

riza vestiging dordrecht

van leeuwenhoekweg 20, 3316 av dordrecht
tel. 078-322500, fax. 078-315003

hydrobiologisch adviesbureau klink b.v.

boterstraat 28, 6701 cw wageningen
tel. 08370-18282, fax. 08370-23634

MACRO-EVERTEBRATEN OP DE BODEM VAN HET HOLLANDSCH DIEP-HARINGVLIET

Onderzoek naar de soortsamenvestelling,
dichtheden, biomassa, jaarcyclus, produktie
en methodiek

NOTA
auteur(s)

EHR 48 - 1993
Alexander Klink
(Hydrobiologisch Adviesbureau Klink b.v.)
en Esti Dudok van Heel (RIZA)
september 1993

datum

Inhoudsopgave	blz
Lijst van bijlagen	4
Lijst van figuren	5
Lijst van tabellen	6
Samenvatting	7
Summary	9
1 Inleiding	11
2 Materiaal en methoden	13
3 Resultaten	17
3.1 Soortsamenstelling op de onderzoekslocaties	17
3.2 Jaargemiddelde dichtheid en biomassa van de bodemfauna per locatie	19
3.2.1 Jaargemiddelde dichtheid	19
3.2.2 Jaargemiddelde biomassa	19
3.3 Maandgemiddelde dichtheid en biomassa van de bodemfauna per locatie	20
3.3.1 Maandgemiddelde dichtheid	20
3.3.2 Maandgemiddelde biomassa	23
3.4 Afmeting/frequentieverdeling van de belangrijkste soorten	25
4 Discussie	29
4.1 De plaats van de bodemfauna op de onderzoekslocaties in relatie tot de bodemtypen van het Nederlandse rivier-systeem	29
4.2 Oligochaeta op de onderzoekslocaties en hun rol bij het beoordelen van bodemvormingsprocessen	31
4.3 Schatting van de jaarlijkse produktie	36
4.3.1 Schatting van de produktie op de onderzoekslocaties	36
4.3.2 Schatting van de produktie op eerder onderzochte locaties van de zuidrand van het Noordelijk Delta-bekken	38
4.3.3 Mogelijke oorzaken voor de grote invloed van mosselbanken op de produktie	41
4.4 Invloed van bemonsteringen in meervoud op de betrouwbaarheid van de dichtheidsbepaling	43
5 Conclusies	45
6 Aanbevelingen	47
7 Dankwoord	48
8 Literatuur	49
8.1 Referenties	49
8.2 Determinatieliteratuur	52

Lijst van bijlagen

1. Fysisch-chemische analyses in april 1989
(uit: RIZA nota 91.051 / EHR 39 - 1992).
- 2.1 t/m 2.5 Biomassaberekeningen
(uit: RIZA nota 91.051 / EHR 39 - 1992).
- 3.1 t/m 3.12 Dichtheden van de bodemfauna.
- 4.1a t/m 4.1h Biomassa van de bodemfauna (tabellen).
- 4.2a t/m 4.2c Biomassa van de belangrijkste soorten door het jaar heen
(figuren).
- 5.1 t/m 5.10 Afmeting/frequentie-diagrammen van de voornaamste soorten.
6. Produktieschatting van de voornaamste soorten.
7. Voorbeeld van de berekening van de jaarlijkse produktie
van *Dreissena polymorpha* op mp. 5.
- 8.1 + 8.2 Publikaties en rapporten van het project "Ecologisch
Herstel Rijn".

Lijst van figuren

- 2.1 Overzicht van de onderzoekslocaties.
- 3.1 Gemiddelde dichtheid (+ standaardafwijking) van de macro-evertebraten in het Haringvliet (geul Aardappelgat, mp. 3) in de periode april 1989-april 1990.
- 3.2 Gemiddelde dichtheid (+ standaardafwijking) van de macro-evertebraten in het Hollandsch Diep (stroombed bij Willemstad, mp. 5) in de periode april 1989-april 1990.
- 3.3 Gemiddelde dichtheid (+ standaardafwijking) van de macro-evertebraten in het Hollandsch Diep (stroombed bij Moerdijk, mp. 7) in de periode april 1989-april 1990.
- 3.4 Gemiddelde biomassa (+ standaardafwijking) van de macro-evertebraten in het Haringvliet (geul Aardappelgat, mp. 3) in de periode april 1989-april 1990.
- 3.5 Gemiddelde biomassa (+ standaardafwijking) van de macro-evertebraten in het Hollandsch Diep (stroombed bij Willemstad, mp. 5) in de periode april 1989-april 1990.
- 3.6 Gemiddelde biomassa (+ standaardafwijking) van de macro-evertebraten in het Hollandsch Diep (stroombed bij Moerdijk, mp. 7) in de periode april 1989-april 1990.
- 3.7 Dichtheid, biomassa en lengtefrequentie-diagram van *Dreissena polymorpha* in het Hollandsch Diep bij Willemstad (mp. 5).
- 3.8 Dichtheid, biomassa en diameterfrequentie-diagram van *Psammoryctides barbatus* in het Hollandsch Diep bij Willemstad (mp. 5).
- 3.9 Dichtheid, biomassa en diameterfrequentie-diagram van *Limnodrilus udekemianus* in het Hollandsch Diep bij Willemstad (mp. 5).
- 4.1 Dichtheden van *Vejdovskyella intermedia* op de onderzochte locaties over de periode april 1989-april 1990 in vergelijking met de afvoer van de Rijn bij Lobith (een dag eerder).
- 4.2 Berekende jaarproduktie van de bodemfauna op de onderzochte locaties.

Lijst van tabellen

- 3.1 Soortsamenstelling op de onderzochte locaties.
- 3.2 Jaargemiddelde dichtheden + standaardafwijking op de onderzochte locaties.
- 3.3 Gemiddelde biomassa + standaardafwijking op de onderzoekslocaties.
- 4.1 Indeling van de aangetroffen Oligochaeta naar stromingsklassen cohorten per jaar.
- 4.2 Omschrijving van de klassen van Fomenko (1980).
- 4.3 Aantal cohorten per soort per jaar waarmee de produktieberekeningen zijn uitgevoerd.
- 4.4 Berekende produkties (excl. Dreissena) en de biomassa van Dreissena voor de zuidrand per onderzochte locatie.
- 4.5 Berekende produkties (excl. Dreissena) voor de zuidrand per onderzochte locatie.
- 4.6 Overzicht van de geschatte jaarlijkse produktie van biomassa in het Hollandsch Diep-Haringvliet.
- 4.7 Invloed van het aantal deelmonsters op de 90%-betrouwbaarheidsintervallen van de gemiddelde dichtheid.

Samenvatting

In het kader van het Rijn Actie Programma (RAP) wordt door Rijkswaterstaat-RIZA, in samenwerking met het (RIVM), het DLO-IBN en het DLO-RIVO, het Ecologische Herstel van de Rijn (EHR) uitgevoerd. Naar verwachting zal de kwaliteit van de waterbodem dusdanig verbeteren dat sanering van sterk verontreinigde gebiedsdelen een reële optie wordt. In dit verband is het van belang om inzicht te krijgen in de huidige situatie, waaraan toekomstige ingrepen kunnen worden getoetst. Dit onderzoek richt zich op de bodemfauna van een drietal locaties in het benedenrivierengebied en belicht enige factoren die van belang (kunnen) zijn voor het ecologische functioneren van het Hollandsch Diep en Haringvliet. Hiertoe zijn in de periode april 1989-april 1990 maandelijks bemonsteringen van de bodemfauna (macro-evertebraten) uitgevoerd in het oostelijk Hollandsch Diep (Moerdijkbruggen), westelijk Hollandsch Diep (Willemstad) en het Haringvliet (Aardappelgat).

Kenmerkende soorten voor de locatie in het oostelijk Hollandsch Diep zijn de Naididae *Paranaïs frici*, *Amphichaeta leydigi*, *A. sannio* en *Nais elinguis* en de larve van de dansmug *Polypedilum scalaenum*. Daarnaast is *Vejdovskyella intermedia* (Naididae) de meest abundante soort op deze locatie.

De locatie in het westelijk Hollandsch Diep wordt gekenmerkt door het voorkomen van mosselbanken van de driehoeksmossel *Dreissena polymorpha*. Soorten die (bijna) uitsluitend op deze locatie zijn aangetroffen zijn de Tubificidae *Psammoryctides barbatus* en *Limnodrilus udekemianus*, de vlo-kreeft *Gammarus tigrinus*, de bloedzuiger *Helobdella stagnalis* en de slak *Potamopyrgus antipodarum*. Met 56 soorten is de soortenrijkdom hier het hoogst.

De locatie in het Haringvliet heeft als kenmerkende soorten *Chironomus plumosus* (dansmuglarve), de borstelwormen *Branchiura sowerbyi* en *Potamothenix hammoniensis*, jonge erwtemosselen (Sphaeriidae) en een hoge abundantie van *Procladius spec.* (dansmuglarve).

De aangetroffen soorten Naididae blijken in een zeer korte periode een voor hen geschikt substraat (zand) te koloniseren en weer snel te verdwijnen als hierop slib bezinkt. Met behulp van deze dieren is het mogelijk om de toplaag (circa 1 mm) van de bodem te karakteriseren met een tijdsresolutie van enkele weken. Op grond van de verspreiding van de meest algemene Naididae, blijkt dat de lokale sedimentatiepatronen sterk aan verandering onderhevig zijn en dat het patroon bij gemiddelde afvoeren totaal verandert, indien de afvoer stijgt boven circa 3.500 m³/s (Lobith). Op de locatie bij de Moerdijkbruggen bezinkt slib bij gemiddelde afvoeren. Bij de hogere afvoeren treedt daar echter depositie op van zand. Dit patroon treedt in een sterk gedempte vorm eveneens op in de geul in het Haringvliet. In het westelijk Hollandsch Diep bij Willemstad treedt bij gemiddelde afvoeren geen sedimentatie op, terwijl hier wel slib sedimenteert bij een afvoer boven 3.500 m³/s. Dat Naididae deze kortstondige veranderingen aangeven door hun aan- of afwezigheid maakt ze tot zeer waardevolle indicatoren voor het bestuderen van de processen van de bodemvorming in de rivieren. Op grond hiervan wordt aanbevolen om in de toekomst ook aan deze groep organismen aandacht te besteden.

Voor het bepalen van dichtheden van de bodemfauna blijkt dat bij steekproeven in 6-voud nog altijd rekening moet worden gehouden met een eenzijdig betrouwbaarheidsinterval (90%) van circa 65% van de gemiddelde dichtheid.

De dichtheden, biomassa en geschatte produktie zijn laag op de locatie in het oostelijk Hollandsch Diep en het Haringvliet met grofweg 4.000 ind/m², 10 g asvrij drooggewicht/m² en een geschatte produktie van 10 g asvrij drooggewicht/m². De dichtheden, biomassa en berekende produktie in de mosselbanken in het westelijk Hollandsch Diep zijn vele malen hoger dan op de andere locaties en dan de maximale produktie in de geraadpleegde literatuur (resp. een factor 10, 65 en 40 maal hoger).

De geschatte produktie van de bodemfauna in het gebied Hollandsch Diep-Haringvliet bedraagt totaal ruim 4.600 ton asvrij drooggewicht per jaar, zijnde circa 3% van de aanvoer van bovenstrooms. De resterende 97% van het organische materiaal wordt dus niet door de macro-evertebraten op de bodem omgezet in biomassa. De benutting van het van bovenstrooms aangevoerde organische materiaal wordt in het oostelijk Hollandsch Diep geschat op circa 0,2% en in het westelijk Hollandsch Diep en Haringvliet op circa 10%.

Van de totale produktie van de bodemfauna in het gebied komt meer dan 55% direct op rekening van de driehoeksmossel. Indirect leiden de mosselbanken ook tot een hogere produktie van de overige bodembewoners, zodat de driehoeksmossel een cruciale rol speelt in de voedselketen in het Hollandsch Diep-Haringvliet.

Op grond van de rol van de driehoeksmossel is van groot belang om de verspreiding van de mosselbanken in het gebied te blijven volgen. Belangrijke aspecten hierbij zijn:

- Verdwijnen mosselbanken indien ze in het sedimentatiefront komen te liggen?
- Treedt hervestiging op als het sedimentatiefront is gepasseerd?
- In welke mate beïnvloedt sanering van de waterbodem de verspreiding van de driehoeksmosselen in positieve of negatieve zin?

Summary

Under the terms of the Rhine Action Programme (RAP) the Ecological Recovery of the Rhine (EHR) is being carried out by the Institute for Inland Water Management and Waste Water treatment (RIZA), in cooperation with the National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM), the Department of Aquatic Ecology of DLO Institute for Forestry and Nature Research (DLO-IBN) and the Netherlands Institute for Fishery Investigations (DLO-RIVO). The quality of the water bottom is expected to improve to such an extent that heavily polluted areas can now be cleaned up. It is therefore of importance to get an idea of the present situation, to be able to compare future operations.

This study focuses on the macrozoobenthos of three locations in the tidal river area and discusses some factors which (can be) are of importance to the ecological performance of the Hollandsch Diep and the Haringvliet. During the period April 1989 - April 1990 monthly samples were taken hereto from the macrozoobenthos (macro-evertibraten) in the eastern part of the Hollandsch Diep (Moerdijk bridges), western part of the Hollandsch Diep (Willemstad) and the Haringvliet (Aardappelgat).

Characteristic species for the location in the eastern Hollandsch Diep are the worms *Paranais frici*, *Amphichaeta leydigi*, *A. sannio* and *Nais elinguis* and the larva of the midge *Polypedilum scalaenum*. Beside these the worm *Vejdovskyella intermedia* (Naididae) is the most abundant species here. The location in the western Hollandsch Diep is characterised by the presence of mussel beds of the zebra mussel *Dreissena polymorpha*. Species which have been (almost) exclusively found on this location are the worms *Psammoryctides barbatus* and *Limnodrilus udekemianus*, the amphipod *Gammarus tigrinus*, the leech *Helobdella stagnalis* and the slug *Potamopyrgus antipodarum*. With 56 species the abundance of species is here at its highest. The location in the Haringvliet has the *Chironomus plumosus* (midge larva), *Branchiura sowerbyi* (worm) and *Potamotheix hammoniensis* (worm), young bi-valves Sphaeriidae and a high abundance of *Procladius* spec. (midge) as its characteristic species.

The Naididae species found appear to very quickly colonise a suitable substratum (sand), to disappear equally fast when this is covered by sediment. With the help of these creatures it is possible to characterise the top layer (approx. 1 mm) of the bottom with a time resolution of a few weeks. On the basis of the distribution of the most general Naididae, the local sedimentation patterns appear to be greatly subject to change and that the pattern at average discharges completely changes, if the discharge rises above approx. 3,500 m³/s (Lobith). At the Moerdijk bridges sediment precipitates at average discharges. There is, however, a deposition of sand at higher discharges. This pattern also occurs in greatly damped form in the channel of the Haringvliet. In the western Hollandsch Diep at Willemstad there is no sedimentation at average discharges, whilst the sediment does precipitate at a discharge above 3,500 m³/s. Because Naididae indicate short changes by their presence or absence they are very valuable indicators for studying the processes of the bottom formation in the rivers. It is therefore recommended to include this group of organisms in future studies.

To determine the density of the macrozoobenthos it appears that in random testing in 6-fold, a one-tailed confidence interval (90%) of approx. 65% of the average density must still be taken into account.

The densities, biomass and estimated production are low on the location in the eastern Hollandsch Diep and the Haringvliet with roughly 4,000 individuals/m², 10 gr ash-free dry weight/m² and an estimated production of 10 g ash-free dry weight/sq.m. The densities, biomass and calculated production in the mussel banks in the western Hollandsch Diep are many times higher than on the other locations and than the maximal production in the consulted literature (a factor 10, 65 and 40 times higher respectively).

The estimated production of the macrozoobenthos in the Hollandsch Diep-Haringvliet area is in total over 4,600 tonnes ash-free dry weight a year, being approx. 3% of the discharge from upstream. The remaining 97% of the organic material is not converted on the bottom into biomass by the macro-evertebraten. The utilisation of the from upstream supplied organic material is estimated at approx. 0.2% in the eastern Hollandsch Diep and approx. 10% in the western Hollandsch Diep and Haringvliet. From the total production of the macrozoobenthos in the area over 55% comes directly from the zebra mussel. Indirectly the mussel banks lead to a higher production of the other bottom occupants, resulting in the zebra mussel playing a crucial part in the food chain in the Hollandsch Diep-Haringvliet. On the basis of the role of the zebra mussel it is of great importance to keep monitoring the distribution of the mussel banks in the area. Important aspects are:

- Will mussel banks disappear if they are becoming situated in the sedimentation front?
- Does re-establishment occur when the sedimentation front has passed?
- To what extent does the cleaning-up of the water bottom influence the distribution of the zebra mussel in a positive or negative sense?

1 Inleiding

Sedert de afsluiting van het Haringvliet in 1970 ontwikkelt de bodem in dit gebied zich naar een nieuw evenwicht. Voor de afsluiting werd het aangevoerde rivierslib tot in de Noordzee getransporteerd. Sedert de afsluiting is het bed, dat ontstaan is door de wisselwerking van Noordzee en rivieren, veel te ruim voor de rivier alleen. Als resultaat bezinkt nu circa 85% van het aangevoerde slib in de zuidrand van het Noordelijk Deltabekken (Van Otterloo *et al.*, 1987). Deze sedimentatie treedt op in die trajecten waar het water voor het eerst in een te ruim bed stroomt. In de periode 1970-1982/84 is dit het geval geweest in de Amer, de Nieuwe Merwede en het Hollandsch Diep-oost tot voorbij de uitmonding van de Dordtsche Kil. Op die trajecten is de bodem meer dan 20% verondiept. In 1982/84-1987/89 is dit traject nog verder verondiept met 0,5-5% (Van Dreumel en Dekker, 1990). Thans ligt het sedimentatiefront in de buurt van de Moerdijkbruggen. De prognose voor het jaar 2000 is, dat het sedimentatiefront dan het centrale deel van het Hollandsch Diep zal hebben bereikt. In het Haringvliet is vanaf 1970 een geringe verondieping opgetreden van 0,5-5%. Dit patroon zal tot het jaar 2000 niet wezenlijk veranderen (Van Dreumel en Dekker, 1990). Synchroon aan het chemische herstel van de Rijn wordt ook een verdergaande vermindering gemeten van de verontreiniging van het slib, naarmate het recenter tot afzetting is gekomen. Voor de onderwaterbodem betekent dit dat klasse 4-slib zich in het oostelijke deel van de zuidrand in de top laag bevindt en dat meer naar het westen recenter (minder vervuild) slib in de top laag van de bodem aanwezig is (Van Otterloo *et al.*, 1987; Van Dreumel en Dekker, 1990; Keukelaar en Van Berghem, 1991). In deze volop in beweging zijnde bodems is de bodemfauna onderzocht op drie locaties met de volgende doelstellingen:

- Vaststellen van de soortsamenvatting en de veranderingen hierin over de onderzoeksperiode.
- Het berekenen van de dichtheid en de biomassa en het inschatten van de produktie van de bodemfauna.
- Inzicht krijgen in de levenscyclus van een aantal algemeen voorkomende soorten door middel van het bepalen van lengtefrequentieverdelingen.
- Zoeken naar relaties tussen de bodemfauna en abiotische factoren, anders dan verontreiniging (hetgeen voor deze locaties door Dudok van Heel *et al.* (1992) is uitgewerkt.
- Evalueren van het nut om monsters in meervoud te nemen ten behoeve van de betrouwbaarheid van de resultaten.

2 Materiaal en methoden

De bemonsterde locaties staan aangegeven in figuur 2.1. De nummers komen overeen met die van Dudok van Heel et al. (1992).

De meest bovenstroomse locatie is gelegen bij de Moerdijkbruggen in het stroombed van het oostelijk Hollandsch Diep (mp. 7). De tweede locatie is gelegen in het westelijke deel van het Hollandsch Diep bij Willemstad in het stroombed (mp. 5). De meest westelijke locatie ligt in het Haringvliet in een diepe geul, het Aardappelgat (mp. 3). De verschillen in bodemsamenstelling zijn groot. In het oostelijk Hollandsch Diep vindt volop sedimentatie plaats van het rivierslib. Door de grote dynamiek is de bodem hier instabiel (De Jong, Hofman en Sandee, 1988) en bevat veel verontreinigingen, lutum en organische stof. De bodem van het stroombed in het westelijk Hollandsch Diep is stabiel en bestaat uit zandig materiaal met een geringe lutumfractie en organisch stofgehalte. Hier treedt nauwelijks sedimentatie op en op de bemonsterde locatie zijn mosselbanken aanwezig van de drie-hoeksmossel (*Dreissena polymorpha*).

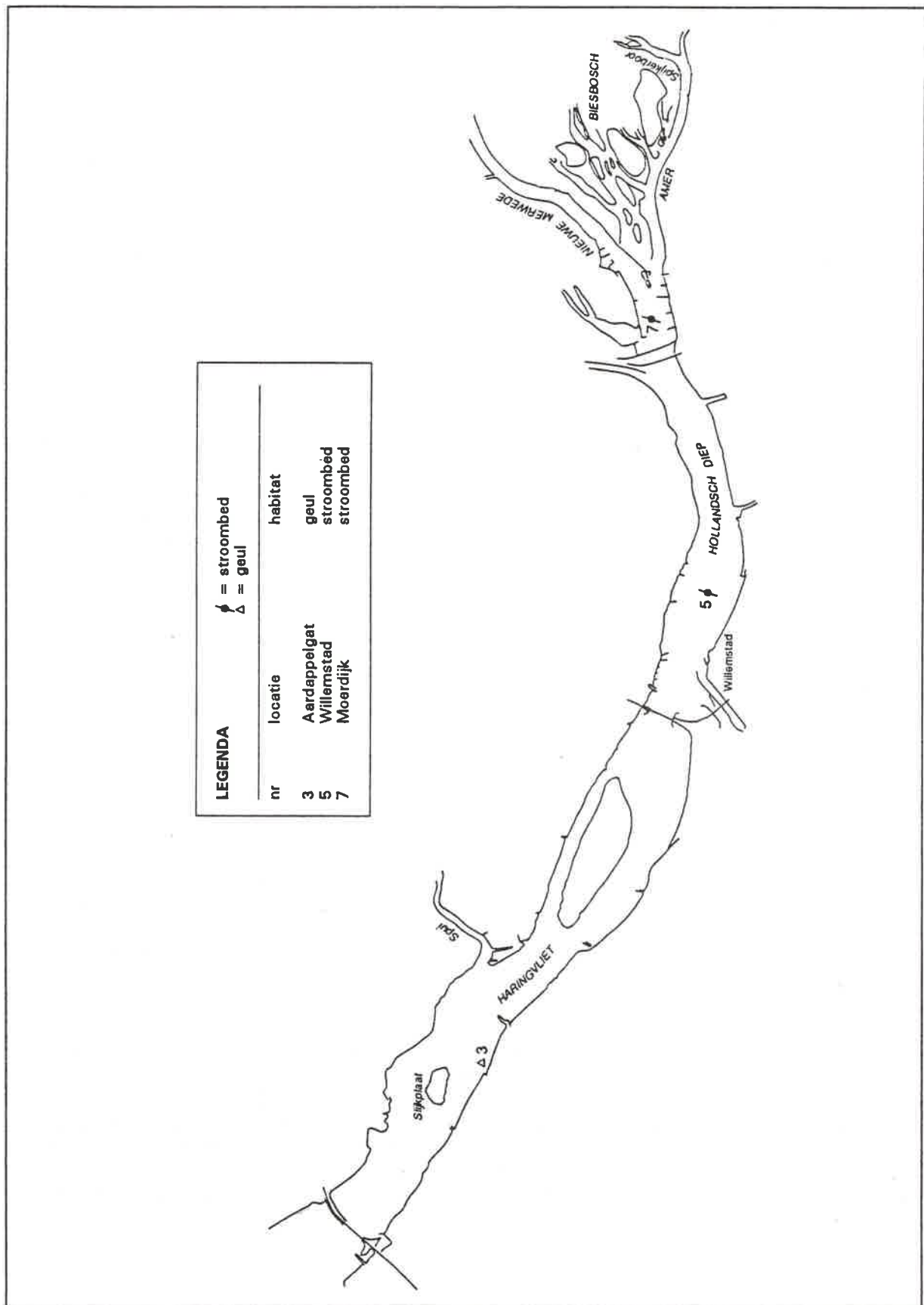
Het Aardappelgat in het Haringvliet is een bezinkput voor materiaal afkomstig van de hogere delen in het Haringvliet, waar dit materiaal wordt gere-suspendeerd bij hoge rivierafvoeren en stormen (mededeling H. Verbeek RIZA) en door afkalving van de oevers als gevolg van de sterk gereduceerde getij-dewerking (Rijkswaterstaat, 1990). Dit materiaal heeft hoge gehalten aan verontreinigingen, een hoog lutum- en organisch stofgehalte. Daarmee komt deze bodem overeen met die van het oostelijk Hollandsch Diep (mp. 7). Op grond van de interimnormering van Rijkswaterstaat worden de bemonsterde locaties ingedeeld als klasse 4-slib. Bij deze toekenning zijn de gemeten gehalten omgerekend naar een standaardbodem (Dudok van Heel et al., 1992). Zie bijlage 1 voor de bodemanalyses.

In de periode april 1989-april 1990 zijn op deze locaties maandelijkse bodembemonsteringen uitgevoerd (in zesvoud) met een boxcorer. Het bemonsterde volume bedraagt 1.000 cm³, zijnde een oppervlakte van 100 cm² bij een diepte van 10 cm.

De monsters zijn geconserveerd in formaldehyde 6% en de organismen zijn gekleurd met Bengaals rood om het uitzoeken te vergemakkelijken. De monsters zijn gezeefd over een zeef met een maaswijdte van 212 µm en bij het uitzoeken is een stereo-microscoop gebruikt met een vergroting tot 10 maal. De uitgezochte individuen zijn zover mogelijk gedetermineerd, hetgeen in de meeste gevallen mogelijk bleek tot op het soortsniveau. De determinatie heeft plaatsgevonden met een binoculair (7,5-60 maal) en een stereo-microscoop (tot 1.250 maal).

De volgende determinatieliteratuur is gebruikt:

Oligochaeta:	Brinkhurst en Jamieson (1971), Brinkhurst (1971) en Sperber (1948).
Hirudinea:	Dresscher en Higler (1982).
Mollusca excl. Sphaeriidae:	Jansen en De Vogel (1965). De Sphaeriidae zijn gedetermineerd door T. Meyer te Alkmaar.
Gammaridae:	Pinkster en Platvoet (1986).
Chironomidae:	Moller Pillot (1984 a, b), Webb en Scholl (1985) en Klink (1981).



Figuur 2.1 Overzichtskaart Haringvliet - Hollandsch Diep - Biesbosch.

Ten behoeve van de bepaling van biomassa en produktie zijn de aangetroffen individuen opgemeten.

Van schelpdieren (Mollusca) is de lengte van de schelp bepaald in klassen van 0,5 mm. De larven van dansmuggen (Chironomidae) zijn eveneens in lengteklassen ingedeeld. Bij larven < 5 mm in klassen van 0,5 mm en de grotere larven in klassen van 1 mm. Van de grote borstelwormen (Oligochaeta: Tubificidae) is de diameter van het elfde segment ingedeeld in klassen van 0,01 mm. Van de overige borstelwormen (Naididae) is bepaald of de individuen al dan niet in deling waren. Van de individuele schelpdieren, larven van dansmuggen en tubificide borstelwormen is het asvrij drooggewicht bepaald volgens Dudok van Heel et al. (1992 (= bijlage 1)). Voor de belangrijkste soorten is verder een cohortproduktie berekend met behulp van de zogenaamde 'size/frequency' methode (Benke, 1984) en is het aantal cohorten geschat met behulp van het verloop van grootteklassen door het jaar heen. De 'size-frequency' methode is gebaseerd op de aanname dat een gemiddelde lengtefrequentieverdeling, zoals die bepaald is door het jaar heen, de gemiddelde overleving van een denkbeeldig gemiddeld cohort zal benaderen (Benke, 1984). Daarbij wordt een lineaire groei aangenomen, die vermoedelijk nooit optreedt, maar wat volgens Hamilton (1969) waarschijnlijk niet zal leiden tot grote fouten. De aldus berekende produktie wordt de cohortproduktie genoemd. Indien een soort 1 cohort per jaar produceert dan komt deze produktie overeen met de jaarlijkse produktie. Produceert een soort meerdere cohorten per jaar, dan wordt de jaarproduktie berekend door de cohortproduktie te vermenigvuldigen met het aantal cohorten. In bijlage 7 wordt een rekenvoorbeeld gegeven voor de produktie van *Dreissena polymorpha*.

3 Resultaten

3.1 Soortsamenstelling op de onderzoekslocaties

In tabel 3.1 is de soortsamenstelling op de onderzochte locaties uitgedrukt in procentuele dichtheden (gemiddeld aantal individuen/m² over de onderzoekperiode = 100%). Hierbij zijn alleen die soorten opgenomen met een abundantie > 0,1%. In bijlage 3 wordt een volledig overzicht gegeven.

In tabel 3.1 zijn de soorten die in meer of minder mate karakteristiek zijn voor een bepaalde locatie met een grijstint aangegeven.

Slechts een beperkt aantal soorten lijkt geen voorkeur te vertonen voor een bepaalde locatie. Dit zijn Tubificidae juv. zonder haarchaetae, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *L. claparedeanus*, *Quistadrilus multisetosus* en *Specaria josi-nae*. De soortsamenstelling vertoont grote verschillen op de locaties.

Het Aardappelgat in het Haringvliet (mp. 3) wordt gekenmerkt door de relatief hoge abundantie van de dansmuggen *Chironomus plumosus* en *Procladius spec.* Daarnaast zijn *Cladotanytarsus spec.*, *Harnischia spec.* en *Microchironomus tener* uitsluitend op mp. 3 aangetroffen. Dit geldt eveneens voor de erwtemosselen *Pisidium moitessierianum* en *P. supinum* en de wormen *Branchiura sowerbyi* en *Potamothrix hammoniensis*.

Mp. 5 in het westelijk Hollandsch Diep bij Willemstad wordt gekenmerkt door het voorkomen van mosselbanken van de driehoeksmossel *Dreissena polymorpha*. Alleen op deze locatie zijn de bloedzuigers *Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia complanata*, *G. heteroclita* en *Helobdella stagnalis* aangetroffen. De wormen *Aulodrilus limnobius*, *Limnodrilus udekemianus*, *Psammoryctides barbatus* en *Stylaria lacustris* vertonen eveneens een voorkeur voor mp. 5, evenals de vlokreeft *Gammarus tigrinus*. Opvallend is verder het ontbreken van karakteristieke Chironomidae.

Op mp. 7 in het oostelijk Hollandsch Diep treden vooral Naididae op de voorgrond met soorten als *Amphychaeta leydigi*, *Amphichaeta sannio*, *Nais elinguis*, *Paranais frici* en een dominantie van *Vejdovskyella intermedia*. Deze Naididae vertonen sterk wisselende aantallen door het jaar heen en in de maanden juni t/m november en in januari zijn ze zelfs vrijwel afwezig. In die perioden treden vooral de Tubificidae *Limnodrilus claparedeanus* en *L. hoffmeisteri* op de voorgrond. Daarnaast zijn de rivierbewonende dansmuglarven *Paratendipes gr. albimanus* en *Polypedilum scalaenum* kenmerkend voor deze locatie.

Tabel 3.1 Soortsamenstelling op de onderzochte locaties.

soort	mp. 3	mp. 5	mp. 7
Pisidium moitessierianum	0,2	0,0	0,0
Pisidium supinum	0,2	0,0	0,0
Pisidium spec. juv.	2,2	0,2	0,0
Branchiura sowerbyi	1,7	0,0	0,0
Potamotheix hammoniensis	0,9	0,0	0,0
Tubifex tubifex	0,4	0,2	0,1
Chironomus plumosus	2,4	0,0	0,1
Cladotanytarsus spec.	0,2	0,0	0,0
Harnischia spec.	0,4	0,0	0,0
Microchironomus tener	0,3	0,0	0,0
Procladius spec.	16,8	0,3	0,9
Tubificidae juv. met haarchaetae	8,0	3,2	0,5
Potamotheix moldaviensis	2,4	1,6	0,3
Pisidium henslowianum	0,2	0,1	0,0
Dreissena polymorpha	0,0	38,8	0,0
Pisidium nitidum	0,0	0,1	0,0
Potamopyrgus antipodarum	0,1	0,8	0,2
Erpobdella octoculata	0,0	0,3	0,0
Glossiphonia complanata	0,0	0,2	0,0
Glossiphonia heteroclita	0,0	0,3	0,0
Helobdella stagnalis	0,0	0,5	0,0
Aulodrilus limnobius	0,0	0,3	0,0
Limnodrilus udekemianus	0,0	0,7	0,0
Psammoryctides barbatus	0,0	1,0	0,2
Stylaria lacustris	0,0	0,2	0,0
Gammarus tigrinus	0,0	0,5	0,0
Amphichaeta leydigii	0,0	0,1	2,5
Amphichaeta sannio	0,1	0,0	4,2
Aulodrilus pigueti	0,1	0,5	1,0
Dero digitata	0,3	0,1	0,6
Nais elinguis	0,0	0,0	4,5
Paranais frici	0,0	0,1	15,3
Vejdovskyella intermedia	3,8	8,7	35,9
Piscicola geometra	0,0	0,0	0,1
Paratendipes gr. albimanus	0,0	0,0	0,2
Polypedilum scalaenum	0,0	0,0	4,4
Tubificidae juv. zonder haarchaetae	54,6	35,6	25,1
Limnodrilus hoffmeisteri	2,1	2,5	1,5
Limnodrilus claperedeanus	1,6	0,5	1,6
Quistadrilus multisetosus	0,1	0,2	0,1
Specaria josinae	0,1	0,0	0,1
totaal %	99,2	97,6	99,1

3.2 Jaargemiddelde dichtheid en biomassa van de bodemfauna per locatie (zie bijlage 3 voor de basisgegevens)

3.2.1 Jaargemiddelde dichtheid

De locaties vertonen onderling grote verschillen in de dichtheden van de bodemfauna zoals blijkt uit tabel 3.2.

Tabel 3.2 Jaargemiddelde dichtheden + standaardafwijking op de onderzochte locaties, die maandelijks bemonsterd zijn in de periode april 1989-april 1990.

	mp. 3	mp. 5	mp. 7
.....			
gemiddelde dichtheid (N/m ²)	3.204	37.945	4.951
standaardafwijking van gemiddelde	1.544	22.908	8.702
standaardafwijking/gemiddelde (%)	48	60	176

De gemiddelde dichtheid is verreweg het hoogst op mp. 5, in het westelijk Hollandsch Diep. De dichtheden op mp. 3 en mp. 7 zijn veel lager. Aan de hand van de verhouding tussen de standaardafwijking en het gemiddelde kan een indruk worden verkregen van de mate waarin de dichtheden van de fauna fluctueren door het jaar heen. Hieruit blijkt dat de dichtheid van de bodemfauna het meest constant is op mp. 3, daarna op mp. 5. De faunadichtheid op mp. 7 wisselt zeer sterk door het jaar heen.

3.2.2 Jaargemiddelde biomassa

De gemiddelde biomassa (in gram asvrij drooggewicht/m² (AFDW)) op de drie onderzoekslocaties wordt weergegeven in tabel 3.3. De basisgegevens zijn vermeld in bijlage 4.1 (tabellen) en bijlage 4.2 (figuren).

Tabel 3.3 Gemiddelde biomassa + standaardafwijking op de onderzoekslocaties.

	mp. 3	mp. 5	mp. 7
.....			
gemiddelde biomassa (g/m ²)	1,59	65	0,72
standaardafwijking van gemiddelde	0,50	28	0,46
standaardafwijking/gemiddelde (%)	32	43	65

Opm. Van Naididae is geen biomassa bepaald. Hun invloed op de totale biomassa wordt verwaarloosbaar geacht (mededeling H. Smit).

De verschillen in biomassa op de afzonderlijke locaties zijn nog groter dan de verschillen in dichtheid. Dit is hoofdzakelijk het gevolg van de aanwezigheid (mp. 5) of afwezigheid (mp. 3 en mp. 7) van mosselbanken. De gemiddelde biomassa van de bodemfauna (excl. driehoeksmosselen) op mp. 5 bedraagt 9,1 g/m², hetgeen resp. een factor 6 en een factor 13 hoger is dan op mp. 3 en mp. 7.

Op mp. 3 dragen de Tubificidae het meeste bij aan de biomassa (*Branchiura sowerbyi*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *L. claparedeanus*, *Potamotheix hammoniensis*, *P. moldaviensis* en jonge Tubificidae zonder haarchaetae). Een marginale bijdrage wordt geleverd door de Chironomidae (*Chironomus plumosus* en *Procladius spec.*) en erwtemosselen (Sphaeriidae).

Op mp. 5 is de driehoeksmossel *Dreissena polymorpha* de belangrijkste soort. De overige belangrijke soorten zijn Tubificidae (*Limnodrilus hoffmeisteri*, *L. udekemianus*, *L. claparedeanus*, *Potamothenix moldaviensis*, *Psammoryctides barbatus* en jonge Tubificidae zonder en met haarchaetae), *Valvata piscinalis* en Sphaeriidae zijn (naast *Dreissena*) de belangrijkste schelpdieren. Chironomidae dragen niet wezenlijk bij aan de biomassa.

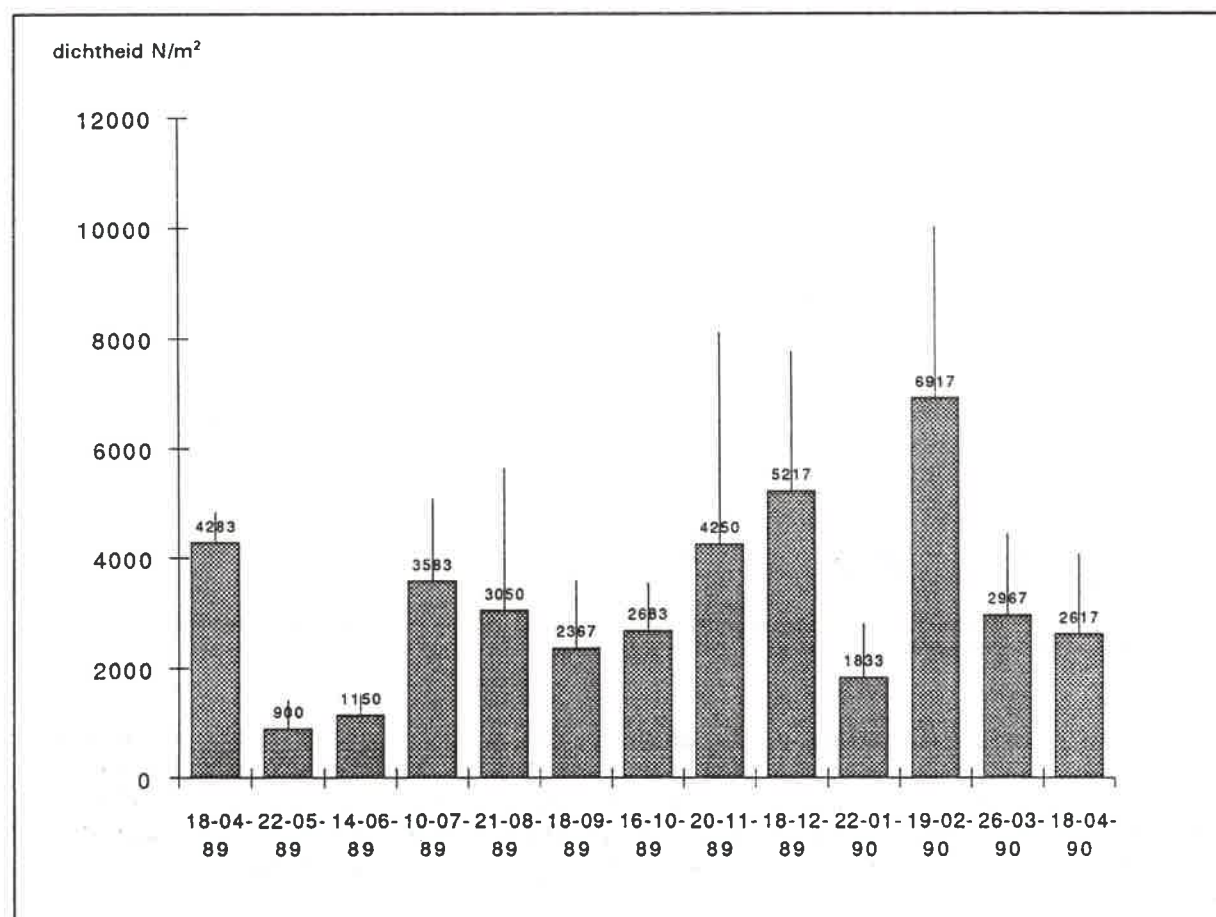
Ook op mp. 7 zijn de Tubificidae de belangrijkste groep. De volgende soorten zijn voor de biomassa van belang: *Limnodrilus hoffmeisteri*, *L. claparedeanus*, *Potamothenix moldaviensis*, *Tubifex tubifex* en jonge Tubificidae zonder haarchaetae. Het belangrijkste schelpdier is *Potamopyrgus antipodarum*. *Procladius spec.* is de enige Chironomidae die een, zij het marginale, bijdrage levert aan de biomassa van de bodemfauna.

3.3 Maandgemiddelde dichtheid en biomassa van de bodemfauna per locatie

3.3.1 Maandgemiddelde dichtheid

In de figuren 3.1 t/m 3.3 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde dichtheden op de onderzochte locaties door het jaar heen.

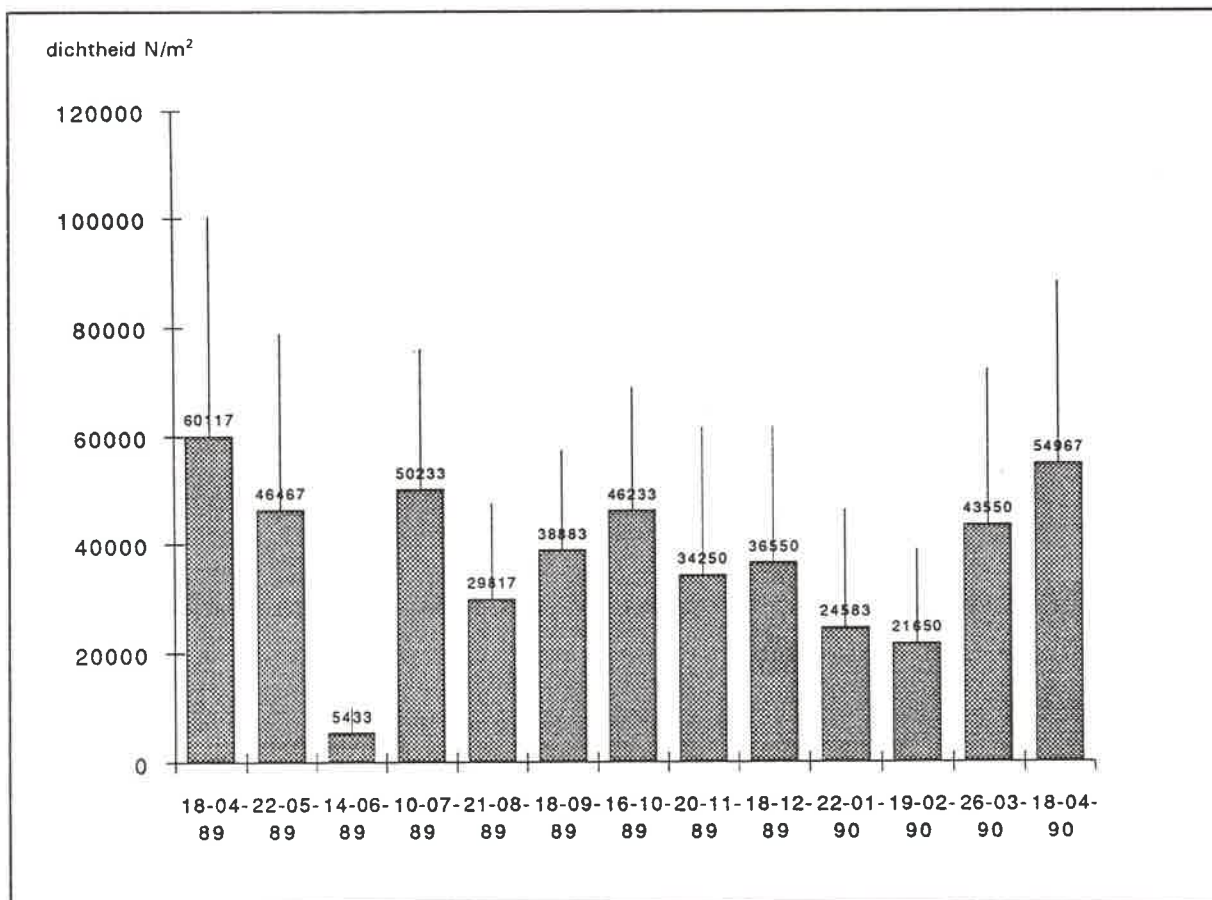
Maandgemiddelde dichtheid op mp. 3:



Figuur 3.1 Gemiddelde dichtheid (+ standaardafwijking) van de macro-evertebraten in het Haringvliet (Geul Aardappelgat, mp. 3) in de periode april 1989-april 1990.

De dichtheden variëren gedurende het jaar (figuur 3.1). De laagste dichtheden zijn gevonden in de maanden mei en juni 1989 en januari 1990. Een duidelijke seizoensfluctuatie is niet aanwezig. De hoogst gevonden dichtheid bedraagt nog geen 7.000 individuen/m².

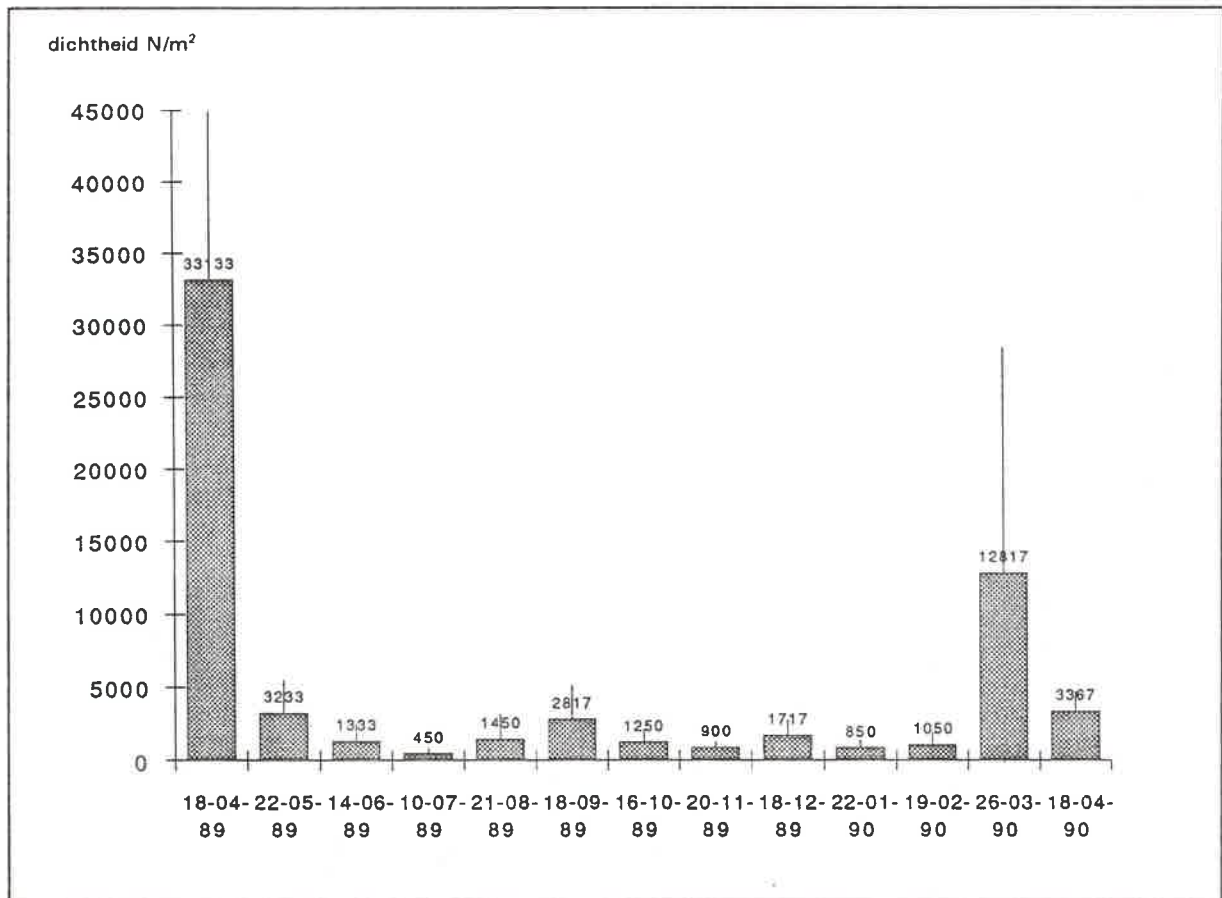
Maandgemiddelde dichtheid op mp. 5:



Figuur 3.2 Gemiddelde dichtheid (+ standaardafwijking) van de macro-evertibraten in het Hollandsch Diep (stroombed bij Willemstad, mp. 5) in de periode april 1989-april 1990.

De lage dichtheden op 14-06-1989 ten opzichte van de overige perioden is een gevolg van bemonstering buiten de mosselbanken. Gedurende de onderzoeksperiode blijven de dichtheden in de mosselbanken ruim boven de 20.000 individuen/m². Dit is 3 maal zo hoog als de hoogste dichtheid op mp. 3.

Maandgemiddelde dichtheid op mp. 7:

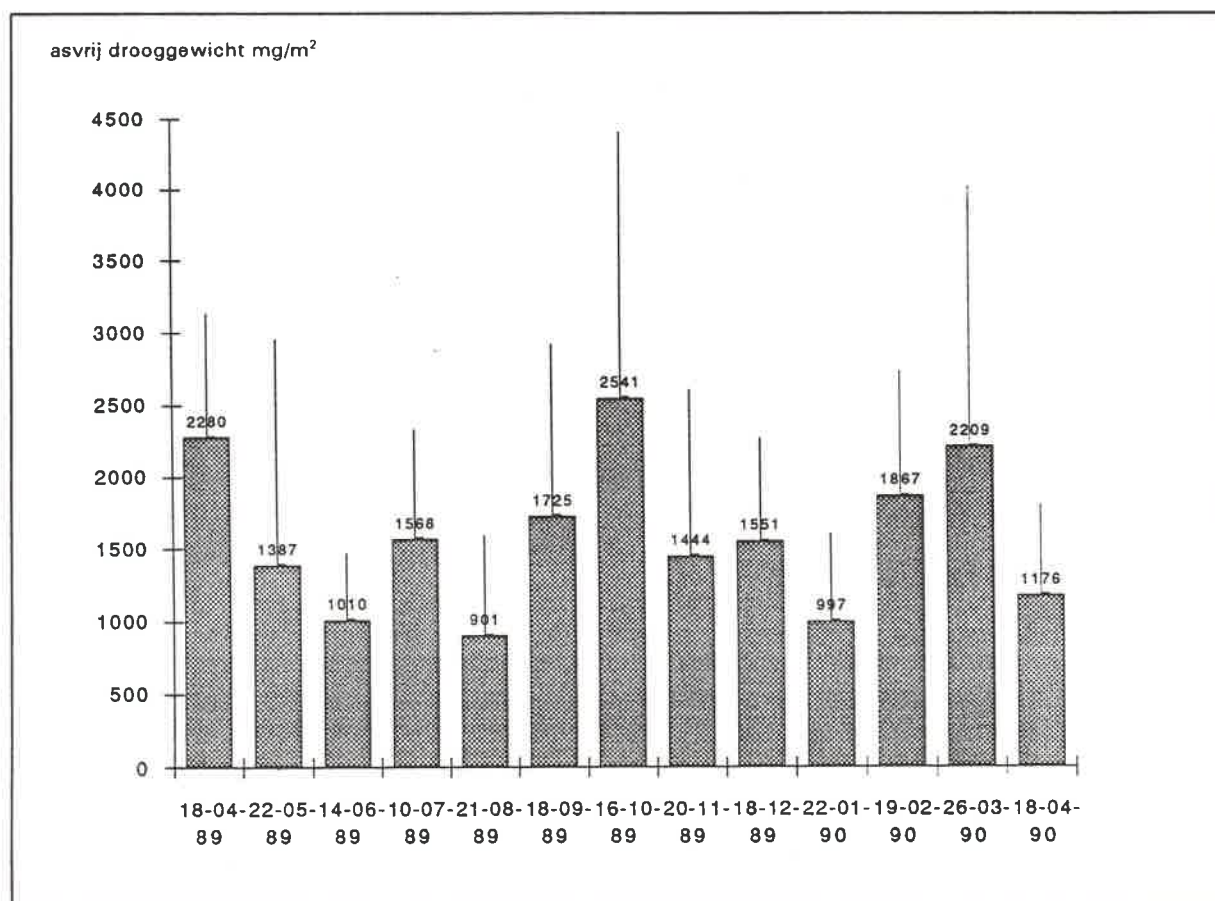


Figuur 3.3 Gemiddelde dichtheid (+ standaardafwijking) van de macro-evertebraten in het Hollandsch Diep (stroombed bij Moerdijk, mp. 7) in de periode april 1989-april 1990.

Gedurende bijna het gehele jaar worden zeer lage dichtheden aangetroffen op mp. 7. Opvallende uitschieters treden op in april 1989 en maart 1990. Dit is het gevolg van plotseling optredende hoge dichtheden van Naididae, waarvan *Vejdovskyaella intermedia* de belangrijkste soort is.

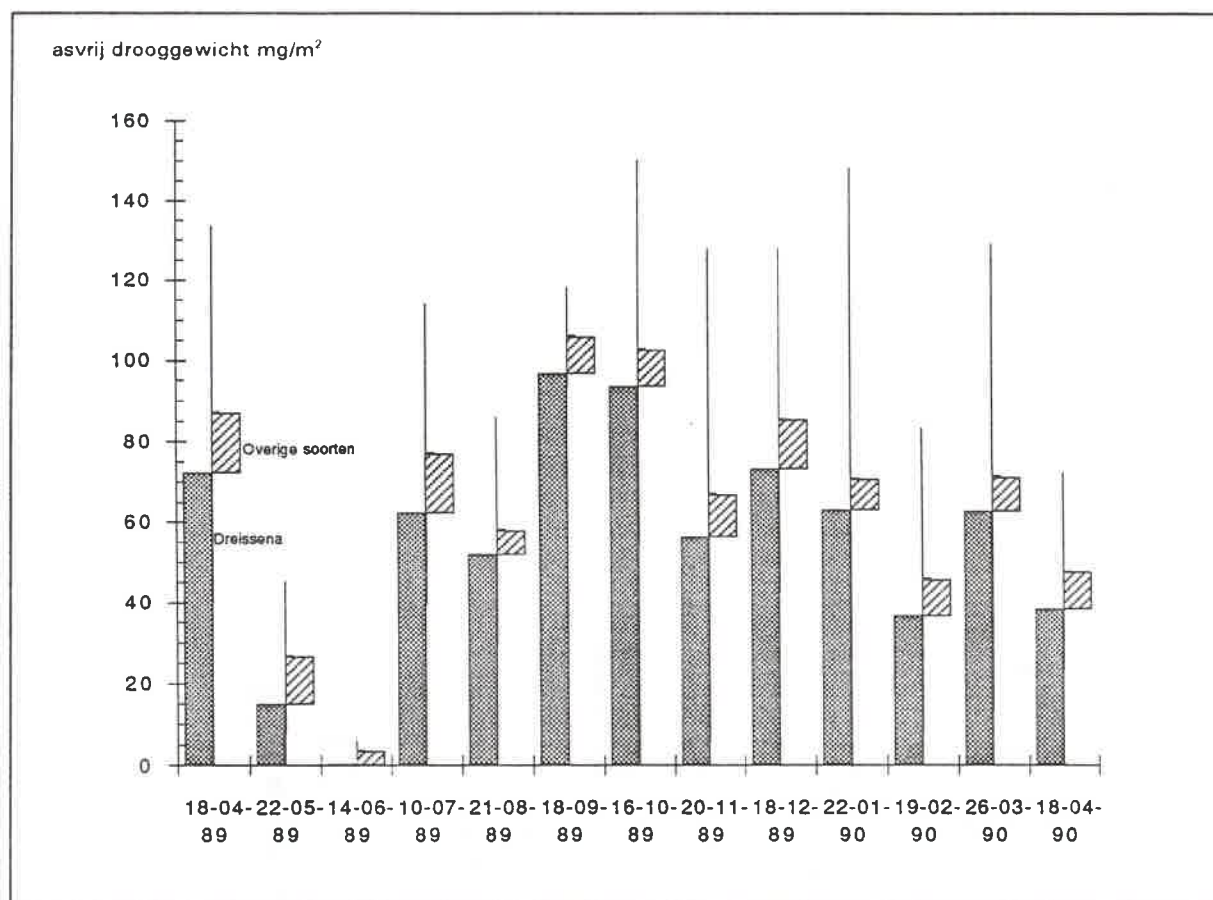
3.3.2 Maandgemiddelde biomassa

In de figuren 3.4 t/m 3.6 wordt een overzicht gegeven van de biomassa op de onderzochte locaties door het jaar heen. Voor de biomassa van de afzonderlijke soorten wordt verwezen naar bijlage 4.1 (tabellen) en bijlage 4.2 (figuren).



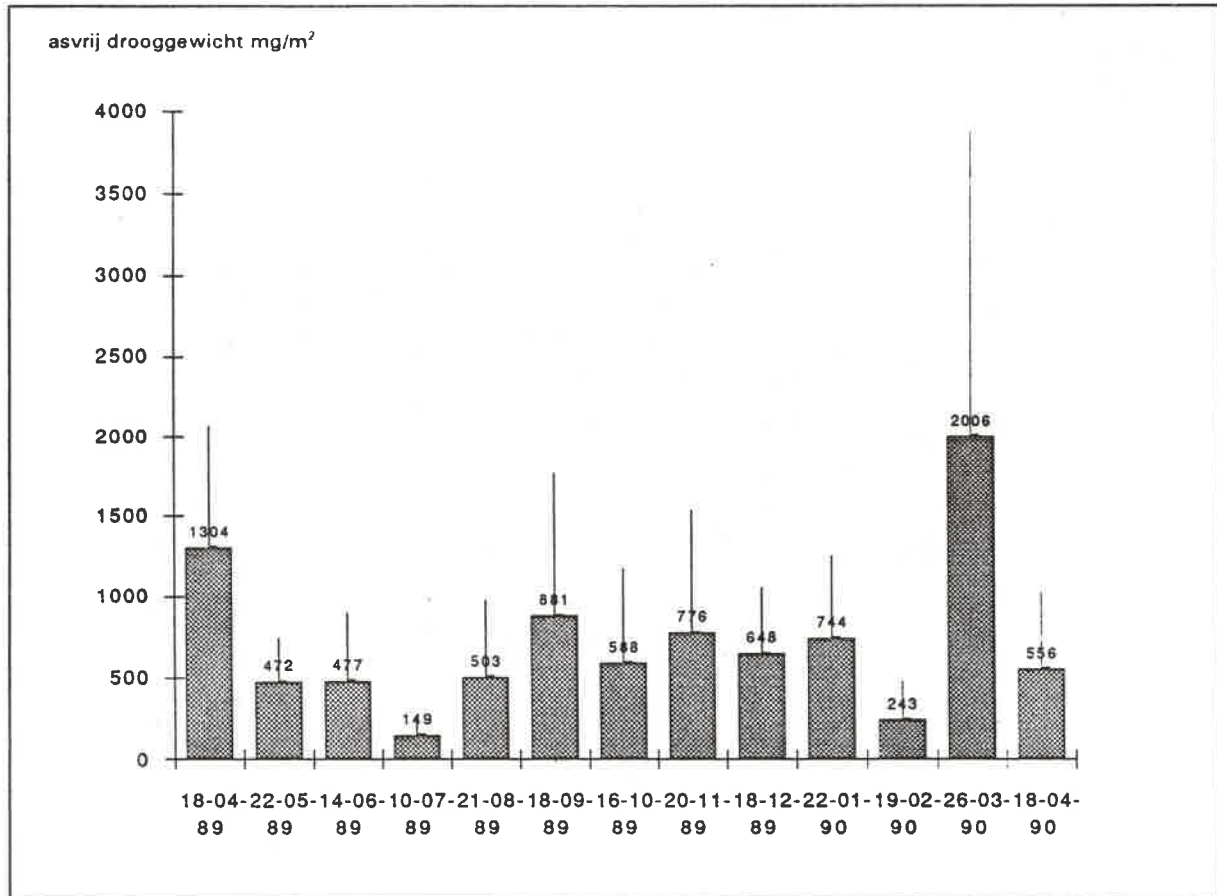
Figuur 3.4 Gemiddelde biomassa (+ standaardafwijking) van de macro-evertebraten in het Haringvliet (geul Aardappelgat, mp. 3) in de periode april 1989-april 1990.

De fluctuatie in de biomassa over de onderzoeksperiode wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door de Tubificidae *Branchiura sowerbyi*, jonge Tubificidae zonder haarchaetae, *Limnodrilus hoffmeisteri* en *Potamothenix hammoniensis*, en erwtemosselen (Sphaeriidae). De Chironomidae *Chironomus plumosus* en *Procladius spec.* dragen minder bij aan de fluctuatie van de biomassa.



Figuur 3.5 Gemiddelde biomassa (+ standaardafwijking) van de macro-evertebraten in het Hollandsch Diep (stroombed bij Willemstad, mp. 5) in de periode april 1989-april 1990.

De driehoeksmossel levert de grootste bijdrage aan de fluctuatie in de biomassa. De lage biomassa in mei en juni 1989 is te wijten aan bemonsteringen op een zandbank en niet in de mosselbanken. De driehoeksmossel draagt grofweg 30-90 g/m² bij aan de biomassa. De overige bodemfauna levert een biomassa rond de 10 g/m². Belangrijke fluctuaties in de biomassa van de overige bodemfauna worden veroorzaakt door Tubificidae zonder haarchaetae, *Limnodrilus udekemianus*, *Valvata piscinalis* en in mindere mate door *Limnodrilus hoffmeisteri*.



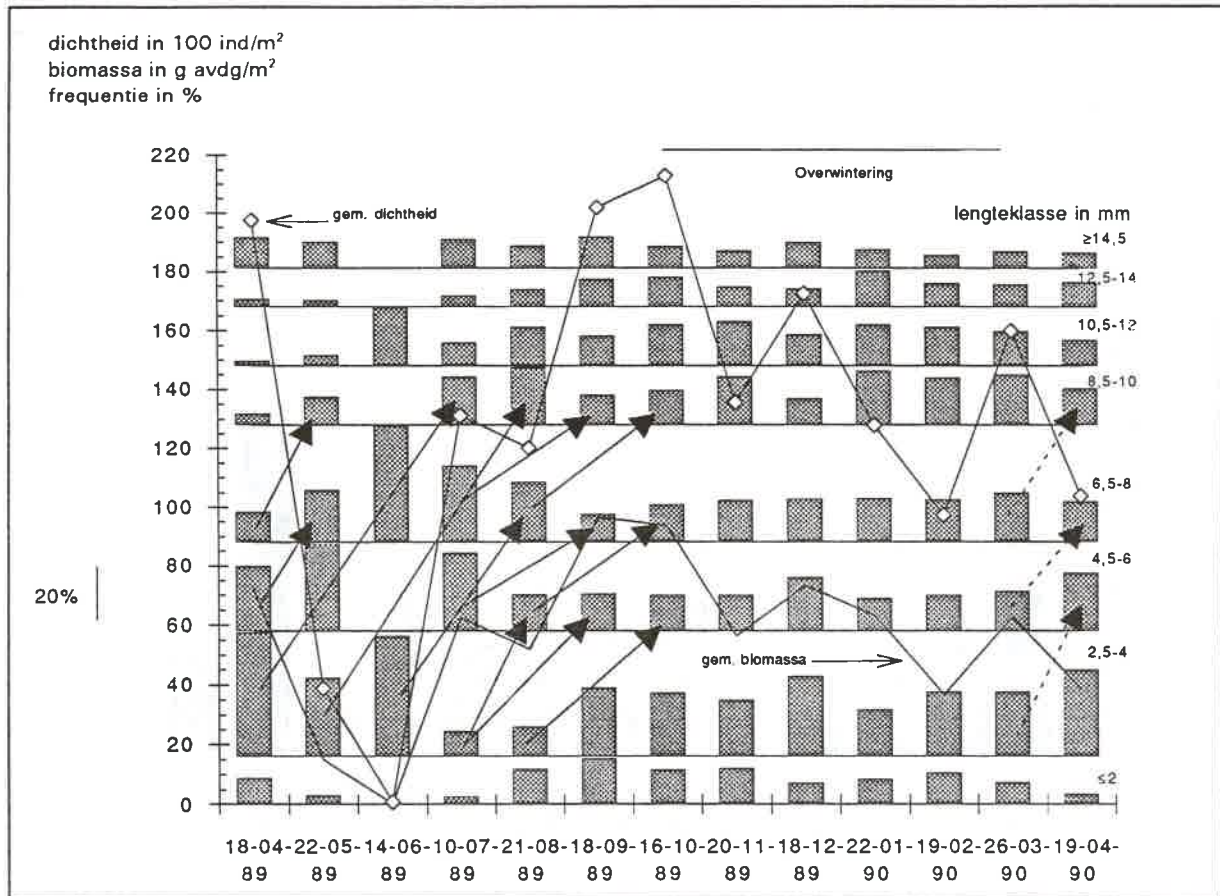
Figuur 3.6 Gemiddelde biomassa (+ standaardafwijking) van de macro-evertibraten in het Hollandsch Diep (stroombed bij Moerdijk, mp. 7) in de periode april 1989-april 1990.

De fluctuaties van de biomassa op mp. 7 zijn het gevolg van de sterk variërende biomassa van Tubificidae zonder haarchaetae, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Tubifex tubifex* en *Potamopyrgus antipodarum*. In mindere mate dragen hieraan *Limnodrilus claparedeanus* en *Potamotheix moldaviensis* bij.

Het verloop van de biomassa op de afzonderlijke locaties door het seizoen heen vertoont geen overeenkomst. Dit geldt zowel voor de biomassa van de totale bodemfauna als voor de biomassa van de afzonderlijke soorten die zijn aangetroffen op alle locaties.

3.4 Afmeting/frequentieverdeling van de belangrijkste soorten

In bijlage 5 zijn diagrammen afgebeeld van de afmeting/frequentie door het jaar heen van de voornaamste soorten. Voor het overgrote deel van deze soorten is niet eenduidig op te maken hoe de levenscyclus door het jaar verloopt. Hieronder worden drie afmeting/frequentie-diagrammen weergegeven waaruit met enige zekerheid het aantal cohorten per jaar kan worden afgeleid (figuren 3.7 t/m 3.9). Het betreft de driehoeksmossel *Dreissena polymorpha* en de borstelwormen *Psammoryctides barbatus* en *Limnodrilus udekemianus*.



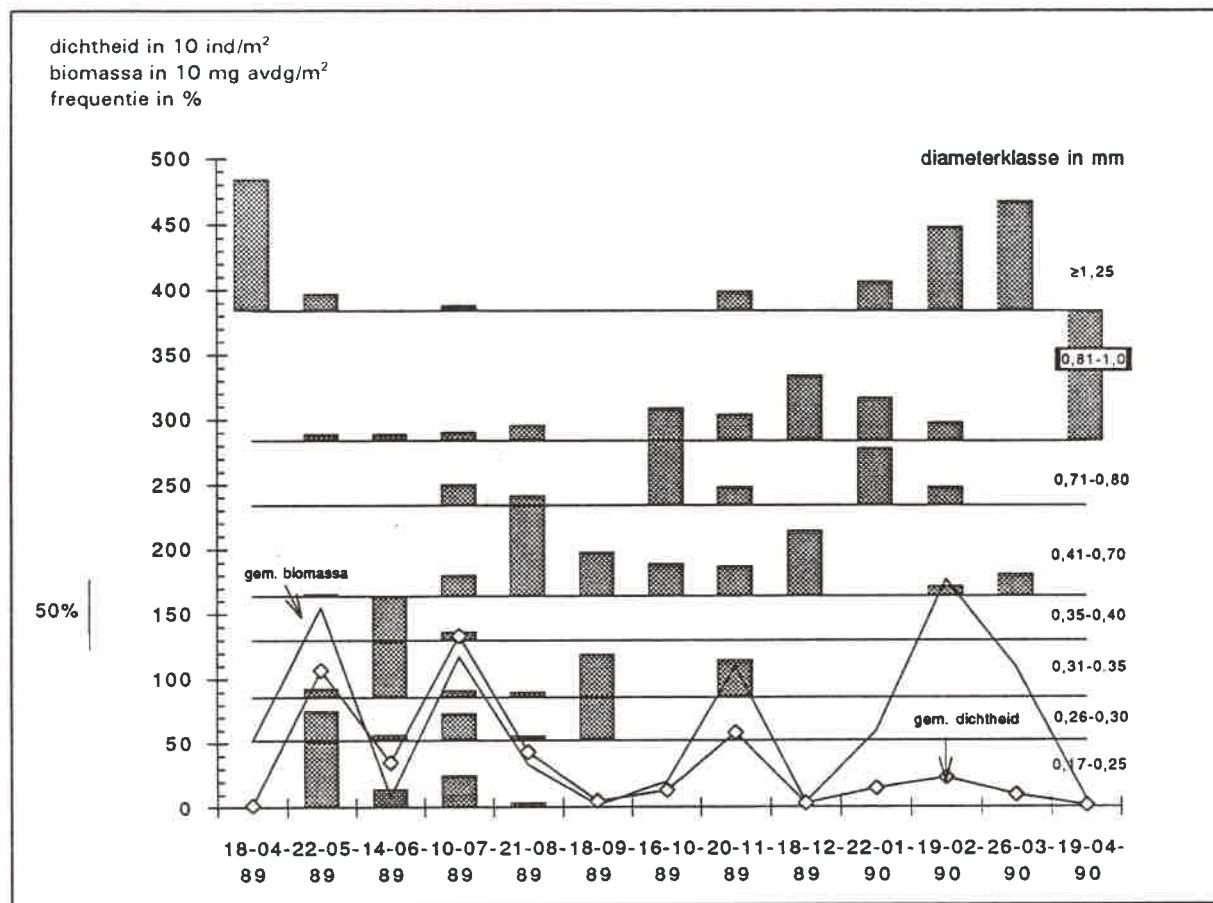
Figuur 3.7 Dichtheid, biomassa en lengtefrequentie-diagram van *Dreissena polymorpha* in het Hollandsch Diep bij Willemstad (mp. 5).

Toelichting op figuur 3.7:

Op grond van groeiselheden van *Dreissena* door het jaar heen (Smit et al., 1992) is in de figuur een aantal pijlen getekend, die aangeven in welke periode van het jaar een mossel van een bepaalde lengteklasse kan door-groeien naar grotere lengteklassen. Voor mosselen die groter zijn dan 8 mm zijn deze groeiselheden niet gemeten.

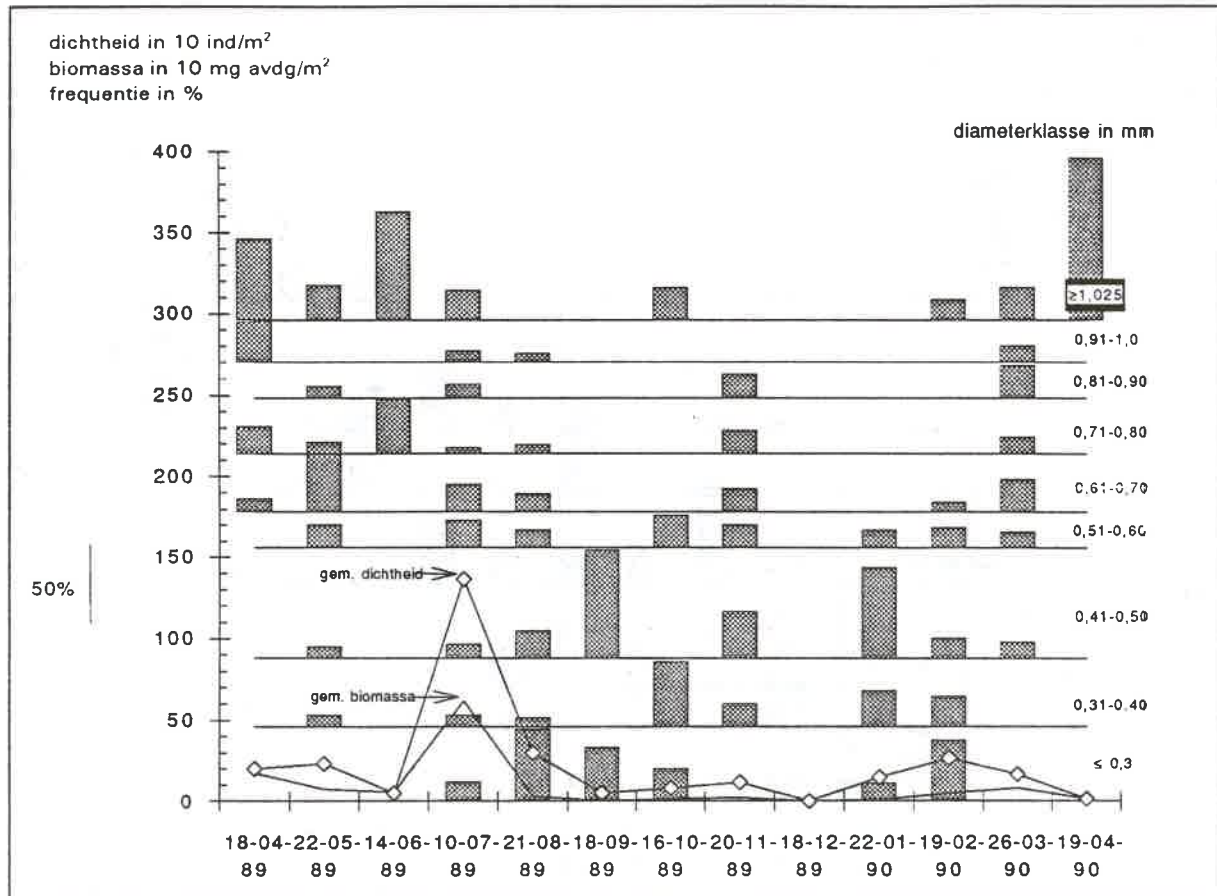
Indien de driehoeksmosselen uit dit onderzoek een vergelijkbare groei ver-tonen met die van Smit et al. (1992), dan start de groei in maart of april. In de periode april-augustus treedt een sterke groei op. In de periode augustus-oktober treedt een geringe groei op en in de periode oktober-maart/april vindt de overwintering plaats. Aan de hand van een voorbeeld kan een cyclus van de driehoeksmossel uit het diagram worden afgeleid. Een mossel die in april 1989 2,5-4 mm is, groeit van april tot juli naar een lengte van 8,5-10 mm. Met deze afmeting wordt de mossel verondersteld volwassen te zijn (Smit et al., 1992). In juli komen de eerste veliger-larven vrij (mededeling A. bij de Vaate), die zich in juli-augustus vast-zetten op het substraat. Indien ze in augustus een lengte bereiken van 2,5-4 mm, dan kunnen ze tot oktober doorgesloei zijn naar 4,5-6 mm. Zo niet, dan overwinteren ze in de klasse 2,5-4 mm. In april van het jaar daarop kan de cyclus herhaald worden en kan een cyclus van 1 jaar worden verondersteld.

De hoogste dichtheid en biomassa zijn aangetroffen in april, september en oktober 1989.



Figuur 3.8 Dichtheid, biomassa en diameterfrequentie-diagram van *Psammoryctides barbatus* in het Hollandsch Diep bij Willemstad (mp. 5).

Op grond van figuur 3.8 kan voor *Psammoryctides barbatus* een eenjarige levenscyclus worden afgeleid. De wormen leggen eicocons vanaf april/mei en mogelijk tot augustus. De eerste jonge exemplaren zijn aangetroffen in mei en de laatste in augustus. Gedurende het gehele jaar treedt groei op, totdat de periode van voortplanting in april aanbreekt. De fluctuaties in de biomassa worden grotendeels veroorzaakt door de fluctuaties in de dichtheden. Uitzonderingen hierop vormen de maanden april 1989 en februari-maart 1990. Hier is de biomassa relatief hoog als gevolg van de hoge individuele biomassa. Deze bevindingen komen in grote lijnen overeen met Ladle en Bird (1984). In de door hen onderzochte beken loopt het broedseizoen van april tot juni en verschijnen jonge individuen in juni-augustus. Deze wormen zijn volwassen in het volgende voorjaar. De volwassen exemplaren verdwijnen door sterfte of predatie snel uit de bodem. Het diagram doet vermoeden dat *P. barbatus* niet langer leeft dan 1 jaar. Onder ideale laboratorium-omstandigheden kunnen deze wormen meer dan 12 jaar oud worden (Timm, 1984).



Figuur 3.9 Dichtheid, biomassa en diameterfrequentie-diagram van *Limnodrilus udekemianus* in het Hollandsch Diep bij Willemstad (mp. 5).

De jonge wormen van *Limnodrilus udekemianus* zijn aangetroffen in de perioden juli-oktober en januari-februari. De jonge wormen uit de eerste periode lijken zich in november voort te planten, waaruit het tweede cohort in januari-februari ontstaat. Deze groeien uit tot grote exemplaren in april en planten zich waarschijnlijk voort in augustus. Dit komt niet overeen met de bevindingen van Lazim en Learner (1986) in een organisch verontreinigde beek in Wales (UK). Zij concluderen een eenjarige levenscyclus, waarbij de jonge wormen van juli tot september uitkomen en pas het jaar daarop volwassen worden. Zij treffen cocons aan van begin februari tot eind augustus en een voornaamste voortplantingsperiode in mei en juni. In de Thames werd de voornaamste voortplantingsperiode gevonden van december tot mei (Kennedy, 1966). De diameter-frequentieverdeling van *L. udekemianus* in het Hollandsch Diep zou hiermee in overeenstemming kunnen zijn, indien de voornaamste voortplantingsperiode niet ligt in de periode december-mei, maar in december én in mei-juni.

Uit het diagram zijn twee generaties per jaar af te leiden. De hoge biomassa wordt in hoofdzaak bepaald door de hoge dichtheden.

4 Discussie

4.1 De plaats van de bodemfauna op de onderzoekslocaties in relatie tot de bodemtypen van het Nederlandse riviersysteem

De bodems in het Nederlandse rivierengebied kunnen grofweg van boven- naar benedenstrooms worden ingedeeld op grond van hun karakteristieke bewoners:

1. *Hydropsyche contubernalis*,
2. *Chironomus nudiventris*,
3. *Propappus volki*,
4. *Lipiniella arenicola*,
5. *Chironomus plumosus*.

In de stromende rivier wordt daarnaast nog *Polypedilum scalaenum* aangetroffen in kribvakken van met name de Waal, waar een goed gesorteerde zandbodem met weinig organisch materiaal aanwezig is (Van Urk en Smit, 1989).

Verder kan *Kloosia pusilla* worden genoemd als een karakteristieke bewoner van schuivend zand. De soort komt lokaal verspreid voor met een zwaartepunt in de omgeving van de Nieuwe Merwede (Smit et al., in prep.).

Aan deze soorten kan vermoedelijk nog *Ephoron virgo* worden toegevoegd, die zich in 1991 na een afwezigheid van een halve eeuw weer in de rivierbodems heeft gevestigd van Lobith tot aan de Nieuwe Merwede (Bij de Vaate et al., 1992). De larven vertonen een voorkeur voor een mengsel van grind, zand en slib. Goed gesorteerde bodems worden gemeden (Schleuter et al., 1989).

1. Het bodemtype met hoge dichtheden van *Hydropsyche contubernalis* bestaat uit grind en is aan te treffen in de Limburgse Maas en het bovenrivierengebied van de Rijn in Nederland (Peeters, 1988; Bij de Vaate en Greijdanus-Klaas, 1991). Het voedsel van *Hydropsyche* bestaat voornamelijk uit grof zwevend materiaal dat uit de waterkolom wordt gefilterd.
2. Het bodemtype met *Chironomus nudiventris* is aan te treffen op zandbodems die slecht gesorteerd zijn en waar het zand een afpleistering vormt van het onderliggende fijnere materiaal. Deze bodems zijn te vinden in de kribvakken en op de bodem van de gestuwde rivieren. Dit geldt voor zowel de Rijn als voor de Maas (Peeters, 1988; Bij de Vaate en Greijdanus-Klaas, 1991; ongepubliceerde gegevens). Het voedsel kan hier een combinatie zijn van gesedimenteerd materiaal en filtraat uit de waterkolom. Zandbewonende algen spelen geen rol als gevolg van de golfslag en diepte.
3. De bodem waar *Propappus volki* domineert, is de benedenloop van de Maas (Peeters, 1988) en ook in het gebied Boven Merwede-Nieuwe Merwede zijn locaties bekend waar deze soort dominant aanwezig is (Smit et al., in prep.). Hoe deze bodemfauna van voedsel wordt voorzien is niet duidelijk. Op de diepe bodem van de benedenloop van de Maas is het aannemelijk dat de voedselvoorziening hoofdzakelijk verloopt via de sedimentatie. In de oeverzone kunnen ook benthische algen bijdragen aan de voedselvoorziening.

4. De zandbodem met de gemeenschap van *Lipiniella* treffen we in het huidige riviersysteem alleen nog aan op de platen in het Haringvliet (zie Dudok van Heel, 1992). Het voedsel van *Lipiniella* zelf bestaat uit benthische algen (ongepubliceerde gegevens van maaginhouden). Voedselvoorziening is verder nog mogelijk via filtratie. Sedimentatie van organisch materiaal zal geen belangrijke bijdrage leveren aan de voedselvoorziening, aangezien deze hogere delen blootstaan aan erosie.
5. *Chironomus plumosus* bewoont de slibbodems van de sedimentatiegebieden. In de stromende rivier is deze soort niet te verwachten, omdat de dynamiek daar te hoog is. Deze soort wordt wel aangetroffen in het Ketelmeer, maar dan niet direct bij de uitmonding waar veel sedimentatie optreedt, maar verder naar het westen met een matige sedimentatie (Kerkum en Van Urk, 1989). Op locaties in het Ketelmeer waar geringe sedimentatie optreedt, wordt de soort weer zeldzaam.

Over het algemeen kan worden aangenomen dat de bodembewoners bij sterke stroming voor hun voedsel hoofdzakelijk zijn aangewezen op het zwevende materiaal in de waterkolom. In de diepe delen van de sedimentatiegebieden wordt het voedsel hoofdzakelijk aangevoerd via de sedimentatie van zwevend materiaal. In de hogere delen van de sedimentatiegebieden kunnen vastzittende algen een bron van voedsel vormen.

Wordt deze indeling afgezet tegen de onderzochte locaties, dan wordt de gemeenschap van *Chironomus plumosus* aangetroffen in het westelijk Haringvliet (mp. 3), met een matige sedimentatie.

Op mp. 5 in het westelijke deel van het Hollandsch Diep (mp. 5) heeft een faunasamenstelling die in de eerste plaats gekarakteriseerd wordt door de aanwezigheid van mosselbanken. Daarnaast ontbreken de bovengenoemde typerende soorten. Deze situatie is uitzonderlijk in het rivierengebied.

Oorzaken voor het optreden van mosselbanken en het belang voor de voedselketen zullen nader worden behandeld in § 4.3.3.

Op mp. 7 in het oostelijk Hollandsch Diep wordt een sterk wisselende faunasamenstelling aangetroffen, hetgeen toegeschreven kan worden aan de hoge dynamiek van de bodem op deze locatie. In maanden met hoge afvoeren worden enige soorten van de stromende rivier aangetroffen zoals *Polypedilum scalaenum* en *Rheotanytarsus spec. P. scalaenum* is de belangrijkste bewoner van kribvakken in de Waal (zie boven) en *Rheotanytarsus* leeft op kribben in de stroming en filtert het passerende water (Walshe, 1950). Beide taxa zijn vermoedelijk bij hoge afvoeren aangevoerd van bovenstrooms. Kenmerkende soorten uit bovenstaande lijst zijn er niet of nauwelijks aangetroffen. Ten opzichte van de bodems in het riviersysteem zijn mp. 7 en mp. 3 exponenten van het sedimentatiegebied. De voedselvoorziening vindt plaats door sedimentatie van organisch materiaal. Hierbij is mp. 7 vergelijkbaar met de monding van de IJssel in het Ketelmeer op die locaties waar de sedimentatie het sterkst is. De bodem van mp. 3 vertoont overeenkomst met die locaties in het Ketelmeer waar de sedimentatie niet meer zo sterk is (Kerkum en Van Urk, 1989). Mp. 5 bezit een bodemfauna die uitzonderlijk is in het rivierengebied. De voedselvoorziening verloopt hier in eerste instantie via filtratie van zwevend materiaal uit de waterkolom (zie verder § 4.3.3).

4.2 Oligochaeta op de onderzoekslocaties en hun rol bij het beoordelen van bodemvormingsprocessen

De drie locaties worden qua aantal en diversiteit in hoofdzaak gekenmerkt door borstelwormen. Hierbij zijn de Tubificidae de belangrijkste "grote" organismen en de Naididae de belangrijkste "kleine" organismen. Het feit dat veel Naididae zijn verzameld ten opzichte van "standaard" onderzoek heeft te maken met de maaswijdte waarover de monsters zijn gezeefd. Als standaard wordt in de regel een zeef met een maaswijdte van 500 μm gebruikt, terwijl in dit onderzoek een zeef met een maaswijdte van 212 μm is gehanteerd. Het voorkomen van beide groepen Oligochaeta zullen in relatie worden gebracht met de bodemvormingsprocessen in dit gedeelte van het rivierengebied.

De verschillen in levensduur en levenswijze tussen Naididae en Tubificidae zijn zeer groot. Over het algemeen hebben individuele Naididae een zeer korte levensduur (1-2 maanden; Timm, 1984) en vermeerderen zich door het afzetten van eicocons of door insnoering (Sperber, 1948). Deze korte levensduur hangt vermoedelijk samen met een hoge mate van opportunisme in stromend water. Klink (1990) nam, bij onderzoek naar drift in de Limburgse Maas, momentane driftpatronen waar bij Naididae. Van de ene dag op de andere werd kunstmatig substraat massaal gekoloniseerd en weer verlaten. Daarnaast vertoonden de dichtheden van Naididae in de drift een significante relatie met afvoeren $> 250 \text{ m}^3/\text{s}$ in het stuwend bovenstrooms Borgharen. Op grond daarvan en op grond van een duidelijke stijging in het zwevende materiaal werd verondersteld, dat bij die afvoer de 'bedload' van de Maas aldaar in beweging komt en de Naididae uit hun substraat wegspoelen.

De meeste bodembewonende Naididae hebben een voorkeur voor zand met weinig organisch materiaal (Ekaterininskaya, 1980; Juget, 1984; Fomenko, 1980). Tubificidae hebben een levensduur die onder ideale omstandigheden meerdere jaren kan omvatten (Timm, 1984). Deze wormen planten zich uitsluitend voort door middel van eieren in een cocon (Brinkhurst en Jamieson, 1971).

In drift worden Tubificidae nauwelijks aangetroffen, hetgeen een aanwijzing is voor een plaatsgebonden levenswijze (Klink, 1990).

Tubificidae worden vooral aangetroffen in bodems met veel organisch materiaal. Ze kunnen massaal voorkomen in stilstaande en stromende wateren die zwaar organisch belast zijn. De in dit onderzoek aangetroffen soorten zijn in grote mate bestand tegen organische verontreiniging. Uitzondering hierop vormen *Aulodrilus limnobius*, *Potamothrix moldaviensis* en *Psammoryctides barbatus*, die gevoeliger zijn voor organische verontreiniging (Lang, 1984; Milbrink, 1980; Slepukhina, 1984). Deze soorten bereiken hun hoogste dichtheden op mp. 5.

Naast een praktische tweedeling (de afmeting) bestaat er dus ook een sterke ecologische tweedeling, waarbij Naididae opportunisten zijn die leven in zand en Tubificidae plaatsgebonden zijn en leven in slib. Deze laatste aspecten zijn door Fomenko (1980) uitgewerkt voor de Oligochaeta van de Dnjepr. Hiertoe zijn de Oligochaeta onderverdeeld in 5 groepen op grond van de mate van stroominnendheid. Slechts één Tubificidae-soort (*Aulodrilus piqueti*) blijkt karakteristiek te zijn voor een zandige bodem in de stroming. Naast andere families van kleine Oligochaeta (Aelosomatidae en Enchytraeidae) zijn op deze bodem 11 soorten Naididae aanwezig. Omgekeerd treden op stagnante plaatsen met een modderbodem de Tubificidae, qua aantal en diversiteit (15 soorten) sterk op de voorgrond en worden nog slechts vier soorten Naididae aangetroffen.

Tabel 4.1 Indeling van de aangetroffen Oligochaeta naar stromingsklassen.

	locatie	mp. 7	mp. 5	mp. 3
Fomenko (1980)	procentuele verdeling	%	%	%
Polyrheofiel	Propappus volki	0,1		
A-mesorheofiel	Amphichaeta leydigii	2,6	0,8	
	Vejdovskyella intermedia	38,4	15,0	5,5
	Uncinais uncinata	0,0	0,2	
	Aulodrilus pigueti	1,0	1,3	0,2
	Specaria josinae	0,1		0,2
B-mesorheofiel	Potamotheix moldaviensis	0,3	2,8	3,2
Limnorheofiel	Psammoryctides barbatus	0,2	1,8	
Limnofiel	Limnodrilus udekemianus		1,3	
	Limnodrilus profundicola		0,1	
	Dero digitata	0,7	0,4	0,5
	Limnodrilus claperedeanus	1,7	0,9	2,0
	Limnodrilus hoffmeisteri	1,6	4,3	2,7
	Tub. juv. m.h. (pect.)	0,6	5,5	10,4
	Tubifex tubifex	0,1	0,3	0,6
	Tub. juv. z.h.	26,9	61,6	71,2
	Potamotheix hammoniensis		0,1	1,1
niet ingedeeld	Nais elinguis	4,8		
	Paranaïs frici	16,3	0,4	
	Amphichaeta sannio	4,5		0,1
	Chaetogaster diaphanus	0,1	0,7	
	Stylaria lacustris		0,8	
	Nais barbata		0,1	
	Aulodrilus limnobius	0,0	0,7	0,1
	Nais communis		0,4	
	Quistadrilus multisetosis	0,1	0,4	0,2
	Branchiura sowerbyi			2,2
	totaal	100	100	100

Tabel 4.2 Omschrijving van de klassen van Fomenko (1980).

klasse	omschrijving
Polyrheofiel	schoon zand en stroming > 30 cm/s
A-mesorheofiel	als vorige + met meer slib en stroming < 30 cm/s
B-mesorheofiel	als vorige, maar ook in dikke modderbodems zonder zand
Limnorheofiel	ontbreekt op schone zandbodem en heeft zwaartepunt in zandige bodems met matig slibgehalte, maar komt ook voor in dikke modderbodems zonder zand
Limnofiel	ontbreekt op schone zandbodem en heeft zwaartepunt in dikke modderbodems zonder zand

Indien deze indeling wordt betrokken op het huidige onderzoek en dat van Dudok van Heel et al. (1992) dan kan worden afgeleid dat Tubificidae door hun plaatsgebondenheid en voorkeur voor stagnante situaties uitstekende indicatoren (kunnen) zijn om stabiele bodems met veel organisch materiaal te karakteriseren. Immers door hun plaatsgebondenheid zal een kenmerkende soortsaamenstelling juist daar tot ontwikkeling komen waar de omstandigheden het meest stabiel zijn. Is men vooral geïnteresseerd in een lange termijn typering van de bodem, dan zijn juist Tubificidae daarvoor bij uitstek geschikt. De onderzoeksresultaten van een eenmalige inventarisatie geven ook een goed beeld van de soortsaamenstelling over een langere periode. Hierbij wordt op grond van de overeenkomsten tussen de soortsaamenstelling in 1988 (Dudok van Heel et al., 1992) en 1989-1990 gedacht aan enige jaren. Structurele veranderingen in het benedenrivierengebied, gedurende enige decennia, zullen met grote waarschijnlijkheid kunnen worden afgeleid uit de soortsaamenstelling van de Tubificidae.

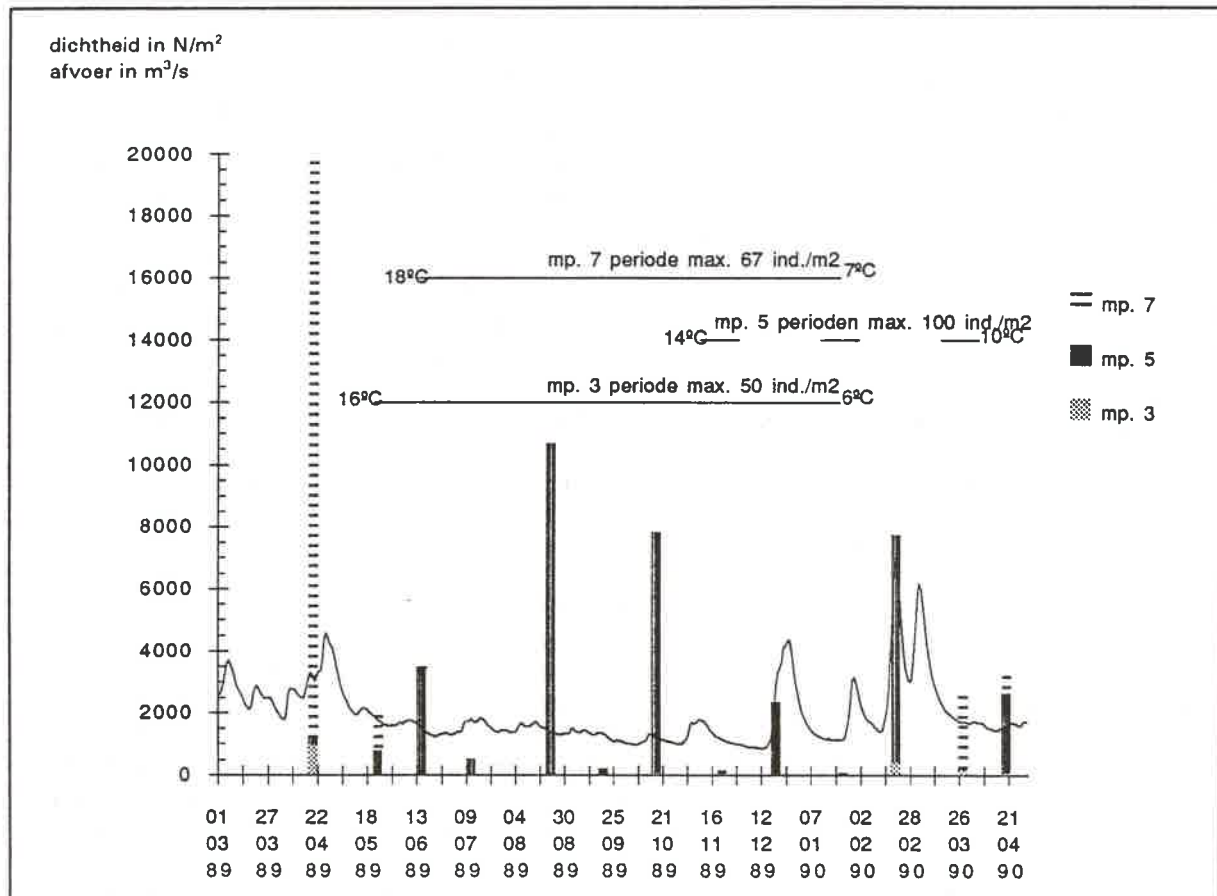
Indien men wil weten hoe de bodem over een langere periode is veranderd, dan kan dit onderzocht worden door bodemonsters te zeven over een maaswijdte van 0,5 mm, waarbij alleen de "grotere" organismen worden geanalyseerd.

Indien het onderzoek zich richt op kleinschalige en kortstondige processen in de bodemvorming en de factoren die daarvoor verantwoordelijk zijn, dan zijn Tubificidae veel minder geschikt. Deze processen hebben in eerste instantie een momentaan karakter, dat veroorzaakt wordt door de voornaamste bodemvormende factoren in een rivier en afgesloten estuarium. Deze factoren zijn afvoerpieken en golfwerking onder invloed van wind en scheepvaart. Dat de Naididae uitermate geschikte indicatoren (kunnen) zijn voor de invloed van de afvoer op de bodemvorming, wordt aan de hand van een aantal voorbeelden toegelicht.

Van de groep soorten in de A-mesorheofiele klasse (tabellen 4.1 en 4.2) zijn vijf soorten tijdens dit onderzoek aangetroffen, waarvan *Vejdovskyella intermedia* in de hoogste dichtheden. Vindplaatsen zijn bekend van de sluisen van Driel, Amerongen en Hagestein, het Vossemeer en Ganzediep (IJssel-delta), Boven Merwede, Woudrichem, Avelingen, Beneden Merwede, Oude Maas, Keizersveer, Amercentrale, Boerenplaat en Ventjagersplaat. Gegevens van Keizersveer uit Peeters (1988), overige gegevens zijn ongepubliceerd.

Op grond van deze verspreiding kan worden afgeleid dat *Vejdovskyella intermedia* een echte rivierbewoner is van de benedenloop. Veelal is op de vindplaatsen een vrij stevige zandbodem aanwezig. In het huidige onderzoek is gekeken naar een relatie tussen het voorkomen van *V. intermedia* op de afzonderlijke locaties door het jaar heen. Hieruit blijkt dat in de koudere maanden de soort talrijk is op mp. 7 en ook op mp. 3 wordt aangetroffen.

In de warmere maanden vertoonde de soort juist een optimum op mp. 5 en worden lage aantallen verzameld op mp. 7 en mp. 3. Vermoedelijk is de verspreiding echter niet gecorreleerd aan de temperatuur, maar aan de rivierafvoer. In figuur 4.1 zijn de dichtheden van *V. intermedia* weergegeven in relatie met de afvoer (bij Lobith, een dag eerder).



Figuur 4.1 Dichtheden van *Vejdovskyella intermedia* op de onderzochte locaties over de periode april 1989-april 1990 in vergelijking met de afvoer van de Rijn bij Lobith (een dag eerder).

Toelichting op figuur 4.1:

De kolommen geven cumulatief de dichtheden weer van *V. intermedia* op de drie monsterpunten.

De drie horizontale lijnen geven voor iedere locatie de periode aan dat *V. intermedia* afwezig is of slechts in zeer lage dichtheden is aangetroffen. Hierbij zijn voor de volledigheid ook de temperatuurtrajecten vermeld. De fluctuerende lijn is de afvoer van de Rijn (bij Lobith).

Uit figuur 4.1 blijkt dat *V. intermedia* op mp. 3 alleen in april 1989 en in februari-maart 1990 in aantallen $> 50/\text{m}^2$ aanwezig is. Voor mp. 5 geldt dat zeer lage dichtheden slechts gevonden zijn in november 1989 en januari en maart 1990. In de periode met lage afvoeren worden hier meestal hoge dichtheden aangetroffen. Op mp. 7 vertoont *V. intermedia* een tijdelijke variatie die overeenkomt met mp. 3, zij het dat de periode van (bijna) afwezigheid een maand korter is en dat de dichtheden veel hoger zijn dan op mp. 3. Uit de voorkeur van *V. intermedia* voor zand met een matige hoeveelheid organisch materiaal (Fomenko, 1980) is uit figuur 4.1 het volgende af te leiden:

- *V. intermedia* is in staat om zeer snel het geschikte substraat te koloniseren.
- Dit substraat is bij lagere afvoeren niet aanwezig op mp. 3 en mp. 7.
- Dit substraat is bij lagere afvoeren wel aanwezig op mp. 5.
- Dit substraat is in wisselende mate aanwezig op mp. 7, na een periode met hogere afvoeren.
- Dit substraat is in zeer beperkte mate aanwezig op mp. 3 na een periode van hogere afvoeren.
- Dit substraat is na een periode van hogere afvoeren niet aanwezig op mp. 5.

Deze bevindingen zijn overeenkomstig met de sedimentatiepatronen op langere termijn, zoals ze zijn vastgesteld in de zuidrand van het Noordelijke Delatabekken (Van Dreumel en Dekker, 1990). In het traject Nieuwe Merwede tot voorbij de Moerdijkbruggen is in de periode 1970-1982/84 een sterke verondieping opgetreden (> 20%). In de periode tot 2000 zal in de Nieuwe Merwede een evenwichtssituatie zijn opgetreden, terwijl in het Hollandsch Diep tot Moerdijk nog slechts een geringe verondieping (0,5-5%) zal plaatsvinden. Voor de sedimentsamenstelling betekent dit dat, gaande naar de evenwichtssituatie, de sliblaag in het oostelijk Hollandsch Diep zal worden afgepleisterd met zandig materiaal. Dit houdt in dat de bodem in toenemende mate geschikt zal worden voor *V. intermedia*. Momenteel wijst het voorkomen van *Vejdovskyella intermedia* erop dat hier bij afvoeren boven de 3.500 m³/s (Lobith) al een zandige toplaag wordt afgezet, die overigens in korte tijd weer met slib wordt bedekt.

In het westelijk Hollandsch Diep is vanaf 1970 slechts een verondieping opgetreden van 0,5-5%. Dit zal vermoedelijk voor het grootste deel veroorzaakt worden door sedimentatie in de diepe geulen. Op het bemonsterde stroombed (mp. 5) zal naar verwachting de verondieping beperkt zijn gebleven en de bodem is zandig en stabiel. Deze bodem is momenteel bij gemiddelde afvoeren geschikt voor *V. intermedia*. In de periode 1987/89-2000, zal het Hollandsch Diep benedenstrooms de Moerdijkbruggen het voornaamste sedimentatiegebied vormen. Hierdoor zal de bodem op mp. 5 gaan opslibben. Uit het feit dat hier na hoge afvoeren nauwelijks *V. intermedia* wordt aangetroffen, kan worden afgeleid dat er bij afvoeren boven circa 3.500 m³/s momenteel al slib bezinkt op mp. 5. In de toekomst zal dit alleen maar toenemen, waardoor *V. intermedia* hier in aantal zal achteruitgaan.

In het Haringvliet is in de periode 1970-1987/89 een verondieping opgetreden van 0,5-5%. In de prognose 1987/89-2000 zal deze verondiepingssnelheid zich nog niet wijzigen. Op mp. 3 zal een sterkere verondieping zijn opgetreden, omdat het meeste materiaal bezinkt in de geulen en de minste in de ondiepe delen (Van Dreumel en Dekker, 1990). Momenteel vormt de bodem van mp. 3 alleen na hogere afvoeren een marginale habitat voor *V. intermedia*. Vermoedelijk zal deze situatie zich in de nabije toekomst niet drastisch wijzigen.

De geschetste relatie tussen het voorkomen van *V. intermedia* en de afvoer wordt ondersteund door ongepubliceerd onderzoek van Oligochaeta op de Boerenplaat, Ventjagersplaat en Slijkplaat. Bij dat onderzoek zijn maandelijkse bemonsteringen uitgevoerd in de periode april-december 1987. Hieruit blijkt dat op de Boerenplaat *V. intermedia* gedurende de gehele periode in hoge dichtheid aanwezig is. Op de Ventjagersplaat zijn slechts grote aantallen aangetroffen na een afvoerpiek. Op de Slijkplaat is incidenteel een exemplaar aangetroffen. Hier tekent zich eenzelfde beeld af als in het huidige onderzoek.

Sommige locaties zijn onder normale omstandigheden geschikt voor *V. intermedia*, terwijl op andere locaties incidenteel hoge dichtheden kunnen voorkomen in een periode na hoge afvoeren. De gegevens wijzen erop dat de soort haar meest westelijke verspreiding heeft rond de Ventjagersplaten in het Haringvliet (bij hoge afvoer). Uit deze verspreiding in ruimte en tijd kan een karakterisering van de bodemvormende processen in het Hollandsch Diep-Haringvliet worden afgeleid. In het oostelijke deel van het Hollandsch Diep vindt onder normale omstandigheden sedimentatie plaats van slib en met hogere afvoeren wordt hier zand afgezet. In de perioden dat hier zand wordt afgezet, wordt het slib verder in het Hollandsch Diep afgezet. Voorbij dit hoogwater-sedimentatiefront treedt geen sedimentatie meer op van slib. De gemeenschap van Naididae kan totaal veranderen in perioden die korter zijn dan de intervallen van circa 1 maand tussen de bemonsteringen. Hierdoor geven eenmalige bemonsteringen geen bruikbaar beeld van de situatie gedurende een jaar, laat staan over meerdere jaren. Wel kunnen perioden met gemiddelde afvoeren representatief worden geacht voor een groot gedeelte van het jaar. In perioden volgend op een hoge afvoer kan worden bepaald waar de normale sedimentatie/erosiepatronen zich wijzigen. Met behulp van de Naididae in dit onderzoek kan worden vastgesteld dat bij afvoeren van 3.500-4.000 m³/s (Lobith) een wezenlijke verandering optreedt in de sedimentatiepatronen op mp. 5 en mp. 7. In mindere mate is dit het geval op mp. 3. Deze bevindingen werpen ook een nieuw licht op de berekening van een saprobie-index met behulp van *Oligochaeta* (Lafont et al., 1988; het materiaal is hierbij gezeefd over 160 µm). Deze index fluctueert op de onderzochte locaties in relatie tot de geschetste veranderingen in het sedimentatiepatroon. Indien kortstondig gunstige omstandigheden voor Naididae aanwezig zijn stijgt de waardering en wordt een locatie beoordeeld als schooner. Om die reden heeft het gebruik van deze index geen waarde in dit gebied, indien hierin ook Naididae worden betrokken (hetgeen uitdrukkelijk de bedoeling is bij deze index).

4.3 Schatting van de jaarlijkse produktie

4.3.1 Schatting van de produktie op de onderzoekslocaties

Met behulp van de 'size-frequency' methode (Benke, 1984) is een schatting gemaakt van de jaarlijkse produktie van de bodemfauna op de onderzoekslocaties. In bijlage 7 wordt een produktieberekening gegeven van de driehoeksmossel op mp. 5. Bij deze produktie gaat het om de hoeveelheid geproduceerde biomassa per tijdseenheid, ongeacht het lot van de betreffende organismen (bijv. predatie of uitvliegen; Benke, 1984).

Met behulp van de afmeting/frequentie-diagrammen is voor de belangrijkste soorten een schatting gemaakt van het aantal generaties (cohorten) per jaar. In tabel 4.3 zijn deze schattingen weergegeven. Deze schattingen zijn hoofdzakelijk afkomstig van de soorten die verzameld zijn op mp. 5. Alleen de schatting van het aantal cohorten van *Branchiura sowerbyi* is ontleend aan de bemonsteringen op mp. 3, de enige locatie waar deze soort is aangetroffen. Voor de overige soorten op mp. 3 en mp. 7 zijn de cohortschattingen van deze soorten op mp. 5 gebruikt. De reden hiervoor zijn de lage dichtheden van deze soorten op mp. 3 en mp. 7, waardoor het niet mogelijk bleek verschillen vast te stellen in groeisnelheden tussen de monsterpunten onderling (zie verder bijlage 5 voor de afzonderlijke lengte/frequentieverdelingen van de hier genoemde soorten).

Tabel 4.3 Aantal cohorten per soort per jaar waarmee de produktie-berekeningen zijn uitgevoerd.

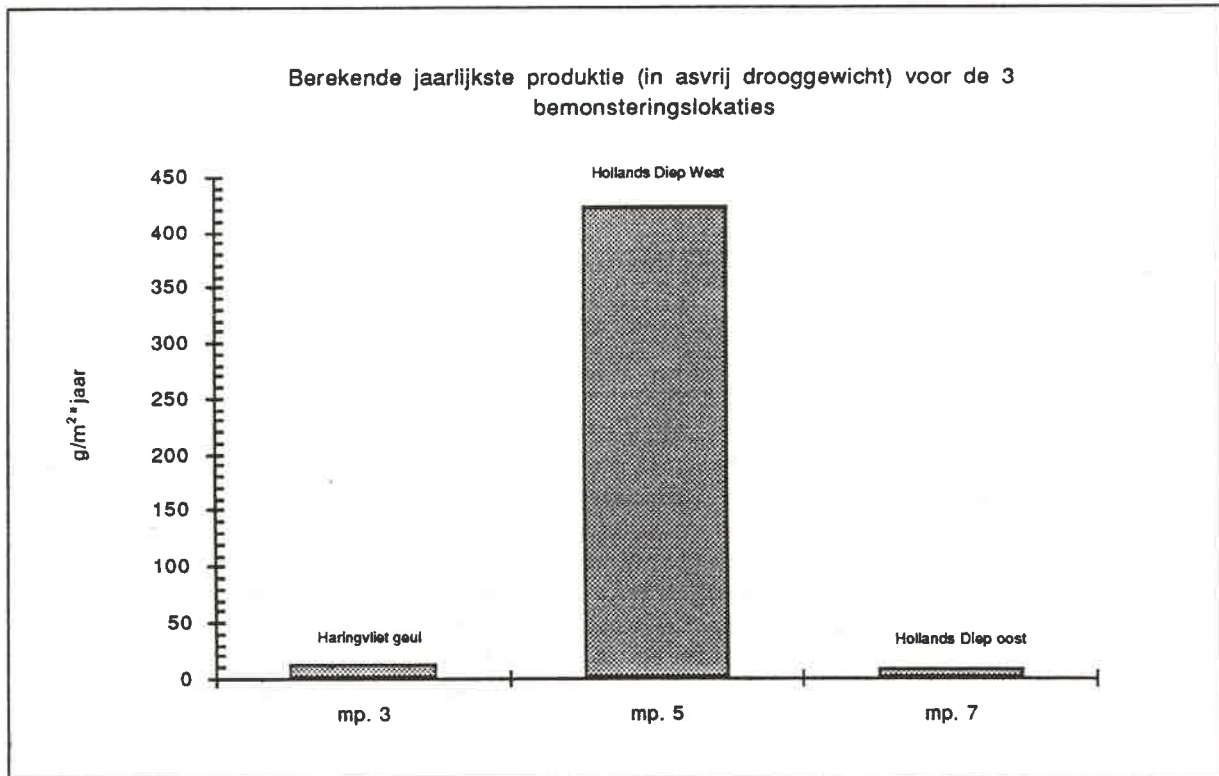
taxon	aantal cohorten/j
Branchiura sowerbyi	1
Dreissena polymorpha	1
Limnodrilus clapedeanus	3
Limnodrilus hoffmeisteri	4
Limnodrilus udekemianus	2
Potamothrix moldaviensis	2
Procladius spec.	2
Psammoryctides barbatus	1
Tubificidae juveniel met haren	4
Tubificidae juveniel zonder haren	4

De schatting van het aantal cohorten per jaar voor de afzonderlijke soorten, heeft belangrijke gevolgen voor de schatting van de produktie. De produktie per cohort moet namelijk vermenigvuldigd worden met het aantal cohorten per jaar om de jaarlijkse produktie te berekenen.

In bijlage 6 is voor de onderzochte locaties de produktie per soort uitgerekend, uitgaande van het geschatte aantal cohorten (tabel 4.3). Indien geen indicatie kon worden gevonden voor het aantal cohorten per jaar dan is uitgegaan van 1 cohort per jaar. Daarnaast is een minimale en maximale produktie berekend. De minimale produktie houdt in dat ook de negatieve produktie meetelt in de berekeningen. Negatieve produkties ontstaan als een grotere lengteklasse in grotere dichtheden wordt aangetroffen dan de lengteklasse direct daaronder.

Bij de berekening van de maximale produktie zijn deze negatieve produkties niet meegeteld. Benke en Wallace (1980) bevelen aan om de negatieve produktie wel mee te tellen, behalve als sprake is van een duidelijke onderrepresentatie van bepaalde lengteklassen. Dit kan met name optreden door de onderschatting van de kleinste lengteklassen, die door de mazen van de zeef kunnen verdwijnen. De gemiddelde ratio tussen de cohortproduktie en de gemiddelde biomassa (P/B_{gem}) bedraagt in veldsituaties meest een waarde van circa 5. Onder uiteenlopende omstandigheden kan deze ratio variëren tussen 2 en 8 (Waters, 1979). De berekende P/B_{gem} -ratio's voor de drie locaties te zamen bedragen resp. 3,3 ($\pm 1,6$) en 4,4 ($\pm 1,7$) voor de minimale- en maximale produktie. Hieruit blijkt dat het verschil tussen berekening met of zonder negatieve produkties betrekkelijk weinig invloed (30%) heeft op de berekende produktie. De P/B -ratio's liggen aan de onderkant van de aangegeven range van 2-8. Dit wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door de relatief lage P/B_{gem} -ratio's van de volwassen Tubificidae. Lazim en Learner (1986) berekenden voor de soorten *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Limnodrilus udekemianus* en *Tubifex tubifex* een P/B_{gem} -ratio van 2,8 tot 4,6, hetgeen goed overeenstemt met hier gevonden waarden. Bij analyse van de verschillen in P/B_{gem} -ratio tussen mp. 3, mp. 5 en mp. 7 blijkt, dat juveniele Tubificidae zonder haarchaetae op mp. 5 een significant hogere P/B_{gem} -ratio bezitten dan op mp. 3 ($p < 0,05$) en op mp. 7 ($p < 0,01$). *Limnodrilus clapedeanus* heeft op mp. 7 een significant hogere P/B_{gem} -ratio dan op mp. 3 ($p < 0,05$). De overige soorten vertonen wat betreft hun P/B_{gem} -ratio geen significante verschillen tussen de bemonsterde locaties.

In figuur 4.2 is de minimale produktie geschat op de onderzochte locaties.



Figuur 4.2 Berekende jaarproductie van de bodemfauna op de onderzochte locaties.

Vergelijken we de produktie van Tubificidae in een organisch verrijkte beek (298 g/m²*jaar; Lazim en Learner, 1986) dan valt de berekende produktie op mp. 3 en mp. 7 hierbij in het niet (resp. 11,4 en 7,2 g/m²*jaar). Een totale produktie van 50-100 g/m²*jaar kan hoog worden genoemd in zowel stilstaand als stromend water (Benke, 1984). Hiervan uitgaande wordt er op mp. 3 en mp. 7 weinig geproduceerd. Op mp. 5 is de produktie hoger dan de maximaal gevonden waarde van 298 g/m²*jaar (Lazim en Learner, 1986) in de geraadpleegde literatuur. Dit is hoofdzakelijk het gevolg van de produktie van Dreissena, aangezien de fauna (excl. Dreissena) 131 g/m²*jaar voor hun rekening neemt. In § 4.3.3 zal nader ingegaan worden op de mogelijke oorzaak van de uitzonderlijk hoge produktie op mp. 5.

4.3.2 Schatting van de produktie op eerder onderzochte locaties van de zuidrand van het Noordelijk Deltabekken

Met behulp van de gevonden verhoudingen tussen biomassa en produktie is de produktie geschat voor het gebied van de Amer, de Nieuwe Merwede, het Hollandsch Diep en het Haringvliet. Hiervoor zijn de biomassa-gegevens gebruikt van Dudok van Heel et al. (1992). Het aantal cohorten per jaar is voor Oligochaeta gesteld op 3 cohorten per jaar, voor Chironomidae op 2 cohorten per jaar en voor schelpdieren op 1 cohort per jaar. Om het belang van mosselbanken te bepalen voor de overige bodemfauna is in tabel 4.4 de produktie weergegeven exclusief Dreissena. De overeenkomende locatienummers uit beide onderzoeken zijn dezelfde locaties.

Tabel 4.4 Berekende produkties (excl. Dreissena) en de biomassa van Dreissena voor de zuidrand per onderzochte locatie.

	biotoop	gebied	produktie excl. Dreissena g/m ² *jaar	biomassa Dreissena mg/m ²
naar Dudok van Heel et al.:				
1	bank	HV	12,0	0,8
2	stroombed	HV	15,1	0,85
3	geul	HV	20,7	11,15
4	bank	HD-west	19,1	69,6
5	stroombed	HD-west	77,3	30.446,9
6	geul	HD-west	16,5	0
7	stroombed	HD-oost	6,2	0
8	stroombed	HD-oost	7,4	0
9	geul	HD-oost	11,6	0
10	stroombed	Amer	16,3	25,25
11	stroombed	Amer	10,8	0,3
12	stroombed	Amer	11,9	0
13	stroombed	NM	2,6	8,3
14	bank	NM	4,1	0
dit onderzoek:				
3	geul	HV	11,39	0
5	stroombed	HD-west	131,25	54.360
7	stroombed	HD-oost	7,21	0

Uit tabel 4.4 kan worden afgelezen dat de berekende produktie aan de hand van biomassa-gegevens eenzelfde beeld schetst als de geschatte produkties met de afmeting-frequentiemethode. Bij mp. 5 wordt in beide gevallen de hoogste produktie berekend, mp. 3 is intermediair en mp. 7 produceert het minst. Opvallend is, dat de produktie voor de afzonderlijke biotopen (bank, stroombed, geul) relatief weinig spreiding vertoont, terwijl de soortsaanstelling op de banken (veel Chironomidae) wezenlijk anders is dan die in het stroombed en in de geulen (weinig Chironomidae). Een uitzondering hierop vormen alleen de mosselbanken.

Tabel 4.5 Berekende produktie (excl. Dreissena) voor de zuidrand per riviertraject.

naar Dudok van Heel et al. (1992)	biotoop	produktie excl. Dreissena g/m ² *jaar ± st.dev.
HV-gem.	geul + bed + bank	16,0 ± 3,6
HD-west	geul + bed + bank	37,6 ± 28,0
HD-oost	bed + bank	8,4 ± 2,3
NM	bed + bank	3,4 ± 0,8
Amer	bed	11,4 ± 0,8

In tabel 4.5 is een trend waarneembaar in de produktie van de bodemfauna in het lengteprofiel. Gaande van de Nieuwe Merwede naar het Haringvliet stijgt de produktie tot het westelijke deel van het Hollandsch Diep, om in het Haringvliet weer te dalen. Deze trend is waarschijnlijk het gevolg van de gebiedsafhankelijke sedimentatie. Het zuidelijke deel van de Nieuwe Merwede en het oostelijke deel van het Hollandsch Diep zijn momenteel de gebieden waar het merendeel van het sediment bezinkt. De hoge sedimentatiesnelheden hebben tot gevolg dat de bodem instabiel is en daardoor weinig geschikt voor bodembewonende macro-evertebraten.

De hoge produktie in het Hollandsch Diep-west is het gevolg van de enorme produktie van de fauna (excl. driehoeksmosselen) in het stroombed met mosselbanken. In de geul en op de bank wordt vergelijkbaar geproduceerd als in het Haringvliet.

In tabel 4.6 wordt een overzicht gegeven van de schattingen van de totale produktie in het Hollandsch Diep-Haringvliet. Hierbij zijn de gemiddelde biomassa's van de driehoeksmossel gebruikt voor beide gebiedsdelen die elk zijn onderverdeeld in een oostelijk en een westelijk deel (gegevens Dudok van Heel *et al.*, 1992). Bij deze produktie is de gemiddelde produktie van de overige bodemfauna opgeteld (zie tabel 4.4).

Tabel 4.6 Overzicht van de geschatte jaarlijkse produktie van biomassa (asvrij drooggewicht) in het Hollandsch Diep-Haringvliet.

	oppervlak	P Dreissena	P overige	P in ton/	P gebied/	P Dreissena/
	ha	g/m ² *jaar	g/m ² *jaar	gebied*jaar	P totaal %	P totaal %
.....						
HV-west	3.875	8,7	16,0	957	21	35
HV-oost	3.875	27,8	16,0?	1.699	37	64
HD-west	1.812	51,6	37,6	1.617	35	58
HD-oost	1.812	11,0	8,4	352	8	57
totaal	11.374			4.624	100	55

De produktie van de bodemfauna (excl. Dreissena) in het oostelijke deel van het Haringvliet is gelijk gesteld aan die van het westelijke deel, omdat voor het oostelijke deel geen nadere gegevens zijn gevonden. Naar verwachting zal de produktie hier echter hoger liggen gezien de hogere dichtheden van driehoeksmosselen.

De totale produktie van de bodembewonende macro-evertebraten wordt geschat op ruim 4.600 ton per jaar. Hiervan nemen Haringvliet-oost en Hollandsch Diep-west ruim 70% voor hun rekening. De directe produktie van Dreissena bedraagt 55% van de totale produktie. Indirect is de bijdrage van Dreissena waarschijnlijk nog veel hoger door de hogere produktie van de overige fauna in de mosselbanken.

Vergelijking van de jaarlijkse produktie van de bodemfauna in het Hollandsch Diep-Haringvliet (4.624 ton asvrij drooggewicht) met de berekende accumulatie van organische koolstof in het gebied (82.000 ton koolstof; Admiraal en Van Zanten, 1988) leert, dat bij een verhouding asvrij drooggewicht:koolstof van 2 (Van Liere, 1986), slechts 2,8% van de aangevoerde hoeveelheid koolstof in het gebied wordt omgezet in biomassa. Indien we ervan uitgaan dat grofweg 75% van dit slib bezinkt in het oostelijk Hollandsch Diep (61.500 ton koolstof/jaar) en dat de produktie slechts 352/2 = 126 ton C bedraagt, dan wordt in dat gebied slechts 0,2% van de aangevoerde koolstof omgezet in biomassa van de bodemfauna. De resterende 25% van de aangevoerde koolstof bezinkt dan in het westelijk Hollandsch Diep en Haringvliet (20.500 ton koolstof/jaar), waaruit 2.136 ton koolstof aan biomassa ontstaat met een benuttingspercentage van meer dan 10%.

4.3.3 Mogelijke oorzaken voor de grote invloed van mosselbanken op de productie

Hierbij zijn twee vragen van belang:

- Wat is de oorzaak voor het ontstaan van mosselbanken?
- Wat is de oorzaak van het verschijnsel, dat de overige bodemfauna een veelvoud produceert in mosselbanken ten opzichte van de bodemfauna op een kale bodem?

Een eenduidig antwoord kan niet worden gegeven op deze vragen, maar een aantal belangrijke zaken kunnen wel worden belicht.

Ten aanzien van het ontstaan van mosselbanken is het noodzakelijk dat de post-veliger larven zich op de bodem kunnen vasthechten. Dit betekent dat het substraat voldoende grof moet zijn voor de aanhechting van de byssusdraden. De aanhechting van de byssusdraad op vast substraat neemt circa 1 mm² oppervlak in beslag (Eckroat et al., 1992). Dit betekent dat, voor een eerste vestiging, grof zand (of ander grof materiaal) op de bodem aanwezig moet zijn. Is een oppervlak eenmaal gekoloniseerd, dan kunnen de vastzittende schelpen dienen als aanhechtingsplaatsen voor de nieuwkomers. Een tweede aspect, dat van groot belang kan zijn voor de ontwikkeling van de driehoeksmossel, is de sedimentatiekarakteristiek in een bepaald gebied. Bij de Vaate et al. (in voorbereiding) vermoeden dat een sterke sedimentatie van slib de aanhechting van post-veligers kan verhinderen. Bovendien kunnen de mosselen in sedimentatiegebieden bedekt worden door een laag slib. Een dergelijke relatie tussen het sedimentatiegebied van de Lek en de lage dichtheden van Dreissena wordt wel gevonden. In de IJssel echter niet (Bij de Vaate et al., in voorbereiding a).

In de zuidrand treden alleen hoge dichtheden op van de driehoeksmossel in het westelijke deel van het Hollandsch Diep en in mindere mate in het aangrenzende deel van het Haringvliet (Dudok van Heel et al., 1992). Het is aannemelijk dat, in het gebied waar het huidige zwaartepunt ligt van de sedimentatie (Hollandsch Diep-oost), geen geschikte biotoop aanwezig is voor vestiging en groei. Dat er verder benedenstrooms wel mosselbanken zijn, kan in relatie worden gebracht met een zandige bodem (weinig sedimentatie). De oorzaak van de lage dichtheden van de driehoeksmossel in het Haringvliet blijft hiermee echter onduidelijk.

Dat de bodemfauna in mosselbanken veel meer produceert dan op een kale bodem, kan eveneens een aantal redenen hebben.

Allereerst is het effectieve oppervlak van een mosselbank vele malen groter dan die van een kale rivierbodem. Daarnaast produceert de driehoeksmossel pseudo-faeces, die waarschijnlijk een hoogwaardige voedselbron vormen voor de overige bodemfauna (Smit et al., 1991). De mosselbank is het resultaat van een stabiele bodem en zal zelf ook een stabiliserende werking uitoefenen op de bodem, hetgeen als regel bevorderlijk is voor de diversiteit en wellicht ook voor de productie.

Hier wordt alleen nader ingegaan op de kwaliteit van het voedsel, aangezien de overige aspecten zich niet goed laten kwantificeren.

Drie bronnen van voedsel kunnen van belang zijn op de bodem:

- Primaire produktie op de bodem.
- Aanvoer van voedsel met gesedimenteerd materiaal.
- Aanvoer van voedsel met zwevend materiaal.

Primaire produktie zal op de onderzochte bodems niet plaatsvinden, omdat ze onder de eufotische zone liggen. Deze zone bestaat uit de bovenste 90 cm van de waterkolom (Van Urk, 1984; Vermaat en Van Viersen, 1990).

Op locaties zonder mosselbanken (of andere filteraars) zal de bodemfauna zich moeten voeden met het gesedimenteerde materiaal.

Op locaties met mosselbanken filteren de driehoeksmosselen de waterkolom en wordt daarmee in ieder geval ook de voedingsbron van het zwevende materiaal benut.

Doordat bezinking van het zwevende materiaal voornamelijk optreedt in het oostelijk Hollandsch Diep en de verblijftijd van het water naar het westen toeneemt, is het niet ondenkbaar dat ook de voedingswaarde van het zwevende materiaal (en het daarvan afkomstige sediment) naar het westen toeneemt, doordat het anorganische materiaal bezinkt en het fyto- en zoöplankton blijft zweven. Een aanwijzing hiervoor kan worden gevonden bij vergelijking van het chlorofyl-a-gehalte en de zichtdiepte in het traject Moerdijkbruggen-Haringvlietsluizen. Hieruit blijkt dat de zichtdiepte in dit traject grofweg stijgt van 60 cm naar 120 cm, maar dat het chlorofyl-a-gehalte niet verandert (Smit, 1991).

Door het filteren van zwevend materiaal in een mosselbank en de bezinking van een geringe hoeveelheid zwevend materiaal in het westen van het Hollandsch Diep is de voedselvoorziening op mp. 5 dus principieel afwijkend van de voedselvoorziening op mp. 3 en 7, waarbij het voedsel via sedimentatie wordt aangeleverd aan de bodemfauna.

Behalve dat de driehoeksmossel de waterkolom filtert, produceert de mossel ook pseudo-faeces die als voedsel kunnen dienen voor de overige bodemfauna. De hoeveelheid organisch materiaal, dat op mp. 5 met de pseudo-faeces wordt geproduceerd, is geschat met behulp van de verhouding tussen de produktie van biomassa en pseudo-faeces van 10:13, die Walz (1978) heeft aangetroffen in een populatie in het Bodenmeer. Uitgaande van deze verhouding wordt een jaarlijkse hoeveelheid van 413 g/m² organische stof via de pseudo-faeces toegevoegd aan de bodem. Gezien een berekende produktie van 131 g/m²*jaar voor de overige bodemfauna, zou het mogelijk kunnen zijn dat de pseudo-faeces het voornaamste voedsel vormen voor de overige bodemfauna.

Uit het bovenstaande lijken vooral de aanwezigheid van geschikt substraat en het daarmee samenhangende voorkomen van mosselbanken, de belangrijkste factoren te zijn voor de benutting van het zwevende materiaal. Kan dit materiaal niet worden benut, zoals op mp. 3 en mp. 7, dan heeft dit een zeer sterke reductie van de produktiviteit van de bodemfauna tot gevolg.

4.4 Invloed van bemonsteringen in meervoud op de betrouwbaarheid van de dichtheidsbepaling

Alle locaties zijn maandelijks in 6-voud bemonsterd, zodat het mogelijk is om een evaluatie te maken van het nut of de noodzaak van het nemen van meervoudige monsters, afgewogen tegen de onderzoeksinspanning.

De betrouwbaarheid van de bepaling van de dichtheid met bemonstering in 2- tot 6-voud is als volgt bepaald:

De dichtheden per replica zijn $\ln(N+1)$ getransformeerd. Van de replica's is het 90%-betrouwbaarheidsinterval berekend volgens:

$$\text{gemiddelde dichtheid} = \pm t(90\%) * \sqrt{\text{variantie/aantal deelmonsters}}$$

(Elliot, 1970)

Student's $t(90\%)$ = resp. 2.015, 2.132, 2.353, 2.920 en 6.314 voor 6- tot 2-voudige bemonsteringen (Steel en Torrie, 1980; tabel A3). Na de berekening voor zes deelmonsters is één deelmonster verwijderd en is het 90%-betrouwbaarheidsinterval van de gemiddelde dichtheid berekend op grond van vijf deelmonsters enz., totdat twee deelmonsters resteren. Hierbij is ervan uitgegaan dat de deelmonsters random in het bestand zijn opgenomen. Hierna zijn de onder- en bovengrenzen weer tot de e-macht verheven en uitgedrukt als percentage van het gemiddelde. Deze berekening leidt tot 13 maal vijf betrouwbaarheidsintervallen per locatie. Deze 75 intervallen zijn over het jaar gemiddeld, zodat per locatie een gemiddeld betrouwbaarheidsinterval ontstaat.

In tabel 4.7 zijn de minimale, gemiddelde en maximale waarden van dit gemiddelde betrouwbaarheidsinterval weergegeven als percentage van het gemiddelde.

Tabel 4.7 Invloed van het aantal deelmonsters op de 90%-betrouwbaarheidsintervallen van de gemiddelde dichtheid.

aantal deel- monsters	mp. 3			mp. 5			mp. 7		
	min.	gem.	max.	min.	gem.	max.	min.	gem.	max.
2		29	100	85.274	12	100	258.485	30	100 3.696.200
3		36	100	517	37	100	536	35	100 784
4		45	100	269	49	100	256	45	100 326
5		54	100	213	55	100	203	50	100 240
6		60	100	181	59	100	181	54	100 206

Uit tabel 4.7 is af te leiden dat het bemonsteren in duplo weinig betrouwbaar is. Zelfs bemonstering van zes replica's geeft nog een betrouwbaarheidsinterval in de orde van 60-200% van het gemiddelde. Daarnaast blijkt dat er een duidelijke afname van de meeropbrengst optreedt bij ieder extra deelmonster. De meeste winst wordt geboekt bij het derde deelmonster. Via regressie is bepaald, dat bij tien deelmonsters het betrouwbaarheidsinterval in de orde van 80-150% zal bedragen.

5 Conclusies

1. Zeven van een bodemonster over een maaswijdte van 500 μm geeft een goede indruk van de grotere soorten bodembewoners en deze indruk geldt voor een langere periode (ten minste 1 jaar).
2. Indien men geïnteresseerd is in de kortlopende bodemvormende processen, dan zijn Naididae hiervoor uitstekende indicatoren. Dit heeft als consequentie dat een bodemonster gezeefd moet worden over een maaswijdte van 212 μm , hetgeen bij het uitwerken van het totale monster naar schatting 4 maal zoveel tijd in beslag neemt als onderzoek van de zeefrest na het zeven over 500 μm . Het meeste extra werk is gelegen in het uitzoeken met behulp van een stereo-microscop ten opzichte van het blote oog.
3. Het is mogelijk om met Naididae de samenstelling van de top laag van het sediment te bepalen met een tijdsresolutie van enige weken. Hierdoor ontstaat de mogelijkheid om directe relaties te leggen tussen de afvoer en het sedimentatie- of erosiegedrag daar ter plaatse.
4. Op de onderzochte locaties in het Hollandsch Diep-oost en -west (resp. mp. 7 en mp. 5) treedt een duidelijke wijziging op in het normale sedimentatiepatroon bij een stijging van de afvoer naar 3.500 m^3/s (Lobith) en daarboven. De normale situatie in het oostelijk Hollandsch Diep (mp. 7) wordt gekenmerkt door een sterke sedimentatie van slib. Bij afvoeren boven 3.500 m^3/s wordt zand afgezet, vermoedelijk gepaard gaande met erosie van de bovenste sliblaag. In het westen van het Hollandsch Diep (mp. 5) treedt onder normale omstandigheden geen merkbare sedimentatie op. Bij afvoeren boven 3.500 m^3/s komt hier slib tot bezinking. De bemonsterde locatie in het Haringvliet (mp. 3) reageert analoog als mp. 7 op hoge afvoeren, zij het dat het effect veel meer gedempt is.
5. De soort samenstelling is het meest divers in de mosselbank in het westen van het Hollandsch Diep. Enige soorten die daar hun zwaartepunt hebben, zijn gevoelig voor organische verontreiniging. Op de overige locaties zijn slechts vervuilingstolerante soorten gevonden.
6. De biomassa op mp. 3 en mp. 7 bedraagt slechts 1,5 en 0,7 g asvrij drooggewicht/ m^2 . Dit is uitzonderlijk laag. De biomassa op mp. 5 bedraagt 65 g/m^2 en is uitzonderlijk hoog. De voornaamste reden voor dit verschil is gelegen in de aanwezigheid van mosselbanken op mp. 5 en de afwezigheid ervan op mp. 3 en mp. 7.
7. De produktieberekeningen, zoals uitgevoerd met de 'size-frequency' methode geven, op grond van literatuurgegevens, consistente verhoudingen tussen produktie en gemiddelde biomassa. De grootste foutenbron in de produktieberekeningen lijkt te schuilen in de schatting van het aantal cohorten per jaar. Voor de meeste Oligochaeta (Tubificidae) is dit niet eenduidig af te leiden uit de afmeting/frequentieverdeling.

8. De jaarlijkse produktie in het Hollandsch Diep-Haringvliet wordt geschat op ruim 4.600 ton asvrij drooggewicht. Hierbij is geen rekening gehouden met de stimulerende werking van mosselbanken op de produktie van de overige bodemfauna. Volgens deze berekening komt 55% van de produktie voor rekening van de driehoeksmossel.
9. Uitgaande van de hoeveelheid koolstof die jaarlijks in het gebied bezinkt, wordt hiervan 2,9% omgezet in biomassa van de bodemfauna. Bekeken per gebiedsdeel wordt naar schatting in het oostelijk Hollandsch Diep slechts 0,2% van de aangevoerde koolstof omgezet in biomassa van macro-evertebraten, terwijl dit in het Hollandsch Diep-Haringvliet circa 10% bedraagt.

6 Aanbevelingen

In het kader van het Rijn Actie Programma wordt een verbetering verwacht van de kwaliteit van de waterbodem in het onderzoekgebied, waardoor sanering van sterk verontreinigde waterbodems een reële optie wordt (Van Dreumel en Dekker, 1990). Gezien het huidige belang van de driehoeksmosselen in de produktie van de bodemfauna in het gebied, ligt het voor de hand om meer te weten te komen over de eisen, die de driehoeksmosselen in het Hollandsch Diep en Haringvliet stellen aan hun omgeving. Hierbij is het van groot belang om de huidige verspreiding van de mosselbanken te blijven onderzoeken. De produktieschatting van de mosselen zelf bedraagt 55% van de totale produktie in het gebied, terwijl de mosselbanken indirect ook nog een grote bijdrage leveren aan de produktie van de overige bodemfauna. De vragen die cruciaal zijn voor de voedselketen in het gehele gebied zijn:

- Verdwijnen de mosselbanken als zij in het sedimentatiefront komen te liggen?
- Treedt hervestiging op als het sedimentatiefront is gepasseerd?
- In welke mate beïnvloedt sanering van de waterbodem de verspreiding van de driehoeksmosselen in positieve of negatieve zin?

Deze vragen dienen geïntegreerd te worden in onderzoek naar het toekomstige beheer en de eventuele sanering van het gebied. Bij structurele wijziging van het beheer dient daarnaast rekening te worden gehouden met het feit dat driehoeksmosselen hun levenscyclus slechts kunnen voltooien bij een chloridegehalte < 400-700 mg Cl/l (Smit et al., 1992).

7 Dankwoord

Onze dank gaat uit naar drs. J.W. van Berghem en ing. P.F. van Dreumel (Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland) voor het toezenden van literatuur. Dr. J.A. van der Velden (RIZA), ir. H. Smit (voorheen RIZA, thans DGW), dr.ir. G. van Dijk (RIVM), dr. L. Higler en dr.ir. P. Verdonschot (DLO-IBN) voorzagen een eerdere versie van commentaar. Dr.ir. P. Verdonschot (DLO-IBN) heeft enige determinaties van Oligochaeta bevestigd.

8 Literatuur

8.1 Referenties

- Admiraal, W., B. van Zanten, 1988. Impact of biological activity on detritus transported in the lower river Rhine: an exercise in ecosystem analysis. *Freshwat. Biol.* 20: 215-225.
- Benke, A.C., 1984. Secondary production of aquatic insects. In: *The ecology of aquatic insects*. V.H. Resh, D.M. Rosenberg (red.) p. 289-322.
- Benke, A.C., J.B. Wallace, 1980. Trophic basis of production among net-spinning caddisflies in a southern Appalachian stream. *Ecology* 61(1): 108-118.
- Brinkhurst, R.O., B.G.M. Jamieson, 1971. *Aquatic Oligochaeta of the world*. Edinburgh: Oliver en Boyd: 860 pp.
- Dreumel, P.F. van, A. Dekker, 1990. Bodemontwikkeling Noordelijk Delta-bekken trend - prognoses - consequenties. Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland nota APS 90-219: 40 pp.
- Dudok van Heel, H.C., H. Smit, S.M. Wiersma, 1992. Macrofauna in de diepe waterbodem van het Noordelijk Deltabekken. RIZA nota 91.051: 112 pp. + bijlagen.
- Eckroat, L.E., E.C. Masteller, J.C. Shaffer, L.M. Steele, 1992. The byssus of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*): morphology, byssal thread formation, and detachment. In: Nalepa, T.F. en D.W. Schloesser, (eds.). *Zebra mussels biology, impacts and control*. Lewis Publ. London p: 239-263.
- Elliot, J.M., 1977. Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates. *Freshwat. Biol. Ass. Sc. Publ.* 25: 156 pp.
- Ekaterininskaya, N.G., 1980. Formation and distribution of the oligochaete fauna in the Volgograd Reservoir. In: *Aquatic Oligochaeta worms*. V.S. Kothekar (red.). *Proc. Symp. Aquatic Oligochaeta*, Tartu 1967 17: 153-160.
- Fomenko, N.V., 1980. Ecological groups of Oligochaeta worms in the Dnieper Basin. In: *Aquatic Oligochaeta worms*. V.S. Kothekar (red.). *Proc. Symp. Aquatic Oligochaeta*, Tartu 1967 17: 105-118.
- Hamilton, A.L., 1969. On estimating annual production. *Limnology and Oceanography* 14: 771-782.
- Jong, S.A. de, P.A.G. Hofman, A.J.J. Sandee, 1988. Gradiënten van fysisch-chemische en biologische parameters in de Rijnbod. *Rapport DIHO*: 57 pp.
- 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.
- Kennedy, C.R., 1966. The life history of *L. udekemianus* Clap. (*Oligochaeta:Tubificidae*). *Oikos* 17: 10-18.

- Kerkum, F.C.M., G. van Urk, 1989. Dichtheid, biomassa en misvorming van Chironomus-populaties in het Ketelmeer in drie opeenvolgende jaren. Een aanzet voor biologische monitoring van de waterbodem. DBW/RIZA nota 89.072: 16 pp.
- Keukelaar, F., J.W. van Berghem, 1991. De methodiek bij het bepalen van de verontreinigingssituatie van de waterbodems in de zuidrand van het Noordelijk Deltabekken. Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland nota APS 91-275: 13 pp. + bijlagen.
- Klink, A.G., 1990. Drift van macro-invertebraten in de Maas. RWS/RIZA nota 90.071: 45 pp. + bijlagen.
- Ladle, M., G.J. Bird, 1984. The biology of Psammoryctides barbatus (Grube) in English chalk streams. Hydrobiologia 115: 109-112.
- Lafont, M., M. Coste, J.G. Wasson, B. Faessel, 1988. Comparaison de quatre indices biologiques pour apprécier l'impact de la pollution dans des cours d'eau français. Naturaliste can (Rév. Ecol. Syst.) 115: 77-87.
- Lang, C., 1984. Eutrophication of lake Lemane and Neuchâtel (Switzerland) indicated by oligochaete communities. Hydrobiologia 115: 131-138.
- Lazim, M.N., M.A. Learner, 1986. The life-cycle and production of Limnodrilus hoffmeisteri and L. udekemianus (Tubificidae; Oligochaeta) in the organically enriched Moat-Feeder Stream, Cardiff, South Wales. Archiv f. Hydrobiologie Suppl. 74(2): 200-225.
- Liere, L. van (red.), 1986. Water quality research Loosdrecht Lakes. Studying and modelling the impact of water management measures on the internal nutrient cycle. Rapp. Limn. Inst./Univ. East Anglia ENV-839-NL(N): 120 pp.
- Milbrink, G., 1980. Oligochaete communities in pollution biology: The european situation with special reference to lakes in Scandinavia. In: Brinkhurst, R.O., Cook, D.G. (red.), Aquatic Oligochaeta biology Plenum Press New York 433-455.
- Otterloo, R.H. van, J.W. van Berghem, et al., 1987. De waterbodem van het Noordelijk Deltabekken 1. Een eerste verkenning. Rapport Rijkswaterstaat, Directie Benedenrivieren: 30 pp.
- Peeters, E.T.H.M., 1988. Hydrobiologisch onderzoek in de Nederlandse Maas. Macrofauna in relatie tot biotopen. Verslag Natuurbeheer, Landbouw-universiteit: 150 pp.
- Rijkswaterstaat, 1990. Natuur zoete wateren. Deel 1. Grote rivieren Basis-rapport Derde Nota Waterhuishouding. Rijkswaterstaat, DBW/RIZA nota 90.001: 40 pp.
- Schleuter, A., M. Schleuter, T. Tittizer, 1989. Beitrag zur Autökologie von Ephoron virgo (Ephemeroptera, Polymitarcidae). Spixiana 12(2): 135-144.
- Slepukhina, T.D., 1984. Comparison of different methods of water quality evaluation by means of oligochaetes. Hydrobiologia 115: 183-186.

- Smit, H., 1991. Het Haringvliet-Hollandsch Diep: toestand, ontwikkeling en toekomst van een afgesloten estuarium. RIZA werkdokument 91.194X: 37 pp.
- Smit, H., A. bij de Vaate, A. Fioole, 1992. Shell growth of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha* (Pallas)) in relation to selected physico-chemical parameters in het Lower Rhine and some associated lakes. Archiv f. Hydrobiologie.
- Smit, H., A. bij de Vaate, W.C. de Kock, E.H. van Nes, R. Noordhuis, 1991. The ecology of the zebra mussen (*Dreissena polymorpha* (Pallas)) in the Netherlands with special reference to applications in monitoring and biomanipulation. RIZA werkdokument 91.152X: 21 pp.
- Sperber, C., 1948. A taxonomical study of the Naididae. Zoologiska bidrag från Uppsala 28: 1-296.
- Sprung, M., 1987. Ecological requirements of developing *Dreissena polymorpha* eggs. Arch. Hydrobiol. Suppl. 79(1): 69-86.
- Steel, G.D., J.H. Torrie, 1980. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. McGraw-Hill Book Company: 633 pp.
- Timm, T., 1984. Potential age of aquatic Oligochaeta. Hydrobiologia 115: 101-104.
- Urk, G. van, 1984. Algen en de zuurstofhuishouding van de Rijn. H₂O 17(5): 96-100.
- Urk, G. van, H. Smit, 1989. The Lower Rhine geomorphological changes. In: Historical change of large alluvial rivers: Western Europe. G.E. Petts (ed.), John Wiley en Sons: New York p. 167-182.
- Vaate, A. bij de, M. Greijdanus-Klaas, 1991. Monitoring macro invertebrates in the River Rhine. Results of a study executed in the Dutch part in 1988. Publ. Rapp. Ecologisch Herstel Rijn 27-1991: 39 pp.
- Vaate, A. bij de, M. Greijdanus-Klaas, H. Smit, in voorbereiding a: Densities and biomass of zebra mussels in the Dutch part of the Lower Rhine.
- Vaate, A. bij de, A.G. Klink, F.M.J. Oosterbroek, in voorbereiding b: The mayfly *Ephoron virgo* (Olivier) back in the Dutch part of the rivers Rhine and Meuse.
- Vermaat, J.E., W. van Viersen, 1990. Kansen voor waterplanten in de grote rivieren? H₂O 23(20): 534-536.
- 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.
- Walz, N., 1978. Die Produktion der *Dreissena*-Population und deren Bedeutung im Stoffkreislauf des Bodensees. Arch. Hydrobiol. 82(1/4): 482-499.
- Waters, T.F., 1979. Influence of benthos life history upon the estimation of secondary production. J. Fish. Res. Board Canada 36: 1425-1430.

8.2 Determinatieliteratuur

- Brinkhurst, R.O., 1971. A guide for the identification of British aquatic Oligochaeta. Sci. Publ. FBA 22: 55 pp.
- Brinkhurst, R.O., B.G.M. Jamieson, 1971. Aquatic Oligochaeta of the world. Edinburgh: Oliver en Boyd: 860 pp.
- Dresscher, T.G.N., L.W.G. Higler, 1982. De Nederlandse bloedzuigers Hirudinea. Wetensch. Meded. KNNV 154: 64 pp.
- Jansen, A.W., E.F. de Vogel, 1965. Zoetwatermollusken van Nederland. NJN, Amsterdam: 159 pp.
- Klink, A.G., 1981. Determinatietabel voor de poppen en larven der Nederlandse Tanytarsini (deel 1: tabellen tot geslacht). Hydrobiologisch Adviesbureau Klink. Rapp. Meded. 2: 1-22 + bijlagen.
- Moller Pillot, H.K.M., 1984a. De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera) (Inleiding, Tanypodinae en Chironomini). Ned. Faun. Meded. 1A: 1-277.
- Moller Pillot, H.K.M., 1984b. De larven van de Nederlandse Chironomidae (Diptera) (Orthocladiinae sensu lato). Ned. Faun. Meded. 1B: 1-175.
- Pinkster, S., D. Platvoet, 1986. De vlokreeften van het Nederlandse oppervlaktewater. Wetensch. Meded. KNNV 172: 44 pp.
- Sperber, C., 1948. A taxonomical study of the Naididae. Zoologiska bidrag från Uppsala 28: 1-296.
- Webb, C.J., A. Scholl, 1985. Identification of larvae of European species of Chironomus Meigen (Diptera: Chironomidae) by morphological characters. Syst. Entomol. 10(3): 353-372.

BIJLAGEN

code	parameter	eenheid	chemische analyses - april 1989			gecorrigeerde chemische analyses - april 1989 *)		
			mp. 3	mp. 5	mp. 7	mp. 3	mp. 5	mp. 7
EOCL	EOCL	mg/kgds	3,0	1,2	4,2	5,0	5,71	6,77
HXCLBUTA	hexachloorbutadien	µg/kgds	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
PNCLBENZ	pentachloorbenzeen	µg/kgds	52	13	12	86,67	61,9	19,35
TRCLBENZ	trichloorbenzeen	mg/kgds	0,15	0,14	0,17	0,15	0,14	0,17
OLIE	olie (IR)	mg/kgds	250	18	180	416,67	85,71	290,32
OS	organische stof	gew. %	6,0	2,1	6,2	6,0	2,1	6,2
PH	pH (KCl)	-	7,3	7,4	6,9	7,3	7,4	6,9
CALC	calciet	gew. %	5,0	13,0	10,9	5,0	13,0	10,9
DS	droge stof	gew. %	34	67	40	34	67	40
AS	arseen	mg/kgds	4,6	< 1	< 1	3,71	< 1	< 1
HG	kwik	mg/kgds	2,1	1,0	1,3	1,72	1,34	1,79
CD	cadmium	mg/kgds	9,4	2,9	3,4	8,67	4,67	4,86
CR	chrom	mg/kgds	120	34	76	83,92	54,49	137,18
CU	koper	mg/kgds	95	24	78	73,55	43,24	138,05
NI	nikkel	mg/kgds	35	7,8	29	21,68	16,85	79,92
PB	lood	mg/kgds	160	39	120	132,68	56,86	173,17
ZN	zink	mg/kgds	750	210	500	528,97	409,76	1038,58
D2	deeltjes < 2 µm	gew. %	46,5	6,2	2,7	46,5	6,2	2,7
D16	deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	32,3	21,4	83,2	32,3	21,4	83,2
D63	deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	16,8	11,8	4,0	16,8	11,8	4,0
D210	deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	3,1	20,6	0,3	3,1	20,6	0,3
DGR210	deeltjes > 210 µm	gew. %	1,3	40,0	9,8	1,3	40,0	9,8
αHCH	α-HCH	mg/kgds	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
βHCH	β-HCH	mg/kgds	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
γHCH	γ-HCH	mg/kgds	0,002	0,002	< 0,001	0,003	0,010	< 0,001
HCB	HCB	mg/kgds	0,011	0,018	0,020	0,018	0,086	0,032
HPCL	heptachloor	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
ALDRIN	aldrin	mg/kgds	0,05	0,03	0,06	0,83	0,14	0,10
TELODRIN	telodrin	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
ISODRIN	isodrin	mg/kgds	0,07	< 0,01	< 0,01	0,07	< 0,01	< 0,01
HPCLEPOX	heptachloorepoxide	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
DDETOT	DDE (totaal)	mg/kgds	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	0,05	< 0,01
DIELDRIN	dieldrin	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
ENDRIN	endrin	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	0,03
DDDTOT	DDD (totaal)	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
DDTTOT	DDT (totaal)	mg/kgds	< 0,01	0,04	< 0,01	< 0,01	0,19	< 0,01
αENDSULF	α-endosulfan	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
βENDSULF	β-endosulfan	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB28	PCB-28	mg/kgds	0,06	0,05	0,03	0,10	0,24	0,05
PCB52	PCB-52	mg/kgds	0,02	0,02	0,02	0,03	0,10	0,03
PCB101	PCB-101	mg/kgds	0,02	0,03	0,03	0,03	0,14	0,05
PCB138	PCB-138	mg/kgds	0,08	0,04	0,11	0,13	0,19	0,18
PCB153	PCB-153	mg/kgds	< 0,01	0,03	0,06	< 0,01	0,14	0,10
PCB180	PCB-180	mg/kgds	< 0,01	0,02	0,04	< 0,01	0,10	0,06
PCB118	PCB-118	mg/kgds	< 0,01	0,02	0,04	< 0,01	0,02	0,04
NATALE	naftaleen	mg/kgds	0,33	0,15	0,48	0,55	0,71	0,77
ACNATYLE	acenaftyleen	mg/kgds	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
ACNATHEE	acenaftheen	mg/kgds	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
FLUOREEN	fluoreen	mg/kgds	0,14	< 0,05	0,29	0,23	< 0,05	0,47
FENANT	fenanthreen	mg/kgds	0,47	0,36	0,99	0,78	1,71	1,60
ANTHRA	anthraceen	mg/kgds	0,20	0,23	0,40	0,33	1,10	0,65
FLANTH	fluorantheen	mg/kgds	0,96	0,79	1,7	1,60	3,76	2,74
PYREEN	pyreen	mg/kgds	0,73	0,57	1,2	1,22	2,71	1,94
BAANTHR	benzo(a)anthraceen	mg/kgds	0,53	0,43	0,98	0,88	2,05	1,58
CHRYSEEN	chryseen	mg/kgds	0,51	0,36	0,92	0,85	1,71	1,48
BBFLANTH	benzo(b)fluorantheen	mg/kgds	0,82	0,45	1,2	1,37	2,14	1,94
BKFLANTH	benzo(k)fluorantheen	mg/kgds	0,35	0,19	0,52	0,57	0,90	0,84
BAPYREEN	benzo(a)pyreen	mg/kgds	0,62	0,35	1,0	1,03	1,67	1,61
DBAHANTH	dibenz(ah)anthraceen	mg/kgds	0,30	0,28	0,60	0,50	1,33	0,97
BGPERY	benzo(ghi)peryleen	mg/kgds	0,46	0,26	0,73	0,77	1,24	1,18
IPYREEN	indeno(1,2,3-cd)pyreen	mg/kgds	0,40	0,30	0,85	0,67	1,43	1,37
PAKTOT	totaal-PAK's	mg/kgds	6,8	4,7	12	11,35	22,46	19,14

*) gecorrigeerd naar standaardbodem.

fysisch-chemische analyses in april 1989 (mp. 3, 5 en 7)

BODY SHAPE - BIOVOLUME RELATION

(uit Smit, Dudok van Heel & Wiersma, 1992)

Since the shape of oligochaetes and chironomids was assumed to be cylindrical, the biovolume V_C was calculated with the formula:

$$V_C = (\pi/4) * L * D^2 \quad [1]$$

in which L = the body length and
 D = the mean body diameter.

Both the total body length and the mean diameter of undamaged specimens of oligochaetes were determined. Total body length L was determined by drawing the contours of each worm with a an overhead projector on a sheath of paper. Body length was measured three times with a wheeled map measurer to the nearest 1 mm, of which the average value L was used in further calculations. The mean diameter D was determined as the average of the diameters of the segments 6, 20, 30 and every other tenth segment, which were measured with an eye-piece micro-meter to the nearest 0.01 mm. The diameter of the 11th segment D_{11} was also measured and next related to the biovolume by the power function:

$$V_C = a * D_{11}^b \quad [2]$$

in which a and b are constants.

Chironomid biovolume was related to body length by substituting the diameter D into body length L . Assuming a constant length:diameter ratio for chironomids, D was related to L by the linear function:

$$D = a * L + b \quad [3]$$

in which a and b are constants.

The length and mean lateral diameter of a selection of chironomid larvae were measured. Larval length was measured as the distance between the labral tip and the centre of the posterior parapodal base to the nearest 0.5 mm for all larvae smaller than 5 mm and to the nearest 1 mm for all taller larvae. The mean lateral diameter was estimated by measuring the lateral diameter of abdominal segment 5. In a preliminary research the lateral diameters of all thoracal and abdominal segments of 59 individuals of different species (*Einfeldia dissidens*, *Stictochironomus* sp., *Cryptochironomus* sp. Kieffer and *Chironomus acutiventris*) were measured from which the mean lateral diameter was calculated. The ratio of the diameter of each segment to the mean diameter was related to the segment number.

biomassaberekeningen

rijkswaterstaat, riza
hoofdafdeling algemeen onderzoek

EHR 48 - 1993
bijlage 2.1

Chironomus muratensis

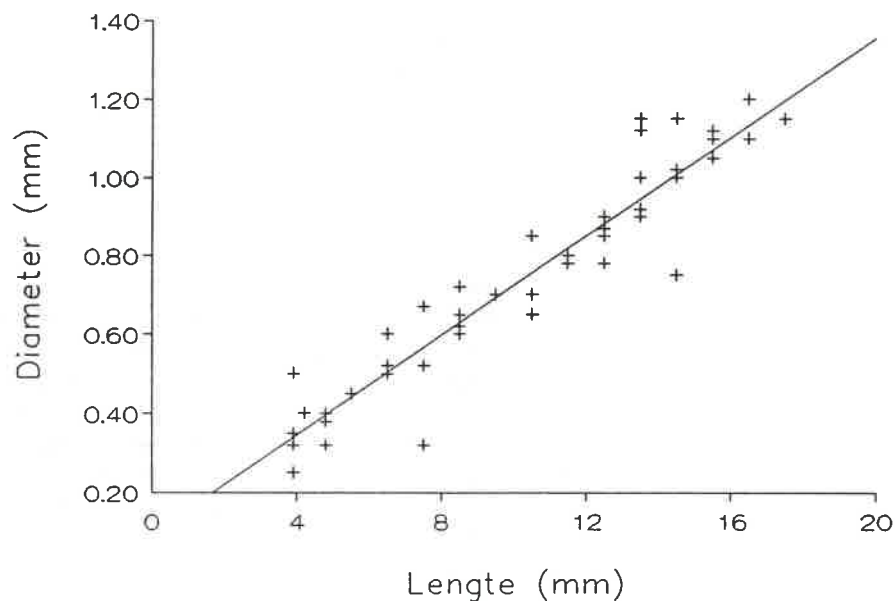


Figure I: The relation between the mean diameter (D in mm) of *Ch. muratensis* and the length (L in mm) fitted with a linear function.
Relation: $D = 0,0634L + 0,0963$, $n = 54$, $R^2 = 0,90$.

Table I: The constants a and b of the linear regression equations between mean diameter D (in mm) and the length ($D = a * L + b$) (in mm) of chironomid larvae from Ventjagersflat (Haringvliet) populations in March - July 1988; n = number of larvae; R^2 = percentage of variance explained by regression equation.

Species	a	b	n	R^2	Valid length range [mm]
<i>Chironomus acutiventris</i>	0,0755	0,0429	55	0,92	3,0 - 16,0
<i>Chironomus muratensis</i>	0,0634	0,0963	54	0,90	3,0 - 21,0
<i>Chironomus nudiventris</i>	0,0714	0,0635	55	0,94	2,0 - 19,0
<i>Cladotanytarsus</i> sp.	0,0650	0,0963	65	0,85	1,5 - 6,0
<i>Cryptochironomus</i> sp.	0,0875	-0,0464	32	0,96	4,5 - 17,0
<i>Einfeldia dissidens</i>	0,0673	0,0236	51	0,90	2,5 - 12,0
<i>Harnischia</i> sp.	0,0860	0,0428	10	0,96	2,0 - 7,5
<i>Lipiniella arenicola</i>	0,0835	0,0673	45	0,92	3,5 - 15,0
<i>Procladius</i> sp.	0,0911	0,0668	42	0,67	3,0 - 8,0
<i>Stictochironomus</i> sp.	0,0720	-0,0318	49	0,94	3,0 - 13,0
Chironomidae larvae	0,0688	0,0883	458	0,94	1,5 - 19,0

Limnodrilus claparedeanus

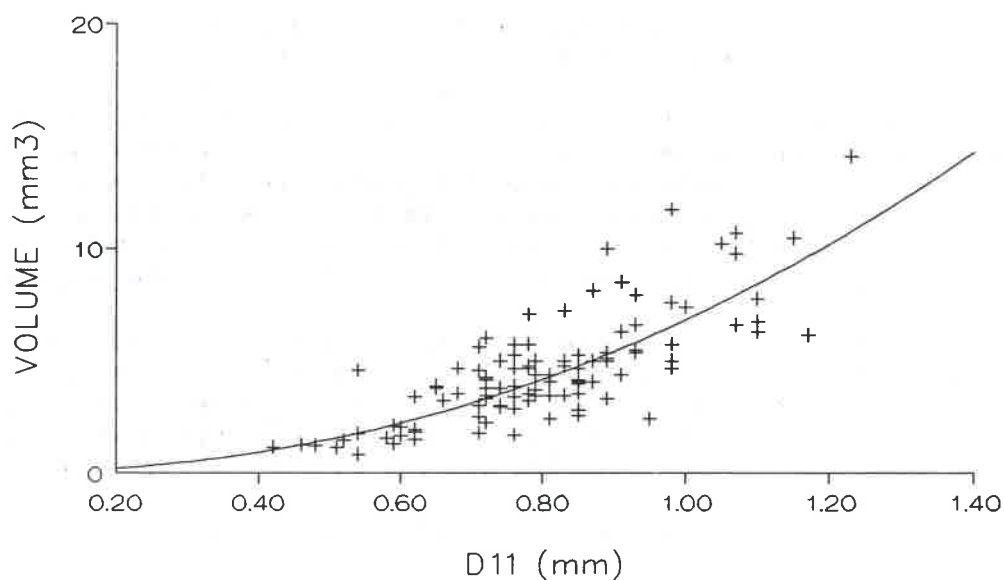


Figure I: The relation between the biovolume (volume in mm^3) of *L. claparedeanus* and the diameter of segment 11 (D_{11} in mm) fitted with $V = 6,81D_{11}^{2,18}$, $n = 110$, $R^2 = 0,65$.

Table I: The constants a and b of the regression equations between biovolume V and D_{11} of tubificid Oligochaeta in the lower Rhine-Meuse populations in August - November 1988. n = number of organisms; R^2 = percentage of variance explained by regression equation.

Species	a	b	n	R^2
<i>Branchiura sowerbyi</i>	17,10	3,30	46	0,97
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	8,53	2,85	118	0,91
<i>Limnodrilus claparedeanus</i>	6,81	2,18	110	0,65
<i>Limnodrilus profundicola</i>	13,72	3,20	4	0,81
<i>Limnodrilus udekemianus</i>	21,38	2,78	5	0,93
<i>Potamothrix moldaviensis</i>	4,52	1,24	49	0,32
<i>Psammoryctides barbatus</i>	11,62	3,22	5	0,93
<i>Peloscolex multisetosus</i>	1,96	2,24	42	0,92
Tubificidae met haren	8,58	3,07	11	0,90
Tubificidae zonder haren (<i>L. hoff</i> + <i>L. clap</i>)	7,78	2,68	228	0,87

biomassaberekeningen

BIOVOLUME - BIOMASS CONVERSION

(uit Smit, Dudok van Heel & Wiersma, 1992)

To enable the conversion of biovolumina to wet weight (WW), dry weight (DW) and ash-free dry weight (AFDW), specific gravities (SG), DW:WW and AFDW:WW ratios were determined. Chironomid larvae (*Chironomus muratensis*) and worms (*Branchiura sowerbyi*) were collected in the Haringvliet in November 1990. It was assumed that biovolume - biomass conversion ratios of *C. muratensis* and *Branchiura sowerbyi* represent well the ratios of the other chironomid and oligochaete species. Each samples consisted of 30 live chironomid larvae or 20 live worms. After all it was possible to have 5 replicate samples with 30 chironomid larvae and 5 replicate samples with 20 worms.

For the measurement of biovolumina (V_m) each sample was put in a 5 ml burette, which was partly filled with water. Biovolume was measured to the nearest 0.01 ml as the displacement of water. A pycnometer (5.477 ml) was filled with water and weighed (G_{glass}) at a constant temperature of 20°C. Next, each sample of living organisms was put in the pycnometer and also weighed (G_{total}).

The specific gravity (SG) was calculated with the formula:

$$SG = (G_{\text{total}} - G_{\text{glass}} + G_m) / V_m \quad [4]$$

G_m = the weight loss of water out of the pycnometer;

G_m is equal to $SG_{\text{water}} \cdot V_m$;

$SG_{\text{water}} = 0.998$.

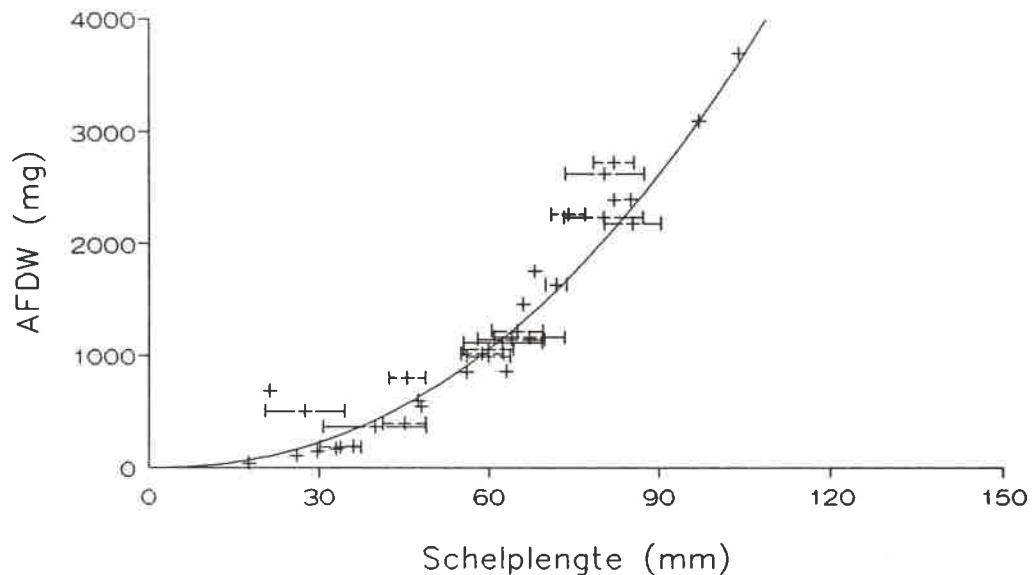
Next, the samples were dried for 24 h at 70°C. After cooling to room temperature in a desiccator, the samples were weighed on a microbalans (Mettler AE 200) to a precision of 0.1 mg. Afterwards, the samples were combusted for 3 h at 520°C and reweighed. AFDW was derived by subtracting the ash weight from the dry weight.

Table I: Dry weight : Wet weight (DW:WW),
Ash-free dry weight : Wet weight (AFDW:WW) and
Ash-free dry weight : Dry weight (AFDW:DW) ratios and
specific gravity (SG) of Oligochaeta (*Branchiura sowerbyi*)
and Chironomidae (*Chironomus muratensis*) from the Haringvliet
(November, 1990). Mean $\pm$ SE, n = 5.

		CHIRONOMIDAE	OLIGOCHAETA
Dry weight / Wet weight	[%]	14.2 $\pm$ 0.5	20.0 $\pm$ 0.4
Ash-free dry weight / Wet weight	[%]	12.9 $\pm$ 0.5	18.2 $\pm$ 0.6
Ash-free dry weight / Dry weight	[%]	90.0 $\pm$ 0.0	90.0 $\pm$ 0.0
Specific gravity	[g/ml]	1.05 $\pm$ 0.00	1.07 $\pm$ 0.00

biomassaberekeningen

Unio pictorum 1988 + 1990



Figuur I: De relatie tussen het asvrijdrooggewicht (AFDW in mg) en de schelpenlengte (in mm) van *Unio pictorum*.
Relatie: $AFDW = 0,011L^{2,780}$, $n = 34$, $R^2 = 0,96$.

Tabel I: De constanten a en b van de regressievergelijking tussen het asvrijdrooggewicht AFDW (in mg) en de schelpenlengte (in mm) van Mollusca in de zuidrand van het Deltagebied in augustus 1988 en december 1990.
 n = aantal individuen; R^2 = percentage verklaarde variantie.

soort	a	b	n	R^2
Valvata piscinalis	0,544	2,686	17	0,98
Sphaeriidae	0,390	2,217	26	0,95
Hydrobiidae	0,276	2,287	14	0,99
Dreissena polymorpha	0,00596	2,83338	403	0,98
Unio pictorum	0,011	2,780	34	0,98
Anodonta anatina	0,00305	3,037	22	0,97

dichtheden van de bodemfauna (mp. 3)

mp. 3 dichtheden per m ²	18-04-89	18-04-89	22-05-89	22-05-89	14-06-89	14-06-89	10-07-89	10-07-89	21-08-89	21-08-89	18-09-89	18-09-89	16-10-89	16-10-89	20-11-89	20-11-89	18-12-89	18-12-89
	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd
Oligochaeta (Tubificidae)																		
Aulodrilus limnobius					17	37												
Aulodrilus pigueti							17	37										
Branchiura sowerbyi	100	115	17	37	33	47					117	107	133	125	33	47	167	170
Limnodrilus claparedeanus	150	126	33	75	17	37	67	75			17	37	17	37	50	76	117	107
Limnodrilus hoffmeisteri	67	75	83	146	67	75	67	75	67	111	33	47	33	47			83	107
Limnodrilus spec.	17	37	17	37					17	37			17	37	50	76		
Potamothrix hammoniensis	100	58			17	37									67	75	67	94
Potamothrix moldaviensis	117	69	100	100	83	69	117	69	50	50	17	37	33	47	117	134	117	107
Quistadrilus multisetosus					17	37												
Tubifex tubifex					17	37									17	37		
Tubificidae juv. met haarchaetae	550	222	117	107	200	163	367	243	540	383	233	243	83	107	167	205	133	137
Tubificidae juv. zonder haarchaetae	1733	340	433	325	617	248	2067	1180	2183	1995	1100	526	1100	451	2583	2416	2150	1531
Oligochaeta (Naididae)																		
Amphichaeta sannio	33	75																
Dero digitata in deling																		
Dero digitata juv.											17	37	17	37	50	76	17	37
Specaria josinae	50	50																
Vejdovskyella intermedia adult	267	221													33	47		
Vejdovskyella intermedia in deling	183		167				17		37							183		157
Vejdovskyella intermedia juv.	517	358											50	76	17	37	17	37
Mollusca																		
Pisidium henslowanum							17	37	17	37					17	37		
Pisidium moitessierianum	17	37							17	37							33	75
Pisidium spec. juv.	117	90	50	112	33	75	167	170	33	47	200	141	67	75			117	146
Pisidium subtruncatum							17	37										
Pisidium supinum	67	94			17	37												
Potamopyrgus antipodarum													17	37				
Valvata piscinalis	17	37	17	37														
Crustacea																		
Gammarus tigrinus																		
Gammarus spec. juv.			17	37									17	37	33	47		
Neomysis integer							17	37										
Chironomidae																		
Chironomus plumosus							50	50	33	47	50	76	100	100	117	107	117	107
Cladotanytarsus spec.																	17	37
Harnischia spec.	83	107					33	75	17	37			17	37				
Microchironomus tener							17	37	17	37			50	76			17	37
Microchironomus spec.			17	37														
Polypedilum nubeculosum																		
Procladius spec.	100	115					567	359	150	126	583	527	900	396	883	899	2017	1151
Totaal	4283	604	1067	516	1133	364	3583	1495	3140	2593	2367	1232	2650	851	4233	3843	5163	2536

dichtheden van de bodemfauna (mp. 3)

mp. 3 dichtheden per m ²	22-01-90	22-01-90	19-02-90	19-02-90	26-03-90	26-03-90	18-04-90	18-04-90	jaar	jaar	jaar	jaar	jaar	jaar
	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	gem	sd	sd/gem %	se/gem %	gem.sd/gem%	gem.se/gem%
Oligochaeta (Tubificidae)														
Aulodrilus limnobius									1	4	346	141	224	91
Aulodrilus pigueti							33	75	4	10	249	102	224	91
Branchiura sowerbyi			67	75	17	37	17	37	54	55	102	42	114	47
Limnodrilus claparedeanus	50	50	67	75	50	50	17	37	50	41	83	34	120	49
Limnodrilus hoffmeisteri	67	75	100	58	133	149	67	75	67	31	47	19	120	49
Limnodrilus spec.					17	37	17	37	12	14	119	48	200	82
Potamothenrix hammoniensis	50	50			50	76	17	37	28	33	117	48	117	48
Potamothenrix moldaviensis			33	47	100	58	133	94	78	44	56	23	87	35
Quistadrilus multisetosus			33	47					4	10	249	102	169	69
Tubifex tubifex	50	76	50	76	50	76			14	21	145	59	166	68
Tubificidae juv. met haarchaetae	50	50	200	163	150	76	533	411	256	173	68	28	76	31
Tubificidae juv. zonder haarchaetae	950	506	4500	2055	1850	1241	1483	851	1750	1011	58	24	60	25
Oligochaeta (Naididae)														
Amphichaeta sannio									3	9	346	141	224	91
Dero digitata in deling			17	37					1	4	346	141	224	91
Dero digitata juv.	17	37							9	14	156	64	193	79
Specaria josinae									4	13	346	141	100	41
Vejdovskyella intermedia adult			117	146					32	75	233	95	99	41
Vejdovskyella intermedia in deling		67		149		67		111	27	63	235	96	224	92
Vejdovskyella intermedia juv.	17	37	117	177	83	186	17	37	64	135	211	86	114	46
Mollusca														
Pisidium henslowanum			17	37					5	8	150	61	224	91
Pisidium moitessierianum									5	10	197	80	224	91
Pisidium spec. juv.	17	37	100	115	17	37			71	62	88	36	114	47
Pisidium subtruncatum									1	4	346	141	224	91
Pisidium supinum									6	18	280	114	158	64
Potamopyrgus antipodarum					17	37			3	6	235	96	224	91
Valvata piscinalis							33	47	5	10	197	80	183	75
Crustacea									0	0				
Gammarus tigrinus	17	37							1	4	346	141	224	91
Gammarus spec. juv.									5	10	197	80	183	75
Neomysis integer									1	4	346	141	224	91
Chironomidae									0	0				
Chironomus plumosus	83	107	367	642	50	76	50	50	78	92	118	48	134	55
Cladotanytarsus spec.			33	47			17	37	5	10	197	80	183	75
Harnischia spec.									12	23	199	81	171	70
Microchironomus tener			17	37					9	14	156	64	193	79
Microchironomus spec.									1	4	346	141	224	91
Polypedilum nubeculosum							17	37	1	4	346	141	224	91
Procladius spec.	467	528	900	712	317	241	100	115	537	536	100	41	74	30
Totaal	1833	962	6733	3106	2900	1464	2550	1436	3204	1544	48	20	50	21

dichtheden van de bodemfauna (mp. 5)

Mp. 5 dichtheden per m ²	18-04-89	18-04-89	22-05-89	22-05-89	14-06-89	14-06-89	10-07-89	10-07-89	21-08-89	21-08-89	18-09-89	18-09-89	16-10-89	16-10-89	20-11-89	20-11-89	18-12-89	18-12-89
	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd
Tricladida																		
Dugesia spec.	17	37													17	37		
Tricladida indet.			17	37											17	37		
Oligochaeta (Tubificidae)																		
Aulodrilus limnobius					200	404	50	112	133	256	283	313			33	47	33	75
Aulodrilus pigueti					500	1031	50	112	100	224	500	845	17	37	517	596	200	265
Aulodrilus spec.													150	257				
Limnodrilus claperedeanus	133	137	333	229	33	47	167	149	67	111	217	186	183	177	283	291	167	205
Limnodrilus cf. claperedeanus																		
Limnodrilus hoffmeisteri	517	498	1100	1145	383	267	667	596	650	293	1350	983	1067	1177	717	722	1667	1352
Limnodrilus profundicola			17	37			50	112	17	37	33	47	17	37	17	37		
Limnodrilus cf. profundicola																		
Limnodrilus udekemianus	83	107	100	115	133	256			300	416	200	277	267	256	167	189	233	160
Limnodrilus spec.	17	37	17	37	17	37	33	47	33	47	33	75	67	75	50	50	17	37
Potamotheix cf. hammoniensis					17	37												
Potamotheix hammoniensis							17	37										
Potamotheix moldaviensis	733	423	717	460	433	197	650	275	650	502	217	254	333	309	567	229	317	157
Psammoryctides barbatus	617	775	167	197	517	758	150	112	767	994	267	262	167	205	517	552	67	111
Quistadrilus multisetosus	133	149	100	141	167	330	33	75			83	107			33	47	67	149
Tubifex tubifex	17	37	100	183	17	37	17	37	17	37	17	37	217	297			50	112
Tubificidae adult met haarchaetae			17	37			17	37										
Tubificidae adult zonder haarchaetae			33	47											33	47		
Tubificidae juv. met haarchaetae	1517	1292	467	373	917	484	583	874	2350	2788	417	324	1250	1345	1100	1286	1917	3158
Tubificidae juv. zonder haarchaetae	6367	3929	9017	3230	14017	10834	8217	7556	16817	21947	10650	10362	14733	13336	19683	7447	8717	8355
Oligochaeta (Naididae)																		
Amphichaeta leydigii adult													67	149				
Amphichaeta leydigii juv.													117	261				
Chaetogaster diaphanus													133	298				
Dero digitata juv.					17	37	33	75			17	37			300	283		
Dero digitata in deling							17	37										
Nais barbata juv.	17	37							17	37								
Nais barbata in deling																		
Nais communis	17	37													67	149		
Paranais frici juv.					33	75					50	112						
Paranais frici vervellend																		
Stylaria lacustris juv.	433	616			50	76							17	37	250	559		
Stylaria lacustris in deling													33	75				
Uncinaiis uncinata	17	37													33	75		
Vejdovskyella intermedia adult	17	37	200	306	483	1037	50	112	917	1214			83	121			250	559
Vejdovskyella intermedia juv.	293	522	283	590	783	997	417	573	6633	12153	217	484	5600	6116	100	224	517	669
Vejdovskyella intermedia in deling	17	37	300	671	2183	4492	50	112	3133	5105			2100	2307			1583	2336

dichtheden van de bodemfauna (mp. 5)

Mp. 5 dichtheden per m ²	22-01-90	22-01-90	19-02-90	19-02-90	26-03-90	26-03-90	18-04-90	18-04-90	jaar	jaar	jaar	jaar	jaar	jaar
	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	gem	sd	sd/gem.%	se/gem.%	gem.sd/gem%	gem.se/gem%
Tricladida														
Dugesia spec.	100	224							10	27	259	106	224	91
Tricladida indet.									3	6	235	96	224	91
Oligochaeta (Tubificidae)														
Aulodrilus limnobius	217	484			167	236	83	186	92	94	101	41	176	72
Aulodrilus pigueti	67	149					183	227	164	198	120	49	163	67
Aulodrilus spec.									12	40	346	141	171	70
Limnodrilus claperedeanus	50	50	200	252	183	203	250	287	174	85	49	20	103	42
Limnodrilus cf. claperedeanus	17	37							1	4	346	141	224	91
Limnodrilus hoffmeisteri	83	69	817	1191	783	609	567	732	797	400	50	20	93	38
Limnodrilus profundicola	17	37							13	15	116	47	207	85
Limnodrilus cf. profundicola					17	37			1	4	346	141	224	91
Limnodrilus udekemianus	217	177	167	330	1117	2109	17	37	231	270	117	48	148	60
Limnodrilus spec.	33	47					33	47	27	18	67	27	153	63
Potamotheix cf. hammoniensis									1	4	346	141	224	91
Potamotheix hammoniensis									1	4	346	141	224	91
Potamotheix moldaviensis	550	454	633	830	433	519	583	177	524	157	30	12	70	29
Psammoryctides barbatus	667	591	100	100	183	195	167	221	335	235	70	29	117	48
Quistadrilus multisetosus	100	224	33	47	33	75	17	37	62	50	81	33	173	70
Tubifex tubifex	33	47	83	186			83	69	50	58	115	47	166	68
Tubificidae adult met haarchaetae									3	6	235	96	224	91
Tubificidae adult zonder haarchaetae							17	37	6	12	192	78	158	64
Tubificidae juv. met haarchaetae	883	558	867	822	633	478	500	663	1031	569	55	23	108	44
Tubificidae juv. zonder haarchaetae	10600	9661	13100	9784	9333	9320	7883	7982	11472	3772	33	13	83	34
Oligochaeta (Naididae)														
Amphichaeta leydigii adult									5	18	346	141	224	91
Amphichaeta leydigii juv.			100	224				22	17	39	235	96	224	91
Chaetogaster diaphanus									10	36	346	141	224	91
Dero digitata juv.			33	75	17	37	83	186	38	79	205	84	146	60
Dero digitata in deling									1	4	346	141	224	91
Nais barbata juv.									3	6	235	96	224	91
Nais barbata in deling	33	75							3	9	346	141	224	91
Nais communis							150	335	18	42	235	96	224	91
Paranais frici juv.							17	37	8	15	201	82	224	91
Paranais frici vervellend			150	335			17	37	13	40	311	127	224	91
Stylaria lacustris juv.	17	37			117	261			68	126	186	76	180	73
Stylaria lacustris in deling									3	9	346	141	224	91
Uncinaiis uncinata					50	112			8	15	201	82	224	91
Vejdovskyella intermedia adult			167	262			367	531	195	256	132	54	165	67
Vejdovskyella intermedia juv.	67	149	5033	6595			1133	1724	1617	2308	143	58	147	60
Vejdovskyella intermedia in deling			2167	2162	67	149	1083	2289	976	1077	110	45	155	63

dichtheden van de bodemfauna (mp. 5)

Mp. 5 dichtheden per m²	22-01-90	22-01-90	19-02-90	19-02-90	26-03-90	26-03-90	18-04-90	18-04-90	jaar	jaar	jaar	jaar	jaar	jaar
	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	gem.	sd	sd/gem %	se/gem %	gem sd/gem%	gem se/gem%
Hirudinea														
Erpobdella octoculata	83	69	50	76	150	214	33	47	112	59	53	22	115	47
Erpobdella spec. juv.					17	37			29	50	171	70	213	87
Erpobdella spec. fragment					17	37			1	4	346	141	224	91
Glossiphonia complanata	33	47	33	75	50	76	17	37	60	58	97	40	144	59
Glossiphonia heteroclita	50	112	50	76	500	877			86	125	145	59	167	68
Helobdella stagnalis	117	107	150	138	533	795	50	112	177	128	72	29	125	51
Hemiclepsis marginata									6	14	217	89	224	91
Hirudinea indet. juv.									12	27	236	96	224	91
Mollusca														
Anodonta anatina	17	37							1	4	346	141	224	91
Bithynia tentaculata					17	37	50	112	6	14	217	89	224	91
Corbicula fluminea									1	4	346	141	224	91
Corynastrum solidum									1	4	346	141	224	91
Dreissena polymorpha	10217	7417	13533	11044	11867	10291	8583	8311	12479	4226	34	14	80	33
Pisidium amnicum									1	4	346	141	224	91
Pisidium casertanum			17	37			33	75	15	19	124	50	173	70
Pisidium henslowanum	17	37	50	76	33	47	83	186	31	21	67	27	179	73
Pisidium moitessierianum									5	10	197	80	183	75
Pisidium nitidum			50	112	100	183	33	47	44	33	76	31	172	70
Pisidium nitidum crassa			67	149					8	18	235	96	224	91
Pisidium spec. juv.			33	47	83	186	17	37	51	77	151	61	169	69
Pisidium subtruncatum			17	37	50	76	50	112	19	16	82	34	198	81
Pisidium supinum			17	37					1	4	346	141	224	91
Potamopyrgus antipodarum	267	596	267	596	33	47	1550	3421	259	410	158	65	203	83
Sphaeriidae indet. juv.									9	31	346	141	224	91
Sphaerium corneum									1	4	346	141	224	91
Unio pictorum	17	37							10	12	120	49	203	83
Valvata piscinalis	67	75	117	134	400	806	300	583	126	105	83	34	175	71
Crustacea														
Asellus aquaticus									3	6	235	96	224	91
Asellidae indet. juv.	33	75							18	41	229	93	224	91
Corophium curvispinum									1	4	346	141	224	91
Corophium volutator									3	6	235	96	224	91
Gammarus tigrinus	133	180	67	94	217	219	17	37	176	171	97	40	115	47
Gammarus spec. juv.	550	1141			467	637	250	475	268	221	82	34	149	61
Proasellus cf. meridianus					17	37			4	7	183	75	224	91
Proasellus meridianus	17	37	17	37	33	75			9	12	139	57	224	91
Proasellus spec.									9	31	346	141	224	91

dichtheden van de bodemfauna (mp. 5)

Mp. 5 dichtheden per m²	22-01-90	22-01-90	19-02-90	19-02-90	26-03-90	26-03-90	18-04-90	18-04-90	jaar	jaar	jaar	jaar	jaar	jaar
	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	gem.	sd	sd/gem %	se/gem %	gem sd/gem %	gem se/gem %
Chironomidae														
Chironomus nudiventris	67	75							15	20	131	53	186	76
Chironomus spec.	517	1067							42	137	324	132	208	85
Cryptochironomus spec.	17	37							4	10	249	102	169	69
Dicrotendipes gr. nervosus					17	37			6	10	162	66	191	78
Microchironomus deribae					17	37			1	4	346	141	224	91
Parachironomus gr. arcuatus									4	10	249	102	224	91
Polypedilum scalaenum			117	261					9	31	346	141	224	91
Procladius spec.	200	447	67	111	283	634	67	149	82	80	98	40	209	85
Rheocricotopus spec. juv.									1	4	346	141	224	91
Rheopelopia ornata									1	4	346	141	224	91
Tanypodinae indet. juv.									1	4	346	141	224	91
Totaal	26183	13849	38367	28422	28033	23428	24367	17239	32213	7121	22	9	61	25

[illegible]

dichtheden van de bodemfauna (mp. 7)

Mp. 7 dichtheden per m ²	18-04-89	18-04-89	22-05-89	22-05-89	14-06-89	14-06-89	10-07-89	10-07-89	21-08-89	21-08-89	18-09-89	18-09-89	16-10-89	16-10-89	20-11-89	20-11-89	18-12-89	18-12-89
	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd
Mollusca																		
Anodonta anatina	17	37																
Dreissena polymorpha	17	37																
Pisidium subtruncatum																		
Potamopyrgus antipodarum													17	37	17	37	50	112
Crustacea																		
Gammarus spec. juv.											33	75						
Chironomidae																		
Chironomus plumosus					17	37	17	37	17	37								
Chironomus spec. juv.					17	37												
Cladotanytarsus spec.					17	37												
Cryptochironomus spec.	17	37																
Harnischia spec.					17	37												
Paratendipes gr. albimanus	83	186																
Polypedilum scalaenum	400	563																
Polypedilum spec.																		
Procladius spec.	133	94			50	112			17	37	33	47	67	75	33	47	117	107
Rheotanytarsus spec.																		
Brachycera spec.pop			17	37														
Totaal	33133	11723	3233	2220	1333	1121	450	369	1450	1716	2817	2270	1250	903	900	346	1717	1022

dichtheden van de bodemfauna (mp. 7)

Mp. 7 dichtheden per m ²	22-01-90	22-01-90	19-02-90	19-02-90	26-03-90	26-03-90	18-04-90	18-04-90	jaar	jaar	jaar	jaar	jaar	jaar
	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	gem	sd	sd/gem %	se/gem %	gem sd/gem%	gem se/gem%
Oligochaeta (Tubificidae)														
Aulodrilus limnobius	17	37							1	4	346	141	224	91
Aulodrilus pigueti			17	37	217	353	67	75	47	63	134	55	159	65
Limnodrilus claparedeanus	83	121	33	47	33	47	100	115	79	56	70	29	131	53
Limnodrilus hoffmeisteri	33	47	50	50	250	161	50	76	73	76	104	43	105	43
Potamothrix moldaviensis	17	37			33	75	17	37	14	22	160	65	171	70
Psammoryctides barbatus	67	149							8	19	249	102	196	80
Quistadrilus multisetosus	17	37	17	37					3	6	235	96	224	91
Tubifex tubifex					17	37			3	6	235	96	224	91
Tubificidae juv. met haarchaetae					167	170	50	50	26	44	170	70	136	56
Tubificidae juv. zonder haarchaetae	450	325	350	364	4700	4217	717	267	1245	1141	92	37	84	34
Oligochaeta (Naididae)														
Amphichaeta leydigii adult					17	37	17	37	3	6	235	96	224	91
Amphichaeta leydigii in deling							17	37	3	6	235	96	224	91
Amphichaeta leydigii juv.			217	241	467	761	333	382	117	158	135	55	145	59
Amphichaeta sannio in deling			17	37	83	186			10	23	226	92	203	83
Amphichaeta sannio juv.			17	37	900	1077	67	75	196	462	235	96	96	39
Amphichaeta spec.					17	37			1	4	346	141	224	91
Chaetogaster diaphanus juv.									3	9	346	141	141	58
Dero digitata juv.					83	186			31	44	144	59	132	54
Naididae indet. juv.							17	37	4	7	183	75	224	91
Nais elinguis adult									1	4	346	141	224	91
Nais elinguis in deling									3	9	346	141	224	91
Nais elinguis juv.					350	355	133	160	217	614	283	116	83	34
Paranais frici in deling			33	47	100	141	100	141	49	72	148	60	124	51
Paranais frici juv.			33	75	400	721	283	195	586	1642	280	114	71	29
Paranais frici vervollend					550	890	117	167	121	211	175	71	174	71
Specaria josinae	17	37							5	10	197	80	183	75
Uncinaiis uncinata juv.			17	37					1	4	346	141	224	91
Vejdovskyella intermedia adult									3	9	346	141	224	91
Vejdovskyella intermedia in deling	17	37	117	177	517	687	250	395	592	1648	278	114	53	22
Vejdovskyella intermedia juv.	50	50	83	69	1833	3008	450	369	1181	3243	275	112	64	26
Oligochaeta (Enchytraeidae)														
Propappus volki					50	112			4	13	346	141	224	91
Oligochaeta (Lumbriculidae)														
Lumbriculidae indet. juv.			17	37					1	4	346	141	224	91
Hirudinea														
Piscicola geometra									6	22	346	141	224	91
Hirudinea indet. juv.									13	44	346	141	224	91

dichtheden van de bodemfauna (mp. 7)

Mp. 7 dichtheden per m ²	22-01-90	22-01-90	19-02-90	19-02-90	26-03-90	26-03-90	18-04-90	18-04-90	jaar	jaar	jaar	jaar	jaar	jaar
	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	n/m2	sd	gem.	sd	sd/gem.%	se/gem.%	gem sd/gem%	gem se/gem%
Mollusca														
Anodonta anatina									1	4	346	141	224	91
Dreissena polymorpha									1	4	346	141	224	91
Pisidium subtruncatum					17	37			1	4	346	141	224	91
Potamopyrgus antipodarum	33	47							9	15	173	70	200	82
Crustacea														
Gammarus spec. juv.					33	47	17	37	6	12	192	78	191	78
Chironomidae														
Chironomus plumosus									4	7	183	75	224	91
Chironomus spec. juv.							33	47	4	10	249	102	169	69
Cladotanytarsus spec.									1	4	346	141	224	91
Cryptochironomus spec.									1	4	346	141	224	91
Harnischia spec.									1	4	346	141	224	91
Paratendipes gr. albimanus							17	37	8	22	290	118	224	91
Polypedilum scalaenum					1950	3792	500	516	219	525	240	98	171	70
Polypedilum spec.							17	37	1	4	346	141	224	91
Procladius spec.	50	50	33	75	17	37			42	41	96	39	124	51
Rheotanytarsus spec.					17	37			1	4	346	141	224	91
Brachycera spec.pop									1	4	346	141	224	91
Totaal	850	544	1050	820	12817	15527	3367	1341	4951	8702	176	72	62	25

biomassa van de bodemfauna (mp. 3)

Mp. 3 biomassa mg avdg/m²	18-04-89	18-04-89	22-05-89	22-05-89	14-06-89	14-06-89	10-07-89	10-07-89	21-08-89	21-08-89	18-09-89	18-09-89	16-10-89	16-10-89	20-11-89	20-11-89	18-12-89	18-12-89
	mg/m²	sd	mg/m²	sd	mg/m²	sd	mg/m²	sd	mg/m²	sd	mg/m²	sd	mg/m²	sd	mg/m²	sd	mg/m²	sd
Oligochaeta (Tubificidae)																		
Aulodrilus limnobius					3	8												
Aulodrilus pigueti							0	0										
Branchiura sowerbyi	164	288	647	1446	89	199					688	898	810	982	274	601	264	424
Limnodrilus claparedeanus	381	475	57	126	21	46	88	93			10	21	28	63	55	78	109	117
Limnodrilus hoffmeisteri	134	168	166	326	301	378	250	269	350	515	272	432	394	843			53	107
Limnodrilus spec.	66	147							5	11			131	292	34	48		
Pelosclex multisetosis					0	1												
Potamothrix hammoniensis	408	424			64	143									212	252	207	336
Potamothrix moldaviensis	210	149	153	135	172	167	209	113	79	82	19	42	41	59	169	177	158	89
Tubifex tubifex					23	52									39	88		
Tubificidae juv. met haarchaetae	64	45	41	58	63	108	82	57	95	62	90	77	65	70	36	49	31	31
Tubificidae juv. zonder haarchaetae	359	161	253	411	191	54	488	450	236	238	323	347	694	766	323	127	248	217
Mollusca																		
Pisidium cf. subtruncatum											36	81						
Pisidium henslowanum					8	17	19	43	8	17	23	52			19	43		
Pisidium indet. juv.	106	69			38	86	111	203	8	17	92	168	57	88			66	91
Pisidium moitessierianum	8	17							19	43			8	17			38	86
Pisidium subtruncatum							59	133										
Pisidium supinum	340	505			19	43												
Potamopyrgus antipodarum													14	31				
Sphaeriidae indet.	16	35			16	35	16	22	8	17	19	43						
Valvata piscinalis			70	157														
Chironomidae																		
Chironomus plumosus							105	107	77	114	112	158	198	178	201	176	226	177
Glyptotendipes spec.																	0	0
Harnischia spec.	12	17					7	15	2	4			0	1				
Microchironomus tener							4	8	1	3			3	7			0	1
Microchironomus spec.			0	0														
Polypedium nubeculosum																		
Procladius spec.	12	19					130	78	13	12	41	32	98	49	82	95	150	110
Totaal	2280	853	1387	1564	1010	465	1568	760	901	692	1725	1192	2541	1857	1444	1160	1551	717

biomassa van de bodemfauna (mp. 3)

Mp. 3 biomassa mg avdg/m ²	22-01-90	22-01-90	19-02-90	19-02-90	26-03-90	26-03-90	18-04-90	18-04-90	jaar	jaar	jaar	jaar	jaar	jaar
	mg/m2	sd	mg/m2	sd	mg/m2	sd	mg/m2	sd	gem.	sd	sd/gem%	se/gem%	gem sd/gem%	gem se/gem%
Oligochaeta (Tubificidae)														
Aulodrilus limnobius									0	1	346	141	224	91
Aulodrilus pigueti							1	1	0	0	311	127	224	91
Branchiura sowerbyi			437	842	949	2122	162	362	345	316	92	37	182	74
Limnodrilus claparedeanus	77	79	75	83	100	120	60	134	81	92	114	46	136	55
Limnodrilus hoffmeisteri	78	83	266	252	365	496	106	129	210	124	59	24	146	60
Limnodrilus spec.					11	25	7	16	20	37	189	77	213	87
Peloscolex multisetosis			1	1					0	0	253	103	175	72
Potamothrix hammoniensis	183	205			161	236	41	91	98	122	125	51	132	54
Potamothrix moldaviensis			47	66	145	82	220	133	125	74	60	24	80	33
Tubifex tubifex	117	237	76	110	94	136			27	40	149	61	178	73
Tubificidae juv. met haarchaetae	27	42	18	18	21	34	42	31	52	25	49	20	101	41
Tubificidae juv. zonder haarchaetae	188	110	544	247	186	123	189	125	325	153	47	19	80	33
Mollusca														
Pisidium cf. subtruncatum									3	10	346	141	224	91
Pisidium henslowanum			36	81					9	12	132	54	224	91
Pisidium indet. juv.	8	17	70	71					43	41	97	40	146	60
Pisidium moitessierianum									6	11	194	79	224	91
Pisidium subtruncatum									5	16	346	141	224	91
Pisidium supinum									28	90	327	133	153	62
Potamopyrgus antipodarum					14	31			2	5	235	96	224	91
Sphaeriidae indet.									6	8	133	54	206	84
Valvata piscinalis							240	456	24	65	273	111	197	81
Chironomidae														
Chironomus plumosus	275	348	187	146	117	186	101	110	123	87	71	29	106	43
Cladotanytarsus spec.			2	3			0	1	0	0	285	116	191	78
Harnischia spec.									2	4	216	88	175	71
Microchironomus tener			0	0					1	1	189	77	215	88
Microchironomus spec.									0	0	346	141	224	91
Polypedilum nubeculosum							1	2	0	0	346	141	224	91
Procladius spec.	44	38	110	61	45	30	6	9	56	50	89	36	73	30
Totaal	997	609	1867	866	2209	1804	1176	626	1589	501	32	13	64	26

biomassa van de bodemfauna (mp. 5)

mp. 5 biomassa g avdg/m²	18-04-89	18-04-89	22-05-89	22-05-89	14-06-89	14-06-89	10-07-89	10-07-89	21-08-89	21-08-89	18-09-89	18-09-89	16-10-89	16-10-89	20-11-89	20-11-89	18-12-89	18-12-89
	g/m²	sd	g/m²	sd	g/m²	sd	g/m²	sd	g/m²	sd	g/m²	sd	g/m²	sd	g/m²	sd	g/m²	sd
Oligochaeta (Tubificidae)																		
Aulodrilus cf. pigueti																		
Aulodrilus limnobius							0.1	0.1	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0	0.0		
Aulodrilus pigueti	0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.1	0.1					0.0	0.0	0.0	0.0
Aulodrilus spec. juv.																		
Limnodrilus clapparedianus	0.3	0.2	0.2	0.3	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4	0.3	0.5	0.4
Limnodrilus hoffmeisteri	2.7	3.1	0.5	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	1.1	0.8	0.3	0.3	1.6	1.8	1.8	2.0	0.5	0.4
Limnodrilus profundicola	0.0	0.0							0.0	0.1			0.2	0.4	0.1	0.2		
Limnodrilus spec.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0					0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0
Limnodrilus udekemianus	1.7	2.5	0.7	1.1	0.6	0.8	6.2	6.9	0.3	0.3	0.0	0.1	0.2	0.3	0.2	0.3		
Potamotheix cf. hammoniensis																		
Potamotheix hammoniensis																		
Potamotheix moldaviensis	1.2	0.9	0.9	0.4	0.3	0.3	0.7	0.4	0.4	0.4	0.8	0.7	0.9	0.2	0.7	0.4	0.7	0.5
Psammoryctides barbatus	0.5	1.2	1.6	2.3	0.1	0.1	1.2	1.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.2	0.2	1.1	0.9	0.0	0.1
Quistadrius multisetosus							0.0	0.0	0.0	0.0					0.0	0.0	0.0	0.0
Tubificidae adult met haarchaetae											0.0	0.1						
Tubificidae adult zonder haarchaetae							0.1	0.1							0.0	0.0		
Tubifex tubifex	0.2	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1									0.2	0.3		
Tubificidae juv. met haarchaetae	0.5	0.7	0.9	0.6	0.1	0.2	0.6	0.6	0.1	0.1	0.8	1.7	0.3	0.2	0.2	0.4	0.0	0.0
Tubificidae juv. zonder haarchaetae	4.0	1.7	6.3	2.2	1.4	1.0	5.0	3.8	2.0	1.9	1.8	0.9	3.9	1.3	5.1	2.6	1.3	0.8
Mollusca																		
Bithynia tentaculata											1.0	1.5					1.4	3.2
Corbicula fluminea																	0.1	0.1
Cyrenastrum solidum	0.8	1.8																
Dreissena polymorpha	72.2	48.3	14.9	17.8	0.2	0.3	62.3	32.1	51.9	27.8	96.5	15.4	93.5	45.6	56.3	56.5	73.3	46.3
Gastropoda indet. juv.											0.0	0.1					0.0	0.1
Pisidium amnicum									0.2	0.5								
Pisidium casertanum	0.1	0.2	0.1	0.1							0.1	0.2	0.0	0.1			0.2	0.4
Pisidium henslowanum	0.4	0.3									0.1	0.1	0.1	0.1			0.3	0.7
Pisidium moitessierianum	0.0	0.0			0.0	0.0							0.0	0.1			0.0	0.0
Pisidium nitidum	0.5	0.4							0.1	0.1	0.3	0.4	0.2	0.3	0.1	0.2	0.0	0.1
Pisidium nitidum crassa	0.2	0.3																
Pisidium spec. juv.	0.0	0.1							0.0	0.0								
Pisidium subtruncatum	0.1	0.1	0.1	0.2							0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Pisidium supinum	0.1	0.2																
Potamopyrgus antipodarum	0.0	0.1							0.1	0.3	0.3	0.4					1.8	3.5
Valvata piscinalis	1.1	1.4	0.4	0.9	0.2	0.5	0.0	0.0	0.8	1.1	3.2	4.5	1.1	1.4	0.2	0.5	4.9	7.8

biomassa van de bodemfauna (mp. 5)

Mp. 5 biomassa g avdg/m^2	18-04-89	18-04-89	22-05-89	22-05-89	14-06-89	14-06-89	10-07-89	10-07-89	21-08-89	21-08-89	18-09-89	18-09-89	16-10-89	16-10-89	20-11-89	20-11-89	18-12-89	18-12-89
	g/m2	sd	g/m2	sd	g/m2	sd	g/m2	sd	g/m2	sd	g/m2	sd	g/m2	sd	g/m2	sd	g/m2	sd
Chironomidae																		
Chironomus nudiventris					0.0	0.0	0.0	0.1					0.0	0.0			0.1	0.2
Chironomus spec.					0.0	0.0					0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0
Cryptochironomus spec.							0.0	0.0	0.0	0.0							0.0	0.0
Dicrotendipes gr. nervosus	0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0										
Microchironomus deribae							0.0	0.0										
Parachironomus gr. arcuatus							0.0	0.0										
Polypedilum scalaenum	0.0	0.0																
Procladius spec.							0.0	0.0			0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0
Rheocricotopus spec.																		
Rheopelopia spec.	0.0	0.0																
Totaal	86.9	46.6	26.6	18.7	3.5	2.6	76.9	37.2	57.9	28.2	105.8	12.3	102.4	47.7	66.8	61.0	85.3	42.6

biomassa van de bodemfauna (mp. 5)

mp. 5 biomassa g avdg/m^2	22-01-90	22-01-90	19-02-90	19-02-90	26-03-90	26-03-90	18-04-90	18-04-90	jaar	jaar	jaar	jaar	jaar	jaar
	g/m2	sd	g/m2	sd	g/m2	sd	g/m2	sd	gem.	sd	sd/gem%	se/gem%	gem sd/gem%	gem se/gem%
Oligochaeta (Tubificidae)														
Aulodrilus cf. pigueti			0.0	0.0					0	0	346	141	224	91
Aulodrilus limnobius	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			0	0	199	81	182	74
Aulodrilus pigueti	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			0	0	225	92	160	65
Aulodrilus spec. juv.					0.0	0.0			0	0	346	141	224	91
Limnodrilus claparedeanus	0.6	0.4	0.4	0.4	0.6	0.7	0.1	0.1	0	0	63	26	101	41
Limnodrilus hoffmeisteri	2.8	2.5	2.4	2.5	1.8	1.7	1.8	2.4	1	1	62	25	103	42
Limnodrilus profundicola					0.1	0.1			0	0	175	71	188	77
Limnodrilus spec.	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1			0	0	135	55	134	55
Limnodrilus udekemianus	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1.2	0.2	0.3	1	2	181	74	125	51
Potamotheix cf. hammoniensis							0.0	0.0	0	0	346	141	224	91
Potamotheix hammoniensis			0.0	0.0					0	0	346	141	224	91
Potamotheix moldaviensis	0.9	0.5	0.5	0.3	0.7	0.7	1.4	1.3	1	0	34	14	70	29
Psammoryctides barbatus	0.6	0.9	1.8	1.1	1.1	1.6	0.1	0.1	1	1	89	37	122	50
Quistadrius multisetosus	0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0	0	156	64	182	74
Tubificidae adult met haarchaetae					0.1	0.1			0	0	248	101	224	91
Tubificidae adult zonder haarchaetae	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1			0	0	147	60	224	91
Tubifex tubifex	0.2	0.2	0.6	1.1	0.8	1.8	0.3	0.3	0	0	139	57	172	70
Tubificidae juv. met haarchaetae	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0	0	91	37	122	50
Tubificidae juv. zonder haarchaetae	2.0	1.8	1.8	1.1	2.0	1.3	2.7	1.4	3	2	52	21	56	23
Mollusca														
Bithynia tentaculata									0	0	238	97	192	78
Corbicula fluminea									0	0	346	141	224	91
Cyrenastrum solidum									0	0	346	141	224	91
Dreissena polymorpha	63.0	72.6	36.5	33.7	62.7	52.1	38.4	21.6	56	27	48	20	65	27
Gastropoda indet. juv.									0	0	237	97	224	91
Pisidium amnicum									0	0	346	141	224	91
Pisidium casertanum	0.0	0.1			0.1	0.1	0.1	0.2	0	0	116	48	185	75
Pisidium henslowianum			0.1	0.1			0.2	0.2	0	0	146	60	137	56
Pisidium moitessierianum									0	0	160	66	224	91
Pisidium nitidum			0.1	0.1	0.2	0.2	0.0	0.1	0	0	126	51	130	53
Pisidium nitidum crassa									0	0	346	141	131	54
Pisidium spec. juv.									0	0	256	104	224	91
Pisidium subtruncatum							0.1	0.1	0	0	106	43	168	69
Pisidium supinum									0	0	346	141	224	91
Potamopyrgus antipodarum	0.0	0.0			0.0	0.0			0	0	267	109	188	77
Valvata piscinalis	0.2	0.5	1.0	2.2			2.2	1.8	1	1	120	49	148	60

biomassa van de bodemfauna (mp. 5)

Mp. 5 biomassa g avdg/m^2	22-01-90	22-01-90	19-02-90	19-02-90	28-03-90	26-03-90	18-04-90	18-04-90	jaar	jaar	jaar	jaar	jaar	jaar
	g/m2	sd	g/m2	sd	g/m2	sd	g/m2	sd	gem.	sd	sd/gem%	se/gem%	gem sd/gem%	gem se/gem%
Chironomidae														
Chironomus nudiventris			0.0	0.0			0.1	0.1	0	0	160	65	171	70
Chironomus spec.									0	0	192	78	224	91
Cryptochironomus spec.									0	0	238	97	188	77
Dicrotendipes gr. nervosus									0	0	246	100	215	88
Microchironomus deribae									0	0	346	141	224	91
Parachironomus gr. arcuatus									0	0	346	141	224	91
Polypedilum scalaenum									0	0	346	141	224	91
Procladius spec.					0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	240	98	82	34
Rheocricotopus spec.			0.0	0.0					0	0	346	141	224	91
Rheopelopia spec.									0	0	346	141	224	91
Totaal	70.6	77.4	45.7	37.6	71.1	57.9	47.7	24.6	65	28	43	18	58	24

biomassa van de bodemfauna (mp. 7)

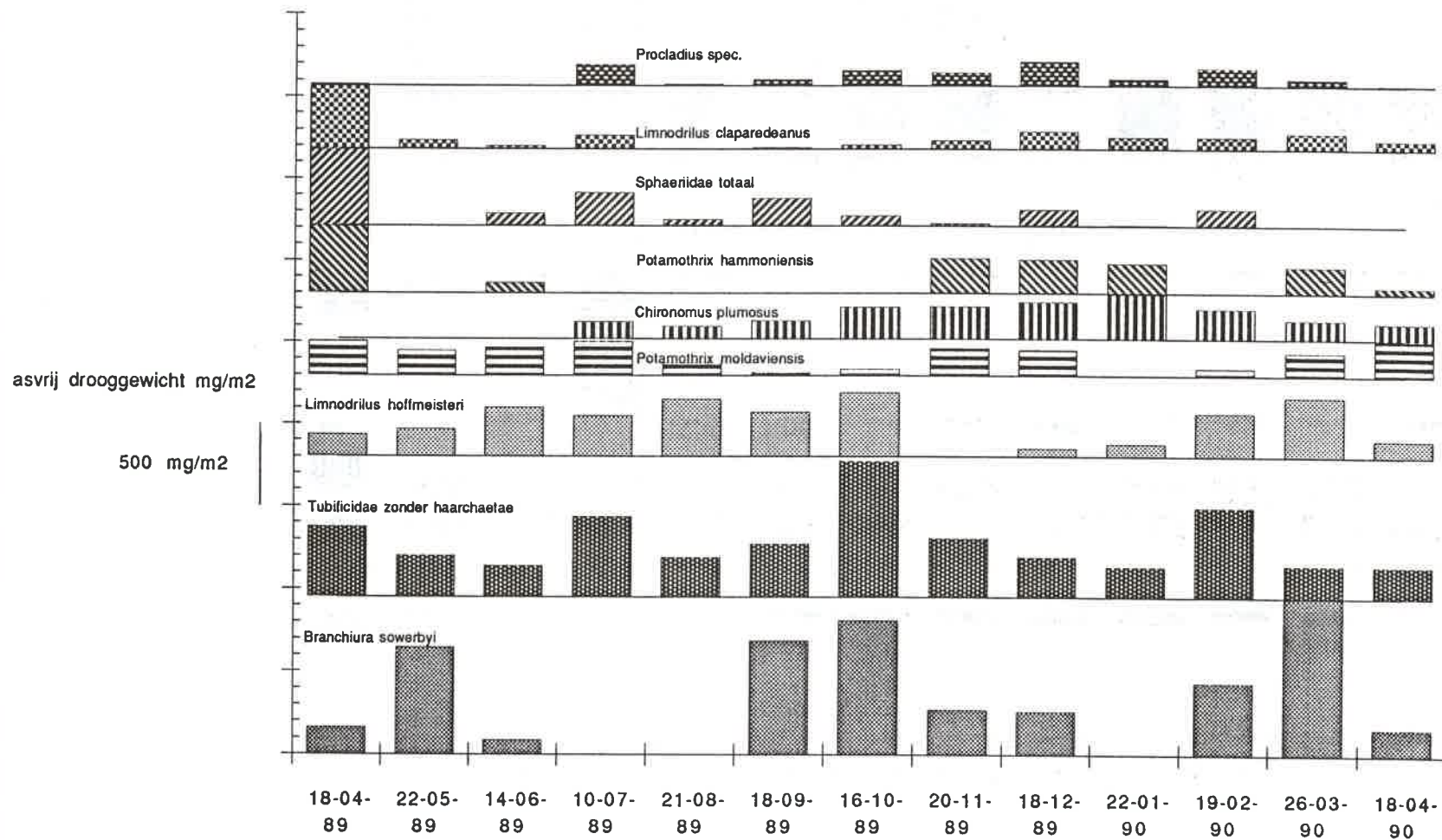
Mp. 7 biomassa mg avdg/m ²	18-04-89	18-04-89	22-05-89	22-05-89	14-06-89	14-06-89	10-07-89	10-07-89	21-08-89	21-08-89	18-09-89	18-09-89	16-10-89	16-10-89	20-11-89	20-11-89	18-12-89	18-12-89
	mg/m2	sd	mg/m2	sd	mg/m2	sd	mg/m2	sd	mg/m2	sd	mg/m2	sd	mg/m2	sd	mg/m2	sd	mg/m2	sd
Oligochaeta (Tubificidae)																		
Aulodrilus limnobius																		
Aulodrilus pigueti	24	51	1	1					4	6	1	1			0	1	0	0
Limnodrilus claparedeianus	72	118	158	192	152	282					296	331	277	418	227	297	77	77
Limnodrilus hoffmeisteri	559	506	84	122	117	219	20	44	51	114	316	407	58	130	203	289	190	222
Limnodrilus spec.																		
Pelosclex multisetosis																		
Potamothrix moldaviensis	114	129			23	51					20	44						
Psammoryctides barbatus					2	3												
Tubifex tubifex					13	29												
Tubificidae adult zonder haarchaetae																	35	79
Tubificidae juv. met haarchaetae																		
Tubificidae juv. zonder haarchaetae	479	281	229	280	147	138	129	128	439	503	243	292	114	98	211	266	189	201
Gastropoda																		
Dreissena polymorpha	15	33																
Pisidium subtruncatum																		
Potamopyrgus jenkinsi													131	294	131	294	137	306
Chironomidae																		
Chironomus spec.					4	10												
Cladotanytarsus spec.					0	1												
Cryptochironomus spec.	1	2																
Harnischia spec.					0	1												
Paratendipes gr. albimanus	3	8																
Polypedilum scalaenum																		
Polypedilum spec.																		
Procladius spec.	36	27			18	40			9	20	5	11	8	13	3	5	19	25
Rheotanytarsus spec.																		
Totaal	1304	760	472	269	477	420	149	121	503	470	881	889	588	585	776	761	648	411

biomassa van de bodemfauna (mp. 7)

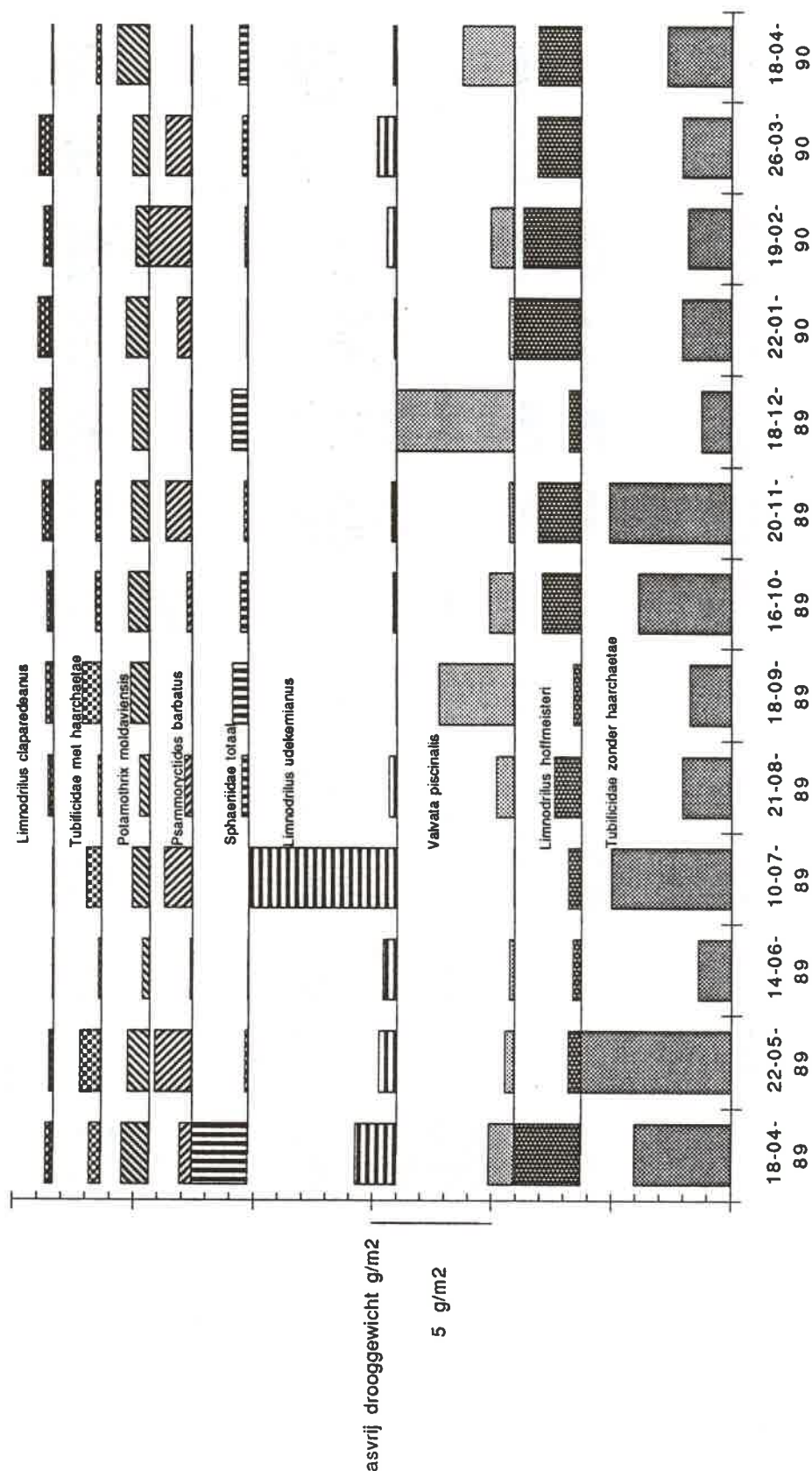
Mp. 7 biomassa mg avdg/m^2	22-01-90	22-01-90	19-02-90	19-02-90	26-03-90	26-03-90	18-04-90	18-04-90	jaar	jaar	jaar	jaar	jaar	jaar
	mg/m2	sd	mg/m2	sd	mg/m2	sd	mg/m2	sd	gem.	sd	sd/gem%	se/gem%	gem sd/gem%	gem se/gem%
Oligochaeta (Tubificidae)														
Aulodrilus limnobius	0	1							0	0	346	141	224	91
Aulodrilus pigueti			0	1	7	13	5	9	3	6	197	80	194	79
Limnodrilus claparedeianus	92	150	120	223	37	60	182	222	130	93	72	29	140	57
Limnodrilus hoffmeisteri	54	78	50	97	525	363	55	92	175	176	100	41	118	48
Limnodrilus spec.	11	24	13	30	32	72			4	9	211	86	224	91
Peloscoclex multisetosis	2	4	3	8					0	1	252	103	224	91
Potamothenix moldaviensis	21	47			58	130	58	130	23	33	148	60	180	74
Psammoryctides barbatus	96	214							8	26	340	139	222	91
Tubifex tubifex					295	659			24	78	331	135	224	91
Tubificidae adult zonder haarchaetae									3	9	346	141	224	91
Tubificidae juv. met haarchaetae					8	18	14	30	2	4	243	99	224	91
Tubificidae juv. zonder haarchaetae	203	119	55	61	978	1263	240	258	281	231	82	34	106	43
Gastropoda														
Dreissena polymorpha									1	4	346	141	224	91
Pisidium subtruncatum					59	133			5	16	346	141	224	91
Potamopyrgus jenkinsi	263	372							51	83	162	66	191	78
Chironomidae														
Chironomus spec.							0	0	0	1	332	136	224	91
Cladotanytarsus spec.									0	0	346	141	224	91
Cryptochironomus spec.									0	0	346	141	224	91
Harnischia spec.									0	0	346	141	224	91
Paratendipes gr. albimanus							1	2	0	1	275	112	224	91
Polypedilum scalaenum					2	3			0	0	346	141	174	71
Polypedilum spec.							0	1	0	0	346	141	224	91
Procladius spec.	3	3	2	4	4	9			8	10	122	50	148	60
Rheotanytarsus spec.					0	1			0	0	346	141	224	91
Totaal	744	505	243	236	2006	1878	556	476	719	464	65	26	83	34

biomassa van de belangrijkste soorten door het jaar heen (mp. 3)

Kwantitatieve samenstelling van de belangrijkste bodemfauna in het Haringvliet (mp. 3). Deze soorten vertegenwoordigen 93% van de totale biomassa (zie bijlage 4.1 voor de overige soorten)

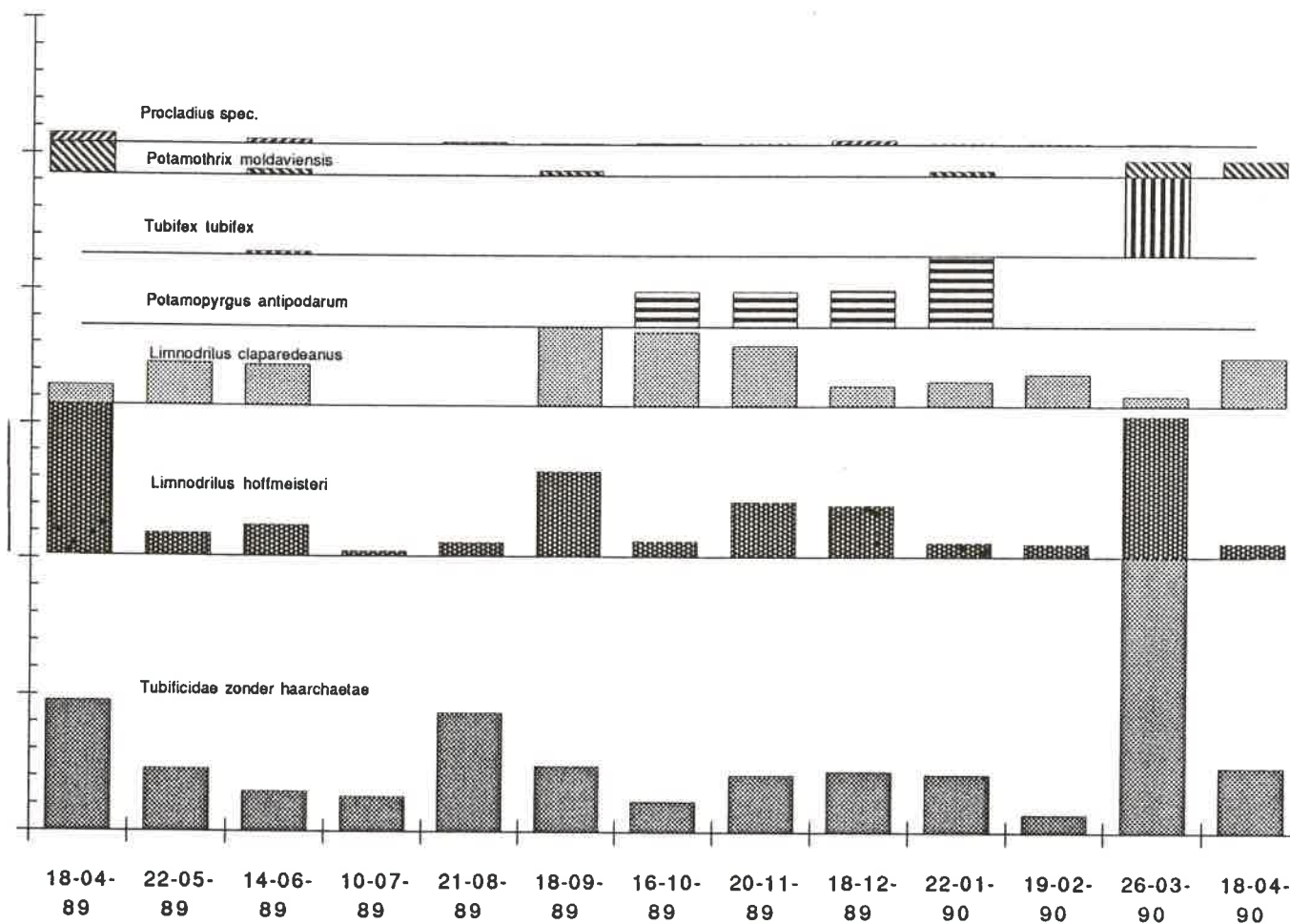


Kwantitatieve samenstelling van de belangrijkste bodemfauna (exkl. Dreissena) in het Hollands Diep bij Willemstad (mp. 5). Deze soorten vertegenwoordigen 89% van de totale biomassa (exkl. Dreissena). (zie bijlage 4.1 voor de overige soorten)

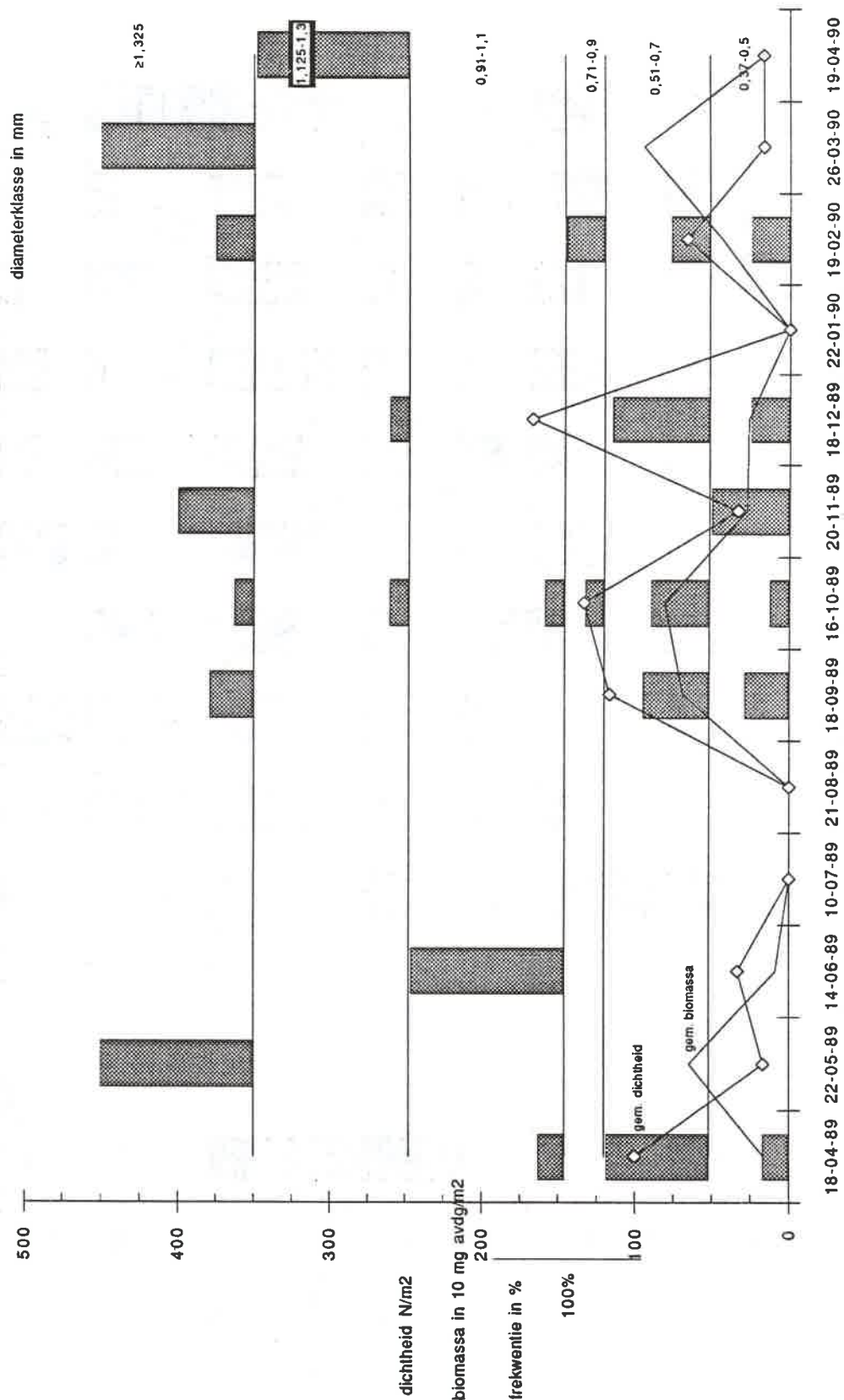


biomassa van de belangrijkste soorten door het jaar heen (mp. 5)

asvrij drooggewicht mg/m2

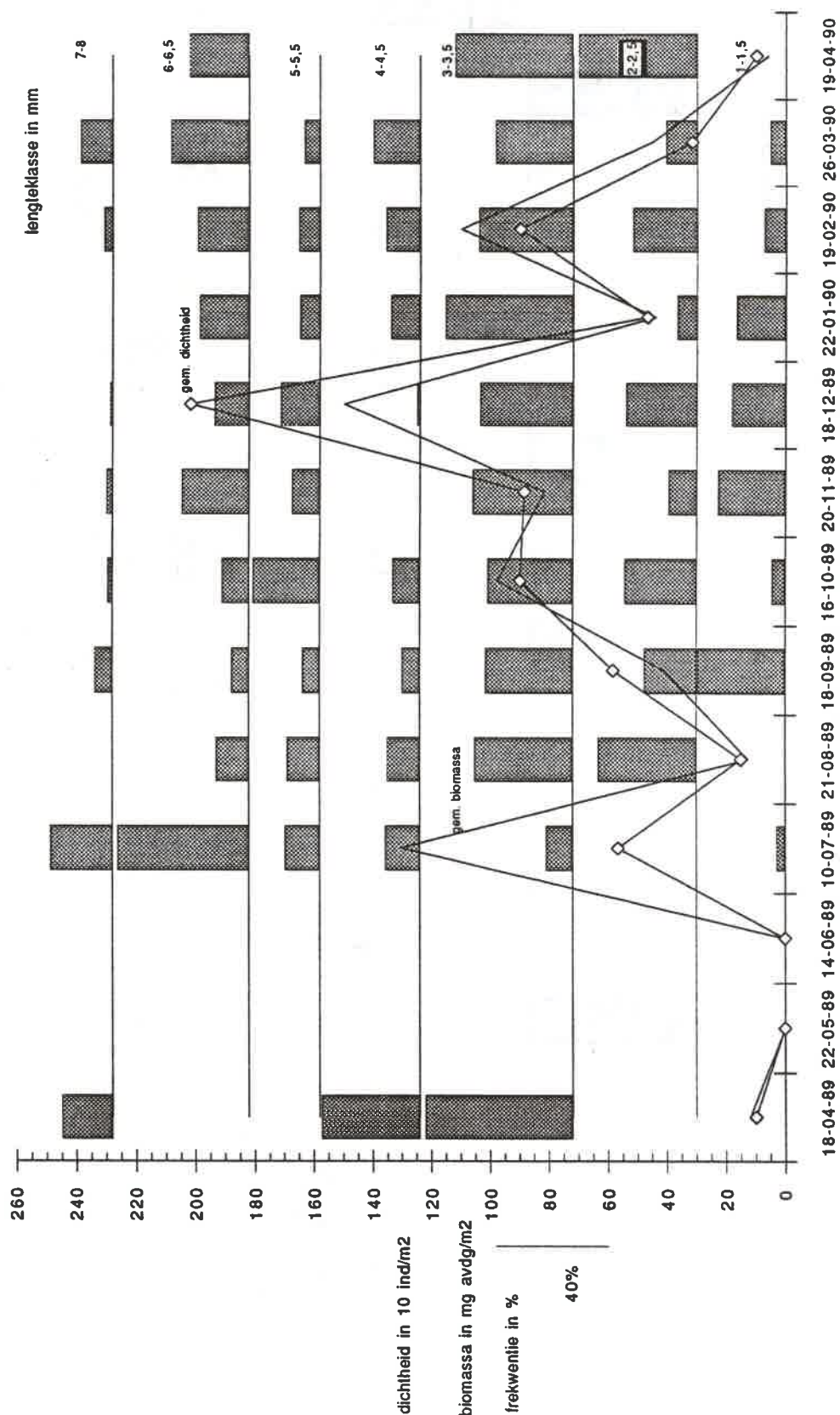


Branchiura sowerbyi: Diameter/frekwentie verdeling (%) in het Haringvliet Aardappelgat (mp. 3)



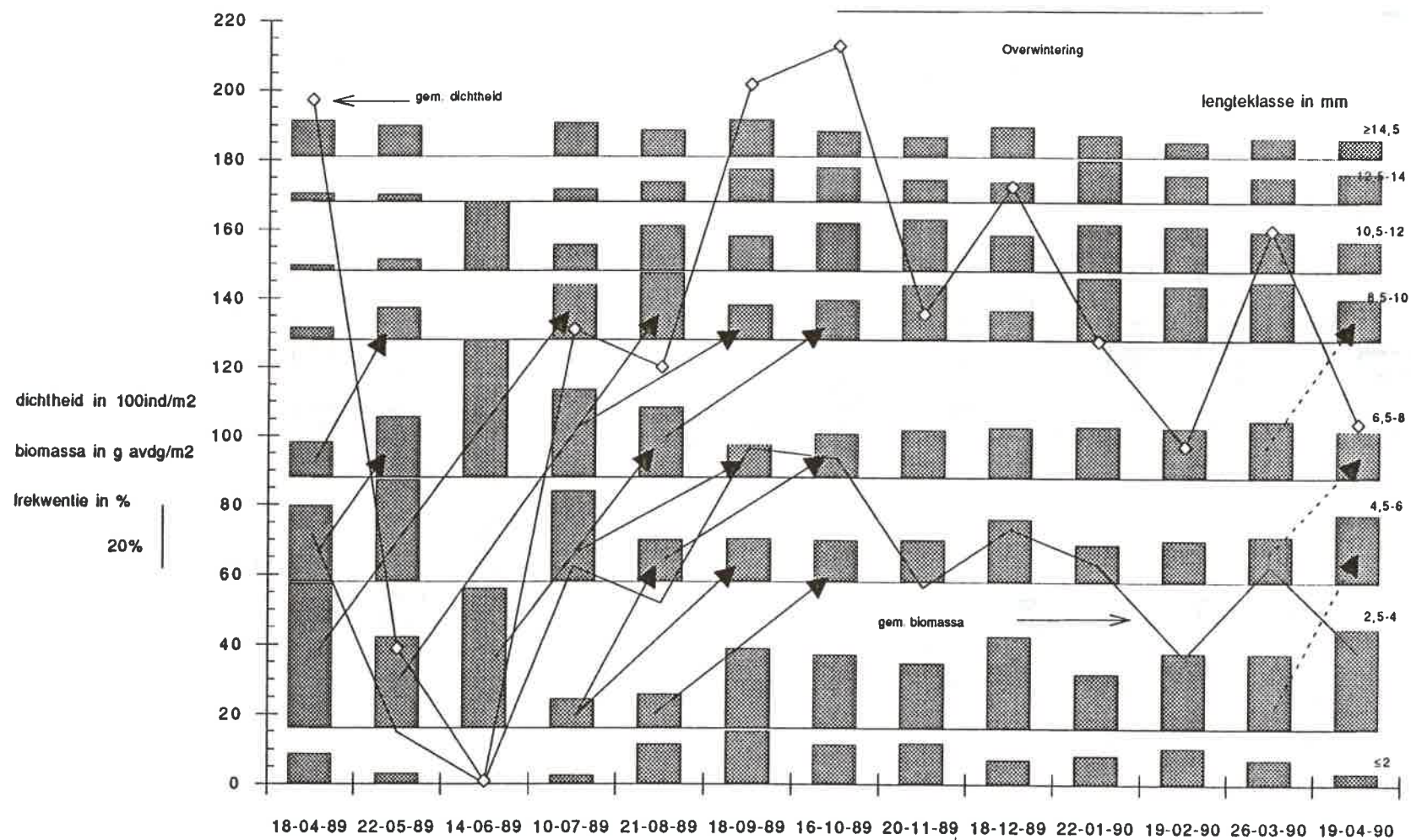
diameter/frequentieverdeling van *Branchiura sowerbyi*

Procladius spec.: Lengte/frekwentie verdeling (%) in het Haringvliet Aardappelgat (mp. 3)

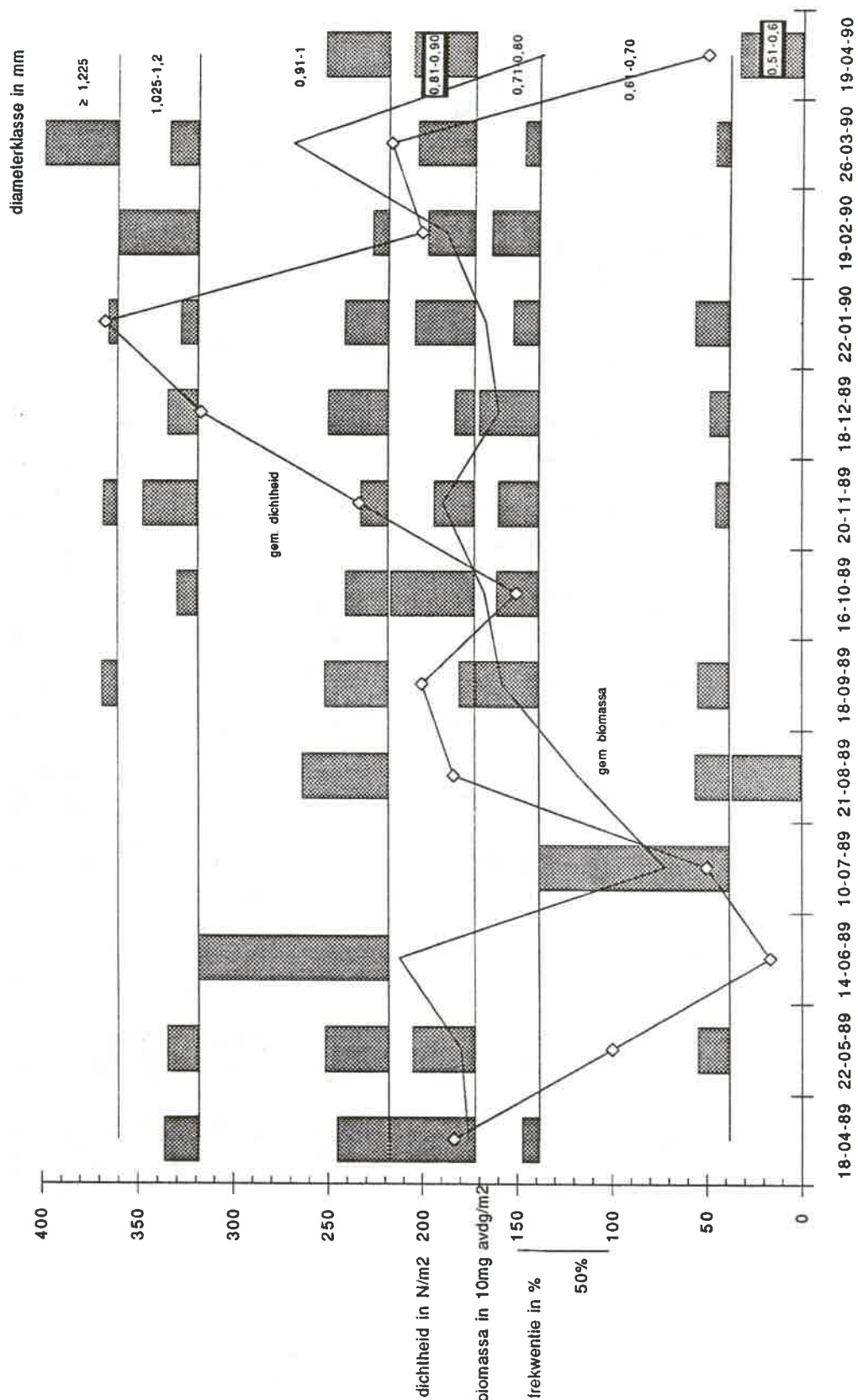


lengte/frequentieverdeling van *Procladius spec.*

Dreissena polymorpha: Lengte/frekwentie verdeling (%) in het Hollandsch Diep bij Willemstad (mp.5)

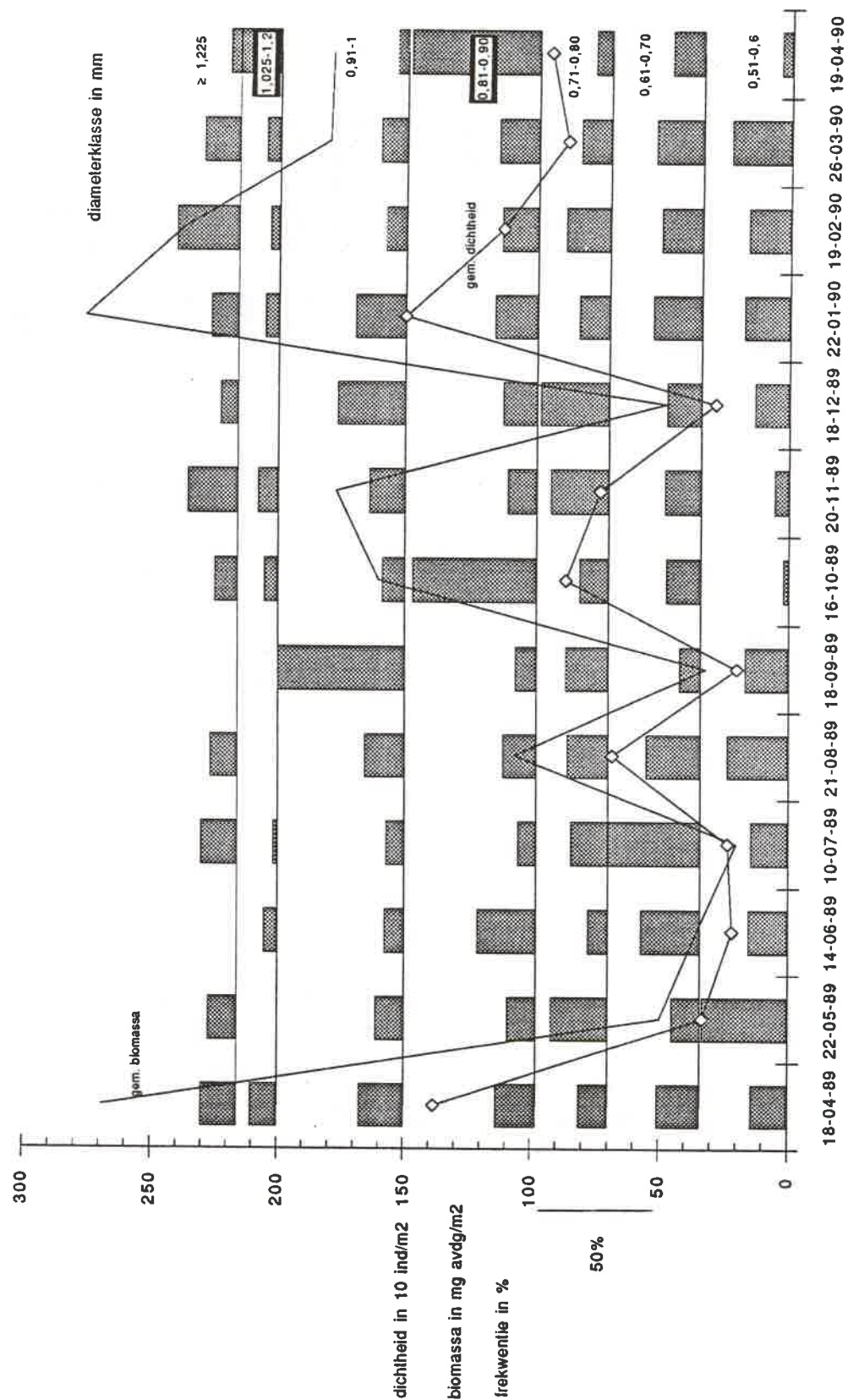


Limnodrilus claparedeanus: Diameter/frekwentie verdeling (%) in het Hollandsch Diep bij Willemstad (mp. 5)



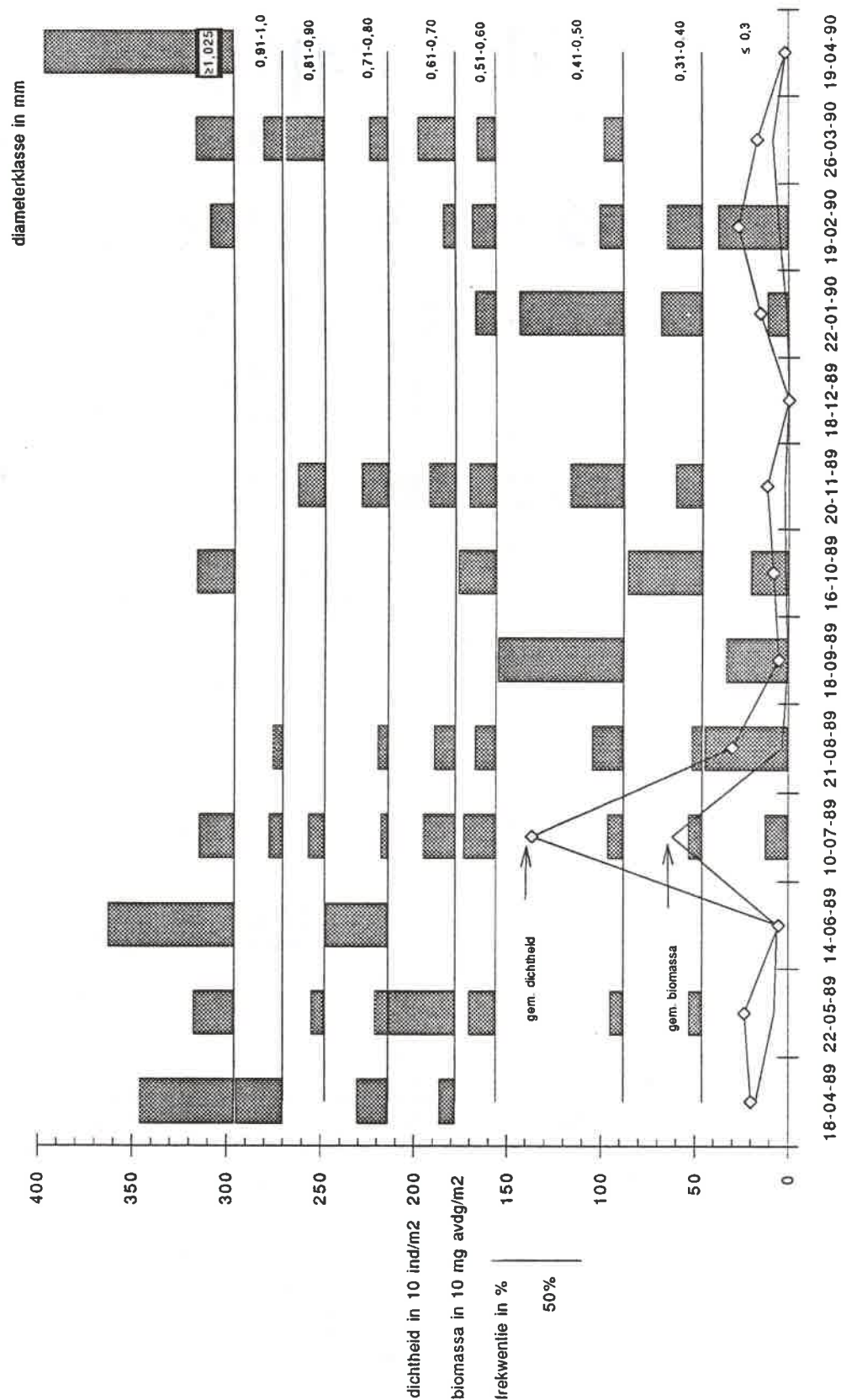
diameter/frequentieverdeling van *Limnodrilus claparedeanus*

Limnodrilus hoffmeisteri: Diameter/frekwentie verdeling (%) in het Hollandsch Diep bij Willemstad (mp. 5)



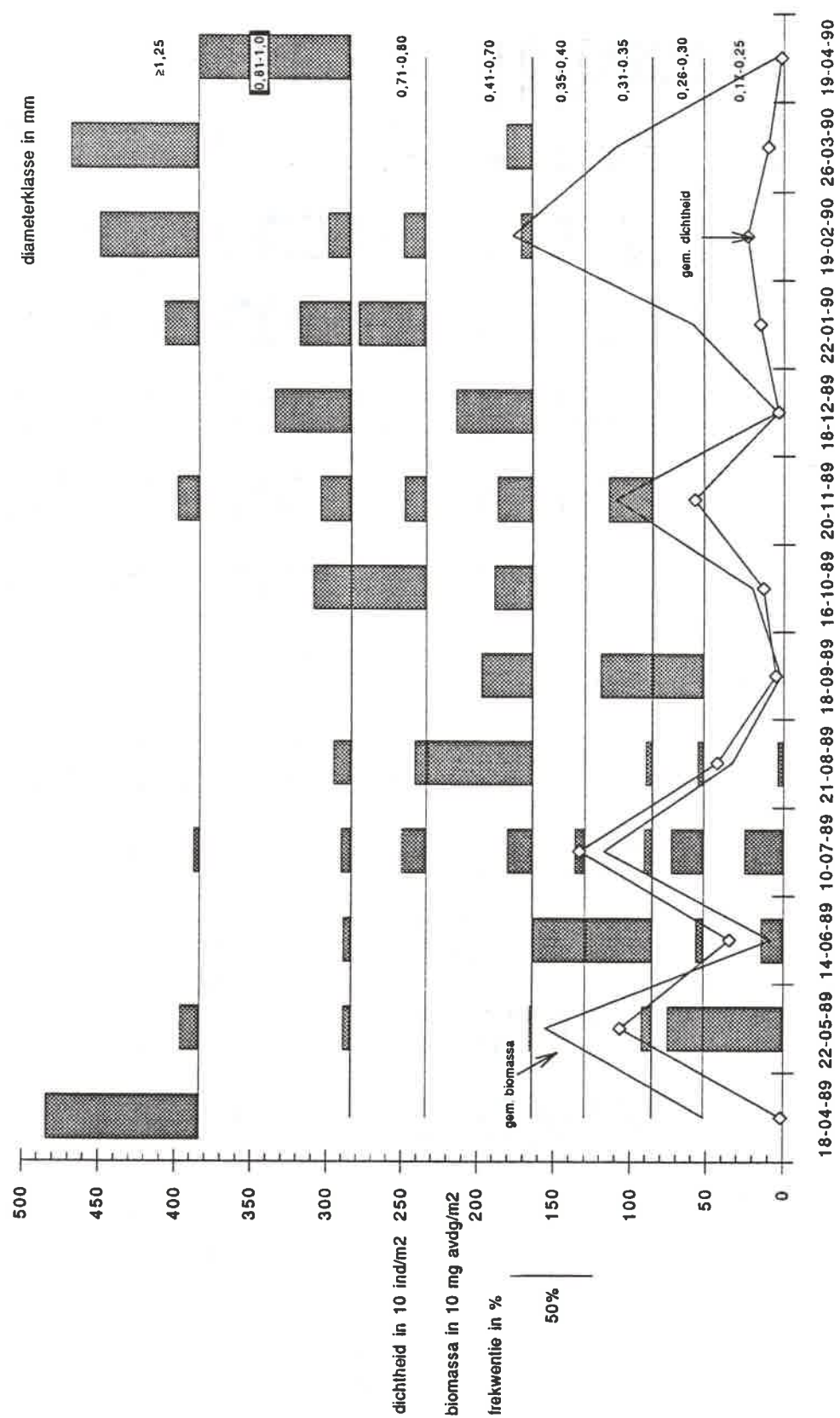
diameter/frequentieverdeling van *Limnodrilus hoffmeisteri*

Limnodrilus udekemianus: diameter/frekwentie verdeling (%) in het Hollandsch Diep bij Willemstad (mp. 5)



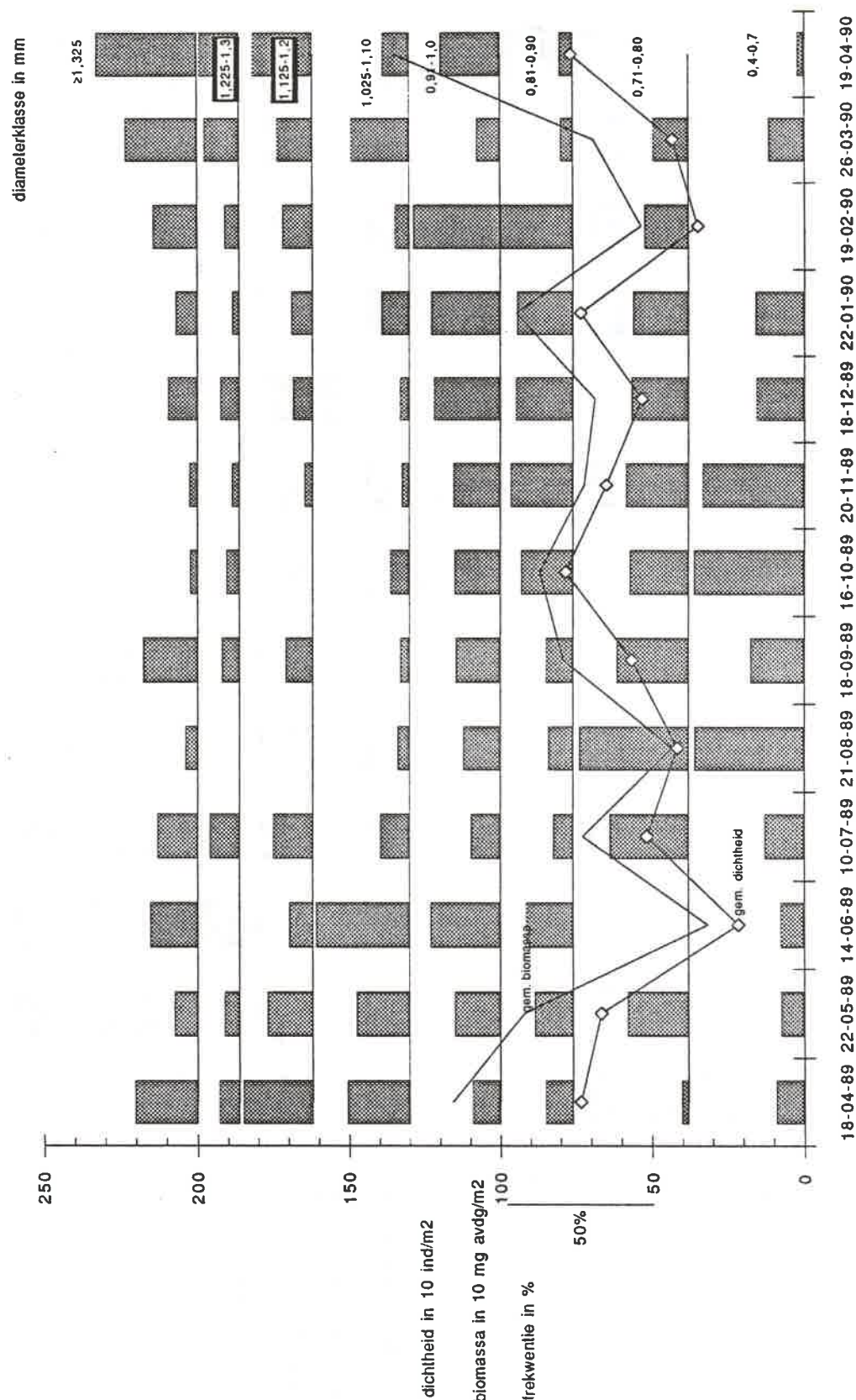
diameter/frequentieverdeling van *Limnodrilus udekemianus*

Psammoryctides barbatus: Diameter/frekwentie (%) in het Hollandsch Diep bij Willemstad (mp. 5)



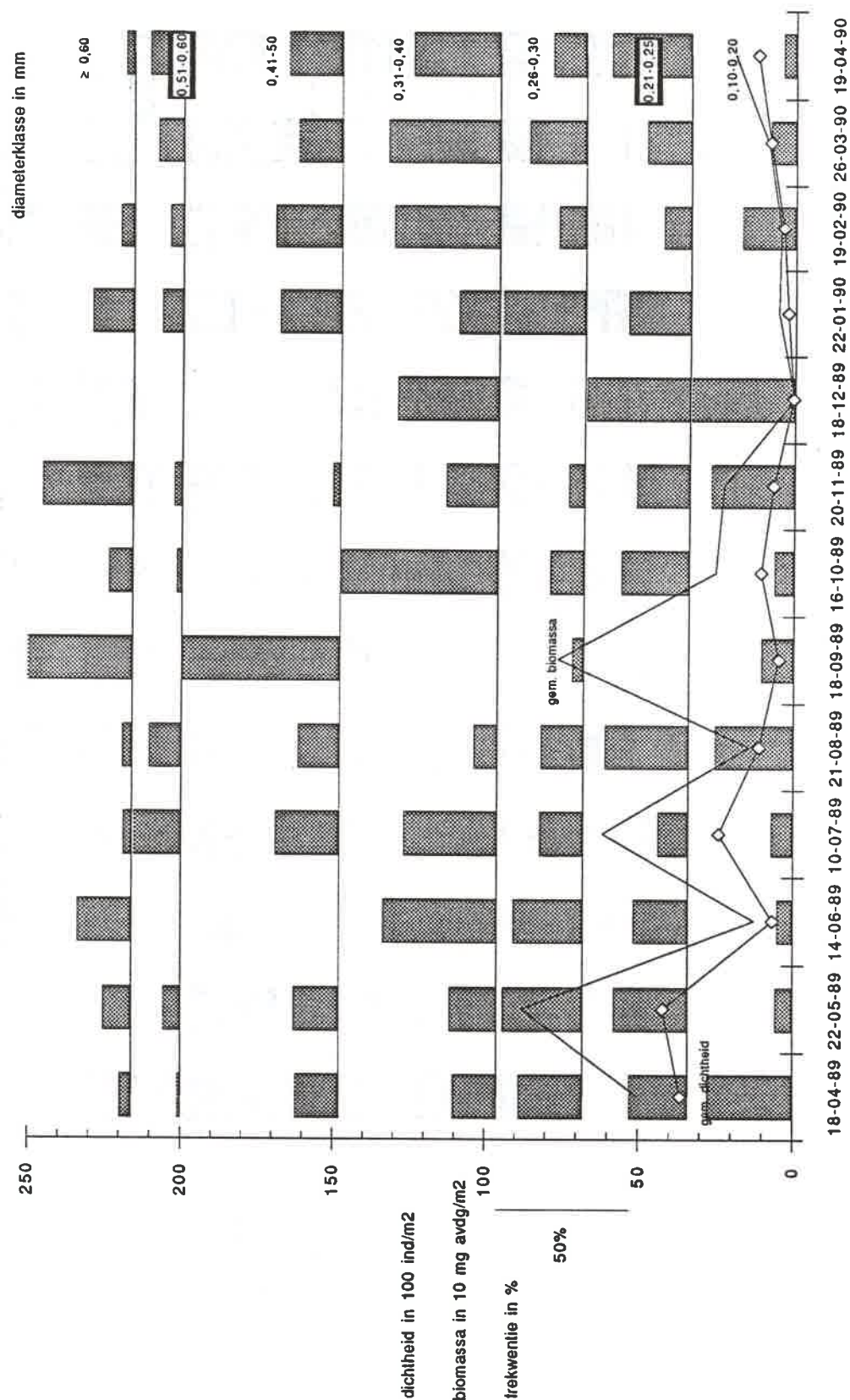
diameter/frequentieverdeling van *Psammoryctides barbatus*

Potamothenix moldaviensis: Diameter/frekventie verdeling (%) in het Hollandsch Diep bij Willemstad (mp. 5)



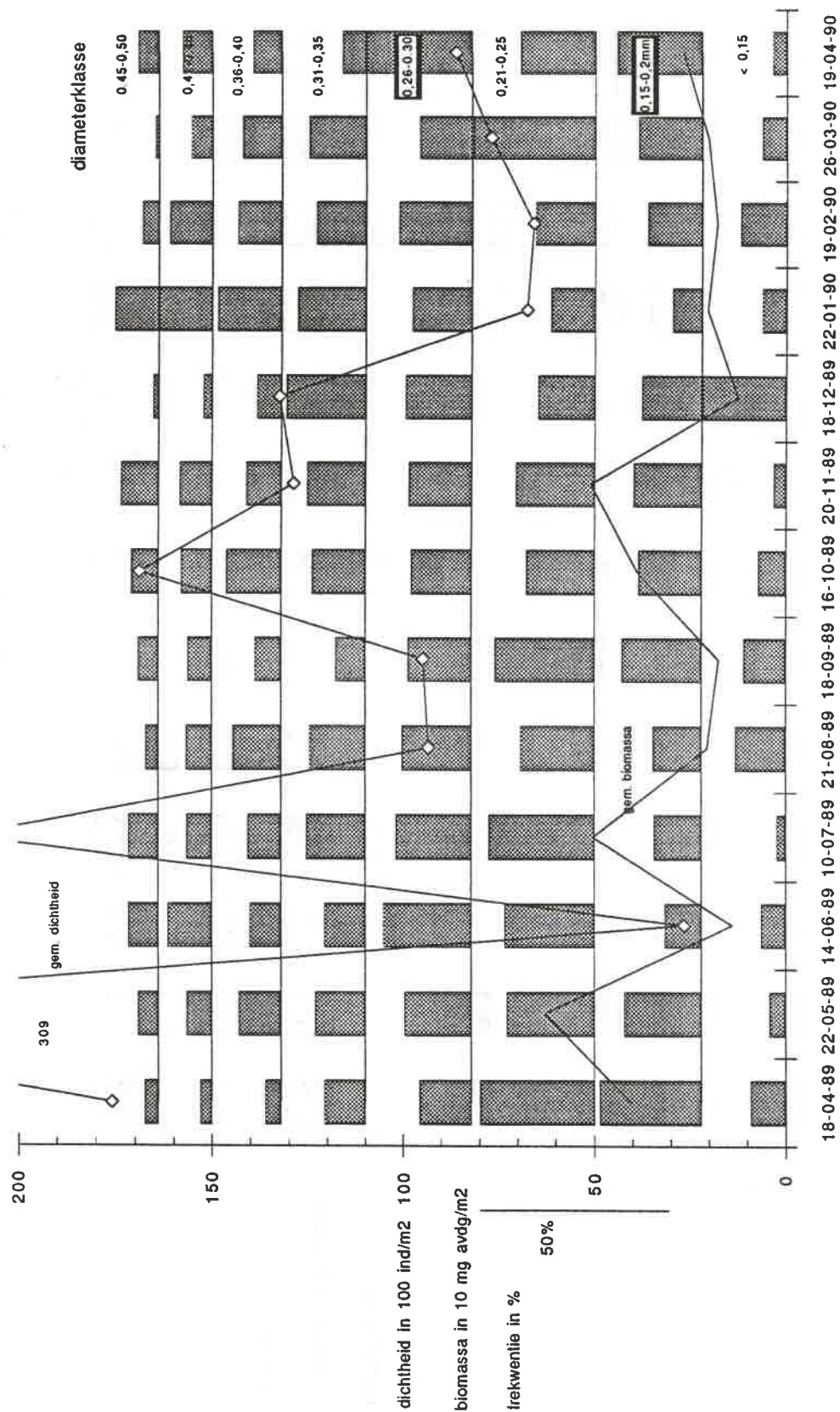
diameter/frequentieverdeling van *Potamothenix moldaviensis*

Tubificidae juv. met haarchaetae: Diameter/frekwentie verdeling (%) in het Hollandsch Diep bij Willemstad (mp. 5)



diameter/frequentieverdeling van Tubificidae juv. met haarchaetae

Tubificidae juv. zonder haarchaetae: Diameter/frekwentie verdeling (%) in het Hollandsch Diep bij Willemstad (mp. 5)



diameter/frequentieverdeling van Tubificidae juv. zonder haarchaetae

Parameter	Gem. Biomassa	Pjaarmin	Pjaar max	Cohort P/Bmin	Cohort P/Bmax	N cohorts
eenheid	g/m ²	g/ m ² *jaar	g/m ² *jaar			
Mp. 3						
Branchiura sowerbyi	0.34	1.32	1.51	4.16	4.75	1
Chironomus plumosus	0.12	0.30	0.45	1.31	2.00	2
Limnodrilus claperedeanus	0.07	0.39	0.57	2.06	2.99	3
Limnodrilus hoffmeisteri	0.18	1.44	2.44	2.15	3.65	4
Potamothenix hammoniensis	0.10	0.30	0.30	3.27	3.27	1
Potamothenix moldaviensis	0.12	0.25	0.90	1.07	3.90	2
Procladius spec.	0.06	0.44	0.62	4.24	5.91	2
Tubificidae juv. met haarchaetae	0.06	1.02	1.23	5.02	6.06	4
Tubificidae juv. zonder haarchaetae	0.28	5.90	6.14	5.70	5.94	4
Totaal of gemiddelde P/B ratio	1.33	11.36	14.17	3.22	4.27	
Mp. 5						
Bithynia tentaculata	0.19	0.24	0.36	1.38	2.05	1
Dreissena polymorpha	54.36	290.67	293.03	5.79	5.84	1
Limnodrilus claperedeanus	0.29	2.02	3.23	2.48	3.97	3
Limnodrilus hoffmeisteri	1.39	20.15	23.59	3.93	4.60	4
Limnodrilus udekemianus	0.76	5.37	6.38	3.84	4.55	2
Pisidium casertanum	0.06	0.07	0.09	1.32	1.69	1
Pisidium henslowanum	0.09	0.13	0.17	1.58	2.05	1
Pisidium moitessierianum	0.01	0.02	0.02	3.31	3.31	1
Pisidium nitidum	0.11	0.25	0.34	2.42	3.28	1
Pisidium nitidum crassa	0.02	0.02	0.04	1.35	2.03	1
Pisidium spec. juv.	0.00	0.01	0.01	2.25	2.25	1
Pisidium subtruncatum	0.05	0.09	0.14	2.24	3.37	1
Potamopyrgus antipodarum	0.18	1.02	1.03	5.71	6.65	1
Potamothenix moldaviensis	0.77	2.65	4.92	1.85	3.44	2
Procladius spec.	0.00	0.03	0.04	3.81	4.38	2
Psammoryctides barbatus	0.66	3.16	4.51	5.21	7.44	1
Quistadrilus multisetosus	0.00	0.00	0.00	2.10	2.68	1
Tubifex tubifex	0.13	0.35	0.40	2.89	3.31	1
Tubificidae juv. met haarchaetae	0.22	4.68	4.96	5.81	6.16	4
Tubificidae juv. zonder haarchaetae	3.00	86.88	91.84	7.83	8.28	4
Valvata piscinalis	1.16	4.71	7.07	4.38	6.58	1
Totaal of gemiddelde P/B ratio	63.47	422.53	442.17	3.40	4.19	
Mp. 7						
Limnodrilus claperedeanus	0.12	0.70	1.00	2.16	3.10	3
Limnodrilus hoffmeisteri	0.16	1.79	3.10	3.02	5.25	4
Polypedium scaleanum	0.01	0.02	0.02	2.64	3.15	1
Procladius spec.	0.01	0.04	0.09	2.86	5.68	2
Tubificidae juv. zonder haarchaetae	0.25	4.66	5.15	5.05	5.58	4
Totaal of gemiddelde P/B ratio	0.54	7.21	9.37	3.14	4.55	

produktieschatting van de voornaamste soorten

voorbeeld van de berekening van de jaarlijkse produktie van *Dreissena polymorpha* op mp. 5

Notatie Benke, 1984	N	W	B	ΔN	Weight at loss (Wgem.)	Weight loss (Wgem*ΔN)	W*ΔN*aantal lengteklassen (=12)
Schelpengte <i>Dreissena</i> <i>polymorpha</i>	Dichtheid	individueel gem. gewicht	Biomassa	Afname aantal in 2 opeenvolgende klassen	Gem gewicht 2 opeenvolgende klassen	Gewichtsverlies	klasse produktie
mm	N/m ²	mg	g/m ²	N/m ²	mg	g	g/m ²
0-2	1189.12	0.03	0.04	-1757.51			
					0.12	-0.21	(-2.56)
2-4	2946.63	0.21	0.63	896.81			
					0.51	0.46	5.48
4-6	2049.82	0.81	1.65	131.09			
					1.40	0.18	2.20
6-8	1918.72	1.99	3.83	264.30			
					2.98	0.79	9.45
8-10	1654.42	3.97	6.56	293.01			
					5.41	1.58	19.01
10-12	1361.42	6.85	9.32	436.39			
					8.77	3.83	45.94
12-14	925.03	10.70	9.90	386.71			
					13.36	5.17	61.98
14-16	538.32	16.01	8.62	290.91			
					19.25	5.60	67.18
16-18	247.41	22.48	5.56	108.30			
					26.68	2.89	34.67
18-20	139.11	30.88	4.30	73.60			
					36.08	2.66	31.86
20-22	65.51	41.28	2.70	42.59			
					48.07	2.05	24.56
22-24	22.92	54.85	1.26	22.92	54.85	1.26	15.09
		Gem. Biomassa	54.36			Max. Pcohort	317.45
						Min. Pcohort	314.89

Toelichting:

De produktie per klasse wordt vermenigvuldigd met het aantal klassen. Sommatie van de produktie per klasse geeft de minimale cohortproduktie (ook negatieve klasseprodukties tellen hierin mee). Sommatie van de klasseprodukties - negatieve klasseproduktie geeft de maximale cohort produktie.

De jaarlijkse produktie = cohortproduktie * aantal cohorts per jaar * aantal maanden per jaar/aantal maanden in onderzoeksperiode.

Naar schatting produceert *Dreissena polymorpha* 1 cohort per jaar. De onderzoeksperiode bedraagt 13 maanden.

De jaarlijkse (minimale) produktie bedraagt dan $314.89 \cdot 1 \cdot 12/13 = 290.67$ g/m²*jaar. De cohortP/Bgem. ratio, uitgaande van de minimale produktie bedraagt: $314.89/54.36 = 5.79$ (zie ook bijlage 6).

- 1 - 1988 Ecological rehabilitation of the river Rhine: a proposal for a Netherlands research programma (RIZA, RIVM, RIVO-DLO).
- 2 - 1988 Fish and their environment in large european river ecosystems; the Dutch part of the river Rhine. W.G. Cazemier, Science de l'Eau 7, 95-114 (1988) (RIVO-DLO).
- 3 - 1988 High rates of denitrification in a storage reservoir fed with water of the river Rhine. W. Admiraal and J.C. van der Vlugt, Arch. Hydrobiol. 113, 593-605 (1988) (RIVM).
- 4 - 1988 Impact of biological activity on detritus transported in the lower river Rhine: an exercise in ecosystem analysis. W. Admiraal and B. van Zanten, Freshwater Biology 20, 215-225 (1988) (RIVM).
- 5 - 1988 Continue signalering van toxische stoffen in het aquatische milieu met behulp van biologische bewakingssystemen - literatuurstudie. J. Botterweg, 31 pp., Den Haag (1988) (RIZA).
- 6 - 1988 Environmental stress in five aquatic ecosystems in the floodplain of the river Rhine. W. Admiraal, E.D. de Ruyter van Steveninck and H.A.M. de Kruijf. The Science of the Total Environment 78, 59-75 (1988) (RIVM).
- 7 - 1989 Bioaccumulation in yellow eel (*Anguilla anguilla*) and perch (*Perca fluviatilis*) from the Dutch branches of the Rhine- mercury, organochlorine compounds and polycyclic aromatic hydrocarbons. F. van der Valk, H. Pieters and R.C.C. Wegman (RIVO-DLO).
- 8 - 1989 Beoordeling en evaluatie van biologische alarmeringssystemen op het meetstation Lobith. Bio-alarm projekt fase I. J. Botterweg (RIZA).
- 9 - 1989 Ecologisch herstel Rijn - beleid en onderzoek. Symposium- verslag 26 mei. E.C.L. Marteiijn (red.) (RIZA).
- 10 - 1989 Summary of results and conclusions from the first phase (1988-1989) of the Netherlands research programme "Ecological Rehabilitation Rhine". J.A.W. de Wit, W. Admiraal, C. van der Guchte and W.G. Cazemier (RIZA).
- 11 - 1989 Literature survey into the possibility of restocking the River Rhine and its tributaries with Atlantic salmon (*Salmo salar*). S.J. de Groot (RIVO-DLO).
- 12 - 1989 Literature survey into the possibility of restocking the River Rhine and its tributaries with sea trout (*Salmo trutta trutta*). S.J. de Groot (RIVO-DLO).
- 13 - 1989 Water- en oeverplanten in het zomerbed van de Nederlandse grote rivieren in 1988. Hun voorkomen en relatie met algemene fysische en chemische parameters. M.M.J. Maenen (RIZA).
- 14 - 1989 Ecologisch herstel van de Rijnmakrofauna. B. van Dessel (RIZA).
- 15 - 1989 Comparison of nitrification rates in three branches of the lower river Rhine. Biogeochemistry 8, 135-151. W. Admiraal and Y.J.H. Botermans (RIVM).
- 16 - 1990 Vegetatie in de uiterwaarden: de invloed van hydrologie, beheer en substraat. M.C.C. de Graaf, H.M. van de Steeg, L.A.C.J. Voesenek en C.W.P.M. Blom (RIZA).
- 17 - 1990 Chemicals affecting the spawning migration of anadromous fish by causing avoidance responses or orientational disability, with special reference to concentrations in the River Rhine. T.C. van Brummelen (RIZA).
- 18 - 1990 Biomonitoring met de larven van Chironomiden en kokerjuffers. F. Heinis en T. Krommentuijn (RIZA).
- 19 - 1990 Changes in plankton communities in regulated reaches of the lower River Rhine. E.D. de Ruyter van Steveninck, W. Admiraal and B. van Zanten (RIVM).
- 20 - 1990 Fixation of dissolved silicate and sedimentation of biogenic silicate in the lower River Rhine during diatom blooms. W. Admiraal, P. Breugem, D.M.L.H.A. Jacobs and E.D. de Ruyter van Steveninck (RIVM).
- 21 - 1990 On the potential of basing an ecological typology of aquatic sediments on the nematode fauna: an example from the River Rhine. T. Bongers and J. van de Haar (RIVM).
- 22 - 1990 Monitoring the toxicity of organic compounds dissolved in Rhine water. D. de Zwart and A.J. Folkerts (RIVM).
- 23 - 1990 The kinetics of the degradation of chloroform and benzene in anaerobic sediment from the River Rhine. P. van Beelen and F. van Keulen (RIVM).
- 24 - 1990 Phases in the development of riverine plankton: examples from the rivers Rhine and Meuse. E.D. de Ruyter van Steveninck, B. van Zanten and W. Admiraal (RIVM).
- 25 - 1990 Typologie en waardering van stagnante wateren langs de grote rivieren in Nederland, op grond van waterplanten, plankton en macrofauna, in relatie toe fysisch-chemische parameters. F.W.B. van den Brink (RIZA).
- 26 - 1990 Ecologische ontwikkelingsrichting grote rivieren. Aanzet tot kwantitatieve uitwerking van ecologische doelstellingen voor de grote rivieren in Nederland. J.A.M. Vanhemelrijk en A.L.M. van Broekhoven (RIZA).

publicaties en rapporten van het project "Ecologisch Herstel Rijn"

rijkswaterstaat, riza
hoofdafdeling algemeen onderzoek

EHR 48 - 1993
bijlage 8.1

- 27 - 1991 Monitoring macroinvertebrates in the River Rhine. Results of a study made in 1988 in the Dutch part. A. bij de Vaate and M. Greijdanus-Klaas (RIZA).
- 28 - 1991 Voedseleecologie van vissen in de Nederlandse Rijntakken. P.J.M. Bergers (RIZA).
- 29 - 1991 Natuurontwikkeling in uiterwaarden. Perspectieven voor het vergroten van rivierdynamiek en het ontwikkelen van oobossen in de uiterwaarden van de Rijn. H. Duel (RIZA).
- 30 - 1991 Phytoplankton in the river Rhine, 1989. Comparison between Lobith and Maassluis. R. Bijkerk (RIVM).
- 31 - 1991 Inventarisatie van en verbeteringsplanning voor de fysieke belemmeringen voor de migratie van vis op de grote Nederlandse rivieren. A.W. de Haas (RIZA).
- 32 - 1991 Visintrekmogelijkheden in de Rijn in Nederland. J.A.M. Vanhemelrijk (RIZA).
- 33 - 1991 Nevengeulen - onderzoek naar de mogelijkheden, de consequenties en de te stellen eisen bij de aanleg van nevengeulen in de uiterwaarden. A.W. de Haas (RIZA).
- 34 - 1991 The Asiatic clam, *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), a new immigrant in the River Rhine. A. bij de Vaate (ed.) (RIZA).
- 35 - 1991 The effects of micropollutants on components of the Rhine ecosystem. Ed. J.A.W. de Wit *et al.* (RIZA).
- 36 - 1991 Aquatische makro-evertebraten in de Duursche Waarden 1989-1991. A. Klink, E. Martein, J. Mulder en B. bij de Vaate (RIZA).
- 37 - 1991 Sensitivity of bacterioplankton in the Rhine river to various toxicants measured by thymidine incorporation and activity of exoenzymes. D.M.J. Tubbing and W. Admiraal (RIVM).
- 38 - 1992 Schatting van risico's van microverontreinigingen in de Rijn voor groepen organismen van de rivier-AMOEBA. J.W. Dogger, F. Balk, L.L. Bijlmakers en A.J. Hendriks (RIZA).
- 39 - 1992 Macrofauna in de diepe waterbodem van het Noordelijk Deltabekken. H.C. Dudok van Heel, H. Smit en S.M. Wiersma (RIZA).
- 40 - 1992 Ecological rehabilitation of the rivers Rhine and Meuse: Netherlands research programme (1992-1995). Anonymus (RIZA, RIVM, IBN-DLO, RIVO-DLO, SC-DLO).
- 41 - 1992 Projekt Ecologisch Herstel Maas. J. Botterweg en W. Silva (RIZA).
- 42 - 1992 Groei en overleving van Vlottende waterranonkel (*Ranunculus Fluitans* Lam.) in de Maas: transplantatie en semi-veldexperimenten. M. de la Haye (RIZA).
- 43 - 1992 Microverontreiniging in Blankvoorns en schelpdieren uit de Maas en Maasplassen, 1991. B. van Hattem en S. Dirksen (RIZA).
- 44 - 1992 Vegetaties en het oevermilieu van de Grensmaas: I Veldopname en verwerking van gegevens. D. de Boer (RIZA).
- 45 - 1992 Waterplanten en de Maasplassen: inventarisatie 1990-1991. B. Paffen, P. van Avesaath en W. Overmars (RIZA).
- 46 - 1992 De visstand in de Grensmaas. T. Vriese (RIZA).
- 47 - 1992 Methode voor de schatting van milieurisico's in de Gelderse uiterwaarden (RIZA).
- 48 - 1993 Macro-evertebraten op de bodem van het Hollandsch Diep-Haringvliet. Onderzoek naar de soortsaamenstelling, dichtheden, biomassa, jaarcyclus, produktie en methodiek. A. Klink en H.C. Dudok van Heel (RIZA).

Aanvragen/requests:

- (RIZA): Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment,
P.O. Box 17, 8200 AA Lelystad, The Netherlands.
- (RIVM): National Institute for Public Health and Environmental Protection,
P.O. Box 1, 3720 BA Bilthoven, The Netherlands.
- (RIVO-DLO): Netherlands Institute for Fishery Investigations,
P.O. Box 68, 1970 AB IJmuiden, The Netherlands.
- (IBN-DLO): Institute for Forestry and Nature Research,
P.O. Box 9201, 6800 HB Arnhem, The Netherlands.
- (SC-DLO): The Winand Staring Centre for Integrated Land, Soil and Water Research,
P.O. Box 125, 6700 AC Wageningen, The Netherlands.

publicaties en rapporten van het project "Ecologisch Herstel Rijn"