

VERSLAGEN EN TECHNISCHE GEGEVENS

Instituut voor Taxonomische Zoologie (Zoologisch Museum)

Universiteit van Amsterdam

No 45

KUNSTMATIGE SUBSTRATEN ALS STANDAARD-MONSTERMETHODE VOOR  
MAKROFAUNA IN SLOTEN

(Een onderzoek in de Volgermeerpolder)

OTTO BRINKKEMPER

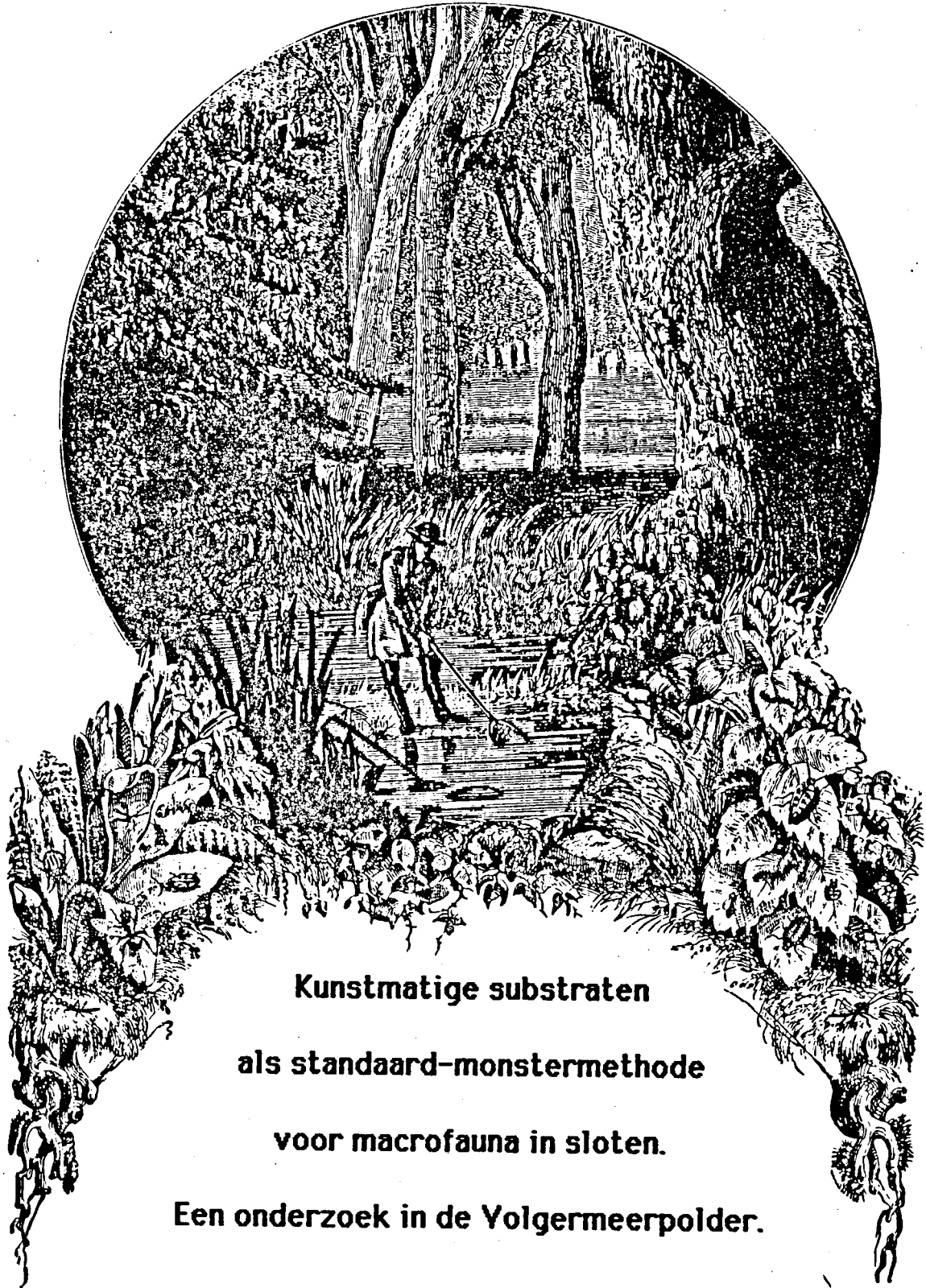
1986

# VERSLAGEN EN TECHNISCHE GEGEYENS

Instituut voor Taxonomische Zoölogie

Universiteit van Amsterdam

no. 45 m m



**Kunstmatige substraten**

**als standaard-monstermethode**

**voor macrofauna in sloten.**

**Een onderzoek in de Volgermeerpolder.**

**Otto Brinkemper**

**maart 1986**

	Samenvatting; Summary	
	Inhoud	
I	Inleiding	1
II	Chemische gegevens van de monsterpunten	4
III	Materiaal en Methoden	6
III.1	Bemonstering	6
III.2	Verwerking van de gegevens	7
III.2.1	Similariteitsberekeningen	7
III.2.2	Saprobie-bepalingen	8
IV	Vergelijking van de beide monstermethoden	10
IV.1	Kwalitatieve en kwantitatieve gegevens	10
IV.2	Similariteitsberekeningen	12
IV.3	Saprobie-bepalingen	13
V	Vergelijking met ander macrofauna-onderzoek in de Volgermeerpolder	20
VI	Ademhalingswijzen van de aangetroffen taxa	24
VII	Bespreking per diergroep	26
VII.1	Platyhelminthes: Tricladida (Platwormen)	26
VII.2	Nematomorpha	27
VII.3	Oligochaeta (Gelede wormen)	27
VII.4	Hirudinae (Bloedzuigers)	28
VII.5	Mollusca (Weekdieren)	29
VII.6	Hydracarina (Watermijten)	31
VII.7	Crustacea (Kreeft-achtigen)	32
VII.8	Insecta (Insekten)	33
VII.8.1	Ephemeroptera (Eendagsvliegen of haften)	33
VII.8.2	Odonata (Libellen)	33
VII.8.3	Heteroptera (Wantsen)	34
VII.8.4	Coleoptera (Kevers)	35
VII.8.5	Megaloptera (Slijkvliegen)	37
VII.8.6	Diptera (Vliegen en muggen)	37
VII.8.6.a	Chironomidae (Pluimmuggen)	37
VII.8.6.b	Overige Diptera (Vliegen en muggen)	39
VII.8.7	Trichoptera (Kokerjuffers)	39
VIII	Algemene indruk van de macrofauna van de onderzochte monsterpunten	41
IX	Conclusies en aanbevelingen	44
X	Dankwoord	46
XI	Literatuur	47
XI.1	Geciteerde literatuur	47
XI.2	Determinatie-literatuur	50
	Bijlagen	

## SAMENVATTING

Dit verslag behandelt een onderzoek naar de bruikbaarheid van kunstmatig substraat als standaard-monstermethode voor macrofauna. Dit kunstmatige substraat is in de vorm van een open, stalen constructie met dakpannen aangebracht op een vijftal monsterpunten. Deze punten vormen een transect vanaf de afvalstortplaats in de Volgermeerpolder. Vanaf omstreeks 1960 tot 1969 is er naast huishoudelijk afval ook chemisch afval gestort. Dit was ontstaan bij de bereiding van chemische bestrijdingsmiddelen. De giftige stoffen blijken ook in het water en het bodemslib bij de stortplaats voor te komen. Ook zware metalen komen in hoge concentraties voor bij de stortplaats. Bij dit onderzoek is dan ook tevens onderzocht wat de invloed van deze stoffen is op de macrofauna. Het is een vervolg op een eerder onderzoek door Jan van Dijk, Maarten Kramer en Leo Verhagen, die dezelfde monsterpunten bemonsterd hebben.

Uit het onderzoek naar de geschiktheid van het kunstmatige substraat is gebleken dat sessiele diergroepen goed met deze methode te bemonsteren zijn. Op grond van sterke overeenkomst tussen similariteits- en saprobie-indices voor de net- en de vaste substraat-bemonsteringen kan worden geconcludeerd, dat het bemonsteren met vaste substraten voor bepaalde doeleinden overwogen kan worden. Met name bij onderzoek waarbij een snelle uitwerking vereist is om tot een uitspraak te komen over de waterkwaliteit van monsterpunten, kan bemonstering met kunstmatig substraat worden toegepast.

De invloed van de gifstort blijkt bij heel verschillende diergroepen waarneembaar. Er is een sterke samenhang tussen de aanwezige gifstoffen en het aandeel van atmosferische zuurstof-opname bij de gevonden organismen. Uit geciteerd onderzoek blijkt, dat met name de zware metalen hier een belangrijke rol in spelen.

## SUMMARY

This report deals with a research about the applicability of artificial substrates as a standard sampling-method for macrofauna. Macrofauna is considered as the macroscopic invertebrate fauna in aquatic ecosystems.

The artificial substrates, open steel constructions filled with roofing-tiles, were placed at five sampling-sites at successively greater distances from a dumpsite for waste products in the "Volgermeerpolder". Between ca. 1960 and 1969 apart from domestic waste also chemical waste was dumped here. This chemical waste was a by-product in the production of pesticides. The poisonous particles also occur in the water and the silt near the dumping ground. Heavy metals also reach high concentrations near this place. Therefore in this research the influence of these chemicals upon the macrofauna is studied too. It is a continuation of a former research by Jan van Dijk, Maarten Kramer and Leo Verhagen, who sampled the same sites.

The research about the applicability of artificial substrates showed that this method is usable for sampling sessile groups of organisms. The high resemblance of the similarity- and saprobic-indices based on net- and artificial substrate-samples makes clear, that sampling with artificial substrates can be suitable for certain purposes. Especially in research, from which a fast elaboration is needed to come to a statement concerning water-quality at a given locality, sampling by means of artificial substrates can be applied.

The influence of the chemical dump is visible in very different groups of animals. A strong connection exists between the presence of toxic chemicals and the oxygen uptake mechanism of the found species. Breathing atmospheric oxygen increases in more polluted sites. References cited here indicate, that heavy metals in particular play an important role in this phenomenon.

## I. INLEIDING

De Volgermeerpolder is gelegen in Waterland, het veenweidegebied ten noordoosten van Amsterdam (zie bijlage I). Een ontveend gedeelte ervan is al sinds het eind van de jaren twintig in gebruik als vuilstortplaats. Tot omstreeks 1960 werd er alleen huisvuil gestort, voornamelijk afkomstig uit Amsterdam. Gemiddeld werd er 70.000 ton afval per jaar gestort.

De Volgermeerpolder is in het nieuws gekomen, door de ontdekking van gevaarlijk chemisch afval in 1980. Waarschijnlijk was het sinds 1960 in vaten aangevoerd. Voor zover dit achteraf nog is na te gaan, is hiervan nooit officieel melding gemaakt. Zowel de aanbieder van het afval als de toezichhoudende gemeente, Amsterdam, beschouwden de stoffen als minimaal bedreigend voor volksgezondheid en milieu (Heide, 1981). Dit illustreert op overduidelijke manier hoe tijdens de grote welvaartsstijging in de zestiger jaren werd omgegaan met dergelijke gevaarlijke stoffen.

Op 1 februari 1983, na voltooiing van een belangrijk deel van de inventarisatie van gifbelten in Nederland, waren 4253 gevallen aangemeld (Buisman, 1983). De meest geruchtmakende voorbeelden zijn Krimpen a/d IJssel, Lekkerkerk, Dordrecht, Gouderak en de Volgermeerpolder. Alleen al om de ergste vervuiling onder handen te nemen zal zeker 200 miljoen gulden per jaar gemoeid zijn (Scholtens, 1981). Verder kan aangetekend worden, dat de eigen saneringsbijdrage voor een gemeente van f 10,- per inwoner tot een maximum van f 200.000,- het verzwijgen van gifbelten zal bevorderen (Knol, 1984). Een schatting van 5000 gifbelten in Nederland, zoals ook door Van Dijk et al. (1984) wordt opgegeven, lijkt dan ook niet overdreven.

De aanbieder van het chemische afval in de Volgermeerpolder was Philips-Duphar (thans Duphar). Het ontstond als residu bij de bereiding van chemische bestrijdingsmiddelen.

Na de ontdekking van het chemische afval is duidelijk geworden dat het gaat om ongeveer 10.000 vaten, elk van 200 liter. Deze liggen over een oppervlakte van 60 hectare verspreid tot een diepte van 3 à 5 meter. Drievierde deel van het 2 tot 3 miljoen m<sup>3</sup> verontreinigde gebied ligt onder de grondwaterspiegel.

Waarschijnlijk bevatten 8000 vaten polychloorbenzeen en 2000 andere hexachloor-cyclohexaan (Vrij Nederland, 1983; Sieswerda, 1981). Polychloorbenzeen dient als grondstof voor de vervaardiging van het ontbladeringsmiddel 2,4,5-T (trichloor-fenoxy-azijnzuur). Bij de productie van 2,4,5-T ontstaan dioxinen als bijproducten. Van de 22 dioxinen is met name 2,3,7,8-TCDD bekend om zijn extreme toxiciteit (Sieswerda, 1981). Er zijn twee vaten op de belt in de Volgermeerpolder aangetroffen, die 2,4,5-T bleken te bevatten met 2,5 PPM 2,3,7,8-TCDD (Heida). Sieswerda citeert een brief van de Minister van Volksgezondheid en Milieuhygiëne,

waaruit blijkt dat "rekening houdend met een veiligheidsfactor van 1000, een dagelijkse opname door de mens van 0,001 nanogram (1 picogram) per kg lichaamsgewicht (= 0,001 PPT) nog juist verantwoord is".

In nat slib, bemonsterd bij de gifbelt, is ca. 500 PPT (ng/kg) 2,3,7,8-TCDD aangetroffen. Bij onderzoek van vis bleek dat binnen de stort en in het Bozenmeertje (zie bijlage II) 1,0 en 1,1 PPT 2,3,7,8-TCDD in paling werd gemeten. Volgens Heida, die uitgaat van een dagelijks toegestane consumptie van 240 picogram per mens per dag, heeft de aangetoonde hoeveelheid geen vergaande consumptieve beperkingen tot gevolg. Bij een gemiddeld lichaamsgewicht van 80 kg. blijkt de door Heida gehanteerde norm 4x zo hoog als de norm die de minister aangeeft (zie Sieswerda).

Volgens Sieswerda betekent de aanwezigheid van dioxinen, dat binnen de stortplaats het aquatische milieu kan worden aangetast. Op de Universiteit van Utrecht is aangetoond dat zelfs een concentratie van 0,1 PPT 2,3,7,8-TCDD nog schadelijke effecten heeft op snoeklarven (Sieswerda, 1981). Dit heeft ertoe geleid, dat op 12 februari 1981 een isolerende damwand is geplaatst. Geheel afgraven van de gifbelt en het verontreinigde slib zou een definitieve oplossing bieden, maar de financiële consequenties daarvan worden te hoog bevonden. Bovendien is er onvoldoende opslag-capaciteit voor de vervuilde grond (Scholtens, 1981).

Jan van Dijk, Maarten Kramer en Leo Verhagen hebben om de invloed van de gifstort op het aquatische milieu na te gaan, in 1984 de macrofauna in de Volgermeerpolder bemonsterd. Ze onderzochten een transect in het afwateringstraject vanaf de gifstort. Daarnaast zijn als referentiepunten een drietal sloten bemonsterd.

Uit dit onderzoek kon worden geconcludeerd, dat de stort een duidelijke invloed uitoefent op de macrofauna in het water van de polder. Daarbuiten neemt de invloed sterk af. Verder werd geopperd, dat een meer kwantitatief gerichte monstermethode noodzakelijk is, met name wordt hierbij gedacht aan kunstmatige substraten. Deze monstermethode zou statistische bewerkingen van de verkregen gegevens mogelijk moeten maken. Op deze manier zou namelijk een per monsterpunt representatief aantal platwormen, bloedzuigers en slakken kunnen worden bemonsterd. Bij hun onderzoek bleek dat met netbemonstering niet het geval te zijn.

Aan de hand van deze conclusies is het huidige onderzoek uitgevoerd. Omdat de drie door Van Dijk et al. bemonsterde smalle sloten geen belangrijke extra informatie opleverden, zijn alleen de vijf punten in het afwateringstraject gehandhaafd.

Op deze punten is zowel met behulp van een monster met een standaard-macrofaunanet als met vaste substraten een beeld van de aanwezige macrofauna verkregen. Onder macrofauna worden alle ongewervelde, met het oog zichtbare, dieren verstaan. Watervlooiën

(Cladocera) en Mosselkreeftjes (Ostracoda), die nog wel zichtbaar zijn, worden niet tot de macrofauna gerekend. De grens wordt bepaald door de maaswijdte van het gebruikte net en de zeven, die 0,5 mm. bedroeg.

Macrofauna kan gebruikt worden om de waterkwaliteit te bepalen. Ten opzichte van chemische waterkwaliteit-bepaling noemt Moller Pillot (1971) als voordeel, dat de macrofauna een beeld geeft over een langere periode, terwijl chemische bepalingen moment-opnamen betreffen, die kortstondige vervuilingperioden kunnen missen.

De kwaliteitsbeoordeling van water op grond van aangetroffen macrofauna is echter nog lang niet uitgekristalliseerd. Voor stromend water is een goed beeld ontstaan, waarbij indicatorsoorten zijn gevonden en met behulp van indicatorwaarden berekend kan worden hoe het met de organische vervuiling (saprobie) op een bepaald punt gesteld is.

In het stilstaande water van sloten heersen echter geheel andere omstandigheden dan in stromend water. In een sloot is van nature al veel meer organisch materiaal aanwezig, zodat in beken kenmerkende soorten voor een lage saprobie nauwelijks in sloten voorkomen.

Uit vele onderzoeken is echter gebleken, dat saprobiewaarden in sloten wel vaak een goede samenhang vertonen met de gemeten chemische waarden voor de verontreiniging (zie o.a. Scheepmaker, 1984; De Jonge et al., 1974). Als bedacht wordt dat lage saprobiewaarden niet bereikt worden, kunnen deze waarden dus wel bruikbaar zijn om verschillen tussen sloten aan te geven, alleen de absolute waarde is niet veelzeggend.

Daarentegen is over de invloed van chemische verontreiniging op de macrofauna nog veel minder bekend. Aan de Universiteit van Amsterdam is in 1982 aan onderzoek naar de invloed hiervan begonnen in de polder Stedelijk bij Sliedrecht (zie Van Dijk et al., 1984). Het onderzoek van Van Dijk et al. was het vervolg erop. Het huidige onderzoek is weer voortgekomen uit de conclusies die bij het laatste onderzoek getrokken werden.

De vraagstelling bij dit onderzoek was om de mogelijkheid van een beter kwantificeerbare monstermethode in de vorm van vaste substraten te onderzoeken. Met deze monstermethode zou mogelijk ook een betere uitspraak gedaan kunnen worden over het voorkomen van bepaalde elementen van de macrofauna van de Volgermeerpolder, met name platwormen (Tricladida), bloedzuigers (Hirudinae) en slakken (Mollusca; Gastropoda). Om de resultaten te kunnen vergelijken met die van het onderzoek van Van Dijk et al., zijn dezelfde vijf punten in de afwateringsroute bemonsterd als door hen was gedaan.



## II. CHEMISCHE GEGEVENS VAN DE MONSTERPUNTEN

De macrofauna, die op een monsterpunt kan worden aangetroffen, hangt in belangrijke mate af van de kwaliteit van het water en het slib ter plaatse. In het ideale geval kan aan de hand van de aangetroffen macrofauna een uitspraak over de waterkwaliteit worden gedaan. De realiteit is echter dat dit systeem nog volop in ontwikkeling is. Hierbij wordt dan ook uitgegaan van de gemeten chemische parameters van de monsterpunten. Daarmee kunnen aangetroffen organismen als kenmerkend voor schone of vervuilde omstandigheden worden aangeduid. Als voor een bepaald taxon in velerlei onderzoeken hetzelfde beeld omtrent de correlatie tot vervuiling wordt gevonden, kan op een goed moment de redenatie worden omgedraaid en zegt de vondst van dit taxon iets over het monsterpunt. Om deze reden is de chemie van de monsterpunten een steeds terugkerend gegeven bij de bespreking van de aangetroffen macrofauna.

In bijlage II zijn de chemische gegevens van de monsterpunten opgenomen. Sinds het vorige onderzoek, van Van Dijk, Kramer en Verhagen in 1983 zijn geen nieuwe chemische gegevens bekend geworden. Hierdoor is een eventuele invloed op langere termijn van de geplaatste damwand niet via chemische metingen te bepalen. De gegevens in bijlage II zijn dan ook dezelfde als die van Van Dijk et al. (1984).

Het chloride-gehalte blijkt nauwelijks te verschillen op de onderzochte monsterpunten, zodat hiervan ook geen per monsterpunt wisselende uitwerking op de macrofauna zal uitgaan.

In verband met de organische verontreiniging is het nitraat- en fosfaatgehalte van belang. Het nitraatgehalte is op punt 1 hoog door de invloed van de stortplaats. Ook het giftige ammoniak bereikt hier een aanzienlijke concentratie.

Het fosfaatgehalte wordt vooral bepaald door ongezuiverde lozingen van afvalwater in Broek in Waterland. Deze invloed treedt op punt 3 op en werkt door op het vierde en in mindere mate op het vijfde monsterpunt.

De invloed van de stortplaats doet zich natuurlijk ook gelden door de aanwezigheid van chemische verontreiniging. Vooral op het eerste monsterpunt, dat aan de belt-zijde van de geplaatste damwand bij het sluisje ligt, is deze invloed merkbaar. Zware metalen en organochloor-verbindingen bereiken hier hoge concentraties. In een rapport van het Rijksinstituut voor de Volksgezondheid (R.I.V., 1980) wordt geconstateerd, dat de gehalten van verontreinigende stoffen in het slib bij het sluisje vaak hoger zijn dan bij het centrum van de stort. Dit wordt geweten aan een grotere slibafzetting bij het sluisje.

De verontreiniging van het water wordt door het R.I.V. op één lijn gesteld met de hoogst gevonden waarden in de Rijn wat betreft chloorbenzenen en hexachloor-cyclohexaan. De gevonden concentraties chloorfenolen overtreffen die van het Ketelmeer duidelijk (R.I.V., 1980).

Deze chloorfenolen lossen veel beter op in water dan de andere vervuilingselementen van de Volgermeerpolder, ze worden in afnemende concentraties over het hele monstertraject aangetroffen (Heida, 1981). De verspreiding van chloorfenolen noemt Sieswerda tot in het Bozenmeertje (punt 4) verontrustend.

Het totaalbeeld wat uit deze chemische metingen naar voren komt, is dus nogal complex. De macrofauna ondervindt ten eerste invloeden (of deze merkbaar zijn komt later aan de orde!) van de gifbelt, deze invloed neemt af van punt 1 naar punt 5. Op de tweede plaats komen de fosfaatrijke lozingen vanaf punt 3 daarbij. Al met al is op grond van de chemie punt 5 het schoonst, gevolgd door punt 4. Punt 3 en 1 zijn beiden verontreinigd, maar met geheel andere stoffen. Punt 2 heeft kwalitatief dezelfde verontreiniging als punt 1, alleen in aanzienlijk lagere concentraties.

### III. MATERIAAL EN METHODEN

#### III.1 Bemonstering

De bemonstering van de macrofauna geschiedde op twee verschillende manieren. Ten eerste werd met behulp van een standaard-macrofaunanet (zie fig. 1) een afstand van in totaal acht meter slootoever bemonsterd. In vele gevallen werd deze afstand in kleinere delen verdeeld, om zodoende zoveel mogelijk verschillende habitats te bemonsteren. Hierbij werd het net zowel over de bodem als langs de kant gehaald.

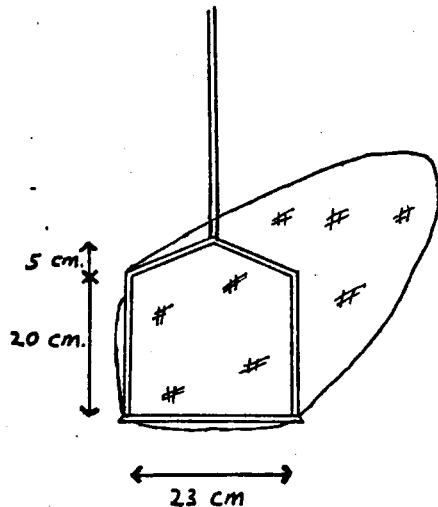


Fig. 1.

#### Standaard-macrofaunanet

Naast deze standaardmethode is bemonsterd door middel van een kunstmatig substraat. In een roestvrij stalen constructie (zie fig. 2) werden dakpannen in het water gelaten, daarbij kwam het geheel deels in en deels boven het bodemslib te staan. Na circa een maand werd de mand met dakpannen onder water in een emmer gedaan om zodoende in het laboratorium op macrofauna onderzocht te worden. Het werd niet eerst helemaal boven water gehezen, omdat dan vele organismen zouden wegspoelen door de grote waterbeweging die dan zou ontstaan.

Elke bemonstering van een punt bestond uit het ophalen van een kunstmatig substraat, dat er ongeveer een maand ingestaan had, en het nemen van een netmonster. Per monsterpunt is in 1984 twee maal bemonsterd, eenmaal in de eerste helft van mei (voorjaar) en een tweede maal in midden-september (najaar). Het voorjaarsmonster op punt 3 is half juni genomen, nadat gebleken was dat het kunstmatige substraat losgesneden en verdwenen was.

Dientengevolge moest een nieuw substraat eerst weer een maand (op een veiligere plaats) aanwezig zijn geweest, alvorens bemonsterd kon worden.

Uit onderzoek van Goris (1982) is gebleken, dat bij twee maal per jaar bemonsteren circa 60% van de in een heel jaar bij twaalf bemonsteringen aangetroffen macrofauna kan worden gevangen. Bemonstering in mei en september bleek gemiddeld genomen een gunstige combinatie te zijn.

De monsters werden in plastic emmers meegenomen en in het

Bij waarneming van oppervlaktewantsen op het monsterpunt, werden deze gericht gevangen, aangezien deze anders niet in het net terecht zouden komen. Los substraat is ook op aanwezige organismen onderzocht.

Naast deze standaardmethode is bemonsterd door middel van een kunstmatig substraat. In een roestvrij stalen constructie

(zie fig. 2) werden dakpannen in het water gelaten, daarbij kwam het geheel deels in en deels boven het bodemslib te staan. Na circa

een maand werd de mand met dakpannen onder water in een emmer gedaan om zodoende in het laboratorium op macrofauna onderzocht te worden. Het

werd niet eerst helemaal boven water gehezen, omdat dan vele organismen zouden wegspoelen door de grote waterbeweging die dan zou ontstaan.

Elke bemonstering van een punt bestond uit het ophalen van een kunstmatig substraat, dat er ongeveer een maand ingestaan had, en het nemen van een netmonster. Per monsterpunt is in 1984 twee maal bemonsterd, eenmaal in de eerste helft van mei (voorjaar) en een tweede maal in midden-september (najaar). Het voorjaarsmonster op punt 3 is half juni genomen, nadat gebleken was dat het kunstmatige substraat losgesneden en verdwenen was.

Dientengevolge moest een nieuw substraat eerst weer een maand (op een veiligere plaats) aanwezig zijn geweest, alvorens bemonsterd kon worden.

Uit onderzoek van Goris (1982) is gebleken, dat bij twee maal per jaar bemonsteren circa 60% van de in een heel jaar bij twaalf bemonsteringen aangetroffen macrofauna kan worden gevangen. Bemonstering in mei en september bleek gemiddeld genomen een gunstige combinatie te zijn.

De monsters werden in plastic emmers meegenomen en in het

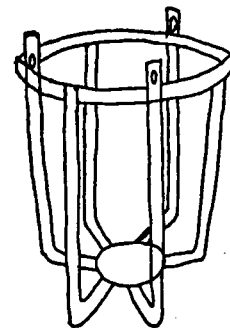


Fig. 2. Stalen constructie voor de kunstmatige substraten.

laboratorium doorborreld, om rotten te voorkomen. In maximaal drie dagen werden per monsterpunt de net- en vaste substraat-monsters afzonderlijk uitgezocht in een witte fotobak.

Vervolgens werden bloedzuigers en platwormen levend gedetermineerd, de overige macrofauna-elementen werden in groepen in potjes met 70% ethanol gefixeerd, behalve watermijten, die in Könikes-vloeistof (50 vol-% glycerine, 20 vol-% ijsazijn en 30 vol-% water) werden gedaan. Onmiskbare taxa werden bij grotere aantallen meteen geturfd en daarna (levend) in een sloot teruggegooid. Deze handelswijze werd toegepast bij een aantal slakken, kreeftachtigen, wormen en libelle- en haftelarven. Van deze laatste twee groepen werd wel steeds een steekproef genomen om vast te stellen of er geen andere soorten bij waren.

Na het uitzoeken werd het volgende monsterpunt bemonsterd, pas nadat alle punten zo afgewerkt waren, zijn de gefixeerde taxa gedetermineerd, om zodoende alle punten zo snel mogelijk na elkaar te kunnen bemonsteren.

De determinaties werden verricht met een stereo-microscoop (vergroting tot 40? x) en een binoculaire microscoop (vergroting tot 400 x). De gebruikte determinatieliteratuur is in een aparte literatuurlijst vermeld. Er is tot een zo laag mogelijk taxonomisch niveau gedetermineerd, soms liet de literatuur echter geen determinatie tot op het soortsniveau toe en zijn hogere taxonomische eenheden aangehouden.

## III.2 Verwerking van de gegevens

### III.2.1 Similariteitsberekening

Om de overeenkomst tussen twee monsterpunten te bepalen is een tweetal similariteitsindices bepaald, namelijk:

$$IS_J = \frac{c}{A + B - c} \times 100\% \quad \text{Jaccard-index}$$

$$IS_S = \frac{2c}{A + B} \times 100\% \quad \text{Sørensen-index}$$

IS = Similariteitsindex; A = aantal gevangen taxa op punt A; B = aantal gevangen taxa op punt B; c = aantal taxa dat zowel op punt A als B is gevangen.

Bij de berekeningen zijn de voor- en najaarsbemonsteringen per punt bijeen genomen, een taxon in het voorjaar op punt A en in het najaar op punt B is een voor deze punten gemeenschappelijk taxon.

Deze berekeningswijze is zowel toegepast ter vergelijking van de netmonsters onderling als van netmonsters met vaste substraat-monsters.

### III.2.2 Saprobie-bepaling

Van elk monsterpunt is op basis van de soorten en aantallen in de netmonsters volgens de methode van Pantle en Buck de saprobie berekend met de indicator-waardenlijsten van Sládeček (1973), Moller Pillot, Van Gijzen & Claasen, De Jonge, Janssen en Van Laarhoven (zie Gongrijp, 1981).

De saprobie-index wordt bij deze methode bepaald met de formule:

$$S = \frac{\sum s \cdot h}{\sum h}$$

waarbij S = saprobie-index  
s = saprobie-indicatiewaarde voor elk organisme  
h = aantal individuen (of schatting), ingedeeld in de volgende zeven klassen (naar Moller Pillot, 1971):

- 1 = 1 - 5 ex.
- 2 = 6 - 10 ex.
- 3 = 11 - 50 ex.
- 4 = 51 - 100 ex.
- 5 = 101 - 500 ex.
- 6 = 501 - 1000 ex.
- 7 = >1000 ex.

De relatie van de saprobie-index met de vervuilingsgraad is als volgt:

<u>saprobie-index</u>	<u>vervuilingsgraad</u>
1,0 - 1,5	licht (oligosaproob)
1,5 - 2,5	matig (β-mesosaproob)
2,5 - 3,5	zwaar (α-mesosaproob)
3,5 - 4,0	zeer zwaar (polysaproob)

Daarnaast is met de methode van Zelinka en Marvan een indicatie voor de saprobie van de monsterpunten bepaald. Hierbij worden niet de saprobie-waarden (S) van de soorten gebruikt, maar de indicator-waarde (G) en de relatieve waarde in elke saprobiezone (zie Sládeček, 1973). De indicatorwaarde geeft aan hoe trouw een soort aan een saprobiezone is. De berekeningswijze is onder andere opgenomen in Scheepmaker (1984). Zelinka & Marvan hebben naast de vier bovenstaande saprobie-zones nog een vijfde, absoluut schone zone ingevoerd, waarbij de saprobie-index kleiner dan 1 is. Bij dit onderzoek is echter gebruik gemaakt van de klasse-indeling van de aantallen van Moller Pillot (zie boven). Gebruik van

de absolute aantallen levert een sterk door enkele soorten gedomineerd beeld op, dat daardoor minder goed bruikbaar is. Voor elke zone wordt zo een waarde bepaald, waardoor een beter beeld ontstaat, omdat nu ook rekening gehouden wordt met de kieskeurigheid van de gebruikte organismen.



Gierlegende Sflankjungfer.

#### IV VERGELIJKING VAN DE BEIDE MONSTERMETHODEN

##### IV.1 Kwalitatieve en kwantitatieve gegevens.

De taxa die zijn aangetroffen tijdens het onderzoek en hun aantallen op de onderzochte monsterpunten met beide gebruikte monstermethoden zijn opgenomen in bijlage III. Aan de hand hiervan zijn de onderstaande berekeningen uitgevoerd.

Om na te gaan of bemonstering met kunstmatige substraten een overeenkomend beeld van de macrofauna weergeeft in vergelijking met een netmonster, is ten eerste het aantal waargenomen taxa op de vaste substraten in verhouding tot alle waargenomen taxa bepaald (zie tabel 1).

Tricladida	5/6	= 83,3%
Hirudinae	8/8	= 100,0%
Mollusca	18/23	= 78,3%
Crustacea	5/7	= 71,4%
Oligochaeta	3/4	= 75,0%
Ephemeroptera	2/2	= 100,0%
Megaloptera	1/1	= 100,0%
Chironomidae	19/33	= 57,6%
Overige Diptera	4/7	= 57,1%
Hydracarina	2/17	= 11,8%
Coleoptera	2/30	= 6,7%
Odonata	1/1	= 100,0%
Trichoptera	8/12	= 66,7%
Heteroptera	1/19	= 5,3%
Totaal	78/169	= 46,2%

Tabel 1. Aantal taxa op vast substraat/totaal aantal taxa per groep

Hieruit blijkt dat in vele gevallen vrij veel tot alle taxa per klasse of familie zowel in één of meer netmonsters als op vast substraat is aangetroffen. De groepen van actief rondzwemmende organismen worden vanzelfsprekend veel minder op de vaste substraten waargenomen. Dit betreft de watermijten, waterkevers en waterwantsen.

Deze gegevens wijzen erop, dat bemonstering uitsluitend met vaste substraten een redelijke afspiegeling van de macrofauna oplevert en vooral dat deze monstermethode een snelle, ook ietwat grove, indicatie oplevert. De tijdrovende determinaties van mijten en kevers zullen namelijk grotendeels afvallen. Ook het uitzoeken van de organismen van de dakpannen verloopt sneller dan het sorteren van een netmonster, doordat er niet zo ontzettend veel losse plantendelen aanwezig zijn. Bij het sorteren

van de Volgermeermonsters is steeds per monsterpunt zes tot in het begin zeker tien uur besteed aan de netmonsters en ongeveer één tot twee uur aan de monsters met het kunstmatige substraat.

In tabel 2 zijn de aantallen organismen op de kunstmatige substraten vergeleken met de aantallen in de netmonsters.

Tricladida	81/42	= 192,9%
Hirudinae	357/724	= 49,3%
Mollusca	676/2029	= 33,3%
Crustacea	1396/15218	= 9,2%
Oligochaeta	440/3451	= 12,7%
Ephemeroptera	11/741	= 1,5%
Megaloptera	4/11	= 36,6%
Chironomidae	733/2947	= 26,2%
Overige Diptera	30/568	= 5,3%
Hydracarina	7/129	= 5,4%
Coleoptera	2/228	= 0,9%
Odonata	14/335	= 4,1%
Trichoptera	320/453	= 70,6%
Heteroptera	1/424	= 0,2%
Totaal	4067/27280	= 14,9%

Tabel 2. Vaste substraat aantallen/netaantallen per groep.

Hierbij valt op, dat er relatief weinig individuen op vaste substraten worden aangetroffen. Dit bevordert in elk geval de snelheid van het determineren, maar dat zou een netmonster over twee in plaats van acht meter ook doen. Uit het onderzoek van Goris (1982) is gebleken dat dan 7 tot 30% minder taxa worden waargenomen. Dit onderzoek is overigens gedaan met een enkele bemonstering. Hoeveel minder taxa bij twee monsters in een jaar gevangen zouden worden bij bemonstering van twee in plaats van acht meter is niet onderzocht.

Uit tabel 1 blijkt dat met de vaste substraten 46,2% van het totaal aantal taxa gevangen wordt. Zes taxa zijn uitsluitend op kunstmatige substraten aangetroffen, zodat  $163/169 = 96,4\%$  van de taxa met de netmonsters zijn waargenomen. Hiermee valt de vergelijking van een kort netmonster en een monster met een vast substraat dus nadeling voor het laatste uit. Als de mijten, kevers en wantsen echter buiten beschouwing worden gelaten, blijkt dat 73 van de 103 taxa (70,9%) op de kunstmatige substraten zijn aangetroffen en 97 van de 103 (94,2%) in de netmonsters.

De waarde die de mijten, kevers en wantsen hebben voor macrofauna-onderzoek wordt vaak niet zo hoog geacht. Over de oecologie van mijten zijn nog nauwelijks gegevens voorhanden, terwijl volwassen kevers en wantsen vaak terzijde worden geschoven vanwege hun grote



mobiliteit. Voor bepaalde doeleinden kan het bemonsteren met een kunstmatig substraat dan ook voordelig zijn. Met name valt hierbij te denken aan onderzoeken, waarbij snel macrofaunagegevens van een gebied vereist zijn. Wel dient dan bedacht te worden, dat het kunstmatige substraat eerst een maand in het water moet staan.

#### IV.2 Similariteitsberekeningen

Met behulp van een tweetal similariteitsindices, te weten die van Jaccard en die van Sørensen (zie blz. 7) is berekend of de netmonsters de hoogste similariteit hebben met de vast substraat-monsters van hetzelfde monsterpunt, of dat de similariteit hoger is met een vast substraat-monster van een ander monsterpunt.

De resultaten staan in tabel 3. Voor de genoemde vergelijking dienen de getallen in horizontale richting gelezen te worden. Telkens is er zowel een waarde berekend, waarbij de kevers, mijten en wantsen buiten beschouwing worden gelaten, als één waarbij ze wel mee werden gerekend.

	<u>Jaccard-index</u> zonder kevers, etc.					idem, + kevers, mijten, wantsen				
	1v	2v	3v	4v	5v	1v	2v	3v	4v	5v
1	48,9	30,4	23,2	22,4	18,7	32,4	18,9	18,4	16,2	13,3
2	27,0	42,6	42,4	48,4	40,6	20,7	32,9	36,6	38,8	32,2
3	25,4	41,9	47,7	50,0	43,5	19,1	30,6	35,9	36,8	31,9
4	25,0	42,9	41,4	46,2	44,8	19,5	34,2	35,3	37,0	36,1
5	20,9	31,9	40,3	40,9	44,8	19,0	28,2	33,8	35,9	38,5

	<u>Sørensen-index</u> zonder kevers, etc.					idem, + kevers, mijten, wantsen				
	1v	2v	3v	4v	5v	1v	2v	3v	4v	5v
1	65,7	46,6	37,6	36,6	31,5	44,4	31,8	31,0	27,8	23,5
2	42,5	59,8	59,6	65,2	57,7	34,3	49,5	53,6	55,9	48,7
3	40,5	59,1	64,6	66,7	60,6	32,1	46,8	52,8	53,8	48,4
4	40,0	60,0	59,8	63,2	61,9	32,7	50,9	52,2	54,1	53,1
5	34,6	49,4	57,4	58,1	61,9	31,9	44,0	50,5	52,8	55,6

Tabel 3. Jaccard- en Sørensen-similariteitsindices van de kunstmatige substraat-monsters ten opzichte van de netmonsters.

De hoogste similariteit van een vast substraat met punt 1 betreft steeds het vaste substraat van punt 1, hetzelfde geldt voor de punten 4 en 5. De hoogste correlaties van de punten 2 en 3 is echter steeds met de vaste substraten van punt 4! Vaak hangt een hoge correlatie samen met het voorkomen van veel taxa, omdat er dan ook snel meer gemeenschappelijk zijn. De vaste substraten hebben de minste soorten, dus die zouden dan bij

punt 2 en 3 beperkend kunnen zijn. Op de vaste substraten van punt 2, 3 en 4 zijn respectievelijk 29, 38 en 35 taxa gevonden. Dit kan de hoge similariteit van punt 2 met het vaste substraat van punt 4 verklaren, maar niet die van punt 3. Drie van de zes taxa die alleen op de vaste substraten zijn aangetroffen, kwamen alleen voor op punt 3, naast twee op punt 5 en één op punt 1. Hierdoor is wellicht de lagere similariteit van het netmonster punt 3 met het vaste substraatmonster van datzelfde punt te verklaren.

### IV.3 Saprobie-bepalingen

In tabel 4 staan de resultaten van de saprobie-bepalingen van de netmonsters aan de hand van zes indicatorlijsten. De saprobie hangt samen met de organische verontreiniging en zegt dus niets over de chemische.

	Moller P.	Sládecek	Van G.&C.	De Jonge	Janssen	V. Laarh.
1	1,82 (12)	2,39 (14)	1,94 (25)	2,43 (16)	2,33 (17)	2,52 (26)
2	1,84 (14)	2,20 (22)	2,01 (29)	2,34 (22)	2,33 (24)	2,60 (28)
3	2,15 (15)	2,35 (25)	2,07 (30)	2,30 (25)	2,35 (25)	2,60 (29)
4	1,89 (14)	2,10 (24)	1,94 (28)	2,23 (25)	2,31 (27)	2,61 (27)
5	1,74 (13)	2,05 (21)	1,90 (26)	2,33 (29)	2,31 (23)	2,51 (27)

Tabel 4. Saprobie-waarden naar zes saprobie-systemen met berekening volgens Pantle & Buck en relatieve aantallen-schaal.

Uit de waarden voor fosfaat en stikstof van de vijf monsterpunten (zie bijlage II) blijkt, dat het eerste punt de hoogste stikstof-verontreiniging heeft, waarbij de waarden naar punt 5 steeds verder afnemen. Het totaal-fosfaat heeft een maximum op het derde punt.

Uit tabel 4 blijkt, dat de saprobiewaarden volgens Sládecek zowel de nitraat- als de fosfaat-verontreiniging weergeven. Ook bij het onderzoek van Coosen & Erwtman (1976) bleek een goed verband tussen de S-waarden naar Sládecek en de aanwezigheid van nitraat en fosfaat in het water. De systemen van Moller Pillot en van Van Gijssel & Claassen lijken meer toegespitst op fosfaat-verontreiniging, terwijl de saprobiesystemen van De Jonge, van Janssen en van Van Laarhoven geen verband vertonen met de nitraat- of fosfaatverontreiniging.

Het systeem van Sládecek voldoet hier dus het beste, hoewel dat voor stromend water is ontworpen en in vergelijking met andere systemen een lager aantal voor Nederlandse sloten bruikbare indicatorsoorten bevat. De waarden liggen voor alle punten in het  $\beta$ -mesosaprobe gebied. Van der Hammen (1980) vond dit ook voor zijn monsters in Waterland en constateert dat dit vaak in dit type wateren wordt aangetroffen.

Het systeem van Sládecek leent zich als enige ook voor

saprobiebepaling volgens de methode van Zelinka & Marvan. De resultaten hiervan zijn weergegeven in figuur 3.

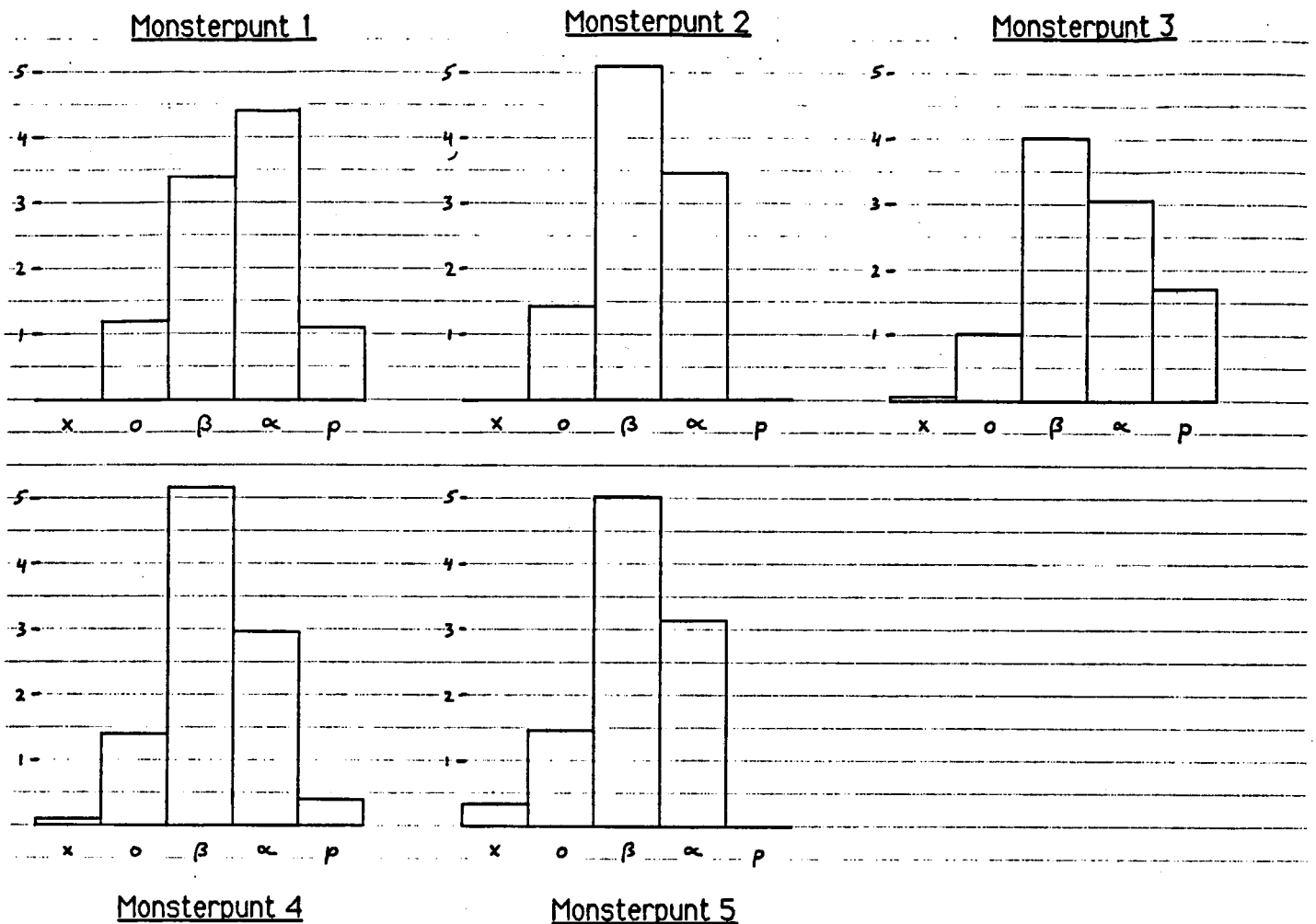


Fig. 3. Saprobie-bepaling volgens de methode van Zelinka & Marvan.

Naast het voordeel dat er een meer gedifferentieerd beeld van een monsterpunt ontstaat, is het nadeel dat de weinige bruikbare taxa nu nog weer uitgedund worden, omdat niet van elke soort een indicator-waarde (trouwgraad) wordt opgegeven. Toch stemmen de resultaten opvallend goed overeen met wat op grond van de chemie van de monsterpunten verwacht mocht worden. Het aandeel van de xenosaprobe zone neemt toe van punt 1 naar punt 5. De oligosaprobe zone heeft op punt 5 de hoogste waarde, gevolgd door punt 2 en 4. De punten 1 en 3 hebben de hoogste waarden in de  $\alpha$ -mesosaprobe zone en in de polysaprobe zone.

Om de bruikbaarheid van de kunstmatige substraten verder te onderzoeken, is ook aan de hand van de hierop aangetroffen taxa per monsterpunt de saprobie-waarde volgens de methode van Pantle & Buck met de indicatorwaarden van Sládeček berekend (zie tabel 5).

	S <sub>net</sub>	S <sub>vast</sub>
1	2,39 (14 taxa)	2,61 (8 taxa)
2	2,20 (22 taxa)	2,39 (12 taxa)
3	2,35 (25 taxa)	2,45 (19 taxa)
4	2,10 (24 taxa)	2,27 (14 taxa)
5	2,05 (21 taxa)	2,06 (16 taxa)

Tabel 5. Vergelijking van de saprobie-indices naar Sládeček gebaseerd op netmonsters en vast substraatmonsters voor de vijf monsterpunten.

De trend die de indices met de netmonsters opleverde, wordt hier weerspiegeld, wel liggen de waarden hoger. Het eerste punt komt nu in het  $\alpha$ -mesosaprobe (zwaar verontreinigde) gebied te liggen, terwijl de waarden voor de netmonsters allen in de  $\beta$ -mesosaprobe (matig verontreinigde) zone lagen. Bij toepassing van de methode van Zelinka & Marvan lag de nadruk bij punt 1 echter ook op de  $\alpha$ -mesosaprobe zone (zie fig. 3).

Omdat saprobie-indices hun grootste waarde bewijzen bij vergelijking van een serie monsters in een gebied en niet zozeer bij vergelijking van heel verschillende gebieden, is vooral de trend die de waarden aangeven van belang. Van der Hammen (1980) concludeert, dat saprobie-bepalingen volgens Pantle & Buck weinig waarde hebben als absolute beoordeling, maar dat binnen vergelijkbare onderzoeksgebieden een relatieve beoordeling zinvol kan zijn om schone en vervuilde punten grofweg te scheiden. Ook bij De Vries et al. komt bij bemonstering langs een gradiënt een daarmee samenhangende saprobie-index naar voren (zie Gongrijp, 1981).

Aangezien de saprobie-indices op grond van de vaste substraten dezelfde trend vertonen als bij de netmonsters, blijkt dat de monsters met de vaste substraten ook voor deze berekening geschikt zijn, ondanks de absoluut gezien wat hogere waarden. Wel is het aantal taxa waarop de saprobiewaarden gebaseerd zijn nog geringer dan die van de netmonsters.

Daarom is aan een aantal niet op de indicatorlijst van Sládeček opgenomen taxa ook een saprobie-index toegekend. Hiervoor zijn taxa gebruikt die een duidelijk met de organische vervuiling overeenkomende trend in hun verspreiding vertonen en bovendien talrijk voorkomen. Bovendien bleken de gekozen soorten bij het onderzoek van Van Dijk et al. (1984) een vergelijkbare verspreiding over de vijf monsterpunten te hebben. De toegevoegde taxa zijn in onderstaande tabel opgenomen.

<i>Dendrocoelum lacteum</i>	2,0
<i>Planaria torva</i>	1,5

<i>Theromyzon tessulatum</i>	2,5
<i>Bithynia leachi</i>	2,0
<i>Planorbis vortex</i>	2,5
<i>Gammarus tigrinus</i>	2,0
<i>Chironomus</i> gr. <i>annularius</i>	3,65
<i>Parachironomus</i> gr. <i>arcuatus</i>	2,5

Tabel 6. Aan de saprobie-indicatorlijst van Sládeček toegevoegde soorten en hun saprobie-indicatiewaarden.

Met deze toevoegingen zijn de saprobie-waarden aan de hand van de monsters met de vaste substraten opnieuw berekend. Onderstaande tabel geeft de oude en de nieuwe waarden.

	$S_{\text{vast}}$ , voor toevoeging	$S_{\text{vast}}$ , na toevoeging
1	2,61 ( 8 taxa)	2,62 (12 taxa)
2	2,39 (12 taxa)	2,35 (16 taxa)
3	2,45 (19 taxa)	2,48 (24 taxa)
4	2,27 (14 taxa)	2,25 (20 taxa)
5	2,06 (16 taxa)	2,04 (22 taxa)

Tabel 7. Saprobie-waarden van de vaste substraat-monsters voor en na meeberekening van de saprobie-indicatiewaarden van de taxa uit tabel 6.

Deze waarden blijken sterk overeen te komen. Dit betekent dat de toevoegingen voor de Volgermeerpolder een goede aanvulling op het saprobie-systeem van Sládeček zijn. Of dit ook voor andere monsterplaatsen geldt, zal bij verdere toepassing van deze soorten en saprobie-indicatiewaarden moeten blijken.

Uit alle resultaten die geboekt zijn met de bemonstering door middel van vaste substraten komt met betrekking tot de Volgermeerpolder het volgende beeld naar voren. Er komen voornamelijk sessiele taxa voor op de substraten. De uitwerking van de monsters gaat veel sneller in vergelijking met een netmonster. Het beeld dat bij bemonstering met vaste substraten van de macrofauna van de monsterpunten ontstaat, vertoont dezelfde trends als de netmonsters bij berekening van similariteits- en saprobie-indices.

Tot nu toe is onderzocht of de vaste substraten een bruikbare afspiegeling geven van de netmonsters. Bij de opzet van dit onderzoek was echter de vraag, of er door het gebruik van vaste substraten kwantitatief beter bruikbare resultaten geboekt worden als met een netbemonstering. Dit zou dan met name moeten gelden voor platwormen, bloedzuigers en slakken. Deze drie groepen zullen dan ook nu nader uitgewerkt worden.

Een belangrijk gegeven is, dat op de vaste substraten de soorten een maand lang de gelegenheid hebben gehad zich te vestigen. De migratie-snelheid van de hier uitgewerkte taxa is niet hoog te achten. Met de kunstmatige substraten zullen dan ook alleen organismen worden aangetroffen, die toch al in de buurt van de monsterplaats aanwezig waren. Toevallige afwezigheid van geschikt substraat kan met het plaatsen van een kunstmatig substraat wel worden ondervangen, evenals een wel aanwezig, maar in de praktijk onbereikbaar, geschikt substraat.

Daarnaast heeft de bemonstering met kunstmatig substraat het voordeel dat het beter gestandaardiseerd is als een netbemonstering. De verschillen in aantallen op verschillende monsterpunten zijn hierdoor beter vergelijkbaar. Anderszijds is het nadeel van een kunstmatig substraat, dat het in één habitat op een monsterpunt wordt neergezet, terwijl met de netbemonstering zoveel mogelijk verschillende habitats bemonsterd worden. De platwormen op punt 3 illustreren dit (zie bijlage III). Het kunstmatige substraat stond hier dicht bij een afvoerpijpje, waar bij het tweede bezoek aan dit punt zeepachtig (wasmachine?) water uit bleek te komen. Er zijn op dit punt geen platwormen op het kunstmatige substraat gevonden. Netbemonstering leverde wel enkele platwormen op. Op enkele meters afstand van de afvoer is de invloed van het lozingspijpje kennelijk al genoeg afgenomen. Hieruit kan afgeleid worden, dat voor het bepalen van invloeden van kleinschalige verontreiniging, het zeer interessant zou zijn om een serie kunstmatige substraten op kleine onderlinge afstand te plaatsen.

Op punt 5, met name bij de eerste bemonstering, zijn veel meer platwormen aangetroffen op de vaste substraten, die zich bovendien logischer verhouden tot de aantallen op punt 4. Op punt 5 is dan ook het ruimschoots aanwezige geschikte substraat, in de vorm van zeer grof puin, moeilijk te bemonsteren. Hierdoor kan met het kunstmatige substraat een beter beeld verkregen worden.

Bij vergelijking van de twee monstermethoden in kwantitatief opzicht, is die methode het beste, die het best de getalsverhoudingen van de aanwezige fauna weergeeft. De aantallen aanwezige organismen zijn echter volslagen onbekend. Het enige wat dan nog resteert is een verwachting aan de hand van de oecologie van soorten te vergelijken met het resultaat van beide monstermethoden.

Aangezien over de oecologie, met name in verband met het complexe geheel van organische en chemische verontreiniging ook nog lang niet het laatste woord is gezegd, kan het afwegen van beide monstermethoden alleen met grote slagen om de arm gedaan worden.

In elk geval lijkt het achteraf jammer, dat de invloed van het lozingspijpje op punt 3 zich deed gelden. De plaats waar het substraat eerst uitgezet was, was beter. Door de al vermelde verdwijning is echter naar het nu gebruikte punt uitgeweken. Het lijkt daarom zinnig om aan

bepaalde uitschieters op punt 3 weinig waarde te hechten bij onderlinge vergelijking van de monstermethoden.

De platwormen vormen de eenvoudigste groep voor vergelijking. Ze vertonen allen duidelijk een voorkeur voor de schoonste monsterpunten, wat uit vele andere onderzoeken eveneens naar voren komt (zie b.v. Moller Pillot, 1971; Sládecek, 1973 en andere saprobie-systemen). Op grond van de gehalten aan ammoniak (zie bijlage II) is te verwachten, dat op punt 1 geen platwormen voorkomen. Op punt 3 zullen in verband met het hoge gehalte aan fosfaat minder platwormen voor moeten komen dan op punt 4, punt 5 is het schoonst en zou dan ook de meeste platwormen moeten herbergen. Onderscheid tussen de aangetroffen soorten kan worden aangetroffen bij Moller Pillot (1971), die vermeldt dat *Dendrocoelum lacteum* in wat schoner water voorkomt dan *Dugesia lugubris* en *Polycelis tenuis*. Ook Sládecek (1973) geeft *Dendrocoelum* een lagere waarde.

Als we de aangetroffen totale aantallen platwormen op de monsterpunten bezien is dat als volgt:

Punt	1	2	3	4	5	1v	2v	3v	4v	5v
Aantal	0	4	3	13	22	0	0	0	13	68

Op grond hiervan blijkt nauwelijks een uitspraak in het voordeel van één van de twee monstermethoden mogelijk. Het verschil tussen punt 4 en 5 komt bij beide methoden naar voren. Het is onmogelijk om aan te geven "hoeveel" beter punt 5 is vanuit het standpunt van een platworm gezien.

In de netmonsters komen sommige soorten echter talrijker voor op punt 4, wat gecompenseerd wordt door andere op punt 5 (zie bijlage III). Op de vaste substraten zijn alle aangetroffen soorten op punt 5 talrijker.

Tevens zou op grond van de genoemde bevindingen van Moller Pillot en Sládecek *Dendrocoelum lacteum* ten opzichte van de andere soorten relatief veel op punt 5 moeten voorkomen. Beide gegevens pleiten in het voordeel van de vaste substraten, aangezien *Dendrocoelum* in het net talrijker is op punt 4 (6 tegen 2) en op de vaste substraten op punt 5 (3 tegen 17).

Met de netbemonstering zijn wel platwormen op punt 2 en 3 aangetroffen en met de vaste substraten niet. Hieruit kan afgeleid worden dat het vaste substraat op een met grote zorg uitgekozen punt, zonder kleinschalige milieu-extremen, geplaatst dient te worden.

Voor de interpretatie van de gegevens die door de platwormen verstrekt worden, maakt het geringe voorkomen op punt 2 en 3 echter geen belangrijk verschil, de gegevens alleen op grond van de vaste substraten zouden toereikend zijn.

De tweede groep die wellicht gunstiger met vaste substraten zou kunnen worden bemonsterd zijn de bloedzuigers. De oecologie van deze organismen is veel gecompliceerder dan van de platwormen. Bloedzuigers

blijken zeer tolerant tegen organische vervuiling te zijn (zie b.v. Sládeček, 1973).

Volgens vele bronnen is *Helobdella stagnalis* van de gevonden soorten het meest tolerant tegen organische verontreiniging. Bij de beide monstermethoden heeft deze soort zowel op punt 1 als op punt 3 hogere aantallen als één van de andere soorten, hierin is dus geen verschil. De verschillen tussen de aantallen van deze soort op de verschillende monsterpunten geeft noch bij de net- noch bij de vaste substraat-bemonstering duidelijk hogere aantallen bij verontreiniging. De aantallen fluctueren sterk. Zo heeft deze soort op punt 2 het laagste aantal individuen in de netmonsters en op punt 3 het hoogste, voor de vaste substraten ligt het minimum op punt 5 en op punt 2 ligt juist het maximum. Wat hiervan echter het beste bij de oecologie van deze soort aansluit . . . . .

De soorten die in de netmonsters van punt 1 ontbreken, doen dat ook op de vaste substraten. *Erpobdella octoculata* ontbreekt ook op het vaste substraat van punt 1 en niet in het netmonster. Ook op grond van deze gegevens is weinig te zeggen omtrent beide monstermethoden.

Binnen de klasse der Hirudinea komen wel grote verschillen tussen de aantallen bij de substraat- en de netbemonstering voor. Het meest extreem is het bij *Erpobdella octoculata*, die helemaal niet op het vaste substraat van punt 3 is aangetroffen en wel veel in het netmonster van dat punt. De oorzaak kan hier liggen in de ongelukkige plaats van het vaste substraat op dit punt. Al met al kan op grond van de aangetroffen bloedzuigers geen aanbeveling voor één van beide monstermethoden worden aangegeven.

De derde groep die mogelijk goed kwantitatief met vaste substraten is te bemonsteren, is die van de Mollusca. De tweekleppigen binnen deze orde zijn veelal slib-bewoners, zodat die niet met vaste substraten bemonsterd kunnen worden. Hier zal ik dan ook alleen op de klasse der Gastropoda, de slakken, ingaan.

Wat bij vergelijking van beide monstermethoden meteen opvalt, is het volledig ontbreken van slakken op de vaste substraten van punt 1. *Physa fontinalis* is in de netmonsters wel op dit punt gevonden en vertoont in de netmonsters een mooie geleidelijke afname naar punt 5. Hiervan blijkt niets op de vaste substraten, wat voor de netmonsters pleit.

In feite geldt hetzelfde voor de *Planorbis*-achtigen op punt 3, die ook nauwelijks op de vaste substraten zijn gevonden. Alleen de twee soorten van *Bithynia* zijn goed vertegenwoordigd op de dakpannen, het aantalsverloop is zelfs wat extremer dan bij de netbemonsteringen. Vreemd genoeg is de derde algemene kieuwslak, *Valvata piscinalis*, weer veel schaarser op de kunstmatige substraten aangetroffen. Al met al vormen de dakpannen geen geschikt kunstmatig substraat om slakken kwantitatief goed te bemonsteren.



## 5 VERGELIJKING MET ANDER MACROFAUNA-ONDERZOEK IN DE VOLGERMEERPOLDER

Er zijn twee recente andere publicaties over de macrofauna van de Volgermeerpolder en Waterland die hier aan de orde zullen komen. Het betreft verslagen van Van der Hammen (1980) en Van Dijk et al. (1984). Bij het onderzoek door Van Dijk, Kramer en Verhagen zijn dezelfde vijf monsterpunten bemonsterd als in dit onderzoek, naast een drietal andere in smallere sloten. Voor de vijf monsterpunten zijn door genoemde auteurs similariteits-indices, onder andere naar Jaccard en Sørensen, berekend. In onderstaande tabel zijn de resultaten nogmaals weergegeven, waarbij dezelfde berekeningen met de gegevens van dit onderzoek zijn opgenomen.

Van Dijk: IS <sub>J</sub>	<30	*30-35	35-40	40-45	45-50	50-55
IS <sub>S</sub>	<45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70
	1+3	1+5	2+4	1+2	4+5	
	1+4			2+3		
				2+5	<u>2+3</u>	
				3+4	<u>2+4</u>	
	<u>1+4</u>			3+5	<u>2+5</u>	<u>3+4</u>
<u>Dit onderzoek:</u>	<u>1+5</u>	<u>1+3</u>	<u>1+2</u>		<u>4+5</u>	<u>3+5</u>

Tabel 8. Similariteits-indices naar de gegevens van Van Dijk et al. (1984) en van dit onderzoek (onderstreept)

Als we deze gegevens vergelijken, valt de meer geïsoleerde positie van punt 1 bij dit onderzoek op. Dit zou mogelijk het gevolg kunnen zijn van de lange termijn-effecten die met het plaatsen van de damwand tussen punt 1 en punt 2 op zijn getreden. Deze dam was er al ten tijde van het onderzoek van Van Dijk et al., maar mogelijk begint het nu wat vruchten af te werpen.

Verder valt op dat alle overige punten nu een hogere onderlinge similariteit hebben dan bij Van Dijk et al. Wellicht is dit ook terug te voeren op gunstige effecten van de dam, waardoor met name de punten 2 en 3 wat meer soorten van schoner water gemeen kunnen hebben met punt 4 en 5. De punten 4 en 5 hebben geen grotere similariteit dan bij het vorige onderzoek, wat de gedachte ondersteunt.

De diversiteitsberekeningen die door Van Dijk et al. zijn uitgevoerd, vormden een oninterpreteerbaar geheel. Ook de waarden die de netbemonsteringen van dit onderzoek opleverden, kunnen als zodanig worden aangemerkt en ik zal ze dan ook verder buiten beschouwing laten.

Van Dijk et al. onderscheidden tendensen binnen de hogere taxonomische groepen (zoals slakken, wantsen e.d.) op grond van het voorkomen van de soorten binnen deze groepen. Aangezien deze hogere

taxonomische groepen echter soorten met zeer verschillende oecologische eisen kunnen bevatten, lijkt het mij alleen zinvol om op laag taxonomisch niveau, zoals soorten, bepaalde tendensen in de verspreiding te analyseren.

Dit wordt door Van Dijk et al. ook gedaan. Ze onderscheidden twee tendensen van het aantal individuen per soort. De eerste groep van soorten vertoonde een toename van punt 1 naar 3, waarna de aantallen op een ongeveer gelijk niveau gehandhaafd bleven op punt 4 en 5. De tweede tendens liet het omgekeerde zien, hoge aantallen op punt 1 en een afname naar punt 5. Deze twee tendensen hangen nauw samen met de concentraties aan chemische afvalstoffen en aan stikstof-verbindingen. Bij het huidige onderzoek blijkt dat er ook een aantal taxa positief met het fosfaatgehalte gecorreleerd voorkomen. Soorten met een maximum op punt 3 en een wat lagere waarde op punt 4, terwijl de punten 1, 2 en 5 hebben nog lagere waarden hebben, vertonen deze tendens. Deze zal verder worden aangeduid als tendens 3. Een mooi voorbeeld is *Planorbis albus*, waarvan van punt 1 naar punt 5 respectievelijk 0-1-74-19-2 individuen zijn gevonden in de netmonsters. Bij het onderzoek van Van Dijk et al. vertoont deze soort ook dit beeld, maar minder uitgesproken. In de volgende tabel zijn de soorten die volgens een aangegeven tendens voorkomen, gerangschikt. Onderstreepte soorten vertoonden in beide vergeleken onderzoeken dezelfde tendens, *cursieve* soorten alleen in het onderzoek van Van Dijk et al., normaal geschreven soorten alleen in dit onderzoek. Voor de tabel volgen eerst grafische voorstellingen van de bedoelde tendensen.

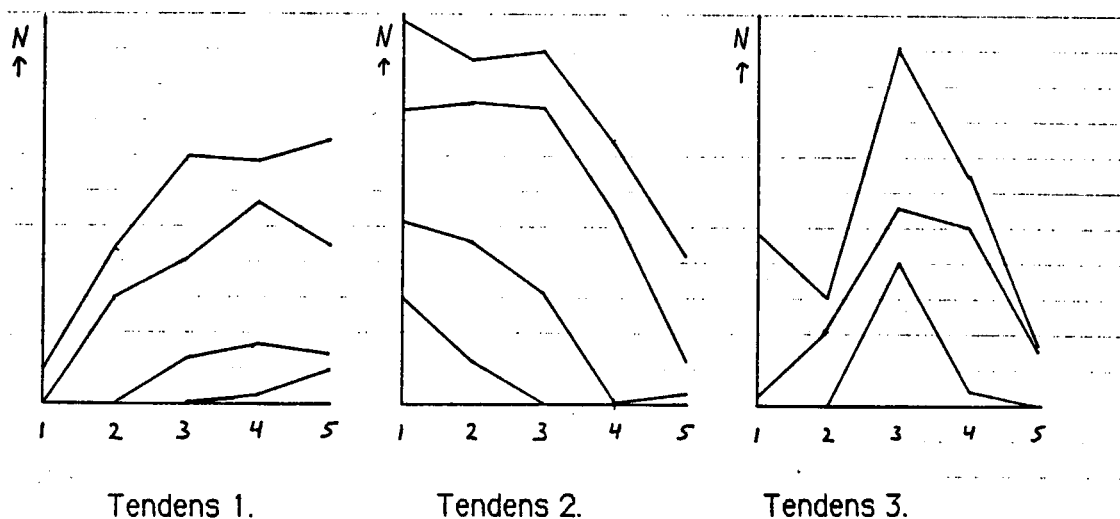


Fig. 4. Grafische weergave van de onderscheiden tendensen.

Tendens 1	Tendens 2	Tendens 3
<u>Bithynia tentaculata</u>	<u>Asellus aquaticus</u>	<u>Chironomus gr. plumosus</u>
<u>Lymnaea peregra</u>	<u>Cryptochironomus spec.</u>	<u>Cricotopus gr. sylvestris</u>
<u>Asellus meridianus</u>	<u>Procladius s.l.</u>	<u>Parachironomus gr. arcuatus</u>
<u>Neomycis integer</u>	<u>Piona coccinea</u>	<u>Enochrus-larven</u>
<u>Anabolia nervosa</u>	Theromyzon tessulatum	Planorbis albus
<u>Ecnomus tenellus</u>	Physa fontinalis	Planorbarius corneus
Alle Tricladida	Caenis robusta	Planorbis vortex
Bithynia leachi	Cloeon dipterum	Acroloxus lacustris
Dreissena polymorpha	Ablabesmyia longistyla	Viviparus viviparus
Planorbis crista	Glyptotendipes spec.	Cyrnus flavidus
Valvata piscinalis	Chaoborus flavicans	Glossiphonia complanata
Gammarus pulex	Holocentropus picicornis	<i>Caenis robusta</i>
Stylaria lacustris	Callicorixa soorten	<i>Cloeon dipterum</i>
Cyphon-larven	Sigara striata/falleni	
<i>Endochironomus albipennis</i>		
<i>Sigara striata</i>		
<i>Glossiphonia heteroclita</i>		
<i>Erpobdella octoculata</i>		
<i>Ilyocoris cimicoides</i>		
<i>Parachironomus gr. arcuatus</i>		
<i>Cyrnus flavidus</i>		

Tabel 9. Tendensen in de verspreiding van de macrofauna over de vijf monsterpunten. Onderstreepte taxa vertoonden dezelfde tendens in het onderzoek van Van Dijk et al. en dit onderzoek, *cursief* geschreven taxa vertoonden de betreffende tendens bij Van Dijk et al., de overige bij dit onderzoek.

Uit tabel 9 blijkt dat sommige soorten de tendens, die ze bij het vorige onderzoek vertoonden, trouw zijn gebleven en andere niet. Dit betekent dat de tendensen die niet constant blijken te zijn, mogelijk toevallig ontstaan zijn of verband houden met de onderzoeker. De onderstreepte soorten zijn dus het meest interessant, omdat die kennelijk wel een blijvende binding met abiotische factoren van de monsterpunten hebben. Bij tendens 1 en 2 is dit zeer waarschijnlijk de invloed van de gifstort, bij tendens 3 de invloed van fosfaatrijke ongezuiverde lozingen van Broek in Waterland.

Slechts zeven van de onderstreepte taxa van tabel 9 komen in de indicator-lijst van Sládeček voor. *Bithynia tentaculata*, *Lymnaea peregra* en *Anabolia nervosa* met tendens 1 hebben allen saprobie-indicatiewaarde 2,0; *Asellus aquaticus* en *Cryptochironomus spec.* vertonen beiden tendens 2 en hebben een waarde van 2,8 resp. 2,15. *Chironomus gr. plumosus* met tendens 3 heeft waarde 3,8 en *Planorbis albus* met dezelfde tendens heeft

waarde 2,0. Hieruit blijkt een op helaas erg weinig gegevens gebaseerde samenhang van de tendensen met de indicator-waarden. Dit geeft het verband van de tendensen met de organische verontreiniging aan.

Van Dijk et al. vergeleken hun resultaten met die van Van der Hammen (1980), die geheel Waterland op macrofauna inventariseerde. In hun bijlage 8 geven Van Dijk et al. de verspreiding van taxa bij het onderzoek van Van der Hammen en hun eigen onderzoek. In bijlage IV is deze lijst uitgebreid met de percentages uit dit onderzoek.

Alle taxa die in beide vorige onderzoeken op alle monsterpunten gevonden zijn, zijn ook op alle vijf de monsterpunten van het huidige onderzoek aangetroffen. Grotendeels zijn dit soorten die ook wat betreft hun aantallen hoog scoren (zie onder). Aanvullingen komen van de bloedzuigers. Verder zijn alle taxa die Van der Hammen op meer dan de helft van zijn monsterpunten aantrof, ook tenminste op 60% (=3) van de in dit onderzoek bemonsterde punten gevonden, met uitzondering van *Planorbis planorbis*.

De taxa die in beide onderzoeken in aantallen overheersend waren, zijn dat in dit onderzoek eveneens, met uitzondering van *Lymnaea peregra* en *Valvata piscinalis*. In alle drie de onderzoeken zijn dan ook de volgende taxa dominerend: *Gammarus tigrinus*, *Neomycis integer*, cf. Tubificidae, cf. *Stylaria lacustris*, *Cricotopus* gr. *sylvestris*, *Sigara striata* (hier minder) en *Glyptotendipes spec.*

*Planorbis vortex*, *Bithynia tentaculata* en *Parachironomus* gr. *arcuatus* kwamen bij Van Dijk et al. in minder grote aantallen voor dan bij Van der Hammen. Bij het huidige onderzoek kwamen alle drie wel weer in grote aantallen voor. *Bithynia leachi* en *Endochironomus albipennis* kwamen bij Van Dijk et al. naar hun zeggen in kleine aantallen voor. Ze hadden echter 333 exemplaren van *Endochironomus* gevonden, terwijl 277 *Lymnaea peregra*'s voldoende was deze soort tot de overheersende taxa te rekenen! In dit onderzoek zijn slechts 25 exemplaren van *Endochironomus albipennis* gevonden. *Bithynia leachi* daarentegen is in dit onderzoek wel overheersend, evenals bij Van der Hammen.

De taxa die bij Van Dijk et al. in grote aantallen voorkwamen en bij Van der Hammen niet, zijn voor het grootste deel in de smalle slootjes aangetroffen. Deze zijn in dit onderzoek niet bemonsterd en komen evenals bij Van der Hammen in lage aantallen voor. *Asellus aquaticus* en *Caenis robusta* zijn de uitzonderingen, die ook bij het huidige onderzoek veel zijn aangetroffen. Beide soorten hebben vooral hoge aantallen op punt 1. Het zijn kennelijk soorten die bij extreme milieu-omstandigheden goed gedijen (zie ook tabel 9, blz 21). Van der Hammen heeft dergelijke milieu's niet bemonsterd, wat verklaart waarom deze soorten door hem relatief weinig zijn aangetroffen.

## VI ADEMHALINGSWIJZEN VAN DE AANGETROFFEN TAXA

In hun inleiding schrijven Van Dijk et al. dat het doen van uitspraken over het effect van chemische verontreiniging op macrofauna bemoeilijkt wordt door onder andere het mechanisme van zuurstof-opname.

Burmeister (1980) onderzocht de macrofauna van een aantal poelen, die van nature met zware metalen "verontreinigd" waren. Met name Lood, Zink en Cadmium kwamen in de poelen veel voor. In hetzelfde gebied waren ook poelen zonder deze metalen aanwezig. Uit vergelijkend onderzoek bleek dat er een sterke samenhang was tussen de manier van ademhaling van organismen en de vervuilingsgraad. Zo bleken in de meest verontreinigde poelen relatief veel soorten voor te komen, die atmosferische zuurstof opnemen. Ademhaling door de huid of via tracheeën kwam nauwelijks voor in de zwaarst met metalen belaste wateren. Burmeister citeert onderzoek van Förstner & Müller, waaruit blijkt dat bij vissen zware metalen juist via de kieuwen worden opgenomen.

Burmeister beschrijft een bio-essay met *Aeshna*-larven, die de mogelijkheid hebben atmosferische zuurstof op te nemen naast de normale opname van in het water opgeloste zuurstof. Bij hoge concentraties zware metalen in het water bleek er significant meer naar de oppervlakte gezwommen te worden om atmosferische zuurstof op te nemen. Eenzelfde verschijnsel werd bij de larven van de geelbuikvuurpad (*Bombina variegata*) in de zwaarst belaste poelen geconstateerd. Al met al blijkt er een duidelijk verband tussen de manier van ademen en de zware metalen.

In de onderzochte punten in de Volgermeerpolder komt ook een duidelijke gradiënt aan zware metalen voor. De waarden van bijvoorbeeld Lood en Zink in het slib nemen af van punt 1 naar punt 5 (zie bijlage II).

Burmeister onderscheidde vier typen van ademhaling.

- Type 1: de ademhaling geschiedt door de huid, met kieuwen of trachee-kieuwen, door obligate waterbewoners.
- Type 2: de ademhaling geschiedt door opname van atmosferische zuurstof, eveneens door obligate waterbewoners.
- Type 3: de ademhaling is als bij type 1, maar het betreft facultatieve waterbewoners, waarvan de larven in het water en de imagines op het land leven.
- Type 4: de ademhaling is als bij type 2, maar weer door facultatieve waterbewoners.

Dit laatste type blijkt bij de taxa die in de Volgermeerpolder zijn aangetroffen, niet voor te komen. Op grond van de indeling van Burmeister zijn ook de taxa van de Volgermeerpolder ingedeeld. Bloedzuigers zijn door Burmeister niet gevonden, maar volgens Dresscher & Higler (1982) ademen

deze dieren door de huid, zodat ze hier bij type 1 zijn ingedeeld. Tevens treedt bij de Mollusca een complicatie op. Longslakken nemen namelijk zuurstof uit de lucht op, terwijl kieuwslakken opgeloste zuurstof uit het water halen (Harman, 1974). Zie wat dit betreft ook bij Mollusca (blz. 27).

Vervolgens is van de netmonsters per monsterpunt en per ademhalingstype het aantal individuen per soort bepaald die dit type vertoonden. Als deze opgeteld worden, is het totaal dus alle macrofauna-organismen die op dat punt een bepaald type ademhaling vertonen. Omdat het zo verkregen beeld echter sterk bepaald wordt door enkele soorten waarvan enige honderden individuen zijn gevonden, zijn de aantallen in klassen ingedeeld. Hierbij zijn dezelfde klassen gebruikt als voor de berekening van de saprobie-indices, namelijk die van Moller-Pillot (1971), zie ook blz. 8. Vervolgens werden de absolute aantallen vervangen door corresponderende klasse-waarden en deze werden per monsterpunt opgeteld. Ter illustratie een kort voorbeeld:

Op punt 1 is 2x *Eryobdella octoculata* en 72x *Helobdella stagnalis* in het netmonster aangetroffen. Beiden vertonen ademhalingstype 1. Het aantal van 2 komt in klasse 1; 72 in klasse 4, zodat het subtotaal voor dit ademhalingstype nu 5 (klasse 4 + klasse 1) bedraagt voor het eerste monsterpunt.

Op deze manier is de complete soortenlijst voor alle monsterpunten afgewerkt. De resultaten staan in onderstaande tabel 10. Omdat de totalen nogal verschillend zijn, is het procentuele aandeel van elk ademhalingstype per monsterpunt berekend. Deze waarden zijn tussen haakjes aangegeven in tabel 10.

	P1	P2	P3	P4	P5
Type 1	41 (27,7)	64 (43,0)	75 (43,6)	71 (51,1)	68 (51,5)
Type 2	42 (28,4)	33 (22,1)	45 (26,2)	32 (23,1)	21 (15,9)
Type 3	<u>65</u> (41,6)	<u>52</u> (31,0)	<u>52</u> (27,3)	<u>36</u> (25,9)	<u>43</u> (29,5)
	148	149	172	139	132

Tabel 10. Voorkomen van de diverse ademhalingstypen (zie tekst) per monsterpunt, met tussen haakjes de procentuele waarden.

De procentuele waarden zijn uitgezet in figuur 5 (blz. 26). Uit deze figuur blijkt dat er een sterke afname van ademhalingstype 2 is van punt 1 naar punt 5. Ademhalingstype 1 neemt duidelijk toe, type 3 lijkt af te nemen. Het grote aandeel van de atmosferische ademhaling (type 2) op punt 1 is duidelijk in overeenstemming met de resultaten van Burmeister, evenals het toenemen van ademhaling van in water opgeloste zuurstof naarmate de vervuiling met zware metalen afneemt. De relatief hoge waarde van type 2 op punt 3 hangt mogelijk samen met de hoge organische verontreiniging op dat punt.

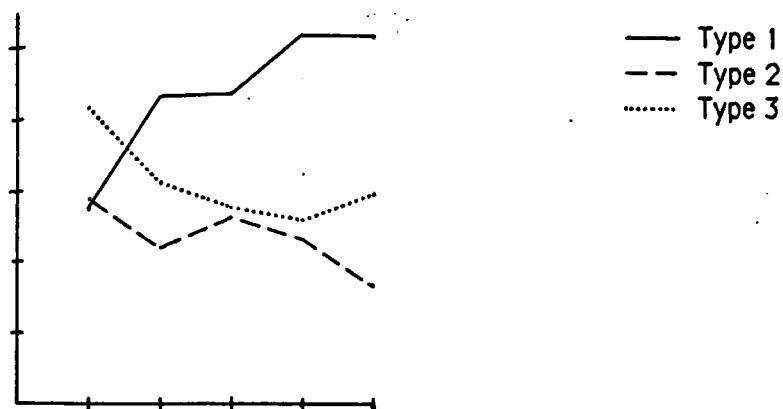


Fig 5. Grafische weergave van de aandelen van de drie ademhalingstypen per monsterpunt

## VII BESPREKING PER DIERGROEP.

### VII.1 Platyhelminthes: Tricladida (Platwormen)

Van Dijk et al. constateerden, dat de platwormen als groep beïnvloed worden door de vuilstort. Ze konden echter geen goed gefundeerde uitspraken doen door de nogal verschillende substraten die op de diverse monsterpunten aanwezig waren. Zo hadden de eerste punten een nogal slibrijke bodem en op de laatste punten werd geen plastic en hard substraat aangetroffen, waar op de andere punten juist veel platwormen op voor bleken te komen. Mede op grond van deze gegevens is bij dit onderzoek met kunstmatige substraten gewerkt.

Uit tabel 2 (blz. 10) blijkt, dat er inderdaad ongeveer twee keer zoveel platwormen op de vaste substraten zijn aangetroffen als in de netmonsters. Ook met deze monstermethode konden echter geen platwormen op punt 1 worden aangetoond.

Waarschijnlijk is in elk geval de ammoniak-concentratie (zie bijlage II) op dit punt te hoog voor platwormen (Kenk, 1974). Burmeister (1980) vond ook alleen platwormen op de schoonste monsterpunten. Deze kunnen wat betreft de gehalten aan zware metalen vergeleken worden met het tweede monsterpunt (zie bijlage II). Waarschijnlijk is de dosis zware metalen op het eerste punt dan ook, evenals het ammoniak-gehalte, lethaal voor platwormen.

Van Dijk et al. vonden *Dugesia lugubris* als enige soort op punt 2. Bij het huidige onderzoek zijn alle platwormen, behalve *Dendrocoelum lacteum* en *Dugesia tigrina*, op geslachtsorganen gedetermineerd. Hierbij kon op punt 2 alleen *Dugesia polychroa* aangetoond worden. Ook Van der Hammen vond alleen *Dugesia polychroa* bij zijn onderzoek in Waterland. Volgens Den Hartog & Van der Velde (1973) komt *Dugesia polychroa* voornamelijk

in grote wateren voor en *D. lugubris* in kleinere. Waarschijnlijk behoort de door Van Dijk et al. gevonden soort dan ook eveneens tot *Dugesia polychroa*. *Dendrocoelum lacteum* is tamelijk ongevoelig voor organische verontreiniging (Kenk, 1974). Op het sterk met fosfaat vervuilde punt 3 (zie bijlage II) komen alleen deze soort en *Polycelis tenuis* voor. *Planaria spec.* werd door Wieke beschouwd als een schoonwatersoort (zie Kenk, 1974). Ook in dit onderzoek komt *Planaria torva* alleen op het vijfde monsterpunt voor, zowel in de netmonsters als op het vaste substraat.

Het is duidelijk, dat de conclusie van Van Dijk et al., dat platwormen als groep door de vuilstort worden beïnvloed, hier kan worden onderstreept, ook op grond van de bemonstering met vaste substraten.

## VII.2 Nematomorpha (Rondwormen)

De paardehaarworm behorende tot de Gordiacea is in dit onderzoek op vrijwel alle punten en in lage aantallen waargenomen, wat wijst op een ongevoeligheid voor de aanwezige gifstoffen, hoewel de aantallen veel te klein zijn voor een goed gefundeerde uitspraak.

## VII.3 Oligochaeta (Gelede wormen)

De soorten binnen deze groep zijn met de geraadpleegde literatuur niet verder te determineren.

Tubificidae hebben in het saprobiesysteem van Sládeček (1973) en anderen (cf. Gongrijp, 1981) een hoge indicatorwaarde, wat betekent dat ze in zwaar tot zeer zwaar verontreinigd water voorkomen. Uit de publicatie van Wentzel et al. (1977) blijkt, dat de tot de Tubificidae behorende *Limnodrilus* bij sterke verontreiniging met zware metalen, met name Chroom, Zink en Cadmium, met de grootste aantallen voorkwam. Een verklaring hiervoor kan zijn dat concurrentie met Chironomiden ontbreekt. Op monsterpunt 1 komen Tubificidae dan ook zowel bij dit onderzoek als bij dat van Van Dijk et al. voor, echter in lagere aantallen dan op de punten 3 t/m 5. Scheepmaker (1984) vond dat Tubificidae gevoelig zijn voor zware metalen. Mogelijk is er dan ook een ongevoeligheid voor bepaalde zware metalen en niet voor andere.

*Stylaria lacustris*, bij Van Dijk et al. als Naididae genoemd, komt niet op punt 1 voor en wordt dus door de gifstort beïnvloed, aangezien grote aantallen voorkomen op de overige punten bij beide onderzoeken. Moller Pillot (1971) geeft de resultaten van onderzoek van Stammer naar giftige ammoniak-concentraties. Voor *Stylaria lacustris* bedroeg dit 0,3 mg/l,



zodat op het eerste punt een te hoge ammoniak-concentratie voorkomt voor deze soort. In het onderzoek van Burmeister (1980) zijn Naididae ook alleen aangetroffen in de schoonste plassen met minder dan 1000 µg Zn per liter en 10 µg Cd resp. 200 µg Pb per liter.

#### VII.4 Hirudinea (Bloedzuigers)

De bloedzuigerssoorten die op het zwaarst verontreinigde punt 1 talrijk voorkomen zijn *Helobdella stagnalis* en *Theromyzon tessulatum*. Eerstgenoemde soort was ook bij het onderzoek van Van Dijk et al. de dominante soort van punt 1. De tweede soort hebben zij echter niet op punt 1 aangetroffen, terwijl bij dit onderzoek zeer duidelijk tendens 1 in de verspreiding over alle punten is te constateren (zie blz. 21). Volgens Sawyer (1974) komt *Helobdella stagnalis* bijna altijd als dominante bloedzuiger in vervuild water voor. Op het vaste substraat van punt 3, dat op een zeer fosfaatrijk punt lag, namelijk onder een lozingspijpje van zeepachtig water, is *Helobdella* vrijwel de enige voorkomende bloedzuiger.

Evenals bij Van Dijk et al. en in tegenstelling tot hij het onderzoek van Van der Hammen (1980) is *Glossiphonia heteroclita* verreweg de talrijkste soort van dit genus op alle monsterpunten. Volgens Dresscher & Higler (1982) wordt deze soort meer in plantenmassa's gevonden, terwijl *G. complanata* vooral op stenige substraten voorkomt. Op punt 5 is een stenige bodem, toch komt ook hier *G. heteroclita* meer voor. Op het eerste punt komen nauwelijks slakken voor. Dit verklaart de afwezigheid van de beide *Glossiphonia*'s op dat punt. *Erpobdella octoculata* en *Helobdella stagnalis* leven van kleine waterdiertjes (Dresscher & Higler), waardoor deze wel op punt 1 aangetroffen kunnen worden. De verspreiding van bloedzuigers hangt namelijk sterk samen met de beschikbaarheid van prooidieren (Sawyer, 1974).

In de door Burmeister (1980) onderzochte plassen met van nature hoge gehalten aan zware metalen, werden in het geheel geen bloedzuigers aangetroffen, ook niet in plassen met lagere Lood-, Zink- en Cadmiumgehalten als punt 1 in de Volgermeerpolder. Sawyer citeert Rheidol, die bij een Loodconcentratie van 0,2 tot 0,5 PPM in een beek geen bloedzuigers aantrof. Toen de situatie was verbeterd en 0,02 - 0,1 PPM Lood werd gemeten, werden wel bloedzuigers gevonden.

Opvallend is, dat in dit onderzoek, in vergelijking met Van Dijk et al. en Van der Hammen aanzienlijk meer bloedzuigers, ook in de netmonsters, zijn aangetroffen. Een aantrekkende werking van de kunstmatige substraten is als verklaring voor dit verschijnsel te overwegen.

Alle gevonden bloedzuigers zijn zowel met de netbemonsteringen als op de vaste substraten aangetroffen. Ook het aantalverloop van de meeste soorten is met beide monstermethoden vergelijkbaar. *Piscicola geometra*

kan goed zwemmen (Dresscher & Higler). Deze soort is weinig op de vaste substraten aangetroffen, wat duidelijk met de levenswijze samenhangt. Volgens Sawyer heeft deze soort tevens een voor bloedzuigers ongewoon hoge zuurstofbehoefte, wat mogelijk de lage aantallen op het eerste monsterpunt verklaart. Hun prooidieren, vissen, zijn ook in het water rondom de belt in ruime mate aanwezig.

## VII.5 Mollusca (Weekdieren)

Uit bijlage III blijkt, dat alleen *Stagnicola palustris* en *Physa fontinalis* op het eerste monsterpunt zijn aangetroffen. De vaste substraten bleken zelfs helemaal geen slakken te bevatten op dit punt. Beide genoemde soorten horen tot de longslakken (Brohmer, 1953). Van Dijk et al. vonden vijf slakkensoorten op monsterpunt 1, waarvan vier ook tot de longslakken behoren. Slechts één exemplaar van de kieuwslak *Bithynia tentaculata* is door hen ook op punt 1 aangetroffen. Volgens Burmeister (1980) halen longslakken evenals kieuwslakken hun zuurstof uit het water. Volgens Harman (1974) echter kunnen Pulmonata in anaerobe situaties leven, omdat ze atmosferische zuurstof gebruiken. Met longen zuurstof uit het water opnemen lijkt vreemd, het is dus waarschijnlijk dat Harman de juiste manier van ademhaling opgeeft. In het hoofdstuk ademhaling is al ingegaan op de voordelen die het opnemen van atmosferische zuurstof heeft in aanwezigheid van zware metalen. Indien Harman het bij het rechte eind heeft, past het nagenoeg ontbreken van kieuwslakken op punt 1 prima in het beeld dat in het hoofdstuk Ademhaling is geschetst.

Van Dijk et al. verklaren het nagenoeg ontbreken van kieuwslakken op punt 1 met anaerobe omstandigheden waar longslakken geen last van hebben. Zij vermelden als tegenwerping dat de eieren van longslakken wel in water opgeloste zuurstof nodig hebben. De zuurstofconcentraties in het water nemen echter maar zeer geleidelijk toe van punt 1 naar punt 5 (zie bijlage IIa). De aanwezigheid van longslakken en het ontbreken van kieuwslakken kan ook verklaard worden door de invloed van zware metalen. De eieren van longslakken zullen dan helemaal geen zuurstoftekort krijgen, de omstandigheden zijn namelijk helemaal niet zo anaeroob.

De bevindingen van Burmeister blijken dus ook voor de slakken goed te kloppen, hoewel dezelfde auteur uitgaat van een onjuiste interpretatie van de ademhaling van longslakken, waardoor zijn model niet op zou kunnen gaan!

Om te zien of er een tendens in het optreden van kieuwslakken op alle monsterpunten is, is het aandeel van het aantal individuen die tot de kieuwslakken behoren ten opzichte van het totaal aantal slakken-individuen berekend. De resultaten staan in tabel 11.

Monsterpunt:	1	2	3	4	5
Percentage kieuwslakken (netmonster):	0	70,6	45,6	84,6	90,7
Perc. kieuwslakken (vaste substraat):	-	62,5	54,9	95,5	93,8

Tabel 11. Percentage kieuwslak-individueen op het totaal aantal slakken-individueen in de netmonsters en op de substraten per monsterpunt.

Hieruit blijkt zeer duidelijk, dat kieuwslakken niet alleen ontbreken op het eerste monsterpunt, maar ook dat er een oplopend percentage kieuwslakken op de overige monsterpunten voorkomt. Tot de kieuwslakken behoren de volgende aangetroffen genera: *Bithynia*, *Valvata*, *Viviparus* en *Theodoxus*. Het lagere aandeel van ademhaling met in het water opgeloste zuurstof treedt ook hier op op punt 3. Het aandeel van ademhalingstype 2 was ook relatief groot op dit punt (zie Ademhaling, blz. 23 + 24), zodat er inderdaad een invloed van de organische vervuiling op de ademhaling lijkt te zijn. Uit al deze gegevens kan met grote stelligheid worden geconcludeerd dat de kieuwslakken zeer gevoelig zijn voor een bepaalde ongunstige factor op punt 1. Het onderzoek van Burmeister maakt duidelijk dat deze factor het gehalte aan zware metalen is. De slotzin bij de Mollusca van Van Dijk et al. kan dan ook toegespitst worden. De Mollusca, met name de kieuwslakken, blijken duidelijk beïnvloed te worden door de vervuiling vanuit de Volgermeerpolder.

Op het derde monsterpunt komen opvallend veel posthoornslakken (*Planorbis* en verwante genera) voor. Op dit punt is een hoog gehalte aan fosfaat (zie bijlage II), door de lozing van ongezuiverd afvalwater in Broek in Waterland. De Planorbidae lijken dan ook kenmerkend te zijn voor sterke organische verontreiniging, terwijl ze bij de chemische vervuiling van punt 1 ontbreken.

Van der Hammen stelt, dat de verzoeting van Waterland blijkt uit het aantal slakkensoorten. Zo bleek Nieuwenhoven (geciteerd door Van der Hammen) gemiddeld 2,3 soorten te vinden in 1942 en Van der Hammen bijna 12. In dit onderzoek is het aantal in de netmonsters gemiddeld 12,6 ondanks dat er op punt 1 maar twee soorten zijn aangetroffen. Dit zou een aanwijzing kunnen zijn voor voortgaande verzoeting. Het slakje *Potamopyrgus jenkinsi* kwam voor de oorlog zeer algemeen in de doorbraakkolken voor. Van der Hammen trof deze soort ook nog aan, ook op punten bij Broek in Waterland. Het ontbreken van het wadslakje in dit onderzoek kan dan eveneens ook een aanwijzing zijn voor verzoeting.

Broodbakker en Coosen (1980) vonden *Valvata piscinalis* en *Stagnicola palustris* vrijwel alleen in het  $\beta$ -oligohalien (chloride-gehalte 0,25 - 1,65 ‰). *Physa fontinalis*, *Anisus vortex* en *Sphaerium corneum* werden het meest beneden de 0,2 ‰  $\text{Cl}^-$  aangetroffen. In beide groepen komen enkele talrijk voorkomende soorten van dit onderzoek voor, waarmee een zeer zwak brakke situatie lijkt te worden aangegeven.

## VII.6 Hydracarina (Watermijten)

Evenals bij Van Dijk et al. komen op de punten 1 t/m 5 maar weinig watermijten voor. Ook Van der Hammen trof bij zijn onderzoek, eveneens van bredere wateren, weinig watermijten aan.

Vreemd genoeg bevat bij dit onderzoek het eerste monsterpunt het grootste aantal soorten én individuen van watermijten. Deze groep wordt veelal als geheel tot schoonwater-indicator gerekend en niet verder gedetermineerd.

Uit het onderzoek van Van Dijk et al. bleek dit beeld lang niet voor alle soorten op te gaan. Wel komt in de schoonste kleine sloot van hun onderzoek een groot aantal Hydracarina voor. Hieruit is de voorzichtige conclusie te trekken, dat mijten pas als schoonwater-indicator kunnen fungeren als er ruwweg meer dan honderd aanwezig blijken te zijn met een standaard-netbemonstering. Ook volgens Davids (1979) moet men voorzichtig zijn met alle mijten direct als schoonwater-indicatoren op te vatten. Wel schrijft hij dat de soorten-samenstelling in schoon water gevarieerder is dan in vervuild water. In de schone Grote Maarsseveense Plas vond hij 36 soorten, in de vervuilde Kleine maar 19. Op het soortenrijkste punt in dit onderzoek wat de mijten betreft, zijn maar 11 soorten gevonden!

Verder lijkt het zinnig dat de groep vaker tot op het soort- of in elk geval genus-niveau gedetermineerd wordt. Hierbij moet worden aangetekend dat met name determinaties binnen de genera zeer moeizaam verlopen. De door Van Dijk et al. geconstateerde soorten stemmen wel redelijk overeen met die van dit onderzoek. De juistheid van alle determinaties is daarmee echter zeker niet gegarandeerd, temeer daar ze van beide onderzoeken niet door een specialist zijn gecontroleerd. Zo komt bijvoorbeeld *Piona neumani* volgens Davids (1979) alleen in vennen voor, wat een correcte determinatie vrijwel uitsluit.

Met de huidige stand van kennis over de watermijten en hun oecologie is het niet goed mogelijk de op lage aantallen gebaseerde trends bij een aantal soorten te vergelijken. Voorzichtig zou kunnen worden opgemerkt, dat in beide onderzoeken *Arrenurus crassicaudatus* en *Piona coccinea* een resistentie tegen de op punt 1 aanwezige gifstoffen blijken te hebben. Beide zijn algemene soorten, waarvan de larven op Chironomiden en die van *Arrenurus* ook op *Chaoborus* parasiteren. Het massaal beschikbaar zijn van prooidieren kan dan ook wellicht het relatief talrijke voorkomen op punt 1 verklaren.

Bij hun onderzoek in een reeks van zoete tot zeer brakke wateren vonden Broodbakker & Coosen (1980) dat de genera *Hydrachna* en *Eylais* het meest in  $\beta$ -oligohalien water werden aangetroffen. Ook bij het

onderzoek van Van der Hammen (1980) waren deze genera het talrijkst vertegenwoordigd. De genera *Piona*, *Limnesia* en *Arrenurus* kwamen bij Broodbakker & Coosen vrijwel alleen beneden een chloriditeit van 0,35 ‰ voor. Aangezien *Piona* en *Arrenurus*, in elk geval op het eerste monsterpunt, de dominerende taxa zijn, lijkt ook hier een aanwijzing voor slechts zeer zwak brak water te zijn. Evenals bij de Ephemeroptera lijkt het erop dat monsterpunt 1 het grootste aantal zoetwater-taxa herbergt.

## VII.7 Crustacea (Kreeftachtigen)

*Asellus aquaticus* is zeer talrijk in de omgeving van de gifstort, terwijl naarmate het water schoner wordt, *Proasellus meridianus* de overhand krijgt. Deze verspreidingen werden ook door Van Dijk et al. waargenomen. Dit stemt goed overeen met wat over de oecologie van deze beide soorten bekend is (Van Dijk et al., 1984).

*Neomysis integer* heeft eveneens een vergelijkbaar voorkomen als in het onderzoek van Van Dijk et al. Op punt 1 ontbreekt deze soort, terwijl er op de andere punten enorme aantallen voorkomen. Ook Van der Hammen trof geregeld duizenden exemplaren van het aasgarnaaltje aan. Het is een euryhaliene soort, die zowel in brak als in zwak brak en licht tot matig vervuild water voorkomt (Van der Hammen, 1980).

Bij *Gammarus tigrinus* vonden Van Dijk et al. in het vroege voorjaar de hoogste aantallen dichtbij de gifbelt, in hun tweede (juni-)monster was het omgekeerde beeld ontstaan, de aantallen namen toe in schoner water. In dit onderzoek zijn bij beide bemonsteringen de laagste aantallen op punt 1 aangetroffen. Waarschijnlijk wordt deze soort dan ook negatief beïnvloed door de gifbelt, evenals de andere crustaceeën, met uitzondering van *Asellus aquaticus*.

Beïnvloeding door de gifbelt treedt zeer duidelijk op bij *Gammarus pulex*. Deze opvallende soort is niet door Van Dijk et al. aangetroffen. Volgens Broodbakker & Coosen (1980) kan deze soort zich tegenover de sterk oprukkende *Gammarus tigrinus* alleen staande houden in wateren die minder dan 0,2 ‰ Cl<sup>-</sup> bevatten. In het Venice-system (zie Broodbakker & Coosen) horen wateren met een dergelijke chloriditeit tot de limnische, dus zuiver zoete.

Echte brakwater-crustaceeën, zoals *Palaemonetes varians*, *Corophium spec.*, *Sphaeroma hookeri* en *Gammarus duebeni* zijn al bij het onderzoek van Van der Hammen nauwelijks aangetroffen. Alleen *Gammarus duebeni* vond hij nog wel. Bij dit onderzoek, en dat van Van Dijk et al., is dus in feite geen enkele crustaceeën-soort gevonden die uitsluitend in brak water voorkomt. Ook hier vinden we dus een aanwijzing voor voortgang van de verzoeting sinds het onderzoek van Van der Hammen. De zoetwatergarnaal *Atyaephyra desmarestii* is ook kenmerkend voor limnische omstandigheden (Dirk Platvoet, mond. meded.).

## VII.8 Insecta (Insekten)

### VII.8.1 Ephemeroptera (Eendagsvliegen of haften)

*Cloeon dipterum* bereikt in dit onderzoek verreweg de grootste aantallen op het eerste monsterpunt. Maar liefst 103 nymphen zijn gevonden, terwijl op alle andere punten samen slechts 24 exemplaren zijn aangetroffen. Deze soort lijkt dan ook goed bestand tegen de invloed van de gifbelt. In de Duitse plassen komt deze haft tot in de middelmatig belaste wateren voor. Deze hebben hogere gehalten aan Lood, Zink en Cadmium dan de monsterpunten in de Volgermeerpolder (Burmeister, 1980).

*Caenis robusta* komt zelfs in nog veel grotere aantallen op punt 1 voor. Deze zaten vrijwel alleen in het voorjaarsmonster. Het betrof uitsluitend heel kleine exemplaren, tot ongeveer 5 mm, terwijl volgroeide nymphen 9 mm. groot zijn (Macan, 1979). Bij de bemonstering in september is nog maar één nymf gevangen op punt 1. Mogelijk dat er een bepaald nymphaal stadium is, dat gevoeliger is, zoals ook bij wantsen optreedt (cf. Moller Pillot, 1971). Anderszijds bestaat natuurlijk de mogelijkheid dat de imagines zijn uitgevlogen. In elk geval is er geen aantoonbare beïnvloeding van de haften door de gifbelt.

Beide haftensoorten worden in het saprobiesysteem van Van Gijsen & Claassen (cf. Gongrijp, 1981) gerekend tot de overgangsoorten tussen matige en lichte verontreiniging. Bij dit onderzoek komen beiden meer in aanmerking als kenmerkend voor sterke verontreiniging.

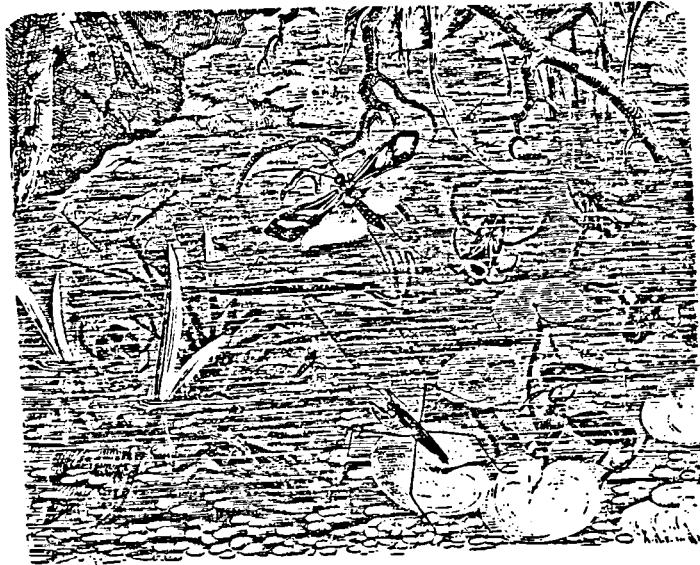
Broodbakker & Coosen (1980) vonden *Caenis robusta* en *Cloeon dipterum* vrijwel alleen bij chloriditeiten onder 0,2 ‰, wat op een voorkeur voor limnisch, dus zoet, water wijst.

### VII.8.2 Odonata (Libellen)

De enige libelle-nymf die is aangetroffen is die van *Ischnura elegans*. Ook bij Van der Hammen (1980) en Van Dijk et al. (1984) is dit de enige waargenomen soort. Evenals bij Van Dijk et al. komen de laagste aantallen voor op punt 1 en is het aantalsverloop op de overige punten wisselend.

Van Dijk et al. concludeerden dat niet duidelijk is uit hun onderzoek of en waarvoor *Ischnura* gevoelig is. Een duidelijke conclusie is echter dat de nymphen resistent zijn tegen de gevonden concentraties van het hele scala van de in de Volgermeerpolder aanwezige gifstoffen, wat toch wel genoemd dient te worden.

In verschillende saprobie-systemen neemt deze soort geen constante plaats in. Van Gijsen & Claassen vonden *Ischnura* ook in vervuild water, Sládeček en ook anderen echter niet (zie Gongrijp, 1981).



### VII.8.3 Heteroptera (Wantsen)

Wantsen zijn net als kevers veelal soorten met een zeer goed vliegvermogen. Dit kan tot gevolg hebben, dat ze op plaatsen worden aangetroffen, die niet aan de oecologische eisen voor de voortplanting van een soort voldoen. De oecologische eisen worden echter juist vooral bepaald aan de hand van het voorkomen van een soort. Om niet in deze cirkel-redenering verstrikt te raken, zou in het laboratorium onderzocht kunnen worden welke milieu-extremen een soort verdraagt en welke niet, en dan vooral gelet op voortplanting van die soort. Het probleem van degelijke bio-essays is echter, of ze ook volledig op de veldsituatie te projecteren zijn.

Als een soort in het veld echter in grote aantallen op een punt voorkomt, lijkt dat me moeilijk aannemelijk te maken met toevallige migratie. Dit is nu precies het geval bij *Sigara striata*. Bij Van Dijk et al. kwam maar één volwassen exemplaar voor op monsterpunt 1. Dit kon worden afgedaan met een verdwaalde immigrant. Bij het huidige onderzoek zijn echter 129 adulten en daarnaast 76 nymphen op punt 1 gevonden. Alle *Sigara*, *Corixa* en *Callicorixa*-soorten vertonen bovendien duidelijk de hoogste aantallen op het eerste monsterpunt. Toch is er sinds het onderzoek van Van Dijk et al. geen sterke vermindering van de chemische verontreiniging te verwachten.

Een verklaring kan zijn, dat de gifbelt een soort pioniersmilieu vormt, dat door de wantsen gekoloniseerd wordt. Dit veronderstelt echter dat de situatie slechter is geweest, want anders zouden ze er gewoon altijd geweest zijn, ook tijdens het onderzoek van Van Dijk et al.

Een andere mogelijkheid is misschien gelegen in het feit, dat op punt 1 alle wantsen duidelijk in een grote, samengeklonterde groep individuen voorkwamen. Het kan best zijn, dat deze "school" in z'n geheel door het water migreert, waardoor ze soms wel en soms niet worden aangetroffen. Toevallig zou bij dit onderzoek tweemaal wel een "school" wantsen op het monsterpunt zijn aangetroffen en bij Van Dijk et al. niet. Interessant in dit licht is het artikel van Giesen (1984) over emigratie van *Notonecta glauca*.

Op één zonnige dag bleken honderden individuen van deze soort uit zijn tuinvijver te emigreren. Dit wijst erop, dat wantsen aan soortgenoten aangepast gedrag zouden kunnen vertonen, wat ook het vormen van zogenaamde "scholen" zou kunnen verklaren.

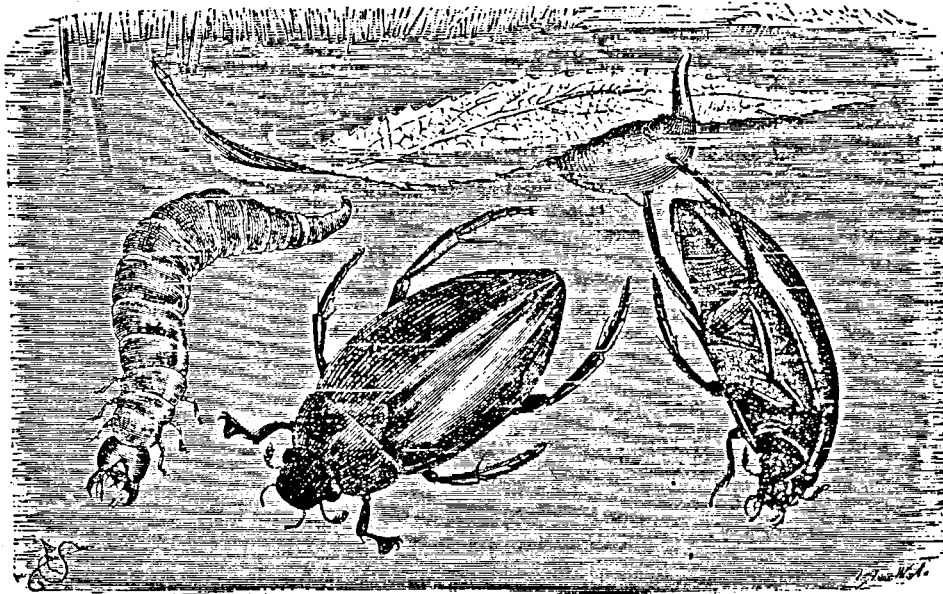
In elk geval is de conclusie van Van Dijk et al., dat de wantsen (negatief) door de gifbelt beïnvloed lijken te worden, met dit onderzoek onderuit gehaald. Omdat ook vele nymphen van na het (voor verontreiniging gevoelige) derde stadium (zie Van Dijk et al.) zijn gevonden, blijkt de gifstort geen negatieve gevolgen te hebben. Het is zelfs goed mogelijk dat de gifbelt positieve gevolgen voor *Sigara*-soorten heeft, omdat predatoren in dit milieu niet kunnen overleven. *Notonecta glauca* is een belangrijke predator van deze wantsen. In een aquarium bleek deze soort de *Sigara*'s te grijpen als ze naar de oppervlakte kwamen voor zuurstof (Dirk Platvoet, mond. meded.). Bij de aantallen *Sigara*'s die op punt 1 voorkomen, is de vondst van één enkele volwassen *Notonecta* niet groot te noemen. Het is dan ook goed mogelijk dat deze soort zich hier niet voort kan planten, waardoor er zoveel *Sigara*'s voor kunnen komen. Volgens Moller Pillot (1971) is het mogelijk, dat eieren van *Notonecta* tamelijk gevoelig zijn voor verontreiniging. Ook in het onderzoek van Burmeister (1980) komen *Sigara* en *Corixa*-soorten in de meest met zware metalen belaste plassen voor. De gehalten aan Lood en Zink zijn hier zelfs nog veel hoger dan in de Volgermeerpolder.

Volgens Scheepmaker (198..) zijn *Callicorixa praeusta* en *Sigara lateralis* storingsindicatoren. Van der Hammen (1980) geeft dat voor de tweede genoemde soort ook op. Ook Van Gijsen & Claassen (zie Gongrijp, 1981) rekenen *Sigara lateralis* tot hun *Chironomus*-groep, die kenmerkend is voor sterk verontreinigd water. Het uitsluitend tot hoofdzakelijk voorkomen op het eerste monsterpunt bij dit onderzoek ondersteunt deze bevindingen.

#### VII.8.4 Coleoptera (Kevers)

Kevers en veelal ook hun larven maken gebruik van atmosferische zuurstof voor hun ademhaling (Burmeister, 1980; Roback, 1974). Hierdoor ondervinden ze geen directe invloed van anaerobe situaties, die vaak bij organische verontreiniging optreden. Bovendien kunnen de imagines door hun vaak uitstekende vliegvermogen op onverwachte plaatsen worden aangetroffen.





Uit verschillende publicaties blijkt dat vooral structuurfactoren van de monsterpunten, zoals permanentie, vegetatie, breedte en diepte een rol spelen voor het al dan niet voorkomen van bepaalde keversoorten (Galewski, 1971; Brinkkemper, in druk). Uit de publicatie van Burmeister (1980) blijkt, dat vele keversoorten nog bij hoge concentraties van zware metalen voorkomen. Hij wijdt dit aan de ademhaling van atmosferische zuurstof (zie ook hoofdstuk Ademhaling).

Toch lijkt chemische vervuiling een invloed te hebben op de kevers. *Hyphydrus ovatus* vertoont zowel bij Van Dijk et al. als bij dit onderzoek opvallende aantallen op de chemisch meest verontreinigde punten. Bij dit onderzoek geldt dit ook voor *Haliphus ruficollis*. Ook het voorkomen van tien exemplaren van *Hygrobia tarda* kan niet met toevallige immigratie worden afgedaan. Beide soorten hebben kennelijk een grote tolerantie ten opzichte van chemische vervuiling door zware metalen en organochloor-verbindingen. Door het ontbreken van concurrerende soorten zijn deze soorten waarschijnlijk alleen de op verontreinigde punten aangetroffen.

Aan de andere kant komen *Cyphon*-larven in beide onderzoeken pas vanaf het derde monsterpunt voor. Deze larven zijn dus waarschijnlijk gevoelig voor één of meer van de componenten van de organische en/of chemische vervuiling in de Volgermeerpolder.

*Spercheus emarginatus* wordt door Moller Pillot (1971) en Van Gijsen & Claassen gerekend tot de kenmerkende soorten voor zwaar verontreinigd (polysaproob) water. De larven van deze soort zijn alleen op punt 3 aangetroffen, waar hoge organische vervuiling met ongezuiverd afvalwater voorkomt (Van Dijk et al., 1984). Het voorkomen van *Spercheus*-larven bevestigt dus de gegevens die over de oecologie bekend zijn.

Hetzelfde geldt voor *Hydrovatus cuspidatus* Koperdraat (1978) vermeldt deze zeldzame soort ook uit Waterland. Uit de publicatie van Van

Nieukerken (1979) blijkt dat de soort pas sinds 1970 regelmatig is waargenomen in Nederland en tussen 1905 en 1970 helemaal niet, ondanks dat ook toen een aantal bekende grote verzamelaars actief waren. Hij geeft als verklaring dat de soort zich uitbreidt in noordelijke richting en dat dat mogelijk is door een groot aantal opeenvolgende zachte winters. Na deze publicatie zijn echter een aantal strenge winters gevolgd, onder andere in 1979-1980. Toch hebben Van der Hammen in 1978 en Van Dijk et al. in 1983 deze soort ook waargenomen. Duidelijk is dat gesproken kan worden van een min of meer permanente vestiging, wat dus duidt op een areaal-uitbreiding. Of hogere wintertemperaturen hiervoor verklarend kunnen zijn valt echter te betwijfelen.

#### VII.8.5 Megaloptera (Slijkvliegen)

Van Dijk et al. troffen slechts twee exemplaren van de nymfhe van *Sialis lutaria* aan. Ze vermoedden dat dit aan de vrij vroege monsterperioden ligt. In dit onderzoek blijkt daar inderdaad iets van. *Sialis* is vooral tijdens de tweede serie bemonsteringen aangetroffen en met relatief veel (vier) exemplaren op het eerste monsterpunt. Ze blijken hiermee wel degelijk goed tegen de chemische afvalstoffen te kunnen. De geringe aangetroffen aantallen van deze soort hangen samen met de levenswijze. Het dier leeft namelijk in slib, wat moeilijk in flinke hoeveelheden is op te scheppen. In het onderzoek van Burmeister (1980) komt deze soort zelfs in de meest met zware metalen belaste plassen voor, wat overeenkomt met een Zink-, Lood- en Cadmiumgehalte van meer dan respectievelijk 4000, 1000 en 40 PPM (= µg/l). Deze aantallen zijn maar liefst nog een factor 15 tot 75 hoger dan in de Volgermeerpolder!

#### VII.8.6 Diptera (Vliegen en muggen)

##### VII.8.6.a Chironomidae (Pluimmuggen)

Moller Pillot & Krebs (1981) hebben een aantal combinaties van Chironomide-larven opgesteld, die bepaalde wateren karakteriseren. Bij vergelijking met de in de Volgermeerpolder aangetroffen taxa, blijkt dat *Chironomus* gr. *thummi*, *Procladius* s.l., *Psectrotanypus varius* en *Tanypus kraatzi* in een door hen onderscheiden *Chironomus*-combinatie voorkomen. Deze combinatie is kenmerkend voor zeer dynamische situaties. Hoge concentraties giftige stoffen of langdurig zuurstofgebrek zijn situaties waarbij deze soorten vaak gevonden worden. In de Chironomiden-fauna van de Volgermeerpolder hebben alle vier genoemde taxa een maximaal voorkomen op punt 1, wat dus goed aansluit bij de gegevens van Moller

Pillot en Krebs. *Cryptochironomus spec.* heeft een vergelijkbare verspreiding in de Volgermeerpolder. Deze laatste soort wordt door Moller Pillot (1971) echter opgegeven als waarschijnlijk in de *Gammarus*-groep thuishorend. Bij Sládeček heeft deze soort echter wel een hoge saprobie-indicatiewaarde, nl. 2,15. Deze soort wordt in andere saprobie-systemen ook in heel andere groepen ingedeeld (Gongrijp, 1981).

Vreemd genoeg wordt *Tanypus kraatzi* in het saprobie-systeem van Van Gijsen en Claassen (cf. Gongrijp, 1981) als indicator voor lichte organische verontreiniging beschouwd. Dit stemt niet overeen met de resultaten in de Volgermeerpolder.

De punten 2 en 3 kunnen duidelijk getypeerd worden met de *Cricotopus sylvestris*-combinatie van Moller Pillot & Krebs, die ook op punt 1 naast de genoemde taxa voorkomt. De hierin voorkomende taxa zijn kenmerkend voor permanente, stilstaande wateren. Bovendien zijn de soorten in Nederland talrijk in eutroof en hypertroof milieu. Het voorkomen van *Chironomus gr. plumosus* met groot aantal op punt 3 wijst op een meer vervuilde situatie dan op punt 2. Het voorkomen van *Polypedilum gr. sordens* op punt 2 zou ook wijzen op een wat schonere situatie (Moller Pillot & Krebs, 1981).

Op de punten 4 en 5 komen dezelfde kenmerkende soorten voor, echter in beduidend lagere aantallen. Er is echter geen sprake van vervanging door andere Chironomiden.

Verder kan uit de Chironomidenlijst geconcludeerd worden, dat kenmerkende brakwater-taxa niet voorkomen. Vrijwel alle taxa kunnen ondergebracht worden in de door Moller Pillot & Krebs opgestelde lijst voor zoet water, die hoogstens in enige mate tolerant zijn voor chloride. Hetzelfde geldt voor de taxa die Van Dijk et al. hebben aangetroffen. Van der Hammen (1980) geeft van de soorten van deze groep, die ook bij zijn onderzoek het talrijkst gevonden zijn aan, dat ze hun optimum hebben in water met een zwak brak karakter. Hij vond nog wel een enkel exemplaar van de brakwatersoorten *Chironomus gr. salinarius* en *Chironomus gr. halophilus*. Het geheel (?) verdwijnen hangt ongetwijfeld samen met de voortschrijdende verzoeting, die optreedt sinds het afsluiten van de vroegere Zuiderzee (cf. Van der Hammen, 1980).

Volgens Verbeek (1978) en De Jonge et al. (1974) heeft *Glyptotendipes gr. gripekoveni* door het bezit van tubuli waarschijnlijk een hogere tolerantie voor vervuiling. Van de vast substraat-monsters zijn de larven van dit genus verder gedetermineerd met Kallugina (1975). *Glyptotendipes glaucus* is hierbij de soort met tubuli. Deze soort heeft inderdaad het talrijkste voorkomen op punt 1 en 2.

Wentsel et al. (1977) constateerden dat in een Amerikaans meer bij een zinkgehalte in slib van 10.443 PPM (drooggewicht) en een Cadmiumgehalte in slib van 870 PPM (drooggewicht) geen Chironomiden meer voorkwamen.

Deze gehalten zijn echter nog vijf keer zo hoog als in de

Volgermeerpolder. Op een punt dat min of meer vergelijkbare gehalten aan zink heeft als in de Volgermeerpolder kwamen wel Chironomiden voor.

Bij het onderzoek van Burmeister in Duitse plassen met van nature hoge gehalten aan zware metalen, werden Chironomiden niet in de vuilste plassen aangetroffen, ondanks 44 monstertochten met in totaal 1137 bemonsteringen in drie jaar. Hier had de vuilste plas twintig keer zoveel Lood, ditmaal in water, als in de Volgermeerpolder. Een andere plas met de helft van het Loodgehalte in water als in de Volgermeerpolder, bleek echter ook geen Chironomiden te bevatten. Het Cadmiumgehalte in deze Duitse poelen is echter ook veel hoger dan in de Volgermeerpolder, met op de vuilste punten (zonder Chironomiden) 60 tot 70  $\mu\text{g}$  Cadmium per liter! Cadmium blijkt dus bij de genoemde concentraties een belangrijkere invloed op het voorkomen van Chironomiden uit te oefenen dan Lood. Op punten met 10  $\mu\text{g}$  Cadmium per liter kwamen wel Chironomiden voor, terwijl het gehalte in de Volgermeerpolder maximaal 20  $\mu\text{g}$  per liter bedraagt.

#### VII.8.6.b Overige Diptera (Vliegen en Muggen)

*Culex* en *Eristalis*-larven worden door Moller Pillot (1971) en anderen gerekend tot indicator voor polysaprobe omstandigheden. Alleen op punt drie zijn deze larven gevonden, evenals *Spercheus emarginatus*, die ook door Moller Pillot in zijn *Eristalis*-groep is geplaatst. Hieruit blijkt duidelijk de invloed op de macrofauna van de lozingen in Broek in Waterland.

Moller Pillot vermeldt bij *Culex*, dat ze in stilstaand water niet tot de *Eristalis*-groep behoren. Toch komt deze soort in dit onderzoek samen met *Eristalis* en *Spercheus* voor, wat wel een bruikbaarheid als indicator in stilstaand water aangeeft.

Opvallend is het enorme aantal exemplaren, dat van *Chaoborus flavicans* op het eerste monsterpunt werd aangetroffen. Sládeček deelt deze soort in de oligo- tot  $\beta$ -mesosaprobe zone in. Aangezien op punt 1 ook hoge gehalten aan stikstof-verbindingen voorkomen, lijkt het er in de Volgermeerpolder meer op, dat deze soort in de  $\alpha$ -mesosaprobe zone thuishoort. Waarschijnlijk wordt door gebrek aan concurrentie en predatie op punt 1 zo'n hoog aantal individuen bereikt. Dat deze soort zijn hele ontwikkeling kan voltooien en dus volledig resistent is, blijkt uit het feit dat er ook vele poppen op punt 1 zijn aangetroffen.

#### VII.8.7 Trichoptera (Kokerjuffers)

Uit tabel 9 (blz. 21) blijkt, dat de groep van kokerjuffers heel verschillend voorkomende soorten bevat. *Ecnomus tenellus* vertoont heel duidelijk tendens 1. *Cyrnus flavidus* daarentegen vertoont tendens 3 en *Holocentropus picicornis* tendens 2. De conclusie van Van Dijk et al., dat de kokerjuffers als groep beïnvloed worden door de vervuiling van de belt in de Volgermeerpolder kan dan ook bepaald niet worden onderschreven.

Van alle waargenomen soorten is *Phryganea grandis* de enige die in regelmatige aantallen op alle punten voorkomt. Moller Pillot (1971) vond in beken deze soort alleen in min of meer zuiver water, maar in lage aantallen. Deze bevindingen worden in het stilstaande water in de Volgermeerpolder niet bevestigd.

Van Dijk et al. vonden vier soorten kokerjuffers op het eerste punt, elk met één exemplaar. Er bleken drie kokerloze soorten voor te komen. Kokerloze kokerjuffers zijn resistenter tegen vervuiling, doordat ze een lager zuurstofgehalte nodig hebben (Roback, 1974). Bij het huidige onderzoek zijn zes soorten waargenomen op punt 1, waaronder *Holocentropus picicornis* met 103 en *Cyrnus flavidus* met 4 exemplaren. Beide zijn soorten zonder koker.

In het saprobiesysteem van Van Gijsen & Claassen (cf. Gongrijp, 1981) wordt *Cyrnus flavidus* gerekend tot de kenmerkende soorten voor slechts licht verontreinigd water, wat bij dit onderzoek dus zeker niet bevestigd wordt. In alle door Gongrijp opgenomen saprobie-systemen worden kokerjuffers tot de schoonste groepen gerekend. Wat dat betreft hebben de hier genoemde soorten een sterk afwijkende verspreiding.

De overige vier soorten zijn allen wel in het bezit van kokers, ze komen echter met één of twee exemplaren voor. In het onderzoek van De Vries et al. (zie Gongrijp, 1981) is *Holocentropus picicornis* juist alleen op het schoonste monsterpunt aangetroffen!

Opvallend is dat *Athripsodes aterrimus* alleen op het eerste punt is gevonden. Moller Pillot (1971) rekent deze soort juist tot de *Gammarus*-groep, die kenmerkend is voor oligosaprobe omstandigheden.

Moller Pillot (1971) vermeldt *Anabolia nervosa* als een soort van stromend water. Van Dijk et al. vonden deze soort op punt 4 en 5, bij dit onderzoek is hij eveneens op deze punten aangetroffen. Op deze punten is echter sprake van stromend water, met name op punt 5. Het water beweegt in de richting van het IJsselmeer, doordat het uitgeslagen wordt. Het loopt voor punt 5 onder een smal bruggetje door, waarna het weer snel breed wordt. Vóór het bruggetje treedt een soort stuwning op, waarbij het water als het ware door de smalle opening geperst wordt. Hierdoor ontstaat een flinke stroming. Op het vijfde monsterpunt werd zelfs een rivierdonderpad (*Cottus gobio*) aangetroffen. Ook de slak *Theodoxus fluviatilis* komt hier in redelijk aantal voor en wijst eveneens op stromend water. Bij het onderzoek in beken door Moller Pillot bleek *Anabolia nervosa* niet in verontreinigd water voor te komen, wat hier dus ook het geval is.

## VIII ALGEGELE INDRUK VAN DE MACROFAUNA VAN DE ONDERZOCHE MONSTERPUNTEN

De invloed van de gifstort blijkt zich op vertegenwoordigers van heel verschillende diergroepen te doen gelden. Wat de macrofauna betreft lijken de platwormen (Tricladida) het meest gevoelig voor de invloed van de chemische verontreiniging. Zowel op monsterpunt 1 als grotendeels op punt 2 ontbreken vertegenwoordigers van deze groep.

Bij de slakken (Mollusca) treedt ook een duidelijke invloed op, met name bij de kieuwslakken, die gevoeliger lijken voor de chemische en in mindere mate ook de organische verontreiniging dan longslakken.

De bloedzuigers (Hirudinae) blijken een minder geschikte indicator-groep te vormen voor chemische verontreiniging. Wel ontbreken de genera *Glossiphonia* en *Hemiclepsis* op het eerste monsterpunt bij beide onderzochte monstermethoden, wat een aanwijzing is dat deze genera mogelijk gevoeliger zijn dan de andere bloedzuigers.

Wat de gelede wormen (Oligochaeta) betreft, blijkt *Stylaria lacustris* niet op het eerste monsterpunt voor te komen, wat door de ammoniak-concentratie op dit punt verklaard kan worden. De Tubificidae zijn wel resistent tegen de aanwezige concentraties gifstoffen en komen wel in vrij grote aantallen op punt 1 voor.

De watermijten (Hydracarina), hoewel deze groep geregeld als schoonwater-indicator wordt beschouwd, blijken het meeste op het eerste monsterpunt voor te komen. Mogelijk houdt dit verband met het grote aantal beschikbare prooidieren, die voor de aangetroffen mijtengenera vooral bestaan uit *Chaoborus* en Chironomidae.

Van de kreeftachtigen (Crustacea) vertonen de twee *Asellus*-soorten een tegengestelde verspreiding over de monsterpunten. *A. aquaticus* komt massaal voor in de verontreinigde wateren, terwijl *A. meridianus* niet op het eerste punt voorkomt en in toenemende aantallen op de overige punten.

De meeste van de aangetroffen taxa behoren tot de insecten (Insecta). De beide aangetroffen haftensoorten (Ephemeroptera) zijn duidelijk het talrijkst op het eerste monsterpunt. Waarschijnlijk kunnen ze door resistentie en het gebrek aan concurrentie hier grote aantallen bereiken. De nimfpe van de libella *Ischnura elegans* (Odonata) komen op alle monsterpunten voor, met de laagste aantallen op punt 1. Ze zijn op dit punt echter wel aanwezig.

Van de wantsen (Heteroptera) komen grote aantallen *Sigara*-achtigen voor op het eerste monsterpunt. Ook bij andere onderzoeken blijkt een grote tolerantie ten opzichte van vervuiling te zijn bij wantsen.

Sommige vertegenwoordigers van de kevers (Coleoptera) komen alleen op de meest verontreinigde punten voor. Deze soorten bereiken relatief hoge aantallen, waarschijnlijk omdat er in dit extreme milieu minder concurrentie optreedt. De larven van *Cyphon* komen pas vanaf punt 3 voor

en zijn kennelijk wel gevoelig voor de chemische vervuiling. De slijkvlieg (Megaloptera) komt uit vele onderzoeken als zeer resistent naar voren, waarvoor hier een bevestiging wordt gevonden. Bij de vliege- en muggelarven (Diptera) valt het massale voorkomen van *Chaoborus flavicans* op punt 1 op. De hele ontwikkeling blijkt te kunnen worden voltooid, aangezien ook popstadia zijn aangetroffen. Deze soort komt dan ook als resistent voor het hele scala aan chemische afvalstoffen naar voren. Bij de met vele taxa aangetroffen Chironomidae komen *Procladius s.l.* en *Chironomus*-soorten in grote aantallen op punt 1 voor, terwijl *Psectrotanypus varius* tot dit punt beperkt is. Allen staan bekend als storingsindicator, die ook bij ernstige verontreiniging voorkomen. Er zijn geen Chironomiden gevonden die massaal voorkomen en op punt 1 ontbreken.

Van de kokerjuffers (Trichoptera) komen een aantal soorten in grote aantallen voor, met volledig tegengestelde verspreidingen over de monsterpunten. Deze groep lijkt dan ook zeer interessant wat betreft indicatoren voor bepaalde omstandigheden. *Holocentropus picicornis* komt in groot aantal op punt 1 voor, terwijl *Ecnomus tenellus* daar ontbreekt en massaal op punt 5 is aangetroffen. Hetzelfde kan gezegd worden voor *Anabolia nervosa*.

De tweede belangrijke per monsterpunt verschillende invloed, naast die van de gifstort, is aanwezig in de vorm van fosfaatrijk ongezuiverd afvalwater, dat bij Broek in Waterland geloosd wordt. Deze invloed doet zich vooral gelden op punt 3. Ook hiervoor is een indicatieve kokerjuffer gevonden. Van de soort *Cyrmus flavidus* zijn namelijk 112 van de in totaal 133 aangetroffen individuen op punt 3 gevonden.

Ook bij de vliege- en muggelarven zijn een aantal soorten vooral op punt 3 aangetroffen. Dit betreft *Eristalis*, *Culex* en vooral *Chironomus* gr. *plumosus* en *Cricotopus* gr. *sylvestris*. Dit is wat de eerste drie soorten betreft heel duidelijk in overeenstemming met wat op vele andere organisch verontreinigde plaatsen wordt geconstateerd.

Tenslotte zijn bij de slakken (Mollusca) een aantal vertegenwoordigers van de Planorbidae met een opvallend groot voorkomen op punt 3 aangetroffen. Hetzelfde geldt voor *Viviparus viviparus*.

Een grafische weergave van de verspreiding over de monsterpunten van 31 kenmerkende taxa is weergegeven in fig. 6 op blz. 43.

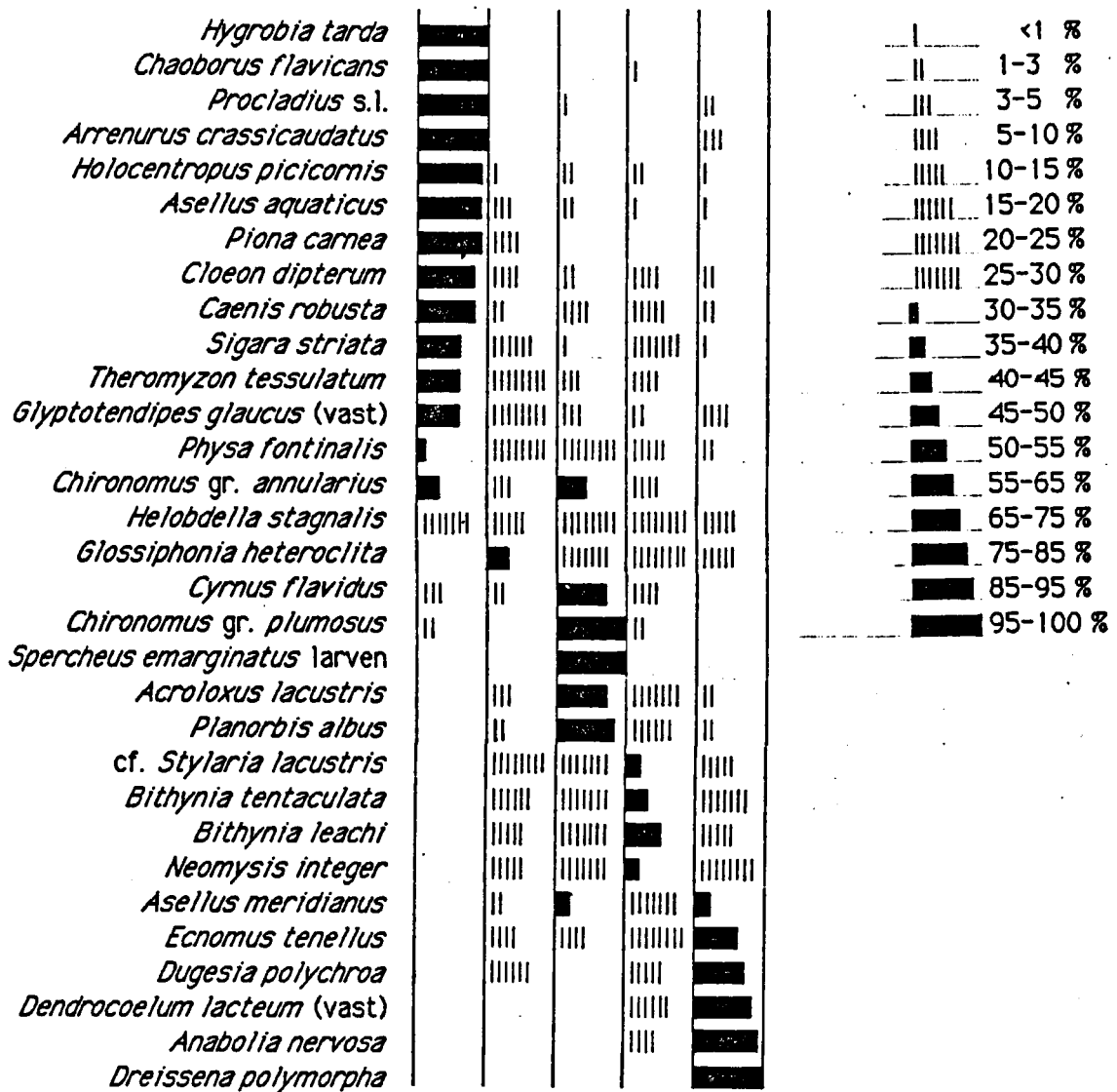
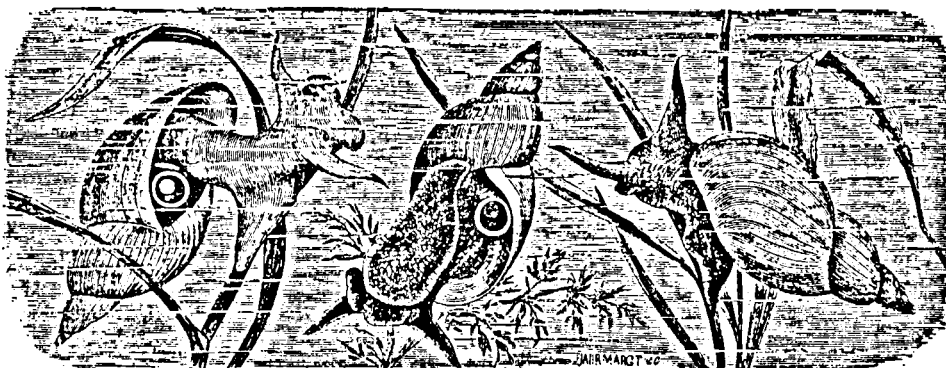


Fig. 6. Grafische weergave van de verspreiding over de vijf onderzochte monsterpunten van 31 aangetroffen taxa.





## IX CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Uit de resultaten die met het onderzoek in de Volgermeerpolder behaald zijn met betrekking tot de kunstmatige substraten, kan geconcludeerd worden, dat deze monstermethode voor de platwormen kwantitatief betere resultaten oplevert dan de monsters met het standaard-macrofaunanet. Bloedzuigers worden ook veel op de kunstmatige substraten aangetroffen. Welke methode bij deze diergroep kwantitatief betere resultaten oplevert, is echter niet duidelijk geworden. Van de slakken blijken alleen de vertegenwoordigers van het genus *Bithynia* veel op de dakpannen te worden gevonden. Voor deze diergroep vormt deze monstermethode hier dan ook geen goed alternatief voor netbemonstering.

Uit similariteitsberekeningen blijkt, dat de vast substraat-bemonstering in de regel de hoogste overeenkomst hebben met de netmonsters van dezelfde plaats en minder met die van andere monsterpunten.

De saprobie-indices, berekend aan de hand van de indicatorsoortenlijst van Sládeček, blijken beter dan die op grond van andere indicatorlijsten met de organische verontreiniging van de monsterpunten te correleren. De indices berekend met de soorten en aantallen van de vast substraat-monsters vertonen dezelfde trend als die van de netmonsters.

Op grond hiervan kan geconcludeerd worden, dat bemonstering met kunstmatige substraten overwogen kan worden als een uitspraak over de waterkwaliteit vereist is en slechts beperkte uitwerkingstijd beschikbaar is. De uitwerking verloopt namelijk vele malen sneller bij deze monstermethode. De groepen die met deze manier van bemonsteren gemist worden, vooral waterkevers, -wantsen en -mijten, leveren namelijk in de regel minder informatie op over de kwaliteit van het monsterpunt dan de wel op de vaste substraten aangetroffen groepen.

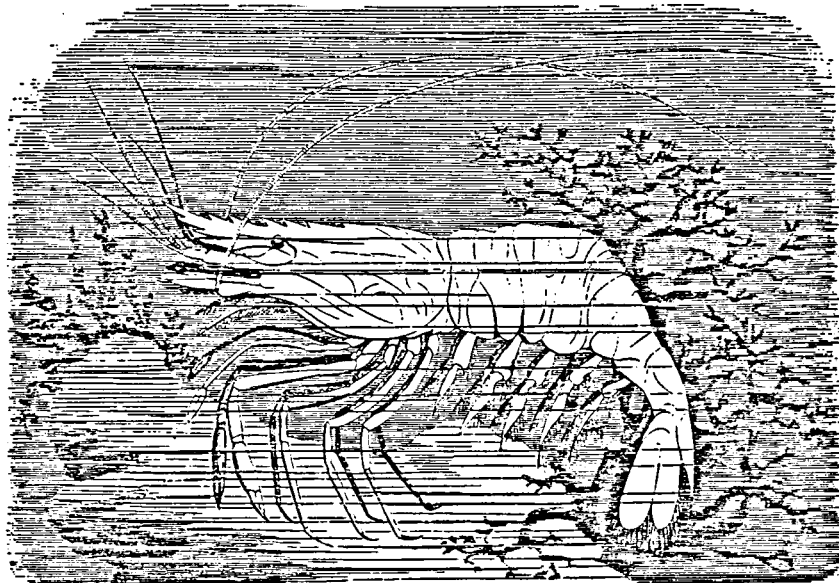
Door toeval is gebleken dat bemonstering met een vast substraat geschikt blijkt te zijn om invloeden van kleinschalige milieu-verstoreningen, hier in de vorm van een klein lozingspijpje, op macrofauna waar te nemen. Bemonstering bij een dergelijk verstorend element, met een serie vaste substraten op kleine onderlinge afstanden, lijkt dan ook heel geschikt om meer over de tolerantie van organismen te achterhalen.

De bemonsteringen bij dit onderzoek zijn uitgevoerd in een transect vanaf de gifbelt in de Volgermeerpolder. Bij het onderzoek naar de invloed van de chemische afvalstoffen op de macrofauna, bleek een opvallende samenhang tussen de aanwezige gifstoffen en het aandeel van atmosferische zuurstofopname bij de aanwezige taxa. Bij de Mollusca, waarvan een aantal soorten hun zuurstof uit het water opnemen met kieuwen en andere soorten met longen de zuurstof uit de lucht halen, treedt hetzelfde verband tussen ademhalingswijze en verontreiniging op.

Tot slot is een lijst opgesteld van taxa die veel of juist niet op de

verontreinigde punten zijn aangetroffen. Vervuilingbestendige soorten blijken hierbij vooral bij de insecten voor te komen. Ook de watermijten, die over het algemeen als schoonwater-indicatoren worden opgevat, blijken met de grootste aantallen op het meest vervuilde monsterpunt voor te komen. Het lijkt zinvol nader onderzoek naar de resistentie van watermijten tegen chemische gifstoffen uit te voeren.

Tot de schoonwater-soorten behoren alle platwormen en een aantal slakken en kokerjuffers. Overigens komt bij deze laatste groep ook een uitzondering voor, die het grootste aantal individuen op het chemische sterkst vervuilde monsterpunt 1 bereikt, alsmede een soort die op het sterk met fosfaat verontreinigde derde monsterpunt massaal voorkomt. Andere taxa die bij de fosfaat-vervuiling veel voorkomen, zijn te vinden onder de slakken van de familie Planorbidae, evenals een aantal Chironomide-larven.



## X DANKWOORD

Op de eerste plaats wil ik Sjouk Pinkster bedanken voor zijn begeleiding tijdens het onderzoek. Door in de zomervakantie de kunstmatige substraten te plaatsen, heeft hij het onderzoek op schema gehouden. Ook zijn interesse voor de resultaten was stimulerend. Zijn kritische doornamen van het verslag heeft voltooiing op korte termijn mogelijk gemaakt.

Maarten Scheepmaker heeft me op het spoor gezet van een aantal interessante artikelen, zonder welke dit verslag zeker minder volledig zou zijn geweest.

Ook Marian Goris heeft een grote bijdrage geleverd door nu en dan het vervoer naar en van de monsterpunten op zich te nemen en me in te werken in het sorteren van de monsters en de determinatie van Chironomiden. Liesbeth de Vries heeft me ingewerkt in de determinatie van Platwormen. Dirk Platvoet heeft voor vervoer gezorgd en enkele Crustaceeën-determinaties gecontroleerd. Ook heeft hij nuttige suggesties gegeven bij de interpretatie van de gegevens. Bij het determineren van de Wantsen heeft Bart van de Hoek een belangrijke bijdrage geleverd. Willem Ellis en Pjotr Oosterbroek hebben de faciliteiten beschikbaar gesteld om dit verslag te kunnen uittypen. Al deze personen wil ik bedanken voor hun onmisbare bijdrage.

Aangezien dit mijn laatste verslag als student is, wil ik mijn ouders bedanken voor het feit dat ze me lieten studeren en alles wat daarbij kwam kijken op de koop toe namen.

Tenslotte wil ik Lida bedanken voor haar onmisbare steun tijdens het onderzoek en vooral bij het schrijven van het verslag.

Otto Brinkkemper

## XI LITERATUUR

### XI.1 Geciteerde literatuur

- Brinkkemper, O., in druk. Een aanzet tot groepering van Waterkevers op basis van hun oecologie. Verslagen en Technische Gegevens, nr....I.T.Z., Univ. v. A'dam.
- Brohmer, P., 1953. Fauna von Deutschland, 7<sup>e</sup> Auflage. Quelle & Meyer, Heidelberg, 591 pp.
- Broodbakker, N.W. & J. Coosen, 1980. Onderzoek naar de macrofauna van de "Vereenigde Harger- en Pettemerpolder" (een brakwatergebied in Noord-Holland). Verslagen en Technische Gegevens, I.T.Z., Univ. v. A'dam, 1-45.
- Buisman, R., 1983. Bodemsanering nu pas echt van start. Natuur en Milieu, febr. 1983.
- Burmeister, E.G., 1980. Die aquatische Makrofauna des Breiniger Berges unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses von Schwermetallen auf das Arteninventar. Spixiana 3(1): 59-90.
- Davids, C., 1979. De watermijten (Hydrachnellae) van Nederland. Levenswijze en voorkomen. Wetensch. Meded. K.N.N.V., nr. 132, 1-78.
- De Jonge, S., J. Noot & A. Mol, 1973. Een vooronderzoek naar de invloed van waterverontreiniging op de makrofauna van enige Noord- en Zuidhollandse sloten. Hoofdvakverslag, I.T.Z., Univ. v. A'dam, 1-76.
- Dresscher, Th.G.N. & L.W.G. Higler, 1982. De Nederlandse Bloedzuigers (Hirudinea). Wet. Meded. K.N.N.V., 154.
- Galewski, K., 1971. A study on morphobiotic adaptations of European species of the Dytiscidae (Coleoptera). Polskie Pismo Ent. XLI (3):487-702.
- Gieser, Th.G., 1984. Emigratie van *Notonecta glauca* Linnaeus (Heteroptera, Nepomorpha). Ent. Ber., Amst. 44: 64.
- Gongrijp, A., 1981. Biologische beoordeling van slootkwaliteit. Hoogheemraadschap van Rijnland, Technische Dienst, Leiden, 1-93.

- Goris, M., 1982. Toetsing methodiek makrofauna-inventarisatie. Een onderzoek in opdracht van P.W.S.-Noord-Holland. Verslagen en Technische Gegevens, I.T.Z., Univ. v. A'dam, 1-34.
- Hart, C.W. Jr. & S.L.H. Fuller (Eds.), 1974. Pollution Ecology of Freshwater Invertebrates. Academic Press, New York, 313 - 376.
- Heida, H., 1981. Onderzoeksresultaten Volgermeerpolder 1980 - 1981. Gemeentelijk Centraal Milieulaboratorium, Amsterdam, 1-56.
- Knol, A., 1984. Maand nieuws "van eigen bodem". Vrije volk, weekeditie d.d. 22-11-1984.
- Koperdraat, M.J., 1978. De Waterkevers. In: Waterland. Bibl. K.N.N.V. 26: 136 - 145.
- Moller Pillot, H.K.M., 1971. Faunistische beoordeling van verontreiniging in laaglandbeken. Proefschrift K.U., Nijmegen. Pillot. Standaardboekhandel, Tilburg, 1 - 286.
- Moller Pillot, H.K.M. & B. Krebs, 1981. Concept van een overzicht van de oekologie van Chironomidelarven in Nederland. Stencil, Tilburg, 1 - 41.
- R.I.V., 1980. Oriënterend onderzoek naar de toxicologische evaluatie van verontreiniging rond een vuilstortplaats in de Volgermeerpolder. Rijksinstituut voor de Volksgezondheid, Bilthoven.
- Roback, S.S., 1974. Insects (Arthropoda: Insecta). Zie Hart & Fuller, p. 314-377.
- Sawyer, R.T., 1974. Leeches (Annelida: Hirudinea). Zie Hart & Fuller, p. 82-143.
- Scheepmaker, N., 1984. De hydrobiologische toestand van het Laarder wasmeren-complex in de periode april 1980 - april 1981. Zuiveringsschap Amstel- en Gooiland, Hilversum, 1-65.
- Scholtens, B., 1981. De Volkskrant d.d. 14-11-1981.
- Sieswerda, G.B., 1981. Oppervlaktewaterkwaliteit in Waterland in relatie

tot de gifvondsten in de Volgermeer. Hoogheemraadschap van de  
Uitwaterende sluizen in Kennemerland en West-Friesland.

Sládecek, V., 1973. System of water quality from the biological point of  
view. Arch. Hydrobiol., Beiheft 7, 1-218.

Van der Hammen, H., 1980. Inventariserend en vergelijkend onderzoek van  
de makrofauna van Waterland. Verslagen en Technische Gegevens  
no. 24, I.T.Z., Univ. v. A'dam, 1-47.S

Van Dijk, J., M. Kramer & L. Verhagen, 1984. De invloed van de gifstort in de  
Volgermeerpolder op de makrofauna in nabij gelegen sloten.  
Verslagen en Technische Gegevens, I.T.Z., Univ. v. A'dam, 1 - 57.

Van Nieukerken, E.J., 1979. De verspreiding van *Hydrovatus cuspidatus*  
(Kunze) in Nederland (Coleoptera: Dytiscidae). Ent. Ber., Amst. 39:  
51 - 55.

Verbeek, L., 1978. Vergelijkend onderzoek van de macrofauna van diverse  
typen stilstaand water. Verslagen en Technische Gegevens, I.T.Z.,  
Univ. v. A'dam: 1 - 45.

Vrij Nederland, 1983. De kleine gifatlas van Nederland d.d. 19-3-1983.

Wentzel, R., A. McIntosh & V. Anderson, 1977. Sediment contamination and  
benthic macroinvertebrate distribution in a metal-impacted lake.  
Environ. Pollut. 14: 187 - 193.

## XI.2 Determinatie-literatuur

### Algemeen

Higler, L.W.G., 1974. Inleiding tot de kennis van de ongewervelde zoetwaterdieren en hun milieu. Wet. Meded. K.N.N.V., nr. 103, 1-40.

### Tricladida

Reynoldson, T.B., 1978. A key to the British species of freshwater Triclad. Sc. Publ. Freshw. Biol. Ass., 23.

### Nematomorpha

Higler, L.W.G., 1974. Zie Algemeen.

### Oligochaeta

Tachet, H., M. Bournaud & Ph. Richoux, 1980. Introduction à l'étude des Macroinvertébrés des eaux douces. Univ. Lyon, Ass. Franc. Limnol.

### Hirudinae

Dresscher, Th.G.N. & L.W.G. Higler, 1982. De Nederlandse Bloedzuigers (Hirudinea). Wet. Meded. K.N.N.V., nr. 154.

### Mollusca

Janssen, A.W. & C.F. Vogel, 1965. Zoetwatermollusken van Nederland. Jeugdbondsuitgeverij, Amsterdam.

Macan, T.T., 1979. A key to British fresh and brackish water gastropods. Freshw. Biol. Ass., 13.

### Hydracarina

Van der Eijk, R.H., 1977. Proefuitgave van een watermijntabel voor Nederland. L.H., Biologisch Station, Wijster.

### Crustacea

Holthuis, L.B. & G.R. Heerebout, 1976. De Nederlandse Decapoda (garnalen, kreeften en krabben). K.N.N.V., Wet. Meded., nr. 111.

Zoölogisch Museum Amsterdam, 1969. Gammarustabel. Universiteit van Amsterdam.

### Ephemeroptera

Macan, T.T., 1979. A key to the nymphs of British of Ephemeroptera. Freshw. Biol. Ass., 20.

### Odonata

Veldhuis, H., 1960. Libellenlarventabel. N.J.N., Amsterdam.

### Heteroptera

Nieser, N., 1982. De Nederlandse water- en oppervlaktewantsen (Heteroptera). Wet. Meded. K.N.N.V., nr. 155.

### Coleoptera

Drost, B. & M. Schreijer, 1976. Waterkevertabel. Jeugdbondsuitgeverij, 's-Graveland.

Freude, H., K.W. Harde & G. A. Lohse, 1971. De Käfer Mitteleuropa's, Band 3.

### Megaloptera

Higler, L.W.G., 1974. Zie Algemeen.

### Diptera

Kallugina, N.S., 1975. A key to larvae of the genus *Glyptotendipes* (Diptera; Chironomidae) in waterbodies of the Moscow district (Russisch, met afbeeldingen). Zool. Zh., 54: 1830-1837.

Moller Pillot, H.K.M., 1983. De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera). Ned. Faun. Meded., deel 1 & 2.



## Diptera (vervolg)

Tolkamp, H.H., 1976. Determinatietabel voor het bepalen van familie, geslacht en soms zelfs soort der Europese, in het water levende Diptera-larven. L.H. afd. Natuurbeheer, Wageningen.

## Trichoptera

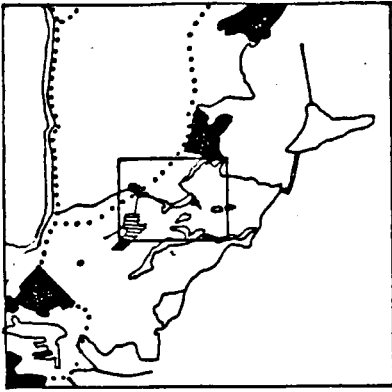
Hickin, N.E., 1967. Caddis larvae. Larvae of the British Trichoptera. Hutchinson, London.

Lepneva, S.G., 1970-1971. Trichoptera. Fauna of the U.S.S.R., 2 volumes. Isr. Progr. Transl., Jeursalem.

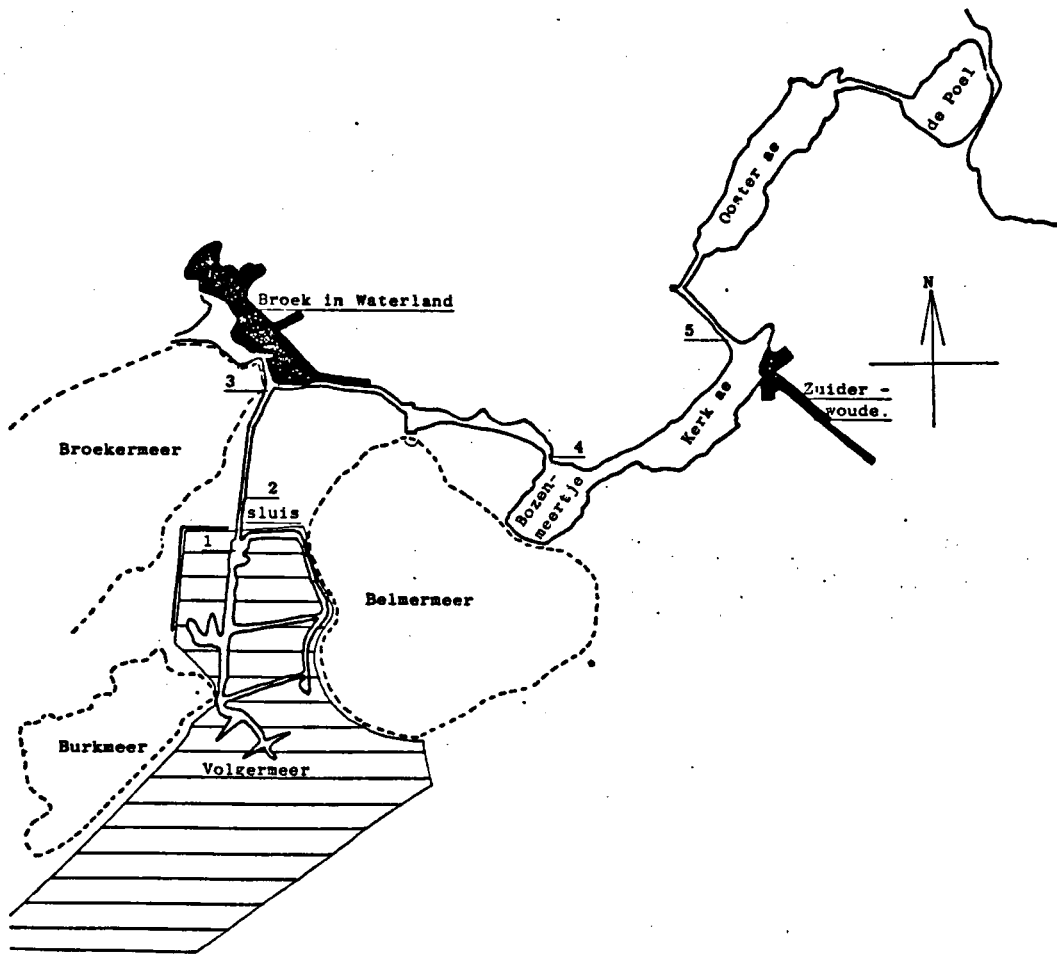


BIJLAGE 1

Monsterpunten in de hoofd-  
afwatering (1 t/m 5)  
van de Volgermeerpolder.



Waterland ten noorden van  
Amsterdam

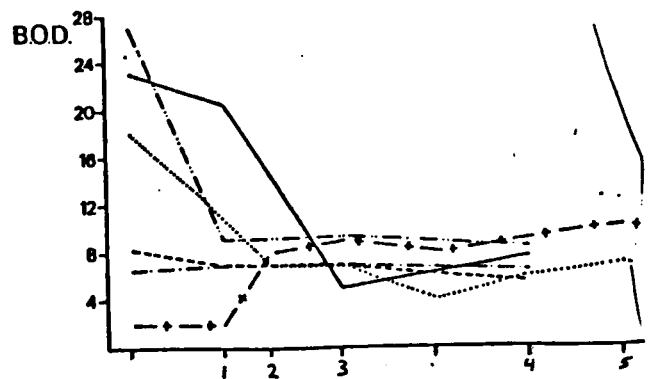
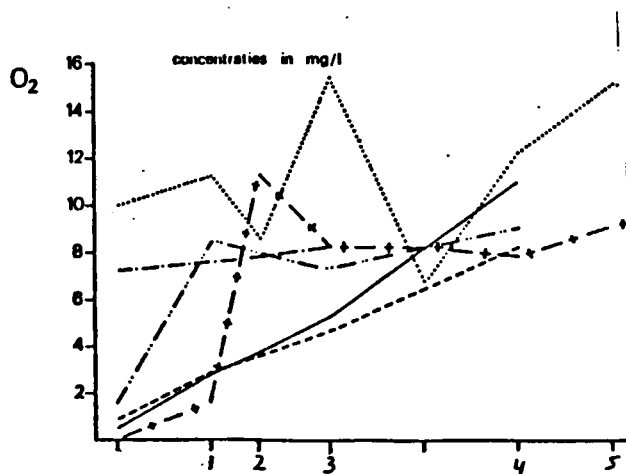


Bijlage II

CHEMISCHE GEGEVENS VAN DE MONSTERPUNTEN

Monsterpunt		1	2	3	4	5
Breedte sloot (m)		15	12	15	15	10
Diepte bij slootkant (cm)		80	200	50	150	50
Bodem		puin	slib	klei	slib	puin
Chloride-gehalte *	mg/l	306	293	289	330	330
Totaal Fosfaat *	mg/l	0,28	0,75	1,05	1,00	0,85
Kjeldahl Stikstof *	mg/l	18,7	7,6	4,2	4,7	3,9
Nitriet + Nitraat-stikstof *	mg/l	1,6	1,5	0,8	1,2	0,0
Ammonium-stikstof *	mg/l	13,8	4,1	1,2	0,5	0,0
Ammoniak-stikstof *	mg/l	0,33	0,06	0,01	0,02	0,00
Zware metalen in water:						
Cadmium *	µg/l	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0
Kwik *	µg/l	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Koper *	µg/l	17,9	5,6	0,0	4,0	0,0
Lood *	µg/l	268,5	12,6	0,0	11,5	0,0
Chroom *	µg/l	5,3	2,3	0,0	2,9	0,0
Nikkel *	µg/l	9,9	3,2	0,0	5,0	0,0

\* : De gegeven waarden zijn overgenomen uit het verslag van Van Dijk et al. (1984), aangezien geen recentere gegevens verkrijgbaar waren. De waarden voor biochemische O<sub>2</sub>-verbruik zijn niet overgenomen, aangezien de gegeven waarden zeer onwaarschijnlijk zijn. In plaats daarvan is bijlage IIa opgenomen.



Bijlage IIa. O<sub>2</sub>-concentraties en B.O.D. van de onderzochte monsterpunten.

Platyhelminthes (Platwormen)

	1	2	3	4	5
<i>Dugesia polychroa</i>	1e -/-	-/-	-/-	2/-	2/3
	2e -/-	4/-	-/-	1/8	-/10
<i>Dugesia tigrina</i>	1e -/-	-/-	-/-	-/-	-/1
	2e -/-	-/-	-/-	1/-	-/3
<i>Planaria torva</i>	1e -/-	-/-	-/-	-/-	2/5
<i>Polycelis nigra</i>	1e -/-	-/-	-/-	1/-	-/-
<i>Polycelis tenuis</i>	1e -/-	-/-	-/-	1/1	-/28
	2e -/-	-/-	1/-	1/-	-/-
<i>Dendrocoelum lacteum</i>	1e -/-	-/-	2/-	1/-	2/-
	2e -/-	-/-	-/-	5/3	-/14

Nematomorpha

Gordiacea	1e 1/-	2/-	-/-	-/-	-/-
	2e -/-	1/-	-/-	1/1	1/-

Annelida, klasse Oligochaeta

cf. Tubificidae	1e 35/-	-/4	300/6	2000/100	100/-
	2e 31/105	20/50	39/-	90/18	130/2
<i>Stylaria lacustris</i>	1e -/-	155/20	150/10	250/60	50/50
	2e -/-	30/-	23/-	20/1	20/13
Lumbricidae	1e -/-	-/-	-/-	-/-	2/-8

Annelida, klasse Hirudinae

<i>Erpobdella octoculata</i>	1e 1/-	18/23	10/-	3/7	25/1
	2e 1/-	6/7	11/-	7/1	1/-
<i>Erpobdella testacea</i>	2e -/-	3/1	1/-	1/1	-/-
<i>Glossiphonia complanata</i>	1e -/-	3/10	8/3	6/5	2/1
	2e -/-	-/5	9/-	4/4	2/-
<i>Glossiphonia heteroclita</i>	1e -/-	77/25	33/3	46/7	19/-
	2e -/-	-/-	4/2	4/10	-/8
<i>Helobdella stagnalis</i>	1e 24/1	25/34	23/25	16/9	18/-
	2e 48/33	11/32	54/12	60/49	24/6

<i>Hemiclepsis marginata</i>	1e	-/-	7/10	-/-	-/-	1/-
	2e	-/-	-/-	2/1	5/4	3/7

<i>Piscicola geometra</i>	1e	-/-	-/-	18/1	15/1	2/-
	2e	1/1	30/-	5/1	4/-	-/1

<i>Theromyzon tessulatum</i>	1e	-/-	1/-	-/-	-/-	-/-
	2e	14/2	5/3	1/-	2/-	-/-

Mollusca, klasse Bivalvia

<i>Anodonta cygnea</i>	1e	-/-	1/-	2/-	1/-	-/-
	2e	-/-	1/-	-/-	3/2	2/-

<i>Dreissena polymorpha</i>	1e	-/-	-/-	-/-	-/-	1/-
	2e	-/-	-/-	-/-	-/-	10/-

<i>Pisidium/Sphaerium spec.</i>	1e	-/-	-/-	-/-	3/-	1/2
	2e	-/-	-/-	-/-	14/1	2/-

Mollusca, klasse Gastropoda

<i>Theodoxus fluviatilis</i>	1e	-/-	-/-	-/-	-/-	6/3
	2e	-/-	-/-	-/-	-/-	4/11

<i>Viviparus viviparus</i>	1e	-/-	-/-	13/7	-/1	2/2
	2e	-/-	-/-	1/-	-/-	-/-

<i>Valvata piscinalis</i>	1e	-/-	21/-	47/4	33/4	31/3
	2e	-/-	3/-	42/-	31/3	69/1

<i>Valvata cf pulchella</i>	2e	-/-	-/-	-/-	-/-	1/-
-----------------------------	----	-----	-----	-----	-----	-----

<i>Bithynia leachi</i>	1e	-/-	52/-	24/-	185/6	39/63
	2e	-/-	4/2	100/3	92/127	40/7

<i>Bithynia tentaculata</i>	1e	-/-	79/1	25/4	118/17	38/89
	2e	-/-	14/2	87/8	96/225	74/16

<i>Acroloxus lacustris</i>	1e	-/-	2/-	17/9	8/2	2/-
	2e	-/-	1/-	31/4	6/7	-/-

<i>Lymnaea stagnalis</i>	1e	-/-	-/-	-/1	1/-	1/-
	2e	-/-	6/-	4/-	-/-	1/-

<i>Radix auricularia</i>	2e	-/-	-/-	-/-	-/-	-/1
--------------------------	----	-----	-----	-----	-----	-----

<i>Radix peregra</i>	1e	-/-	-/-	-/-	1/-	-/1
	2e	-/-	4/-	12/-	14/-	3/-
<i>Stagnicola palustris</i>	2e	1/-	-/1	-/-	2/-	-/-
<i>Anisus vortex</i>	1e	-/-	5/-	187/2	4/-	1/-
	2e	-/-	21/-	24/-	13/-	6/-
<i>Armiger crista</i>	1e	-/-	4/1	3/1	12/1	-/6
	2e	-/-	-/-	-/2	-/6	-/-
<i>Gyraulus albus</i>	1e	-/-	-/-	66/-	18/-	2/1
	2e	-/-	1/-	8/1	1/-	-/-
<i>Gyraulus cf laevis</i>	1e	-/-	-/-	2/-	-/-	-/2
<i>Hippeutis complanata</i>	1e	-/-	-/1	54/2	1/1	-/1
	2e	-/-	-/-	2/1	1/1	-/-
<i>Planorbarius corneus</i>	1e	-/-	1/-	-/-	-/-	-/-
	2e	-/-	1/-	15/-	4/-	-/-
<i>Planorbis planorbis</i>	2e	-/-	-/-	-/-	2/-	-/-

Arthropoda, klasse Chelicerata: Hydracarina

<i>Hydrachna conjecta</i>	1e	1/-	-/-	-/-	1/-	-/-
cf. <i>Hydrachna</i> spec.	1e	-/-	-/-	-/-	1/-	-/-
<i>Eylais extendens</i>	1e	-/-	-/-	3/-	-/-	-/-
<i>Hydryphantes ruber</i>	1e	-/-	-/-	-/-	-/-	1/-
<i>Limnesia undulata</i>	1e	1/-	-/-	-/-	1/-	-/-
<i>Piona carnea</i>	2e	22/-	2/-	-/-	-/-	-/-
<i>Piona coccinea</i>	1e	6/6	-/-	1/-	-/-	-/-
	2e	26/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Piona conglobata</i>	1e	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	2e	2?/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Piona cf neumani</i>	2e	2/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Piona variabilis</i>	2e	-/-	1/-	-/-	-/-	-/-

<i>Piona spec. nymphe</i>	1e	5/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	2e	12/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Tiphys ornatus</i>	1e	-/-	-/-	-/-	1/-	-/-
<i>Arrenurus albator</i>	1e	3/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	2e	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Arrenurus crassicaudatus</i>	1e	13/1	-/-	-/-	-/-	1/-
	2e	7/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Arrenurus fimbriatus</i>	1e	1/-	-/-	4?/-	3?/-	1/-
<i>Arrenurus latus</i>	1e	-/-	-/-	1/-	-/-	-/-
	2e	2/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Oribatidae indet.	1e	-/-	-/-	-/-	2/-	-/-

Arthropoda, klasse Crustacea

<i>Atyaephyra desmarestii</i>	2e	-/-	1/-	-/-	-/-	-/-
<i>Neomysis integer</i>	1e	-/-	-/-	452/3	1/-	100/-
	2e	-/-	1500/2	1980/-	4025/-	3150/-
<i>Gammarus pulex</i>	1e	-/-	-/-	-/-	-/-	13/-
	2e	-/-	-/-	2/-	1/-	3/-
<i>Gammarus tigrinus</i>	1e	-/-	131/15	247/8	126/10	44/147
	2e	10/2	591/8	42/-	19/-	136/2
<i>Orchestia cavimana</i>	2e	-/-	-/-	-/1	-/-	-/-
<i>Asellus aquaticus</i>	1e	582/58	42/4	20/1	3/-	2/-
	2e	1750/1090	45/19	22/2	2/-	4/-
<i>Proasellus meridianus</i>	1e	-/-	5/-	36/13	11/-	58/-
	2e	-/-	-/-	29/5	27/5	7/1

Arthropoda, klasse insecta, Ephemeroptera

<i>Cloeon dipterum</i>	1e	84/1	5/-	1/-	9/-	1/-
	2e	19/-	3/-	2/-	1/-	2/-
<i>Caenis robusta</i>	1e	469/9	16/1	43/-	51/-	14/-
	2e	1/-	-/-	-/-	20/-	-/-

Arthropoda, klasse Insecta, Odonata

<i>Ischnura elegans</i>	1e	16/1	67/6	66/3	22/-	31/1
	2e	1/-	104/-	10/-	10/-	8/3

Arthropoda, klasse Insecta, Heteroptera

<i>Mesovelgia furcata</i>	2e	-/-	6/-	-/-	-/-	-/-
<i>Hydrometra stagnorum</i>	2e	-/-	1/-	-/-	1/-	-/-
<i>Gerris spec. larve</i>	2e	-/-	1/-	-/-	-/-	-/-
<i>Ilyocoris cimicoides</i>	1e	-/-	-/-	3/-	2/-	-/-
	2e	1/-	7/-	1/-	2/-	-/-
<i>Nepa rubra</i>	1e	-/-	-/-	1/-	-/-	1/-
<i>Nepa rubra</i> larve	2e	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Plea minutissima</i>	1e	-/-	3/-	-/-	-/-	-/-
<i>Notonecta glauca</i>	1e	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Callicorixa praeusta</i>	1e	4/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	2e	4/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Corixa punctata</i>	1e	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	2e	2/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Cymatia coleoptrata</i>	2e	1/-	-/-	-/-	1/-	1/-
<i>Hesperocorixa linnei</i>	2e	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Paracorixa concinna</i>	1e	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	2e	9/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Sigara falleni</i>	1e	19/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	2e	12/-	-/-	1/-	2/-	-/-
<i>Sigara cf. falleni</i> larven	2e	23/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Sigara lateralis</i>	2e	4/-	1/-	1/-	-/-	1/-
<i>Sigara cf. lateralis</i> larve	2e	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-



<i>Sigara striata</i>	1e	82/-	1/-	-/-	21/-	-/-
	2e	47/-	33/-	2/-	21/-	1/-
<i>Sigara striata</i> larven	2e	76/-	14/-	-/-	4/-	-/-
<u>Arthropoda, klasse Insecta, Coleoptera</u>						
<i>Hygrobia hermanni</i>	2e	10/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Haliplus ruficollis</i>	1e	17/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	2e	19/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Noterus clavicornis</i>	1e	-/-	-/-	2-	1/-	2/-
<i>Noterus crassicornis</i>	2e	-/-	1/-	-/-	1/-	-/-
<i>Noterus</i> spec. larven	2e	3/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Acilius</i> spec. larven	1e	-/-	-/-	1/-	-/-	-/-
<i>Dytiscus</i> spec. larve	1e	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Graphoderus cinereus</i>	1e	-/-	-/-	1/-	-/-	-/-
<i>Hydroporus palustris</i>	1e	-/-	-/-	3/-	-/-	1/-
<i>Hydrovatus cuspidatus</i>	1e	-/-	-/-	3/-	1/-	2/-
	2e	-/-	-/-	1/-	-/-	-/-
<i>Hygrotus inaequalis</i>	1e	-/-	-/-	2/-	-/-	-/-
<i>Hygrotus versicolor</i>	1e	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Hygrotus</i> spec. larve	1e	-/-	-/-	-/-	1/-	-/-
<i>Hyphydrus ovatus</i>	1e	2/-	1/-	-/-	-/-	-/-
	2e	3/-	3/-	1/-	-/-	-/-
<i>Ilybius fuliginosus</i>	1e	-/-	-/-	3/-	-/-	-/-
<i>Ilybius</i> spec. larven	2e	-/-	2/-	-/-	-/-	-/-
<i>Laccophilus hyalinus</i>	1e	1/-	-/-	1/-	-/-	-/-
	2e	-/-	2/-	3/-	-/-	-/-
<i>Laccophilus</i> spec. larven	1e	-/-	-/-	3/1	-/-	-/-
	2e	4/-	4/-	-/-	-/-	-/-

<i>Anacaena globulus</i>	1e	-/-	-/-	1/-	1/-	-/-
<i>Enochrus melanocephalus</i>	2e	1/-	1/-	-/-	1/-	-/-
<i>Enochrus testaceus</i>	2e	-/-	1/-	-/-	-/-	-/-
<i>Enochrus</i> spec. larven	1e	1/-	-/-	27/1	-/-	-/-
<i>Hydrobius fuscipes</i> larven	1e	-/-	-/-	2/-	-/-	-/-
<i>Hydrophilus piceus</i>	2e	-/-	-/-	1/-	-/-	-/-
<i>Hydrophilus piceus</i> larve	1e	-/-	-/-	1/-	-/-	-/-
<i>Laccobius minutus</i>	2e	1/-	2/-	-/-	-/-	-/-
<i>Spercheus emarginatus</i>	2e	-/-	1/-	-/-	-/-	-/-
<i>Spercheus</i> larven	1e	-/-	-/-	5/-	-/-	-/-
<i>Cyphon</i> spec. larven	1e	-/-	-/-	1/-	-/-	88/-
Curculionidae	1e	-/-	-/-	1/-	-/-	-/-

Arthropoda, klasse Insecta, Megaloptera

<i>Sialis lutaria</i>	1e	-/-	-/-	1/3	1/-	-/-
	2e	4/-	1/-	3/-	1/1	-/-

Arthropoda, klasse Insecta, Diptera

<i>Chaoborus flavicans</i>	2e	464/25	-/-	-/-	1/-	-/-
<i>Chaoborus</i> spec. poppen	2e	23/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Culex pipiens</i>	1e	-/-	-/-	1/-	-/-	-/-
<i>Bezzia</i> spec.	1e	7/-	1/-	-/-	2/-	55/-
	2e	4/-	-/-	-/-	1/-	-/-
<i>Sphaeromia</i> spec.	1e	4/-	2/-	-/-	-/-	1/-
	2e	-/2	-/1	1/-	1/-	-/-
<i>Eristalis</i> spec.	1e	-/-	-/-	1/-	-/-	-/-
<i>Stratiomys</i> spec.	1e	-/-	-/-	-/1	-/-	1/-

Arthropoda, klasse Insecta, Diptera: Chironomidae

<i>Ablabesmyia longistyla</i>	1e	4/2	-/-	-/-	-/-	-/-
	2e	-/-	1/-	-/-	-/-	-/-
<i>Ablabesmyia phatta</i>	2e	-/1	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Camptochironomus tentans</i>	1e	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	2e	-/-	-/2	1/-	1/-	-/-
<i>Chironomus gr. annularius</i>	1e	11/-	7/-	94/10	-/2	-/-
	2e	80/4	-/-	2/-	18/3	-/-
<i>Chironomus gr. semireductus</i>	1e	-/-	-/-	2/-	-/-	1/-
	2e	-/-	2/-	-/-	-/2	4/-
<i>Chironomus gr. plumosus</i>	1e	-/-	-/-	82/34	2/-	-/-
	2e	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Chironomus gr. thummi</i>	1e	11/16	-/-	-/14	-/-	-/-
	2e	-/-	-/-	1/-	-/-	-/-
<i>Chironomus spec.</i>	2e	2/-	-/-	-/-	-/-	1/-
<i>Clinotanypus nervosus</i>	1e	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Corynoneura scutellata</i>	1e	-/-	1/-	-/-	-/-	-/-
	2e	1/-	3/-	-/-	-/-	-/-
<i>Cricotopus gr. sylvestris</i>	1e	15/-	63/3	237/2	1/28	57/3
	2e	59/-	72/1	4/1	18/1	11/-
<i>Cryptochironomus spec.</i>	1e	17/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	2e	-/-	1/1	-/-	-/-	-/-
<i>Dicrotendipes gr. nervosus</i>	1e	-/-	-/-	-/-	-/-	-/1
<i>Einfeldia/Fleuria</i>	1e	-/-	-/-	17/-	-/-	1/-
<i>Endochironomus albipennis</i>	2e	1/-	5/-	-/-	-/-	8/11
<i>Endochironomus gr. dispar</i>	1e	3/-	7/-	-/-	-/2	14/9
	2e	2/-	5/-	1/-	-/-	7/2
<i>Glyptotendipes pallens (glaucus)</i>	2e	-/56	-/25	-/3	-/2	-/8
<i>Glyptotendipes paripes</i>	2e	-/2	-/2	-/1	-/1	-/40
<i>Glyptotendipes cf. caulicola</i>	2e	-/-	-/-	-/3	-/1	-/2

Vervolg Chironomidae

<i>Glyptotendipes</i> cf. <i>imbecillus</i>	2e	-/55	-/15	-/11	-/2	-/28
<i>Glyptotendipes</i> spec.	1e	194/11	110/10	31/14	134/56	136/65
	2e	434/113	217/42	120/19	54/6	99/78
<i>Limnophyes</i> spec.	1e	-/-	-/-	3?/-	-/-	2/-
	2e	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Metriocnemus</i> spec.	1e	-/-	-/-	-/1?	-/-	-/-
<i>Orthocladus</i> spec.	1e	1/-	1/-	-/-	-/-	-/-
<i>Parachironomus</i> gr. <i>arcuatus</i>	1e	-/-	21/4	77/66	-/103	2/8
	2e	28/2	40/1	6/-	10/1	8/-
<i>Paratanytarsus</i> spec.	1e	-/-	1/-	-/-	-/-	-/1
	2e	-/-	-/-	-/-	-/-	1/1
<i>Polypedilum</i> gr. <i>nubeculosum</i>	1e	9/3	6/1	-/-	-/1	1/-
	2e	4/-	-/-	-/2	-/-	-/-
<i>Pentapedilum</i> gr. <i>sordens</i>	1e	4/-	6/-	-/-	-/-	1/-
	2e	-/-	37/-	2/-	-/-	-/-
<i>Procladius</i> s.l.	1e	59/2	-/-	1/-	-/-	-/-
	2e	43/4	-/-	-/-	-/-	2/-
<i>Psectrocladius</i> gr. <i>obvius</i>	2e	2/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Psectrocladius</i> gr. <i>sordidellus</i>	1e	2/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	2e	1/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Psectrotanypus</i> <i>varius</i>	2e	5/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Tanypus</i> <i>kraatzi</i>	1e	5/-	-/-	2/-	-/-	1/-
<i>Xenopelopia</i> <i>nigricans</i>	2e	-/-	1/-	-/-	-/-	-/-
<i>Chironominae</i> poppen	1e	11/-	16/1	-/14	-/-	5/-
	2e	10/-	7/-	2/-	4/-	6/-
<i>Orthoclaadiinae</i> poppen	1e	-/-	-/-	-/-	-/-	2/-
	2e	-/-	-/-	-/-	3/-	-/-
<i>Tanypodinae</i> poppen	1e	6/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	2e	1/-	3/-	1/-	-/-	-/-

Arthropoda, Klasse Insecta, Trichoptera

<i>Cyrnus flavidus</i>	1e	4/-	-/-	-/-	1/1	-/-
	2e	-/-	2/-	112/-	6/6	-/1
<i>Holocentropus picicornis</i>	1e	103/60	1/-	-/-	3/20	1/-
	2e	-/1	-/-	2/-	-/1	-/-
<i>Ecnomus tenellus</i>	1e	-/-	6/1	2/-	34/17	3/31
	2e	-/-	4/3	10/-	3/3	81/163
<i>Phryganea grandis</i>	1e	2/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	2e	-/2	4/-	5/-	3/-	-/1
<i>Phryganea grandis poppen</i>	2e	-/-	-/-	-/-	1/-	1/4
<i>Athripsodes aterrimus</i>	1e	1/1	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Mystacides longicornis</i>	1e	1/-	1/-	-/-	-/-	-/-
<i>Oecetis furva</i>	1e	-/-	4/1	-/-	9/-	1/-
	2e	-/-	-/-	1/-	-/-	-/-
<i>Oecetis furva pop</i>	1e	-/-	-/-	-/-	1/-	-/-
<i>Oecetis ochracea</i>	1e	2/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<i>Triaenodes bicolor</i>	1e	-/-	-/-	-/-	5/-	-/-

Bijlage IV

VERSPREIDING VAN DE GEMEENSCHAPPELIJKE TAXA VAN DE ONDERZOEKEN  
VAN VAN DIJK ET AL., VAN DER HAMMEN EN DIT ONDERZOEK

Taxa	V.d.H. (%)	V.D. (%)	Huidig (%)
<i>Gammarus tigrinus</i>	100	75	100
cf. Tubificidae	100	88	100
<i>Bithynia tentaculata</i>	98	75	80
<i>Radix peregra</i>	98	75	80
<i>Glyptotendipes</i> spec.	98	100	100
<i>Neomysis integer</i>	94	50	80
<i>Physa fontinalis</i>	94	25	100
<i>Cricitopus</i> gr. <i>silvestris</i>	94	100	100
<i>Sigara striata</i>	91	100	100
<i>Valvata piscinalis</i>	91	63	80
<i>Endochironomus albipennis</i>	91	63	60
<i>Bithynia leachi</i>	89	63	80
<i>Ischnura elegans</i>	89	75	100
<i>Parachironomus</i> gr. <i>arcuatus</i>	87	88	100
<i>Asellus aquaticus</i>	87	88	100
<i>Erpobdella octoculata</i>	85	75	100
<i>Anisus vortex</i>	83	75	80
<i>Sigara falleni</i>	83	0	60
<i>Asellus meridianus</i>	83	63	80
<i>Helobdella stagnalis</i>	81	88	100
<i>Stagnicola palustris</i>	79	50	60
<i>Procladius</i> s.l.	79	75	60
<i>Caenis robusta</i>	79	100	100
<i>Piscicola geometra</i>	79	50	100
<i>Oecetis furva</i>	77	13	80
<i>Lymnaea stagnalis</i>	77	63	80
<i>Sigara</i> (larven)	70	63	60
<i>Planorbis planorbis</i>	68	75	20
<i>Chironomus</i> gr. <i>plumosus</i>	64	75	60
<i>Glossiphonia complanata</i>	64	63	80
Naididae/cf. <i>Stylaria lacustris</i>	62	50	80
<i>Erpobdella testacea</i>	57	88	60
<i>Gyraulus albus</i>	57	25	80
Chironomidae (poppen)	55	100	100
<i>Glossiphonia heteroclita</i>	53	75	80
<i>Theromyzon tessulatum</i>	49	75	80
<i>Eylais</i> spec.	49	63	20

	V.d.H. (%)	V.D. (%)	Huidig (%)
<i>Dugesia polychroa</i>	45	13	60
<i>Cricotopus</i> spec.	45	25	0
<i>Sialis lutaria</i>	45	13	80
<i>Cataclysta</i> spec.	43	38	0
<i>Pisidium/Sphaerium</i> spec.	40	38	40
<i>Planorbis contortus</i>	40	50	0
<i>Physa acuta</i>	40	25	20?
<i>Dendrocoelum lacteum</i>	36	25	60
<i>Ecnomus tenellus</i>	36	63	80
<i>Holocentropus picicornis</i>	36	13	100
<i>Cymatia coleoprata</i>	34	38	60
<i>Corixa punctata</i>	34	0	20
<i>Oecetis lacustris</i>	34	13	0
<i>Notonecta glauca</i>	34	0	20
<i>Phryganea grandis/obsoleta</i>	32	13	100
<i>Cloeon dipterum</i>	32	50	100
<i>Haliphus ruficollis</i>	32	50	20
<i>Enochrus</i> spec. (larven)	32	38	40
<i>Noterus clavicornis</i>	30	63	60
<i>Hippeutis complanata</i>	30	25	40
<i>Cryptochironomus</i> spec.	30	38	40
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	28	13	20
<i>Corynoneura</i> spec.	28	25	40
<i>Ilyocoris</i> spec. (larven)	28	38	0
<i>Laccophilus minutus</i>	28	38	0
<i>Spercheus emarginatus</i> adult	26	13	20
<i>Planorbarius corneus</i>	26	50	60
<i>Sigara lateralis</i>	26	0	80
<i>Potamopyrgus jenkinsi</i>	26	13	0
<i>Noterus crassicornis</i>	26	38	40
<i>Ilyocoris cimicoides</i>	23	63	80
<i>Armiger crista</i>	23	13	60
<i>Argyroneta aquatica</i>	23	25	0
<i>Hygrotus inaequalis</i>	23	50	20
<i>Spercheus emarginatus</i> larven	23	13	20
<i>Dreissena polymorpha</i>	21	13	20
<i>Plea minutissima</i>	21	13	20
<i>Gammarus pulex</i>	21	0	60
<i>Paracorixa concinna</i>	21	0	20
<i>Psectrocladius</i> spec.	21	0	20

In deze bijlage zijn alleen de taxa opgenomen, die bij het onderzoek van Van der Hammen op meer dan 20% van de monsterpunten zijn aangetroffen.

