaal zijn in Borgharen 156 taxa verzameld en in Lobith 166 taxa. Worden de Chironomidae-exuviae buiten beschouwing gelaten dan zijn in Borgharen 98 taxa verzameld en in Lobith 115 taxa.

In bijlage 7 zijn de onderscheiden groepen makro-evertebraten in beide rivieren met elkaar vergeleken. In tabel 2 zijn de gemiddelde dichtheden en het gemiddelde aantal soorten per monster in Borgharen en Lobith met elkaar vergeleken over de gehele bemonsteringsperiode. Deze gegevens hebben in Borgharen zowel als in Lobith betrekking op de overeenkomstige periode overdag. De data waarbij in Lobith wel gemonsterd is en in Borgharen niet (resp. 16 maart, 24 mei en 30 augustus), zijn weggelaten.

Groep	Borgharen		Lobith	
	Aantal/m ³	Gem. taxa	Aantal/m ³	Gem. taxa
Chironomidae larven	0,33	1,9	0,53	6,7
Chironomidae poppen	0,02	0,9	0,06	1,6
Chironomidae exuviae	0,55	6,1	7,04	12,3
Chironomidae im manlijk	0,05	0,9	0,09	2,5
Chironomidae im vrouwlijk	0,12	1,4	0,05	1,6
Oligochaeta	2,29	?	3,54	?
Amphipoda	0,00	0,0	0,42	0,4
Trichoptera	0,00	0,0	0,03	0,4
Overige	0,03	0,2	0,31	0,4
Totaal	3,37	11,4	12,07	26,0
Totaal - Chir, exuviae	2,83	5,3	5,03	13,7

Tabel 2: Gemiddelde dichtheden en gemiddeld aantal soorten per monster in de drift bij Borgharen en Lobith over de onderzoeksperiode

Het meest opvallend verschillen de dichtheden van Chironomidae-exuviae. De lage aantallen in de Maas zijn het gevolg van de lage stroomsnelheden in de periode juni-oktober. Hierdoor worden de exuviae niet met de stroom meegevoerd, maar door de wind naar de oevers gedreven. In de Rijn bij Lobith is gedurende het gehele seizoen een stroomsnelheid door het net gemeten van $\geq 0,7$ m/s, terwijl die in Borgharen kan teruglopen naar 0,15 m/s bij de stuw en in het stuwpannd bovenstrooms kan het water zelfs volledig stagneren.

Voorts zijn in de Maas geen drijvende kokerjuffers (*Hydropsyche contubernalis*) aangetroffen en ook vlokreeften (*Gammarus* spp.) ontbreken geheel. Vooral het ontbreken van de vlokreeften is een weerslag van de bijzonder slechte waterkwaliteit in dit gedeelte van de Maas.

Voor de overige groepen kan worden vastgesteld dat er, gemiddeld genomen, geen grote verschillen aanwezig zijn tussen de Maas en de Rijn. Zij het dat de totale drift van alle groepen (uitgezonderd de exuviae van Chironomidae) in Lobith 75% hoger is dan in Borgharen. Voor toekomstig driftonderzoek zou men op grond van de dichtheden van de makro-evertebraten (overdag) in de drift het volume van het te nemen monster kunnen afleiden. Bij monsters met 100 individuen zou in de Maas ca. 35 m³ water moeten worden gezeefd door een maaswijdte van 250 μ m. In de Rijn zou voor dit aantal een volume van ca. 20 m³ volstaan, waarbij in beide gevallen de Chironomidae-exuviae buiten beschouwing worden gelaten.

Indien de soort samenstelling van de drift in de Maas en de Rijn met elkaar worden vergeleken dan valt op dat het gemiddeld aantal taxa per monster in Lobith een faktor 2,5 maal hoger ligt dan in Borgharen. Dit is niet toe te schrijven aan de omvang van de monsters, maar aan het aanzienlijk aantal soorten dat wel in de Rijn aanwezig is, maar niet in de Maas bij Borgharen. Het gaat hierbij vooral om een aantal stroomminnende Chironomidae die ontbreken in de Maas en verder de vlokreeften en kokerjuffers. Omgekeerd zijn er geen soorten die alleen bij Borgharen voorkomen. Uit het verloop van de aantallen per groep door het seizoen valt met de gehanteerde frekwentie van bemonstering weinig concreets af te leiden. In beide rivieren komen de Oligochaeta vanaf maart tot uiterlijk begin juli met aanzienlijke aantallen in de drift voor. De Chironomidae-larven verschijnen vanaf begin mei tot begin juli in de drift. De drift van *Gammarus* soorten, maar ook van de immigrant *Corophium curvispinum* uit het Donaustroomgebied (Van den Brink e.a., 1989) lijkt vooral op te treden in de periode eind augustus-september. Waters (1981) stelt vast dat de drift van de Noordamerikaanse *Gammarus pseudolimnaeus* overeenkomt met de periode dat maximale produktie plaatsvindt. Deze drift zou volledig gekompenseerd kunnen worden uit de produktie, zonder dat daar stroomopwaartse migratie tegenover behoeft te staan. Door lengte-metingen aan de *Gammarus*-soorten van het kunstmatig substraat uit te voeren (iedere 2 weken in Lobith verzameld) zou in de Rijn de relatie tussen produktie en drift van *Gammarus*-soorten kunnen worden vastgesteld.

5.4. Vergelijking van de nachtelijke drift in Borgharen, Maaseik en Lobith op 27-29 september 1989 (Zie bijlage 8)

In de periode 27-29 september zijn bij Borgharen, in de Grensmaas bij Maaseik en bij Lobith nachtelijke driftbemonsteringen uitgevoerd. De vergelijking heeft betrekking op de periode 18.00 uur tot 6.00 uur.

Groep	Borgharen		Maaseik		Lobith	
	Aantal/m ³	Gem. taxa	Aantal/m ³	Gem. taxa	Aantal/m ³	Gem. taxa
Chironomidae larven	0,25	2,25	0,80	5,77	0,25	6,23
Chironomidae poppen	0,26	0,92	0,26	2,69	0,15	2,92
Chironomidae exuviae	0,14	1,83	12,01	11,69	4,67	9,15
Chironomidae im manlijk	0,08	0,92	0,20	2,15	0,14	2,62
Chironomidae im vrouwlijk	0,55	2,83	0,27	2,62	0,16	1,92
Oligochaeta	0,02	?	0,32	?	0,21	?
Amphipoda	0	0	0	0	6,47	2,08
Trichoptera	0	0	0,13	0,69	0,11	1,08
Overige	0	0	0,07	0,15	0,27	0,92
Totaal	1,32	8,75	14,06	25,77	12,42	26,92
Totaal - Chir. exuviae	1,18	6,92	2,05	14,08	7,75	17,77

Tabel 3: Vergelijking van de gemiddelde drift-dichtheden en het gemiddelde aantal taxa per driftmonster voor de Maas bij Borgharen, de Grensmaas bij Maaseik en de Rijn bij Lobith

Uit tabel 3 valt in de eerste plaats af te leiden dat de drift bij Borgharen (exklusief Chironomidae-exuviae) bijna een faktor 2 lager is dan die bij Maaseik. Omdat geen vliezende Welle is onderzocht betekent dit niet dat er tweemaal zoveel organismen uit de Grensmaas driften dan er bij Borgharen aan de Grensmaas worden toegevoegd. Een dergelijke konstatering mag echter wel worden gemaakt voor het aantal taxa dat per driftmonster de Grensmaas inkomt en deze weer verlaat. Bij Borgharen zijn gemiddeld 7 taxa per monster aanwezig, terwijl dit bij Maaseik het dubbele is. Het verschil is gelegen in soorten die niet in de drift bij Borgharen aanwezig zijn, maar wel in de drift bij Maaseik. Wordt het totale soortbestand in de drift bij Borgharen over de periode april - oktober geanalyseerd op soorten die momenteel aanwezig zijn in de Grensmaas of daar vroeger hebben geleefd, dan moet gekonkludeerd worden dat de aanvulling van soorten in de Grensmaas vanuit het bovenstroomse deel van de Maas geen enkele rol speelt. Op grond van de driftgegevens, maar ook uit de gegevens van het kunstmatig substraat (zie onder) blijkt dat de Grensmaas een levensgemeenschap heeft die tolerant is ten opzichte van waterkwaliteit en afvoerfluctuaties. Eventueel kan het soortbestand worden aangevuld vanuit de zijbeken die uitmonden in de Grensmaas en waarvan de Geul qua afvoer en geografische ligging de belangrijkste beek is.

Vergelijken we de dichtheden in de drift bij Maaseik en Lobith dan wordt het verschil grotendeels veroorzaakt door de Amphipoda in de Rijn. Zoals boven vermeld is *Gammarus tigrinus* de meest talrijke soort, gevolgd door *Gammarus pulex* en *Corophium curvispinum*.

Het gemiddelde aantal taxa per driftmonster in Maaseik en Lobith komen goed overeen. Ook de soortsamenvatting van de fauna is (de Amphipoda uitgezonderd) vergelijkbaar. De oorzaken voor de afwezigheid van Amphipoda in de Grensmaas zijn momenteel niet eenduidig vast te stellen. In de voorstellen voor verder onderzoek zal hierop verder worden ingegaan.

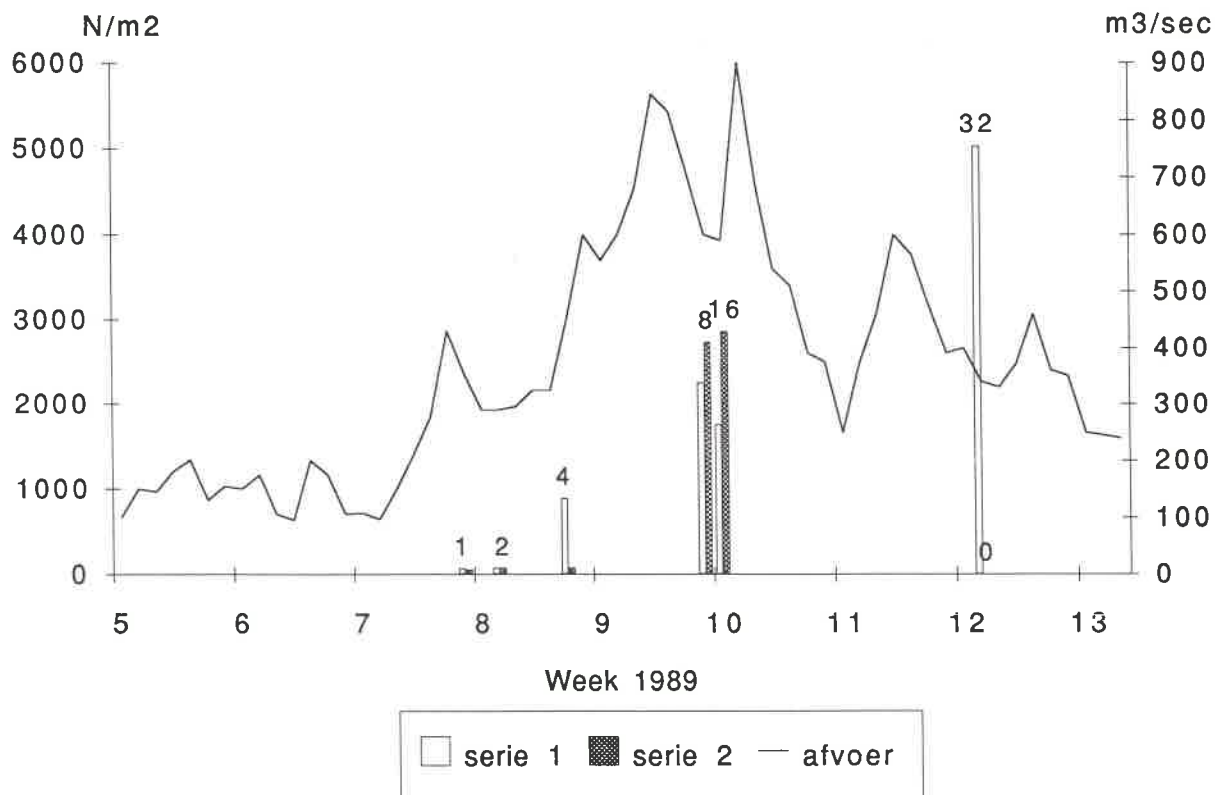
5.5. Relatie tussen drift en kolonisatie van kunstmatig substraat (Zie bijlage 9 voor de basisgegevens van het kunstmatig substraat in de Grensmaas)

Onderzoek met behulp van kunstmatig substraat valt uiteen in vier deelonderzoeken met ieder een eigen doelstelling. Deze groepen zijn:

- Meetserie ingezet in februari - maart bij Borgharen boven de stuw om de optimale kolonisationsnelheid vast te stellen
- Meetserie ingezet op drie lokaties in de Grensmaas tijdens de etmaalbemonsteringen van de drift bij Borgharen en 8 dagen later opgehaald.
- Meetserie met kolonisationsduur van 28 dagen in de Grensmaas bij Maaseik, behorende bij een ander onderzoek (ecologisch meetnet Maas)
- Meetserie van kunstmatig substraat in Lobith (2e helft 1987 en eerste helft 1988) met een kolonisationsduur van 28 dagen, behorende bij het onderzoek Biologische Monitoring van de Rijn (Bij de Vaate en Greijdanus-Klaas, 1990)

5.5.1. Drift en kolonisatie van kunstmatig substraat in de periode februari- april in de Maas bij Borgharen boven de stuw

In een vooronderzoek (zie boven) bleek dat een kolonisationsduur van 8 dagen in februari/maart de optimale kolonisationsduur opleverde. Op het kunstmatig substraat bleken vrijwel uitsluitend Oligochaeta aanwezig te zijn. Alhoewel in de overeenkomstige periode geen drift in Borgharen is gemeten wijst de drift in april erop dat in koudere perioden met hoge afvoeren nauwelijks insecten aan de drift deelnemen en juist de Oligochaeta zeer hoge dichtheden kunnen bereiken. In figuur 14 is de kolonisatie van Oligochaeta gedurende de meetserie van 1 - 32 dagen uitgezet tegen de afvoer.



Figuur 14: Kolonisatie van kunstmatig substraat en afvoer in de Maas bij Borgharen boven de stuw (0 = geen waarneming, overige waarden zijn de kolonisatieperioden in dagen. Serie 1 en 2 zijn duplo's

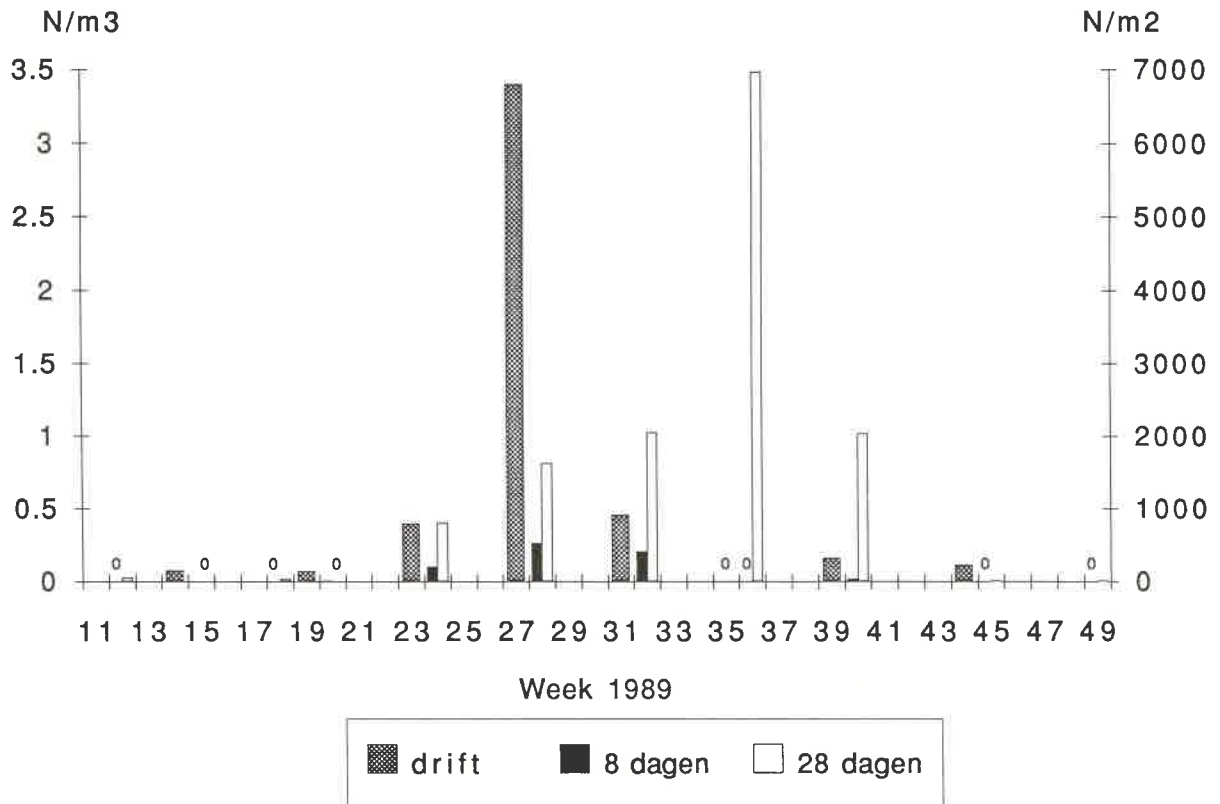
Behalve dat slechts de kolonisiatieduur van 8 dagen significant hoger is dan de direkt daaraan voorafgaande periode (in dit geval 4 dagen) kan uit de figuur worden afgeleid dat de kolonisiatieduur van 8 en 16 dagen nauwelijks van elkaar verschillen dat de Oligochaeta het substraat snel koloniseren, maar ook snel weer verlaten.

5.5.2. Drift en kolonisatie van kunstmatig substraat in de periode april-oktober

5.5.2.1. Drift en kolonisatie van kunstmatig substraat in de periode april-oktober in de Maas en Grensmaas (zie bijlage 10 voor de vergelijking tussen de kolonisiatieduur van 8 en 28 dagen van het kunstmatig substraat in de Grensmaas en bijlage 11, waarin de drift bij Borgharen boven de stuw vergeleken wordt met kolonisatie van kunstmatig substraat (kolonisiatieduur 8 dagen) in de Grensmaas bij Borgharen, Elsloo en Maaseik)

Om deze relatie te onderzoeken zijn tijdens de driftbemonsteringen bij Borgharen op 3 lokaties in de Grensmaas (zie figuur 2) sets van 3 korfjes neergezet. Deze zijn (voor zover nog aanwezig) 8 dagen later weer opgehaald. Uit iedere set van 3 korfjes is er één in analyse genomen.

Tijdens de 7 series driftbemonsteringen zijn er derhalve 21 sets kunstmatig substraat uitgezet. Hiervan zijn echter 10 sets gestolen of vernield. Om toch nog enige vergelijking tussen de dichtheden in de drift en op het kunstmatig substraat te kunnen maken zijn ook de monsters ten behoeve van het ecologisch meetnet Maas toegevoegd aan het bestand. Deze substraten hebben 28 dagen in de Grensmaas bij Maaseik gestaan. In de onderstaande figuur zijn de gegevens van de drift uitgezet tegen de twee kategoriën kunstmatig substraat.



Figuur 15: Dichtheden van Chironomidae-larven in de drift (N/m^3) bij Borgharen boven de stuw en op het kunstmatig substraat (N/m^2) in de Grensmaas. Kolonisatieperiode in aantal dagen (0 = onbedoeld geen gegevens)

In deze figuur kunnen ondanks de velen gaten in de meetreeksen twee zaken worden opgemerkt:

- De dichtheden in de drift en op het kunstmatig substraat nemen toe vanaf begin juni. De dichtheden in de drift nemen echter af vanaf augustus, terwijl de dichtheden op het substraat pas afnemen vanaf begin oktober.

- De dichtheden van Chironomidae-larven zijn op het substraat met een kolonisiertijd van 8 dagen significant lager dan die op de substraten met een kolonisiertijd van 28 dagen ($P < 0,05$)

Het eerste verschijnsel heeft te maken met de levenscyclus van de Chironomidae. Hiervan is slechts weinig in detail bekend, maar voor een aantal soorten die in de Maas een belangrijke rol spelen (*Cricotopus* spp.) verloopt de levenscyclus als volgt (naar LeSage en Harrison, 1980):

Na de uitvliegpiek eind mei worden de eerste stadia begin juni op het substraat aangetroffen. Vervolgens treedt in de zomer een snelle groei op. In september - oktober worden grote vierde stadia larven en prepopen gevonden voorafgaande aan de uitvliegperiode in de herfst. Tot midden november worden nog kleine larven verzameld op het substraat die vermoedelijk in het tweede stadium verkeren. Van november tot maart verdwijnen de larven volledig van de oppervlakte van het substraat en waarschijnlijk migreren ze naar een overwinteringsverblijf diep in de bodem. In april worden de eerste larven weer op het substraat aangetroffen en in mei zijn de aantallen hoog en betreft het voornamelijk vierde stadia larven, waarmee de cyclus rond is. Bij een dergelijke levenscyclus kan figuur 15 als volgt worden geïnterpreteerd:

In de periode tot begin mei (week 18 - 19) verblijven de larven nog diep in de bodem, zodat ze nauwelijks in de drift en op het substraat worden aangetroffen. Vanaf medio mei kruipen de larven uit de bodem en koloniseren het kunstmatig substraat. Hierbij zullen ook larven in de drift verschijnen, enerzijds door competitie op het substraat, of anderzijds door accidentele wegspoeling. Na het uitvliegen van deze wintergeneratie zullen de jonge larven van de zomer generatie uit het ei kruipen en een plaats op het substraat gaan zoeken. In de drift worden deze jonge larven niet verzameld met een net met een maaswijdte van $250 \mu m$ (Williams, 1985). Vermoedelijk verkeren deze larven in juli-augustus inmiddels in het derde en vierde stadium, zodat ze dan wel met het driftnet worden verzameld. Nadat ook deze larven zijn verpopt en uitgevlogen, hetgeen vermoedelijk in vanaf begin augustus het geval is, zullen de jonge larven van de

volgende generatie zich weer naar het substraat begeven. Of er nog een najaarspiek plaatsvindt in het uitvliegen is per soort verschillend. In ieder geval treedt vanaf september geen omvangrijke drift meer op van grote larven en worden ze vanaf begin november ook niet meer op het kunstmatig substraat aangetroffen. Deze larven zijn dan vermoedelijk al in de bodem weggekropen voor hun overwintering.

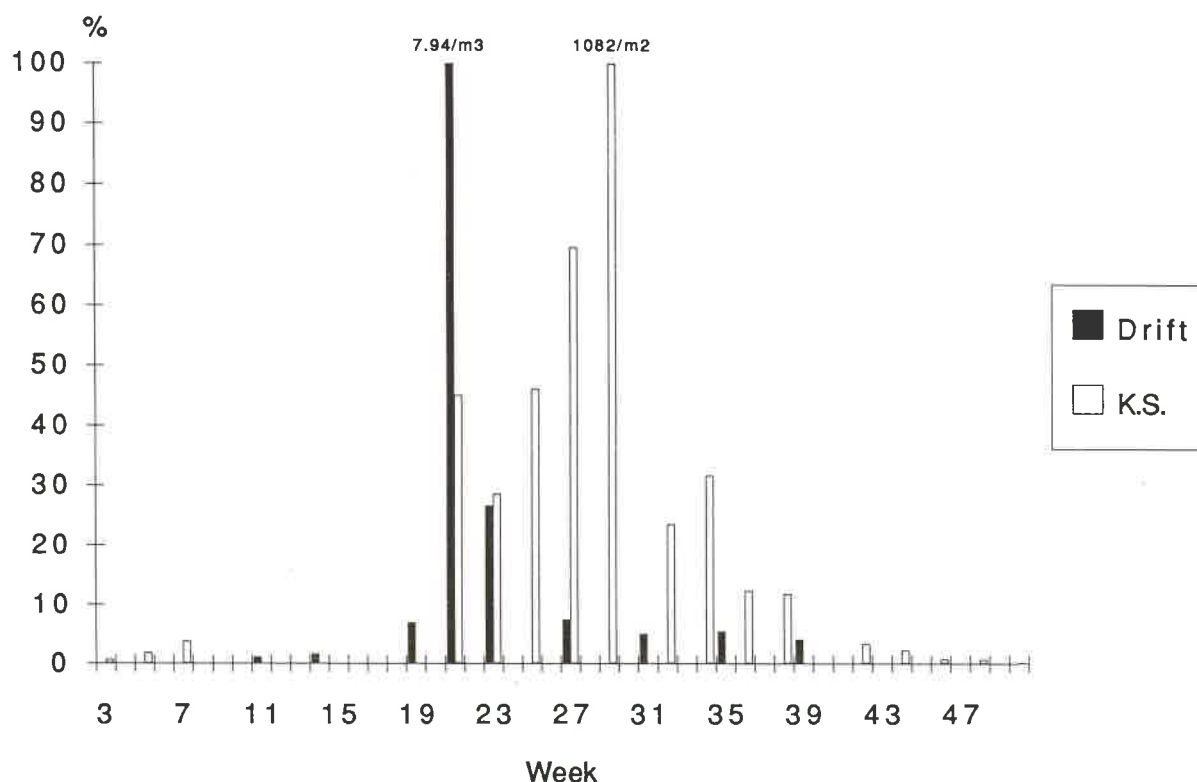
Een relatie tussen de drift van Oligochaeta en de dichtheden op het kunstmatig substraat kan niet gedetailleerder worden omschreven dan dat in de maanden april tot begin juni nog aanzienlijke aantallen in de drift worden aangetroffen en dat hun aantallen van maart tot begin juni op het substraat zeer hoog kunnen zijn. In de daarop volgende periode, tot eind oktober, zijn de aantallen in de drift en op het substraat laag. Daarna (begin december nemen de aantallen op het substraat weer toe. In deze periode is geen drift gemeten. Een van de belangrijkste organismen op het kunstmatig substraat is de Grensmaas is *Hydropsyche contubernalis*, waarvan een maximale dichtheid van 2174 larven/m² is vastgesteld. Aangezien deze kokerjuffer niet in de drift bij Borgharen is aangetroffen, moet worden gekonkludeerd dat de kolonisatie plaatsvindt vanuit de Grensmaas zelf en/of vanuit de zijbeken. Overeenkomstig het beeld van de Chironomidae-larven wordt *Hydropsyche contubernalis* vanaf begin juni tot eind september op het substraat in grote aantallen (300-2200/m²) aangetroffen in de overige maanden komt dit aantal niet boven de 60/m². Dit is in overeenstemming met Becker (1987) die vanaf midden oktober tot midden april nauwelijks larven op stenen bij de oever in de Rijn aantreft. Hij vermoedt dat de larven in de winter naar diepere delen van het rivierbed kruipen die met de gehanteerde methode niet meer te bemonsteren zijn.

Het verschijnsel dat Chironomidae hogere dichtheden bereiken op het kunstmatig substraat na een kolonisiatieduur van 28 dagen ten opzichte van 8 dagen, geeft aan dat deze groep een andere kolonisatiestrategie heeft dan de Oligochaeta, waarvoor geen verschil in dichtheden is gekonstateerd tussen een kolonisiatieduur van 8 of 28 dagen. Dit houdt in dat Oligochaeta, in tegenstelling tot Chironomidae-larven, het substraat niet gebruiken als een permanente verblijfplaats, maar als een soort tussenstation. Worden de aantallen Chironomidae-larven op het verschillende substraatseries met elkaar vergeleken, dan zijn er op het substraat van 28 dagen in week 23 tm. week 32 ca. 4 maal (3,1-5) zoveel larven aanwezig dan op het substraat van 8 dagen. Dit is opvallend overeenkomstig met het verschil in kolonisatieperiode ($28/8 = 3,5$). Hieruit kan worden afgeleid dat een konstante akkumulatie van het substraat optreedt. Met andere woorden dat de kolonisatie groter is dan de dekolonisatie, resulterend in een lineaire aanwas van Chironomidae op het substraat. Dit proces lijkt te stoppen als de activiteit van de Chironomidae-larven afneemt tegen het einde van het seizoen. In begin oktober (week 41) bedraagt de dichtheid op het substraat van 28 dagen een faktor 62 maal de dichtheid op het substraat van 8 dagen, wat aangeeft dat de larven van eind september tot begin oktober nauwelijks nog koloniseren maar dat er in de 20 dagen die daaraan voorafgaan nog volop kolonisatie optreedt.

Het kolonisatiepatroon van *Hydropsyche contubernalis* komt overeen met dat van de Chironomidae-larven. Ook hier treden significant ($P < 0,05$) hogere dichtheden op na 28 dagen dan na 8 dagen. De dichtheden na 28 dagen zijn in de weken 24, 28 en 32 respectievelijk 2,3, 5,1 en 4,9 maal zo hoog als na 8 dagen. In week 42 (begin) oktober bedraagt deze verhouding een faktor 11.

5.5.2.2. Drift en kolonisatie van kunstmatig substraat in de periode april-oktober in de Rijn (bijlage 12)

In de Rijn bij Lobith zijn gegevens van het kunstmatige substraat ontleend aan bij de Vaate en Greijdanus-Klaas (1990). Hierbij zijn twee series kunstmatig substraat gebruikt die ieder 28 dagen in de rivier hebben gestaan en waarvan de series met een onderling interval van twee weken zijn opgehaald. De driftgegevens hebben betrekking op de bemonsteringen die ten behoeve van het huidige onderzoek zijn uitgevoerd.



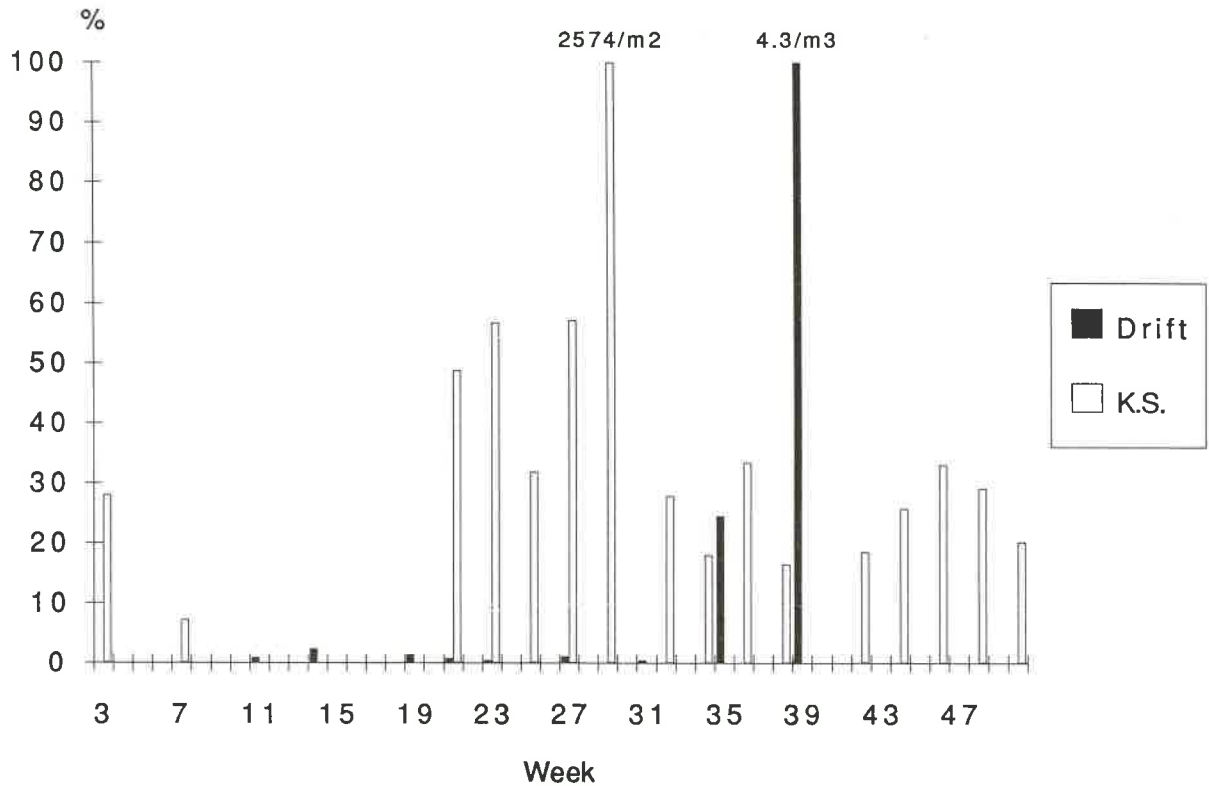
Figuur 16: Drift van Chironomidae-larven (1989) en dichtheden op het kunstmatig substraat (medio 1987 tot medio 1988) in de Rijn bij Lobith (in percentage van de maximale aantallen)

Ook in de Rijn begint de drift van oudere Chironomidae-larven pas in mei (week 19) goed op gang te komen en neemt deze na de voorjaarspiek snel af tot ca. 0,5 larven/m³. De driftpiek in week 21 valt samen met en gaat vooraf aan een grote piek in de exuviae op week 21 en week 23. Op grond hiervan wordt verondersteld dat de overwinterende larven inderdaad vlak voor het uitvliegen in de drift verschijnen en dat de oudere larven van de volgende generaties veel minder actief aan de drift deelnemen. Omdat het hier slechts een geïsoleerde waarneming binnen één etmaal betreft kan niet worden vastgesteld of er andere oorzaken zijn voor deze massale drift overdag. De driftpiek valt bijvoorbeeld samen met een dalende waterstand en een maximaal gehalte aan chlorophyl a.

Alhoewel van de periode tussen 17 februari en 27 mei (week 7 en week 21) geen gegevens beschikbaar zijn van het kunstmatig substraat, mag op grond van de metingen in de Grensmaas en andere nog ongepubliceerde gegevens van het ecologische meetnet Maas, worden verwacht dat de kolonisatie ook in de Rijn zeer gering is in de maanden november tot mei.

Een opvallend verschil tussen de drift bij Borgharen en Lobith is het ontbreken van de driftpiek van *Cricotopus bicinctus* in Lobith in begin juli (week 27). Zoals boven (5.2.4.2) is vermeld wijkt deze drift qua omvang, maar ook qua patroon duidelijk af van de andere perioden dat drift gedurende het etmaal is gemeten. Of in dit geval sprake is geweest van een bepaalde katatrofale drift onder invloed van fysische of chemische factoren kan niet worden vastgesteld.

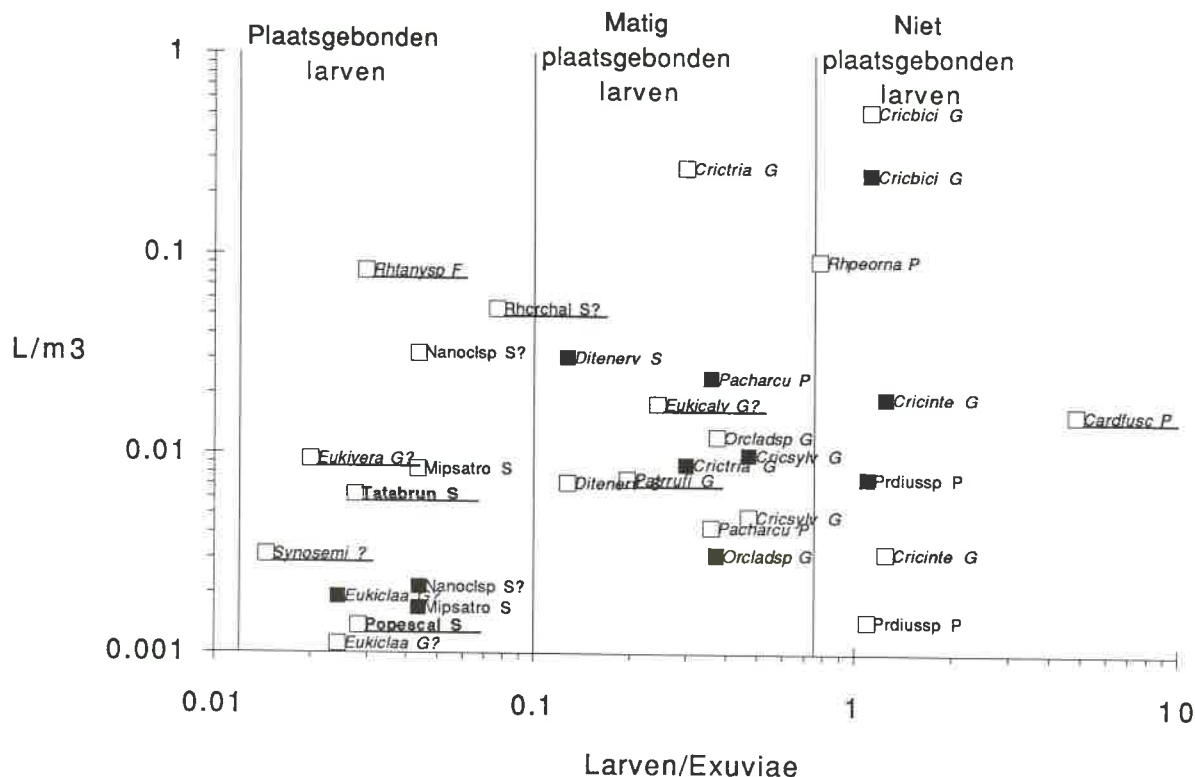
De drift van *Gammarus* soorten in de Rijn vertoont geen enkele relatie met de dichtheden op het kunstmatig substraat. *Gammarus* is het gehele jaar de meest talrijke geleedpotige op het kunstmatige substraat van de Rijn. In de drift nemen vlokreeften een ondergeschikte plaats in, met als uitzondering eind augustus en eind september waarin ze massaal aan de drift deelnemen zoals blijkt uit figuur 17. In de drift treden vooral de jonge stadia op de voorgrond. Of een relatie tussen deze drift en de seizoensontwikkeling van *Gammarus* aanwezig is, kan pas worden vastgesteld na het opmeten van de *Gammarus* op het kunstmatig substraat en in de drift.



Figuur 17: Drift van Gammarus soorten (1989) en dichtheden op het kunstmatig substraat (medio 1987 tot medio 1988) in de Rijn bij Lobith (in percentage van de maximale aantallen)

Samenvattend kan over de relatie tussen drift en kunstmatig substraat worden vastgesteld dat voor de insecten de periode van sterk stijgende temperaturen (mei-juni) een aanleiding is om in de drift te verschijnen. In deze periode wordt tevens het kunstmatig substraat gekoloniseerd. In de zomer neemt de drift van (oudere) larven af, maar de kolonisatie van het substraat zet zich nog voort tot oktober. Amphipoda verschijnen in het najaar massaal in de drift, terwijl kolonisatie het gehele jaar plaatsvindt. De Oligochaeta vertonen de meeste drift en kolonisatie in het voorjaar en wellicht ook in de winterperiode. De drift bij Borgharen draagt niet bij tot de rekolonisatie van de huidig aanwezige soorten in de Grensmaas. De drift draagt evenmin bij tot de rekolonisatie van soorten die uit de Grensmaas zijn verdwenen. De kolonisatie van het kunstmatig substraat in de Grensmaas is volledig afhankelijk van de reeds aanwezige fauna en wordt hooguit aangevuld door organismen vanuit de zijbeken.

5.6. Soortgebonden drift bij Chironomidae (In bijlage 13 is voor een aantal soorten de drift bij Borgharen boven de stuw vergeleken met de licht/donker periode)



Figuur 18: Vergelijking van de drift van Chironomidae-larven in de Maas en de Rijn

Toelichting: Dicht vierkant = Maas bij Borgharen open vierkant = Rijn bij Lobith. Score op de X as is de verhouding tussen larven en exuviae zoals die is bepaald aan de hand van de drift in de Rijn. Bij de Maas is dit niet mogelijk omdat bij lage afvoeren de exuviae naar de oevers drijven en dan niet meer in het driftnet worden verzameld. Voor deze verhouding larven/exuviae zijn de gegevens van de Rijn gebruikt. De score op de Y as is de gemiddelde dichtheid van de larven in de drift (overdag).

Soortnamen: cursief levend op stenen
dik levend op/in de bodem
normaal levend in beide habitats
onderstreept alleen in de Rijn aangetroffen

Achtervoegsel: F filtert het water met een net
G graast draadalg af op diatomeeën en andere eencellige algen
P predateert op andere organismen
S eet het sediment

De gegevens ten aanzien van de habitat waarin de soorten leven zijn ontleend aan Klink (1989). De indeling naar voedselgewoonte berust op literatuurgegevens (Cummins, 1973; Dratnal, 1979; Fittkau en Lehmann, 1970; Gotceitas en Mackay, 1980; Lehmann, 1969 en 1971; LeSage en Harriison, 1980; Moller Pillot, 1984; Ringe, 1974; Scheiring, 1985; Svensson, 1986; Thienemann, 1974; Walshe, 1951; Zavrel, 1939) en eigen waarnemingen van maaginhouden.

Afkorting	Naam	Afkorting	Naam
Cardfusc	Cardiocladius fuscus	Orcladsp	Orthocladius spec.
Cricbici	Cricotopus bicinctus	Pacharcu	Parachironomus arcuatus
Cricinte	Cricotopus intersectus	Patruffi	Paratrichocladius rufiventris
Cricsylv	Cricotopus sylvestris	Popescal	Polypedilum scalaenum
Crictria	Cricotopus triannulatus	Prdiussp	Procladius spec.
Ditenerv	Dicrotendipes nervosus	Rhrchal	Rheocricotopus chalybeatus
Eukicalv	Eukiefferiella calvescens	Rhpeorna	Rheopelopia ornata
Eukiclaa	Eukiefferiella claripennis agg.	Rhtanysp	Rheotanytarsus spp.
Eukivera	Eukiefferiella verralli	Synosemi	Synorthocladius semivirens
Mipsatro	Micropsectra atrofasciata	Tatabrun	Tanytarsus brundini
Nanoclsp	Nanocladius spp.		

Tabel 4: Verklaring van de afkortingen van de namen van organismen genoemd in figuur 18

Ten aanzien van figuur 18 kunnen de volgende zaken worden opgemerkt:

1. In de Rijn bij Lobith komen 20 soorten Chironomidae algemeen voor in de drift. In de Maas boven de stuw van Borgharen zijn dit er slechts 14. De Rijn heeft 6 "eigen soorten", de Maas niet één. Deze 6 soorten zijn gebonden aan stromend water en kunnen in de Maas ontbreken door het gestuwde karakter. Van de 14 gemeenschappelijke soorten zijn in de Maas hogere dichtheden in de drift waargenomen van *Cricotopus intersectus*, *C. sylvestris*, *Procladius*, *Parachironomus arcuatus* en *Dicrotendipes nervosus*. Deze soorten zijn niet karakteristiek voor stromend water en worden voornamelijk in stagnant water aangetroffen. De overige 9 soorten driften talrijker in de Rijn. Hiervan zijn er 7 gebonden aan stromend water (*Cricotopus bicinctus* en *Nanocladius* spp. komen ook voor in stilstaand water).
2. Het overgrote gedeelte van het aantal larven dat in de drift is aangetroffen, leeft op stenen. Slechts twee "eigen" soorten in de Rijn (*Tanytarsus brundini* en *Polypedilum scalaenum*) leven op of in de bodem. Larven van deze soorten zijn slechts in lage dichtheden in de drift aangetroffen. Voor drift als potentiëel voedsel voor vis zijn de Chironomidae die op stenen leven verreweg het belangrijkste.
3. De soorten kunnen duidelijk worden onderscheiden naar de mate waarin ze trouw zijn aan hun standplaats. In de figuur is op het oog onderscheid gemaakt in 3 groepen met de volgende larve/exuvia verhouding:

Plaatsgebonden larven	larven/exuvia = 0,01-0,1
Matig plaatsgebonden larven	larven/exuvia = 0,1-0,75
Niet plaatsgebonden larven	larven/exuvia = > 0,75

Dit betekent dat niet plaatsgebonden larven grofweg een faktor 25 meer aan de drift deelnemen dan de plaatsgebonden larven. Een oorzaak hiervoor wordt gezocht in de manier waarop zij hun voedsel verzamelen. De niet plaatsgebonden larven zijn uitsluitend grazers en predatoren. Grazers zijn voor hun voedsel aangewezen op aangroei van algen op stenen. Dit betekent enerzijds dat ze na het afgrazen van een bepaald substraat op zoek moeten gaan naar een volgende plaats. Anderzijds zijn ze door deze graasactiviteit ook indirect afhankelijk van het licht en komen ze niet voor op substraat waar geen licht doordringt. (Dit wordt bevestigd door de kolonisatie van het kunstmatig substraat in Lobith dat op minimaal 3 meter diepte op de bodem staat. Hierop worden geen *Cricotopus* soorten aangetroffen. Deze groep organismen is in de rivier beperkt tot de oeverzone waar nog primaire produktie plaatsvindt. In de IJssel bij Kampen is deze zone beperkt tot de bovenste meter water (Van Urk, 1984). Dit houdt in dat deze groep erg gevoelig is voor wisselingen in de waterstand. Indien bijvoorbeeld het water in korte tijd een meter daalt dan zal een aanzienlijk gedeelte van hun habitat ongeschikt worden, hetgeen zal leiden tot een verhoogde drift. Indien de waterstand een meter stijgt dan zal de primaire produktie in hun habitat worden geremd door de reductie van het licht. Indien deze waterstand gedurende langere periode aanhoudt, dan zullen ze eveneens een andere lokatie moeten opzoeken.

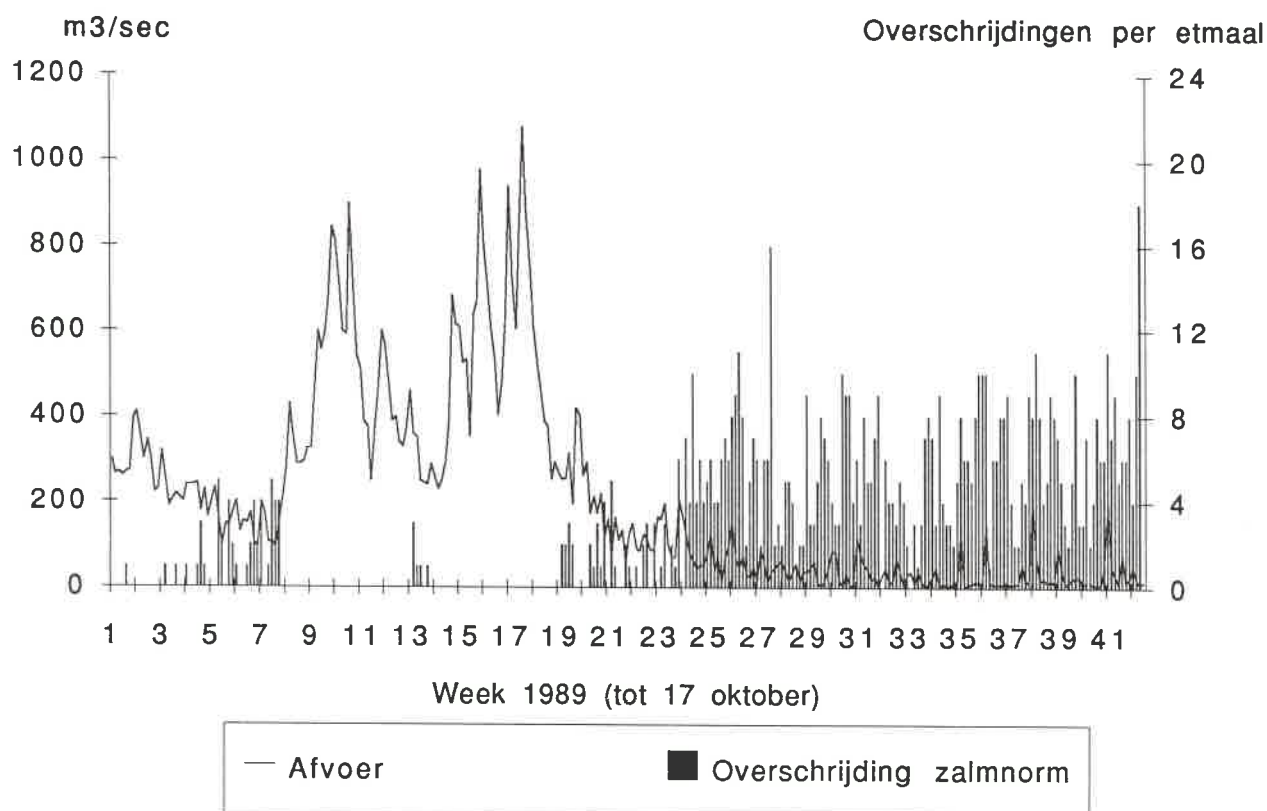
De predatoren gaan actief op zoek naar hun prooi. Dit houdt in dat ze door hun grote mobiliteit ook een verhoogde kans lopen om in de drift terecht komen.

In de groep matig plaatsgebonden larven treedt naast grazers ook de eerste sedimenteter op (*Dicrotendipes nervosus*).

De groep plaatsgebonden larven bestaat hoofdzakelijk uit sediment-eters en Rheotanytarsus als meest talrijke filterfeeder in de Rijn. Rheotanytarsus maakt een permanent huisje dat tijdens de groei verder wordt uitgebouwd. Indien een goede lokatie ten opzichte van de stroom en is uitgezocht zullen de larven naar verwachting weinig behoefte voelen op zich in de drift te begeven. Over de mobiliteit van de sedimenteters is niets bekend. De gegevens uit dit onderzoek wijzen erop dat ook (de oudere larvale stadia) van deze groep relatief weinig gebruik maken van drift als verspreidingsmechanisme.

6. Maatregelen ten behoeve van een gelijkmatiger afvoer

Aangezien de Grensmaas in het komende beheersplan de functie krijgt van "water voor zalmachtigen" (derde Nota Waterhuishouding) is in het onderstaande de fluktuatie van de afvoer in de Grensmaas bij Borgharen dorp (km. 16,000) getoetst aan de zalmnorm voor afvoerfluktuaties zoals die wordt gehanteerd in de Verenigde Staten. Deze norm houdt in dat de afvoerfluktuatie, bij welke afvoer dan ook, minder dan 30% per uur mag zijn (naar Bauersfeld, 1978; in Klink, 1986). De norm moet ervoor zorgen dat zalmachtigen niet stranden tengevolge van een snelle daling in de waterstand. In figuur 19 is te zien hoe de zalm zich, volgens de Noordamerikaanse norm, gevoeld zou hebben in de Grensmaas in 1989. Deze fluktuatie van de afvoer in het bovenstroomse gedeelte van de Grensmaas worden naar benedenstrooms niet of nauwelijks uitgedempt (gegevens model ZWENDL), zodat de fluktuaties in de onderstaande figuur karakteristiek zijn voor de gehele Grensmaas.

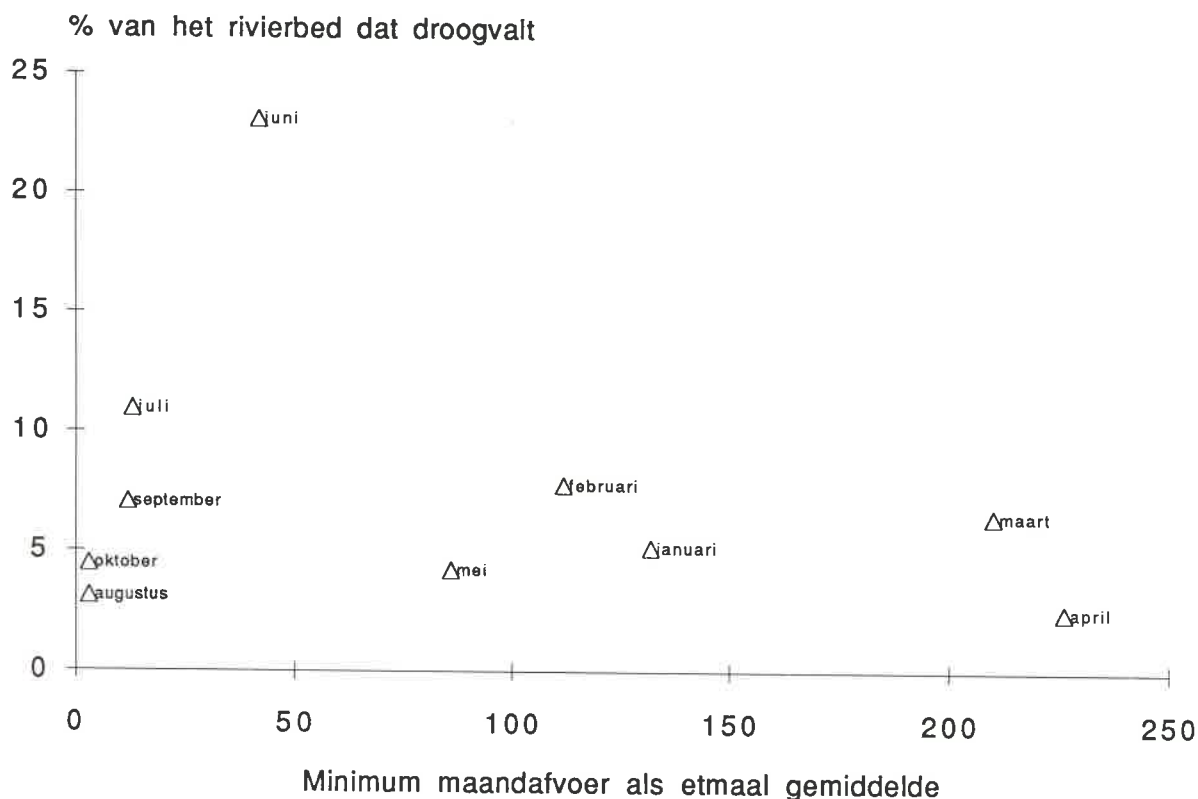


Figuur 19: Grensmaas bij Borgharen 1989: Afvoer en aantal uren per etmaal dat de afvoerfluktuatie de zalmnorm in de Verenigde Staten overschrijdt

Uit figuur 19 blijkt dat in perioden waarbij de afvoer ca. 200 m³/sec bedraagt al regelmatig overschrijdingen van deze norm optreden. Bij afvoeren van ca. 50 m³/sec stijgt het aantal overschrijdingen tot ca. 6 per etmaal, hetgeen betekent dat ca. 25% van het aantal uren in droge maanden de zalmnorm wordt overschreden. Een dergelijke norm is niet aanwezig voor makro-evertebraten. In dit onderzoek is echter vastgesteld dat kunstmatig substraat na 28 dagen beter gekoloniseerd is dan na 8 dagen, zodat een eventuele norm voor makro-evertebraten vermoedelijk 'strenger' zou uitvallen dan de zalmnorm. Deze figuur toont nogmaals de noodzaak aan om bij de herinrichting van de stuw bij Borgharen veel aandacht te besteden aan een gelijkmatiger verloop van de afvoer. Daarnaast is op de wisselingen van de stroomsnelheden en konsekventies voor de makro-evertebraten al uitvoerig ingegaan door Klink (1986).

In figuur 20 is berekend wat de konsekventie zou zijn voor het punt Borgharen dorp (km. 16,000) indien de afvoer op basis van uurwaarnemingen uitgemiddeld zou kunnen worden over het etmaal. Met andere woorden welke winst te behalen is indien het stuwbeheer zo ingericht kan worden dat de kunstmatige fluktuaties binnen

een etmaal kunnen worden genivelleerd. Hiertoe is per maand de laagste uurwaterstand vergeleken met de laagste waterstand, berekend als lopend 24 uren gemiddelde. Deze minimale waterstanden zijn omgerekend naar de breedte van het rivierbed dat bij die waterstand nog watervoerend is. In bijlage 14 zijn de werkelijk opgetreden waterstanden en de lopend 24 uren gemiddelden tegen elkaar uitgezet voor de maanden januari - september 1989.



Figuur 20: Grensmaas Borgharen (km. 16,000). Het percentage van het rivierbed dat droogvalt als gevolg van de kunstmatige afvoerfluctuaties gedurende het etmaal

Voor de Grensmaas op km. 16,000 blijkt dat in 1989 het uitmiddelen van de afvoer over het etmaal geleid zou hebben tot een aanzienlijke reductie van het gedeelte van het rivierbed dat werkelijk is drooggevallen. Voor het betreffende dwarsprofiel zou de maatregel het meest effectief zijn bij een minimale maandafvoer (als etmaalgemiddelde) van 42 m³/sec, opgetreden in juni 1989. Dit houdt in dat bij die afvoer voldoende water aanwezig is om gedurende de gehele maand een breedte te handhaven van tenminste 91 meter. In werkelijkheid is de minimale breedte van de rivier slechts 70 meter geweest. In een toekomstige studie zou kunnen worden nagegaan hoe groot het effect is van uitmiddeling van de afvoer over het etmaal voor de gehele Grensmaas.

Momenteel wordt bij lage afvoeren zuiniger omgegaan met het schutwater van het Julianakanaal. Daarnaast bestaat echter de mogelijkheid om maximaal 12 m³/sec vanuit het Julianakanaal bij Born terug te pompen. Bij Maasbracht wordt voor dit doel eveneens een nieuw pompemaal geïnstalleerd. Tenslotte bestaat in goed overleg met België de mogelijkheid om, bij droogte, tot 5 m³/sec minder water in de Zuid-Willemsvaart in te laten. Tijdens droge perioden betekent dit een maximale winst van 20 m³/sec ten behoeve van de Grensmaas. Voor het profiel op km. 16,000 zou het middelen van de afvoer over het etmaal, gekombineerd met de 20 m³/sec extra aanvoer voor de maanden juni - oktober 1989 betekend hebben dat de Grensmaas een minimale breedte zou hebben gehad van 88 meter in plaats van de huidige 67 meter. Indien dit profiel representatief zou zijn voor de gehele Grensmaas dan zouden deze maatregelen tot gevolg hebben dat in de biologische actieve periode ca. 31% meer Grensmaas ecosysteem aanwezig zou zijn geweest. In combinatie met een meer constante stroomsnelheid zou dit een grote vooruitgang betekenen.

7. Konklusies

7.1. Het verschijnsel drift in de Maas en de Rijn op niveau van diergroep

In het voorjaar treedt van de aanwezige diergroepen alleen een aanzienlijke drift op van Oligochaeta. Hun aantallen in de drift en op het substraat nemen gedurende het verloop van het voorjaar en de vroege zomer af. De kolonisatie van kunstmatig substraat leidt bij een langere kolonisiatieduur dan 8 dagen niet tot hogere dichtheden. Hieruit kan worden opgemaakt dat Oligochaeta weliswaar snel koloniseren, maar het substraat ook weer snel verlaten. Bij hogere afvoeren is geen voorkeur voor drift overdag of 's nachts gekonstateerd. Het is niet uit te sluiten dat deze drift bij hogere afvoeren samenhangt met de erosie van de habitat. In de zomer (bij een lage afvoer) is in de Maas wel een duidelijke voorkeur voor nachtelijke drift gekonstateerd. Vanaf mei treedt drift op van insecten, waarin Chironomidae verreweg het grootste aandeel hebben. De periode van verhoogde drift gaat vermoedelijk vooraf aan het uitvliegen van de generatie die de winter in het rivierbed heeft doorgebracht. Een tweede generatie vertoont in de latere stadia niet een dergelijk driftpatroon. Wellicht zijn deze larven alleen mobiel in de jonge stadia, die, vanwege de gehanteerde maaswijdte, niet met het driftnet zijn verzameld. De kolonisatie van kunstmatig substraat gaat echter onverminderd voort tot ca. begin oktober, waarna de larven vermoedelijk een winterverblijf zoeken in het sediment van de rivier. De insecten (Chironomidae en Hydropsyche) bereiken significant hogere dichtheden na een kolonisiatieduur van 28 dagen ten opzichte van 8 dagen. De verhouding tussen deze dichtheden komt opvallend overeen met de verhouding tussen de kolonisiatieduur. Dit verschijnsel lijkt te wijzen op een lineaire kolonisatie van een substraat over de periode van 28 dagen.

Uit literatuuronderzoek (Rosenberg en Resh, 1982) is gebleken dat optimale kolonisatie van kunstmatig substraat plaatsvindt na 28 dagen. Op grond hiervan zou de biologische breedte van een rivier worden opgevat als de breedte die ten minste 28 dagen onder water heeft gelegen.

Beide groepen insecten vertonen eveneens een significante voorkeur voor drift gedurende de nacht. Gammarus-soorten volgen een ander drift en kolonisatiepatroon. Deze groep is het gehele jaar (ook in de winter) in grote aantallen aanwezig op het kunstmatig substraat in de Rijn (niet in de Maas). In de drift treden ze nauwelijks in aantal op, met uitzondering van de periode eind augustus-eind september. Of dit samenhangt met hun levenscyclus dient nader te worden onderzocht. In bovengenoemde periode zijn gedurende de nacht significant hogere aantallen in de drift aangetroffen dan overdag.

7.2. Het verschijnsel drift op het niveau van soort

Dit aspect is alleen belicht voor Chironomidae soorten.

De onderscheiden soorten Chironomidae vertonen aanzienlijke verschillen in hun driftgedrag. Het meest opmerkelijke hierbij is de verhouding tussen de aantallen larven en exuviae van de verschillende soorten. Op grond van deze verhouding zijn de Chironomidae ingedeeld in 3 groepen, die te karakteriseren zijn als: plaatsgebonden, matig plaatsgebonden en niet plaatsgebonden. De eerste groep vertoont een extreem lage verhouding tussen de larven en exuviae in de drift (0,01-0,1). Van de niet plaatsgebonden groep zijn vergelijkbare aantallen larven en exuviae in de drift aangetroffen (>0,75). Dit verschijnsel lijkt samen te hangen met de habitat in de rivier en de manier waarop voedsel wordt verzameld. De plaatsgebonden larven leven op de bodem en eten daar sediment of hebben een permanent huisje op stenen, waarin ze het langskomende water filteren. De niet plaatsgebonden larven zijn grazers en rovers, die beide actief op zoek moeten gaan naar voedsel. Binnen deze groep larven worden de grazers het meest benadeeld door wisselingen in de afvoer cq. waterstand omdat hun habitat kleiner wordt naarmate de wisselingen groter worden. Bij de overige groepen is dit in veel mindere mate het geval.

7.3. Relatie tussen drift en afvoer cq. wisselingen in de afvoer

De drift in de Maas bij Borgharen boven de stuw kan niet in relatie worden gebracht met wisselingen in de afvoer. Slechts in drie gevallen zijn significante relaties met de afvoer gevonden.

- Drift van Oligochaeta in het voorjaar, waarmee afvoeren $> 250 \text{ m}^3/\text{sec}$ in de Maas een goede relatie vertonen.
- Drift van exuviae in de Maas, die positief gekorreleerd is aan de afvoer. Dit is een logisch gevolg van het feit dat deze huidjes bij hoge afvoeren met de stroom worden meegevoerd, terwijl ze bij lage afvoeren naar de oevers drijven en dan niet in driftmonsters worden verzameld.
- Drift van Cricotopus soorten in de Maas op 3 en 4 juni 1989. In tegenstelling tot de overige bemonsteringsperioden treedt hier in weerwil van de lichtperiode een drift op van deze soorten die zeer goed te relateren is aan de afvoer. Het is bij deze gebeurtenis niet uitgesloten dat drift van deze (dode?) organismen uit zijbeken (met name de Jeker) verantwoordelijk is voor deze uitzonderlijke drift omdat de drift in de Jeker al voor 75% het voorkomen van deze soorten in de Maas bij Borgharen kan verklaren indien ervan wordt uitgegaan dat deze organismen zich willoos met de stroom laten meevoeren.

Enige relatie tussen de drift en fluktuaties in de afvoer is niet gevonden. In hoeverre deze konklusie naar de Grensmaas kan worden doorgetrokken is onbekend. Enerzijds is een interval van 28 dagen tussen de bemonsteringen bij Borgharen te groot om de uurlijks optredende fluktuaties hieraan te relateren. Anderzijds zijn nauwelijks driftmetingen in de Grensmaas verricht.

7.4. Drift in relatie met andere fysisch-chemische factoren

Drift vertoont in dit onderzoek geen eenduidige relatie met het zwevende en organische stofgehalte ten tijde van de bemonsteringen, de watertemperatuur (dagelijkse waarnemingen), chlorophyl a, zwevende stof, gloeirest en droogrest, opgelost silikaat (tweewekelijkse waarnemingen).

7.5. Gekonstateerde verschillen in soortsaamenstelling in de Maas en de Rijn

De soortsaamenstelling in de drift en op het kunstmatig substraat in de Maas bij Borgharen en de Grensmaas verschilt wezenlijk met de Rijn. In dit deel van de Maas en in de Grensmaas zijn geen "eigen soorten" gevonden die ontbreken in de Rijn. Omgekeerd is dit wel het geval. Hierbij is het meest alarmerende dat vlokreeften ontbreken in de Maas bij Borgharen en in de Grensmaas. In de aanbevelingen wordt hierop verder ingegaan.

7.6. Potenties van driftregistratie als instrument voor het signaleren van storingen van fysisch-chemische aard

Uit literatuurstudie (Klink 1988) is gebleken dat storingen van fysisch-chemische aard een sterk verhoogde drift tot gevolg kunnen hebben. Het is bij dit onderzoek niet mogelijk gebleken om een causaal verband te leggen tussen drift en storingen van fysisch-chemische aard. Enerzijds omdat de fluktuaties in de afvoer continue optreden en anderzijds omdat geen chemische gegevens zijn verzameld ten tijde van de driftbemonsteringen. Dit onderzoek heeft aangetoond dat door het jaar heen in feite alle groepen van makro-evertebraten deelnemen aan de drift (zie bijlage 2). Iedere groep heeft een eigen driftpatroon en daarmee samenhangend een andere wijze van voedsel verzamelen en verspreiding. De Chironomidae die het meest in de drift worden aangetroffen zijn grazers en rovers. Filterfeeders en sediment-eters zijn in de drift ondervertegenwoordigd. Het totaal aantal soorten dat in de drift is aangetroffen is zeer hoog (Borgharen 98 soorten en Lobith 115 soorten). De combinatie van een groot aantal soorten in de drift en het optreden van drift gedurende het gehele jaar maken de registratie van drift tot een belangrijk instrument voor het signaleren van storingen van fysisch-chemische aard.

7.7. Potenties van kunstmatig substraat als instrument voor het meten van effecten die veroorzaakt worden door storingen van fysisch-chemische aard

Uit het onderzoek van Bij de Vaate en Greijdanus-Klaas (1990) en het huidige onderzoek is gebleken dat ook de kolonisatie op het kunstmatig substraat het gehele jaar plaatsvindt door een groot aantal groepen makro-evertebraten. Na het optreden van storingen van fysisch-chemische aard in de rivier kan met behulp van het kunstmatig substraat worden vastgesteld of er effecten zijn opgetreden en hoe omvangrijk deze effecten zijn.

7.8. Potenties van een gekombineerde registratie van drift en kunstmatig substraat

Met driftregistratie worden signalen afgegeven indien storingen in de rivier een ongewoon gedrag veroorzaken bij bepaalde groepen makro-vertebraten. Hiermee kunnen echter niet de, daarna optredende effecten worden ingeschat. Hiervoor is de registratie van de fauna op het kunstmatig substraat bij uitstek geschikt. Door beide methoden te combineren wordt zowel het signaal als het effect gemeten, hetgeen veel meerwaarde heeft boven de afzonderlijke registratie met één van beide methoden. De registratie met behulp van beide methoden kan worden opgevat als een "intensive care monitor" ten behoeve van de levensgemeenschap in de rivieren.

7.9. Methodiek van driftmeting als instrument voor het signaleren van storingen van fysisch-chemische aard

In dit onderzoek is duidelijk geworden dat een tijdsinterval van 28 dagen tussen 2 metingen veel te groot is om effecten te meten van fysisch-chemische factoren op het driftgedrag van de makro-vertebraten. De oorzaak hiervoor is gelegen in het feit dat nog niet bekend is wat een normaal driftpatroon is in een grote Nederlandse rivier. Daarnaast worden veel chemische parameters slechts in intervallen van 2 weken gemeten, waardoor momentane gebeurtenissen die nadelige invloed kunnen hebben op de makro-vertebraten slechts bij toeval worden ontdekt.

Tevens moet worden vastgesteld dat met een net met een maaswijdte van 250 μm slechts de oudere stadia van Chironomidae worden verzameld, waardoor informatie wordt gemist over, met name het verspreidingsmechanisme van de zomergeneratie.

Beide konstateringen roepen tot een andere aanpak indien drift ingezet wordt bij het signaleren van (kalamiteuze) gebeurtenissen. Enerzijds is uit het onderzoek gebleken dat 24 metingen in een etmaal geen essentiële meerwaarde hebben boven verzamelmonsters over de licht- en donkerperiode. Hierdoor kan in één etmaal volstaan worden met twee verzamelmonsters. Daarnaast dient door het jaar heen een continue registratie plaats te vinden, waarbij netten worden gebruikt met een maaswijdte van 50 μm .

7.10. Fluctuaties in de afvoer

De huidige fluctuaties in de afvoer over de Grensmaas overschrijden in de periode 1 januari tot 17 oktober 1989 in ca. 12% van het aantal uren de norm voor zalmachtigen (U.S.A.). Vooral bij afvoeren van 50 m^3 en minder vinden dagelijks talrijke overschrijdingen plaats van deze norm.

7.11. Biologische breedte van een dwarsprofiel

Voor een dwarsprofiel in de Grensmaas is berekend dat uitmiddeling van de werkelijke afvoer tot de etmaal gemiddelde afvoer van 42 m^2 de rivier in de maand juni een permanente biologische breedte heeft van 91 meter in plaats van de werkelijke biologische breedte van 70 meter.

Bij een hogere en lagere gemiddelde etmaalafvoer is voor dit profiel minder winst te boeken.

Bij lagere afvoeren kan, door terugpompen van water uit het Julianakanaal en in goede samenwerking met België maximaal 20 m^3/sec extra over de Grensmaas worden geleid. Bij uitvoering van beide beheersmaatregelen betekent dit dat het betreffende profiel in de Grensmaas voor de periode juni - oktober 1989 een biologische breedte zou kunnen hebben van 88 meter in plaats van de werkelijke 67 meter.

7.12. Onderzoeksfaciliteiten

Door het ontbreken van een meetstation in het zomerbed van de, niet bevaarbare Grensmaas is het niet mogelijk gebleken om een tijdreeks te verzamelen voor het kunstmatige substraat. Een bijkomend nadeel is dat nauwelijks chemische gegevens beschikbaar zijn van de Grensmaas.

8. Voorstellen voor verder onderzoek

8.1. Ontwikkeling van een methodiek om driftregistratie te gebruiken als een signaal dat optreedt bij storingen van fysisch-chemische aard

De bemonstering van drift zoals is uitgevoerd tijdens dit onderzoek geeft een goede indruk van het verschijnsel drift in de Maas en de Rijn.

De gevolgde methode is echter niet geschikt om drift te gebruiken bij het opsporen van kalamiteiten van fysische of chemische aard en het inschatten van de schade die daardoor is toegebracht aan de levensgemeenschap.

Uit de literatuur en dit onderzoek zijn aanwijzingen gevonden dat drift is op te vatten als het kloppende hart van een rivier. Door onderzoek moet vastgesteld worden wat de "normale" hartslag is voor de onderscheiden soorten die in de drift worden aangetroffen en wat de storingen hierin zijn. Om dit inzicht te verkrijgen is een continue driftbemonstering noodzakelijk.

Onder deze voorwaarde wordt onderzoek voorgesteld met de volgende uitgangspunten:

- Per etmaal dient een dag- en een nachtverzamelmonster te worden genomen
- Een monster is het residu dat achterblijft in een driftnet met een maaswijdte van 50 μm en waar tenminste 50 m^3 water doorheen is geleid.
- De bemonstering dient zoveel mogelijk geautomatiseerd te verlopen

Deze uitgangspunten houden in dat het uitgesloten is om gebruik te maken van een driftnet dat in de stroming wordt gehangen. Enerzijds omdat op die manier de handelingen niet of nauwelijks te automatiseren zijn en anderzijds omdat driftnetten met een maaswijdte van 50 μm direkt verstopping en scheuren.

Als alternatief wordt gedacht aan een pomp, waarmee het vereiste volume uit de rivier wordt opgepompt en op een dusdanige manier door een net of zeef met maaswijdte van 50 μm wordt geleid dat geen verstopping optreedt. De volgende stap in het onderzoek zou moeten bestaan uit het automatiseren. In de meest eenvoudige vorm zou door het gebruik van een monsterwisselaar met een tijd klok de dagelijkse werkzaamheden kunnen worden teruggebracht tot het legen van de netten en conserveren van de monsters. In een volgende stap zou ook het conserveringsproces kunnen worden geautomatiseerd, zodat bijvoorbeeld slechts éénmaal per week de netten geleegd behoeven te worden. In de laatste stap van dit onderzoek zou moeten worden nagegaan of het uitzoeken van de monsters kan worden geoptimaliseerd, aangezien jaarlijks 730 monsters worden verzameld.

Een degelijk onderzoek zou uiteraard afgestemd moeten worden met kunstmatig substraat onderzoek, omdat beide registraties volledig komplementair zijn. Met drift wordt het signaal van een storing afgegeven, terwijl met kunstmatig substraat het effect wordt gemeten.

Indien al de stappen in dit de methodiek van driftregistratie bevredigend verlopen dan resulteert dit in een gereedschap (drift en kunstmatig substraat) waarmee voordurend de vinger aan de pols wordt gehouden van de levensgemeenschap in de rivieren, een "intensive care monitor". Het grote verschil van een dergelijk gereedschap ten opzichte van het gebruik van testorganismen zoals watervlooien en goudwindes is, dat de reactie van de levensgemeenschap zelf wordt geregistreerd. Hierdoor wordt op allerlei niveau's in de voedselketen van de rivieren informatie verzameld die zal leiden tot een betere afstemming van de fysisch-chemische normen op de levensgemeenschap in de rivier. Daarnaast kan op grond van dit gereedschap een gevoeligheidsspektrum worden vastgesteld voor de afzonderlijke soorten in de rivier, waardoor een gericht beleid kan worden geformuleerd voor het biologische herstel van een rivier.

Op deze wijze wordt ook de ontwikkeling van deze levensgemeenschap in de tijd vastgesteld, waarmee de effectiviteit van het uitgevoerde beleid kan worden vastgesteld en waarmee het beleid kan worden gestuurd.

Een voorwaarde voor het werken met de "intensive care monitor" is een permanent meetstation. In de Maas bij Eijsden en Keizersveer en in de Rijn bij Lobith zijn deze meetstations aanwezig. In de Grensmaas ontbreekt echter enig kunstwerk waarop of waarin metingen kunnen worden verricht. Dit heeft er onder andere toe geleid dat een aanzienlijk gedeelte van het uitgezette kunstmatige substraat is verdwenen en dat nauwelijks drift in de Grensmaas is gemeten. Het uiteindelijke gevolg van deze situatie is dat het niet mogelijk is om tijdreeksen van welke aard dan ook in de Grensmaas te verzamelen, waardoor het uitgesloten is om eenduidig vast te stellen hoe de Grensmaas zich in de toekomst ontwikkelt.

8.2. Mogelijkheden voor een gelijkmatiger afvoer over de Grensmaas

Op grond van enige voorlopige berekeningen is geschat dat in de biologisch belangrijke periode juni tot oktober 1989 ca. 31% meer "ecosysteem Grensmaas" aanwezig geweest zou zijn indien onderstaande maatregelen kunnen gerealiseerd:

- Aanpassing van de stuw bij Borgharen, waartoe ook een betere afstemming met de stuw van Lixhe wordt gerekend, om de afvoer in de Grensmaas gelijkmatig over het etmaal te laten verlopen.
- Uitvoering van een laagwaterscenario waarbij optimaal gebruik wordt gemaakt van het aanwezige water dat momenteel niet aan de Grensmaas ten goede komt.

8.3. Onderzoek naar het ontbreken van vlokreeften (Gammarus) in de Grensmaas

Zoals in het voorafgaande regelmatig ter sprake kwam ontbreken vlokreeften in de Maas bij Borgharen boven de stuw en in de Grensmaas. Pas in de Maas bij Velden (km. 112) zijn ze op stenen verzameld, zij het in geringe aantallen. Meer benedenstrooms nemen de aantallen toe (ongepubliceerd onderzoek ten behoeve van ecologisch Meetnet Maas).

In de Rijn zijn deze organismen momenteel de meest talrijke bewoners van kunstmatig substraat en vormen het levende bewijs van de verbetering van de kwaliteit. Vanaf 1976 zijn in de Rijn stenen bemonsterd en pas in 1981 zijn de eerste vlokreeften aangetroffen. Vanaf 1982 zijn ze massaal in de Rijn aanwezig (korrespondentie van Urk).

De ruimtelijke verspreiding in de Maas en de explosieve ontwikkeling in de Rijn maken van deze vlokreeften een geschikte indikator voor de kwaliteit van een rivier. Op grond hiervan is het zorgwekkend dat deze organismen niet in de Grensmaas aanwezig zijn en is onderzoek naar de oorzaak zeer gewenst.

In de literatuur zijn weinig aanknopingspunten gevonden die in de richting wijzen van de mogelijke oorzaak of oorzaken.

In veel literatuur die betrekking hebben op biologische kwaliteitsbeoordeling blijkt dat vlokreeften redelijk kritisch zijn ten aanzien van het zuurstofgehalte en hoe hoger de stroomsnelheid des te lagerde getoleerde zuurstof gehalten. (zie bv. Moller Pillot, 1971 en de referenties hierin). Het zuurstofgehalte in de Grensmaas dat, mede door de het inbrengend vermogen van de stuw bij Borgharen, vooral in de zomer aanzienlijk hoger is dan in de Maas bij Eijsden (gegevens WAQUAL) geeft geen directe aanleiding om de afwezigheid van vlokreeften te relateren aan het zuurstofgehalte.

Vermoedelijk interessanter is recent onderzoek dat aantoont dat vlokreeften zeer gevoelig zijn voor opgelost cadmium. Hierbij treedt de hoogste gevoeligheid op tijdens vervellingen (Wright en Frain, 1981).

Een vlokreeft leeft één jaar en vervelt ca. 10 maal om volwassen te worden. In de winter duurt de periode tussen de vervellingen 16-17 dagen en in de zomer (Denemarken) is dit 5-6 dagen (Schellenberg, 1942 en Wesenberg-Lund, 1939). Bij de vervelling wordt het oude kalkpantser afgeworpen en scheiden de dieren CO₂ uit waardoor CaCO₃ neerslaat dat als bouwsteen dient voor het nieuwe pantser. In aanwezigheid van opgelost cadmium treedt een competitief mechanisme in werking tussen calcium en cadmium, waardoor tijdens de vervelling een veel hogere accumulatie van cadmium optreedt dan in perioden tussen vervellingen. Volgens Wright en Frain (1981) induceert een cadmiumgehalte (opgelost) van 10 µg/l een hoge mortaliteit bij vervellende vlokreeften. Tevens stellen ze vast dat het niveau waarbij geen mortaliteit plaatsvindt beneden 1 µg /l opgelost cadmium ligt. Een tweede vorm waarin cadmium kan accumuleren in vlokreeften vindt plaats via de voedselketen. Cadmium wordt snel geaccumuleerd door schimmels en algen. Tevens wordt opgelost cadmium zeer snel aan het sediment gebonden. Via deze bronnen kan accumulatie optreden die een verhoogde mortaliteit tot gevolg heeft (Abel en Bärlocher, 1988).

Met name op grond van de verspreiding van vlokreeften in de Maas, de afwezigheid van vlokreeften in de Grensmaas en de zware belastig van de Maas met cadmium (bv. Breukel en van Gogh, 1990) rechtvaardigen een onderzoek naar de relatie tussen opgelost cadmium en vlokreeften enerzijds. Anderzijds dient het lot van gebonden cadmium in de voedselketen te worden onderzocht. Vooral voor het biologisch herstel van de Grensmaas is het van belang om tot een zo nauwkeurig mogelijke omschrijving te komen van de eisen die de potentiële fauna van de Grensmaas (waartoe vlokreeften zeker behoren) stelt aan haar milieu. Een dergelijk onderzoek moet vooral gericht zijn op de specifieke omstandigheden in de Grensmaas. Op grond hiervan zou in eerste instantie gedacht kunnen worden aan een proefopzet bij de Grensmaas, waarbij de vlokreeften (en andere soorten die behoren tot de potentiële fauna van de Grensmaas) direkt kunnen worden blootgesteld aan de daar heersende omstandigheden.

9. Literatuur

Abel, T., Baerlocher, F., 1988

Uptake of cadmium by *Gammarus fossarum* (Amphipoda) from food and water
J. Appl. Ecology 25: 223-231

Armitage, P.D., 1977

Invertebrate drift in the regulated River Tees, and an unregulated tributary Maize Beck, below Cow Green Dam
Freshwat. Biol. 7: 167-183

Bauersfeld, K., 1978

Stranding of juvenile salmon by flow reductions at Mayfield Dam on the Cowlitz River, 1876
Techn. Rep. Dep. Fish. Wash. 36:

Becker, G., 1987

Lebenszyklus, Reproduktion und ökophysiologische Anpassungen von *Hydropsyche contubernalis*, einer Köcherfliege mit Massenvorkommen im Rhein
Dissertation Univ. Köln 107 pp.

Benke, A.C., Hunter, R.J., Parrish, F.K., 1986

Invertebrate drift dynamics in a subtropical blackwater river
J. North Am. Benthol. Soc. 5(3): 173-190

Breukel, R.M.A., van-Gogh, W.G., 1990

Cadmium in de Maas. Overzicht van de veronreiniging van de Maas met cadmium in de laatste jaren
DBW/RIZA nota 90.010 24 pp.

Cummins, K.W., 1973

Trophic relations of aquatic insects
Ann. Rev. Entomol. 18: 183-206

Dratnal, E., 1979

Eukiefferella szcensnyi sp. n. (Diptera: Chironomidae)
Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II Sér. Sci. Biol. 27(3): 183-193

Fittkau, E.J., Lehmann, J., 1970

Revision der Gattung *Microcricotopus* Thien. & Harn. (Diptera: Chironomidae)
Int. Revue ges. Hydrobiol. 55: 391-402

Gotceitas, V., MacKay, R.J., 1980

The phoretic association of *Nanocladius* (*Nanocladius*) *rectinervis* (Kieffer) (Diptera: Chironomidae) on *Nigronia serricornis* Say (Megaloptera: Corydalidae)
Can. J. Zool. 58(12): 2260-2263

Juget, J., 1984

Oligochaeta of the epigeal and underground fauna of the alluvial plain of the French upper Rhône (biotypological trial)
Hydrobiologia 115: 175-182

Klink, A.G., 1985

Hydrobiologie van de Grensmaas. Huidig functioneren, potenties en bedreigingen 1. Overzicht van het onderzoek en konklusies
Hydrobiol. Adviesburo Klink Rapp. Meded. 15(1): 1-38

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.

Klink, A.G., 1988

Drift van makro-evertebraten. Een literatuuronderzoek
Hydrobiol. Adviesburo Klink Rapp. Meded. 34: 20 pp.

Learner, M.A., Lochhead, G., Hedges, B.D., 1979

A review of the biology of British Naididae (Oligochaeta)
Freshwat. Biol. 8: 357-375

LeSage, L., Harrison, A.D., 1980

The biology of *Cricotopus* (Chironomidae: Orthoclaadiinae) in an algal-enriched stream 1. Normal biology
Arch. Hydrobiol. Suppl. 57(4): 375-418

Lehmann, J., 1969

Die europäischen Arten der Gattung *Rheocricotopus* Thien. und Harn. und drei neue Artvertreter dieser
Gattung aus der Orientalis (Diptera: Chironomidae)
Arch. Hydrobiol. 66(3): 348-381

Lehmann, J., 1971

Die Chiromiden der Fulda (systematische, ökologische und faunistische Untersuchungen)
Arch. Hydrobiol. Suppl. 37(4): 466-555

Moller-Pillot, H.K.M., 1984

De larven van de Nederlandse Chironomidae (Diptera) (Orthoclaadiinae sensu lato)
Ned. Faun. Meded. 1B: 1-175

Moller-Pillot, H.K.M., 1971

Faunistische beoordeling van de verontreiniging in laaglandbeken
Proefschrift KU Nijmegen 286 pp.

Ringe, F., 1974

Chironomiden-Emergenz 1970 in Breitenbach und Rohrwiesenbach. In: Schlitzer Produktionsbiologische
Studien (10)
Arch. Hydrobiol. Suppl. 45: 212-304

Rosenberg, D.M., Resh, V.H., 1982

The use of artificial substrates in the study of freshwater benthic macroinvertebrates. In: Cairns, J. (ed.),
Artificial substrates.
Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor

Scheiring, J.F., 1985

Longitudinal and seasonal patterns of insect trophic structure in a Florida sand-hill stream
J. Kans. Entomol. Soc. 58(2): 207-219

Schellenberg, A., 1942

Krebstiere oder Crustacea IV: Flohkrebse oder Amphipoda
Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Gebiet 40:1-252

Svensson, B.S., 1986

Eukiefferiella ancyla sp.n. (Diptera: Chironomidae), a commensalistic midge on *Ancylus fluviatilis* Müller
(Gastropoda: Ancyliidae)
Entomol. Scand. 17(3): 291-298

Thienemann, A., 1974

Chironomus. Leben, Verbreitung und wirtschaftliche Bedeutung der Chironomiden
Die Binnengewässer 20: 834 pp.

Walshe, B.M., 1950

Observations on the biology and behaviour of larvae of the midge Rheotanytarsus
J. Quekett. Micr. Cl. Ser. 4 3: 171-178

Waters, T.F., 1981

Seasonal patterns in production and drift of Gammarus pseudolimnaeus in Valley Creek, Minnesota
Ecology 62(6): 1458-1466

Wesenberg-Lund, C., 1939

Biologie der Süßwassertiere - Wirbellose Tiere
Springer: Wien 817 pp.

Williams, C.J., 1985

A comparison of net and pump sampling methods in the study of chironomid larval drift
Hydrobiologia 124(3): 243-250

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

Zavrel, J., 1939

Chironomidarum larvae et nymphae II (Genus Eukiefferiella Th.)
Acta Soc. Sci. nat. maravo-siles 11: 1-29

bij de Vaate, A., Greijdenus-Klaas, M., 1990

Biologische monitoring van rivieren met kunstmatig
substraat
RWS/RIZA nota 90.009 57 pp.

van Urk, G., 1984

Algen en de zuurstofhuishouding van de Rijn
H2O 17(5): 96-100

van Vuuren, W.E., van der Veen, R., van der Born, J. 1989

Analyse relatie zwevend stof - afvoer voor de Maas te Eijsden in de periode 1987-1988
DBW/RIZA notitie WSRM 89-27:15 pp

van den Brink, F.W.B., van der Velde, G., ea, 1989

A note on the immigration of Corophium curvispinum Sars, 1895 (Crustacea: Amphipoda) into the
Netherlands via the River Rhine
Bull. Zool. Mus. Univ. Amsterdam 11(26): 211-213

dienst binnenwateren / riza

vestiging Lelystad, Maerlant 4-6

postbus 17, 8200 AA Lelystad

tel. 03200-70411, fax. 03200-49218

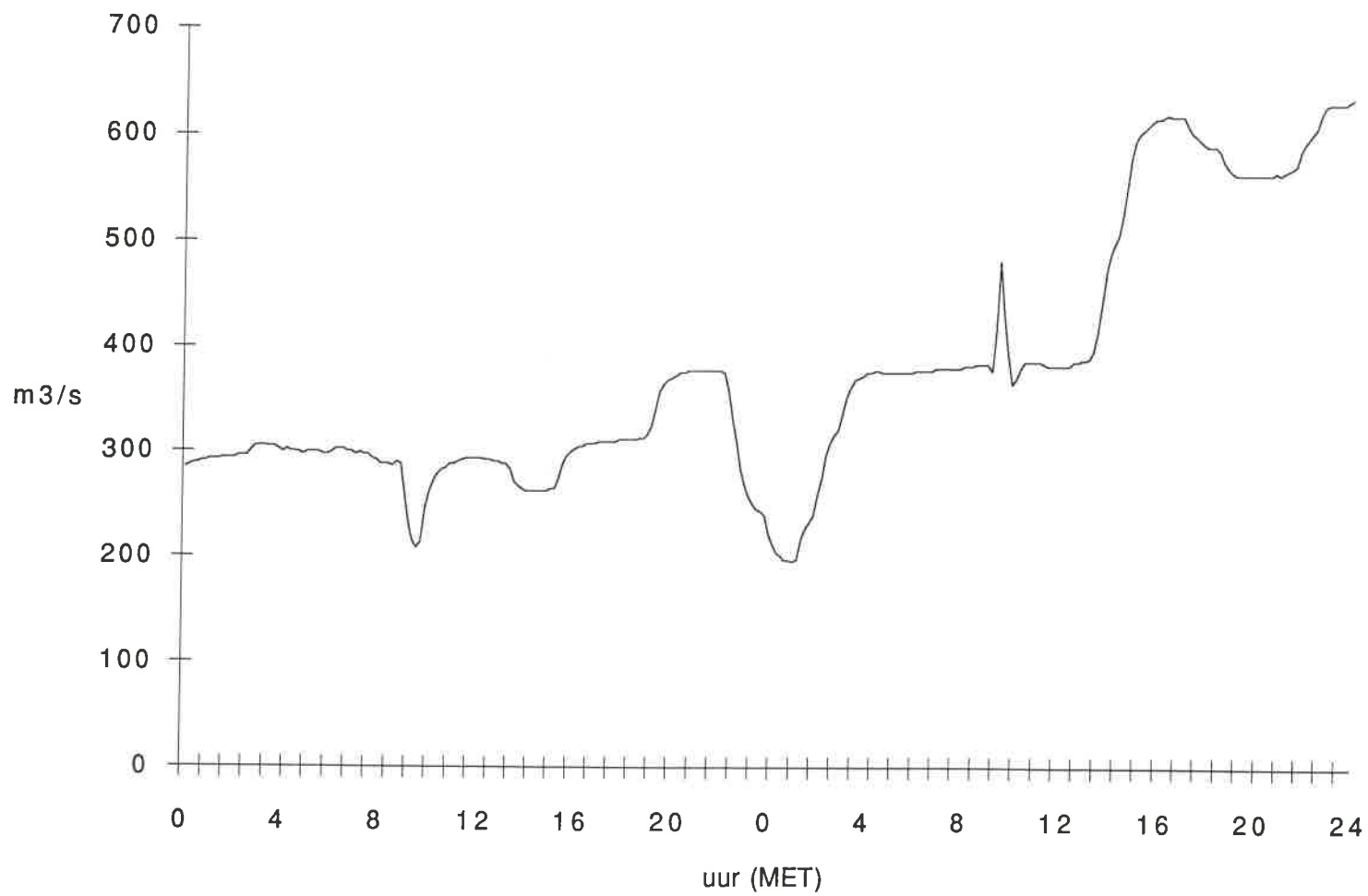
Drift van makro-evertebraten in de Maas. Bijlagen.

Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van het project MAA*MAASDIER.
Projektleider: A. bij de Vaate

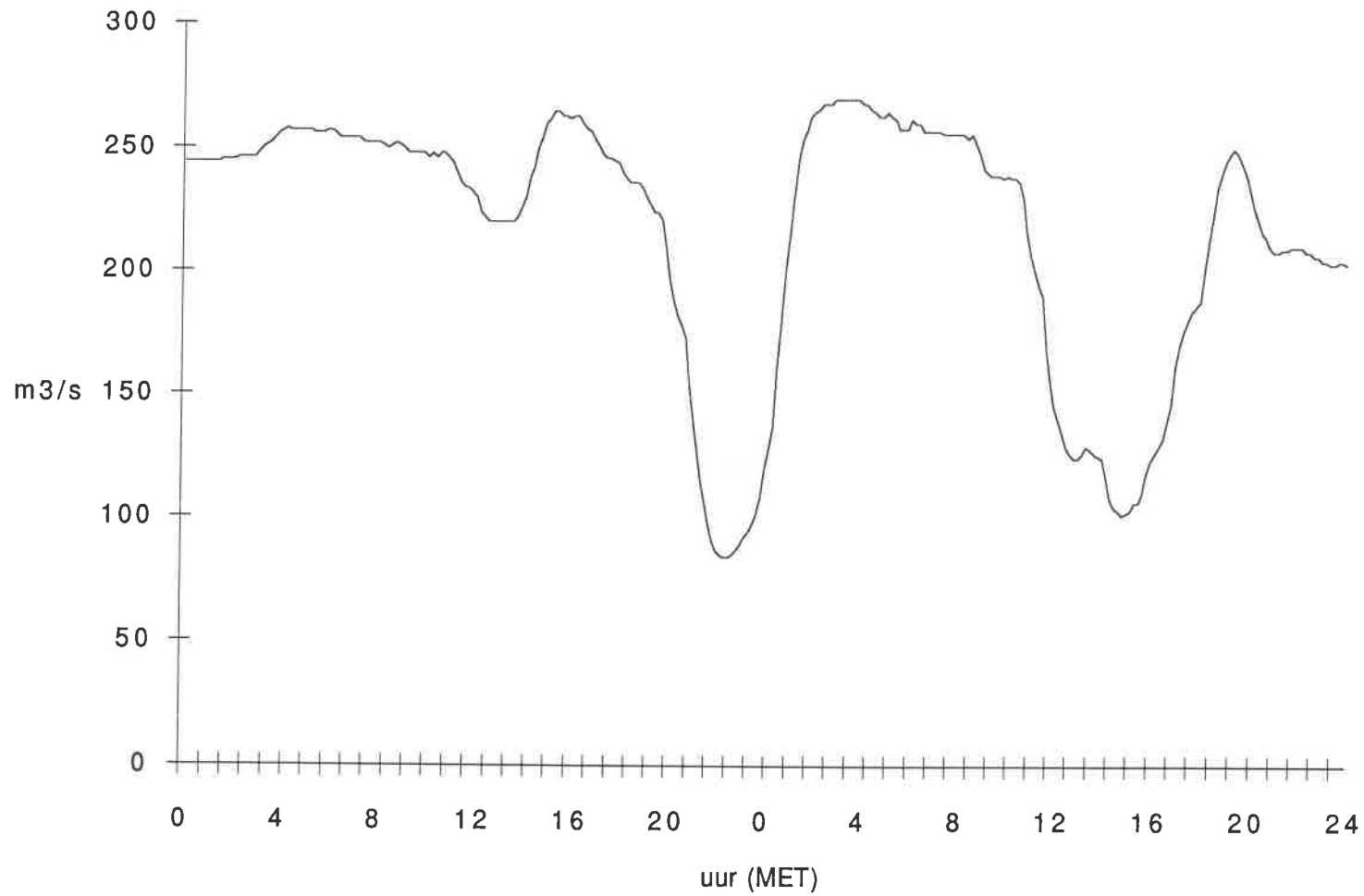
NOTA NR.: 90.071.

auteur(s) : A.G. Klink
Hydrobiologisch Adviesburo Klink b.v.
Boterstraat 28, 6701 CW Wageningen
datum : november 1990.

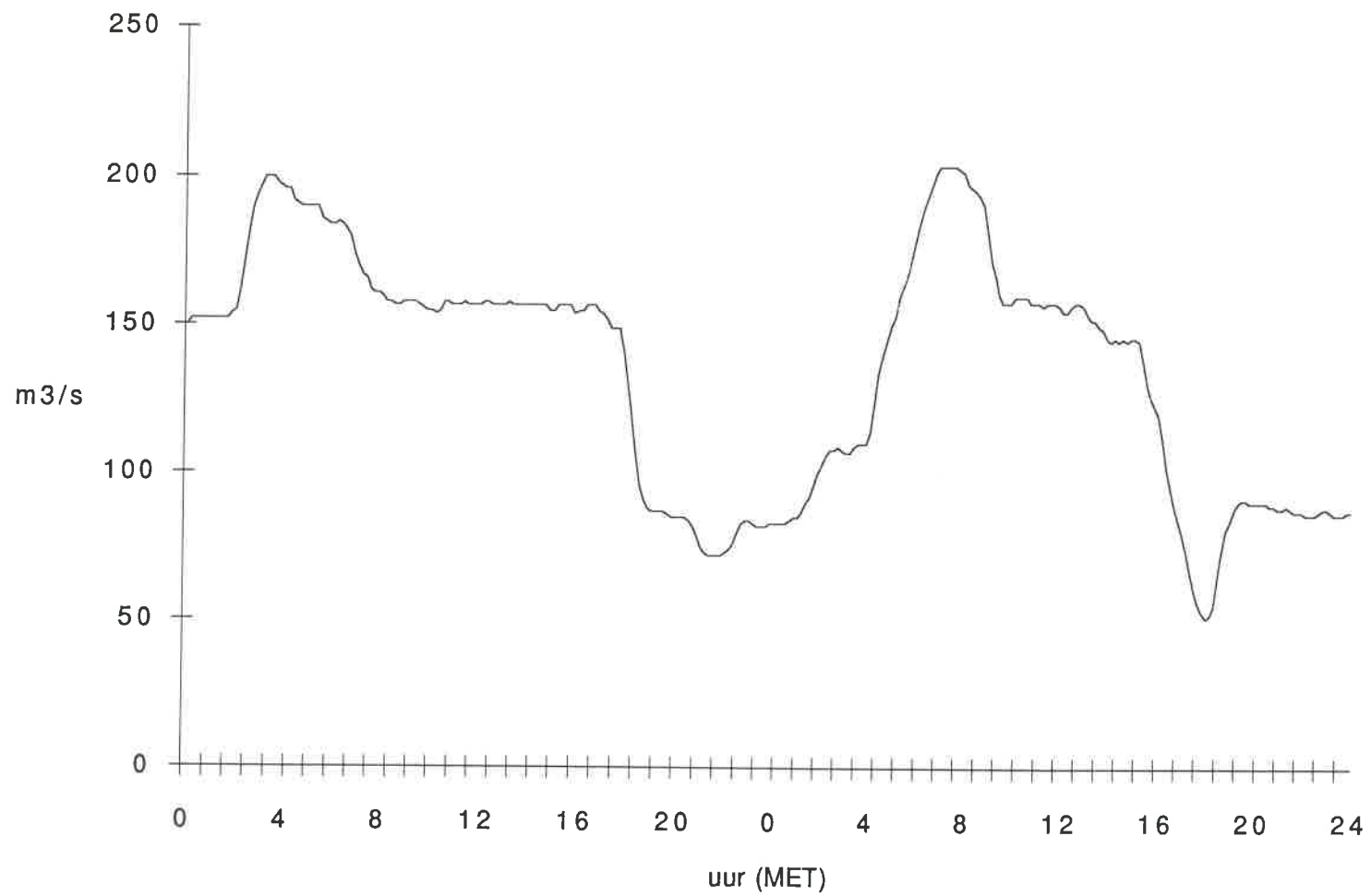
Grensmaas Borgharen 1989: Afvoer op 5 en 6 april



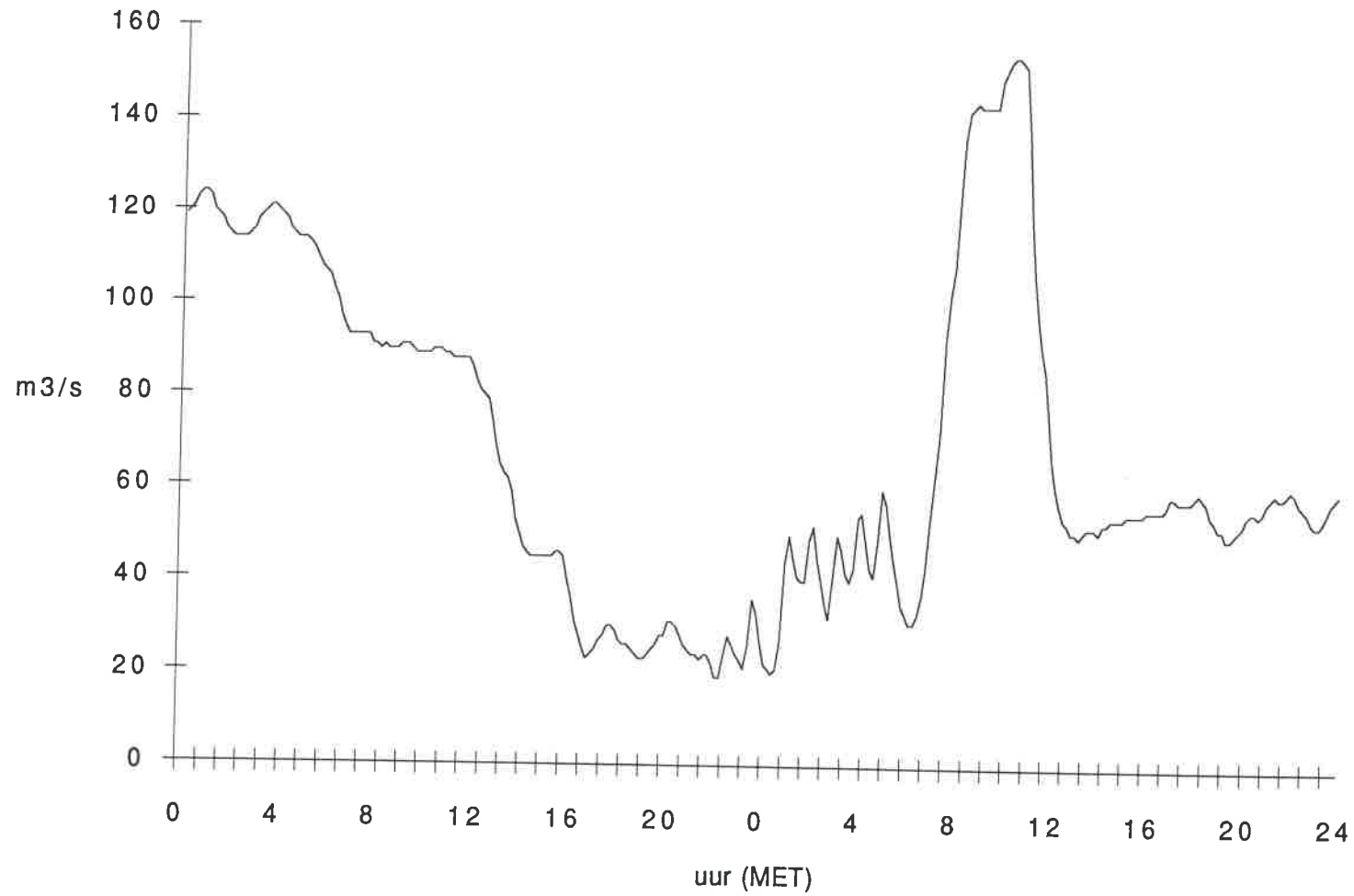
Grensmaas Borgharen 1989: Afvoer op 8 en 9 mei



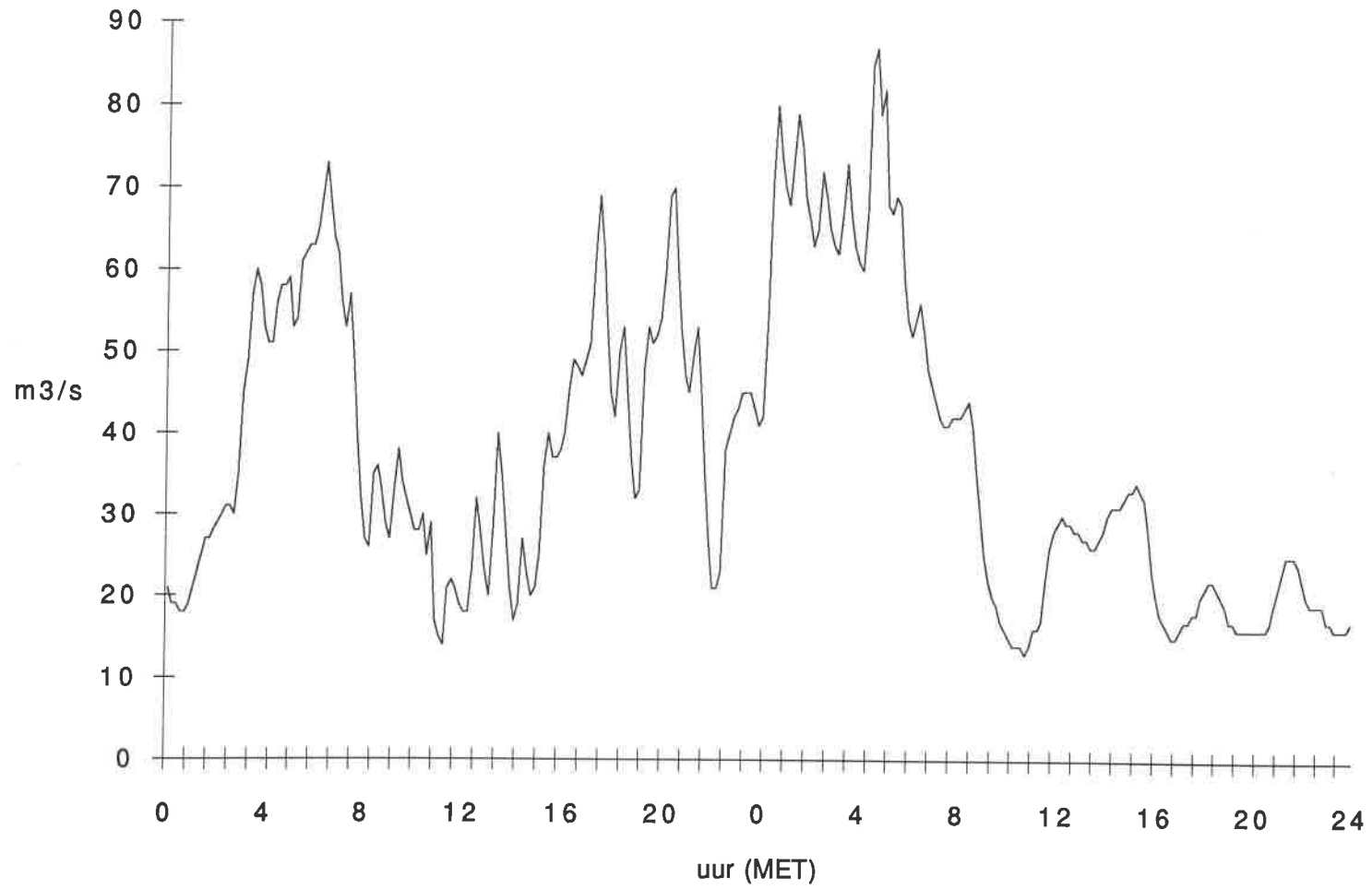
Grensmaas Borgharen 1989: Afvoer op 5 en 6 juni



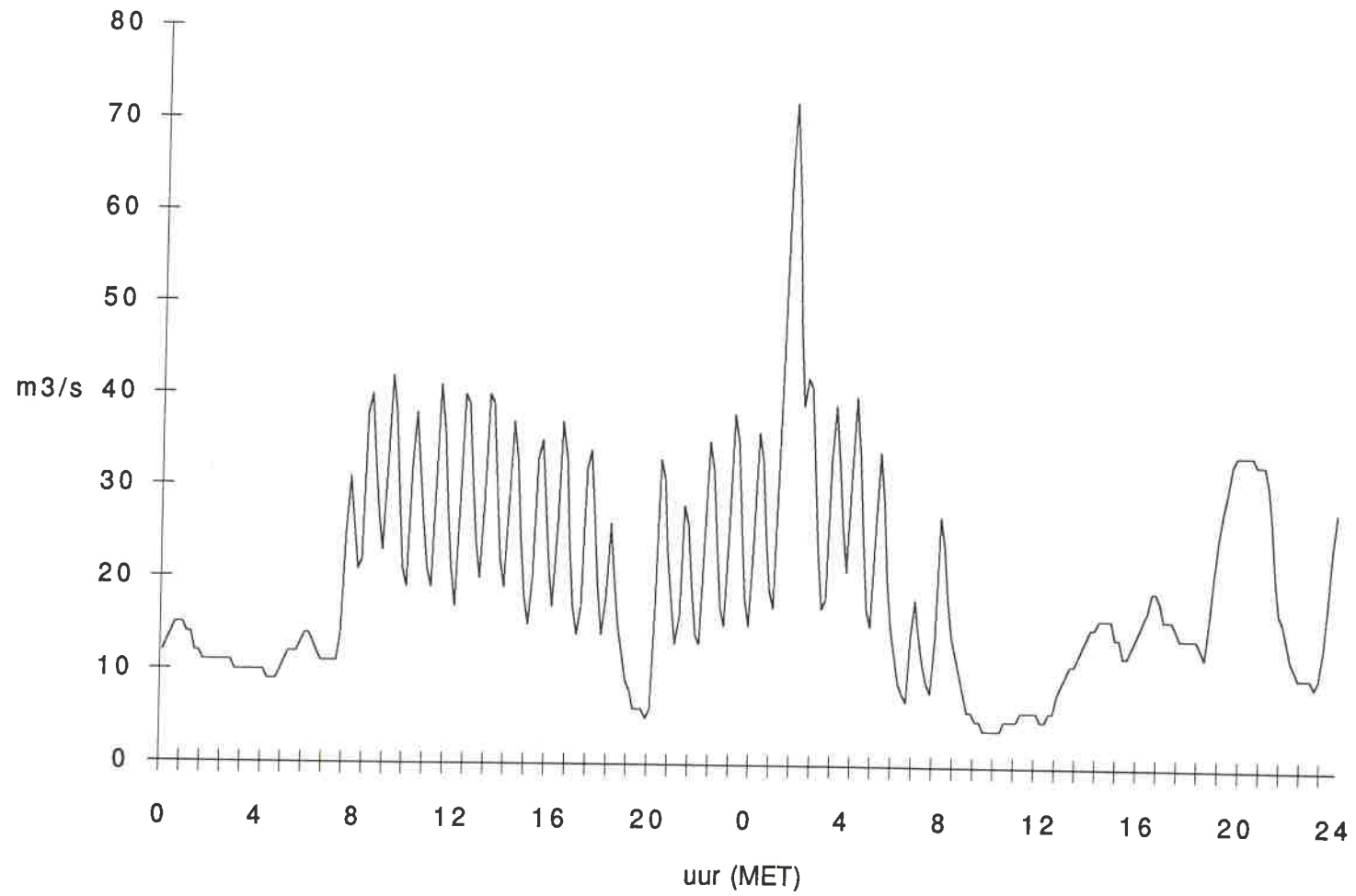
Grensmaas Borgharen 1989: Afvoer op 3 en 4 juli



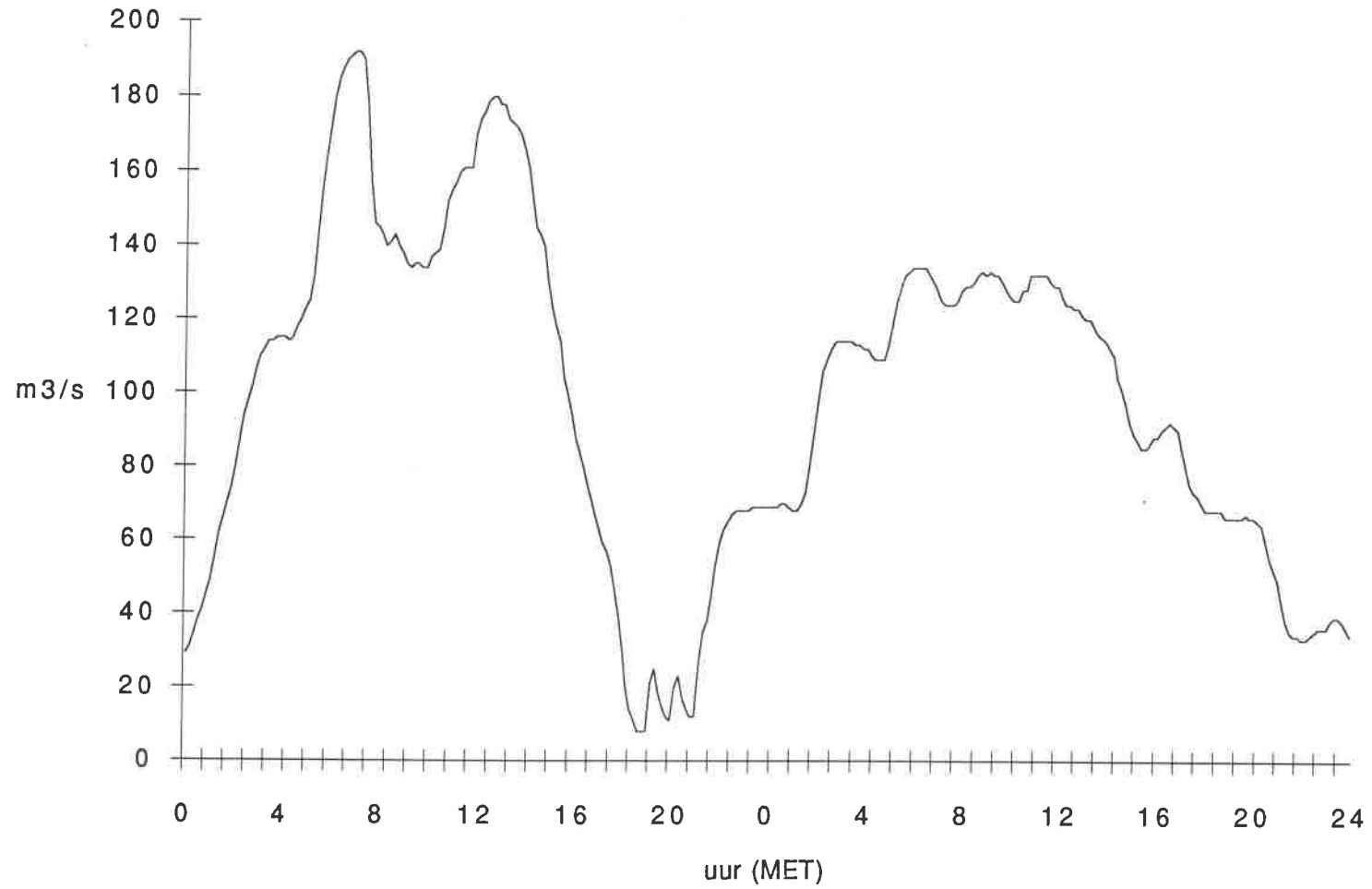
Grensmaas Borgharen 1989: Afvoer op 1 en 2 augustus



Grensmaas Borgharen 1989: Afvoer op 28 en 29 september



Grensmaas Borgharen 1989: Afvoer op 30 en 31 oktober



Lokatie	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Berwine	Voer	Eijsden	Jeker	Borgh.
Maand 1989	4	5	6	7	8	9	10	7	7	7	7	7	7
Dag	5&6	7&8	5&6	3&4	1&2	28&29	30&31	3	3	3	3	3	3&4
Gem. volume/monster m ³	34	39	19	31	32	14	23	32	26	39	30	31	31
Aantal monsters	24	24	24	22	28	24	25	2	2	2	2	2	22
Debiet rivier	307	223	131	64	43	20	105	1	1	113	3	64	64
Stroomsnelheid net m/s	0.45	0.51	0.27	0.43	0.42	0.20	0.30	0.80	0.60	0.50	0.40	0.43	0.43
Aantallen/m ³													
<i>Gasterosteus aculeatus</i>													
Vislarven		0.052	0.002	0.003	0.002			0.032					0.003
<i>Dugesia lugubris/polychroa</i>													
Oligochaeta	11.259	5.259	2.808	3.623	0.122	0.056	0.237	0.175		0.478	0.262	3.623	3.623
<i>Erpobdella octoculata</i>		0.007	0.004						0.020				
<i>Erpobdella testacea</i>		0.001											
<i>Bithynia tentaculata</i>				0.001									0.001
<i>Dreissena polymorpha</i>							0.002						
<i>Radix ovata</i>				0.002									0.002
Decapoda I					0.001								
<i>Athyaephyra desmarestii</i>													
<i>Corophium curvispinum</i>													
<i>Corophium spec. (te klein)</i>													
<i>Gammarus pulex</i>													
<i>Gammarus spec. (te klein)</i>							0.002						
<i>Gammarus tigrinus</i>							0.002						
<i>Asellus aquaticus</i>		0.001			0.001								
<i>Asellus s.l. (te klein)</i>							0.002						
<i>Proasellus meridianus</i>													
<i>Baetis spec. ex kapot</i>	0.010	0.009	0.002										
<i>Baetis gr. rhodani ex intakt</i>			0.002	0.002				1.474	12.673	0.811			0.002
<i>Baetis gr. vernus I intakt</i>								0.032	0.059				
<i>Baetis gr. vernus ex intakt</i>		0.001	0.002					1.647	5.315	0.272			
<i>Caenis cf. horaria ex</i>													
<i>Caenis luctuosa</i>													
<i>Caenis spec. I (te klein)</i>							0.004						
<i>Caenis spec. im</i>					0.001								
<i>Cloeon dipterum I</i>													
<i>Ephemerella ignita I</i>								0.238	0.020				
<i>Ephemerella spec. ex kapot</i>	0.001	0.001											

Lokatie	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Berwine	Voer	Eijsden	Jeker	Borgh.
Maand 1989	4	5	6	7	8	9	10	7	7	7	7	7	7
Dag	5&6	7&8	5&6	3&4	1&2	28&29	30&31	3	3	3	3	3	3&4
Ephoron virgo mandibel ex													
Heptagenia spec. I kapot													
Heptagenia spec. ex kapot	0.002												
Heptageniidae subimago v													
Leptophlebiidae ex kapot	0.002	0.001											
Zygoptera indet. I (geen Caloptery		0.001											
Zygoptera indet. ex kapot		0.001											
Aphelocheirus aestivalis ex kapot													
Corixidae I						0.005							
Sigara striata imv	0.001												
Haliphus ruficollis imm													
Helophorus spec. im													
Ceraclea annulicornis ex	0.002												
Ecnomus tenellus I													
Ecnomus tenellus imm													
Ecnomus tenellus imv													
Hydropsyche contubernalis I													
Hydropsyche spec. ex		0.002											
Hydropsyche contubernalis imm						0.002							
Hydropsyche spec. imv				0.027	0.006								0.027
Leptoceridae indet. (te klein)													
Diptera indet. I										0.037			
Chaoborus crystallinus I													
Chaoborus flavicans I		0.001				0.003							
Simuliidae I		0.002					0.003	0.095					
Simuliidae ex								0.016	0.058	0.013			
Simuliidae imv								0.016					
Psychodidae I	0.012		0.002										
Psychodidae p	0.001	0.002	0.002										
Psychodidae ex								0.016	0.018	0.013			
Psychodidae imm													
Psychodidae imv	0.001						0.002						
Ceratopogonidae I		0.002											
Ceratopogonidae p									0.018				
Ceratopogonidae imm							0.010						

Lokatie	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Berwine	Voer	Eijsden	Jeker	Borgh.
Maand 1989	4	5	6	7	8	9	10		7	7	7	7	7
Dag	5&6	7&8	5&6	3&4	1&2	28&29	30&31		3	3	3	3	3&4
<i>Ceratopogonidae</i> imv							0.016						
<i>Culicidae</i> l					0.001		0.001						
<i>Chironomidae</i> indet imm	0.003	0.009		0.007	0.001	0.009			0.097		0.036		0.007
<i>Chironomidae</i> indet imv		0.009	0.013	0.082	0.014	0.023	0.007		0.190		0.159		0.082
<i>Conchapelopia</i> cf l		0.001											
<i>Conchapelopia melanops</i> ex	0.001	0.001											
<i>Conchapelopia pallidula</i> p		0.001											
<i>Macropelopia spec.</i> l		0.001					0.008						
<i>Procladius spec.</i> l					0.012	0.066	0.043						
<i>Procladius spec.</i> p			0.002	0.089	0.190	0.127	0.009						0.089
<i>Procladius spec.</i> ex	0.002	0.003	0.006	0.012	0.054	0.081							0.012
<i>Procladius spec.</i> imm					0.001	0.018					0.036		
<i>Procladius spec.</i> imv				0.004	0.008	0.099	0.003						0.004
<i>Rheopelopia ornata</i> l					0.001								
<i>Rheopelopia ornata</i> p													
<i>Rheopelopia ornata</i> ex													
<i>Rheopelopia ornata</i> imm													
<i>Rheopelopia ornata</i> imv													
<i>Thienemannimyia spec.</i> ex	0.001	0.005											
<i>Thienemannimyia spec.</i> ex kapot		0.001											
<i>Potthastia longimana</i> l									0.084				
<i>Potthastia longimana</i> ex	0.004								0.319				
<i>Prodiamesa olivacea</i> ex	0.004												
<i>Bryophaenocladus spec.</i> l	0.001												
<i>Bryophaenocladus spec.</i> ex													
<i>Brillia longifurca</i> l												0.284	
<i>Brillia modesta</i> l													
<i>Brillia longifurca</i> ex	0.001	0.001											
<i>Cardiocladius fuscus</i> l													
<i>Cardiocladius fuscus</i> l kapot													
<i>Cardiocladius fuscus</i> ex													
<i>Cardiocladius fuscus</i> imm													
<i>Cricotopus bicinctus</i> l	0.021	0.045	0.231	2.592	0.287	0.012	0.001	7.570	25.017	0.895	55.733		2.592
<i>Cricotopus bicinctus</i> p	0.001	0.001		0.028				0.186					0.028
<i>Cricotopus bicinctus</i> ex	0.281	0.033	0.205	0.068	0.002	0.005	0.006	2.450	7.143	0.927	51.907		0.068

Lokatie	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Berwine	Voer	Eijsden	Jeker	Borgh.
Maand 1989	4	5	6	7	8	9	10	7	7	7	7	7
Dag	5&6	7&8	5&6	3&4	1&2	28&29	30&31	3	3	3	3	3&4
<i>Cricotopus bicinctus</i> imm	0.001	0.003	0.007	0.012	0.008	0.007	0.002	0.060	0.322		0.148	0.012
<i>Cricotopus bicinctus</i> imv	0.002		0.025	0.156	0.017	0.013	0.014	0.032	0.077		0.270	0.156
<i>Cricotopus cf. cylindraceus</i> ex												
<i>Cricotopus cf. flavocinctus</i> l												
<i>Cricotopus cf. vierriensis</i> ex				0.002								0.002
<i>Cricotopus intersectus</i> l	0.006	0.003	0.042	0.101	0.024	0.004	0.007					0.101
<i>Cricotopus intersectus</i> p		0.001	0.002	0.001	0.001							0.001
<i>Cricotopus intersectus</i> ex	0.017	0.003	0.047	0.028	0.012	0.015	0.005					0.028
<i>Cricotopus intersectus</i> imm	0.001											
<i>Cricotopus intersectus</i> imv					0.007							
<i>Cricotopus</i> Pe 1 s. Langton ex	0.004											
<i>Cricotopus sylvestris</i> l	0.001		0.007	0.044	0.062	0.025	0.008					0.044
<i>Cricotopus sylvestris</i> p				0.001	0.004							0.001
<i>Cricotopus sylvestris</i> ex	0.001	0.001	0.023	0.019	0.017	0.014	0.007				0.495	0.019
<i>Cricotopus sylvestris</i> imm			0.002	0.001		0.002	0.002					0.001
<i>Cricotopus sylvestris</i> imv	0.001	0.003	0.002	0.012	0.007	0.051	0.002					0.012
<i>Cricotopus tremulus</i> l								0.084	0.486			
<i>Cricotopus tremulus</i> ex	0.027	0.002						0.336	0.435			
<i>Cricotopus triannulatus</i> l	0.003	0.003	0.003	0.064	0.007	0.002		2.718	1.944	0.153	0.948	0.064
<i>Cricotopus triannulatus</i> p	0.001	0.002		0.010				0.413		0.026		0.010
<i>Cricotopus triannulatus</i> ex	0.250	0.087	0.067	0.016	0.003	0.005		3.423	0.435	4.635		0.016
<i>Cricotopus triannulatus</i> imm			0.004	0.004	0.001			0.313				0.004
<i>Cricotopus triannulatus</i> imv	0.007		0.038	0.079	0.008	0.035	0.003	0.286		0.126		0.079
<i>Cricotopus trifascia</i> l								0.729	0.326			
<i>Cricotopus trifascia</i> ex	0.004							0.319	0.435		0.989	
<i>Eudactylocladius fuscimanus</i> p				0.001								0.001
<i>Eudactylocladius fuscimanus</i> ex	0.002	0.007	0.002				0.001					
<i>Eukiefferiella brevicar</i> agg.									0.489			
<i>Eukiefferiella calvescens</i> l												
<i>Eukiefferiella calvescens</i> p								0.037				
<i>Eukiefferiella calvescens</i> ex	0.005	0.001	0.002	0.001				3.490	2.221	0.162		0.001
<i>Eukiefferiella claripennis</i> p				0.001				0.038	0.160			0.001
<i>Eukiefferiella claripennis</i> ex	0.006	0.020	0.034				0.012	3.624	3.963		0.941	
<i>Eukiefferiella claripennis</i> imm								0.060				
<i>Eukiefferiella claripennis</i> agg. l	0.002	0.001	0.004	0.001	0.003	0.019	0.002	0.123	0.803	0.013		0.001

Lokatie	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Berwine	Voer	Eijsden	Jeker	Borgh.
Maand 1989	4	5	6	7	8	9	10	7	7	7	7	7	7
Dag	5&6	7&8	5&6	3&4	1&2	28&29	30&31	3	3	3	3	3	3&4
<i>Eukiefferiella clypeata</i> agg. I													
<i>Eukiefferiella clypeata</i> ex	0.005							0.319					
<i>Eukiefferiella discoloripes</i> agg. I		0.001						0.376	0.160				
<i>Eukiefferiella discoloripes</i> ex													
<i>Eukiefferiella gr. ilkleyensis</i> I	0.001	0.001											
<i>Eukiefferiella ilkleyensis</i> ex								0.151					
<i>Eukiefferiella verralli</i> I													
<i>Eukiefferiella verralli</i> p								0.038					
<i>Eukiefferiella verralli</i> ex	0.003	0.001											
<i>Eukiefferiella verralli</i> imm								0.119	0.161				
<i>Eukiefferiella verralli</i> imv								0.038	0.077				
<i>Euorthocladus luteipes</i> ex	0.007	0.006							0.740				
<i>Euorthocladus rivicola</i> p													
<i>Euorthocladus rivicola</i> ex	0.018	0.005											
<i>Euorthocladus thienemanni</i> ex		0.001											
<i>Limnophyes spec.</i> I					0.001				0.326				
<i>Limnophyes spec.</i> p													
<i>Limnophyes spec.</i> ex	0.003					0.005							
<i>Metriocnemus gr. hirticollis</i> I cf	0.001												
<i>Nanocladius spec.</i> I	0.002	0.002		0.016		0.002	0.002	0.169	0.163	0.140	0.316	0.016	
<i>Nanocladius spec.</i> p				0.032	0.008	0.002		0.037		0.131	0.295	0.032	
<i>Nanocladius spec.</i> ex	0.047	0.047	0.009	0.079	0.038	0.023		3.003	2.831	27.974		0.079	
<i>Nanocladius spec.</i> imm		0.001		0.016	0.020	0.011				0.824	0.366	0.016	
<i>Nanocladius spec.</i> imv				0.004	0.050	0.003	0.002	0.063		0.858		0.004	
<i>Orthocladus (O) spec.</i> I	0.004		0.007	0.006				0.061					0.006
<i>Orthocladus (O) spec.</i> p		0.001											
<i>Orthocladus (O) spec.</i> ex	0.035	0.022	0.004								1.459		
<i>Paracricotopus niger</i> ex		0.002											
<i>Parametriocnemus spec.</i> ex kapot		0.001											
<i>Paratrichocladus rufiventris</i> I								1.129	0.799				
<i>Paratrichocladus rufiventris</i> p		0.001						0.038					
<i>Paratrichocladus rufiventris</i> ex	0.060	0.014	0.005	0.001				0.151	6.620	0.162	0.495	0.001	
<i>Paratrichocladus rufiventris</i> imn								0.097					
<i>Paratrichocladus rufiventris</i> imv								0.070					
<i>Psectrocladius gr. sordidellus</i> I		0.001											

Lokatie	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Berwine	Voer	Eijsden	Jeker	Borgh.
Maand 1989	4	5	6	7	8	9	10	7	7	7	7	7	7
Dag	5&6	7&8	5&6	3&4	1&2	28&29	30&31	3	3	3	3	3	3&4
<i>Psectrocladius oxyura</i> ex													
<i>Psectrocladius</i> spec. imm									0.161				
<i>Rheocricotopus chalybeatus</i> l													
<i>Rheocricotopus chalybeatus</i> p													
<i>Rheocricotopus chalybeatus</i> ex	0.008	0.006	0.002					0.822	0.871				
<i>Rheocricotopus chalybeatus</i> imm							0.002						
<i>Rheocricotopus chalybeatus</i> imv				0.003	0.000	0.003	0.004						0.003
<i>Rheocricotopus fuscipes</i> l									0.160		0.316		
<i>Rheocricotopus fuscipes</i> p	0.001												
<i>Rheocricotopus fuscipes</i> ex	0.050	0.021	0.002					0.151	4.268				
<i>Rheocricotopus</i> spec. imv								0.032					
<i>Smittia</i> cf. <i>pratorum</i> imm						0.007	0.019						
<i>Smittia</i> spec. imv							0.069						
<i>Synorthocladius semivirens</i> l								0.146					
<i>Synorthocladius semivirens</i> p													
<i>Synorthocladius semivirens</i> ex	0.014	0.001						1.107					
<i>Synorthocladius semivirens</i> imm													
<i>Synorthocladius semivirens</i> imv							0.002						
<i>Chironomus</i> cf. <i>bernensis</i> l													
<i>Chironomus</i> spec. l (0 tub)									0.163				
<i>Chironomus</i> spec. l (4 tub)			0.002	0.005					0.163		0.600	0.005	
<i>Chironomus</i> spec. l (te klein)						0.002	0.002						
<i>Chironomus</i> spec. imm													
<i>Chironomus</i> spec. imv													
<i>Chironomus</i> spec. geel ex	0.001	0.002	0.002					0.168					
<i>Chironomus</i> spec. zwart ex	0.010	0.009	0.039	0.005	0.002		0.002	0.151			18.405	0.005	
<i>Cryptochironomus rostratus</i> ex													
<i>Cryptochironomus rostratus</i> imm													
<i>Cryptochironomus</i> spec. l						0.002							
<i>Dicrotendipes nervosus</i> l	0.013	0.005	0.076	0.283	0.033	0.009	0.019			0.166	0.568	0.283	
<i>Dicrotendipes nervosus</i> p		0.014	0.012	0.011	0.029							0.011	
<i>Dicrotendipes nervosus</i> ex	0.101	0.368	0.348	0.186	0.248	0.042	0.011			0.382	0.495	0.186	
<i>Dicrotendipes nervosus</i> imm	0.008	0.016	0.011	0.014	0.009	0.002						0.014	
<i>Dicrotendipes nervosus</i> imv	0.003	0.047	0.009	0.338	0.018	0.029	0.003					0.338	
<i>Endochironomus albipennis</i> l													

Lokatie	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Berwine	Voer	Eijsden	Jeker	Borgh.
Maand 1989	4	5	6	7	8	9	10	7	7	7	7	7
Dag	5&6	7&8	5&6	3&4	1&2	28&29	30&31	3	3	3	3	3&4
<i>Glyptotendipes</i> gr. pallens l												
<i>Glyptotendipes</i> gripekoveni ex		0.001										
<i>Glyptotendipes</i> pallens ex				0.001								0.001
<i>Glyptotendipes</i> paripes ex		0.001										
<i>Harnischia</i> spec. l				0.005								0.005
<i>Harnischia</i> spec. p			0.003	0.017								0.017
<i>Harnischia</i> spec. ex			0.064	0.101	0.003	0.011						0.101
<i>Harnischia</i> curtilamellata imm			0.002									
<i>Kloosia</i> pusilla p												
<i>Kloosia</i> pusilla ex												
<i>Kloosia</i> pusilla imm												
<i>Microtendipes</i> spec. ex		0.008										
<i>Parachironomus</i> arcuatus l	0.011	0.002	0.027	0.276	0.019	0.007	0.016	0.061		0.153		0.276
<i>Parachironomus</i> arcuatus p			0.024	0.032	0.007							0.032
<i>Parachironomus</i> arcuatus ex	0.009	0.010	0.339	0.257	0.017	0.013				2.410	0.495	0.257
<i>Parachironomus</i> arcuatus imm			0.011	0.011	0.002					0.188		0.011
<i>Parachironomus</i> arcuatus imv cf.			0.039	0.142	0.007	0.009				0.033		0.142
<i>Parachironomus</i> biannulatus ex												
<i>Parachironomus</i> longiforceps l				0.004						0.051		0.004
<i>Parachironomus</i> longiforceps p			0.031	0.003	0.001							0.003
<i>Parachironomus</i> longiforceps ex		0.009	0.277	0.022						0.382		0.022
<i>Parachironomus</i> longiforceps imm			0.019	0.052	0.002	0.005			0.161		0.366	0.052
<i>Parachironomus</i> longiforceps imv			0.022	0.349	0.011	0.027				0.065		0.349
<i>Paratendipes</i> spec. ex								0.168				
<i>Phaenopsectra</i> spec. ex		0.002										
<i>Polypedilum</i> cf. albicorne ex		0.007										
<i>Polypedilum</i> cf. pullum ex		0.004										
<i>Polypedilum</i> convictum ex		0.044						0.319				
<i>Polypedilum</i> gr. convictum l	0.002	0.001										
<i>Polypedilum</i> laetum agg. l	0.004	0.001										
<i>Polypedilum</i> nubeculosum l												
<i>Polypedilum</i> nubeculosum ex	0.001	0.002						0.453				
<i>Polypedilum</i> scalaenum l												
<i>Polypedilum</i> scalaenum p												
<i>Polypedilum</i> scalaenum ex		0.006						0.487		0.220		

Lokatie	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Berwine	Voer	Eijsden	Jeker	Borgh.
Maand 1989	4	5	6	7	8	9	10	7	7	7	7	7	7
Dag	5&6	7&8	5&6	3&4	1&2	28&29	30&31	3	3	3	3	3	3&4
<i>Polypedilum scalaenum</i> imm													
<i>Polypedilum scalaenum</i> imv													
<i>Polypedilum uncinatum</i> ex								0.168		0.162			
<i>Xenochironomus xenolabis</i> p				0.002		0.002							0.002
<i>Xenochironomus xenolabis</i> ex		0.001			0.004	0.004	0.002						
<i>Cladotanytarsus</i> gr. <i>mancus</i> l													
<i>Cladotanytarsus</i> spec. l													
<i>Cladotanytarsus</i> spec. p													
<i>Cladotanytarsus</i> spec. ex													
<i>Cladotanytarsus</i> spec. imm													
<i>Micropsectra atrofasciata</i> l				0.006	0.006	0.006	0.011	0.399	0.643			0.600	0.006
<i>Micropsectra atrofasciata</i> p								0.112	2.928				
<i>Micropsectra atrofasciata</i> ex	0.001	0.036	0.022	0.019	0.001		0.033	7.299	39.115	0.382	22.686		0.019
<i>Micropsectra atrofasciata</i> imm								0.604	1.807		0.514		
<i>Micropsectra atrofasciata</i> imv								0.305	0.642		0.270		
<i>Paratanytarsus confusus</i> l													
<i>Paratanytarsus confusus</i> ex	0.018	0.002	0.005					0.470					
<i>Rheotanytarsus</i> cf. <i>pentapoda</i> ex	0.001	0.045											
<i>Rheotanytarsus photophilus</i> p													
<i>Rheotanytarsus photophilus</i> ex		0.002						0.168					
<i>Rheotanytarsus photophilus</i> imm				0.002									0.002
<i>Rheotanytarsus rhenanus</i> p													
<i>Rheotanytarsus rhenanus</i> ex	0.005	0.007						0.151					
<i>Rheotanytarsus rhenanus</i> imm													
<i>Rheotanytarsus</i> spec. l													
<i>Rheotanytarsus</i> spec. imv													
<i>Tanytarsus brundini</i> l													
<i>Tanytarsus brundini</i> ex		0.028	0.002					0.168					
<i>Tanytarsus brundini</i> imm													
<i>Tanytarsus ejuncidus</i> ex													
<i>Tanytarsus eminulus</i> p													
<i>Tanytarsus eminulus</i> ex		0.094											
<i>Tanytarsus heusdensis</i> p													
<i>Tanytarsus heusdensis</i> ex													
<i>Tanytarsus pallidicornis</i> p								0.037					

Lokatie	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Borgh.	Berwine	Voer	Eijsden	Jeker	Borgh.
Maand 1989	4	5	6	7	8	9	10	7	7	7	7	7
Dag	5&6	7&8	5&6	3&4	1&2	28&29	30&31	3	3	3	3	3&4
Tanutarsus pallidicornis ex								0.168				
Tanytarsus spec. I							0.002					
Tanytarsus spec. ex	0.002											
Tanytarsus spec. imv												
Hydrachnellae						0.002						
Chironomidae larven/m3	0.074	0.069	0.399	3.401	0.456	0.163	0.113	13.651	31.643	1.571	59.365	3.401
Chironomidae poppen/m3	0.003	0.022	0.073	0.229	0.240	0.131	0.009	0.937	3.089	0.157	0.295	0.229
Chironomidae exuviae/m3	1.011	0.982	1.505	0.818	0.402	0.219	0.080	30.000	69.079	37.801	98.365	0.818
Chironomidae im manlijk/m3	0.013	0.030	0.057	0.118	0.045	0.060	0.025	1.349	2.611	1.084	1.393	0.118
Chironomidae im vrouwlijk/m3	0.013	0.058	0.148	1.169	0.149	0.292	0.108	1.016	0.796	1.241	0.541	1.169
Oligochaeta/m3	11.259	5.259	2.808	3.623	0.122	0.056	0.237	0.175		0.478	0.262	3.623
Gammarus/m3							0.004					
Hydropsyche larven/m3	0.003	0.047	0.009	0.338	0.018	0.029	0.003					0.338
Overige/m3	0.031	0.037	0.005	-0.303	0.004	-0.023	0.036	3.566	18.057	1.109		-0.303
Totaal/m3	12.407	6.504	5.005	9.393	1.435	0.928	0.611	50.693	125.435	43.440	160.222	9.393

Lokatie	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lcbith	Lobith	Lobith	Maaseik
Maand 1989	3	4	5	5	6	7	8	8	9	10	9
Dag	16	5	8	24	6	5	1	30	27&28	30	27&28
Gem. volume/monster m ³	81	96	71	60	6	65	54	65	63	62	16
Aantal monsters	8	2	2	2	2	2	2	2	26	2	13
Debiet rivier	2142	1994	2196	1727	1714	1378	1366	1328	1105	987	50
Stroomsnelheid net m/s	1.06	1.20	0.90	0.80	1.05	0.85	0.70	0.85	0.83	0.85	0.21
Aantallen/m3											
<i>Gasterosteus aculeatus</i>									0.001		
Vislarven							0.053				
<i>Dugesia lugubris/polychroa</i>									0.007		0.055
<i>Oligochaeta</i>	1.104	5.504	1.979	0.623	15.632	0.884	0.591	0.200	0.172	0.143	0.318
<i>Erpobdella octoculata</i>											
<i>Erpobdella testacea</i>											
<i>Bithynia tentaculata</i>									0.001		
<i>Dreissena polymorpha</i>											
<i>Radix ovata</i>											
Decapoda I							0.010				
<i>Athyaephyra desmarestii</i>											0.007
<i>Corophium curvispinum</i>									0.040		
<i>Corophium spec. (te klein)</i>									0.113		
<i>Gammarus pulex</i>	0.002								0.006	0.009	
<i>Gammarus spec. (te klein)</i>	0.030	0.098	0.057	0.034	0.018	0.048	0.021	1.045	3.969	0.040	
<i>Gammarus tigrinus</i>	0.005								0.276	0.031	
<i>Asellus aquaticus</i>								0.008			
<i>Asellus s.l. (te klein)</i>									0.007		0.010
<i>Proasellus meridianus</i>	0.002								0.012		
<i>Baetis spec. ex kapot</i>	0.017	0.005									
<i>Baetis gr. rhodani ex intakt</i>											
<i>Baetis gr. vernus I intakt</i>											
<i>Baetis gr. vernus ex intakt</i>											
<i>Caenis cf. horaria ex</i>			0.022								
<i>Caenis luctuosa</i>				0.025					0.001		
<i>Caenis spec. I (te klein)</i>											
<i>Caenis spec. im</i>						0.010					
<i>Cloeon dipterum I</i>									0.002		
<i>Ephemerella ignita I</i>											
<i>Ephemerella spec. ex kapot</i>		0.010									

Lokatie	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Maaseik
Maand 1989	3	4	5	5	6	7	8	8	9	10	9	
Dag	16	5	8	24	6	5	1	30	27&28	30	27&28	
Ephoron virgo mandibel ex							0.029					
Heptagenia spec. I kapot		0.005										
Heptagenia spec. ex kapot	0.001								0.002			
Heptageniidae subimago v									0.001			
Leptophlebiidae ex kapot												
Zygoptera indet. I (geen Caloptery									0.002			
Zygoptera indet. ex kapot												
Aphelocheirus aestivalis ex kapot								0.008				
Corixidae I												
Sigara striata imv												
Haliphus ruficollis imm									0.001			
Helophorus spec. im						0.010						
Ceraclea annulicornis ex			0.014	0.008								
Ecnomus tenellus I									0.002			
Ecnomus tenellus imm									0.008			
Ecnomus tenellus imv							0.009					
Hydropsyche contubernalis I	0.032			0.017	0.136	0.006		0.054	0.085			0.126
Hydropsyche spec. ex			0.279	0.225	0.677	0.501	0.372	0.054	0.003			
Hydropsyche contubernalis imm					0.006							
Hydropsyche spec. imv					0.018	0.016						
Leptoceridae indet. (te klein)									0.001			
Diptera indet. I												
Chaoborus crystallinus I	0.002											
Chaoborus flavicans I												
Simuliidae I												
Simuliidae ex	0.002									0.008		
Simuliidae imv												
Psychodidae I												
Psychodidae p												
Psychodidae ex												
Psychodidae imm									0.001			
Psychodidae imv												
Ceratopogonidae I												
Ceratopogonidae p												
Ceratopogonidae imm												

Lokatie	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Maaseik
Maand 1989	3	4	5	5	6	7	8	8	9	10	9
Dag	16	5	8	24	6	5	1	30	27&28	30	27&28
Ceratopogonidae imv											
Culicidae l											
Chironomidae indet imm		0.005	0.007					0.008	0.003		
Chironomidae indet imv			0.007			0.016	0.043	0.008	0.006		0.004
Conchapelopia cf l											
Conchapelopia melanops ex											
Conchapelopia pallidula p											
Macropelopia spec. l											
Procladius spec. l	0.003		0.007						0.001		
Procladius spec. p											
Procladius spec. ex									0.001		
Procladius spec. imm					0.059				0.001		
Procladius spec. imv									0.001		
Rheopelopia ornata l	0.003	0.005	0.014	0.136	0.513	0.096	0.073	0.054	0.005	0.015	0.029
Rheopelopia ornata p				0.030							
Rheopelopia ornata ex	0.001		0.102	0.869		0.096	0.036				0.039
Rheopelopia ornata imm			0.007								
Rheopelopia ornata imv											0.022
Thienemannimyia spec. ex											
Thienemannimyia spec. ex kapot											
Potthastia longimana l											
Potthastia longimana ex				0.088							
Prodiamesa olivacea ex	0.009										
Bryophaenocladus spec. l	0.003										
Bryophaenocladus spec. ex	0.005										
Brillia longifurca l											
Brillia modesta l		0.005									
Brillia longifurca ex											0.012
Cardiocladius fuscus l				0.107	0.039				0.001		0.008
Cardiocladius fuscus l kapot								0.008			
Cardiocladius fuscus ex		0.013	0.010						0.004		0.180
Cardiocladius fuscus imm											0.013
Cricotopus bicinctus l	0.005	0.036	0.264	3.462	0.732	0.147	0.055	0.008	0.029	0.009	0.054
Cricotopus bicinctus p			0.007	0.084				0.008			0.010
Cricotopus bicinctus ex	0.120	0.372	0.424	0.438	2.804	0.525	0.164	0.039	0.065		0.328

Lokatie	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Maaseik
Maand 1989	3	4	5	5	6	7	8	8	9	10	9	
Dag	16	5	8	24	6	5	1	30	27&28	30	27&28	
<i>Cricotopus bicinctus</i> imm		0.010	0.007					0.008	0.001			0.014
<i>Cricotopus bicinctus</i> imv					0.061	0.006			0.001			0.014
<i>Cricotopus cf. cylindraceus</i> ex	0.003											
<i>Cricotopus cf. flavocinctus</i> l	0.003											
<i>Cricotopus cf. vierriensis</i> ex												
<i>Cricotopus intersectus</i> l				0.029					0.001			
<i>Cricotopus intersectus</i> p												
<i>Cricotopus intersectus</i> ex									0.005			
<i>Cricotopus intersectus</i> imm												
<i>Cricotopus intersectus</i> imv												
<i>Cricotopus</i> Pe 1 s. Langton ex												
<i>Cricotopus sylvestris</i> l					0.039	0.006			0.001			
<i>Cricotopus sylvestris</i> p												
<i>Cricotopus sylvestris</i> ex	0.002				0.130	0.096			0.001			0.026
<i>Cricotopus sylvestris</i> imm												
<i>Cricotopus sylvestris</i> imv									0.001			0.004
<i>Cricotopus tremulus</i> l												
<i>Cricotopus tremulus</i> ex								0.031				
<i>Cricotopus triannulatus</i> l	0.016	0.036	0.078	2.144	0.169	0.019	0.009		0.013			0.290
<i>Cricotopus triannulatus</i> p		0.010	0.007		0.121	0.010			0.003			0.115
<i>Cricotopus triannulatus</i> ex	0.054	0.877	0.151	1.142	4.711	0.861	0.540	0.038	0.144	0.016		2.771
<i>Cricotopus triannulatus</i> imm		0.031							0.003			0.079
<i>Cricotopus triannulatus</i> imv		0.016		0.042					0.001			0.086
<i>Cricotopus triafscia</i> l			0.007									0.075
<i>Cricotopus trifascia</i> ex	0.003											0.065
<i>Eudactylocladius fuscimanus</i> p												
<i>Eudactylocladius fuscimanus</i> ex												
<i>Eukiefferiella brevicar</i> agg.												
<i>Eukiefferiella calvescens</i> l				0.164								
<i>Eukiefferiella calvescens</i> p												
<i>Eukiefferiella calvescens</i> ex	0.009		0.043	0.608								
<i>Eukiefferiella claripennis</i> p												
<i>Eukiefferiella claripennis</i> ex	0.045		0.010	0.262	0.130							
<i>Eukiefferiella claripennis</i> imm												
<i>Eukiefferiella claripennis</i> agg. l		0.005					0.006					0.007

Lokatie	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Maaseik
Maand 1989	3	4	5	5	6	7	8	8	9	10	9
Dag	16	5	8	24	6	5	1	30	27&28	30	27&28
<i>Eukiefferiella clypeata</i> agg. I				0.029							
<i>Eukiefferiella clypeata</i> ex				0.173							
<i>Eukiefferiella discoloripes</i> agg. I	0.003		0.014			0.010		0.023	0.024	0.009	0.014
<i>Eukiefferiella discoloripes</i> ex	0.003										
<i>Eukiefferiella gr. ilkleyensis</i> I				0.029							
<i>Eukiefferiella ilkleyensis</i> ex		0.014									
<i>Eukiefferiella verralli</i> I				0.087							
<i>Eukiefferiella verralli</i> p	0.002	0.005		0.030		0.010			0.001		0.009
<i>Eukiefferiella verralli</i> ex	0.023	0.322	0.020	1.304	1.129	0.239	1.450	0.046	0.126		0.009
<i>Eukiefferiella verralli</i> imm							0.009		0.001		
<i>Eukiefferiella verralli</i> imv										0.009	
<i>Euorthocladus luteipes</i> ex	0.001	0.014	0.098	0.173	0.130						
<i>Euorthocladus rivicola</i> p	0.002										
<i>Euorthocladus rivicola</i> ex	0.008	0.013	0.084	0.177							
<i>Euorthocladus thienemanni</i> ex											
<i>Limnophyes</i> spec. I	0.002										
<i>Limnophyes</i> spec. p	0.003										
<i>Limnophyes</i> spec. ex											
<i>Metriocnemus gr. hirticollis</i> I cf											
<i>Nanocladius</i> spec. I	0.002			0.202		0.067	0.017	0.015	0.020		0.018
<i>Nanocladius</i> spec. p				0.059			0.017	0.038	0.009		0.031
<i>Nanocladius</i> spec. ex	0.009	0.043	0.039	2.011	2.461	1.762	0.448	0.146	0.492		0.483
<i>Nanocladius</i> spec. imm				0.042					0.004		
<i>Nanocladius</i> spec. imv				0.029		0.010	0.019		0.003		0.005
<i>Orthocladus</i> (O) spec. I	0.005	0.005	0.079								
<i>Orthocladus</i> (O) spec. p											
<i>Orthocladus</i> (O) spec. ex	0.020	0.041	0.073		0.130					0.009	
<i>Paracricotopus niger</i> ex											
<i>Parametriocnemus</i> spec. ex kapot											
<i>Paratrichocladus rufiventris</i> I			0.014		0.051						
<i>Paratrichocladus rufiventris</i> p											
<i>Paratrichocladus rufiventris</i> ex	0.025	0.077	0.010	0.088	0.130						
<i>Paratrichocladus rufiventris</i> imm											
<i>Paratrichocladus rufiventris</i> imv											
<i>Psectrocladius gr. sordidellus</i> I											

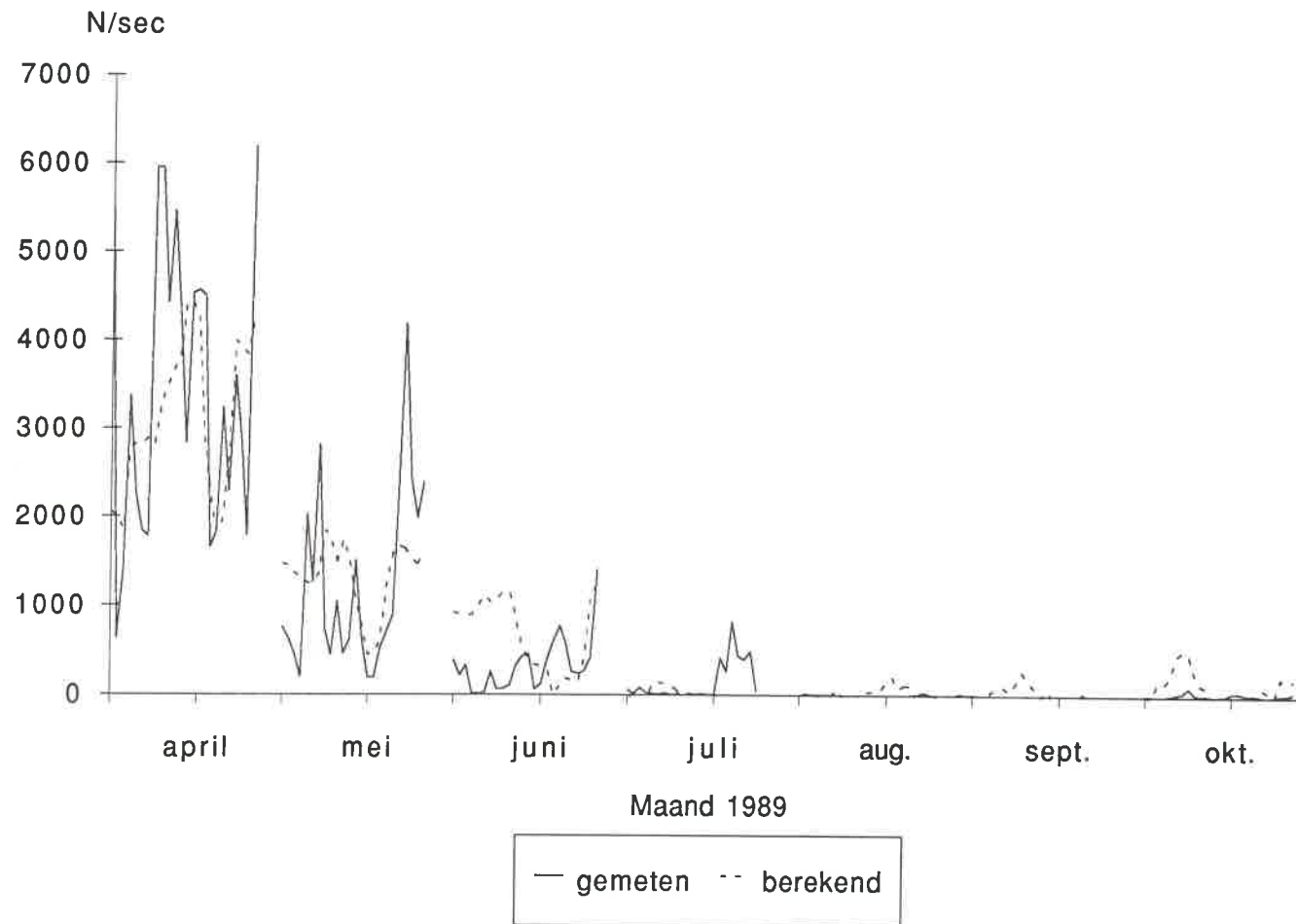
Lokatie	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Maaseik
Maand 1989	3	4	5	5	6	7	8	8	9	10	9
Dag	16	5	8	24	6	5	1	30	27&28	30	27&28
<i>Psectrocladius oxyura</i> ex											0.020
<i>Psectrocladius spec.</i> imm											
<i>Rheocricotopus chalybeatus</i> l			0.007	0.349	0.051	0.061	0.026	0.008	0.017		0.011
<i>Rheocricotopus chalybeatus</i> p				0.084			0.044		0.004		0.005
<i>Rheocricotopus chalybeatus</i> ex	0.002		0.035	1.135	2.499	1.836	1.180	0.177	0.339	0.017	0.361
<i>Rheocricotopus chalybeatus</i> imm						0.006			0.004		0.009
<i>Rheocricotopus chalybeatus</i> imv						0.019	0.009		0.004		0.009
<i>Rheocricotopus fuscipes</i> l	0.002										
<i>Rheocricotopus fuscipes</i> p											
<i>Rheocricotopus fuscipes</i> ex	0.016										
<i>Rheocricotopus spec.</i> imv											
<i>Smittia cf. pratorum</i> imm											0.004
<i>Smittia spec.</i> imv											
<i>Synorthocladius semivirens</i> l			0.014			0.010			0.004		0.032
<i>Synorthocladius semivirens</i> p	0.002								0.002		0.062
<i>Synorthocladius semivirens</i> ex	0.050	0.014	0.169	0.435	1.185			0.015	0.063		2.173
<i>Synorthocladius semivirens</i> imm									0.001		0.049
<i>Synorthocladius semivirens</i> imv											0.024
<i>Chironomus cf. bernensis</i> l	0.005			0.029							
<i>Chironomus spec.</i> l (0 tub)											
<i>Chironomus spec.</i> l (4 tub)			0.007		0.051	0.006	0.010		0.002	0.024	
<i>Chironomus spec.</i> l (te klein)							0.017	0.015	0.001		
<i>Chironomus spec.</i> imm							0.010		0.002		
<i>Chironomus spec.</i> imv									0.001		
<i>Chironomus spec. geel</i> ex	0.003			0.088	0.102	0.575	0.085	0.023			0.071
<i>Chironomus spec. zwart</i> ex	0.097	0.078	0.153	0.696	0.259		0.071	0.008	0.074	0.141	0.037
<i>Cryptochironomus rostratus</i> ex			0.028								
<i>Cryptochironomus rostratus</i> imm									0.001		
<i>Cryptochironomus spec.</i> l	0.003					0.010			0.001		0.006
<i>Dicrotendipes nervosus</i> l	0.003			0.029		0.019		0.008	0.004	0.016	0.175
<i>Dicrotendipes nervosus</i> p											
<i>Dicrotendipes nervosus</i> ex			0.059		0.259	0.193		0.023	0.016		0.143
<i>Dicrotendipes nervosus</i> imm			0.007			0.010			0.001		0.008
<i>Dicrotendipes nervosus</i> imv			0.007						0.002		0.008
<i>Endochironomus albipennis</i> l					0.039						

Lokatie	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Maaseik
Maand 1989	3	4	5	5	6	7	8	8	9	10	9	
Dag	16	5	8	24	6	5	1	30	27&28	30	27&28	
<i>Glyptotendipes</i> gr. <i>pallens</i> l	0.002								0.001			
<i>Glyptotendipes</i> gripekoveni ex												
<i>Glyptotendipes</i> pallens ex					0.096							
<i>Glyptotendipes</i> paripes ex			0.010									0.009
<i>Harnischia</i> spec. l												
<i>Harnischia</i> spec. p												
<i>Harnischia</i> spec. ex									0.001			
<i>Harnischia</i> curtilamellata imm												
<i>Kloosia</i> pusilla p								0.015	0.001			
<i>Kloosia</i> pusilla ex					0.130		0.178	0.015	0.005			
<i>Kloosia</i> pusilla imm							0.009					
<i>Microtendipes</i> spec. ex												
<i>Parachironomus</i> arcuatus l					0.039				0.001			
<i>Parachironomus</i> arcuatus p												
<i>Parachironomus</i> arcuatus ex												0.009
<i>Parachironomus</i> arcuatus imm												
<i>Parachironomus</i> arcuatus imv cf.												
<i>Parachironomus</i> biannulatus ex					0.102							
<i>Parachironomus</i> longiforceps l												
<i>Parachironomus</i> longiforceps p												
<i>Parachironomus</i> longiforceps ex						0.046			0.021			0.021
<i>Parachironomus</i> longiforceps imm						0.029			0.001			
<i>Parachironomus</i> longiforceps imv						0.019						
<i>Paratendipes</i> spec. ex			0.024						0.003			
<i>Phaenopsectra</i> spec. ex												
<i>Polypedilum</i> cf. <i>albicorne</i> ex												
<i>Polypedilum</i> cf. <i>pullum</i> ex												
<i>Polypedilum</i> convictum ex					0.102							
<i>Polypedilum</i> gr. <i>convictum</i> l							0.009					
<i>Polypedilum</i> laetum agg. l												
<i>Polypedilum</i> nubeculosum l					0.130							
<i>Polypedilum</i> nubeculosum ex												
<i>Polypedilum</i> scalaenum l						0.006		0.008	0.001			
<i>Polypedilum</i> scalaenum p							0.019	0.008				
<i>Polypedilum</i> scalaenum ex			0.063	0.088		0.096	0.213					

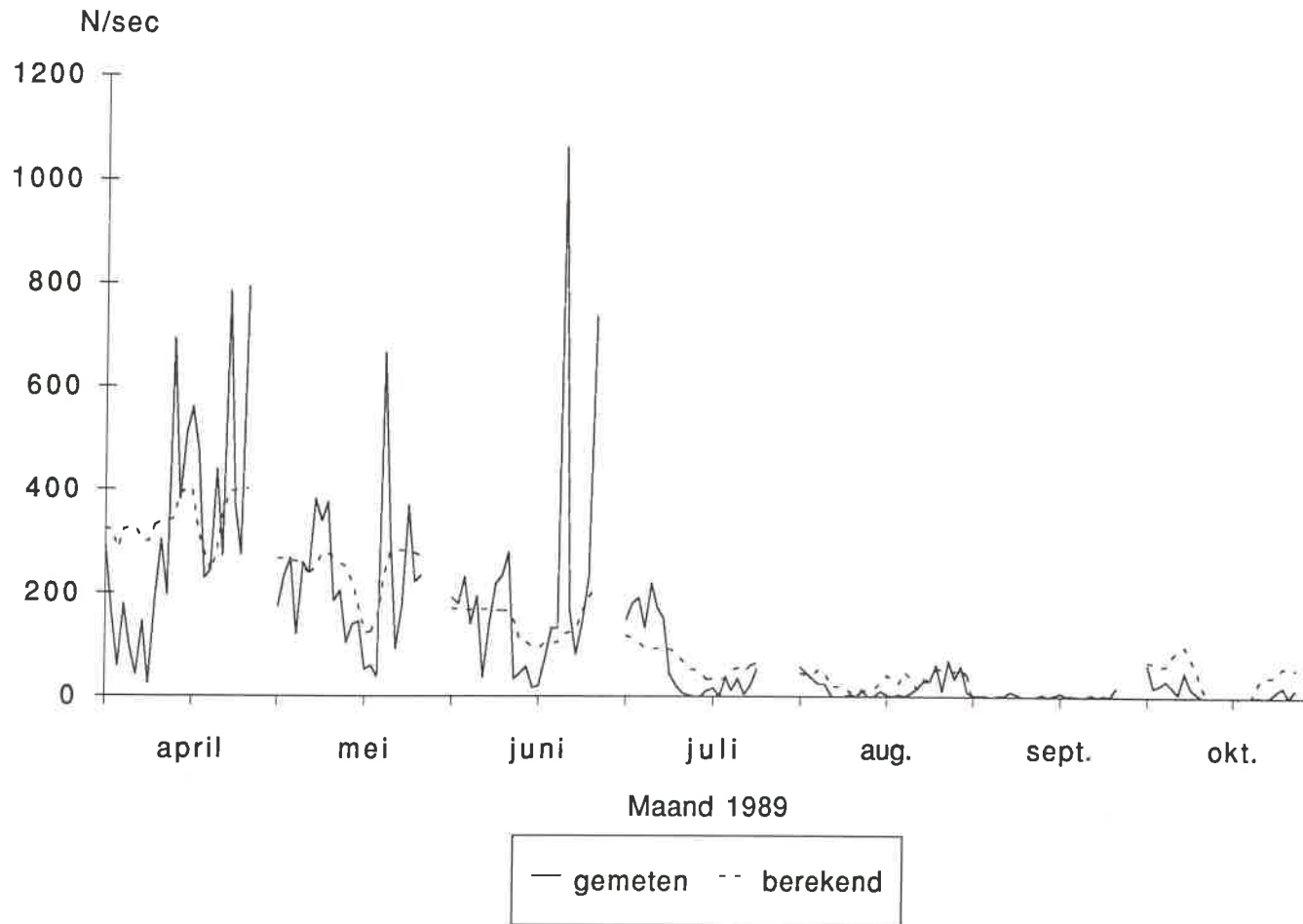
Lokatie	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Maaseik
Maand 1989	3	4	5	5	6	7	8	8	9	10	9	
Dag	16	5	8	24	6	5	1	30	27&28	30	27&28	
<i>Polypedilum scalaenum</i> imm								0.008				
<i>Polypedilum scalaenum</i> imv							0.010					
<i>Polypedilum uncinatum</i> ex												
<i>Xenochironomus xenolabis</i> p												
<i>Xenochironomus xenolabis</i> ex			0.028			0.096	0.036		0.005			0.402
<i>Cladotanytarsus</i> gr. <i>mancus</i> l						0.006						
<i>Cladotanytarsus</i> spec. l								0.008				
<i>Cladotanytarsus</i> spec. p						0.016	0.051					
<i>Cladotanytarsus</i> spec. ex					0.231			0.008	0.002			0.006
<i>Cladotanytarsus</i> spec. imm					0.059		0.009		0.002			0.005
<i>Micropsectra atrofasciata</i> l	0.009		0.029	0.029								0.004
<i>Micropsectra atrofasciata</i> p												
<i>Micropsectra atrofasciata</i> ex	0.203		0.256	0.958	0.231							0.027
<i>Micropsectra atrofasciata</i> imm		0.010	0.014									
<i>Micropsectra atrofasciata</i> imv												
<i>Paratanytarsus confusus</i> l	0.002			0.029								
<i>Paratanytarsus confusus</i> ex					0.102							
<i>Rheotanytarsus</i> cf. <i>pentapoda</i> ex					0.102		0.057	0.008	0.018			0.032
<i>Rheotanytarsus photophilus</i> p						0.022			0.020			0.018
<i>Rheotanytarsus photophilus</i> ex		0.028	0.602		3.415	2.530	0.391	0.338	0.835	0.008		1.382
<i>Rheotanytarsus photophilus</i> imm			0.007				0.009		0.017			0.006
<i>Rheotanytarsus rhenanus</i> p				0.435			0.021	0.046	0.072			0.006
<i>Rheotanytarsus rhenanus</i> ex	0.103	0.538	0.031	9.956	1.592	4.291	0.789	0.577	2.103	0.017		3.361
<i>Rheotanytarsus rhenanus</i> imm		0.047			0.059	0.032	0.019	0.008	0.078			0.010
<i>Rheotanytarsus</i> spec. l	0.006	0.021		0.280	0.141	0.064	0.034	0.161	0.082	0.091		0.081
<i>Rheotanytarsus</i> spec. imv		0.010					0.038		0.100			0.098
<i>Tanytarsus brundini</i> l				0.058								
<i>Tanytarsus brundini</i> ex				2.082								
<i>Tanytarsus brundini</i> imm				0.025								
<i>Tanytarsus ejuncidus</i> ex									0.001			
<i>Tanytarsus eminulus</i> p				0.030								0.019
<i>Tanytarsus eminulus</i> ex				0.346								
<i>Tanytarsus heusdensis</i> p												0.007
<i>Tanytarsus heusdensis</i> ex					0.102	0.046						0.020
<i>Tanytarsus pallidicornis</i> p												

Lokatie	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Lobith	Maaseik
Maand 1989	3	4	5	5	6	7	8	8	9	10	9	
Dag	16	5	8	24	6	5	1	30	27&28	30	27&28	
Tanutarsus pallidicornis ex												
Tanytarsus spec. I									0.001			
Tanytarsus spec. ex			0.024									
Tanytarsus spec. imv				0.029								
Hydrachnellae												
Chironomidae larven/m3	0.074	0.114	0.536	7.190	1.994	0.533	0.249	0.315	0.210	0.163	0.804	
Chironomidae poppen/m3	0.008	0.016	0.014	0.751	0.121	0.057	0.152	0.115	0.111		0.262	
Chironomidae exuviae/m3	0.813	2.443	2.548	23.118	22.166	13.388	5.639	1.491	4.323	0.208	12.007	
Chironomidae im manlijk/m3		0.104	0.051	0.067	0.177	0.077	0.063	0.031	0.119		0.197	
Chironomidae im vrouwlijk/m3		0.026	0.014	0.100	0.061	0.070	0.118	0.008	0.119	0.009	0.274	
Oligochaeta/m3	1.104	5.504	1.979	0.623	15.632	0.884	0.591	0.200	0.172	0.143	0.318	
Gammarus/m3	0.036	0.098	0.057	0.034	0.018	0.048	0.021	1.045	4.251	0.080		
Hydropsyche larven/m3			0.007						0.002		0.008	
Overige/m3	0.092	0.119	0.358	-0.040	0.805	0.530	0.468	1.168	4.509	0.087	0.158	
Totaal/m3	2.091	8.326	5.514	32.159	41.007	15.600	7.306	3.336	9.583	0.611	14.059	

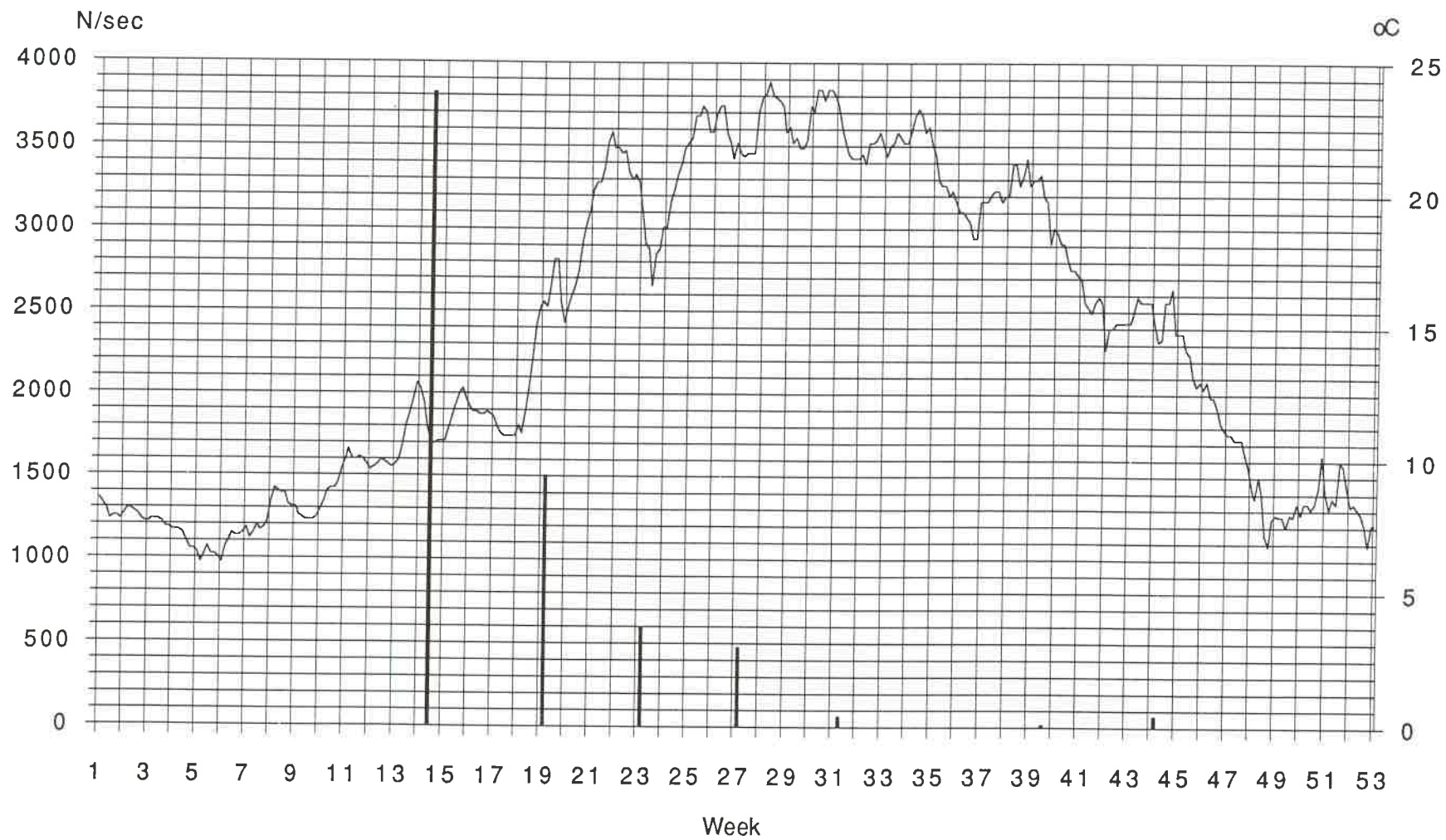
Maas Borgharen boven de stuw 1989: Drift van het aantal Oligochaeta, vergeleken met de berekende waarden. $Y = 0.019 * \text{afvoer}^2 + 81.913 * \text{zwevende stof} - 768.176$ ($R = 0.720$) (afvoer in m^3/sec en zwevende stof in mg/l)



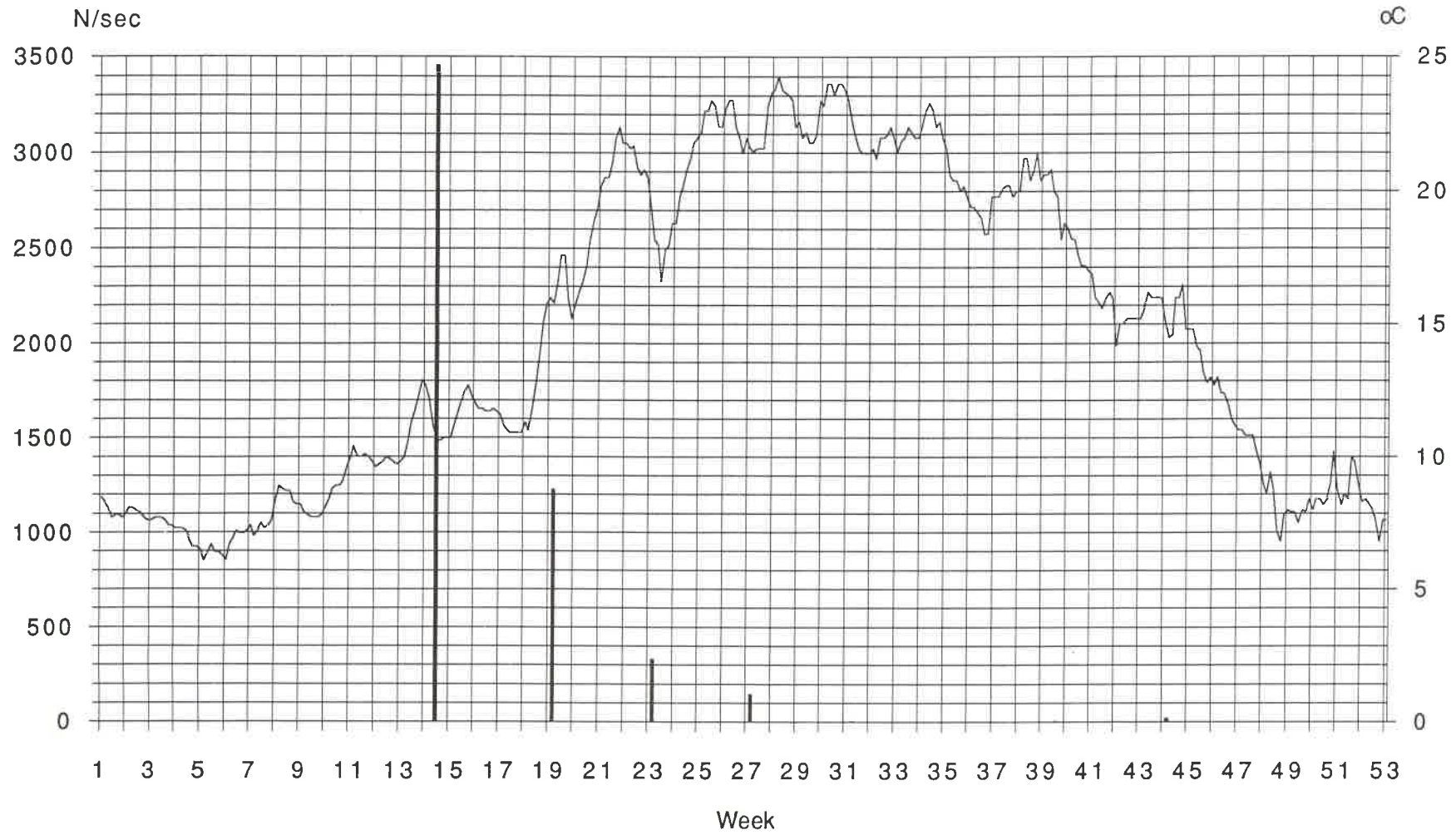
Maas Borgharen boven de stuw 1989: Drift van het aantal Chironomidae-exuvia,
vergeleken met de berekende waarden. $Y = 0.879 * \text{afvoer} - 4.248 * \text{week} + 127.645$ ($R = 0.706$) (afvoer in m^3/sec)



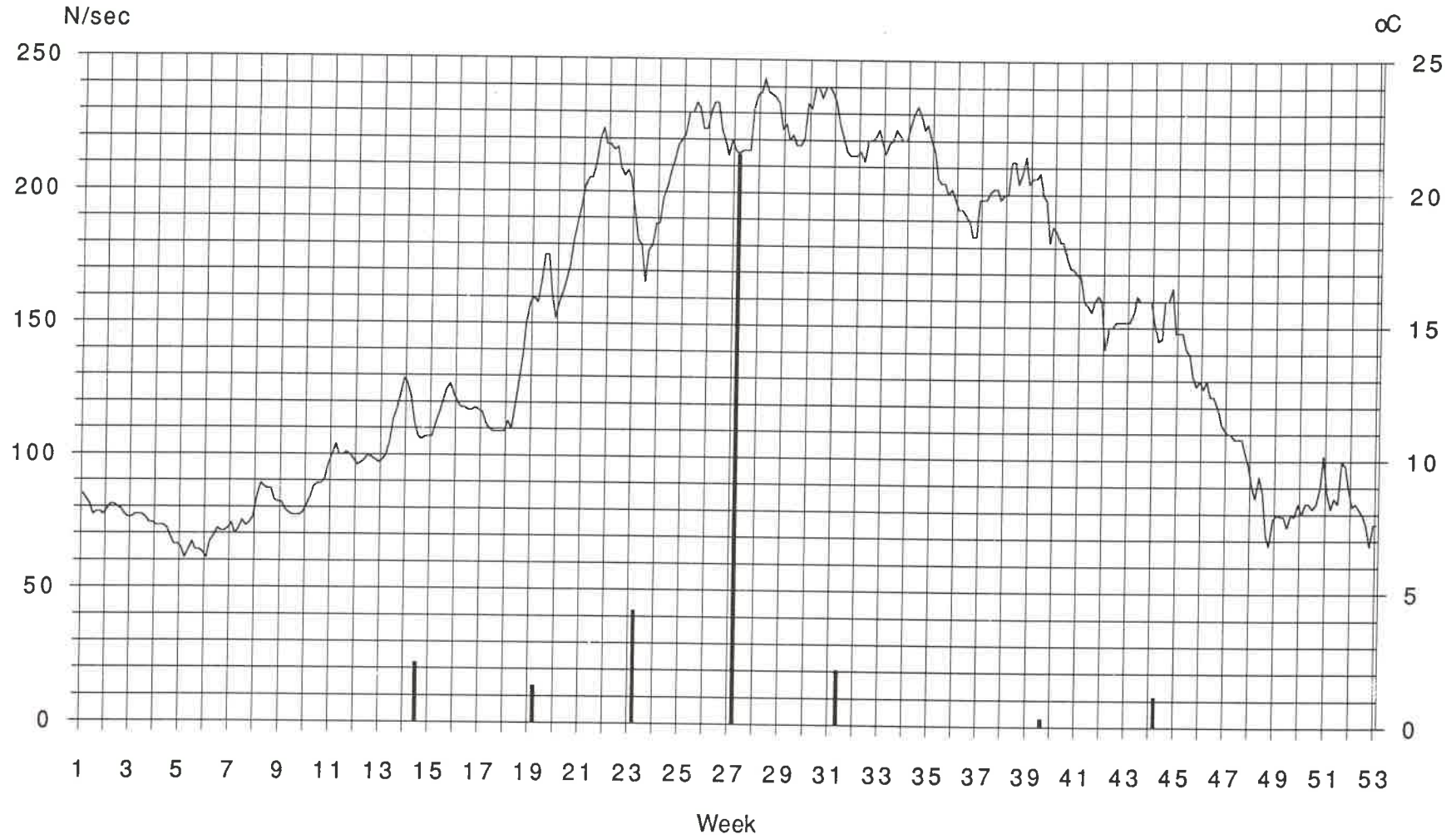
Maas Borgharen boven de stuw 1989: Watertemperatuur en drift van makro-evertebraten



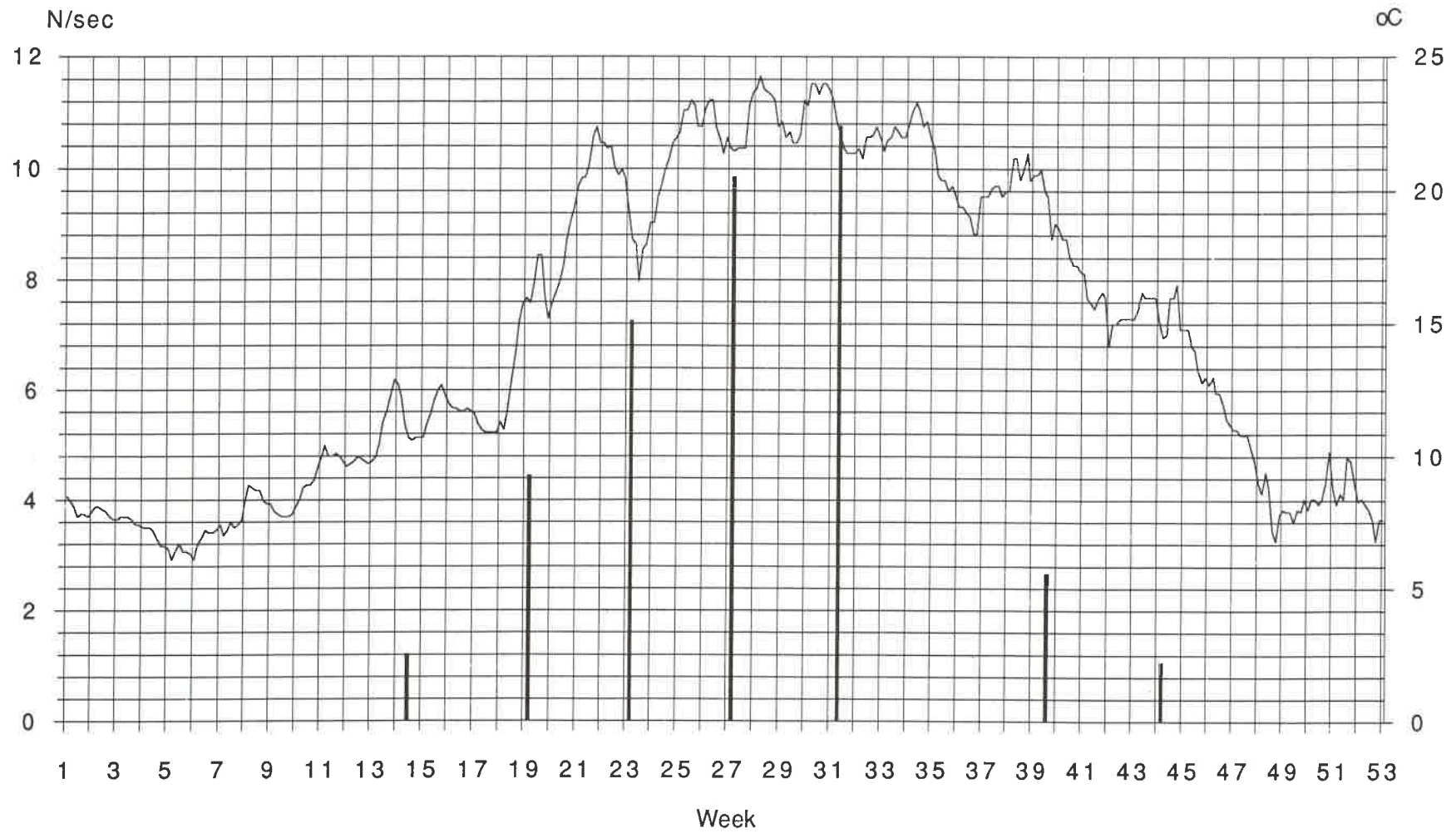
Maas Borgharen boven de stuw 1989: Watertemperatuur en drift van Oligochaeta



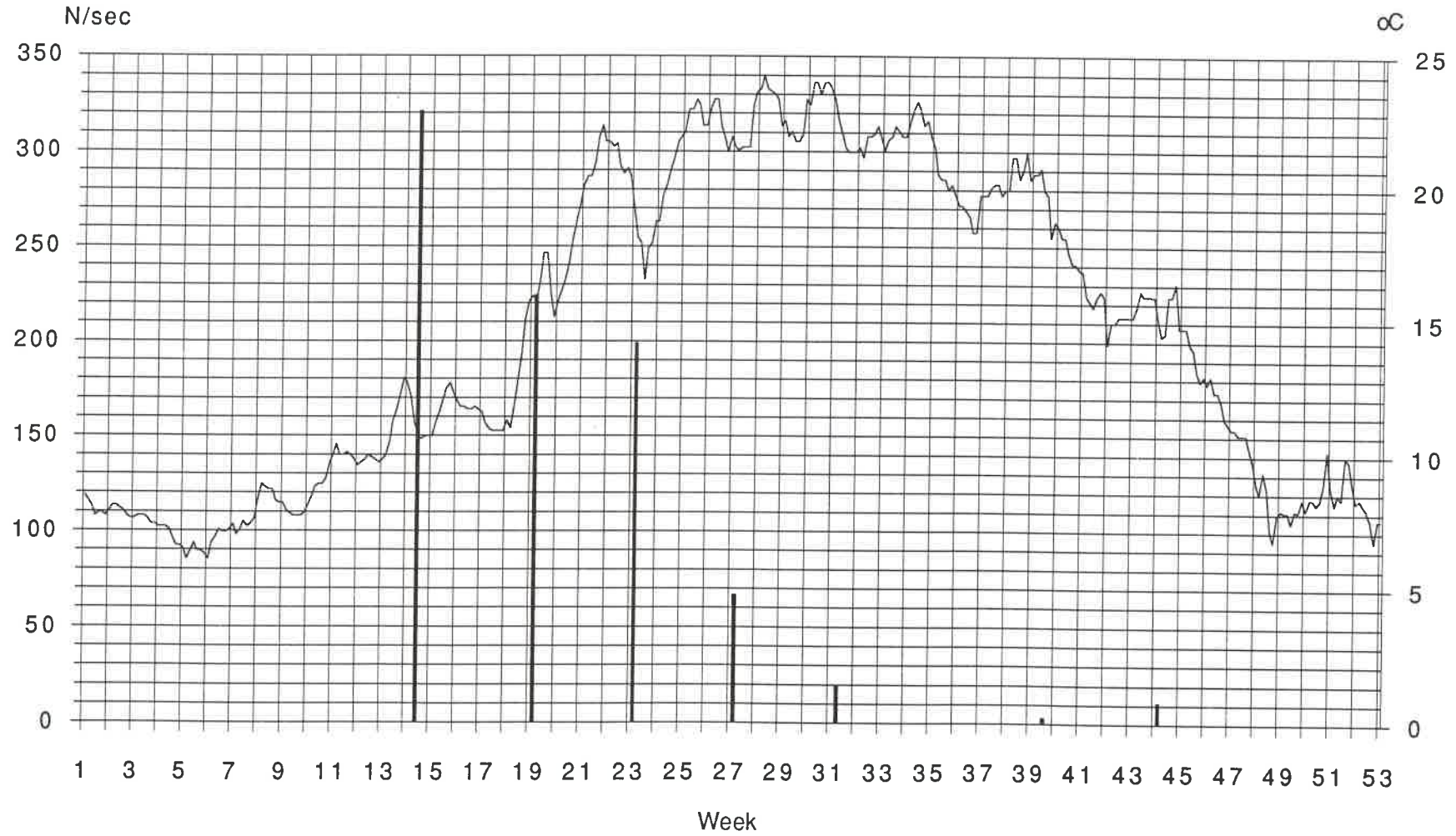
Maas Borgharen boven de stuw 1989: Watertemperatuur en drift van Chironomidae-larven



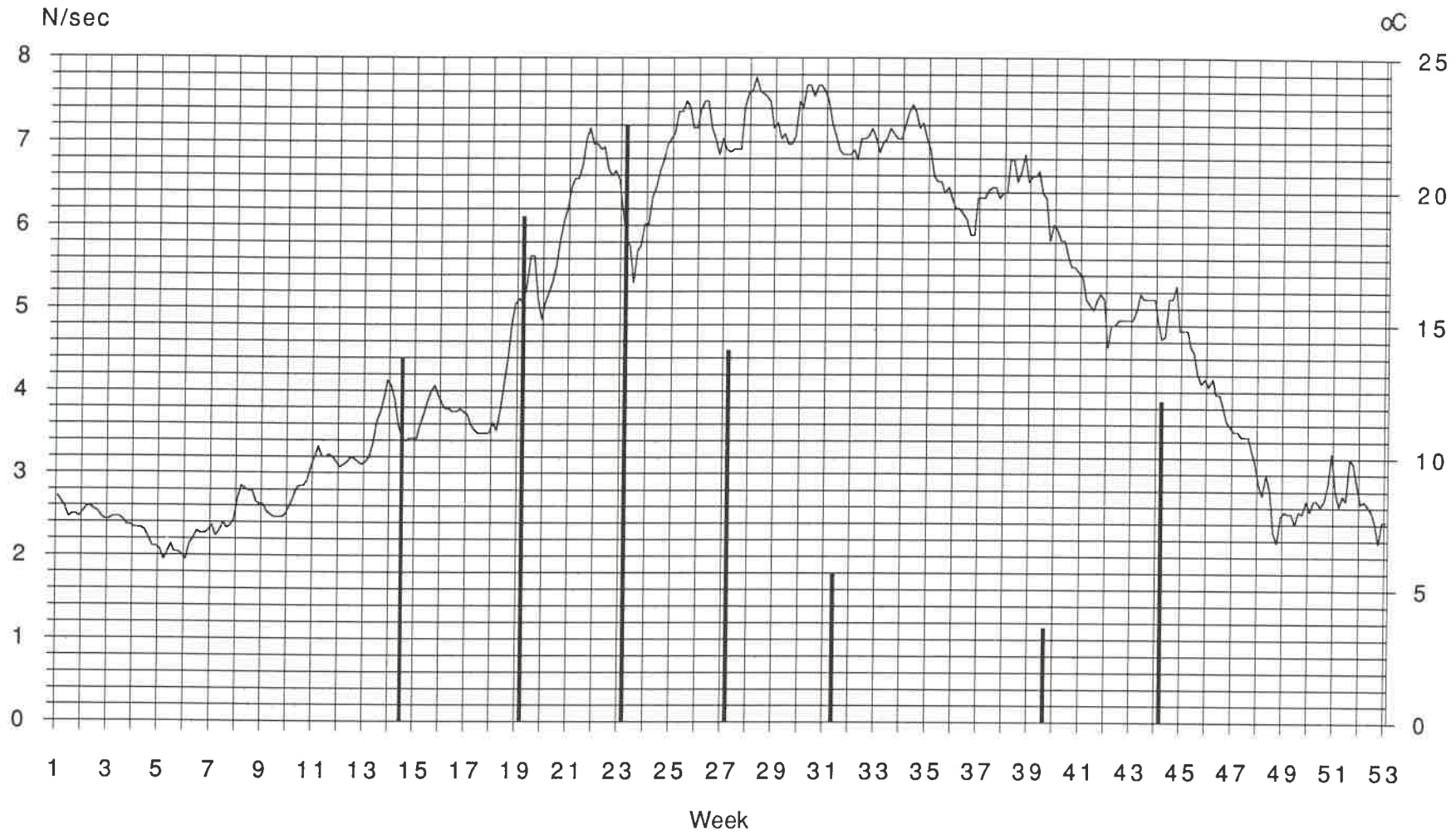
Maas Borgharen boven de stuw 1989: Watertemperatuur en drift van Chironomidae-poppen



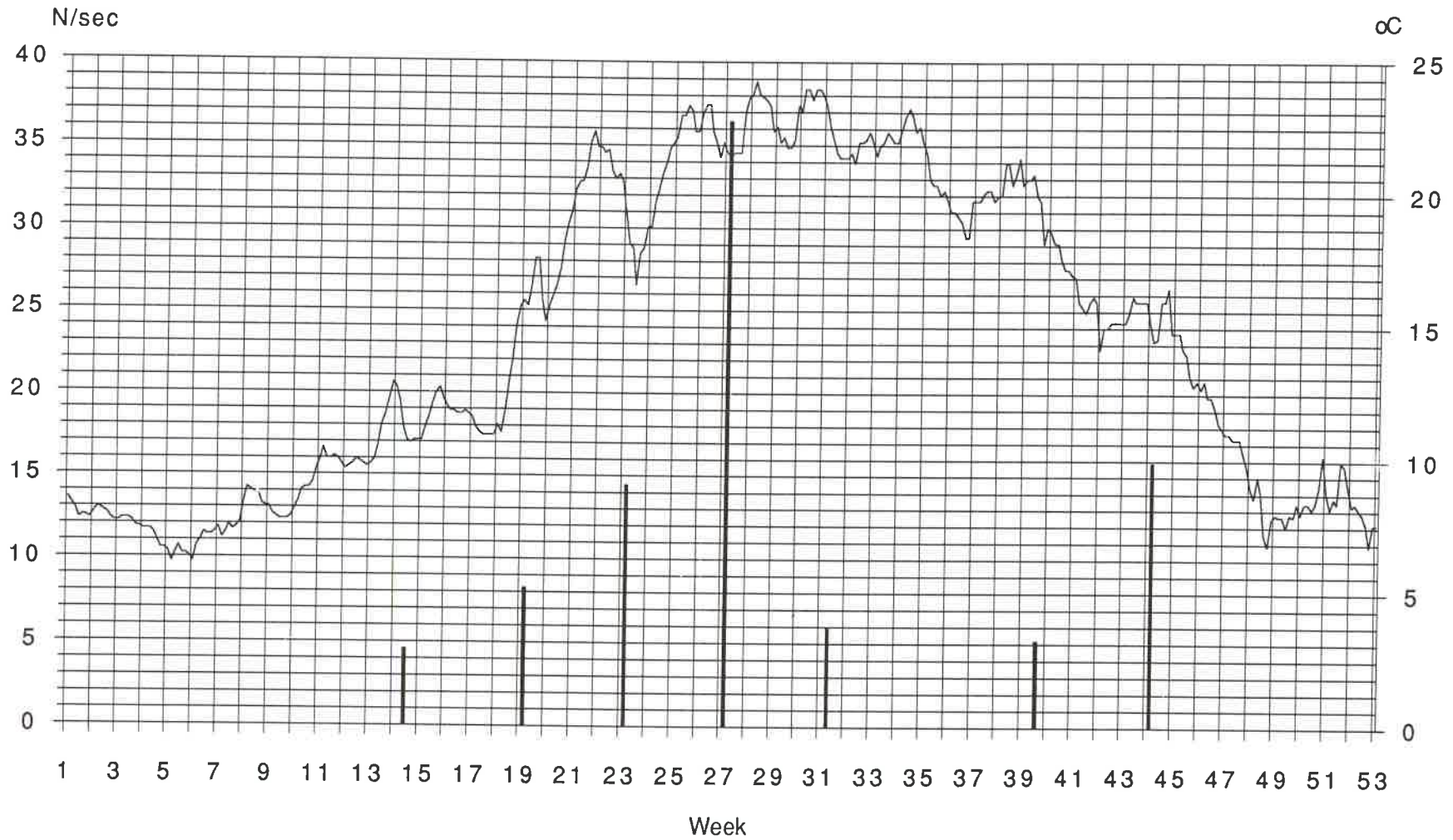
Maas Borgharen boven de stuw 1989: Watertemperatuur en drift van Chironomidae-exuviae



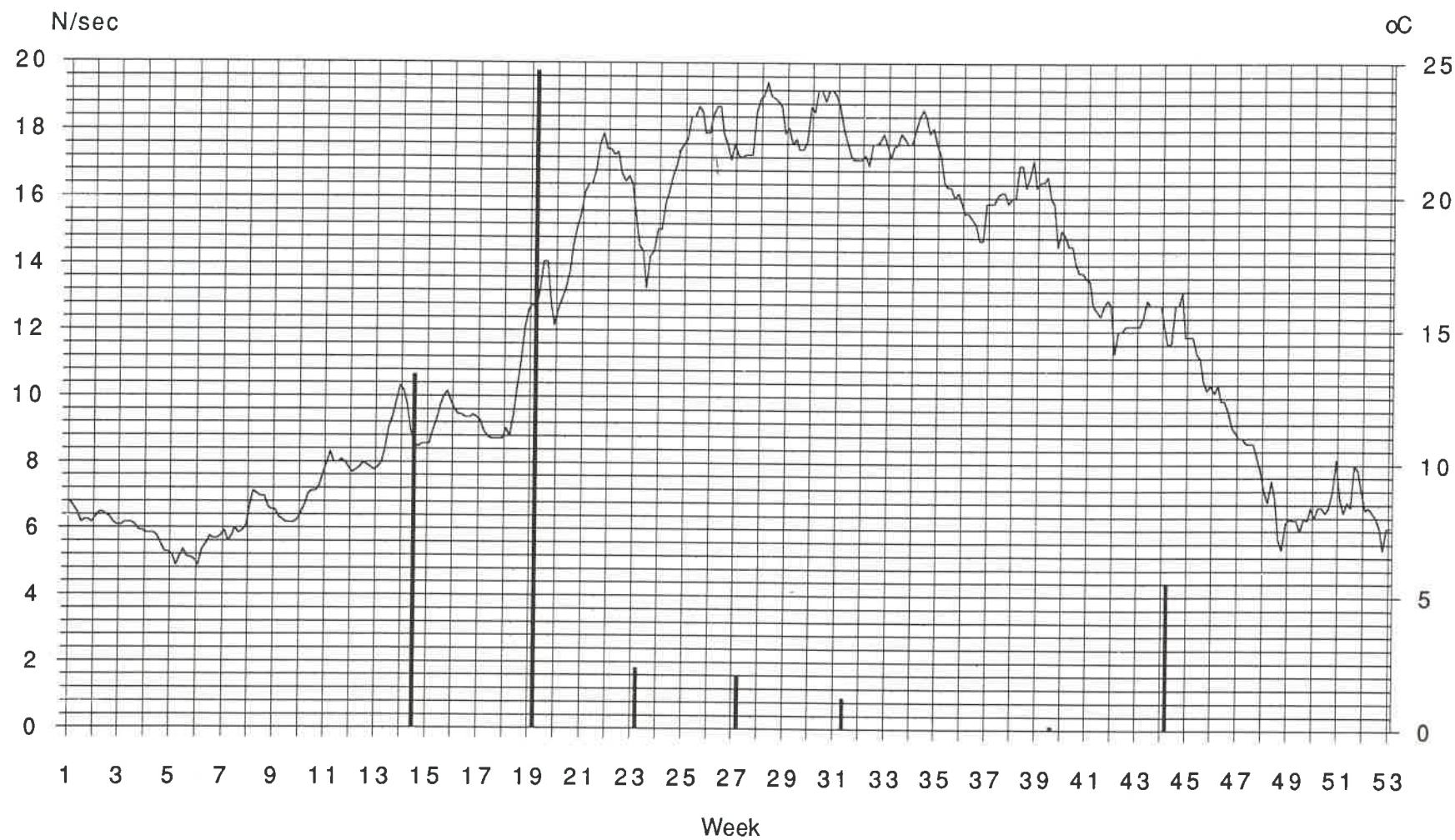
Maas Borgharen boven de stuw 1989: Watertemperatuur en drift van mannelijke Chironomidae



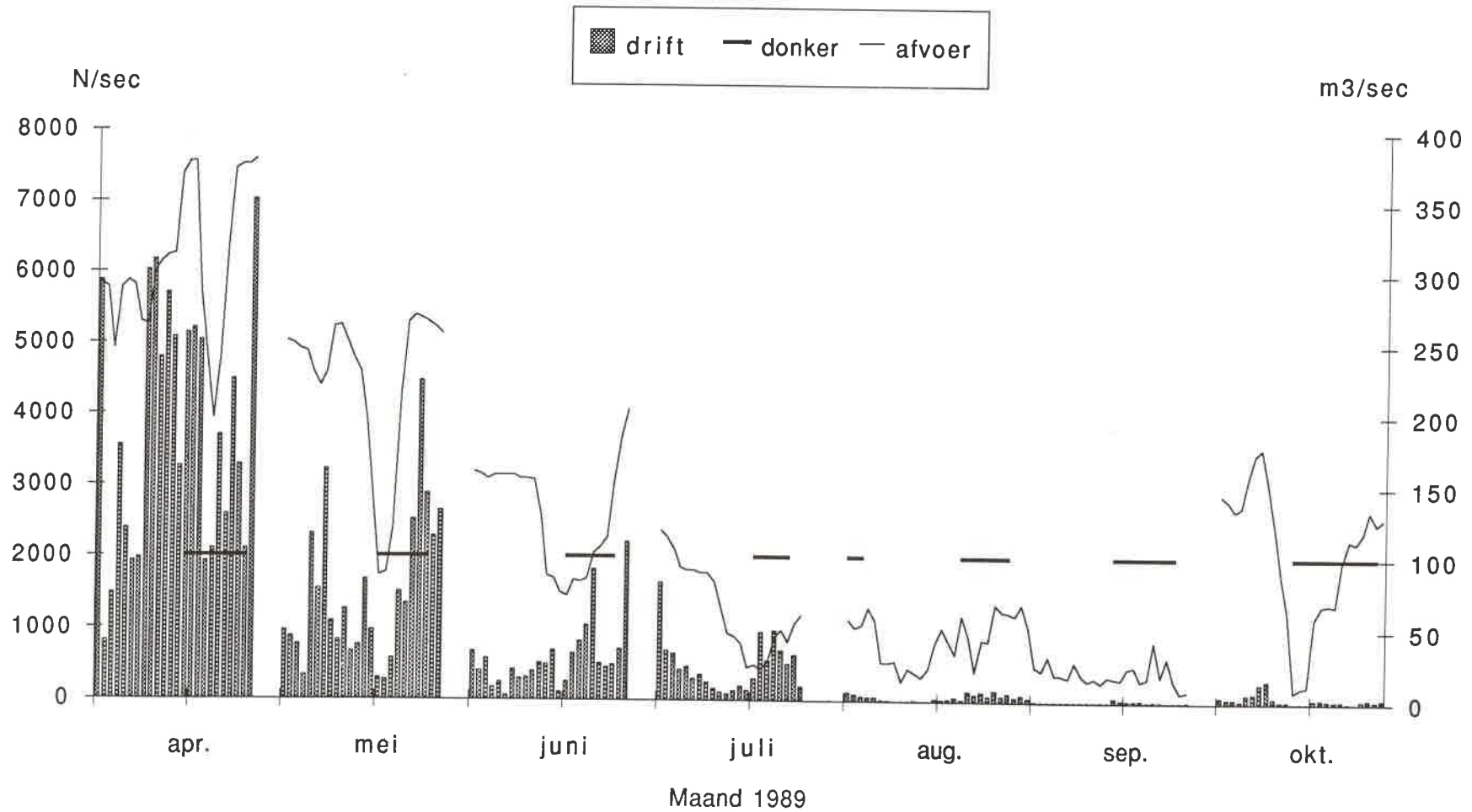
Maas Borgharen boven de stuw 1989: Watertemperatuur en drift van vrouwelijke Chironomidae



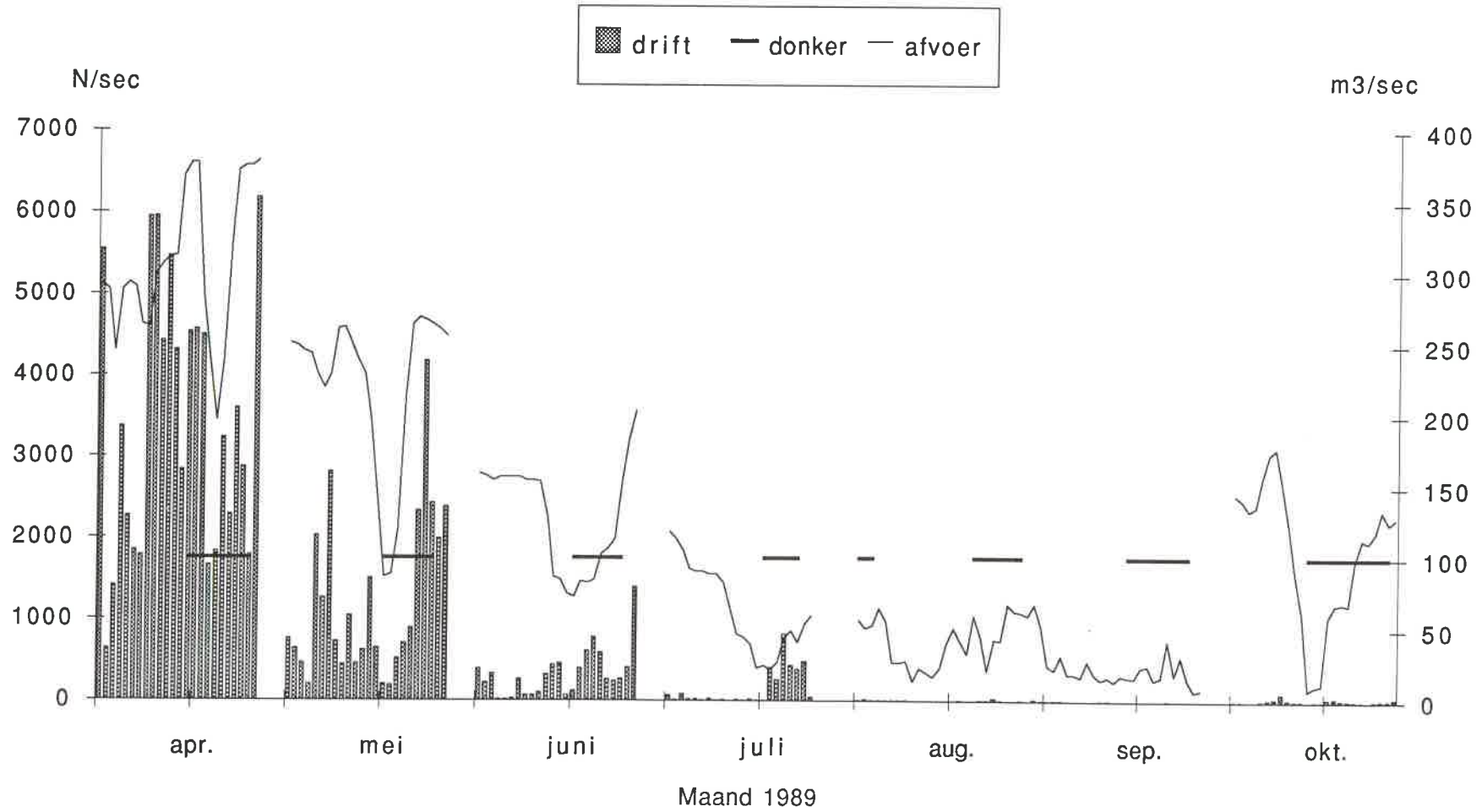
Maas Borgharen boven de stuw 1989: Watertemperatuur en drift van overige groepen



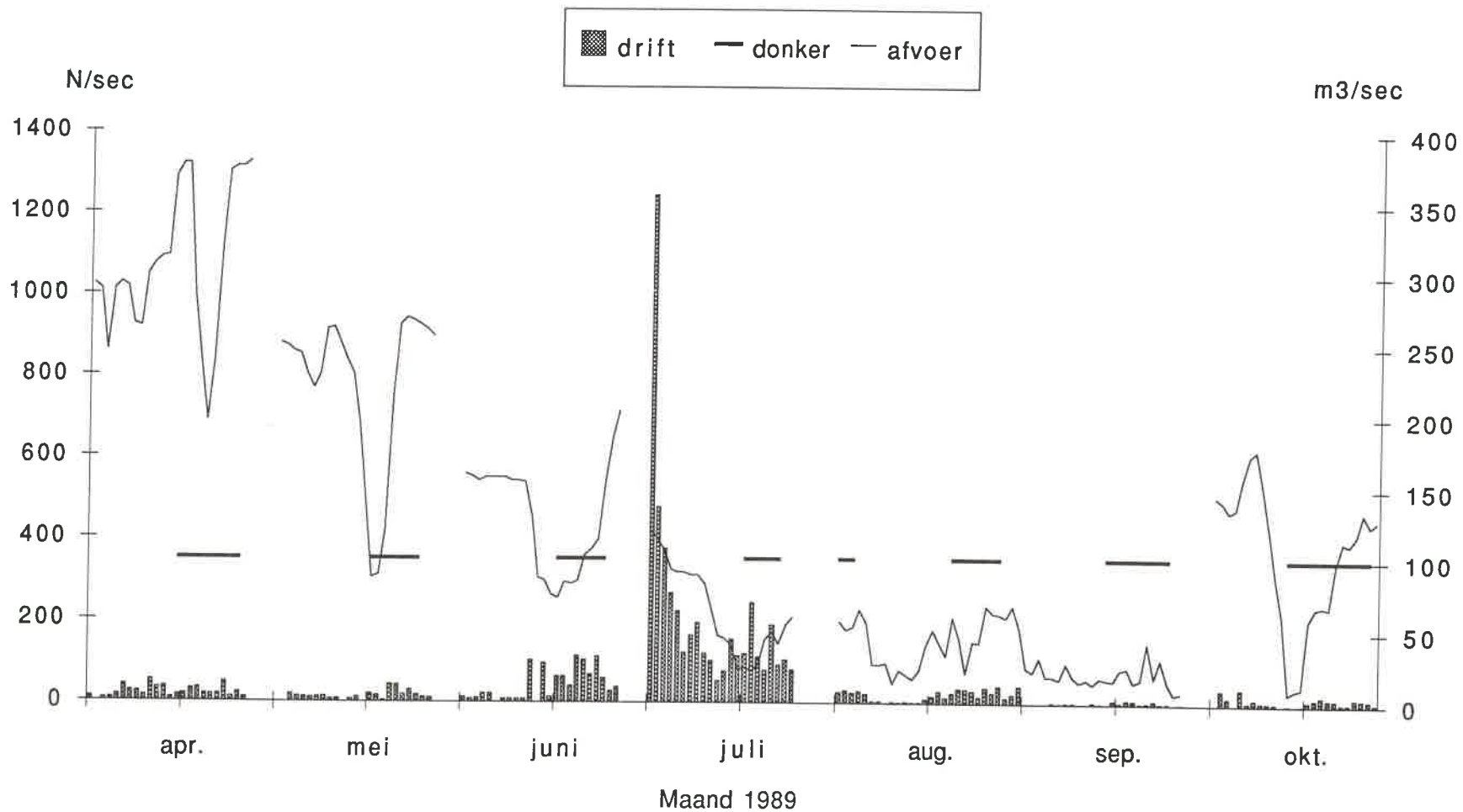
Maas Borgharen boven de stuw 1989: Aantal makro-evertebraten in 24 uren driftbemonsteringen en verloop van de afvoer



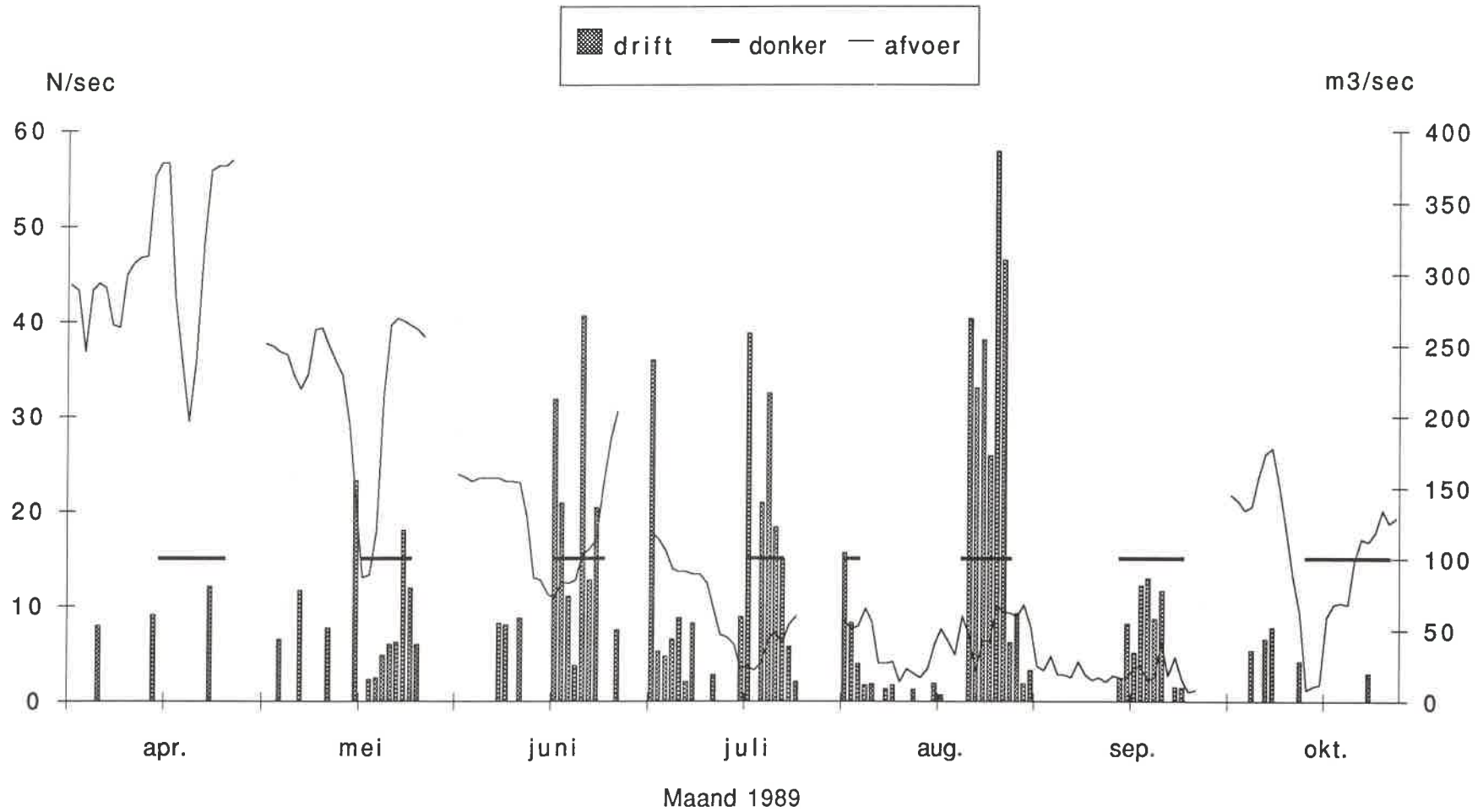
Maas Borgharen boven de stuw 1989: Aantal Oligochaeta in 24 uurs driftbemonsteringen en verloop van de afvoer



Maas Borgharen boven de stuw 1989: Aantal Chironomidae-larven in 24 uren driftbemonsteringen en verloop van de afvoer

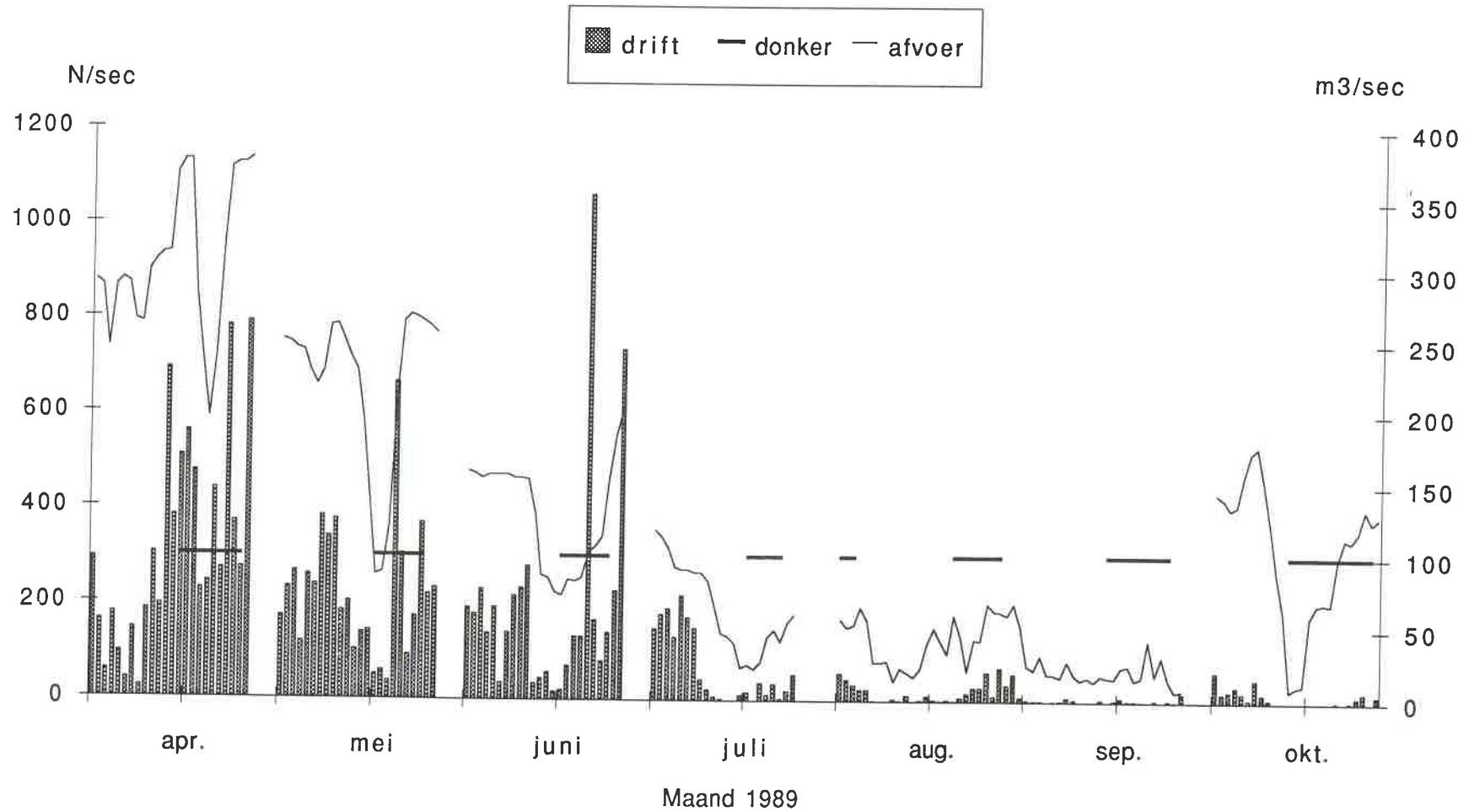


Maas Borgharen boven de stuw 1989: Aantal Chironomidae-poppen in 24 uren driftbemonsteringen en verloop van de afvoer

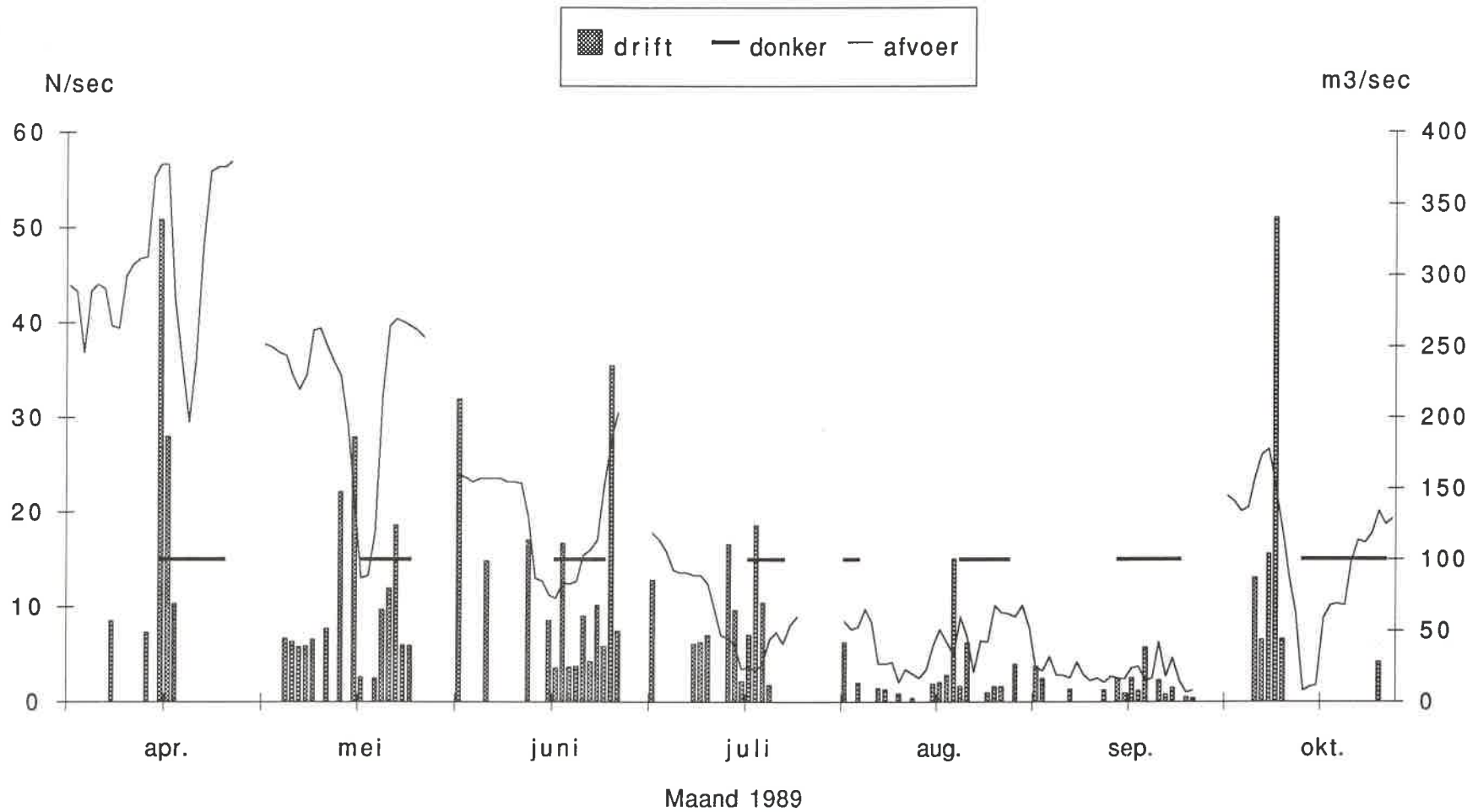


Bijlage 5.4

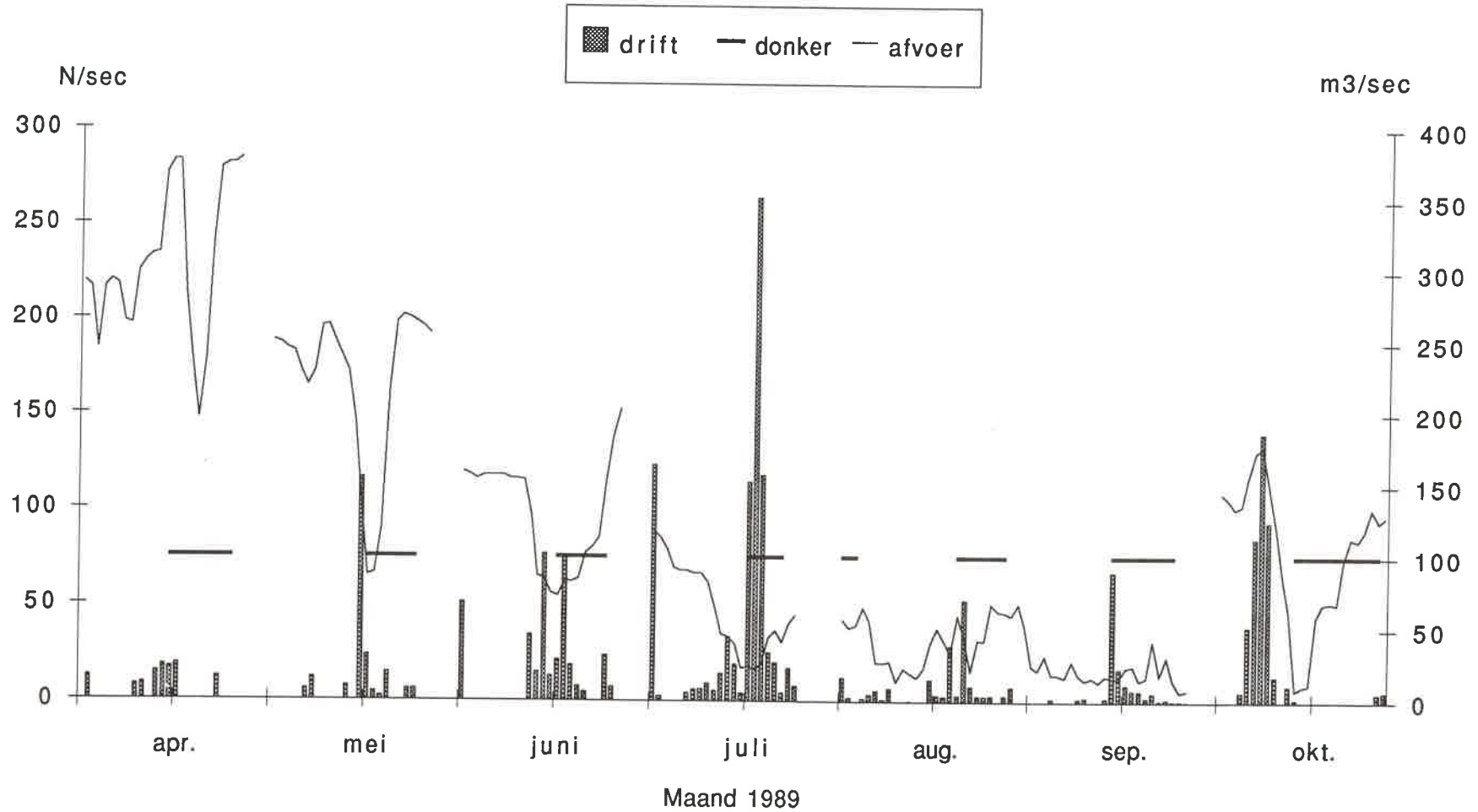
Maas Borgharen boven de stuw 1989: Aantal Chironomidae-exuvia in 24 uren driftbemonsteringen en verloop van de afvoer



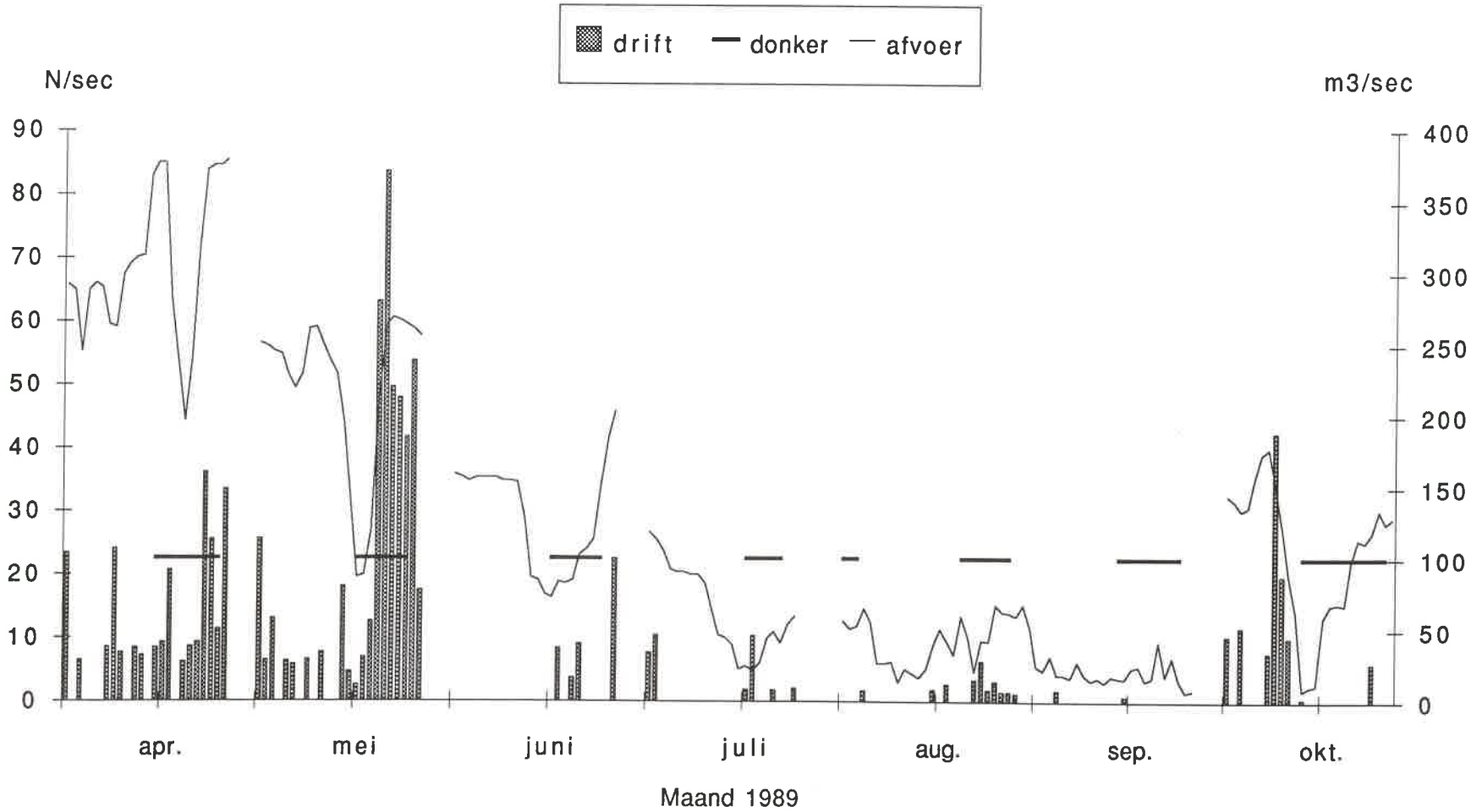
Maas Borgharen boven de stuw 1989: Aantal mannelijke Chironomidae in 24 uren driftbemonsteringen en verloop van de afvoer



Maas Borgharen boven de stuw 1989: Aantal vrouwelijke Chironomidae in 24 uren driftbemonsteringen en verloop van de afvoer



Maas Borgharen boven de stuw 1989: Overige groepen in 24 uurs driftbemonsteringen en verloop van de afvoer



MAAND	LOKATIE	DEP.VARIABLE	VARIABLE	R
4	BORGHAREN	DEBIET	STIM	-0.148
4		ZWSTOF	DEBIET	0.373
4		ZWSTOF	STIM	0.13
5	BORGHAREN	DEBIET	STIM	0.332
5		ZWSTOF	DEBIET	-0.086
5		ZWSTOF	STIM	0.223
6	BORGHAREN	DEBIET	STIM	0.568
6		ZWSTOF	DEBIET	0.634
6		ZWSTOF	STIM	0.875
7	BORGHAREN	DEBIET	LICHT	0.271
7		DEBIET	STIM	0.401
7		LICHT	STIM	0.604
7		ZWSTOF	DEBIET	0.105
7		ZWSTOF	LICHT	0.638
7		ZWSTOF	STIM	0.309
8	BORGHAREN	DEBIET	LICHT	-0.707
8		DEBIET	STIM	-0.489
8		LICHT	STIM	0.572
8		ZWSTOF	DEBIET	-0.394
8		ZWSTOF	LICHT	0.251
8		ZWSTOF	STIM	0.646
9	BORGHAREN	DEBIET	LICHT	0.054
9		DEBIET	STIM	-0.224
9		LICHT	STIM	0.65
9		ZWSTOF	DEBIET	-0.022
9		ZWSTOF	LICHT	0.561
9		ZWSTOF	STIM	0.335
10	BORGHAREN	DEBIET	LICHT	0.546
10		DEBIET	STIM	0.609
10		LICHT	STIM	0.537
10		ZWSTOF	DEBIET	-0.218
10		ZWSTOF	LICHT	0.251
10		ZWSTOF	STIM	0.059

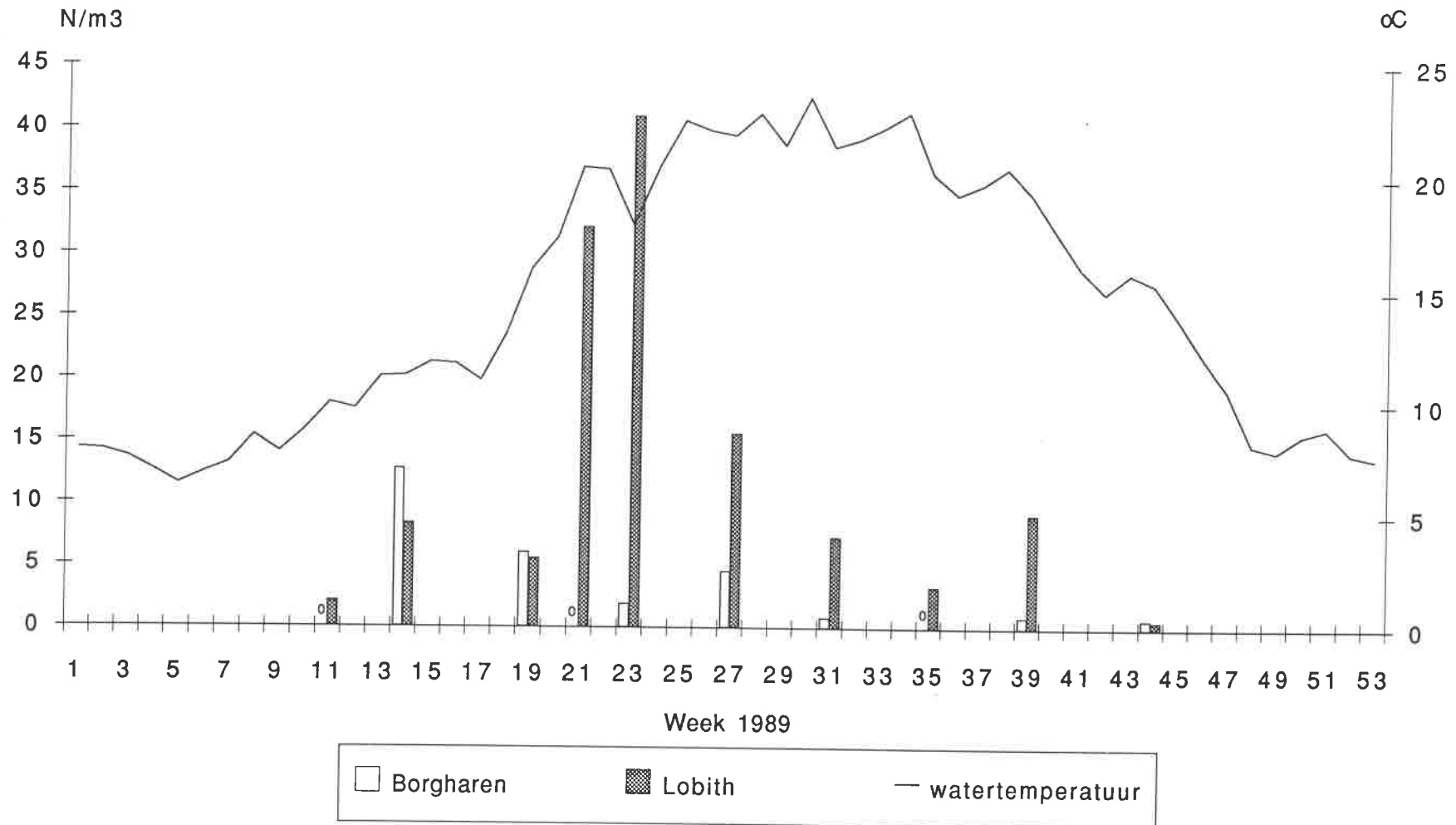
MAAND	LOKATIE	DEP.VARIABLE	VARIABLE	R
4	BORGHAREN	CRICBICI	DEBIET	-0.353
4		CRICBICI	STIM	0.511
4		CRICBICI	ZWSTOF	0.211
4		CRICINTE	DEBIET	0.409
4		CRICINTE	STIM	-0.035
4		CRICINTE	ZWSTOF	0.329
4		CRICSYLV	DEBIET	0.005
4		CRICSYLV	STIM	0.319
4		CRICSYLV	ZWSTOF	0.371
4		CRICTRIA	DEBIET	-0.021
4		CRICTRIA	STIM	0.501
4		CRICTRIA	ZWSTOF	0.657
4		DITENERV	DEBIET	-0.09
4		DITENERV	STIM	-0.125
4		DITENERV	ZWSTOF	0.649
5	BORGHAREN	CRICBICI	DEBIET	0.081
5		CRICBICI	STIM	-0.832
5		CRICBICI	ZWSTOF	-0.194
5		CRICINTE	DEBIET	-0.259
5		CRICINTE	STIM	-0.571
5		CRICINTE	ZWSTOF	-0.041
5		CRICTRIA	DEBIET	0.253
5		CRICTRIA	STIM	0.011
5		CRICTRIA	ZWSTOF	0.31
5		DITENERV	DEBIET	0.297
5		DITENERV	STIM	0.394
5		DITENERV	ZWSTOF	-0.468
5		NANOCLSP	DEBIET	-0.076
5		NANOCLSP	STIM	0.407
5		NANOCLSP	ZWSTOF	-0.077
6	BORGHAREN	CRICBICI	DEBIET	-0.45
6		CRICBICI	STIM	-0.895
6		CRICBICI	ZWSTOF	-0.891
6		CRICINTE	DEBIET	-0.153
6		CRICINTE	STIM	0.295
6		CRICINTE	ZWSTOF	0.259
6		CRICSYLV	DEBIET	0.077
6		CRICSYLV	STIM	-0.154
6		CRICSYLV	ZWSTOF	-0.253
6		CRICTRIA	DEBIET	0.516
6		CRICTRIA	STIM	0.209
6		CRICTRIA	ZWSTOF	0.15
6		DITENERV	DEBIET	-0.686
6		DITENERV	STIM	-0.509
6		DITENERV	ZWSTOF	-0.66
6		EUKICLAA	DEBIET	-0.712
6		EUKICLAA	STIM	-0.618
6		EUKICLAA	ZWSTOF	-0.569
6		ORCLADSP	DEBIET	0.22
6		ORCLADSP	STIM	-0.37
6		ORCLADSP	ZWSTOF	-0.376
6		PACHARCU	DEBIET	-0.307
6		PACHARCU	STIM	0.319
6		PACHARCU	ZWSTOF	0.212
7	BORGHAREN	CRICBICI	DEBIET	0.711
7		CRICBICI	LICHT	-0.26
7		CRICBICI	STIM	-0.065
7		CRICBICI	ZWSTOF	-0.193
7		CRICINTE	DEBIET	0.8
7		CRICINTE	LICHT	0.492
7		CRICINTE	STIM	0.548
7		CRICINTE	ZWSTOF	0.571
7		CRICSYLV	DEBIET	0.854
7		CRICSYLV	LICHT	0.466
7		CRICSYLV	STIM	0.337
7		CRICSYLV	ZWSTOF	0.446
7		CRICTRIA	DEBIET	0.661
7		CRICTRIA	LICHT	-0.278
7		CRICTRIA	STIM	-0.09
7		CRICTRIA	ZWSTOF	-0.184

MAAND	LOKATIE	DEP.VARIABLE	VARIABLE	R
7		DITENERV	DEBIET	-0.437
7		DITENERV	LICHT	-0.759
7		DITENERV	STIM	-0.8
7		DITENERV	ZWSTOF	-0.218
7		MIPSATRO	DEBIET	0.117
7		MIPSATRO	LICHT	0.017
7		MIPSATRO	STIM	0.035
7		MIPSATRO	ZWSTOF	0.209
7		NANOCLSP	DEBIET	0.426
7		NANOCLSP	LICHT	-0.369
7		NANOCLSP	STIM	-0.237
7		NANOCLSP	ZWSTOF	-0.101
7		ORCLADSP	DEBIET	0.605
7		ORCLADSP	LICHT	-0.244
7		ORCLADSP	STIM	-0.141
7		ORCLADSP	ZWSTOF	-0.165
7		PACHARCU	DEBIET	0.054
7		PACHARCU	LICHT	-0.665
7		PACHARCU	STIM	-0.691
7		PACHARCU	ZWSTOF	-0.381
8	BORGHAREN	CRICBICI	DEBIET	0.545
8		CRICBICI	LICHT	-0.721
8		CRICBICI	STIM	-0.489
8		CRICBICI	ZWSTOF	-0.265
8		CRICINTE	DEBIET	0.42
8		CRICINTE	LICHT	-0.422
8		CRICINTE	STIM	-0.343
8		CRICINTE	ZWSTOF	-0.053
8		CRICSYLV	DEBIET	0.5
8		CRICSYLV	LICHT	-0.415
8		CRICSYLV	STIM	-0.495
8		CRICSYLV	ZWSTOF	-0.329
8		DITENERV	DEBIET	0.702
8		DITENERV	LICHT	-0.481
8		DITENERV	STIM	-0.323
8		DITENERV	ZWSTOF	-0.45
8		MIPSATRO	DEBIET	0.346
8		MIPSATRO	LICHT	-0.437
8		MIPSATRO	STIM	-0.667
8		MIPSATRO	ZWSTOF	-0.57
8		PACHARCU	DEBIET	0.524
8		PACHARCU	LICHT	-0.456
8		PACHARCU	STIM	-0.779
8		PACHARCU	ZWSTOF	-0.624
8		PRDIUSSP	DEBIET	0.289
8		PRDIUSSP	LICHT	-0.438
8		PRDIUSSP	STIM	-0.685
8		PRDIUSSP	ZWSTOF	-0.386
9	BORGHAREN	CRICBICI	DEBIET	0.058
9		CRICBICI	LICHT	-0.573
9		CRICBICI	STIM	-0.698
9		CRICBICI	ZWSTOF	-0.236
9		CRICINTE	DEBIET	0.067
9		CRICINTE	LICHT	0.651
9		CRICINTE	STIM	0.319
9		CRICINTE	ZWSTOF	0.354
9		CRICSYLV	DEBIET	0.023
9		CRICSYLV	LICHT	-0.403
9		CRICSYLV	STIM	-0.636
9		CRICSYLV	ZWSTOF	-0.209
9		DITENERV	DEBIET	0.005
9		DITENERV	LICHT	0.449
9		DITENERV	STIM	0.3
9		DITENERV	ZWSTOF	0.655
9		PACHARCU	DEBIET	0.149
9		PACHARCU	LICHT	-0.403
9		PACHARCU	STIM	-0.451
9		PACHARCU	ZWSTOF	-0.306
9		PRDIUSSP	DEBIET	0.202
9		PRDIUSSP	LICHT	-0.512

MAAND	LOKATIE	DEP.VARIABLE	VARIABLE	R
9		PRDIUSSP	STIM	-0.788
9		PRDIUSSP	ZWSTOF	-0.135
10	BORGHAREN	CRICINTE	DEBIET	0.329
10		CRICINTE	LICHT	0.56
10		CRICINTE	STIM	0.198
10		CRICINTE	ZWSTOF	-0.065
10		CRICSYLV	DEBIET	0.187
10		CRICSYLV	LICHT	-0.113
10		CRICSYLV	STIM	0.523
10		CRICSYLV	ZWSTOF	-0.354
10		DITENERV	DEBIET	0.621
10		DITENERV	LICHT	0.47
10		DITENERV	STIM	0.269
10		DITENERV	ZWSTOF	0.132
10		MIPSATRO	DEBIET	-0.385
10		MIPSATRO	LICHT	-0.379
10		MIPSATRO	STIM	-0.739
10		MIPSATRO	ZWSTOF	-0.204
10		PACHARCU	DEBIET	-0.213
10		PACHARCU	LICHT	-0.403
10		PACHARCU	STIM	-0.608
10		PACHARCU	ZWSTOF	-0.085
10		PRDIUSSP	DEBIET	0.546
10		PRDIUSSP	LICHT	0.02
10		PRDIUSSP	STIM	0.216
10		PRDIUSSP	ZWSTOF	-0.674

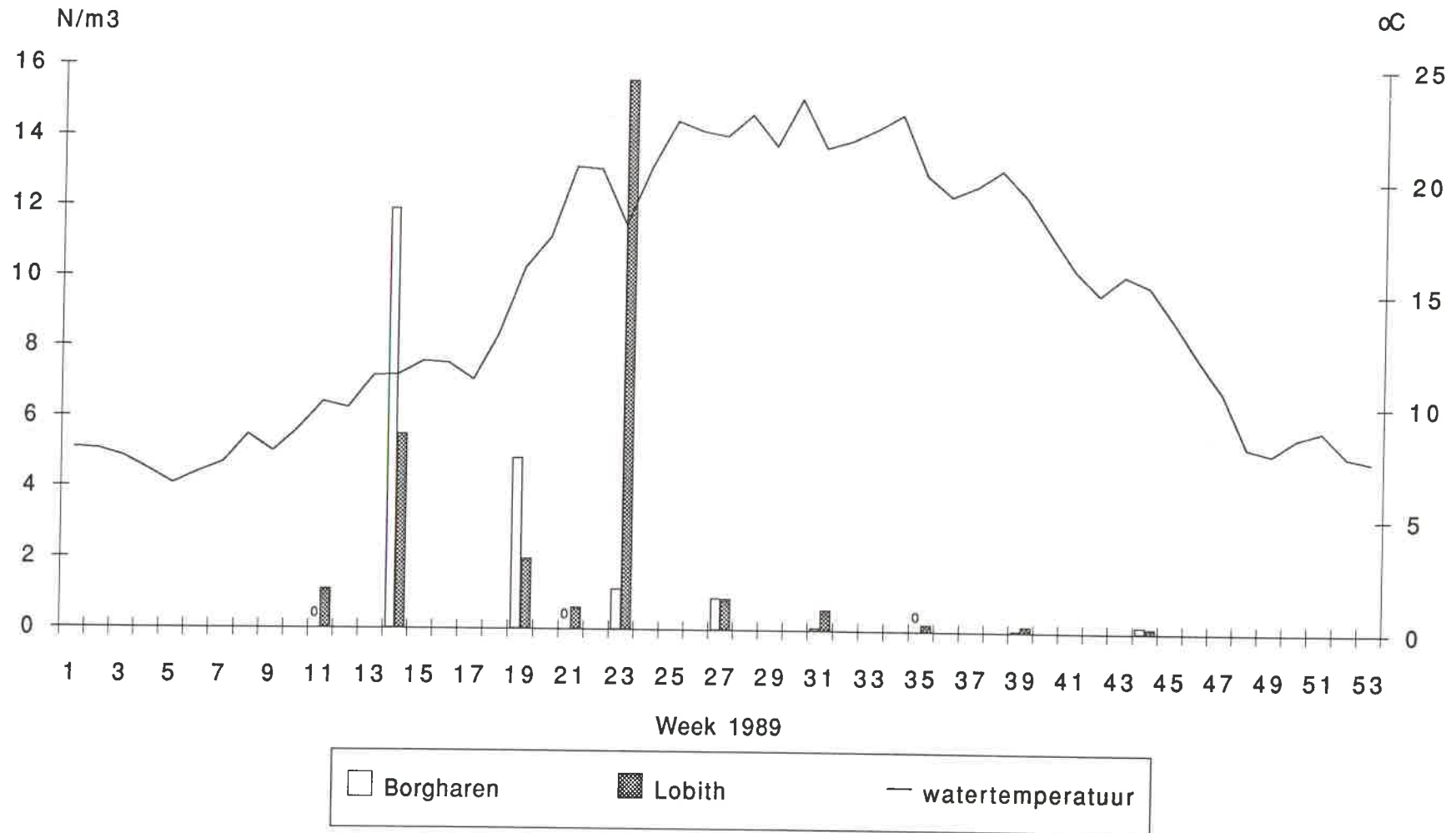
MAAND	LOKATIE	DEP.VARIABLE	VARIABLE	R
4	BORGHAREN	CRICSYLV	CRICTRIA	0.587
5	BORGHAREN	CRICBICI	CRICINTE	0.587
6	BORGHAREN	CRICBICI	ORCLADSP	0.552
6		CRICINTE	PACHARCU	0.833
6		CRICTRIA	ORCLADSP	0.64
6		EUKICLAA	DITENERV	0.708
7	BORGHAREN	CRICBICI	CRICTRIA	0.992
7		CRICBICI	ORCLADSP	0.946
7		CRICBICI	NANOCLSP	0.842
7		CRICBICI	PACHARCU	0.675
7		CRICBICI	CRICSYLV	0.517
7		CRICINTE	CRICSYLV	0.813
7		CRICTRIA	ORCLADSP	0.944
7		CRICTRIA	NANOCLSP	0.882
7		CRICTRIA	PACHARCU	0.711
7		DITENERV	PACHARCU	0.704
7		NANOCLSP	ORCLADSP	0.751
7		NANOCLSP	PACHARCU	0.718
7		ORCLADSP	PACHARCU	0.741
8	BORGHAREN	CRICINTE	MIPSATRO	0.565
8		CRICINTE	CRICSYLV	0.552
8		CRICSYLV	PACHARCU	0.678
8		CRICSYLV	MIPSATRO	0.616
8		PACHARCU	MIPSATRO	0.626
8		PRDIUSSP	PACHARCU	0.746
9	BORGHAREN	CRICBICI	CRICSYLV	0.532
9		PRDIUSSP	CRICBICI	0.66
10	BORGHAREN	PACHARCU	MIPSATRO	0.784

Drift van makro-evertebraten in de Maas en de Rijn in relatie tot de watertemperatuur (0 = niet bemonsterd)

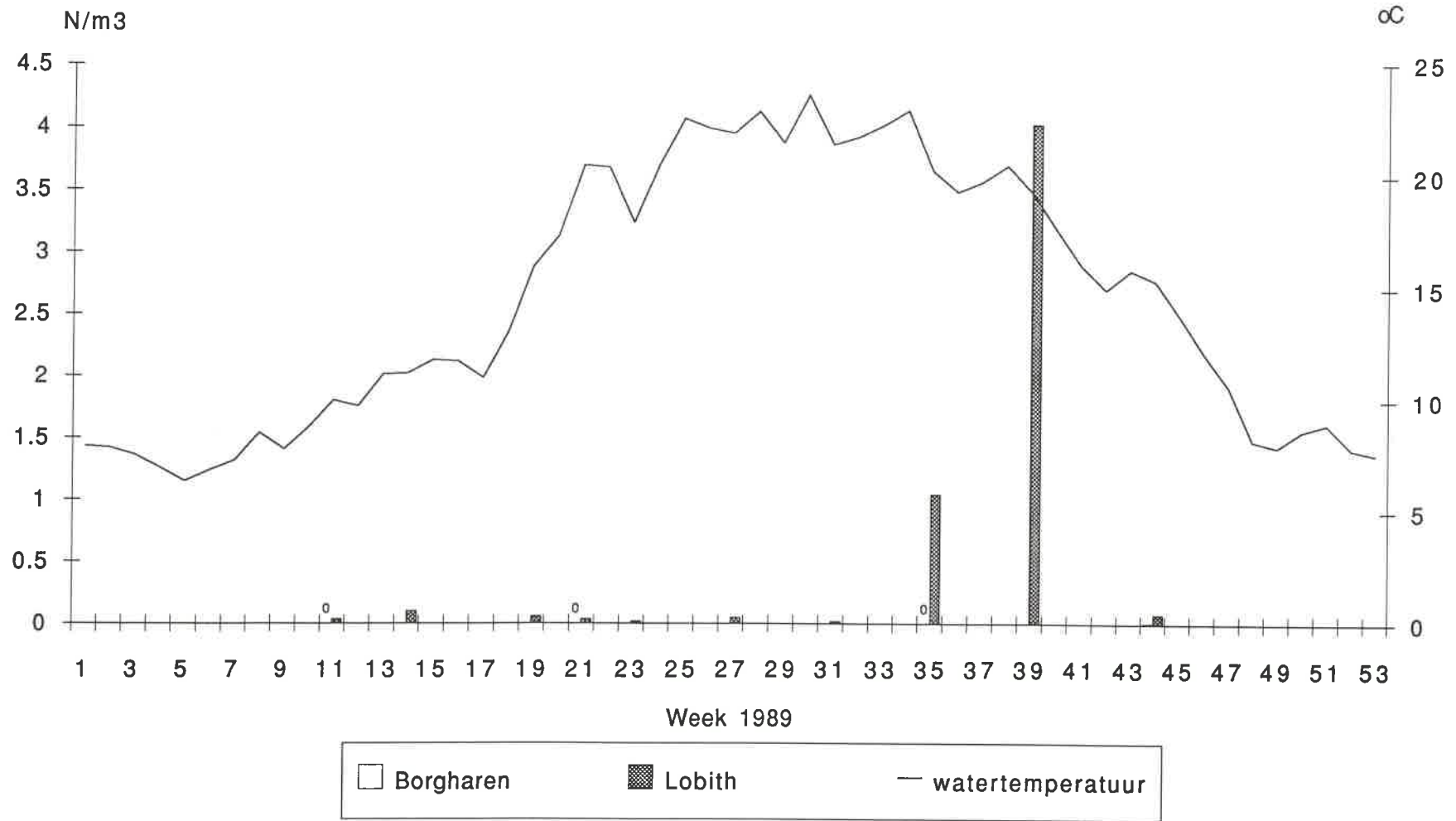


Bijlage 7.1

Drift van Oligochaeta in de Maas en de Rijn in relatie tot de watertemperatuur (0 = niet bemonsterd)

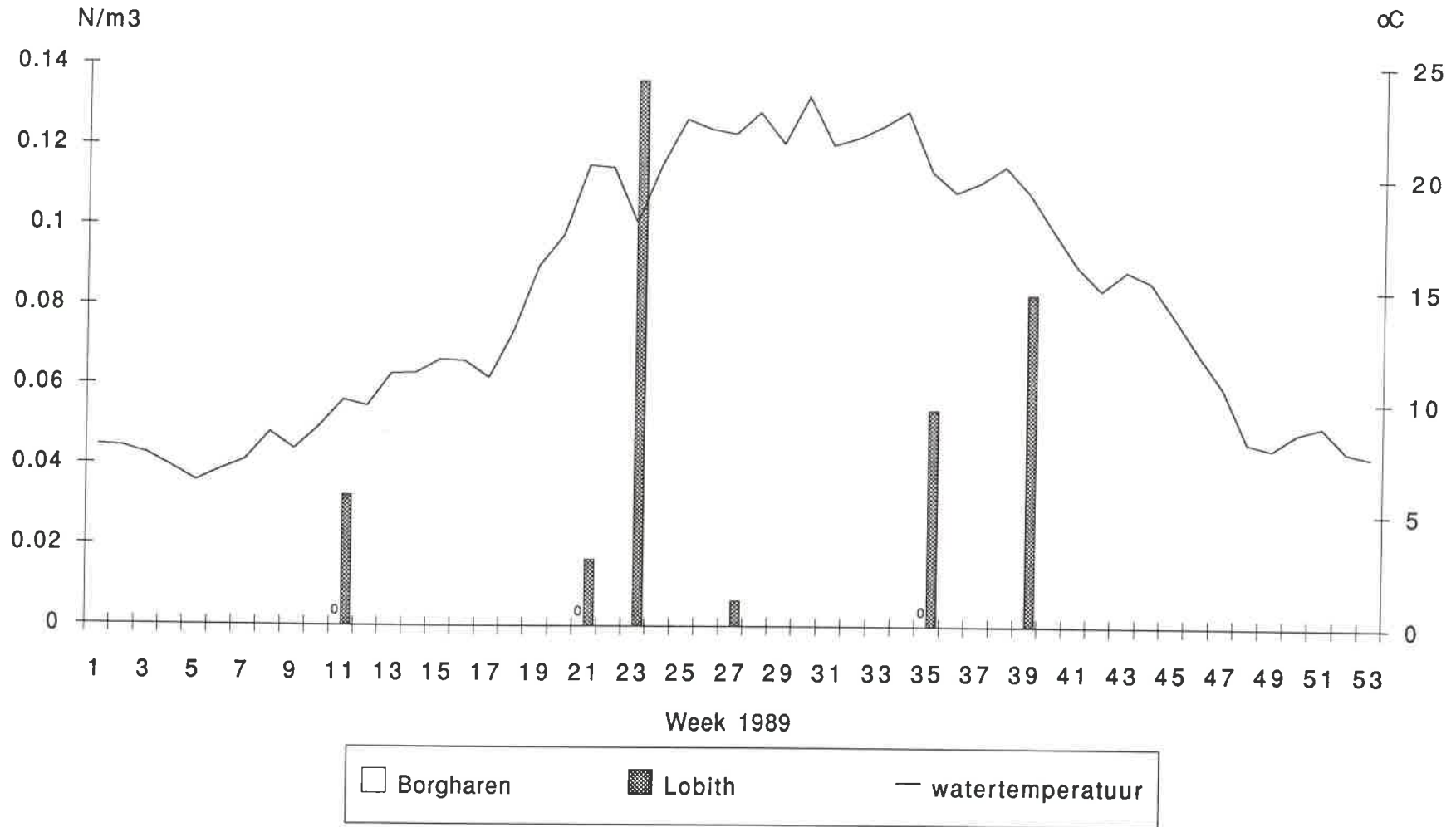


Drift van Gammarus soorten in de Maas en de Rijn in relatie tot de watertemperatuur (0 = niet bemonsterd)

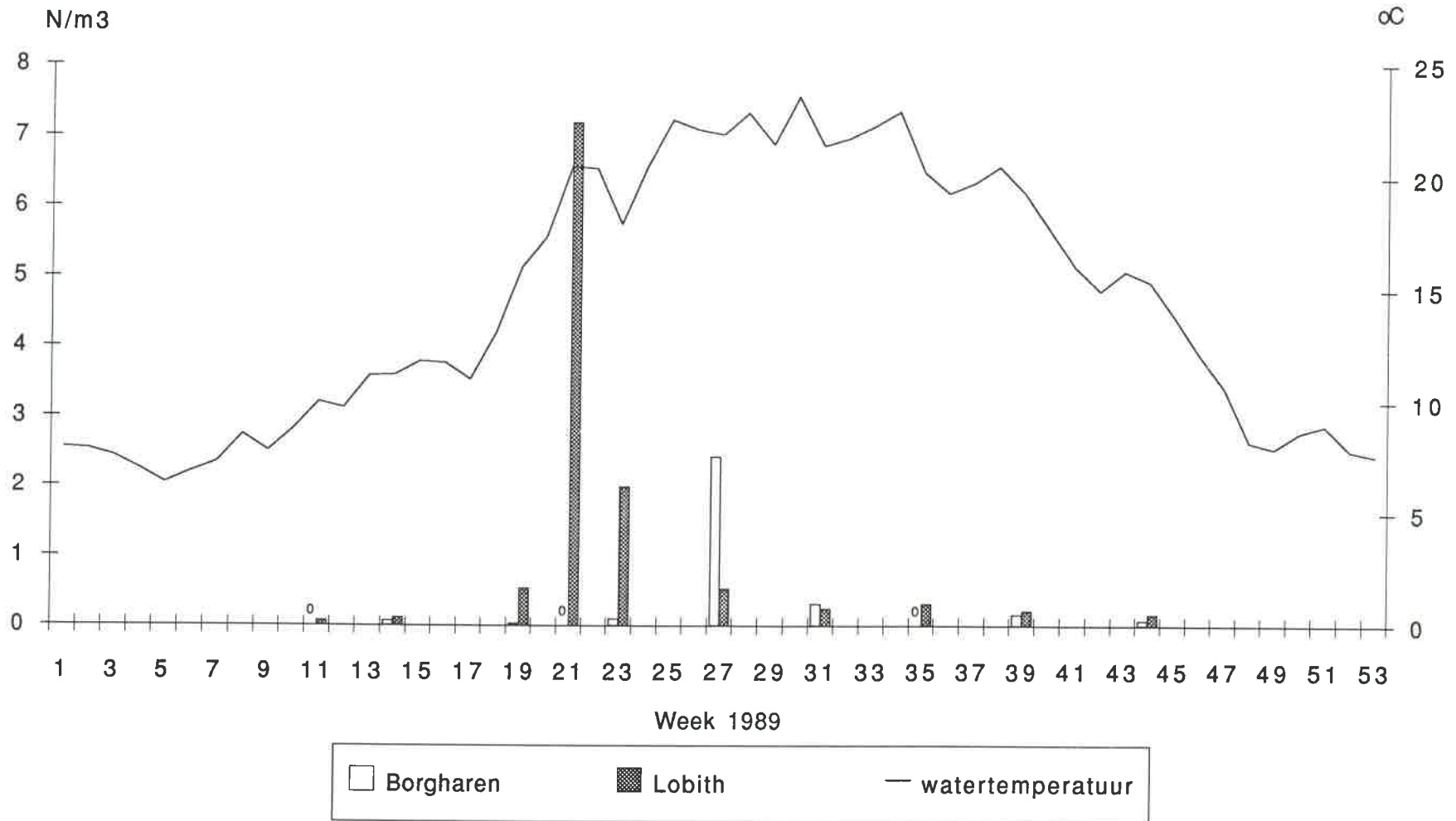


Bijlage 7.3

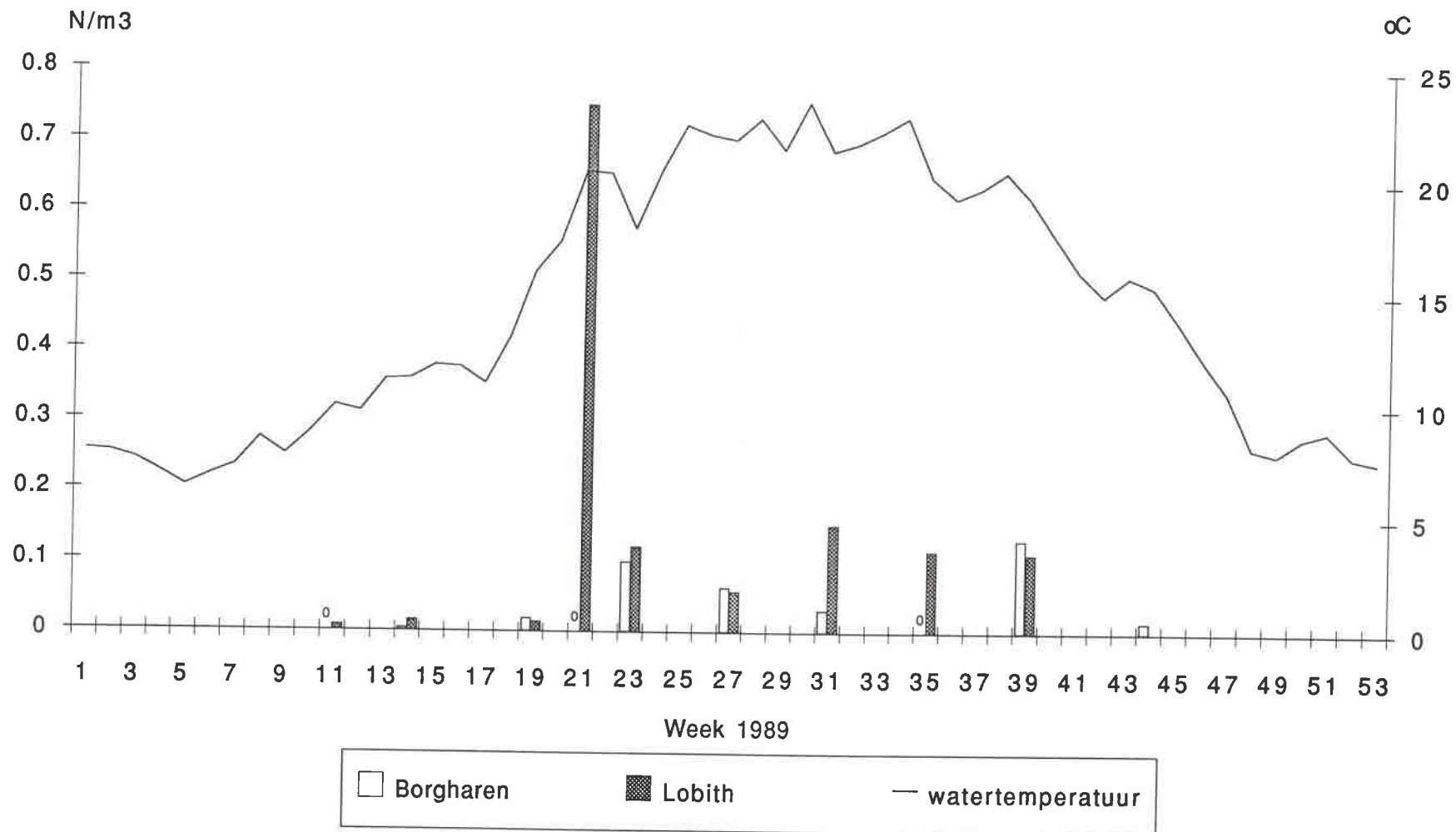
Drift van Hydropsyche contubernalis in de Maas en de Rijn in relatie tot de watertemperatuur (0 = niet bemonsterd)



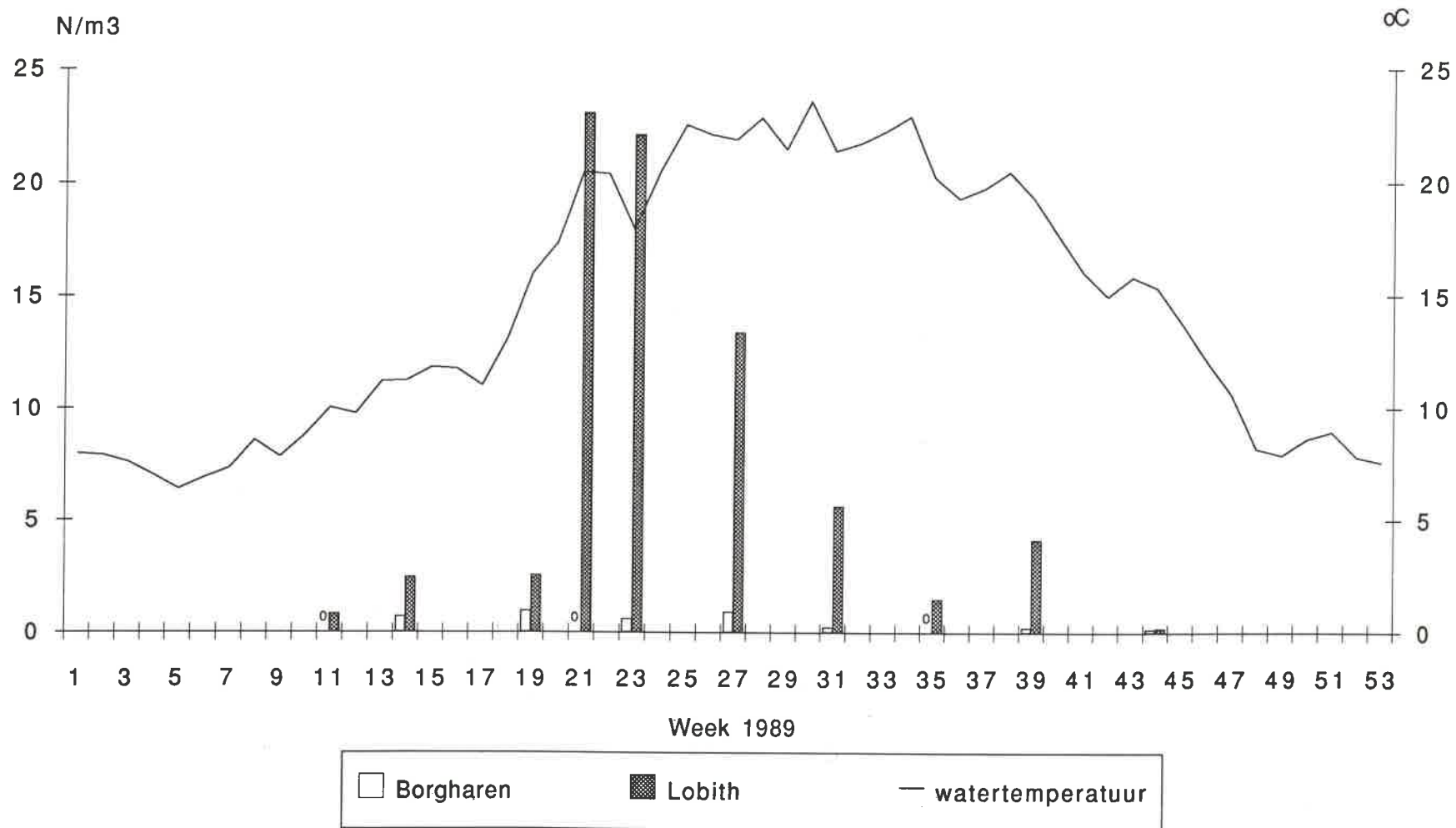
Drift van Chironomidae-larven in de Maas en de Rijn in relatie tot de watertemperatuur (0 = niet bemonsterd)



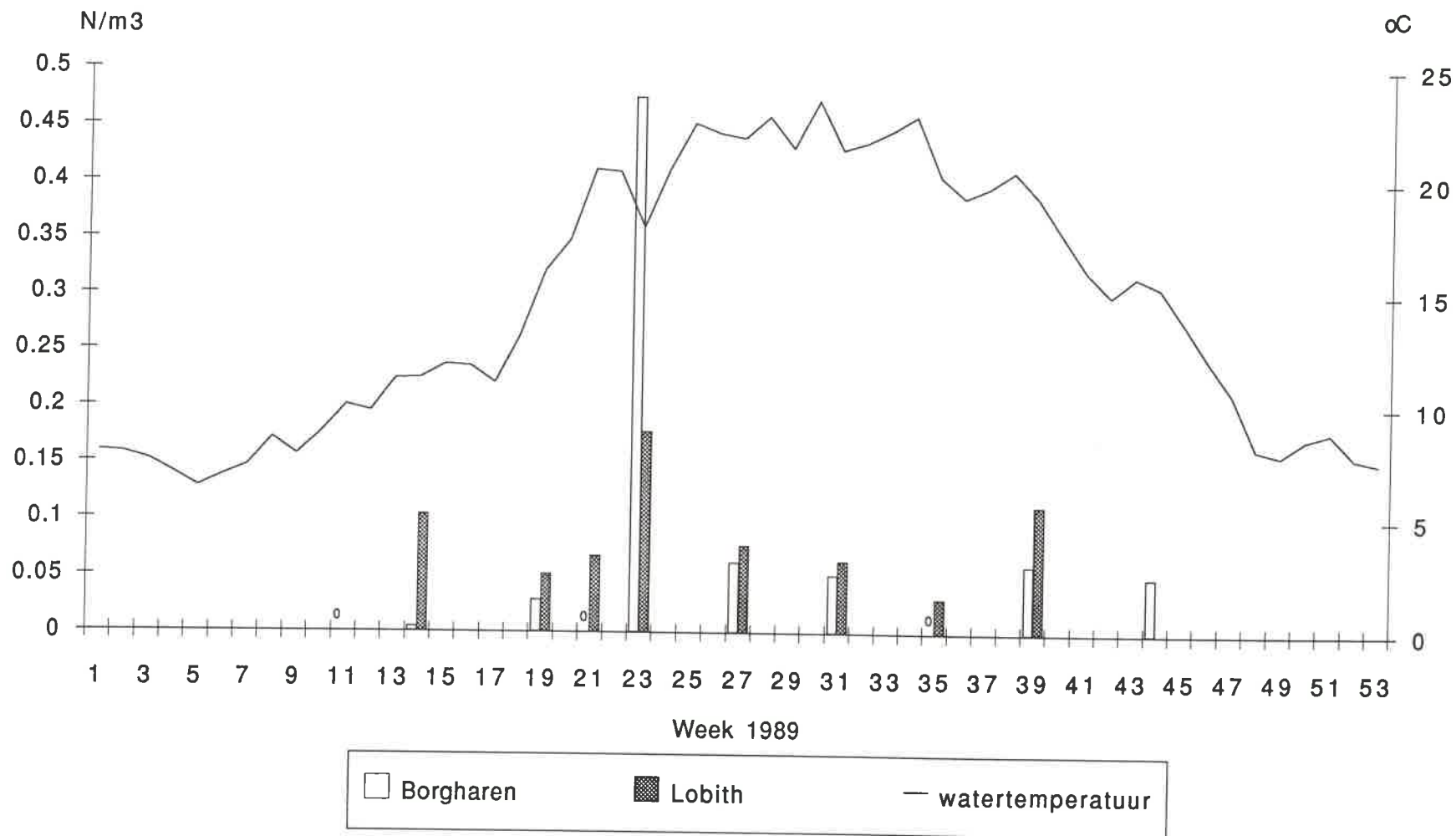
Drift van Chironomidae-poppen in de Maas en de Rijn in relatie tot de watertemperatuur (0 = niet bemonsterd)



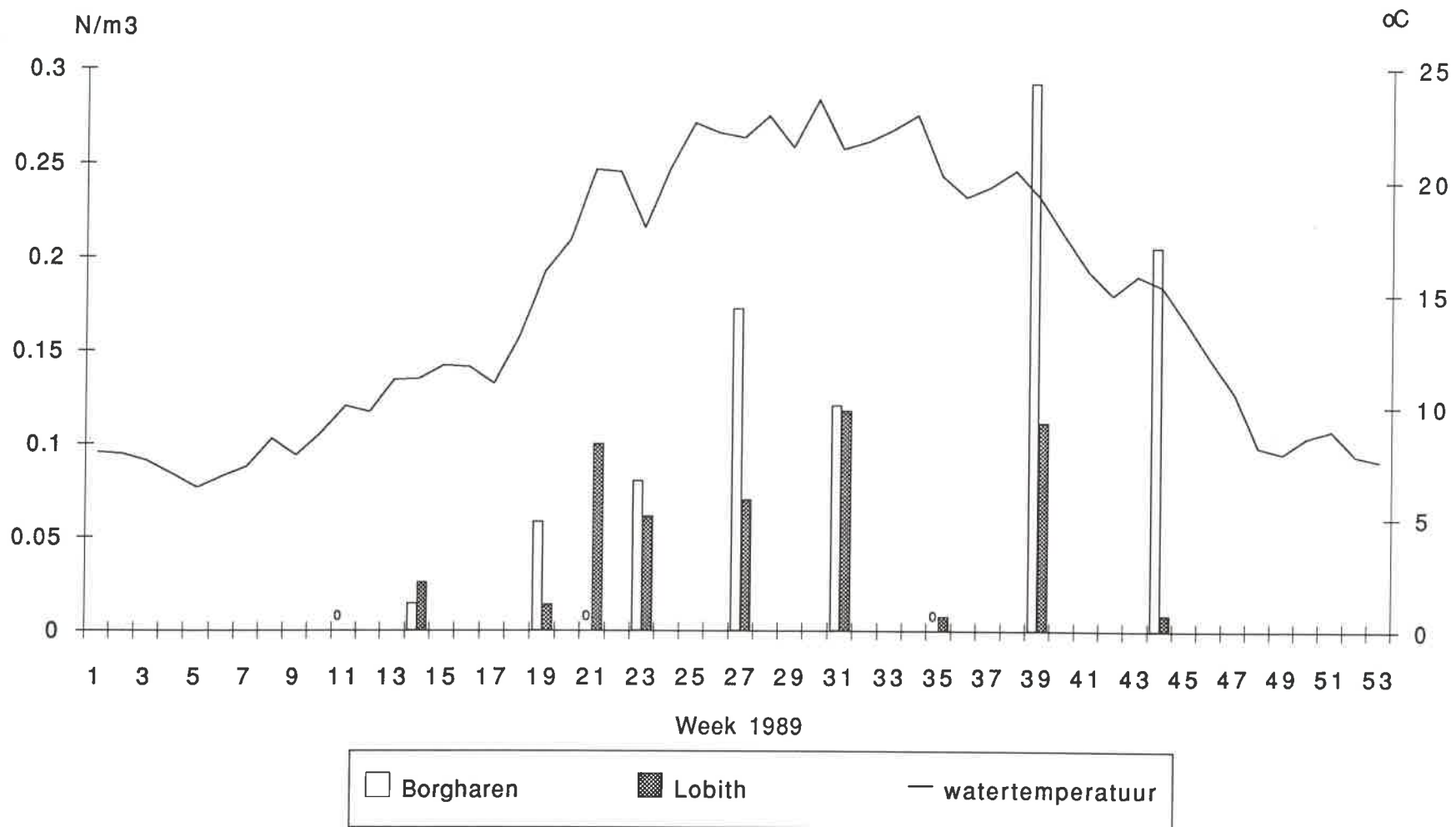
Drift van Chironomidae exuvia in de Maas en de Rijn in relatie tot de watertemperatuur (0 = niet bemonsterd)



Drift van mannelijke Chironomidae in de Maas en de Rijn in relatie tot de watertemperatuur (0 = niet bemonsterd)

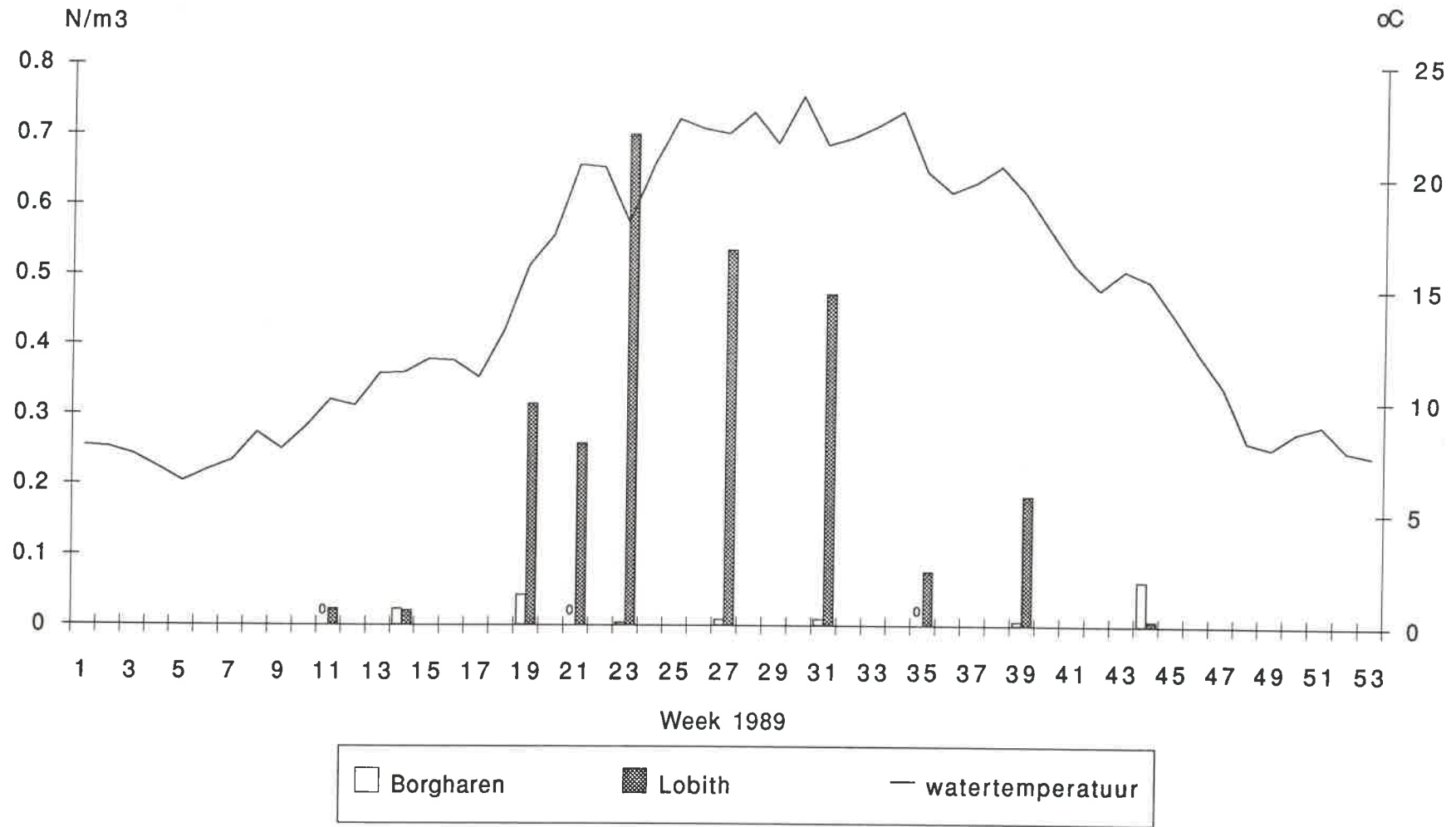


Drift van vrouwelijke Chironomidae in de Maas en de Rijn in relatie tot de watertemperatuur (0 = niet bemonsterd)

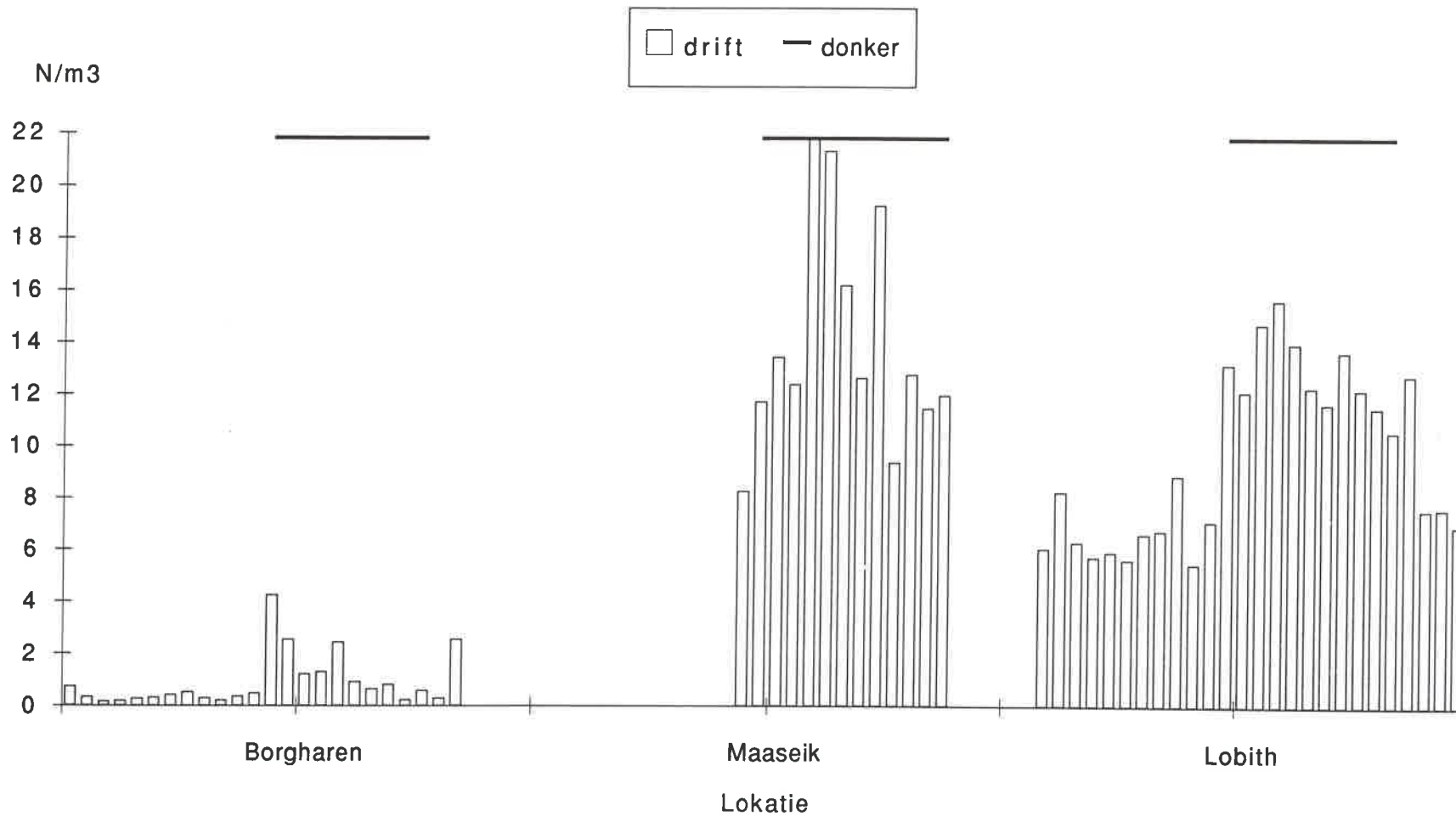


Bijlage 7.9

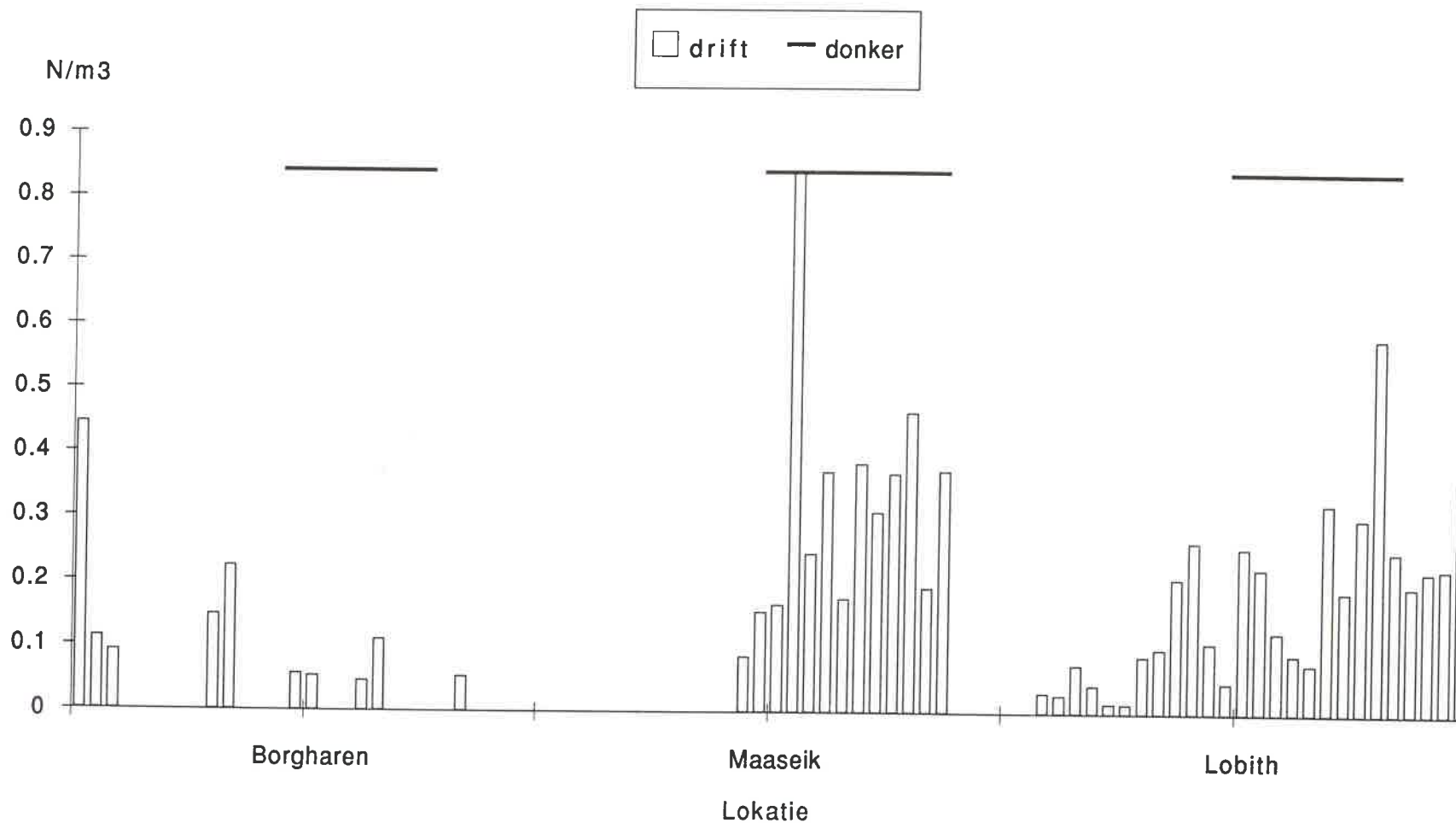
Drift van overige groepen in de Maas en de Rijn in relatie tot de watertemperatuur (0 = niet bemonsterd)



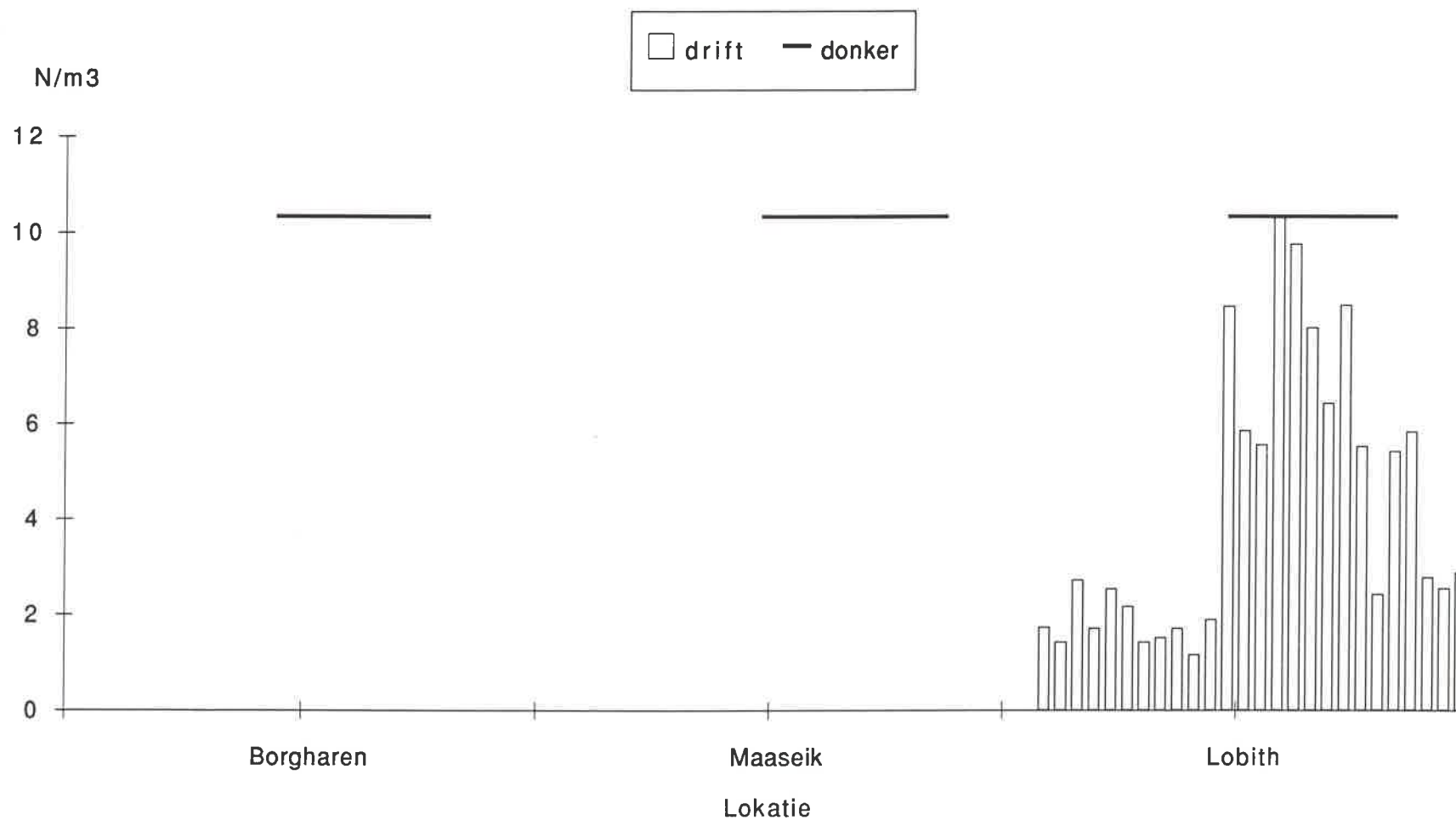
Maas (Borgharen), Grensmaas (Maaseik) en Rijn (Lobith) 1989: Aantal makro-evertebraten in
 uurlijkse driftbemonsteringen 27-29 september



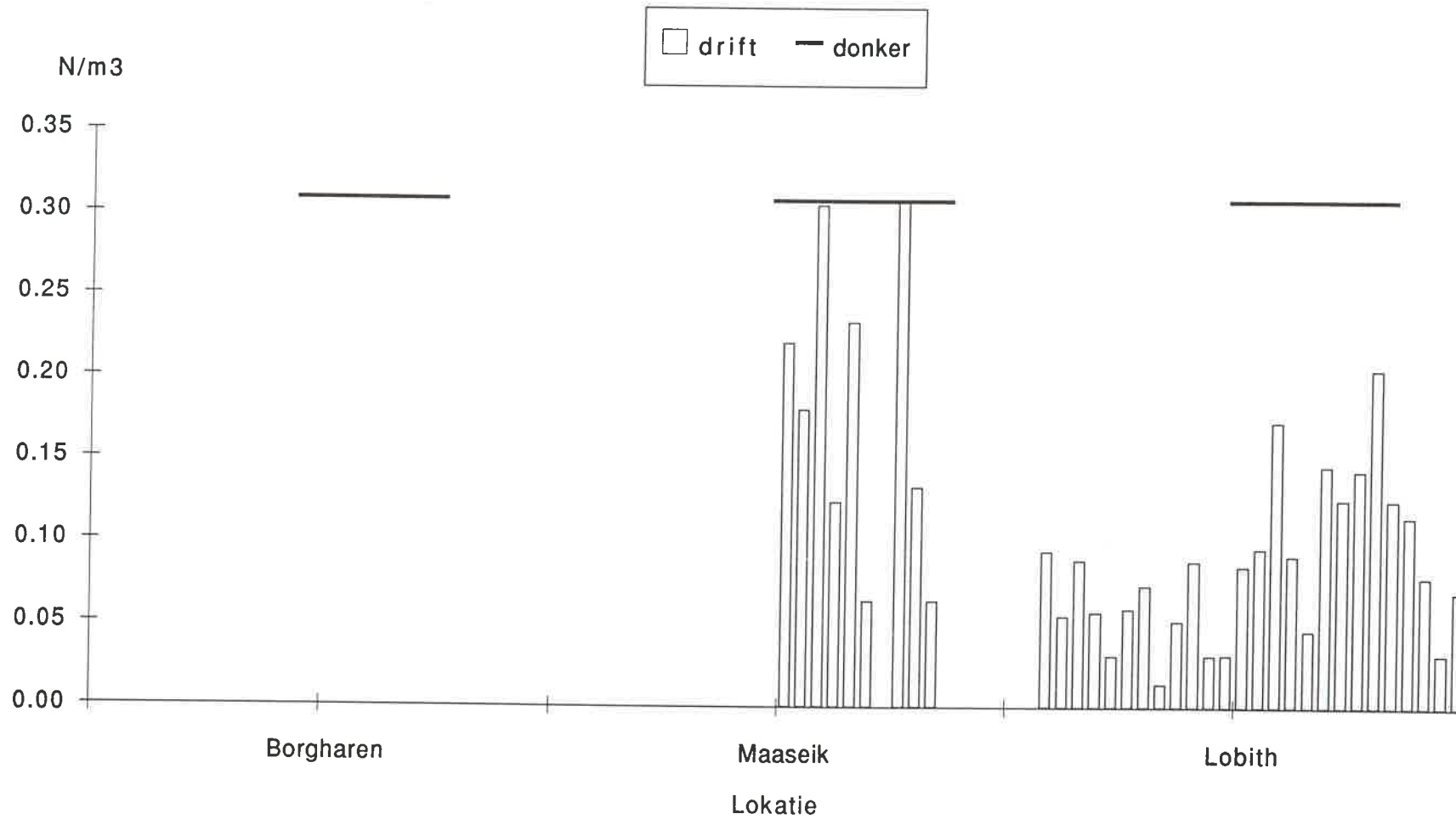
Maas (Borgharen), Grensmaas (Maaseik) en Rijn (Lobith) 1989: Aantal Oligochaeta in uurlijkse driftbemonsteringen 27-29 september



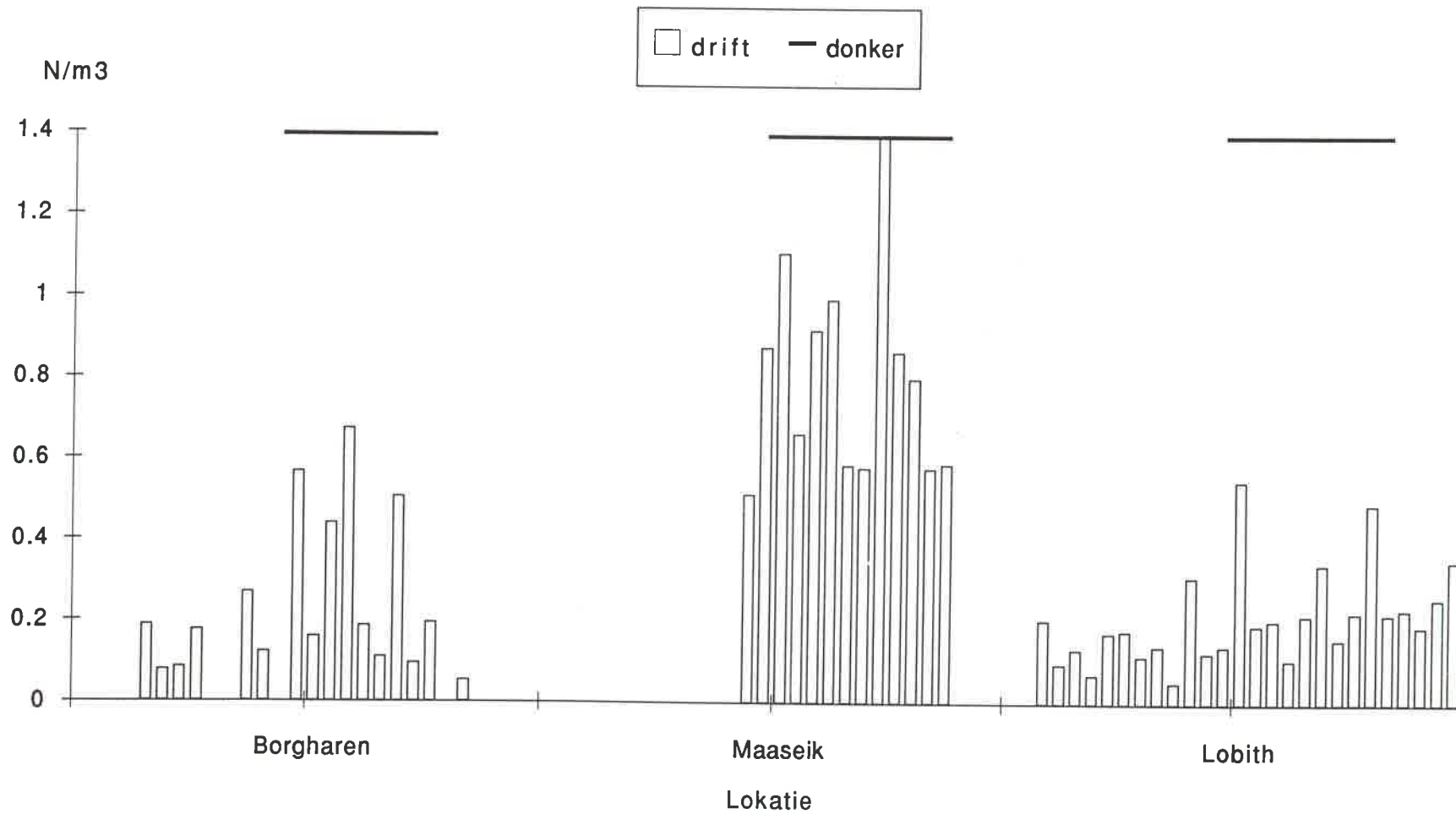
Maas (Borgharen), Grensmaas (Maaseik) en Rijn (Lobith) 1989: Aantal Gammarus in uurlijkse driftbemonsteringen 27-29 september



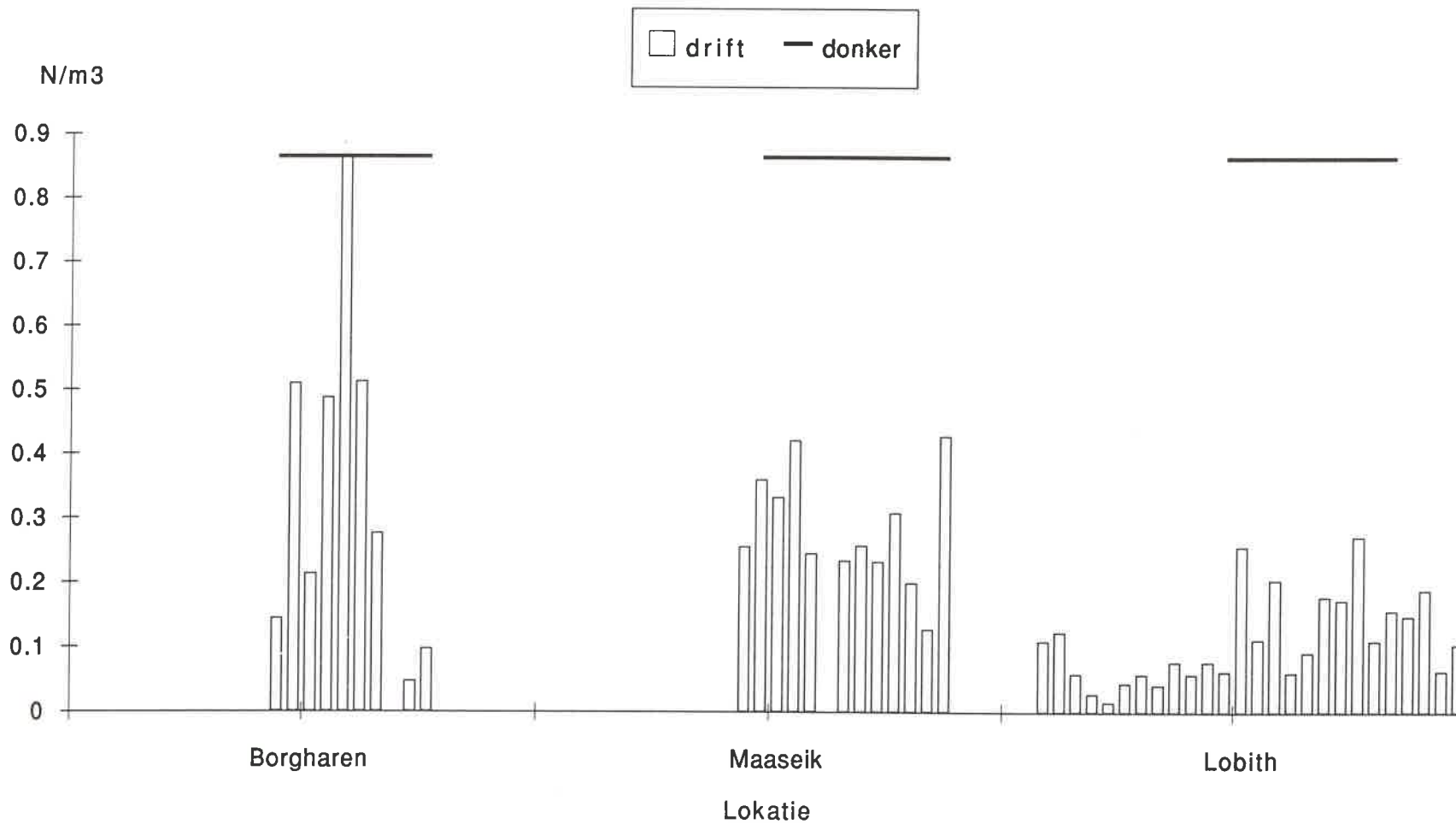
Maas (Borgharen), Grensmaas (Maaseik) en Rijn (Lobith) 1989: Aantal Hydropsychische contubernalis in
uurlijkse driftbemonsteringen 27-29 september



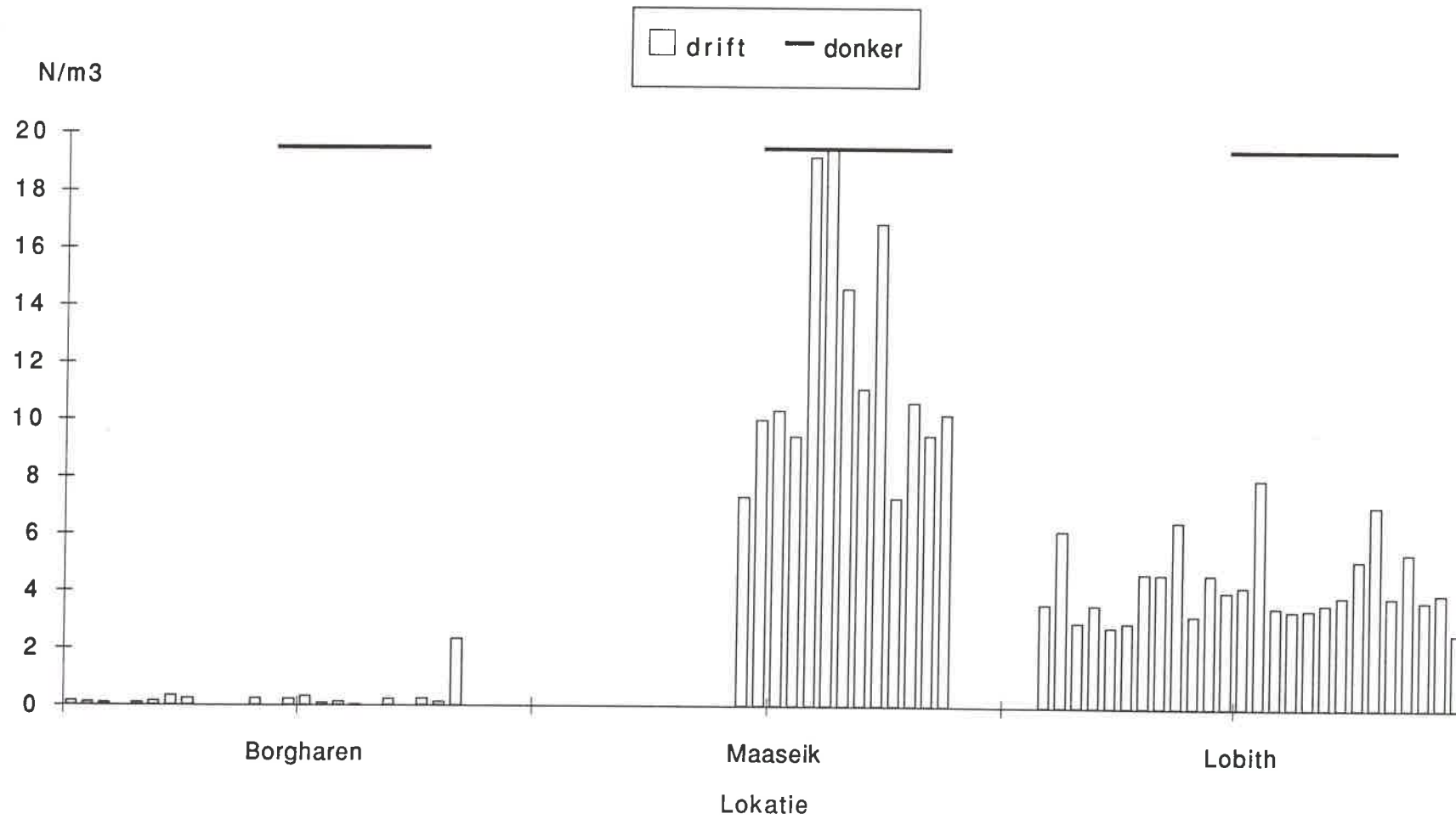
Maas (Borgharen), Grensmaas (Maaseik) en Rijn (Lobith) 1989: Aantal Chironomidae-larven in
uurlijkse driftbemonsteringen 27-29 september



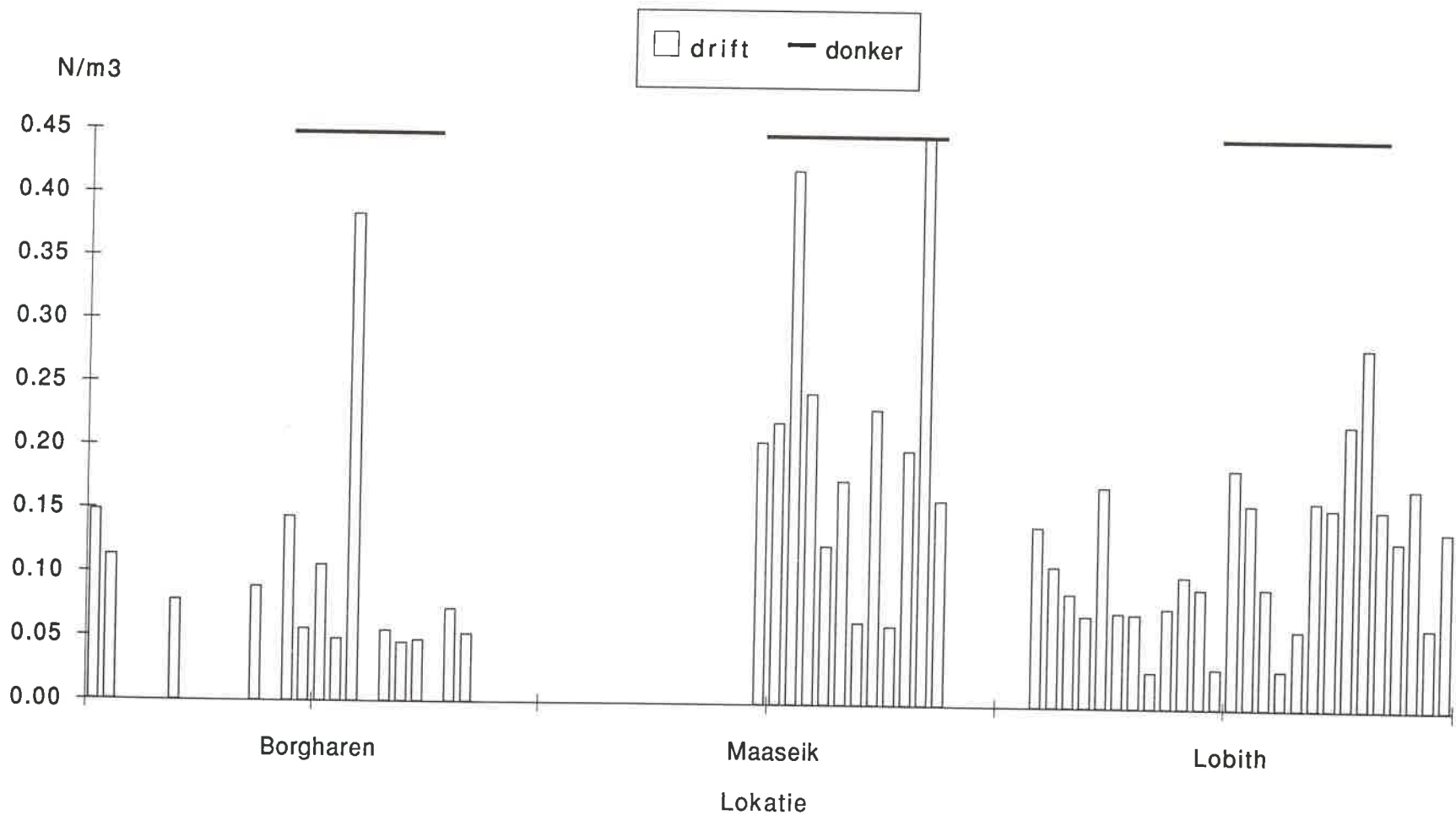
Maas (Borgharen), Grensmaas (Maaseik) en Rijn (Lobith) 1989: Aantal Chironomidae-poppen in
uurlijkse driftbemonsteringen 27-29 september



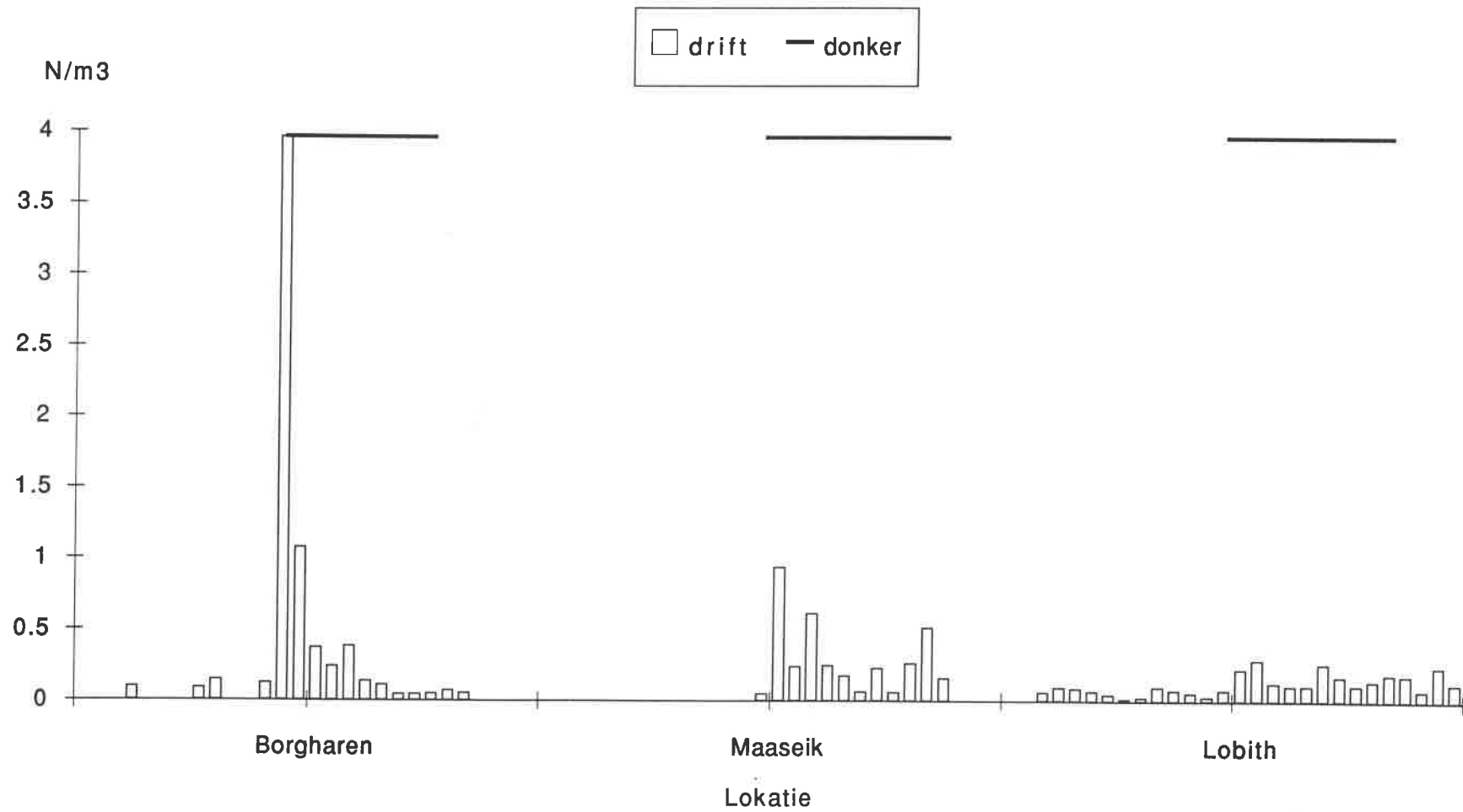
Maas (Borgharen), Grensmaas (Maaseik) en Rijn (Lobith) 1989: Aantal Chironomidae-exuviae in
uurlijkse driftbemonsteringen 27-29 september



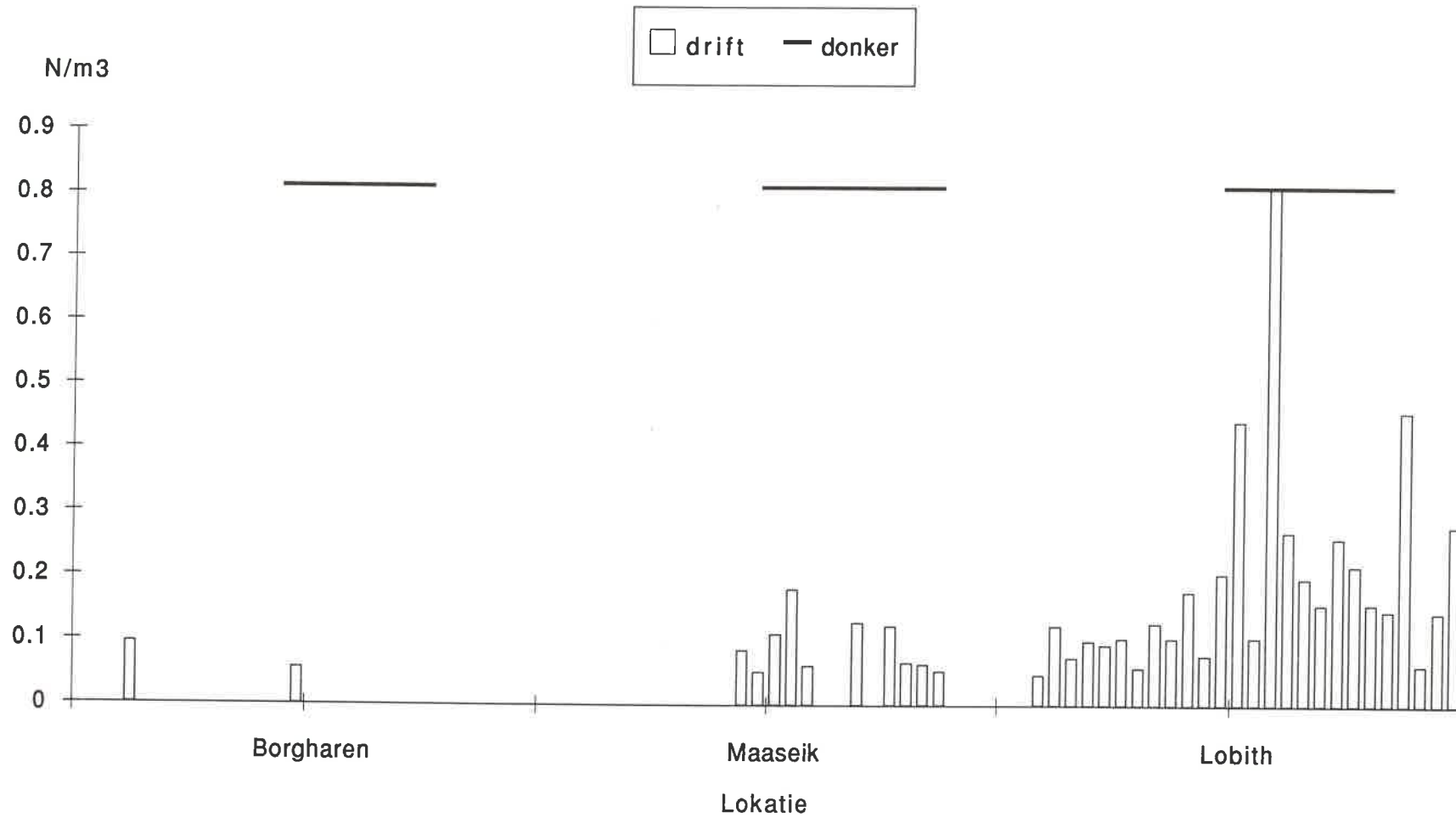
Maas (Borgharen), Grensmaas (Maaseik) en Rijn (Lobith) 1989: Aantal mannelijke Chironomidae in
uurlijkse driftbemonsteringen 27-29 september



Maas (Borgharen), Grensmaas (Maaseik) en Rijn (Lobith) 1989: Aantal vrouwelijke Chironomidae in
 uurlijkse driftbemonsteringen 27-29 september



Maas (Borgharen), Grensmaas (Maaseik) en Rijn (Lobith) 1989: Aantal vrouwelijke Chironomidae in
uurlijkse driftbemonsteringen 27-29 september



Monster	Maaseik M1	M1	M1	M1	M1	M1	M1	M1	M1	M1
Datum 1989	23-03	03-05	16-06	14-07	11-08	08-09	06-10	06-11	04-12	
Perm nr.	M28.1	M28.4	M28.7	M28.10	M28.13	M28.16	M28.19	M28.22	M28.25	
Aantal dagen gekoloniseerd	28	41	29	28	28	28	28	31	28	
<i>Anguilla anguilla</i>										
Viseieren			16							
Vislarven			3							
<i>Dugesia lugubris/polychroa</i>				1	16	11	10			
<i>Oligochaeta</i>										
<i>Chaetogaster diaphanus</i>			11		5					
Enchytraeidae	68	3						1	9	
Lumbricidae indel.				2						
<i>Nais bretscheri</i>		9		2				11	9	
<i>Nais spec.</i>	34									
<i>Nais communis</i>	17									
<i>Nais elinguis</i>	1468	2								
<i>Nais pardalis</i>								5	4	
<i>Ophidonais serpentina</i>		1								
<i>Stylaria lacustris</i>	51	18	664	1	35			36	182	
Tubificidae juv. met haarchaetae	17									
Tubificidae juv. z. haarchaetae		1								
Hirudinea										
<i>Erpobdella octoculata</i>	2	1	2	1	5	1	2		2	
<i>Erpobdella spec. (te klein)</i>	1		8	9			1			
<i>Glossiphonia complanata</i>	2	4	2	1	1	1				
<i>Glossiphonia heteroclita</i>	1									
Gastropoda										
<i>Acroloxus lacustris</i>						1	1			
<i>Ancylus fluviatilis</i>		20	19	55	18	5	5	2		
<i>Bithynia tentaculata</i>	6	11	35	35	96	62	17	2	2	
<i>Physa fontinalis</i>		1		1	2	1				
<i>Radix ovata</i>		12	12	13	28	23	5	1	3	
<i>Pisidium spec. (te klein)</i>										
<i>Sphaerium corneum</i>					7	4	3			
<i>Valvata cristata</i>										
<i>Asellus aquaticus</i>				1	4	14	5	3	1	
<i>Asellus spec. s.l.</i>					1		9			
<i>Proasellus meridianus</i>	2	1			7	3	5	5	4	
<i>Gammarus pulex</i>					1	1				
<i>Gammarus spec. (te klein)</i>										
<i>Caenis luctuosa</i>										
Coleoptera										
<i>Limnius volckmari</i>					1					
<i>Hydropsyche contubernalis</i>	43	21	222	565	875	1522	550	15		
<i>Hydropsyche contubernalis p</i>		1				28				

Monster	Maaseik M1	M1	M1	M1	M1	M1	M1	M1	M1
Datum 1989	23-03	03-05	16-06	14-07	11-08	08-09	06-10	06-11	04-12
Perm nr.	M28.1	M28.4	M28.7	M28.10	M28.13	M28.16	M28.19	M28.22	M28.25
Aantal dagen gekoloniseerd	28	41	29	28	28	28	28	31	28
Tipulidae indet.									1
Simuliidae									
Odagmia ornata	1			1					
Psychodidae									
Psychodidae indet.	2								
Tanypodinae									
Conchapelopia cf.	1								
Rheopelopia ornata			6	99	312	529	52	3	5
Rheopelopia ornata p			1		1				
Orthocladiinae									
Cardiocladius fuscus				11					2
Cardiocladius fuscus ex							7		
Cardiocladius fuscus imm									
Cricotopus bicinctus	7	2	132	88	15		52		
Cricotopus bicinctus p		2	13	1			2		
Cricotopus intersectus									
Cricotopus sylvestris									
Cricotopus sylvestris p									
Cricotopus triannulatus	6	1		55		81	26		
Cricotopus triannulatus p		4	7	1			2		
Cricotopus triannulatus imm							1		
Cricotopus trifascia	2		6						
Cricotopus trifascia p									
Eukiefferiella calvescens agg.				11		41	13		
Eukiefferiella claripennis agg.	1	1							
Eukiefferiella claripennis p									
Eukiefferiella discoloripes agg.			6						
Eukiefferiella gr. graciei				11					
Eukiefferiella veralli p							1		
Eukiefferiella veralli ex							1		
Limnophyes spec.									
Limnophyes spec. p									
Nanocladius spec.			12						
Nanocladius spec. p									
Orthocladius (O) spec. p			1						
Rheocricotopus chalybeatus			78	231	74	691	246		
Rheocricotopus chalybeatus p			2	2	1	3	1		
Rheocricotopus chalybeatus imm					1				
Rheocricotopus chalybeatus imv				1					
Rheocricotopus fuscipes p									
Synorthocladius semivirens p			1						

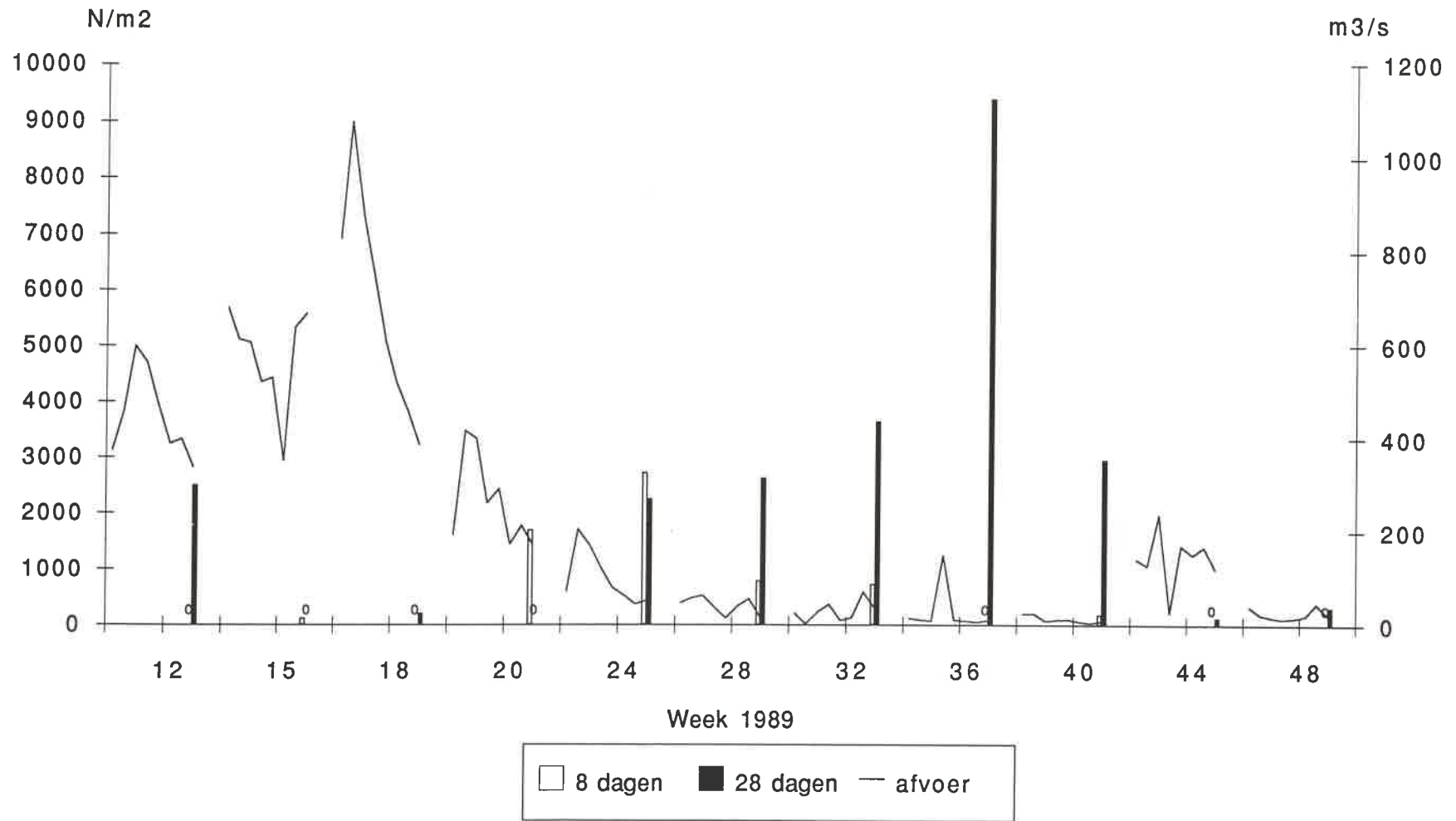
Monster	Maaseik M1	M1	M1	M1	M1	M1	M1	M1	M1	M1
Datum 1989	23-03	03-05	16-06	14-07	11-08	08-09	06-10	06-11	04-12	
Perm nr.	M28.1	M28.4	M28.7	M28.10	M28.13	M28.16	M28.19	M28.22	M28.25	
Aantal dagen gekoloniseerd	28	41	29	28	28	28	28	31	28	
Chironomini										
Chironomus nudiventris					45	163				
Chironomus spec. (te klein)					15					
Dicrotendipes nervosus	19	8	235	549	505	691	298	3		
Dicrotendipes nervosus p		4	12							
Dicrotendipes nervosus imv					1					
Glyptotendipes gr. pallens						569	26			
Parachironomus arcuatus			84	11						
Parachironomus arcuatus p			3							
Parachironomus longiforceps			6							
Parachironomus longiforceps p										
Polypedilum cf. uncinatum p										
Polypedilum gr. convictum		1								
Polypedilum laetum agg.		1								
Tanytarsini										
Micropsectra atrofasciata		11								
Micropsectra atrofasciata p		1								
Rheotanytarsus photophilus p				2		8	6			
Rheotanytarsus rhenanus p				1	5	9	4			
Rheotanytarsus spec.				77	475	2115	713	4		
Tanytarsus lestagei-agg. p										
Tanytarsus spec.										
Totaal Oligochaeta	1654	34	675	5	40			53	205	
Totaal Gammarus					1	1				
Totaal Hydropsyche	43	22	222	565	875	1550	550	15		
Totaal Chironomidae	36	36	606	1150	1450	4900	1450	10	7	
Totaal overige	17	50	97	118	186	126	63	13	13	
Totaal in korf	1750	142	1600	1838	2552	6577	2063	91	225	

Monster	Borgharen B1	B2	B3	B4	B5	Eisloo E1	E2	E3	E4	E4	E5	Maaseik M1	M2	M3	M4	M5	M7
Datum 1989	14-04	18-05	16-06	14-07	11-08	14-04	18-05	16-06	14-07	14-07	11-08	14-04	18-05	16-06	14-07	11-08	06-10
Perm nr.	B7.1	B7.4	B7.7	B7.10	B7.13	E7.1	E7.4	E7.7	E7.10	E7.11	E7.13	M7.1	M7.4	M7.7	M7.10	M7.13	M7.20
Aantal dagen gekoloniseerd	weg	7	8	weg	8	7	weg	8	8	8	8	7	7 halldr.	8	8	8	7
<i>Anguilla anguilla</i>			1														
Viseieren																	
Vislarven		1	1														
<i>Dugesia lugubris/polychroa</i>										4	49					1	2
<i>Oligochaeta</i>	0	1159	3905	0	5	180	0	1417	90	451	73	74	30	1645	45	3	19
<i>Chaetogaster diaphanus</i>																	
Enchytraeidae																	
Lumbricidae indet.																	
<i>Nais bretscheri</i>																	
<i>Nais spec.</i>																	
<i>Nais communis</i>																	
<i>Nais elinguis</i>																	
<i>Nais pardalis</i>																	
<i>Ophidonais serpentina</i>																	
<i>Stylaria lacustris</i>																	
Tubificidae juv. met haarchaetae																	
Tubificidae juv. z. haarchaetae																	
Hirudinea																	
<i>Erpobdella octoculata</i>		5	2		1			2	1		6		1	4		2	
<i>Erpobdella spec. (te klein)</i>					17						1					1	
<i>Glossiphonia complanata</i>		1			3				1								
<i>Glossiphonia heteroclita</i>																	
Gastropoda																	
<i>Acroloxus lacustris</i>																	
<i>Ancylus fluviatilis</i>			4		1					6	1	1			6	1	2
<i>Bithynia tentaculata</i>		5	3		2				3	24	14	1	1	4	12	3	5
<i>Physa fontinalis</i>										1	1						
<i>Radix ovata</i>		1	1		3			1	1	2							
<i>Pisidium spec. (te klein)</i>					1										2	2	3
<i>Sphaerium corneum</i>		4	2		6												
<i>Valvata cristata</i>					1												
<i>Asellus aquaticus</i>		1	1		4												
<i>Asellus spec. s.l.</i>											3				3	1	1
<i>Proasellus meridianus</i>											3						2
<i>Gammarus pulex</i>											1			2			
<i>Gammarus spec. (te klein)</i>		1															
<i>Caenis luctuosa</i>			1														
Coleoptera																	
<i>Limnius volckmari</i>																	
<i>Hydropsyche contubernalis</i>		6	720		3250	2		49	308	570	150	3		76	106	180	49
<i>Hydropsyche contubernalis p</i>																	

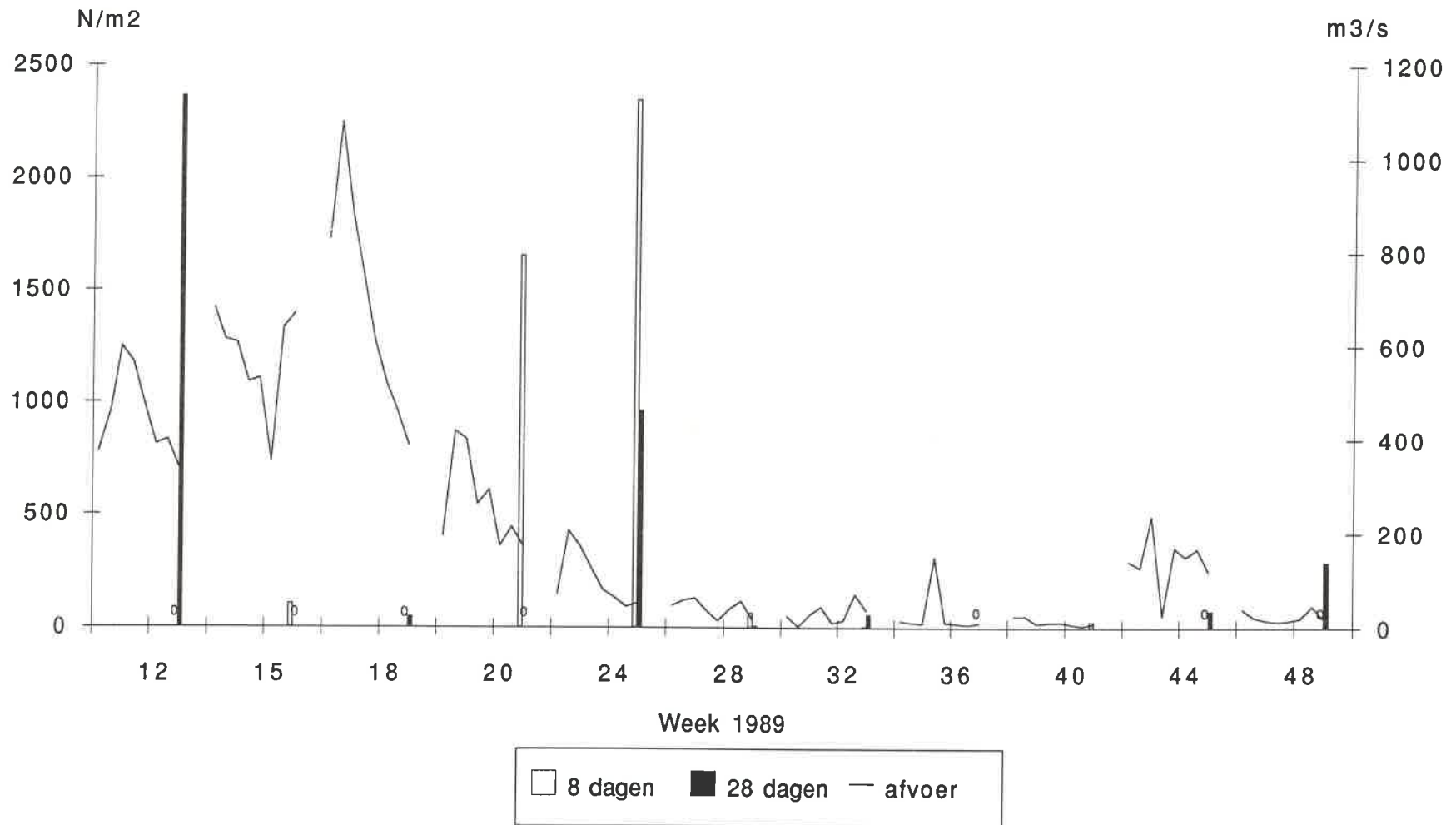
Monster	Borgharen B1	B2	B3	B4	B5	Elsloo E1	E2	E3	E4	E4	E5	Maaseik M1	M2	M3	M4	M5	M7
Datum 1989	14-04	18-05	16-06	14-07	11-08	14-04	18-05	16-06	14-07	14-07	11-08	14-04	18-05	16-06	14-07	11-08	06-10
Perm nr.	B7.1	B7.4	B7.7	B7.10	B7.13	E7.1	E7.4	E7.7	E7.10	E7.11	E7.13	M7.1	M7.4	M7.7	M7.10	M7.13	M7.20
Aantal dagen gekoloniseerd	weg	7	8	weg	8	7	weg	8	8	8	8	7	7 halldr.	8	8	8	7
Tipulidae indet.																	
Simuliidae																	
Odagmia ornata		1														3	
Psychodidae																	
Psychodidae indet.																	
Tanypodinae																	
Conchapelopia cf.																	
Rheopelopia ornata					23			1	7	17	10			1	42	66	
Rheopelopia ornata p									1							1	
Orthoclaadiinae																	
Cardiocladius fuscus																	
Cardiocladius fuscus ex																	
Cardiocladius fuscus imm																	1
Cricotopus bicinctus		2	43		7			84	16	35	6		3	97	78	12	
Cricotopus bicinctus p		1	49					47	8	4	3			24	4	4	4
Cricotopus intersectus			1					1									
Cricotopus sylvestris			1					1	1								
Cricotopus sylvestris p		1															
Cricotopus triannulatus		1	55		93			27	6	5	4			13	78	9	1
Cricotopus triannulatus p			46		7			9	1	1	1			6	3	1	5
Cricotopus triannulatus imm					1												1
Cricotopus trifascia																	
Cricotopus trifascia p																	1
Eukiefferiella calvescens agg.																	
Eukiefferiella claripennis agg.																3	
Eukiefferiella claripennis p													1				
Eukiefferiella discoloripes agg.																	1
Eukiefferiella gr. gracei																	
Eukiefferiella veralli p																	
Eukiefferiella veralli ex																	
Limnophyes spec.					80												
Limnophyes spec. p					1												
Nanocladius spec.								4	13	33	18			4	13	9	
Nanocladius spec. p								2	5	2	15			2	2	7	1
Orthoclaadius (O) spec. p									1								
Rheocricotopus chalybeatus			1					3	4	9	2			1	36	39	
Rheocricotopus chalybeatus p								1			3				1	7	3
Rheocricotopus chalybeatus imm																	
Rheocricotopus chalybeatus imv																	
Rheocricotopus fuscipes p		1															
Synorthoclaadius semivirens p																	1

Monster	Borgharen B1	B2	B3	B4	B5	Elsloo E1	E2	E3	E4	E4	E5	Maaseik M1	M2	M3	M4	M5	M7
Datum 1989	14-04	18-05	16-06	14-07	11-08	14-04	18-05	16-06	14-07	14-07	11-08	14-04	18-05	16-06	14-07	11-08	06-10
Perm nr.	B7.1	B7.4	B7.7	B7.10	B7.13	E7.1	E7.4	E7.7	E7.10	E7.11	E7.13	M7.1	M7.4	M7.7	M7.10	M7.13	M7.20
Aantal dagen gekoloniseerd	weg	7	8	weg	8	7	weg	8	8	8	8	7	7 halldr.	8	8	8	7
Chironomini																	
Chironomus nudiventris																	
Chironomus spec. (te klein)																	
Dicrotendipes nervosus			8		106				41	64	25	1	1	19	104	72	39
Dicrotendipes nervosus p			3		1				1	1				1	1		4
Dicrotendipes nervosus imv																	
Glyptotendipes gr. pallens																	1
Parachironomus arcuatus			8		50			12	4	7				9			
Parachironomus arcuatus p			2		1			3									
Parachironomus longiforceps			1					1	1								
Parachironomus longiforceps p								1	1		1						
Polypedilum cf. uncinatum p									1			1					
Polypedilum gr. convictum																	
Polypedilum laetum agg.																	
Tanytarsini																	
Micropsectra atrofasciata																	
Micropsectra atrofasciata p																	
Rheotanytarsus photophilus p											1						1
Rheotanytarsus rhenanus p																	6
Rheotanytarsus spec.									1	2	5				10	42	3
Tanytarsus lestagei-agg. p																	17
Tanytarsus spec.																	
Totaal Oligochaeta		1159	3905		5	180		1417	90	451	73	74	30	1645	45	3	19
Totaal Gammarus		1									1						
Totaal Hydropsyche		6	720		3250	2		49	308	570	150	3		76	106	180	49
Totaal Chironomidae		6	218		370			196	112	180	95	1	5	177	375	315	43
Totaal overige		19	16		39			3	6	38	78	2	2	11	27	12	18
Totaal in korf		1191	4859		3664	182		1665	516	1239	397	80	37	1909	553	510	129

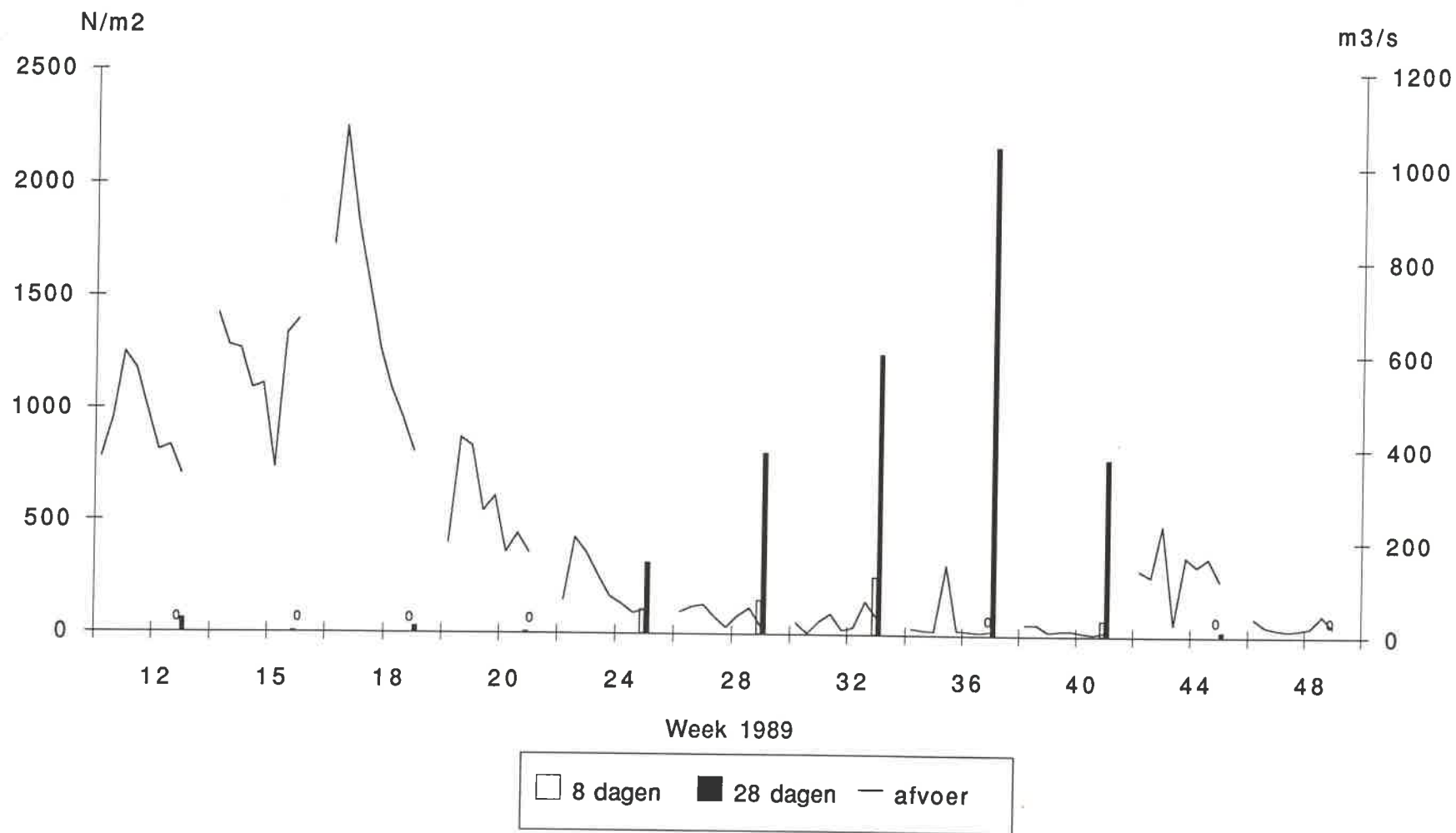
Grensmaas Maaseik 1989: Aantal makro-evertebraten op kunstmatig substraat en de afvoer op de voorafgaande 8 dagen (0 = niet bemonsterd)



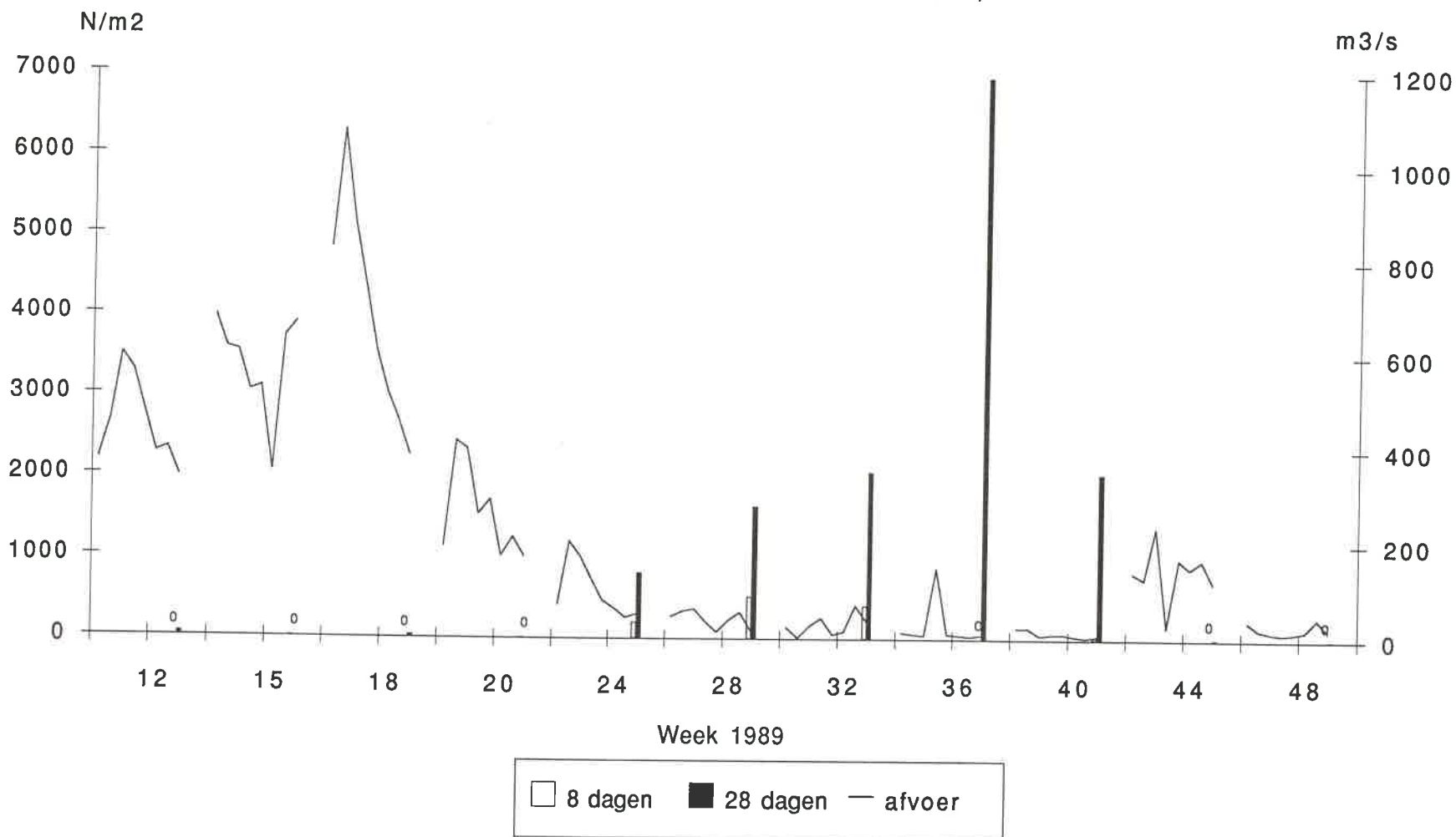
Grensmaas Maaseik 1989: Aantal Oligochaeta op kunstmatig substraat en de afvoer op de voorafgaande 8 dagen (0 = niet bemonsterd)



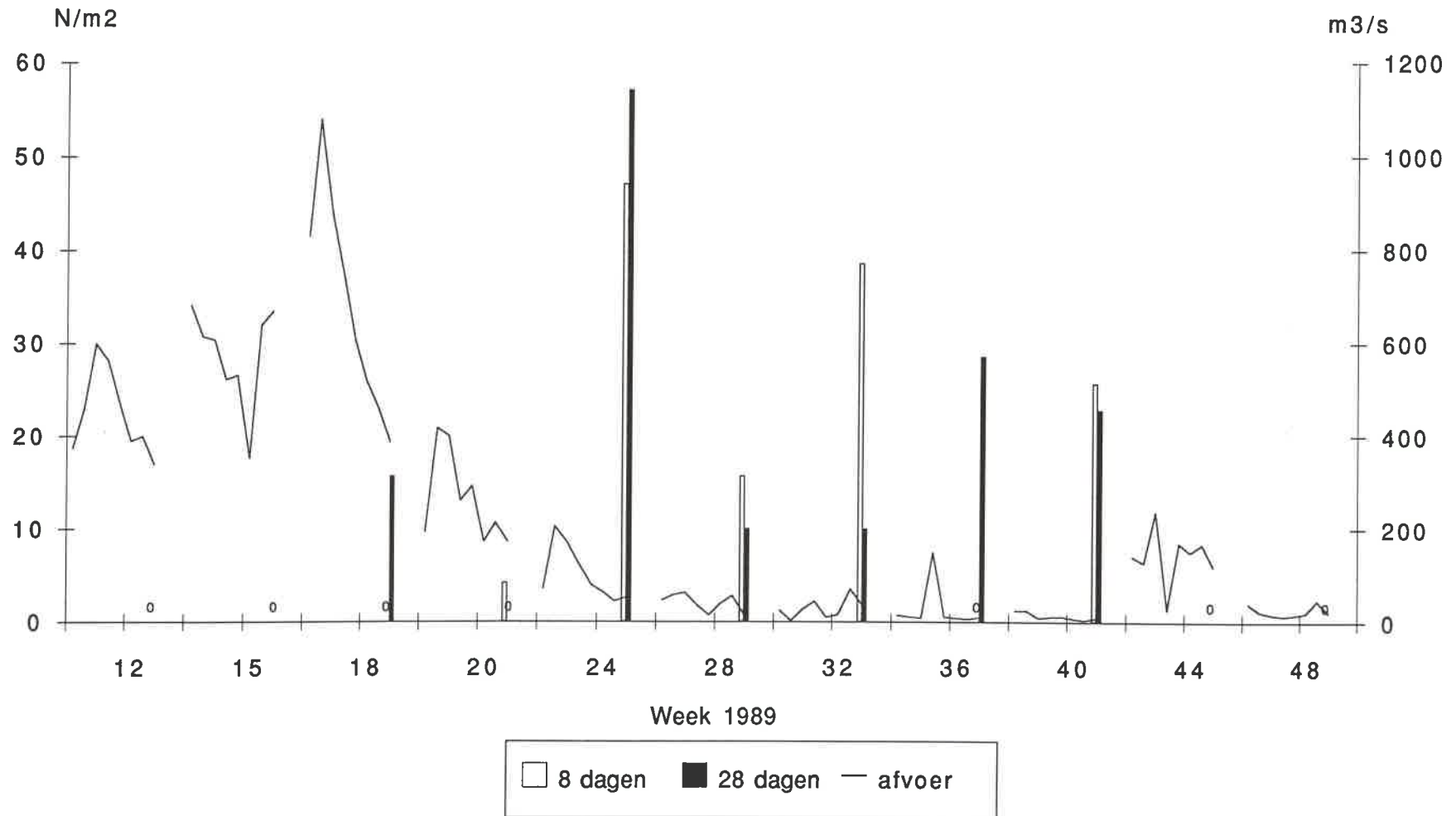
Grensmaas Maaseik 1989: Aantal Hydropsyche contubernalis op kunstmatig substraat en de afvoer op de voorafgaande 8 dagen (0 = niet bemonsterd)



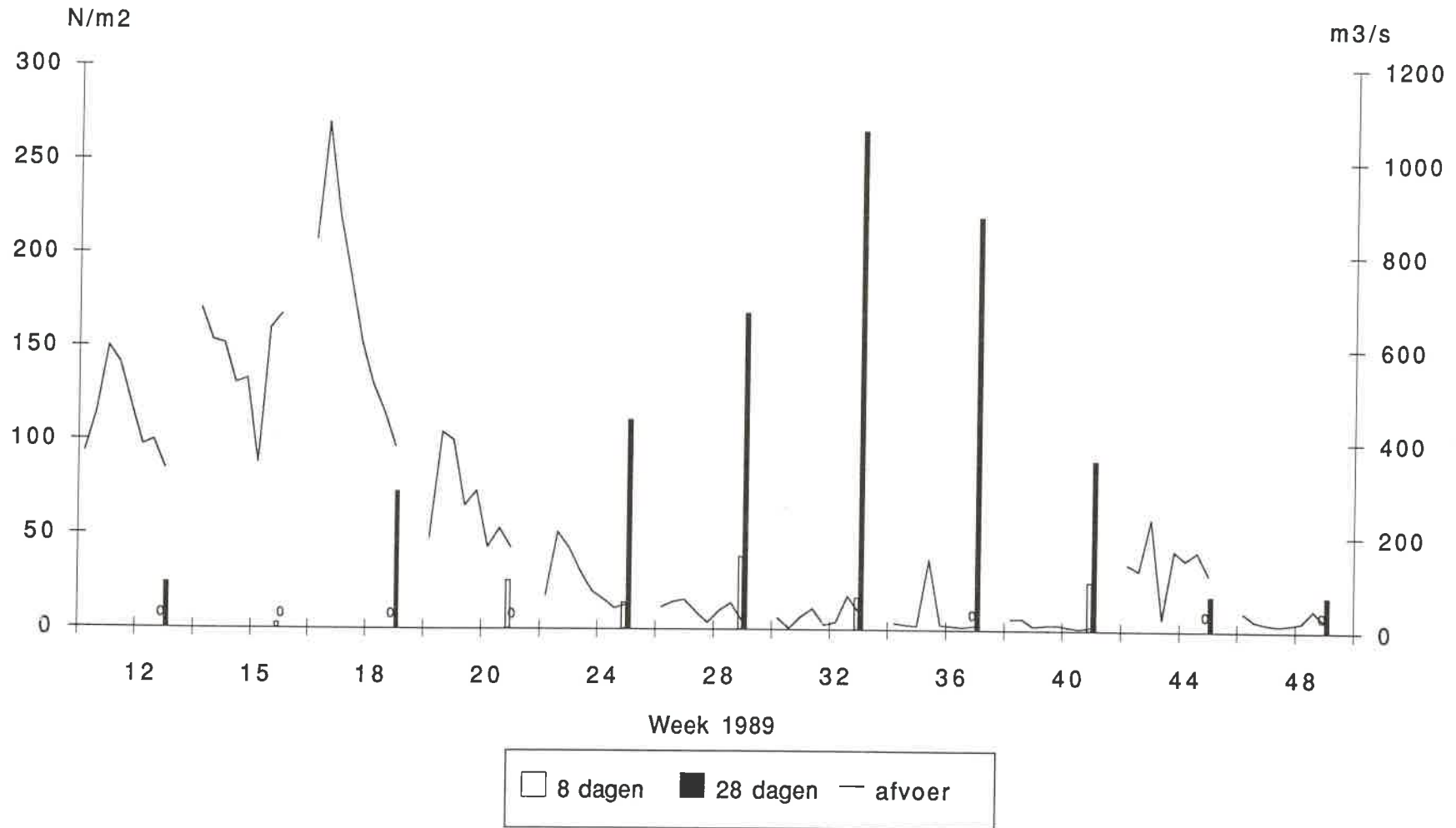
Grensmaas Maaseik 1989: Aantal Chironomidae-larven op kunstmatig substraat en de afvoer op de voorafgaande 8 dagen (0 = niet bemonsterd)



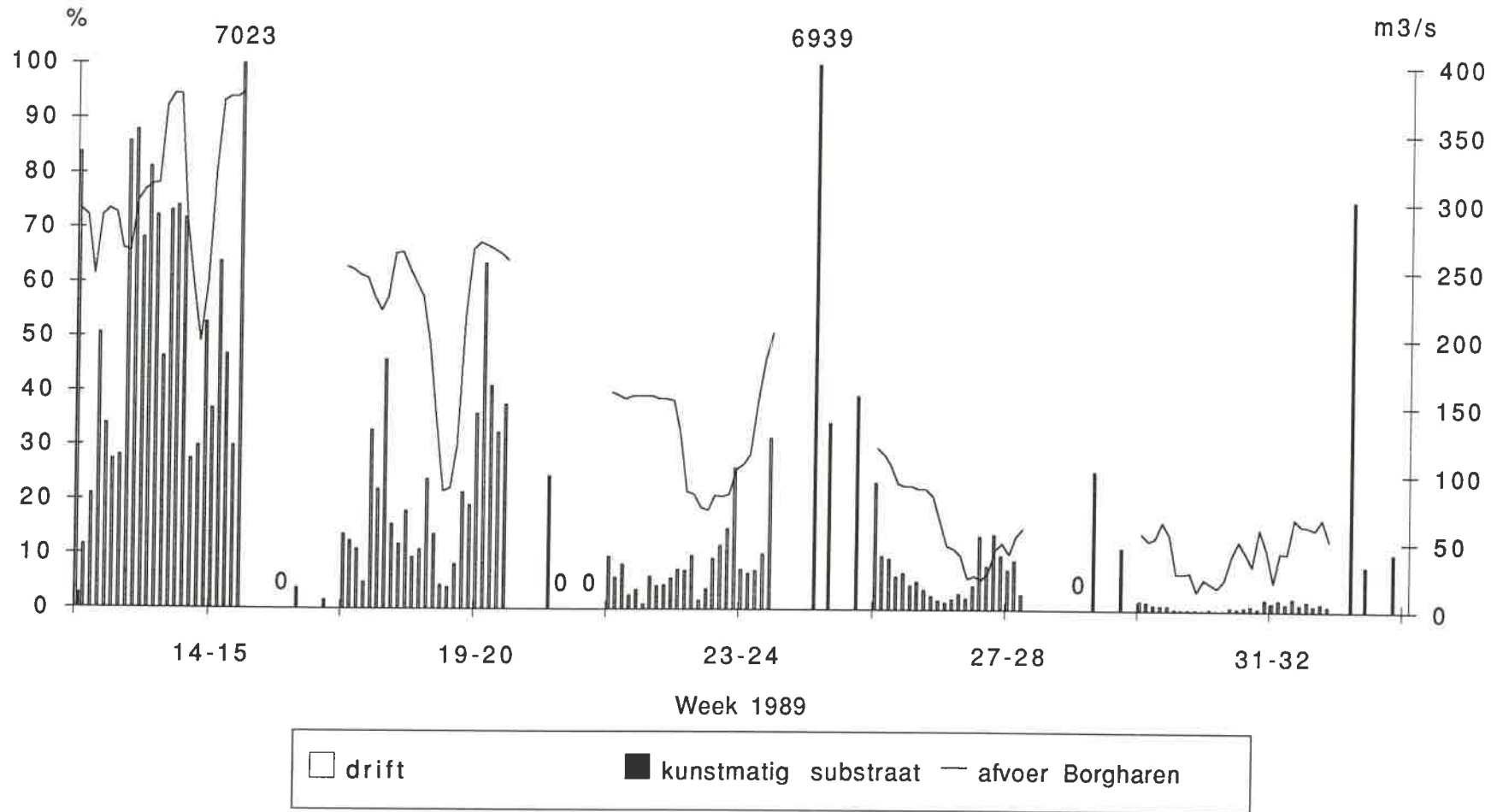
Grensmaas Maaseik 1989: Aantal Chironomidae-poppen op kunstmatig substraat en de afvoer op de voorafgaande 8 dagen (0 = niet bemonsterd)



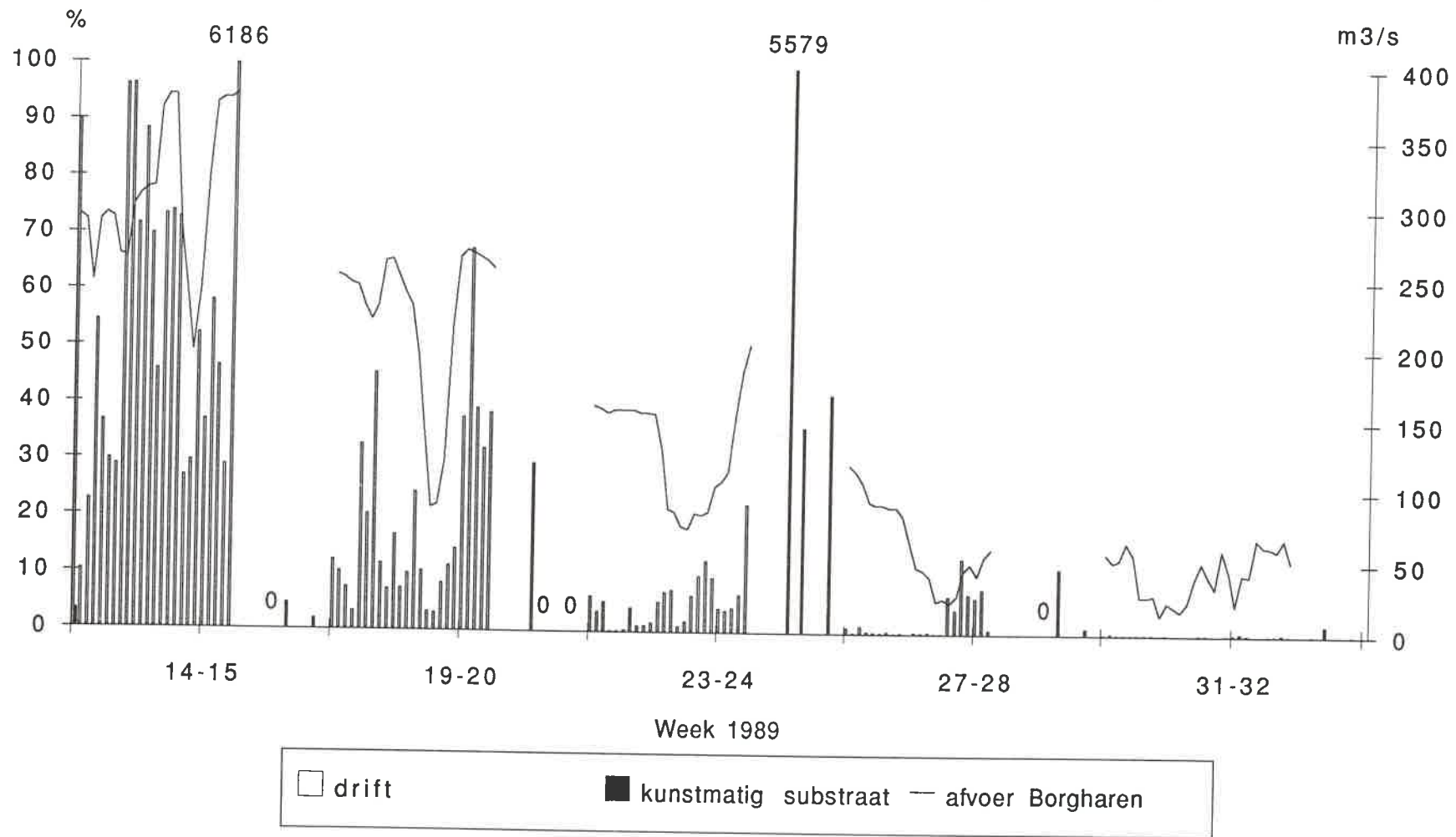
Grensmaas Maaseik 1989: Aantal overige op kunstmatig substraat en de afvoer op de voorafgaande 8 dagen (0 = niet bemonsterd)



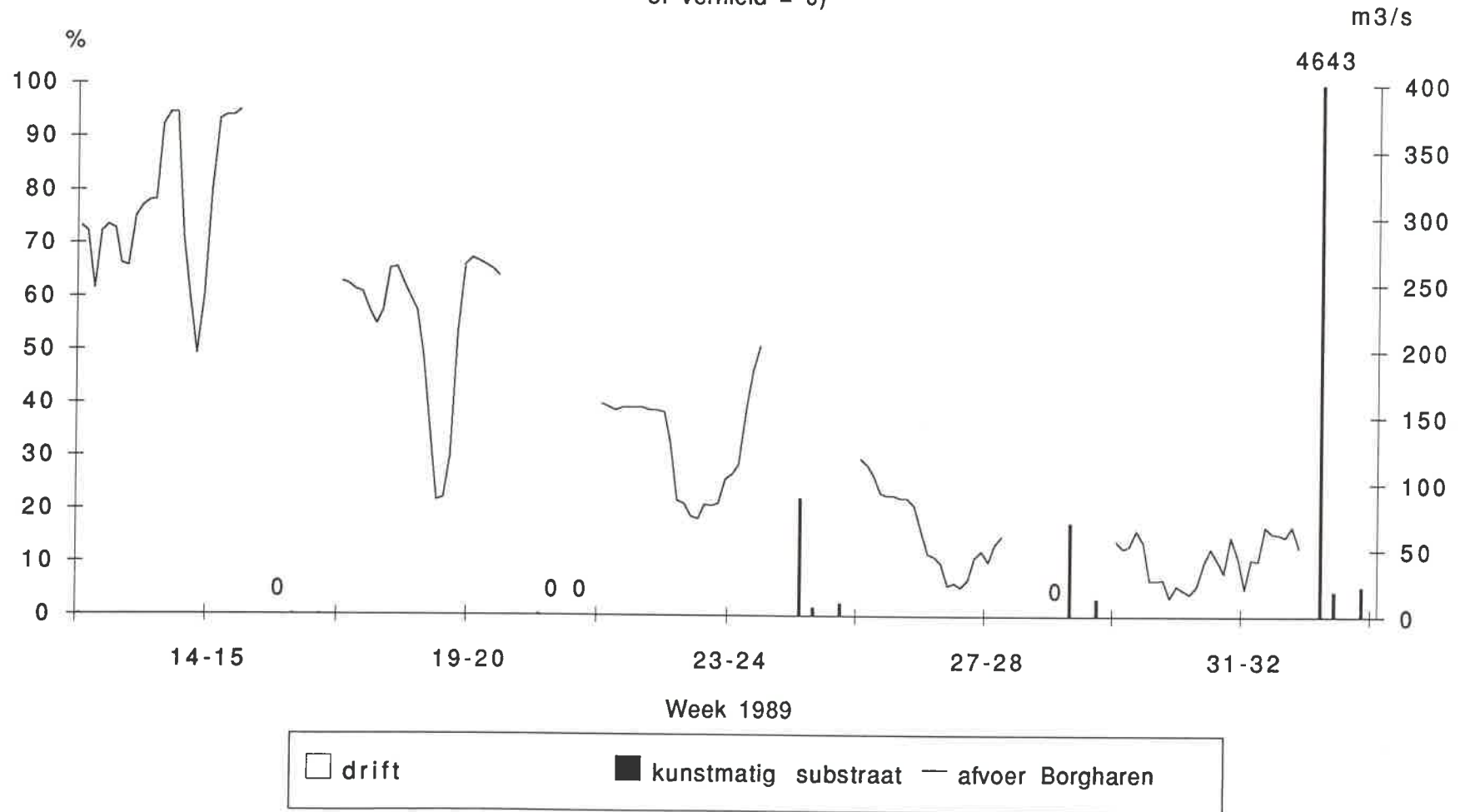
Maas 1989: Aantal makro-evertebraten in 24 uren driftbemonstering (N/sec) en op kunstmatig substraat (8 dagen, N/m²) in Borgharen, Elsloo en Maaseik (maximum = 100%, gestolen of vernield = 0)



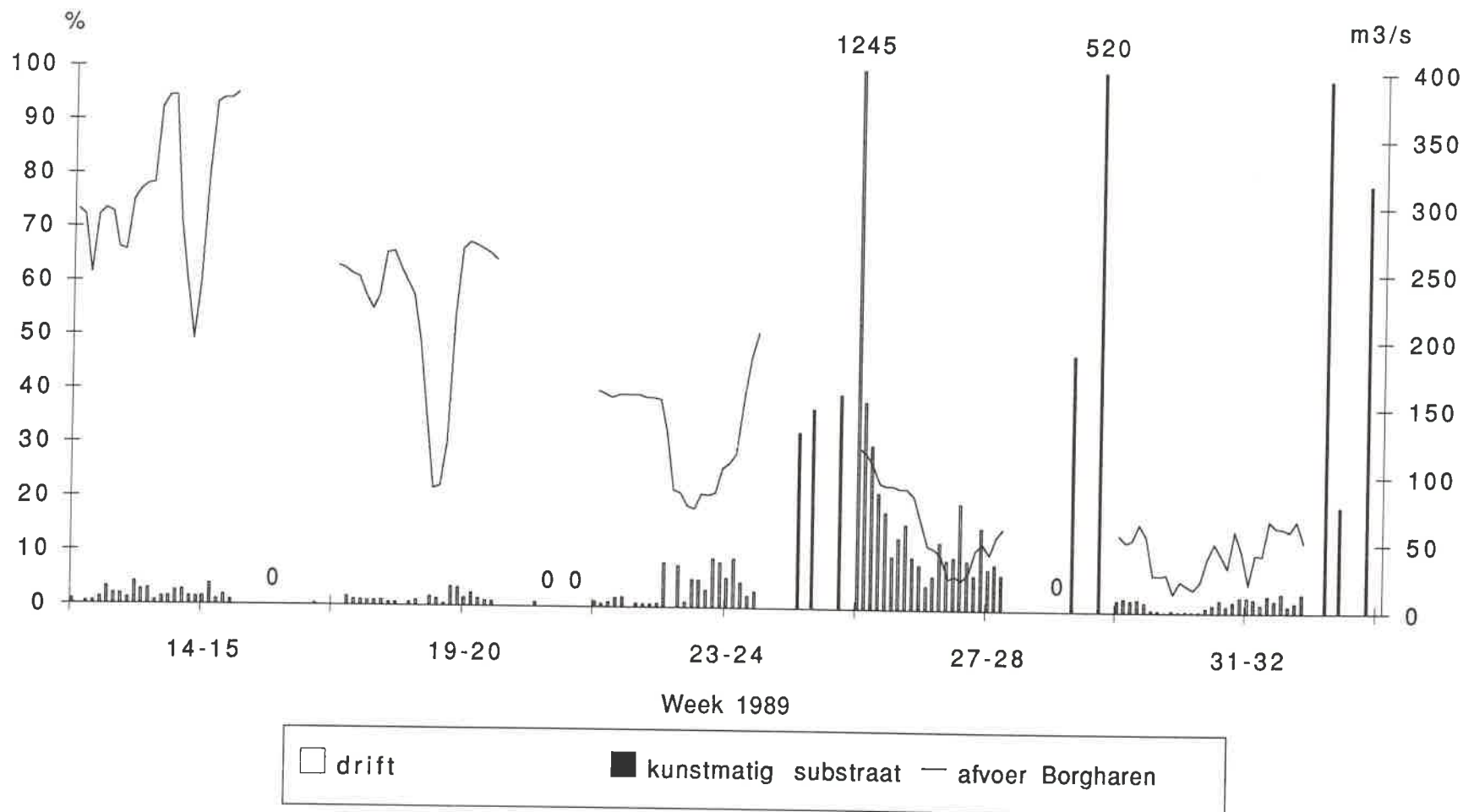
Maas 1989: Aantal Oligochaeta in 24 uurs driftbemonstering (N/s) en op kunstmatig substraat (8 dagen, N/m²) in Borgharen, Elsloo en Maaseik (maximum = 100%, gestolen of vernield = 0)



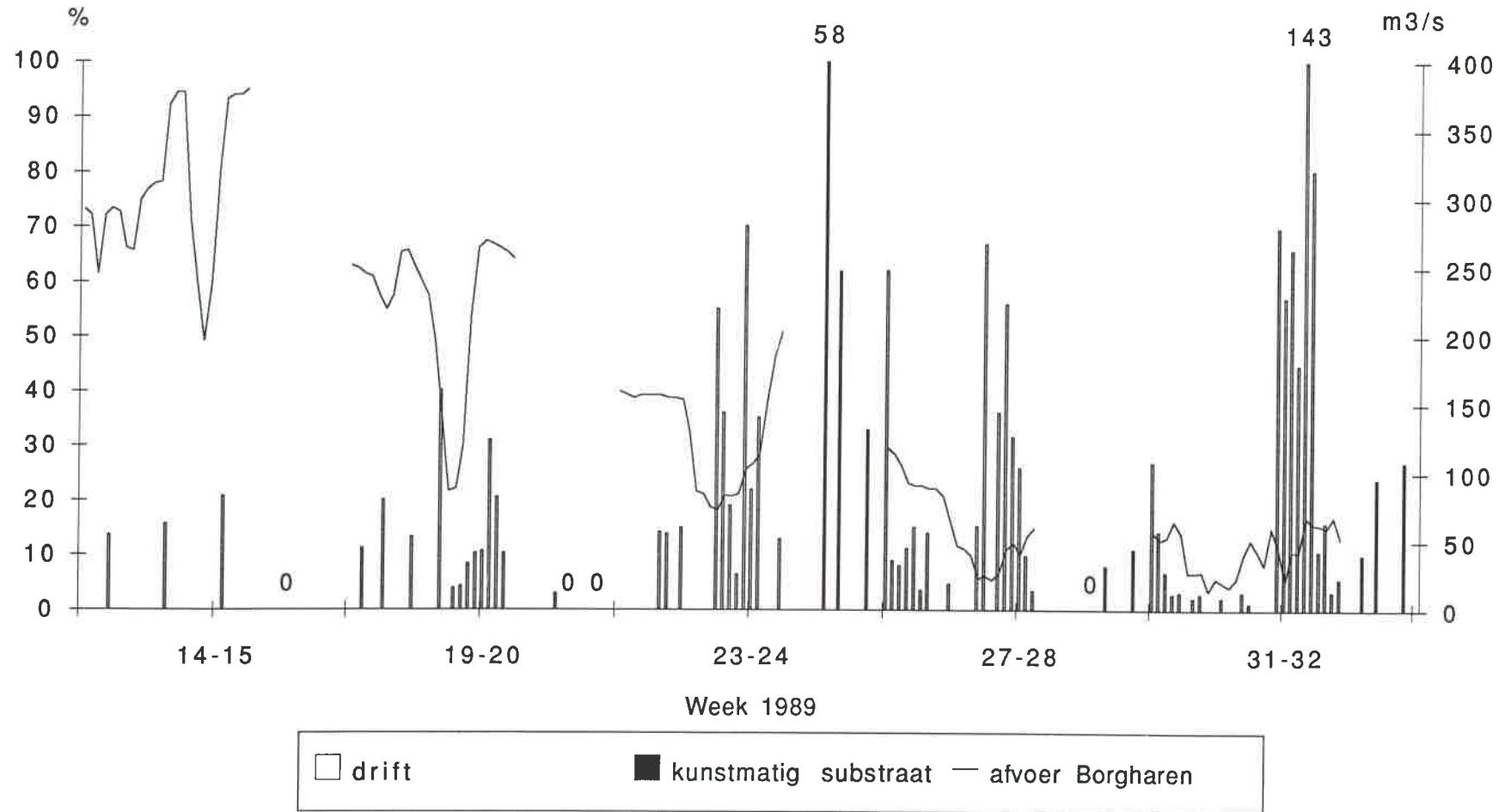
Maas 1989: Aantal Hydropsyche contubernalis in 24 uurs driftbemonstering (N/sec) en op kunstmatig substraat (8 dagen, N/m²) in Borgharen, Elsloo en Maaseik (maximum = 100%, gestolen of vernield = 0)



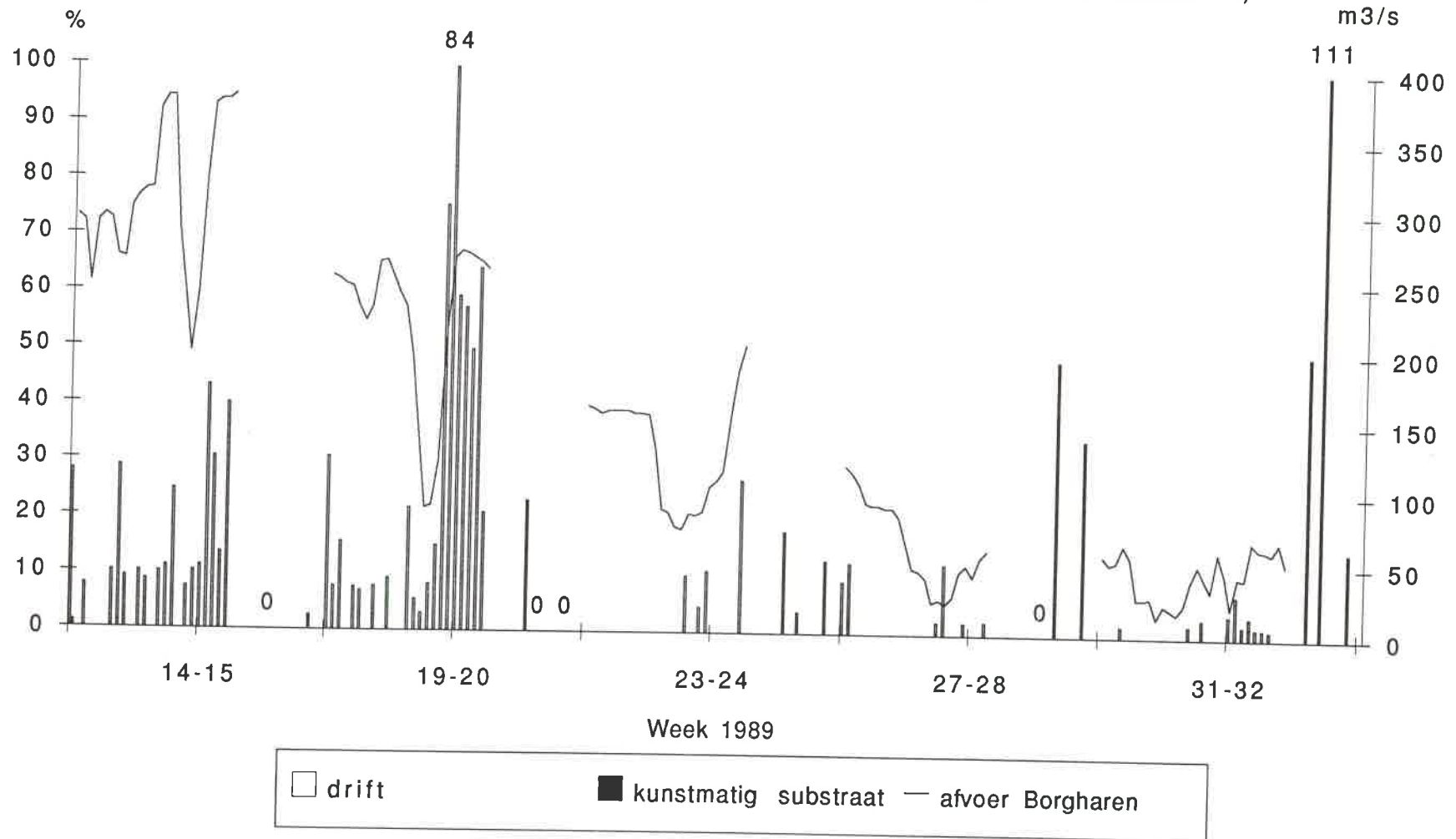
Maas 1989: Aantal Chironomidae-larven in 24 uurs driftbemonstering (N/sec) en op kunstmatig substraat (8 dagen, N/m²) in Borgharen, Elsloo en Maaseik (maximum = 100%, gestolen of vernield = 0)



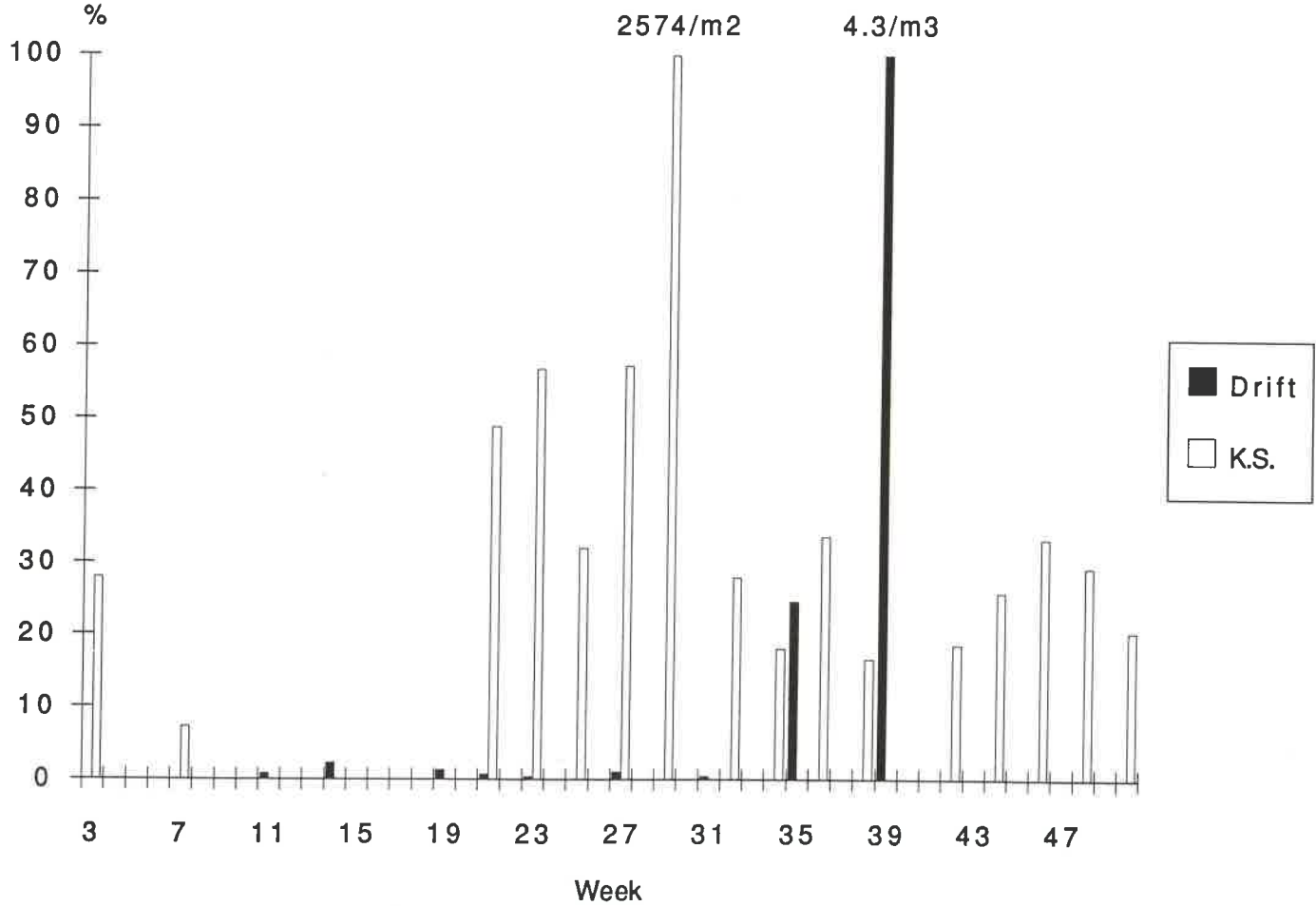
Maas 1989: Aantal Chironomidae-poppen in 24 uren driftbemonstering (N/sec) en op kunstmatig substraat (8 dagen, N/m²) in Borgharen, Elsloo en Maaseik (maximum = 100%, gestolen of vernield = 0)



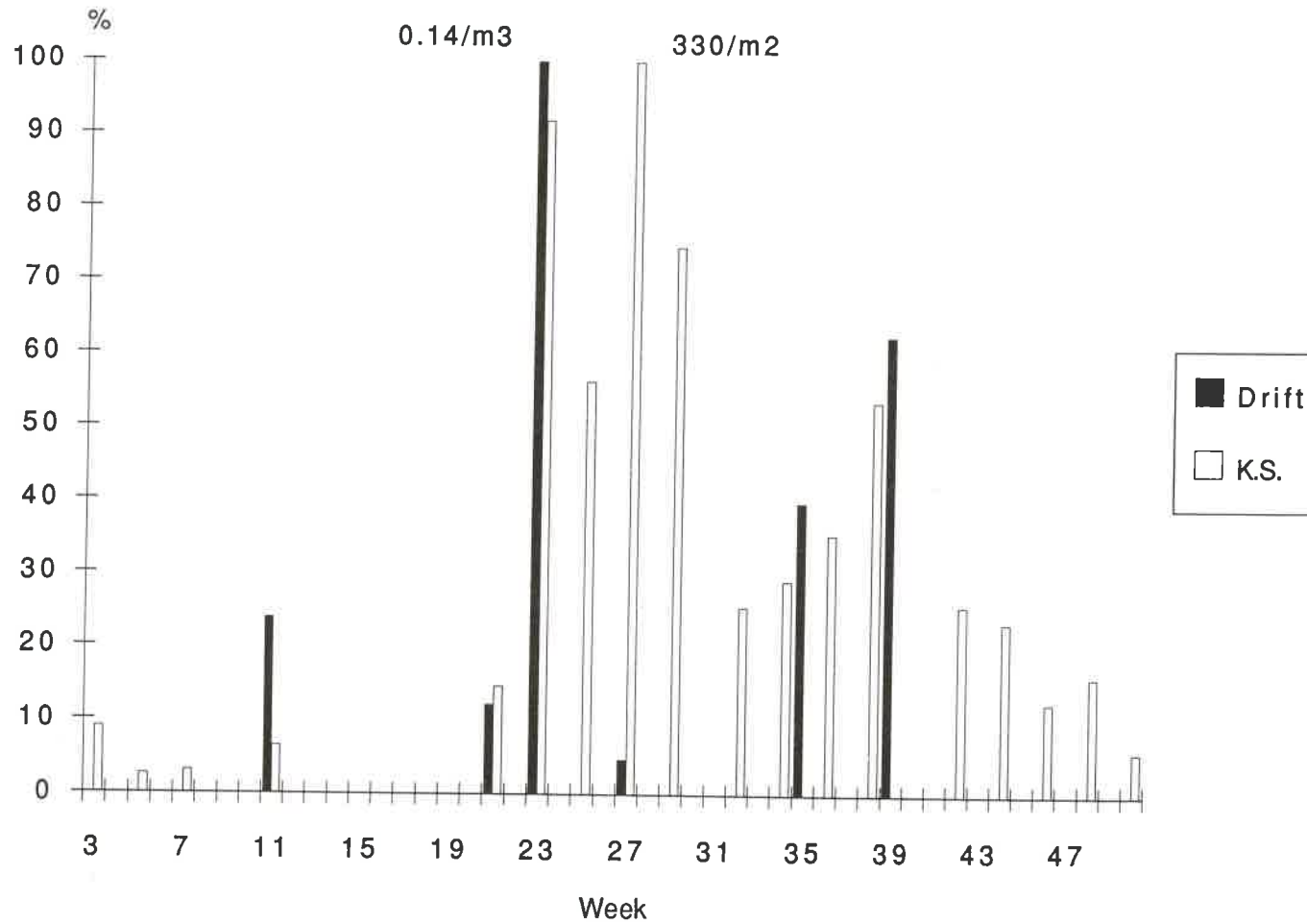
Maas 1989: Aantal overige in 24 uren driftbemonstering (N/sec) en op kunstmatig substraat (8 dagen, N/m²) in Borgharen, Elsloo en Maaseik (maximum = 100%, gestolen of vernield = 0)



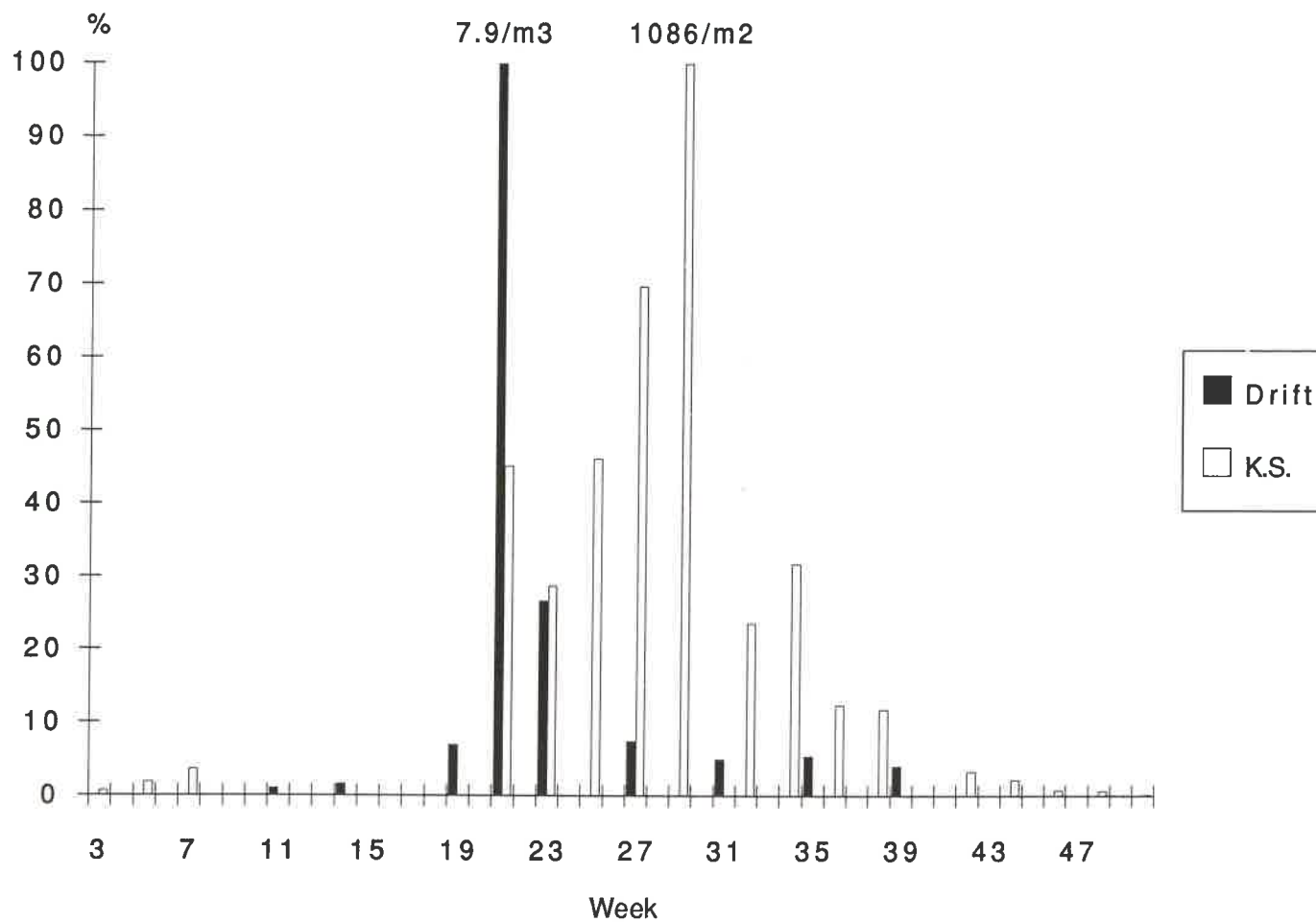
Rijn Lobith 1987-1989: Gammarus spp, vergelijking dichtheden kunstmatig substraat (1987-1988) en driftbemonstering (1989).



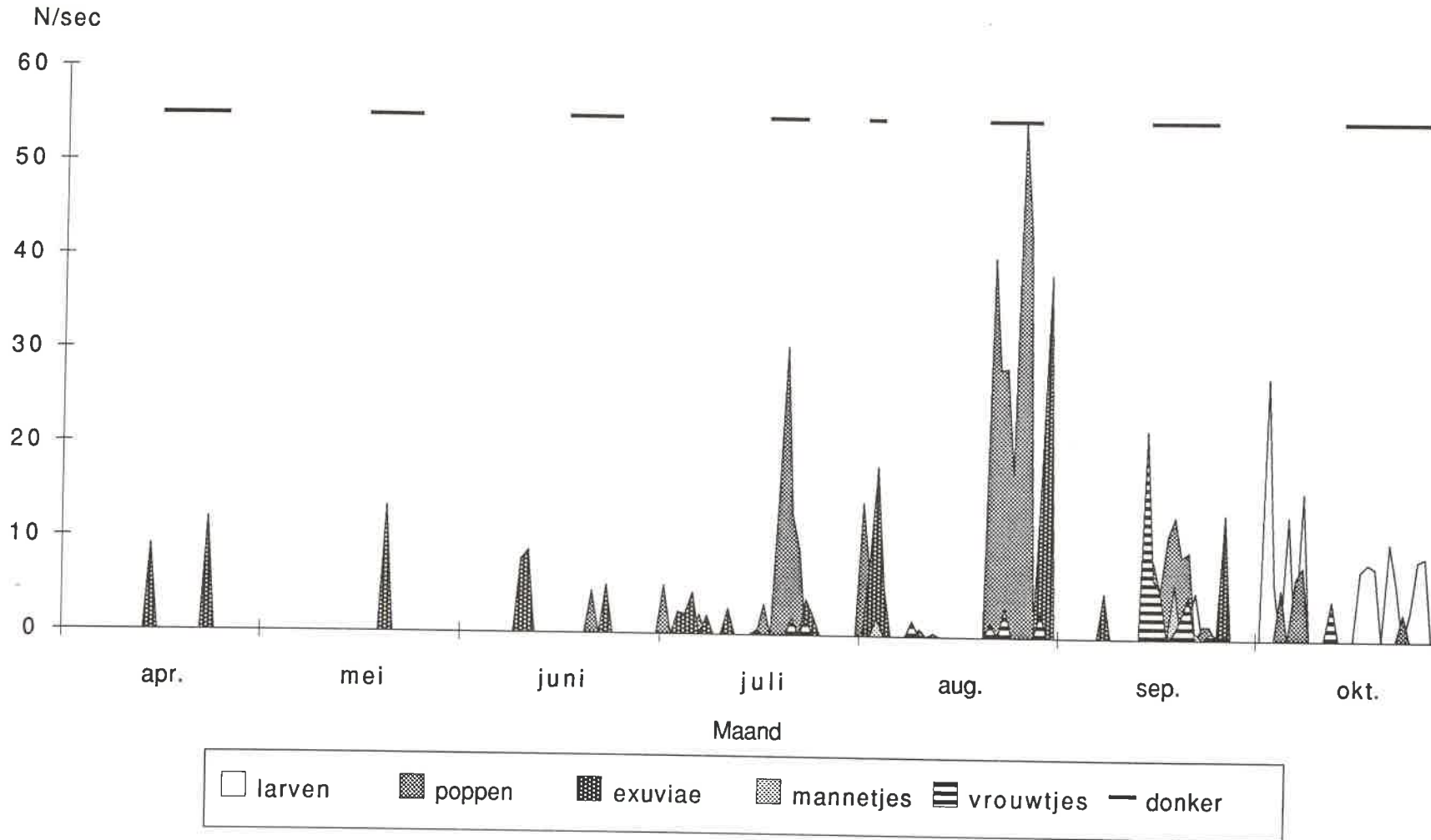
Rijn Lobith 1987-1989: Hydropsychische contubernalis, vergelijking dichtheden kunstmatig substraat (1987-1988) en driftbemonstering (1989).



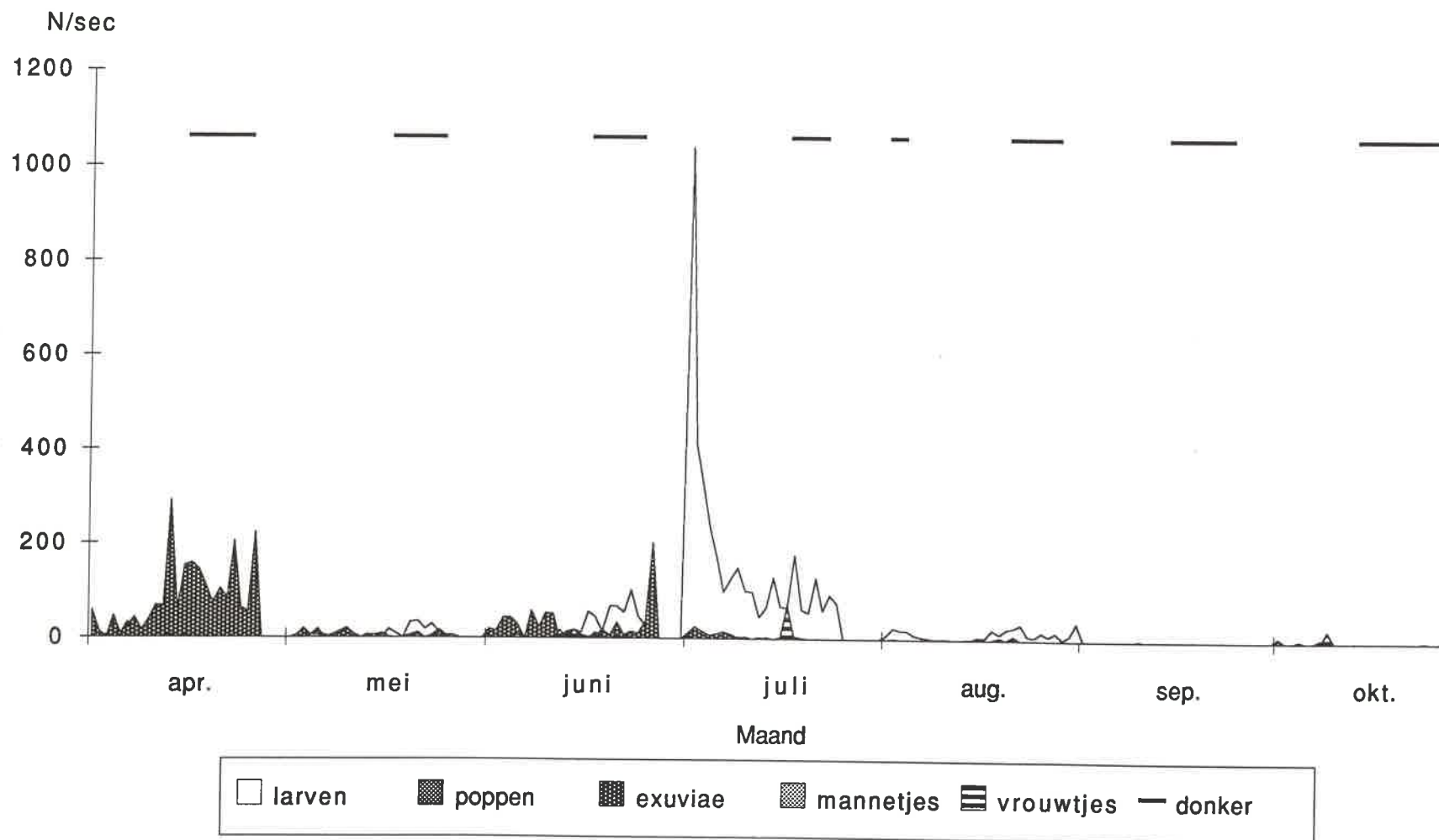
Rijn Lobith 1987-1989: Chironomidae-larven en poppen, vergelijking dichtheden kunstmatig substraat (1987-1988) en driftbemonstering (1989).



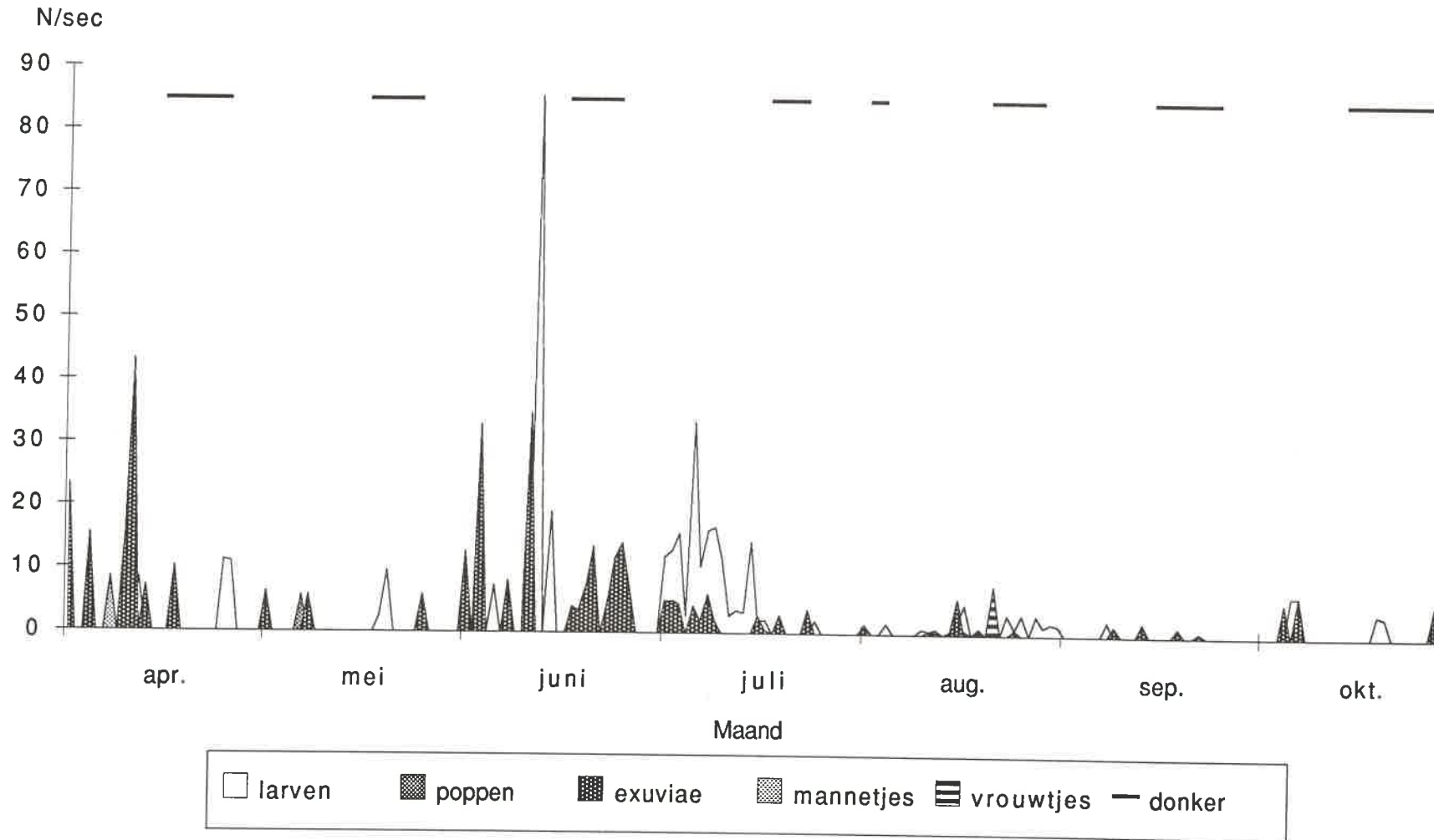
Maas Borgharen 1989: Verschillende stadia van *Procladius spec.* in de drift bij 24 uurs bemonsteringen



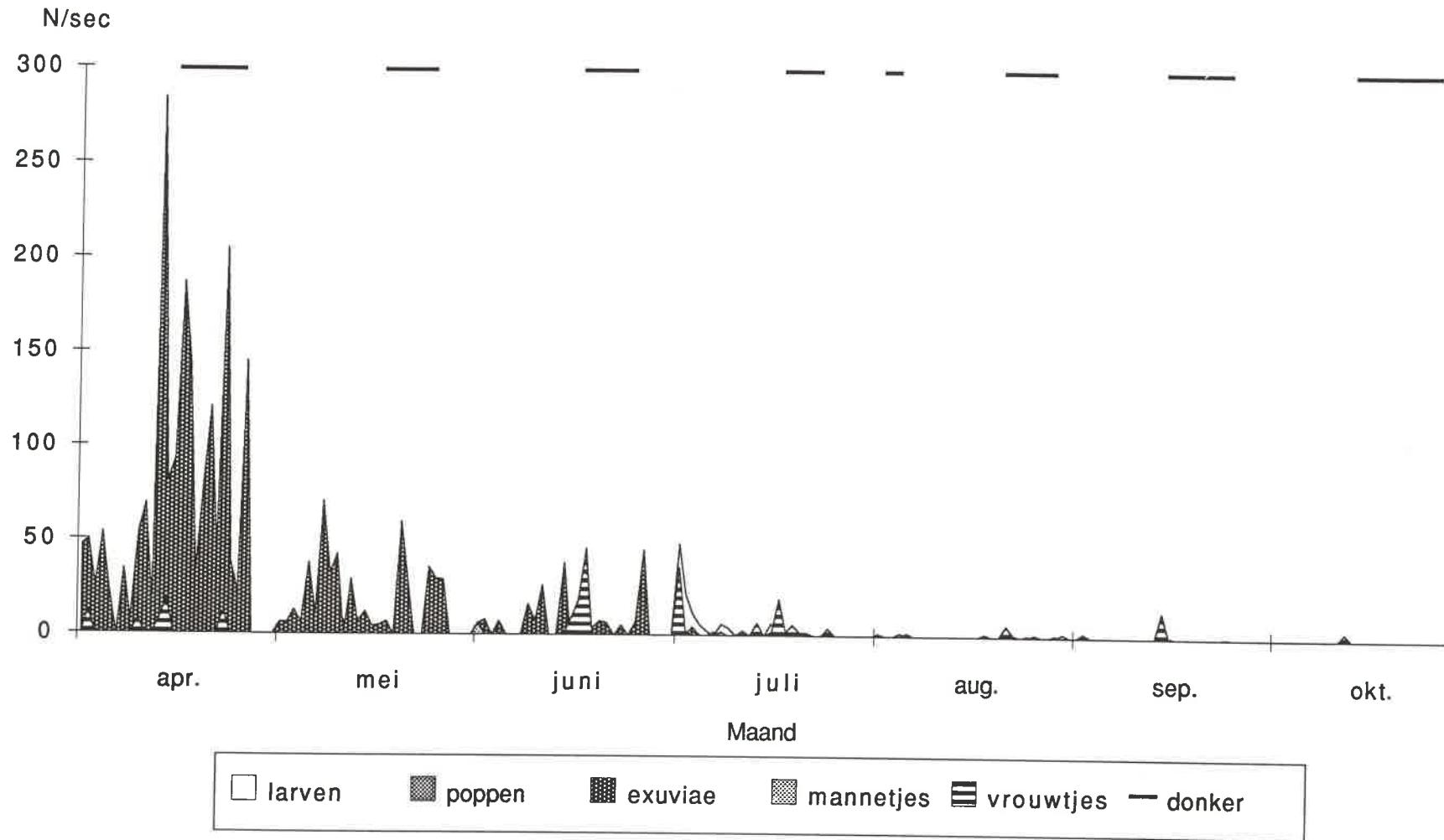
Maas Borgharen 1989: Verschillende stadia van *Cricotopus bicinctus* in de drift bij 24 uurs bemonsteringen



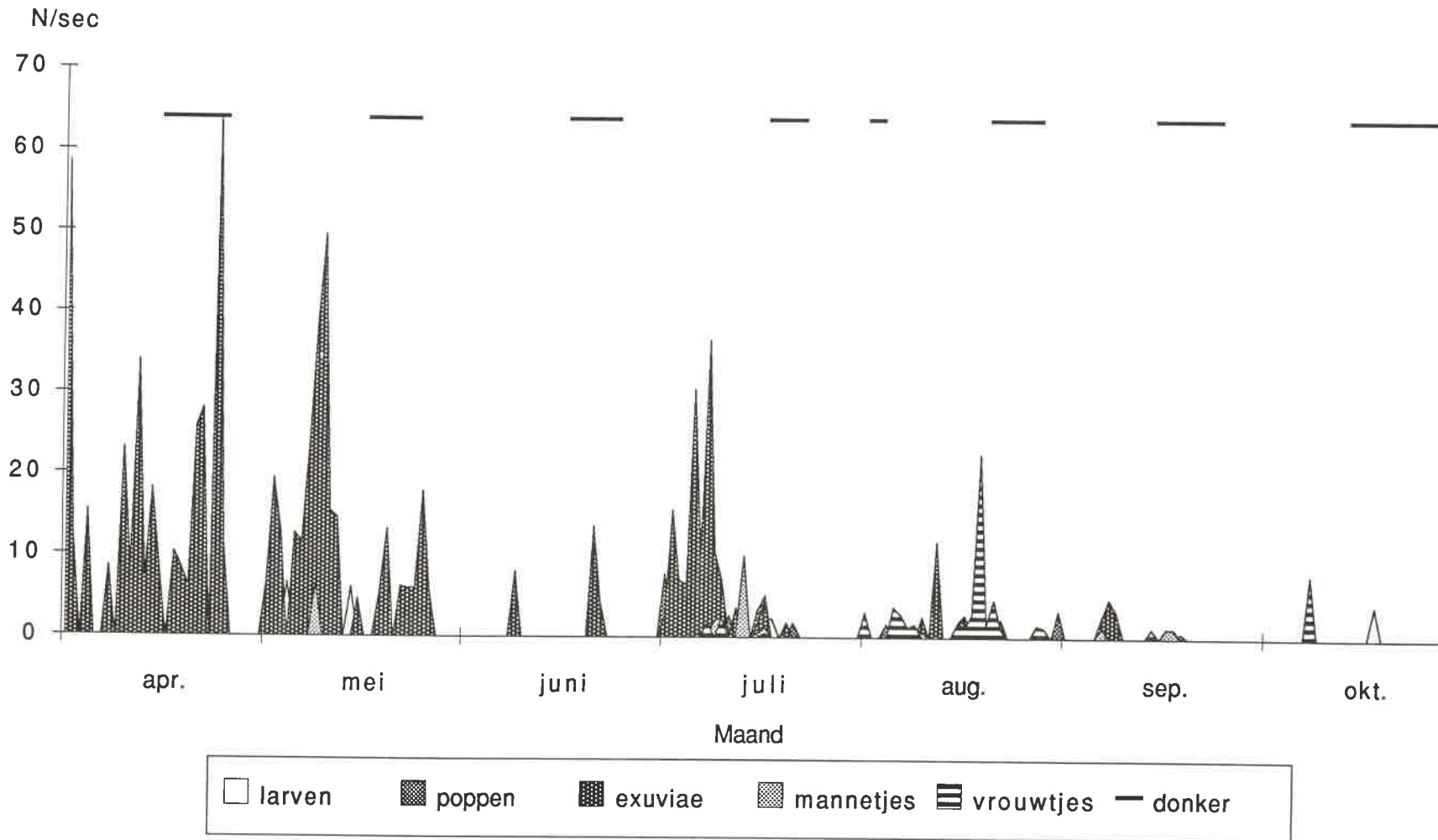
Maas Borgharen 1989: Verschillende stadia van *Cricotopus intersectus* in de drift bij 24 uurs bemonsteringen



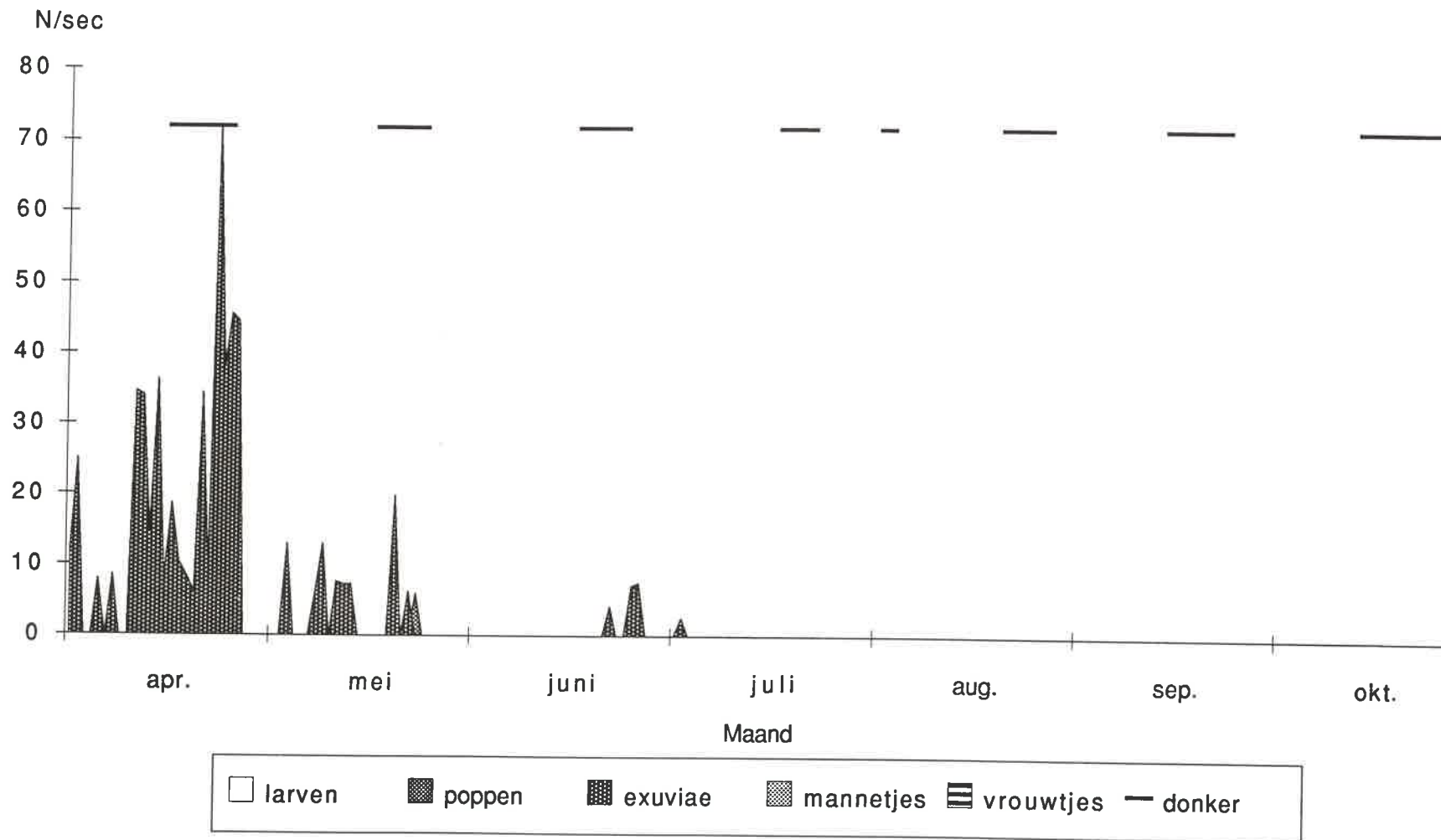
Maas Borgharen 1989: Verschillende stadia van *Cricotopus triannulatus* in de drift bij 24 uurs bemonsteringen



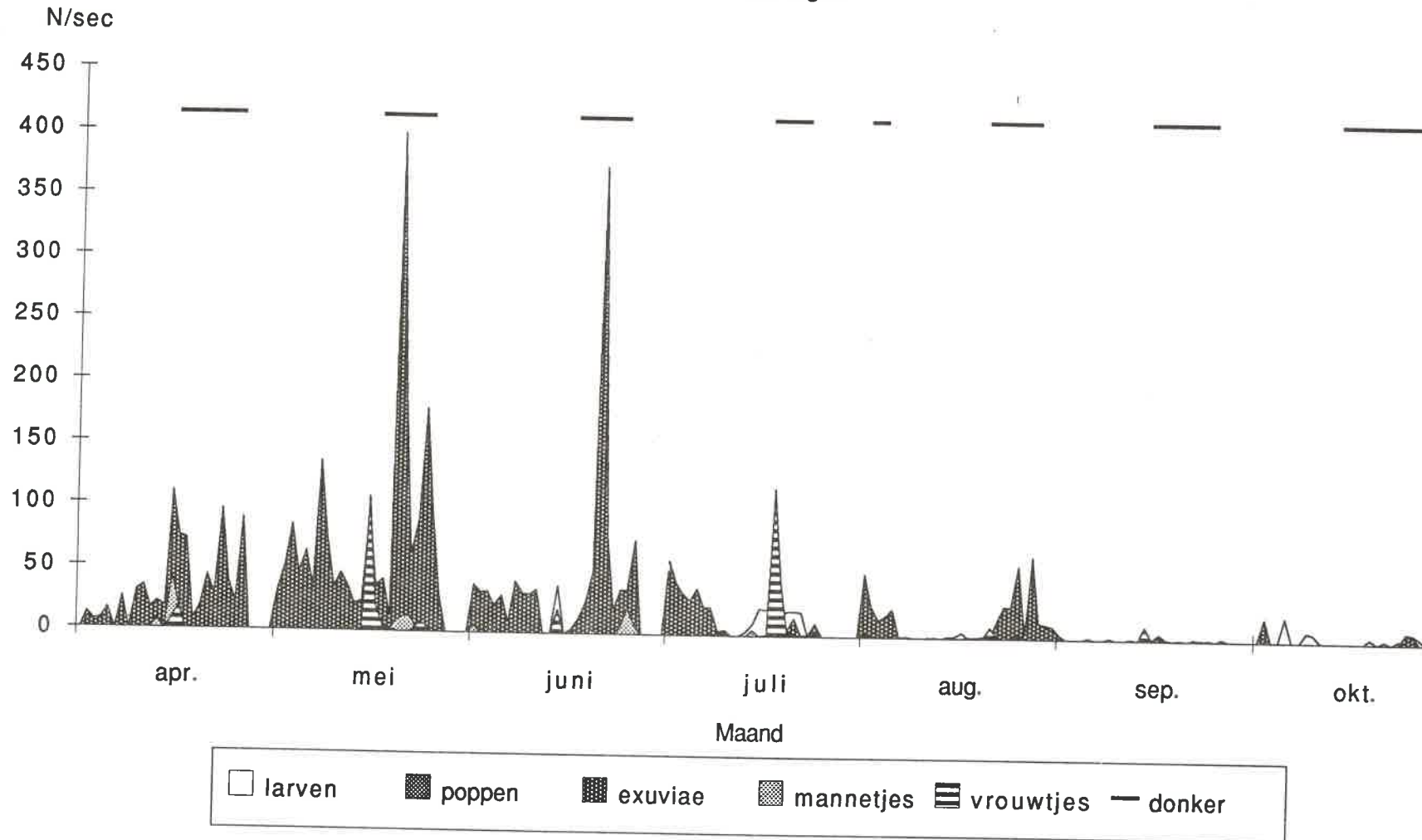
Maas Borgharen 1989: Verschillende stadia van *Nanocladius* spp. in de drift bij 24 uurs bemonsteringen



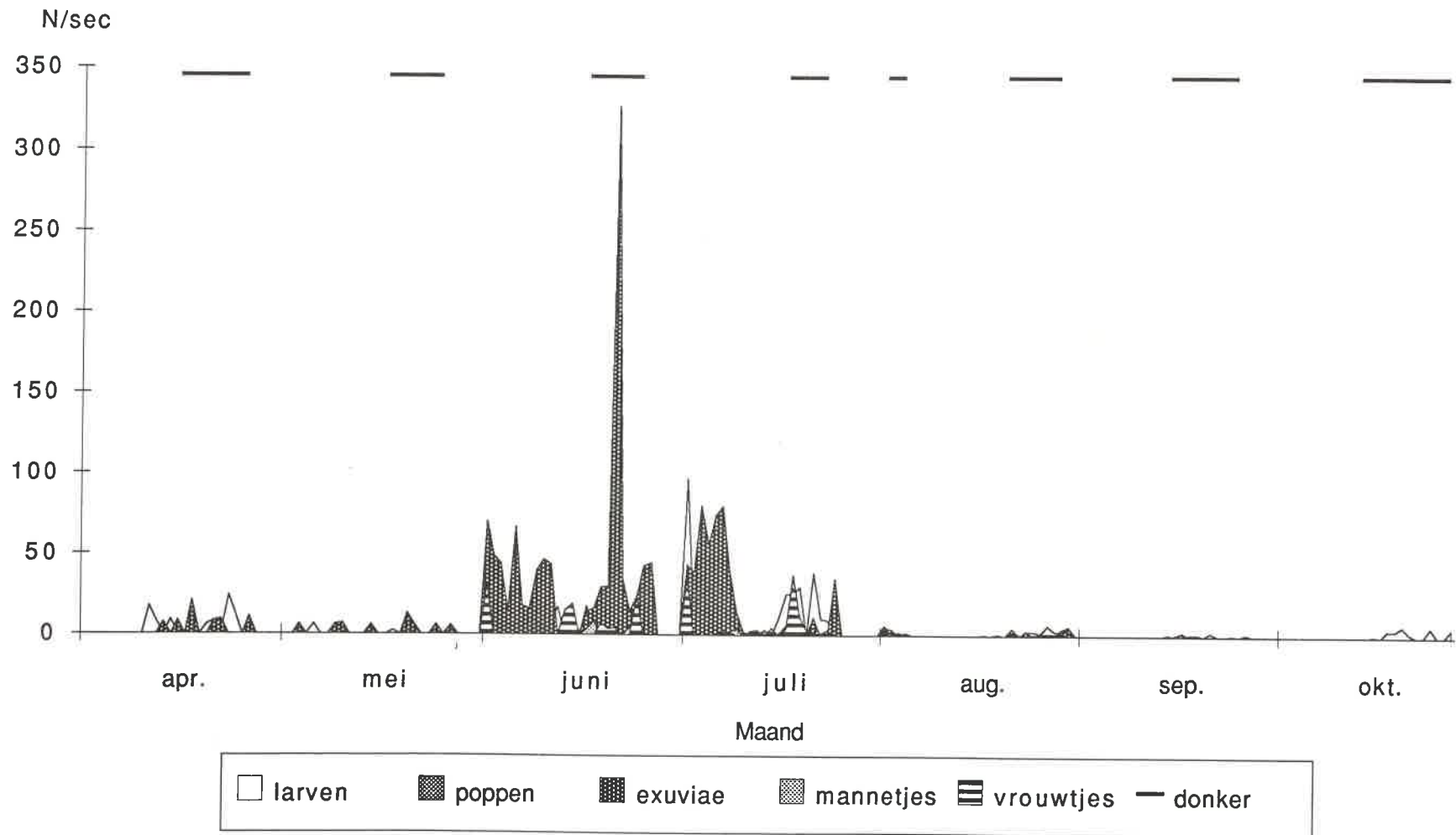
Maas Borgharen 1989: Verschillende stadia van *Paratrichocladius rufiventris* in de drift bij 24 uurs bemonsteringen



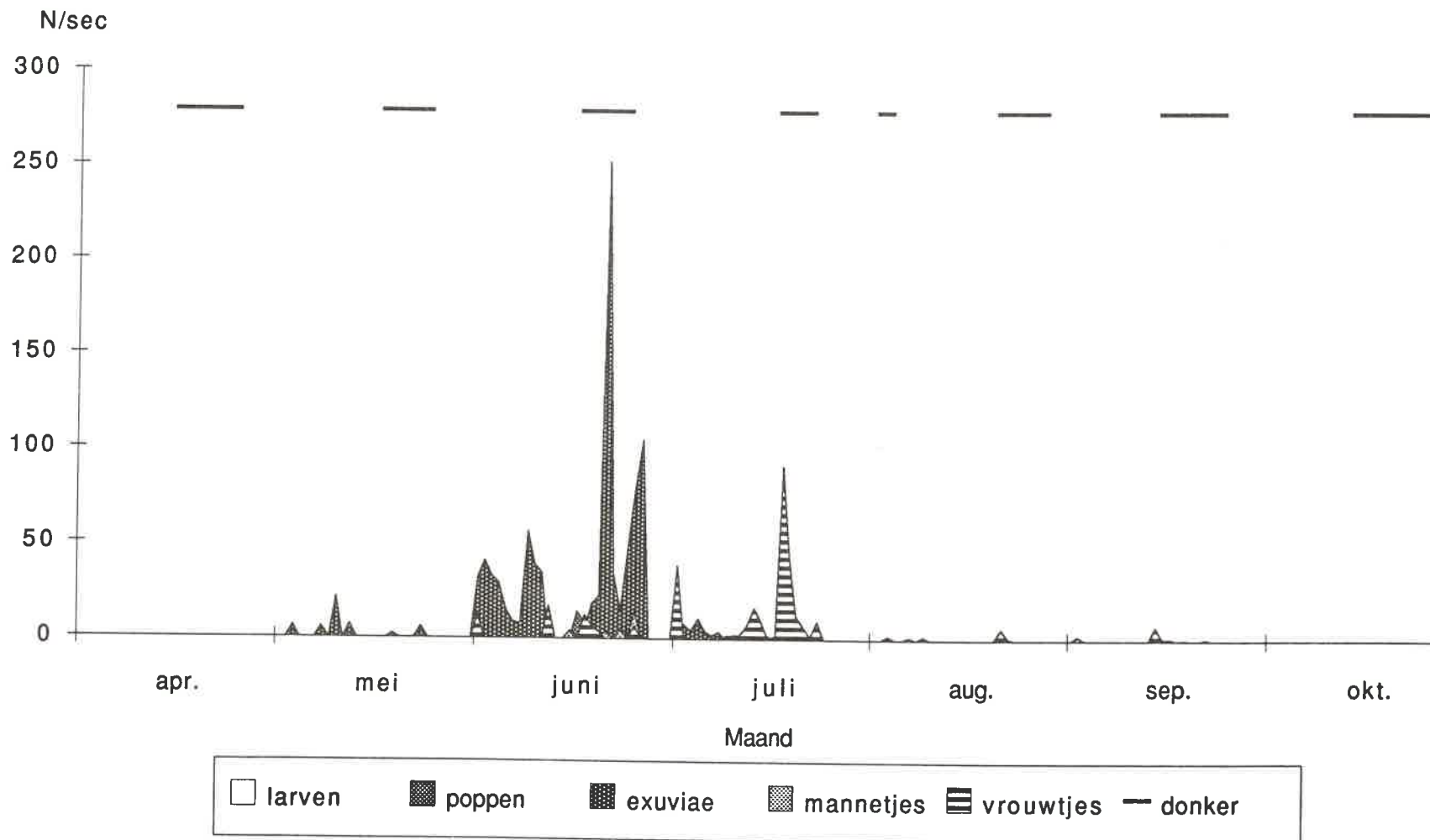
Maas Borgharen 1989: Verschillende stadia van *Dicrotendipes nervosus* in de drift bij 24 uurs bemonsteringen



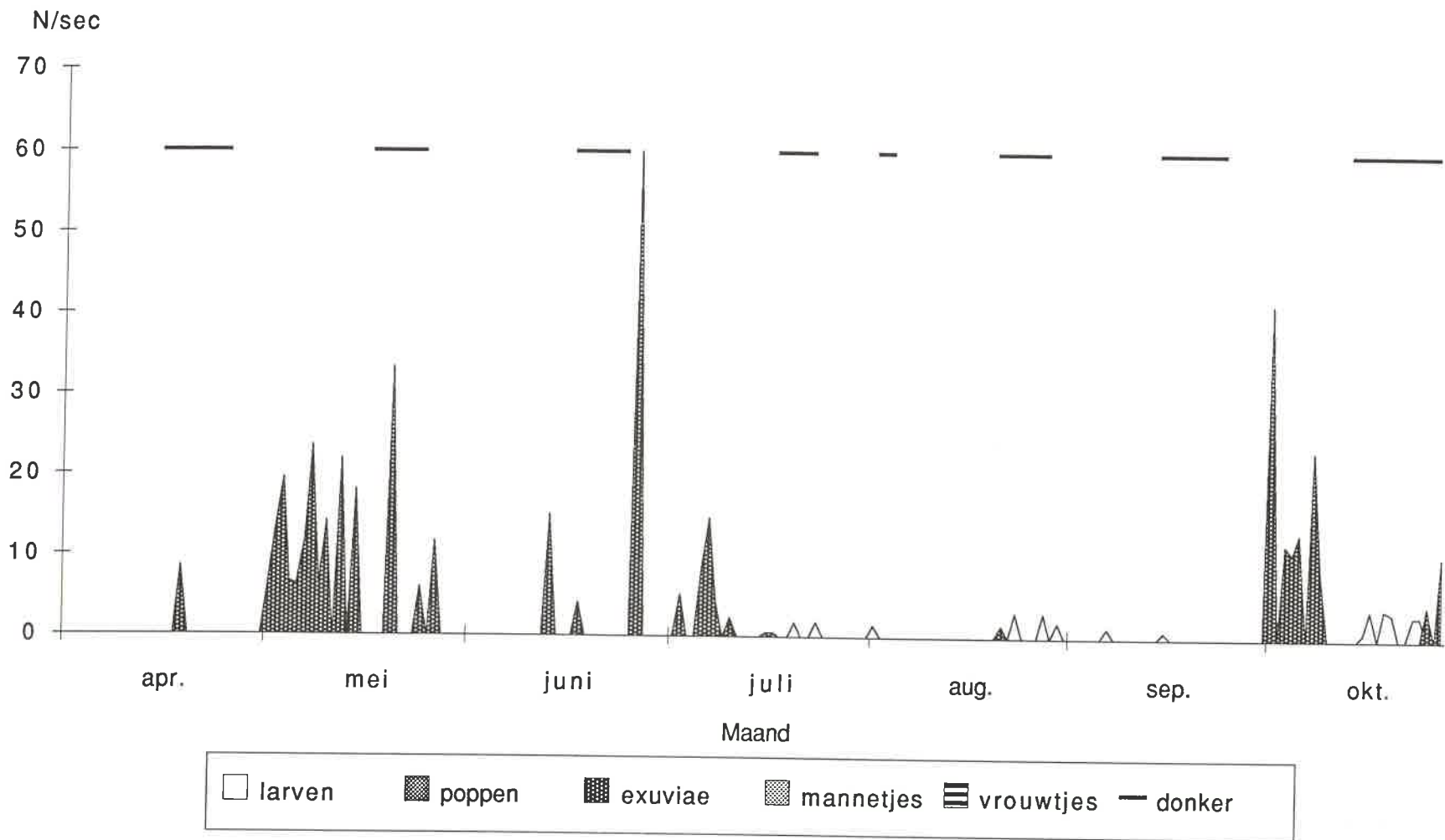
Maas Borgharen 1989: Verschillende stadia van *Parachironomus arcuatus* in de drift bij 24 uurs bemonsteringen



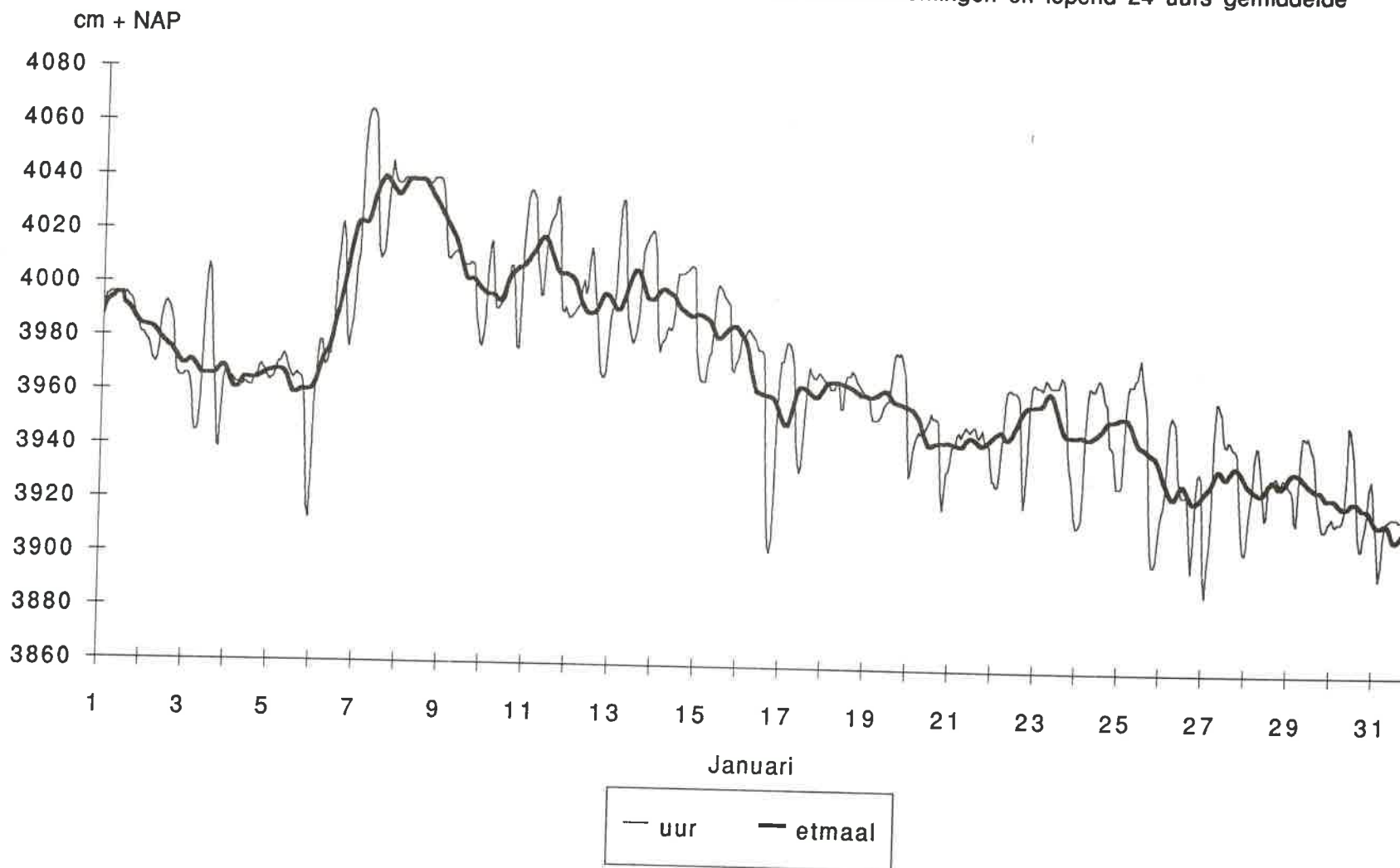
Maas Borgharen 1989: Verschillende stadia van *Parachironomus longiforceps* in de drift bij 24 uren bemonsteringen



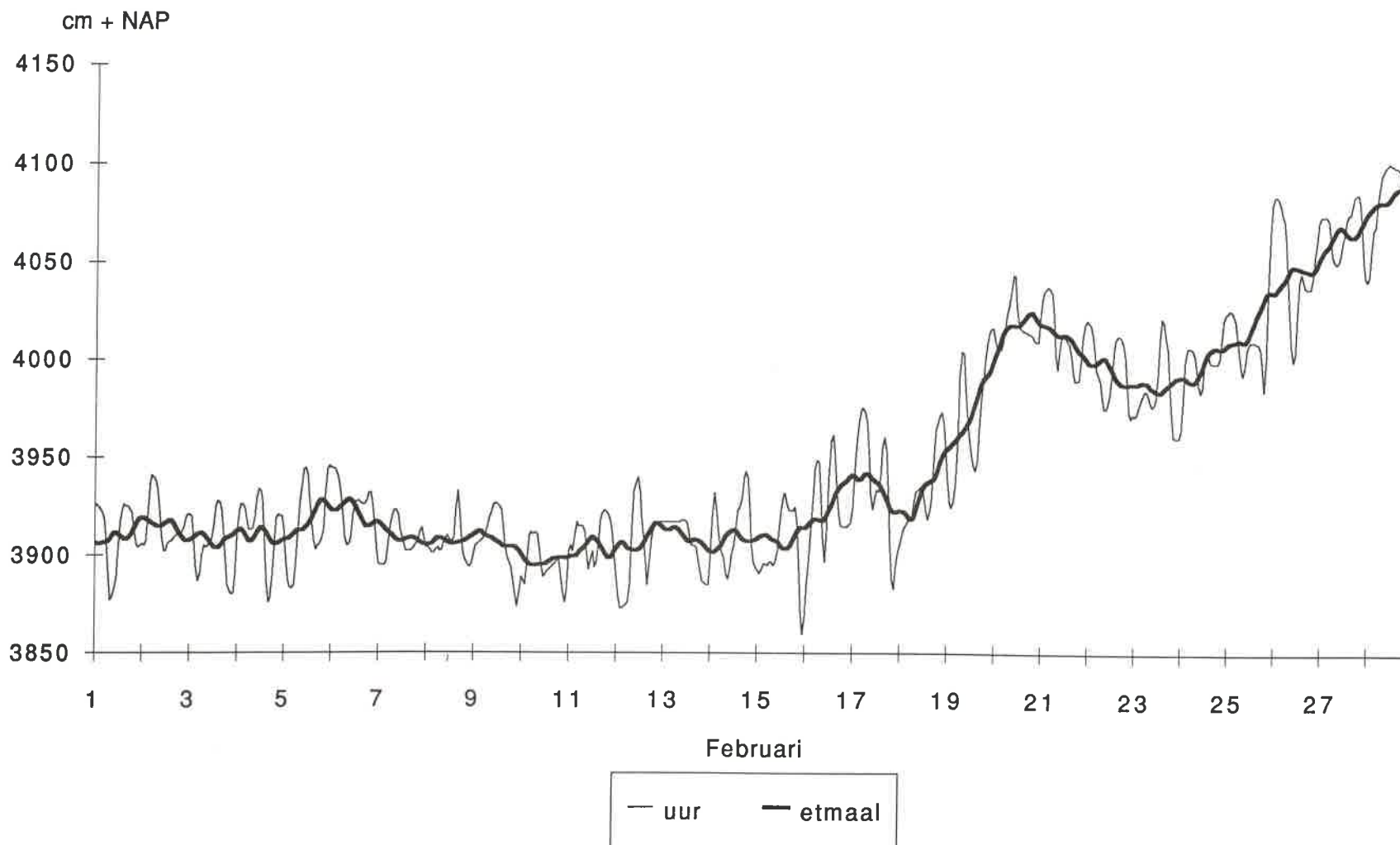
Maas Borgharen 1989: Verschillende stadia van *Micropsectra atrofasciata* in de drift bij 24 uurs bemonsteringen



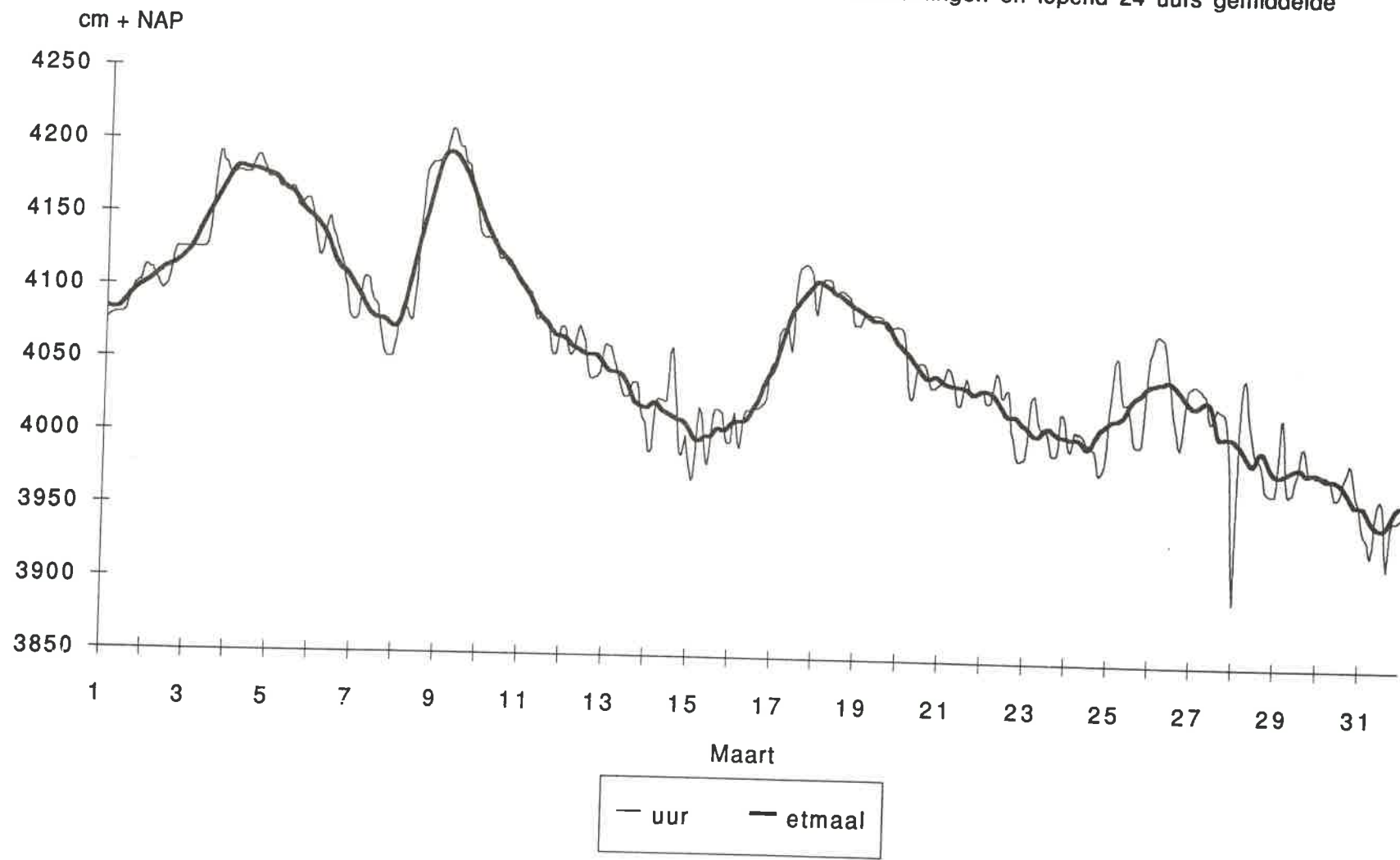
Waterstand Grensmaas Borgharen 1989 op basis van uurwaarnemingen en lopend 24 uurs gemiddelde



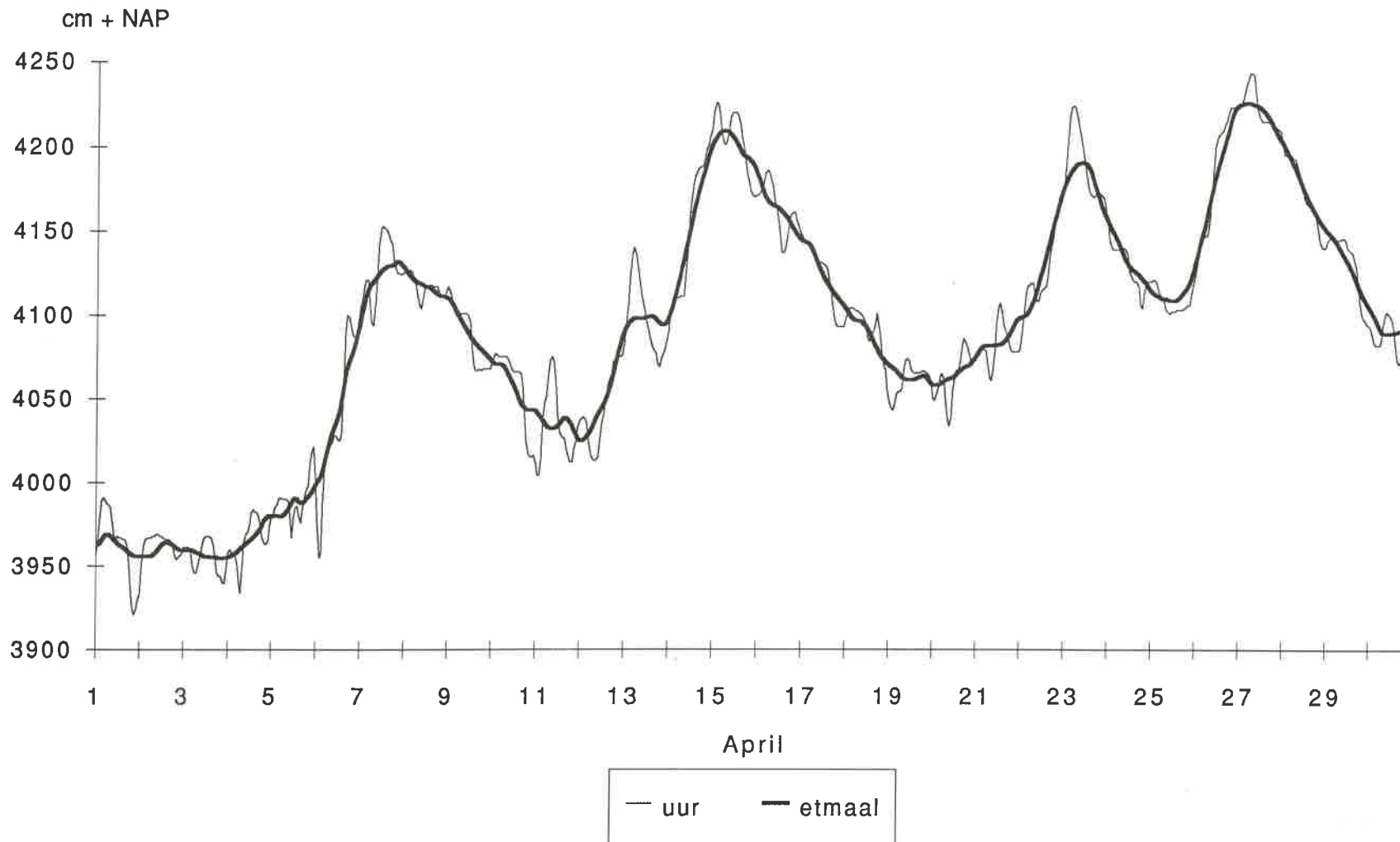
Waterstand Grensmaas Borgharen 1989 op basis van uurwaarnemingen en lopend 24 uurs gemiddelde



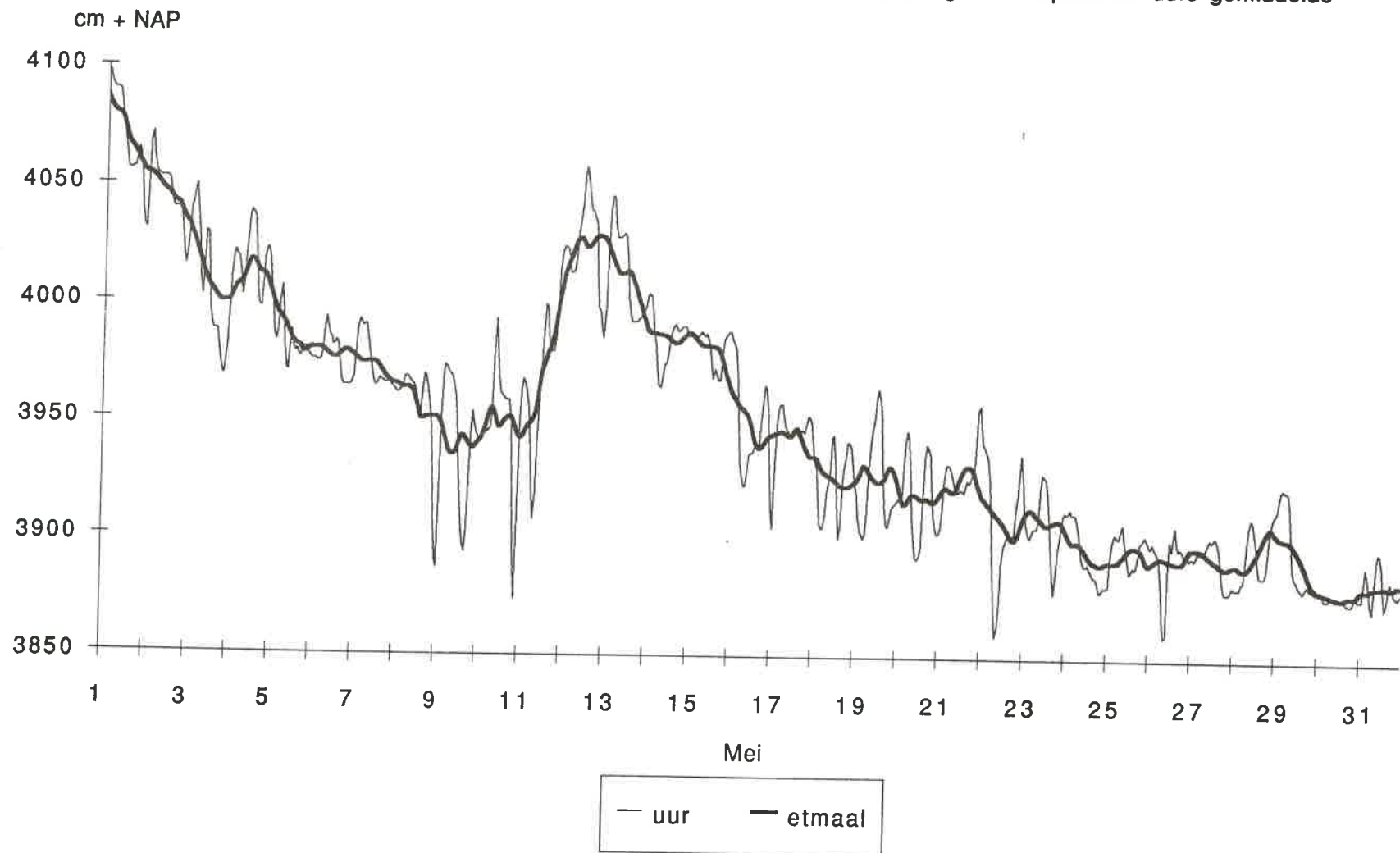
Waterstand Grensmaas Borgharen 1989 op basis van uurwaarnemingen en lopend 24 uurs gemiddelde



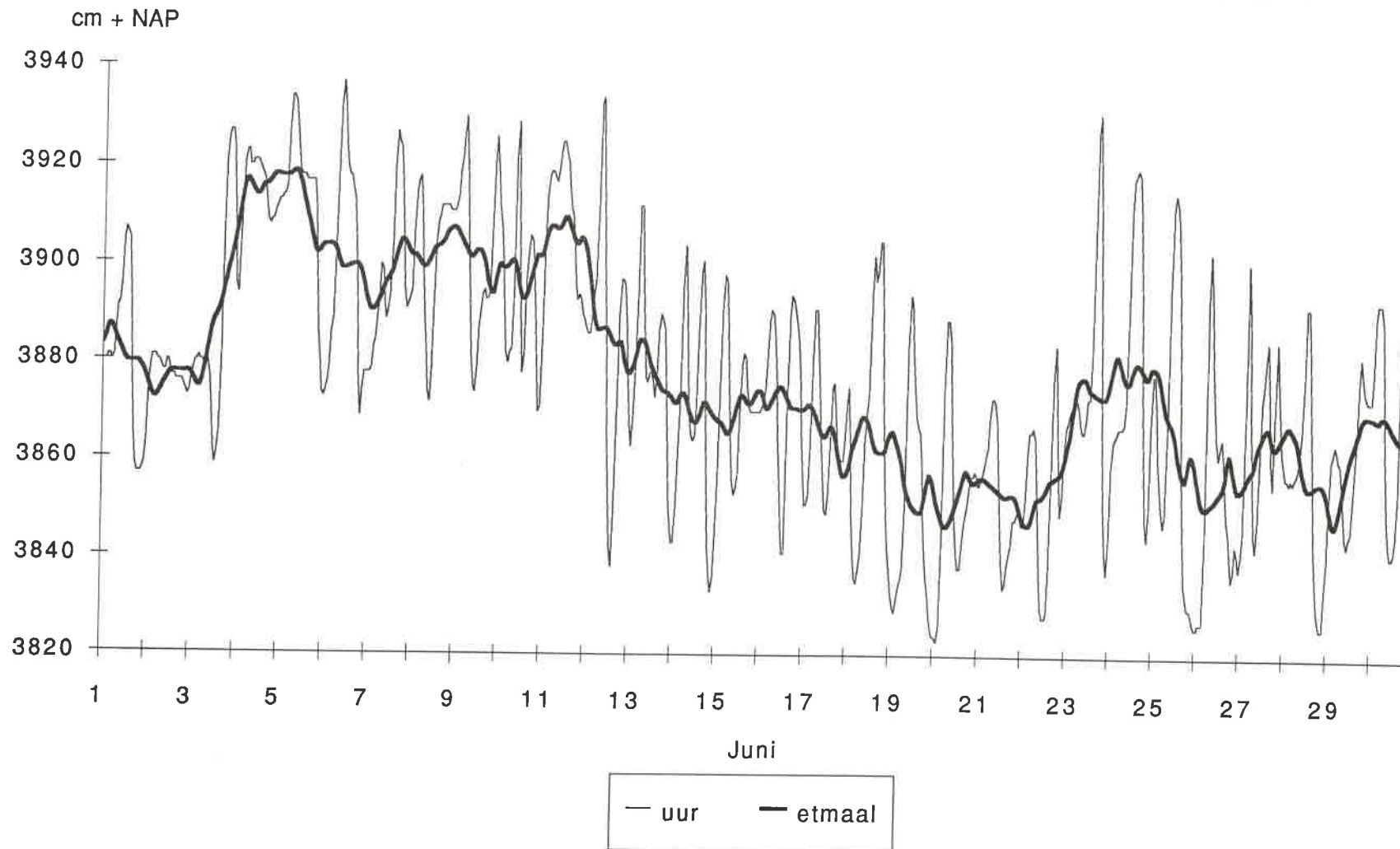
Waterstand Grensmaas Borgharen 1989 op basis van uurwaarnemingen en lopend 24 uren gemiddelde



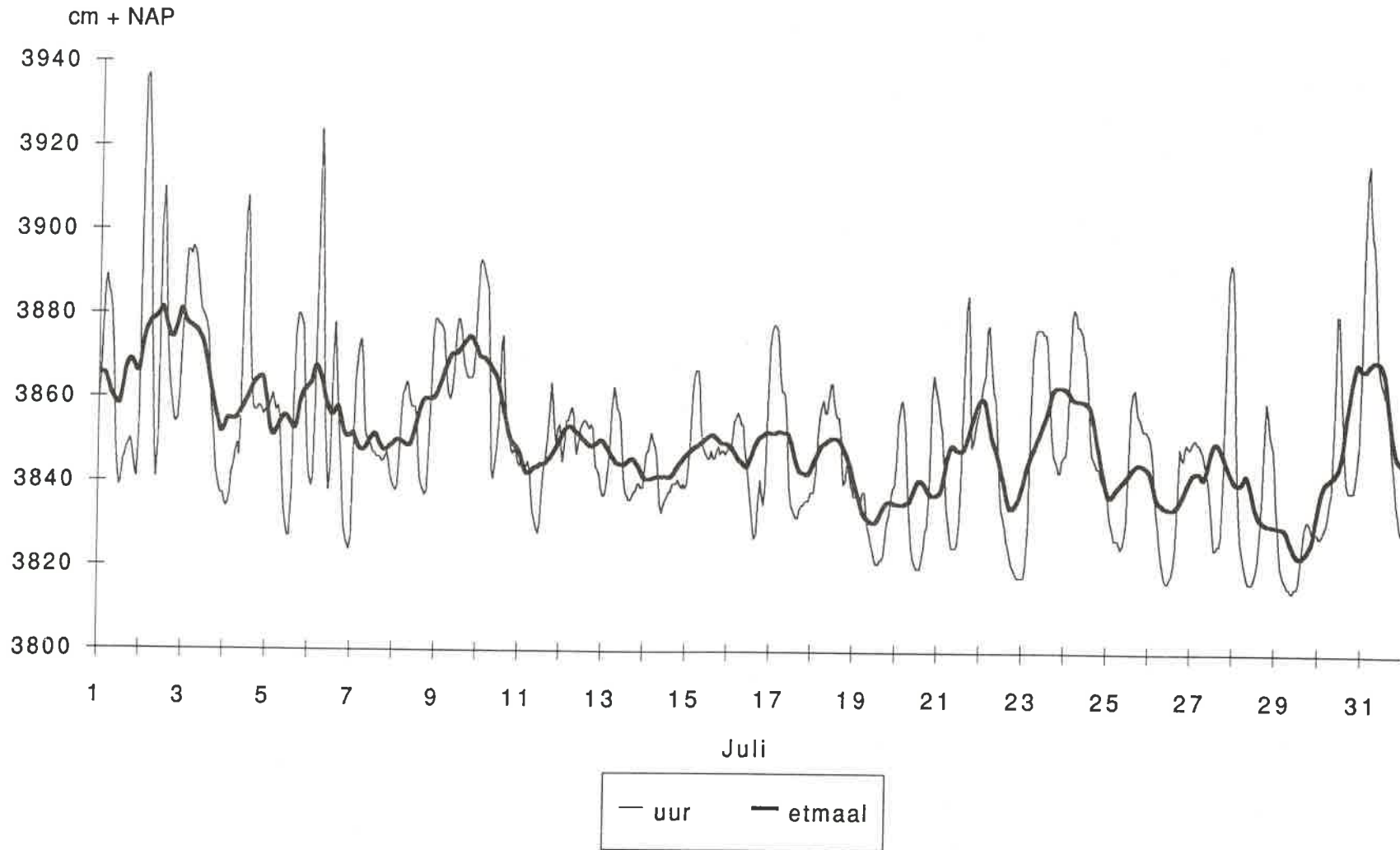
Waterstand Grensmaas Borgharen 1989 op basis van uurwaarnemingen en lopend 24 uren gemiddelde



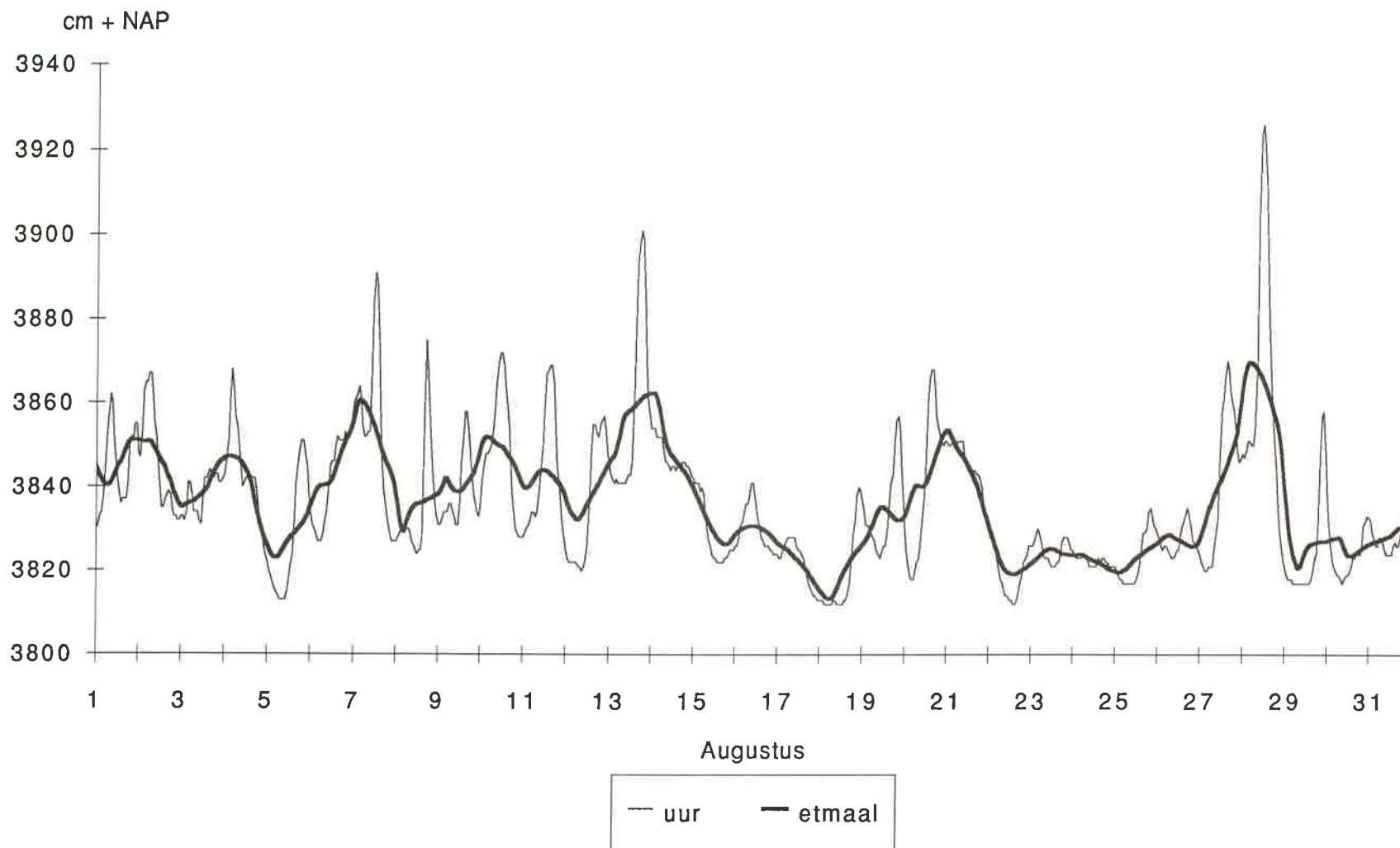
Waterstand Grensmaas Borgharen 1989 op basis van uurwaarnemingen en lopend 24 uurs gemiddelde



Waterstand Grensmaas Borgharen 1989 op basis van uurwaarnemingen en lopend 24 uren gemiddelde



Waterstand Grensmaas Borgharen 1989 op basis van uurwaarnemingen en lopend 24 uurs gemiddelde



Waterstand Grensmaas Borgharen 1989 op basis van uurwaarnemingen en lopend 24 uren gemiddelde

