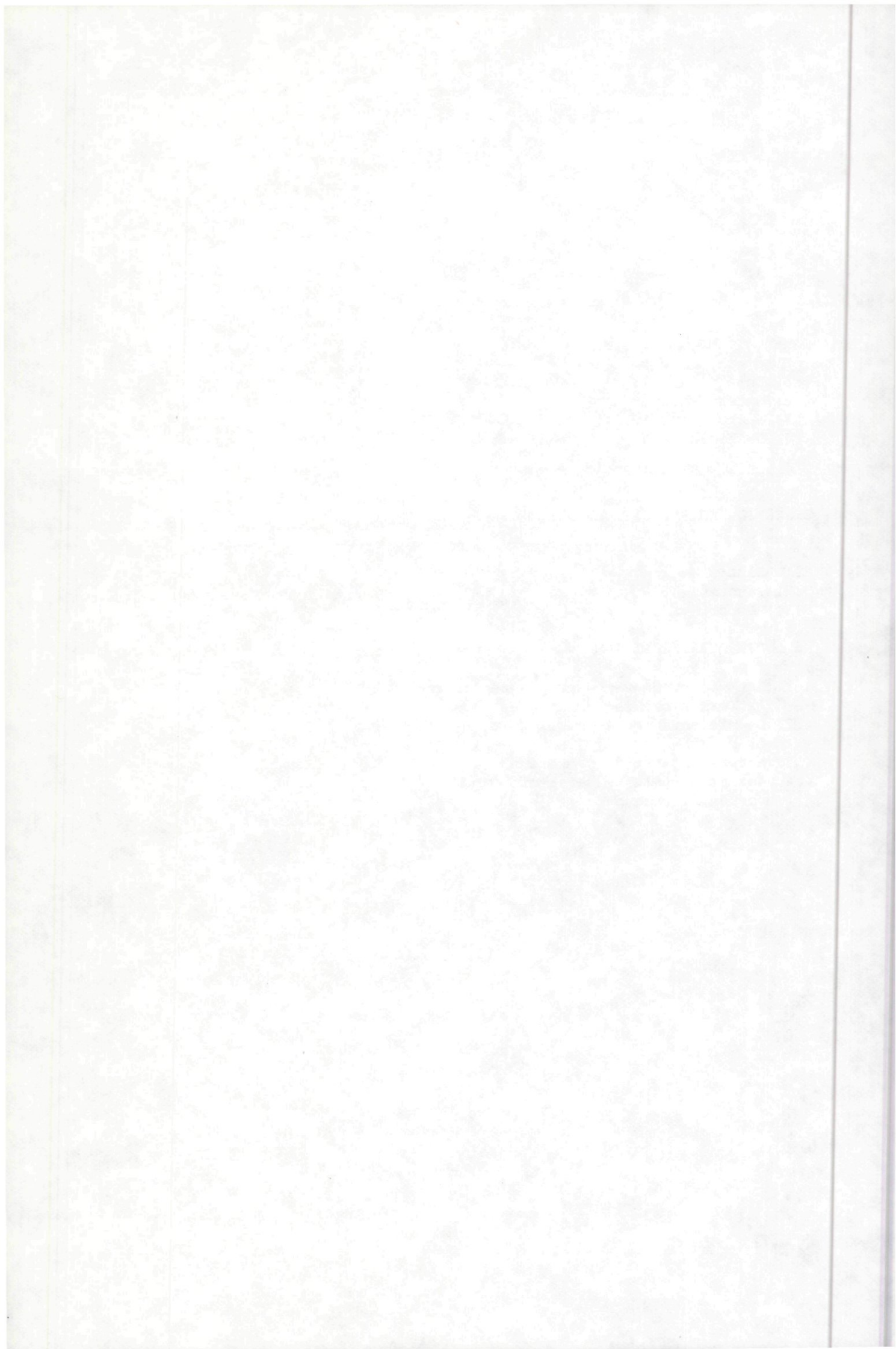


INHOUDSOPGAVE

	pagina
1. SAMENVATTING	1
1.1. Inleiding	1
1.2. Waterplanten	1
1.3. Macrofauna	3
1.4. De biologische waterkwaliteit	3
2. INLEIDING	5
3. BESCHRIJVING, FUNCTIE EN HISTORIE VAN HET APELDOORNSCH KANAAL	6
3.1. Historie	6
3.2. Functie	6
3.3. Beschrijving	7
4. DE ONDERZOEKSRESULTATEN	8
4.1. Het voorkomen van waterplanten in re- latie tot chemische factoren	8
4.2. De biologische waterkwaliteitsbeoorde- ling	16
4.3. Bespreking van de macrofauna	21
4.4. Wetenschappelijke betekenis van de ge- vonden macrofauna	46
5. LITERATUUR	47
BIJLAGE 1.	50
TABEL 3.	51



1. SAMENVATTING

1.1. INLEIDING

In 1981 werd een onderzoek verricht naar de waterplanten en de met het blote oog waarneembare ongewervelde waterdieren (macrofauna) in het Apeldoornsch Kanaal tussen Dieren en Apeldoorn. Het onderzoek is verricht op verzoek van de Regionale Milieuraad Oost-Veluwe en kan worden beschouwd als een vervolg op het in 1977 uitgevoerde onderzoek naar de flora langs het Apeldoornsch Kanaal (Cuppen, 1977). Voor een uitgebreid overzicht van de redenen die tot dit onderzoek hebben geleid, wordt verwezen naar de inleiding van deze nota.

1.2. WATERPLANTEN

In het onderzochte gedeelte van het kanaal komt waterplantengroei van enige betekenis alleen voor bij de monding van de Veldhuizerspreng. In de rest van het onderzochte traject wordt het beeld bepaald door phytoplankton. Bij de monding van de Veldhuizerspreng werden negen soorten waterplanten gevonden, die voor het merendeel karakteristiek zijn voor zacht water.

De laatste decennia zijn drie van deze zachtwaterplanten, namelijk drijvende waterweegbree, duizendknoopfonteinkruid en teer vederkruid, tengevolge van verzuring van neerslag en eutrofiëring (inspoeling van met name fosfaten en nitraten) zeldzaam geworden in Nederland.

De waterplantengroei bij de Veldhuizerspreng hangt samen met de invloed die het water uit de spreng, uitoefent op het water in het kanaal. Er vinden bepaalde chemische reacties plaats, die tot gevolg hebben, dat het vrije fosfaat uit het kanaalwater wordt neergeslagen en koolzuur uit de bodem van het kanaal wordt vrijgemaakt. Deze omstandigheden maken het milieu gunstiger voor waterplanten dan voor plankton. Waterplanten kunnen namelijk in tegenstelling tot plankton, het benodigde fosfaat uit de bodem van het kanaal opnemen. Het locale karakter van de waargenomen verschijnselen wordt veroorzaakt, doordat deze chemische reacties samenhangen met de zuurgraad van het water. Op groter wordende afstand van de monding van de spreng wordt de invloed van het zure sprengwater op het zwak basische kanaalwater steeds geringer. Hierdoor zullen de chemische reacties op een bepaalde afstand niet meer plaatsvinden, zodat het plankton weer kan gaan domineren.

Voor overwoekering van het gehele zuidelijke gedeelte van het kanaal door deze waterplanten, zoals door sommige instanties wordt gevreesd, hoeft men om de genoemde redenen absoluut niet bang te zijn. Deze vrees wordt pas werkelijkheid, als in de toekomst zou worden besloten meer water uit de IJssel in het kanaal te laten dan nu het geval is.

KAART 1

Ligging van de hydrobiologische en chemische monsterpunten.



LEGENDA

H Hydrobiologisch monsterpunt

C Chemisch monsterpunt

▼ Lozingspunt riolzuiveringsinstallatie

→ Stromingsrichting

De waterplanten die zich dan gaan vestigen zullen tot andere soorten behoren dan de waterplanten die we momenteel aantreffen. Naar alle waarschijnlijkheid zullen dit soorten zijn, die karakteristiek zijn voor meer produktieve ecosystemen. De beheerskosten die dan moeten worden gemaakt om het kanaal redelijk "waterplantenvrij" te houden, zullen in dat geval een veelvoud bedragen van de huidige kosten.

1.3. MACROFAUNA

Op vijf plaatsen (ligging, zie kaart 1) werden macrofaunamonsters verzameld tijdens een eenmalige bemonsteringsronde. In het totaal leverde dit ongeveer 180 diersoorten op. Het werkelijke aantal aanwezige soorten ligt vermoedelijk ver boven de 200.

Naast de grote verscheidenheid is de hydrobiologische betekenis van het onderzochte gedeelte van het kanaal vooral gelegen in het feit, dat een aanzienlijk deel van de gevonden soorten behoort tot soortengroepen, die kenmerkend zijn voor grotere stilstaande wateren, stromend water en een combinatie van deze watertypen. Een dergelijk fenomeen is in een stilstaand water van relatief geringe afmetingen, als het Apeldoornsch Kanaal, nog nergens anders in Nederland geconstateerd. Veel van de gevonden diersoorten zijn bovendien zeldzaam in Nederland. Twee ervan - de waterkevers *Oulimnius major* en *Oulimnius rivularis* - zijn zelfs nieuw voor Nederland en tevens voor de Noordwesteuropese laagvlakte. De dichtstbijzijnde vindplaats van deze kevers is gelegen nabij de monding van de Somme in Frankrijk (persoonlijke mededeling Prof. dr. Berthélemy). Een ander opmerkelijk feit is het voorkomen van zoetwatersponzen die groter dan een decimeter worden. Opvallend hierbij is, dat elke spons wordt bevolkt door meer dan honderd larven van alleen in en op sponzen voorkomende insektesoorten. Ook zijn er insektesoorten gevonden, die in Nederland tot nu toe alleen meer uit stromend water bekend waren. Op grond van de verzamelde gegevens kan worden geconcludeerd, dat het gedeelte van het kanaal tussen de Loenense Brug en de Woudwegbrug van zeer grote hydrobiologische betekenis is. Het met waterplanten begroeide gedeelte bij de monding van de Veldhuizenerspreng moet - althans voorlopig - als uniek worden beschouwd.

1.4. DE BIOLOGISCHE WATERKWALITEIT

Voor de beoordeling van de biologische waterkwaliteit van het kanaal werd gebruik gemaakt van een voor stilstaand water gewijzigd systeem, dat uiteindelijk is afgeleid van het systeem van Moller Pillot. Dit laatste wordt in Nederland overal gebruikt voor de biologische waterkwaliteitsbeoordeling van stromend water.

Ter hoogte van Laag Soeren was de biologische waterkwaliteit matig. Dit hangt waarschijnlijk samen met de relatief slechte kwaliteit van het inlaatwater uit de IJssel. Chemische metingen van het Zuiveringsschap Veluwe - die relatief hoge chloride- en fosfaatgehalten te zien geven - bevestigen deze veronderstelling.

Op groter wordende afstand van Dieren wordt de biologische waterkwaliteit geleidelijk beter. Tussen Loenen en Oosterhuizen is deze goed te noemen met een uitschieter van zeer goed in het met waterplanten begroeide gedeelte bij de monding van de Veldhuizerspreng. Dit is opmerkelijk, daar ter hoogte van Loenen het zeer fosfaat- en nitraatrijke effluent van de plaatselijke zuiveringsinstallatie op het kanaal wordt geloosd. Deze paradox is verklaarbaar, omdat het ecosysteem van het kanaal deze eutrofiëring kan verwerken dankzij de toevoer van het kwalitatief zeer goede water van de Veldhuizerspreng.

Ook is de chemische samenstelling van het water bij Loenen duidelijk beter dan bij Laag Soeren. Het fosfaatgehalte van dit water is kwalitatief zelfs goed te noemen.

Ter hoogte van Lieren vindt een duidelijke verslechtering van de biologische en chemische waterkwaliteit plaats tengevolge van de lozing van het effluent van de zuiveringsinstallatie te Beekbergen. Het fosfaatgehalte van het kanaalwater wordt zelfs verdriedubbeld. Ter hoogte van Apeldoorn (brug E8) heeft het kanaal zich nog niet volledig hersteld van deze lozing, wat blijkt uit een matige biologische waterkwaliteit.

2. INLEIDING

In deze nota wordt verslag gedaan van een tweetal onderzoeken in het Apeldoornsch Kanaal tussen Apeldoorn en Dieren.

Het ene onderzoek had betrekking op het voorkomen van waterplanten in het kanaal. Hierbij is het voorkomen van bepaalde soorten op een bepaalde plaats bekeken in samenhang met de chemische eigenschappen van het water.

Het tweede onderzoek was gericht op de macrofauna op een aantal monsterpunten. Met behulp van de uitkomsten van het macrofauna-onderzoek is de biologische waterkwaliteit van het kanaal bepaald.

Het onderzoek is verricht op verzoek van de Regionale Milieuraad Oost-Veluwe en kan worden gezien als een vervolg op het in 1977 uitgevoerde onderzoek naar de flora langs het Apeldoornsch Kanaal (Cuppen, 1977). Er waren diverse redenen dit onderzoek uit te voeren. De Regionale Milieuraad Oost-Veluwe is onder andere betrokken bij het breed ambtelijk overleg van de Recreatiegemeenschap over de recreatieve ontwikkelingsmogelijkheden van het Apeldoornsch Kanaal. Omeen zinvolle inbreng in dit overleg te kunnen leveren is naar de mening van de Regionale Milieuraad kennis over de in het Apeldoornsch Kanaal aanwezige flora en fauna een eerste vereiste. Het kanaal heeft aan het begin van de zeventiger jaren van deze eeuw zijn functie als scheepvaartroute verloren. Door Rijkswaterstaat - de eigenaar van het Apeldoornsch Kanaal - wordt er over gedacht dit eigendom over te dragen aan een andere instantie. Hierbij wordt met name gedacht aan het nieuw te vormen Polderdistrict op de Oost-Veluwe. Na deze overdracht zal het kanaal vermoedelijk een andere functie krijgen in de Oost-Veluwse waterhuishouding.

In de derde plaats wordt in het kader van de in voorbereiding zijnde ruilverkaveling Brummen-Voorst gekeken naar de mogelijkheid het Apeldoornsch Kanaal te gebruiken ten dienste van de watervoorziening van dit gebied.

Al deze zaken tezamen waren voor de Regionale Milieuraad aanleiding de natuurwetenschappelijke waarden van het Apeldoornsch Kanaal nader te onderzoeken. Hierbij is tevens aandacht besteed aan de gevolgen die extra waterinlaat vanuit de IJssel in dit kanaal kan hebben voor de flora en fauna. Tevens is er gelet op de invloed van de effluentlozingen van de zuiveringsinstallaties te Loenen en Beekbergen.

3. BESCHRIJVING, FUNCTIE EN HISTORIE VAN HET APELDOORNSCH KANAAL

3.1. HISTORIE*

Al sinds de zeventiende eeuw bestonden er plannen Apeldoorn bereikbaar te maken voor de scheepvaart. Men dacht toentertijd aan het bevaarbaar maken van de Grift. Dit initiatief liep echter stuk op protesten van verschillende moleneigenaars, die hun bedrijven lieten draaien op de kracht van het water van de Grift.

Pas in de negentiende eeuw kon deze scheepvaartverbinding in de praktijk worden gerealiseerd door de aanleg van het gedeelte van het kanaal Apeldoorn-Hatterem. Initiatief tot het graven van dit gedeelte van het kanaal - dat in 1829 gereed kwam - ging uit van koning Willem I. In 1869 kon het kanaal in zuidelijke richting worden doorgetrokken naar Dieren. Na die tijd is het kanaal nog verschillende keren verruimd. De laatste verruiming dateert van ongeveer 1930.

Na de Tweede Wereldoorlog werd het kanaal geleidelijk van steeds minder betekenis voor de scheepvaart. Dit kwam, omdat het kanaal slechts bevaarbaar was voor schepen van 150 tot 200 ton. Tenslotte leidde dit in fasen tot sluiting van vrijwel het gehele kanaal voor de scheepvaart. In 1962 werd het gedeelte Berghuizerpapierfabriek (Wapenveld)-Koudhoornse sluis gesloten. In 1971 volgde het gedeelte Koudhoornse sluis-Apeldoornse sluis en in 1972 het gedeelte Apeldoornse sluis-Dieren.

In 1980 verloor het Apeldoornsch Kanaal zijn scheepvaartfunctie tenslotte geheel door het sluiten van het gedeelte Berghuizerpapierfabriek-Hatterembrug. Alleen de binnenstad van Hatterem, met inbegrip van twee haventjes, is nu nog voor schepen bereikbaar.

3.2. FUNCTIE

Na de sluiting van het kanaal is de scheepvaartfunctie verdwenen. Hierdoor zijn andere functies sterker naar voren gekomen. Voor de scheepvaart was vooral een stringente *peilbeheersing* van groot belang. Andere belangen, zoals landbouw, waterzuivering, recreatie en natuurbehoud zijn meer gebaat bij een goede *waterbeheersing*, waarbij naast de peilbeheersing ook de beheersing van de waterhoeveelheden (debieten) en waterkwaliteit een zeer belangrijke rol spelen. Het beheer van het kanaal zou dan ook moeten worden gericht op een zodanige waterbeheersing, dat alle bij het kanaal betrokken belangen in harmonische samenhang zo optimaal mogelijk tot hun recht komen. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de ecologische draagkracht van het kanaal.

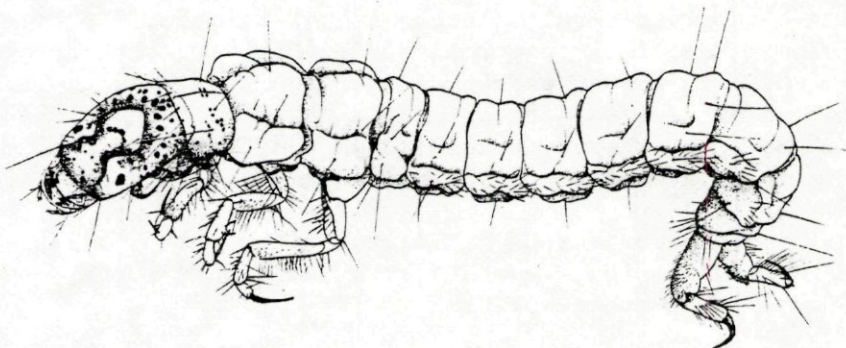
*Bronnen: Sociologische Dienst Gemeente Apeldoorn (1967) en Recreatiegemeenschap Veluwe (1978).

3.3. BESCHRIJVING

Het Apeldoornsch Kanaal is gegraven op de overgang van het Veluwemassief naar de IJsselvallei. De ondergrond bestaat grotendeels uit zand. Alleen ten oosten en ten noorden van Hattem ligt een klein gedeelte met een ondergrond bestaande uit klei-afzettingen. De breedte op de waterspiegel is ongeveer vijftien meter bij een bodembreedte van twaalf meter. De diepte bedraagt anderhalf tot twee meter.

Het kanaal is in een zestal, door sluizen gescheiden panden verdeeld. Het onderzochte gedeelte van het kanaal behoort tot het eerste pand. Dit heeft een lengte van 23,3 kilometer en ligt tussen de Dierense sluis en de Apeldoornse sluis.

Het kanaal ontvangt water van een aantal sprengen en beken, van zuiveringsinstallaties en van het gemaal bij de IJssel te Dieren. Momenteel wordt door het gemaal te Dieren alleen tijdens langdurig droge perioden water in het kanaal gepompt. In normale situaties leveren de sprengen, beken en de zuiveringsinstallaties voldoende water om het kanaal op peil te houden. In het onderzochte gedeelte van het kanaal wordt de wateraanvoer verzorgd door de Oude Beek, de Veldhuizenerspreng, de Oosthuizenerspreng en de rioolwaterzuiveringsinstallaties van Loenen en Beekbergen (zie kaart 1). Het effluent van de installatie van Loenen komt via de Oude Beek in het kanaal terecht, terwijl het effluent van de installatie van Beekbergen rechtstreeks wordt geloosd. De waterafvoer van het kanaal geschiedt onder normale omstandigheden in noordelijke richting. Alleen bij zeer hoog water kan ook te Dieren water worden afgelaten. Extra wateronttrekking vindt momenteel zeer incidenteel plaats, omdat Rijkswaterstaat op dit punt een streng vergunningenbeleid voert. In de nabije toekomst, wanneer het kanaal in eigendom komt bij het nieuw te vormen polderdistrict, wordt er mogelijk meer water aan het kanaal onttrokken dan nu. Dit met het doel de aangrenzende oostelijk gelegen gronden tijdens droge perioden van water te voorzien.



Polycentropus spec. (kokerjufferlarve)

Bespreking zie pagina 38

4. DE ONDERZOEKSRESULTATEN

4.1. HET VOORKOMEN VAN WATERPLANTEN IN RELATIE TOT CHEMISCHE FACTOREN

In het onderzochte gedeelte van het kanaal Apeldoorn-Dieren, komt alleen bij de monding van de Veldhuizerspreng een weelderige groei van waterplanten voor (ziekaart 2). Daarbij is het opvallend, dat de lengte waarover deze plantengroei voorkomt ten noorden van de monding van de spreng ongeveer één kilometer is en ten zuiden van de monding een halve kilometer.

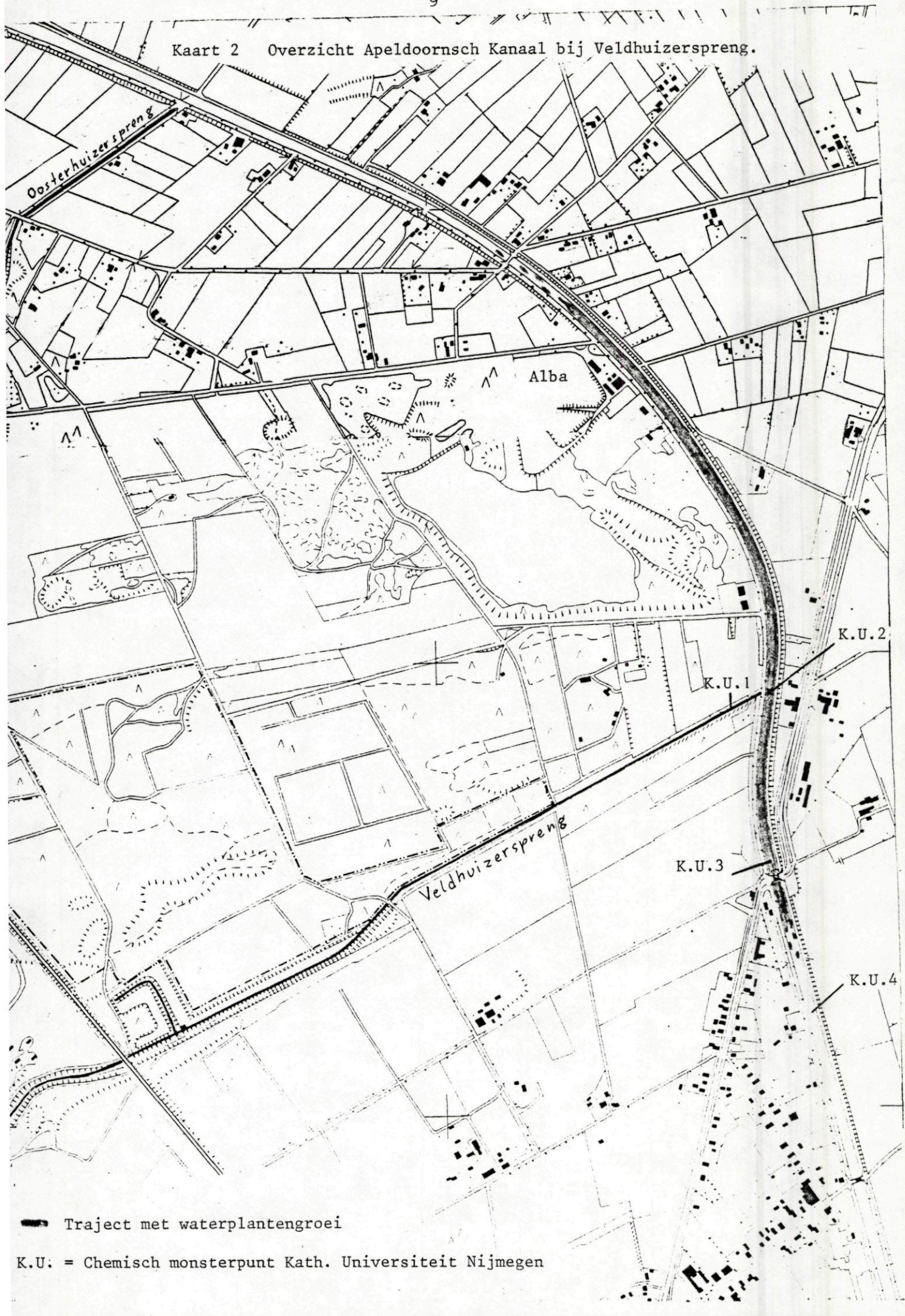
In de rest van het onderzochte gedeelte van het kanaal wordt het aspect bepaald door phytoplankton, waardoor het water enigszins troebel is. Wel zijn hier en daar langs de oever kleine drijvende velden te vinden, bestaande uit klein kroos (*Lemna minor*). Sporadisch komt hierin ook kikkerbeet (*Hydrocharis morsus-ranae*) voor.

Bij de monding van de Veldhuizerspreng werden de volgende soorten waterplanten gevonden: drijvende waterweegbree (*Luronium natans*), teer vederkruid (*Myriophyllum alterniflorum*), gewone waterranonkel (*Ranunculus aquatilis* ssp. *peltatus*), haaksterrekroos (*Callitriche hamulata*), duizendknoopfonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*), het kranswier *Nitellacf. flexilis*, bronmos (*Fontinalis antipyretica*), drijvend fonteinkruid (*Potamogeton natans*) en smalbladige waterpest (*Eloдея nuttallii*). Hiervan zijn drijvende waterweegbree en duizendknoopfonteinkruid vrij zeldzaam in Nederland; teer vederkruid is zelfs zeldzaam (Heukels en van Ooststroom, 1977).

Van de gevonden soorten is het merendeel karakteristiek voor zacht water (dat wil zeggen water, waarvan het carbonaat- bicarbonaatgehalte kan variëren van één tot 100 mg/l). Dit zijn drijvende waterweegbree, teer vederkruid, gewone waterranonkel, haaksterrekroos, duizendknoopfonteinkruid en het kranswier *Nitellacf. flexilis*. Drijvend fonteinkruid en smalbladige waterpest zijn hardheidsindifferent, terwijl de hardheidspreferentie van bronmos nog onbekend is (Roelofs en van der Velde, 1981). Zeer recente kweekproeven hebben verder uitgewezen, dat het zeldzame teer vederkruid slechts zeer weinig fosfaat in het water kan verdragen (Roelofs, ongepubliceerd). Het voorkomen in het Apeldoornsch Kanaal is verrassend, omdat metingen van het Zuiveringsschap Veluwe hebben uitgewezen, dat het kanaalwater niet bepaald fosfaatarm is. De belangrijkste toeleveringsbronnen van fosfaten zijn de effluënten van de rioolwaterzuiveringsinstallaties en het inlaatwater uit de IJssel.

Verder is het ook verrassend, dat alleen bij de monding van de Veldhuizerspreng een weelderige vegetatie voorkomt. Deze wordt gedomineerd door typische zachtwaterplanten.

Kaart 2 Overzicht Apeldoornsch Kanaal bij Veldhuizen-spreng.



— Traject met waterplantengroei

K.U. = Chemisch monsterpunt Kath. Universiteit Nijmegen

Metingen verricht door de Katholieke Universiteit van Nijmegen, hebben namelijk uitgewezen, dat bijna het gehele kanaal ten zuiden van Apeldoorn zacht water bevat. Zowel op plaatsen waar het phytoplankton dominant is, als op plaatsen met weelderige waterplantengroei (Veldhuizerspreng), is de alkaliniteit (buffercapaciteit), die een maat is voor de hardheid van het water, lager dan 0,5 meq/l. Hoe kunnen deze paradoxen worden verklaard?

Het Zuiveringsschap Veluwe verrichtte op drie plaatsen (ligging, zie kaart 1) fysisch-chemische metingen in het onderzochte gedeelte van het kanaal. In de onderstaande tabel worden de meetresultaten van een aantal parameters in 1980 gegeven (gemiddelde waarden).

Tabel 1. Chemische gegevens verzameld door het Zuiveringsschap

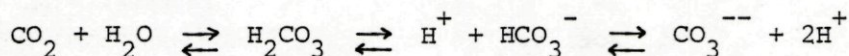
	Monsterpunten		
	C1	C2	C3
pH	7,6	7,3	7,1
Zuurstof mg O ₂ /l	10,5	10,9	9,8
Zuurstofverzadiging %	94,5	96,6	92,2
NO ₃ mg N/l	0,8	0,5	1,0
Totaal fosfaat mg P/l	0,37	0,19	0,65
Chloride mg Cl/l	59	28	52

Geen van deze punten ligt in het traject, waarbinnen de waterplantengroei voorkomt. Gelukkig was de Universiteit van Nijmegen - in verband met het voorkomen van zeldzame waterplanten - gaarne bereid een aantal metingen te verrichten. Deze vonden op 3 september 1981 plaats op een viertal punten (ligging, zie kaart 2). In de onderstaande tabel worden de resultaten van een aantal metingen gegeven.

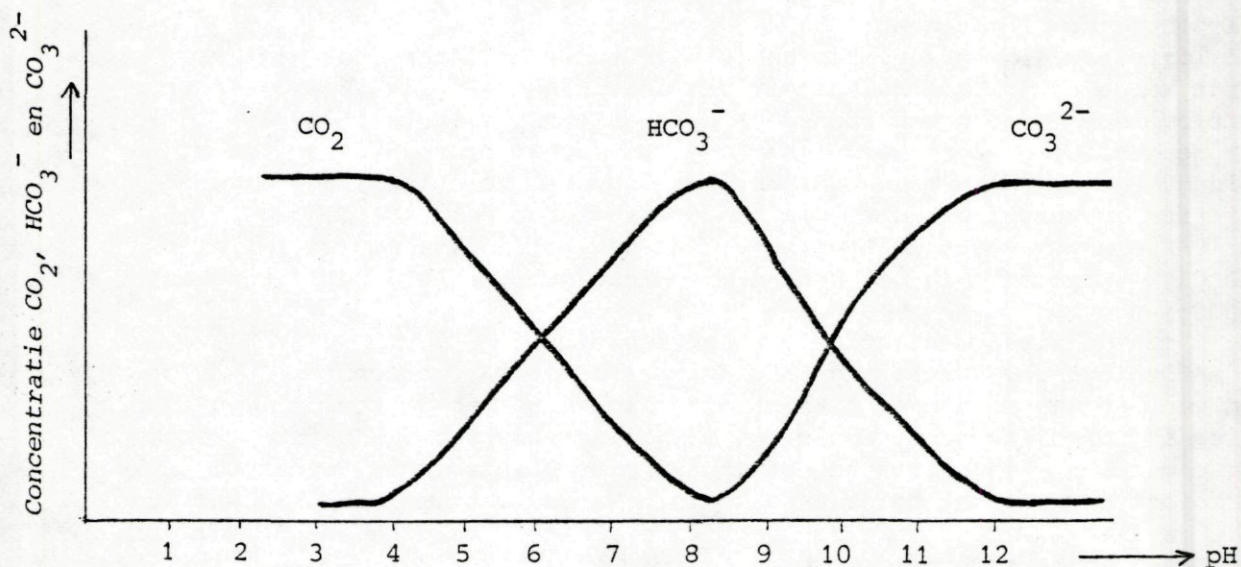
Tabel 2. Chemische gegevens verzameld door de Katholieke Universiteit te Nijmegen

	Monsterpunten			
	K.U.1	K.U.2	K.U.3	K.U.4
pH	5,8	5,9	6,4	8,6
NO ₃ mg N/l	0,7	0,7	0,6	0,1
Chloride mg Cl/l	12	14	12	14
Alkaliniteit meq/l	0,2	0,3	0,2	0,3
IJzer mg Fe/l	1,48	1,59	0,19	0,11

Bij het analyseren van deze beide reeksen metingen blijkt onder andere, dat de zuurgraad (pH) van het kanaalwater bij de monding van de Veldhuizerspreng aanzienlijk lager is dan de zuurgraad in de rest van het kanaal. Dit komt door de aanvoer van zuur water (pH 5,8) via de Veldhuizerspreng. De zuurgraad van het water is van grote invloed op het koolzuurevenwicht in het water. Dit evenwicht ziet er als volgt uit:



De relatie tussen zuurgraad en koolzuurevenwicht is weergegeven in grafiek 1.



Grafiek 1 Grafische weergave van het koolzuurevenwicht in water

Tijdens het groeiseizoen (april tot en met september) schommelt de pH in het grootste deel van het onderzochte gedeelte van het kanaal tussen 7,5 en 8,5 (metingen Zuiveringsschap Veluwe). Bij een dergelijke pH ligt het koolzuurevenwicht zover naar rechts (zie grafiek 1), dat er nauwelijks CO₂ - de voor waterplanten het meest gemakkelijk opneembare koolstofbron - in het water aanwezig is. In zulke gevallen zijn de waterplanten voor hun koolstofvoorziening geheel afhankelijk van het aanwezige bicarbonaat (HCO₃⁻). In wateren met een pH, die groter is dan 7,5, is dit meestal rijkelijk voorhanden. In het Apeldoornsch Kanaal is dit echter niet het geval. Bij een alkaliniteit van 0,3 meq/l bedraagt het bicarbonaatgehalte namelijk slechts 18,3 mg/l. Alleen planten die het verspreid aanwezige bicarbonaat zeer efficiënt kunnen opnemen, zijn in staat om onder dergelijke omstandigheden te groeien.

Volgens J. Roelofs (mondelinge mededeling) zijn van de hogere waterplanten alleen het oeverkruid (*Littorella uniflora*) en een aantal andere tot het Oeverkruid-verbond (*Littorellion*) behorende soorten hiertoe in staat. *Littorella uniflora* verdraagt echter geen hoge fosfaat- en nitraatconcentraties.

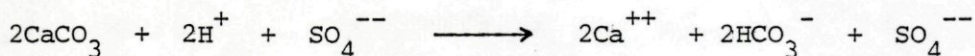
In het onderzochte gedeelte van het Apeldoornsch Kanaal zijn de concentraties van deze stoffen echter vrij hoog tengevolge van inlaat van IJsselwater en effluentlozingen van rioolwaterzuiveringsinstallaties. Onder dergelijke omstandigheden is alleen groei van phytoplankton mogelijk en/of van waterplanten, die op het water drijvende bladeren hebben, zoals klein kroos en kikkerbeet. Deze laatstgenoemde planten betrekken de benodigde koolstof in dergelijke situaties niet uit het water, maar geheel uit de lucht. Hiermee is de afwezigheid van waterplantengroei in het grootste deel van het onderzochte gedeelte van het kanaal afdoende verklaard. Open blijft de vraag, waarom er bij de monding van de Veldhuizerspreng wél plantengroei voorkomt.

Een logische veronderstelling zou zijn, dat er koolstof door de spreng wordt aangevoerd. De alkaliniteit van de spreng bedraagt 0,2 meq/l. Dit komt overeen met een bicarbonaatconcentratie van slechts 11 mg/l.

Uit de grafische weergave van het koolzuurevenwicht op pagina 11 is af te leiden, dat bij een gemeten pH van 5,8, 1,6 maal zoveel CO₂ dan bicarbonaat in het water voorkomt. Dit komt overeen met het lage gehalte 14,1 mg/l. Hiermee vervalt de hypothese, dat de voor de koolzuurassimilatie van de waterplanten in het kanaal benodigde koolstof via het sprengewater wordt aangevoerd.

Hoe komen de waterplanten dan aan hun koolstof?

De enige logische verklaring is dat er carbonaten/bicarbonaten in de bodem van het kanaal aanwezig zijn, die tengevolge van de toevoer van zuur water in oplossing gaan. Een dergelijk oplossingsproces kan in de rest van het onderzochte gedeelte van het kanaal niet plaatsvinden, omdat calciumcarbonaat in neutraal tot zwak alkalisch water praktisch onoplosbaar is (zie grafiek 1). De chemische reactie, die bij de monding van de Veldhuizerspreng in de bodem voorkomt is de volgende:



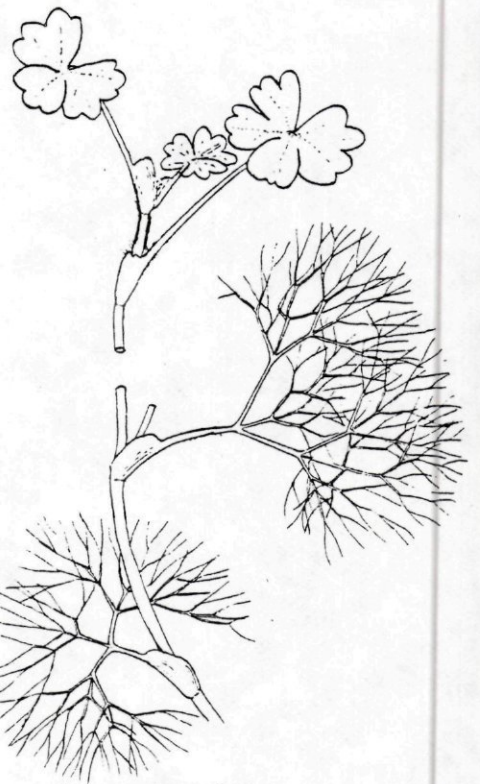
Uit de reactie blijkt, dat voor het oplossen van calciumcarbonaat zuur nodig is, hetgeen aan het water wordt onttrokken. Hierdoor gaat de reactie gepaard met een zuurgraadverhoging.



Potamogeton polygonifolius

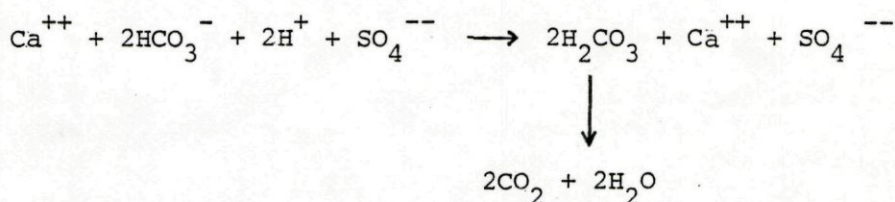


Myriophyllum alterniflorum



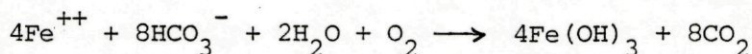
Ranunculus peltatus

Omdat er een overmaat aan zuur wordt aangevoerd gaat de reactie gedeeltelijk als volgt verder:



Er wordt koolzuur gevormd, dat voor een deel door de waterplanten wordt opgenomen. Om het koolzuurevenwicht in stand te houden wordt er continu nieuw koolzuur gevormd. Ook deze reactie kost zuur, waardoor wederom een zuurgraadverhoging voorkomt. Omdat de concentratie van het zuur door deze chemische reacties op groter wordende afstand van de monding van de spreng steeds geringer wordt en gelijktijdig de pH hoger wordt, stopt de reactie op een bepaalde afstand. De invloed van het sprengwater strekt zich zoals uit kaart 2 blijkt, tweemaal zo ver in noordelijke richting uit dan in zuidelijke richting. Dit is volledig in overeenstemming met de uiterst langzame stroming in het kanaal, die zuid-noord is.

Eén paradox, die in het begin van dit hoofdstuk werd geformuleerd, is met dit alles nog niet verklaard, namelijk "hoe is het mogelijk dat het fosfaatmijdende teer vederkruid in het in theorie relatief fosfaatrijke kanaalwater kan groeien?" Als verklaring voor het niet voorkomen van oeverkruid in het kanaal, werd immers gewezen op het feit, dat deze soort hier niet kon groeien vanwege de relatief hoge fosfaatconcentraties, hetgeen in plaats daarvan leidde tot planktongroei. Theoretisch zou het goed mogelijk zijn, dat in plaats van waterplanten het phytoplankton zou kunnen profiteren van het extra koolzuuraanbod bij de monding van de Veldhuizerspreng. Dat dit niet gebeurt, komt omdat de Veldhuizerspreng behalve zuur water ook vrij ijzer (Fe^{++}) aanvoert. De concentratie hiervan bedraagt ongeveer 1,5 mg/l. Op geringe afstand van de monding van de spreng (zie bijvoorbeeld K.U.3), is dit vrije ijzer nagenoeg geheel verdwenen. Dit komt omdat vrij ijzer in een zuurstofrijk milieu alleen in een zeer zuur milieu in oplossing kan blijven. Zoals we zagen wordt de pH van het kanaalwater op groter wordende afstand van de monding van de spreng steeds hoger. Hierdoor gaat het ijzer, eenmaal in het kanaal belandt, de volgende chemische reacties met het kanaalwater aan:



Het bij deze reactie vrijkomende ijzerhydroxide slaat onmiddellijk neer in de vorm van een praktisch onoplosbaar bruin neerslag. Behalve deze reactie gaat het ijzer ook een verbinding aan met het in het water opgeloste vrije fosfaat. Deze verbinding wordt neergeslagen in de vorm van het nagenoeg onoplosbare ferrifosfaat.

Doordat het vrije fosfaat in het water door deze "ijzerval" wordt weggevangen is planktongroei niet mogelijk. Dit is gunstig voor het optreden van waterplanten, die dit benodigde fosfaat - in tegenstelling tot phytoplanton - aan de bodem kunnen onttrekken. Samenvattend kan de waterplantengroei bij de monding van de Veldhuizenerspreng dus worden verklaard door:

- a. het vrijkomen van koolzuur in de kanaalbodern;
- b. het wegvangen van vrij fosfaat in het kanaalwater door een "ijzerval", waardoor planktondominantie niet mogelijk is.

Zoals we zagen, heeft de waterplantengroei een lokaal karakter. Overwoekering van het gehele kanaal door waterplanten, zoals door sommige instanties wordt gevreesd, is onder de huidige omstandigheden onmogelijk. Deze vrees wordt pas werkelijkheid als in de toekomst onder druk van de steeds hogere eisen van de landbouw aan de waterhuishouding op de Oost-Veluwe veel frequenter en/of meer voedsel- en bicarbonaatrijk IJsselwater in het kanaal zal worden ingelaten dan thans het geval is. De waterplanten, die zich in dat geval zullen vestigen, zullen geheel andere soorten zijn dan de voor weinig produktieve ecosystemen kenmerkende soorten, die we nu bij de monding van de Veldhuizenerspreng vinden. Met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid zullen dit soorten zijn, die kenmerkend zijn voor produktieve systemen. De beheerskosten die in dat geval zullen moeten worden geïnvesteerd om het kanaal redelijk plantenvrij te houden, zullen dan ook zeker een veelvoud bedragen van de huidige kosten.

4.2. DE BIOLOGISCHE WATERKWALITEITSBEOORDELING

Methode

Voor stromend water zijn goede systemen ontwikkeld om door middel van bepaalde indicatorsoorten de vervuilingsgraad te bepalen. Voor de biologische waterkwaliteitsbeoordeling van stilstaand water is echter nog geen bevredigend systeem gevonden. Vaak wordt gebruik gemaakt van bepaalde indicatorsoorten, die zijn ontleend aan beoordelingssystemen voor stromend water, zoals dat van Moller Pillot (1971) en Sladeček (1973). Omdat dit in de praktijk onbevredigende resultaten opleverde, zocht men naar een systeem waarin meer indicatorsoorten met een duidelijke preferentie voor stilstaand water voorkwamen. Een aanzet tot een dergelijk systeem - dat is geënt op dat van Moller Pillot - werd in 1978 gegeven door Van Gijsen en Claassen. Sinds die tijd leverden verschillende auteurs opbouwende kritiek op dit systeem (onder andere Van der Hammen, 1980, Broodbakker en Coosen, 1981 en Moller Pillot en Krebs, 1981).

Hierdoor moest het systeem op verschillende punten worden gewijzigd. Het voor de biologische waterkwaliteitsbeoordeling van het Apeldoornsch Kanaal gebruikte systeem is geënt op dat van Van Gijsen en Claassen (1978), aangevuld met een aantal indicatorsoorten, die op grond van eigen ervaring en mondelinge mededelingen van Moller Pillot werden geselecteerd uit de totale soortenlijst.

In het licht van het voorafgaande moeten de eindresultaten met inachtneming van de nodige reserve worden bekeken. Het betreffende systeem omvat vijf groepen indicatororganismen, die respectievelijk kenmerkend zijn voor water van een zeer slechte, slechte, matige, goede of zeer goede kwaliteit. Aan deze indicatorgroepen is een vervuilings- of wegingsfactor toegekend van respectievelijk 1, 2, 3, 4 en 5, met andere woorden hoe hoger de wegingsfactor, des te geringer is de verontreinigingstoestand van het water. Het berekenen van de biologische waterkwaliteit vindt vervolgens plaats door het procentuele aandeel van de indicatororganismen binnen de vijf groepen te berekenen en te vermenigvuldigen met de vervuilings- of wegingsfactor. Sommatie geeft dan de kwaliteitsindex:

$$K = 1 \text{ fr}_{\text{groep 1}} + 2 \text{ fr}_{\text{groep 2}} + 3 \text{ fr}_{\text{groep 3}} + 4 \text{ fr}_{\text{groep 4}} + 5 \text{ fr}_{\text{groep 5}}$$

fr is de fractie, het procentuele aandeel.

Deze index wordt gewoonlijk afgekort tot K 12345. De kwaliteitsindexen zijn uitgerekend met behulp van een semikwantitatieve schattingschaal, die er als volgt uitziet:

<i>code</i>	<i>aantal organismen per monsterpunt</i>
1	1 tot en met 3
2	4 tot en met 10
3	11 tot en met 20
4	21 tot en met 50
5	meer dan 50

Het uitwerken van de waterkwaliteitsbeoordeling met semikwantitatieve getallen betekent een enorme tijdwinst, omdat hierbij niet alle exemplaren exact moeten worden geteld. Ter illustratie van de gebruikte methode volgt hieronder de berekening van de biologische waterkwaliteit op monsterpunt 1.

	K 12345		
	<i>opgetelde codes</i>	<i>percentage</i>	<i>percentage x wegingsfactor</i>
groep 1	0	0	0
groep 2	3	8	16
groep 3	25	62	186
groep 4	9	22	88
groep 5	3	8	40
		100	330

Voor het bepalen van de uiteindelijke waterkwaliteitsklasse wordt de volgende indeling gebruikt:

	<i>Klasse-indeling</i>	<i>Verklaring</i>
100-180	klasse I	zeer slecht
181-260	klasse II	slecht
261-340	klasse III	matig
341-420	klasse IV	goed
421-500	klasse V	zeer goed

Bij de bovenstaande klasse-indeling valt de K 12345-index in klasse III.

Resultaten

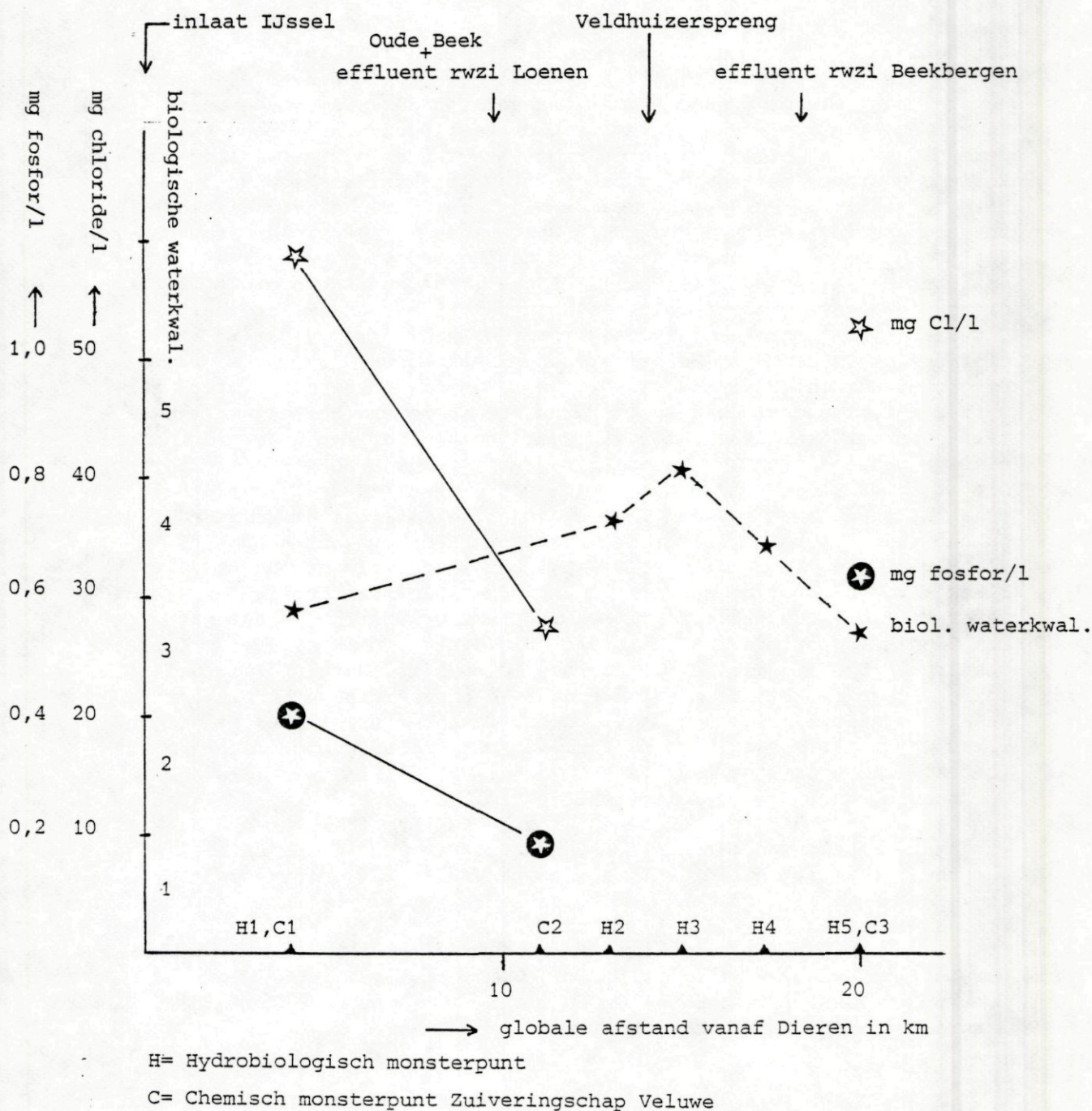
Met behulp van de hierboven besproken methode werd de biologische waterkwaliteit van de onderzochte punten berekend. De gebruikte indicatororganismen zijn weergegeven in tabel 3 (pagina 51). In de onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de eindresultaten.

	<i>Monsterpunt</i>				
	<i>H1</i>	<i>H2</i>	<i>H3</i>	<i>H4</i>	<i>H5</i>
Waterkwaliteit (K 12345)	330	393	424	375	318
Waterkwaliteitsklasse	3	4	5	4	3

Uit de resultaten blijkt dat de waterkwaliteit op de onderzochte punten varieert van matig tot zeer goed. Hoe kunnen deze verschillen worden verklaard?

Ter verduidelijking is grafiek 2 vervaardigd. In deze grafiek zijn bovenaan de plaatsen aangegeven, waar de belangrijkste toeleveringsbronnen van water op het kanaal uitkomen. Van drie van deze bronnen mag theoretisch worden verwacht dat het water van relatief slechte kwaliteit betreft, namelijk het inlaatwater uit de IJssel bij Dieren, het effluent van de rioolwaterzuiveringsinstallatie van Loenen en het effluent van de rioolwaterzuiveringsinstallatie van Beekbergen.

Grafiek 2. Verloop van de biologische waterkwaliteit in het zuidelijk deel van het Apeldoornsch Kanaal in relatie tot enkele chemische parameters en de belangrijkste watertoeleveringsbronnen.



Wat de beide rioolwaterzuiveringsinstallaties betreft, wordt dit bevestigd door metingen van het Zuiveringsschap Veluwe. Hieruit blijkt dat het effluent zeer veel plantenvoedingsstoffen bevat in de vorm van fosfaat en nitraat. In 1978 bijvoorbeeld, bedroegen de concentraties totaal fosfaat en nitraat van het effluent van de rioolwaterzuiveringsinstallatie van Loenen en de rioolwaterzuiveringsinstallatie van Beekbergen respectievelijk 11 en 5,6 mg/l (fosfaat) en 2,1 en 1,4 mg/l ($\text{NO}_3^- \text{N}$). Aangezien de installatie te Beekbergen ongeveer driemaal zoveel effluent op het Apeldoornsch Kanaal loost dan de installatie te Loenen, is het voedselverrijkend effect groter.

De overige watertoeleveringsbronnen - de sprengen en beken - leveren water van goede tot zeer goede kwaliteit. Van deze sprengen heeft de Veldhuizenerspreng verreweg het grootste debiet.

Het debiet van de Oosterhuizenerspreng is sinds de aanleg van de E 8 (snelweg) - die de meest waterrijke tak van deze spreng afsneed - en door een te hoog gelegde duiker in het lichaam van deze weg, zeer gering (IJzerman, 1979). Het water van de Oude Beek wordt in de benedenloop vermengd met het effluent van de rioolwaterzuiveringsinstallatie van Loenen, waardoor het een zeer voedselrijk karakter heeft.

Uit grafiek 2 blijkt, dat het water bij Laag Soeren op 3,5 kilometer ten noorden van het inlaatpunt bij Dieren een *matige* biologische waterkwaliteit heeft. Dit hangt samen met de invloed van het in kwalitatief opzicht slechte inlaatwater uit de IJssel. In chemisch opzicht blijkt dit onder andere uit het relatief hoge chloride- en fosfaatgehalte. Dit laatste bijvoorbeeld, bedraagt gemiddeld 0,37 mg/l, dat in kwalitatief opzicht slecht is (Zuiveringsschap Veluwe, 1980).

Op groter wordende afstand van Dieren wordt de biologische waterkwaliteit beter. Tussen Loenen en Oosterhuizen is de biologische waterkwaliteit goed met een uitschieter van zeer goed in het met waterplanten begroeide gedeelte van het kanaal bij de monding van de Veldhuizenerspreng. Dit is opmerkelijk, omdat ter hoogte van Loenen het zeer fosfaat- en nitraatrijke effluent van de plaatselijke rioolwaterzuiveringsinstallatie op het kanaal wordt geloost. Dat het ecosysteem van het kanaal de invloed van deze lozing goed verwerkt, komt - zoals in hoofdstuk 3.1 bleek - vooral door de aanvoer van het in kwalitatief opzicht zeer goede water van de Veldhuizenerspreng. Ook in chemisch opzicht is het water nabij Loenen van betere kwaliteit dan bij Dieren. Het gemiddelde fosfaatgehalte op C2 (zie grafiek 2) bedraagt 0,19 mg/l, dat in kwalitatief opzicht goed is. Bij de monding van de Veldhuizenerspreng is het fosfaatgehalte waarschijnlijk nog lager, omdat daar het vrije fosfaat uit het water wordt neergeslagen in de vorm van het nagenoeg onoplosbare ferri-fosfaat (zie hoofdstuk 3.1).

Ter hoogte van Lieren verslechtert de biologische en chemische kwaliteit van het water onder invloed van de lozing van het effluent van de rioolwaterzuiveringsinstallatie van Beekbergen. Hierdoor is de biologische waterkwaliteit bij Apeldoorn, ter hoogte van de E 8 (monsterpunt H5) matig. Het gemiddelde fosfaatgehalte is zelfs hoger dan bij Laag Soeren en bedraagt hier zelfs 0,65 mg/l (zie grafiek 2).

De conclusie uit de bovenstaande beschouwing is dat de geconstateerde verschillen in de biologische waterkwaliteit van het Apeldoornsch Kanaal zeer nauw samenhangen met de wisselende kwaliteit van het water van de belangrijkste watertoeleveringsbronnen.

4.3. BESPREKING VAN DE MACROFAUNA

Algemeen

Op vijf plaatsen in het gedeelte van het kanaal Apeldoorn-Dieren werden macrofaunamonsters verzameld. Voor de ligging van de monsterpunten wordt verwezen naar kaart 1. Enige bijzonderheden van de monsterpunten (bemonsteringsdatum, waterdiepte en dergelijke) zijn weergegeven in bijlage 1. Op elk punt werden de aanwezige micromilieus langs de oevers zo goed mogelijk bemonsterd. Midden in het kanaal kon geen monster worden genomen. In het totaal werd per monsterpunt met behulp van een fijnmazig net, een halve emmer materiaal verzameld en meegenomen. In het laboratorium werd dit materiaal gezeefd met een standaardset zeven met maaswijdtes van 4,75 mm, 2,0 mm en 0,21 mm. De zeeffracties werden vervolgens uitgezocht in een grote, witte plastic fotobak. Alle aanwezige diersoorten, behalve platwormen, werden geconserveerd in alcohol. Van talrijk aanwezige soorten werd het aantal geschat volgens de in hoofdstuk 4.2 besproken schattingschaal (zie pagina 17).

In totaal werden ongeveer 180 soorten gevonden. Dit aantal is vergelijkbaar met dat van het in hydrobiologisch opzicht zeer waardevolle Haarsteegse Wiel bij Vlijmen (Van Middelkoop en Croonen, 1977). Het belangrijkste aandeel in de fauna hadden de vedermuggen (22 procent), de waterkevers (21 procent), de kokerjuffers (tien procent) en de waterslakken (acht procent). De overige gevonden diergroepen maakten allen minder dan zeven procent van het totale soortenaantal uit.

De onderzoeksresultaten vloeien voort uit een eenmalig bezoek per monsterpunt. Vanwege tijdgebrek of gebrek aan deskundigheid werden bepaalde diergroepen niet tot op het soortsniveau gedetermineerd. Het werkelijke aantal soorten in het kanaal zal daarom zeker de 200 ver overschreiden.

In de nu volgende paragrafen worden de onderzoeksresultaten per diergroep besproken.

P O R I F E R A (S P O N Z E N)

Alleen op de monsterpunten 4 en 5 werden zoetwatersponzen aangetroffen. Vooral de exemplaren van *Spongilla lacustris* op punt 4 bereikten zeer forse afmetingen. Exemplaren met vijf tot tien takken, die in lengte variëerden van vijftien tot twintig centimeter, waren geen uitzondering. Opvallend was ook het grote aantal obligate sponsbewonende insektelarven op deze forse sponzen. Het uitpluizen van een dergelijk exemplaar op punt 4 leverde 66 larven van de netvleugelige *Sisyra* op, verder 79 larven van de vedermug *Demeyera rufipes* en nog twee larven van de schietmot *Ceraclea fulva*.

Porifera (sponzen)

	<i>Monsterpunt</i>				
	1	2	3	4	5
<i>Spongilla lacustris</i>	-	-	-	4	-
? <i>Ephydatia spec.</i>	-	-	-	1	3

TRICLADIDA (PLATWORMEN)

In stilstaande wateren kunnen verschillende soorten platwormen naast elkaar voorkomen, daar ze niet dezelfde eisen aan het beschikbare voedsel stellen. *Polycelis tenuis* eet vooral wormen, *Dendrocoelum lacteum* voedt zich hoofdzakelijk met waterpissebedden. *Planaria torva* en *Dugesia polychroa* leven voornamelijk van slakken en *Bdellocephala* van waterpissebedden en slakken. *Dugesia tigrina* daarentegen, heeft een opportunistische voedingswijze, omdat zij zich voedt met een breed spectrum van ongewervelde dieren (Reynoldson, 1978). De laatstgenoemde soort is een immigrant afkomstig uit Amerika. De eerste vermelding voor Nederland, stamt van Den Hartog (1959). Van der Velde (1975) geeft een overzicht van de uitbreidingspatronen in Nederland. Hieruit blijkt, dat de soort via de grote rivieren rond het begin van de zeventiger jaren de Oost-Veluwe moet hebben bereikt. Van de gevonden soorten leven *Dugesia tigrina*, *Planaria torva* en *Bdellocephala punctata* bij voorkeur in grotere stilstaande wateren. *Dugesia tigrina* is een thermofiele soort, die zich uitsluitend door deling voortplant. Om zich te kunnen delen moet de minimumtemperatuur minstens 14°C zijn (Pickavance, 1968). Pas boven 18°C kan de soort succesvol concurreren met de overige meer eurytherme limnadofiele soorten (Pattee, Lascombe en Delolme, 1973). Van de gevonden soorten is *Bdellocephala* vrij zeldzaam in Nederland.

In het onderzochte gedeelte van het kanaal werden alleen *Dugesia polychroa* en *Polycelis tenuis* in zeer grote aantallen gevonden. Van *Bdellocephala* werden slechts enkele exemplaren gevonden op de punten 4 en 5. De afwezigheid van *Dugesia tigrina* op de punten 2 tot en met 5 is opvallend. Een mogelijke verklaring is de gemiddeld relatief te lage temperatuur tengevolge van de voeding met sprengwater, waardoor de soort niet succesvol met andere soorten platwormen kan concurreren. Op punt 1 en op bepaalde plaatsen ten noorden van Apeldoorn (Cuppen, 1977) komt de soort wel voor.

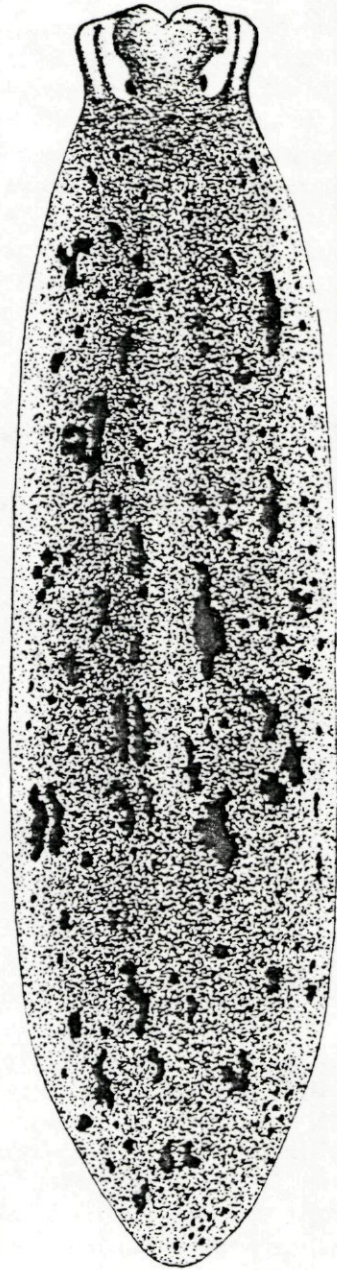
Tricladida (platwormen)

	<i>Monsterpunt</i>				
	1	2	3	4	5
<i>Dugesia tigrina</i>	3	-	-	-	-
<i>Dugesia polychroa</i>	4	-	2	5	5
<i>Planaria torva</i>	-	-	1	2	2
<i>Dendrocoelum lacteum</i>	2	1	2	2	2
<i>Polycelis tenuis</i>	5	2	4	5	5
<i>Bdellocephala punctata</i>	-	-	-	1	1

PLATWORMEN



Dugesia tigrina (Girard)



Bdellocephala punctata (Pallas)

Figuren naar Den Hartog (1962)

OLIGOCHAETA (WORMEN) EN NEMERTINI (NEMERTIJNEN)

Wormen behorend tot de familie van de Tubificidae werden niet verder gedetermineerd. Bij het uitzoeken van de monsters is weinig aandacht besteed aan het voorkomen van kleine exemplaren, waardoor ongetwijfeld een aantal soorten is gemist. In het totaal werden vijf taxa aangetroffen. De Tubificidae en Lumbriculus zijn bodembewoners die zich voeden met detritus. Stylaria lacustris leeft bij voorkeur tussen waterplanten. De belangrijkste voedselbron wordt gevormd door kiezelwieren en eencellige groenwieren (zie Learner et al., 1978).

Chaetogaster diaphanus en Chaetogaster crystallinus zijn carnivoren, die voornamelijk van zoöplankton leven (zie Learner et al., 1978).

Lumbriculus, Stylaria en Tubificidae werden op alle monsterpunten gevonden. Van Chaetogaster werden slechts enkele geheel doorzichtige exemplaren gevonden op de punten 1 en 5. Hun slokdarm bevatte complete water-vlooiën en roeipootkreeftjes.

Nemertini werden in gering aantal op drie punten verzameld. De dieren waren ongeveer vijf millimeter lang en oranje-rood van kleur. Ze hadden drie paar ogen. Het voorste paar was ongeveer tweemaal zo ver van het tweede paar verwijderd dan het tweede van het derde.

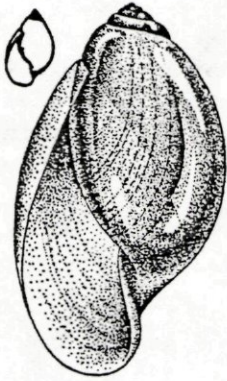
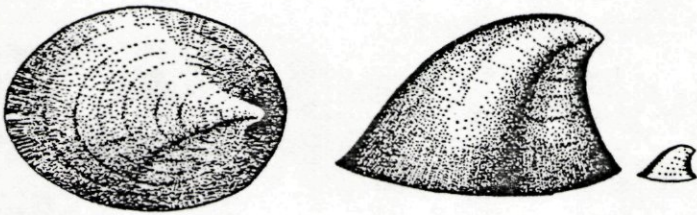
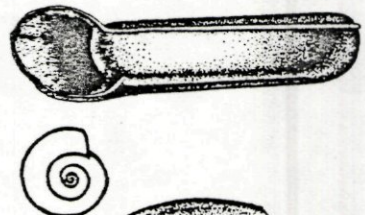
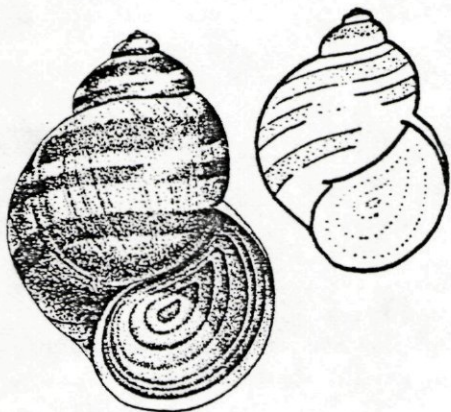
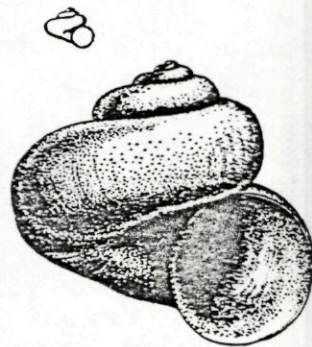
Oligochaeta (wormen) en Nemertini (nemertijnen)

	<i>Monsterpunt</i>				
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Nemertini	1	1	-	2	-
Chaetogaster diaphanus/crystallinus	1	-	-		1
Lumbriculus variegatus	1	1	2	2	3
Stylaria lacustris	4	4	5	2	3
Tubificidae	3	3	2	4	4

HIRUDINEA (BLOEDZUIGERS)

Het voedsel van bloedzuigers bestaat uit dierlijke weefsels en lichaamsvocht. In stilstaand water kunnen diverse soorten naast elkaar voorkomen, omdat ze verschillende soorten voedsel gebruiken. Een uitgebreid overzicht hiervan is te vinden in Elliott en Mann (1979). Bloedzuigers duiden zowel in stromend (Moller Pillot, 1971) als stilstaand water (Van Gijsen en Claassen, 1978) op een matige verontreinigingstoestand. De gevonden soorten zijn algemeen tot zeer algemeen in Nederland (Dresscher en Engel, 1960).

WATERSLAKKEN

*Physa fontinalis**Bithynia tentaculata**Ancyclus fluviatilis**Planorbis planorbis**Acroloxus lacustris**Viviparus viviparus**Valvata piscinalis*

De grootste aantallen bloedzuigers werden gevonden op punt 5. Ook op de punten 1 en 4 werden nog grote aantallen gevonden. Op de punten 2 en 3 werden daarentegen slechts enkele exemplaren gevonden. Het verschil in de mate van voorkomen op de monsterpunten is sterk gecorreleerd met de gevonden verschillen in biologische waterkwaliteit (zie grafiek 2, pagina 19).

Hirudinea (bloedzuigers)

	Monsterpunt				
	1	2	3	4	5
<i>Glossiphonia complanata</i>	4	1	1	2	4
<i>Glossiphonia heteroclita</i>	3	-	-	3	4
<i>Helobdella stagnalis</i>	-	-	-	-	5
<i>Theromyzon tessulatum</i>	1	-	-	1	1
<i>Hemiclepsis marginata</i>	1	-	-	-	2
<i>Piscicola geometra</i>	1	-	-	-	2
<i>Erpobdella octoculata</i>	3	-	-	-	5
<i>Erpobdella testacea</i> f. <i>nigricollis</i>	4	1	2	4	2

C R U S T A C E A (K R E E F T A C H T I G E N)

Op alle monsterpunten werden grote aantallen van de waterpissebedden *Asellus aquaticus* en *Proasellus meridianus* aangetroffen. Op de bodem of op waterplanten van allerlei watertypen zijn beide soorten in Nederland zeer algemeen. Ze spelen een belangrijke rol bij de afbraak van grof organisch materiaal zoals boombladeren.

Crustacea (kreeftachtigen)

	Monsterpunt				
	1	2	3	4	5
<i>Asellus aquaticus</i>	5	5	5	5	5
<i>Proasellus meridianus</i>	4	4	5	4	4

G A S T R O P O D A (S L A K K E N)

In het onderzochte gedeelte van het kanaal werden in het totaal vijftien soorten waterslakken gevonden. Het merendeel is kenmerkend voor stilstaand of zwak bewegend water. Alleen *Viviparus viviparus* en *Ancylus fluviatilis* hebben een sterke voorkeur voor bewegend water, zoals beken, rivieren, alsmede meren en plassen. Vooral het voorkomen van *Ancylus fluviatilis*, die vanwege zijn vrij gebrekkige ademhalingsorganen is gebonden aan zuurstofrijk water (Janssen en de Vogel, 1965), duidt op een stabiele zuurstofhuishouding. De gevonden soorten zijn in Nederland vrij algemeen tot zeer algemeen (Janssen en de Vogel, 1965).

Gastropoda (slakken)

	<i>Monsterpunt</i>				
	1	2	3	4	5
<i>Viviparus viviparus</i>	1	-	-	-	-
<i>Valvata cristata</i>	1	-	-	1	2
<i>Valvata piscinalis</i>	1	-	-	-	2
<i>Bithynia tentaculata</i>	4	-	2	5	5
<i>Physa fontinalis</i>	5	3	4	4	2
<i>Lymnaea palustris</i>	1	-	1	3	-
<i>Lymnaea auricularia</i>	1	-	-	2	3
<i>Lymnaea peregra</i>	-	2	1	3	1
<i>Lymnaea auricularia/peregra</i>	-	-	-	5	3
<i>Planorbis carinatus</i>	-	-	-	2	1
<i>Planorbis planorbis</i>	2	1	2	-	2
<i>Planorbis albus</i>	2	-	1	3	1
<i>Planorbis contortus</i>	3	-	-	1	1
<i>Planorbarius corneus</i>	2	-	-	-	1
<i>Acroloxus lacustris</i>	1	-	-	3	4
<i>Ancylus fluviatilis</i>	-	-	-	2	1

BIVALVIA (TWEEKLEPPIGEN)

Behalve *Anadonta cygnea*, de bekende zwanemossel, behoren de gevonden soorten tot de familie van de erwtemosseltjes (*Pisidiidae*). Hiervan heeft alleen *Pisidium henslowanum* een zekere voorkeur voor stromende of bewegende wateren, zoals rivieren, beken, meren, plassen en kanalen. De overige soorten kunnen in allerlei watertypen worden gevonden (Kuiper in Janssen en de Vogel, 1965). Geen dezer soorten is zeldzaam.

Bivalvia (tweekleppigen)

	<i>Monsterpunt</i>				
	1	2	3	4	5
<i>Sphaerium corneum</i>	5	-	1	5	5
<i>Pisidium nitidum</i>	1	2	2	4	-
<i>Pisidium henslowanum</i>	-	1	-	1	-
<i>Pisidium subtruncatum</i>	-	3	-	2	-
<i>Pisidium casertanum</i>	-	-	1	-	-
<i>Pisidium hibernicum</i>	-	-	-	2	-
<i>Pisidium milium</i>	-	-	-	1	-
<i>Pisidium spec. (juv.)</i>	-	1	1	2	-
<i>Anadonta cygnea</i>	-	-	-	-	1

INSECTA (INSEKTEN)

EPHEMEROPTERA (HAFTEN)

De larven van *Cloeon dipterum* en *Caenis horaria* zijn algemeen in allerlei typen stilstaand en langzaam stromend water. *Caenis moesta* is waarschijnlijk niet zeldzaam in Nederland, maar haar verspreiding is nog onvoldoende bekend.

De meeste vangsten van larven stammen uit stromend water en grotere stil-
stilstaande wateren (mondelinge mededeling A. Mol). Repko en Sinkeldam (1981) veronderstellen dat *Caenis moesta* een grotere zuurstofbehoefte heeft dan de nauwverwante soorten *Caenis robusta* en *Caenis horaria*. De onderzoeksresultaten uit het Apeldoornsch Kanaal (zie tabel) zijn hiermee niet in tegenspraak.

Ephemeroptera (haften)

	Monsterpunt				
	1	2	3	4	5
<i>Cloeon dipterum</i>	4	1	4	1	2
<i>Caenis spec. (juv.)</i>	4	-	1	4	-
<i>Caenis horaria</i>	-	-	2	2	2
<i>Caenis moesta</i>	-	-	1	2	-

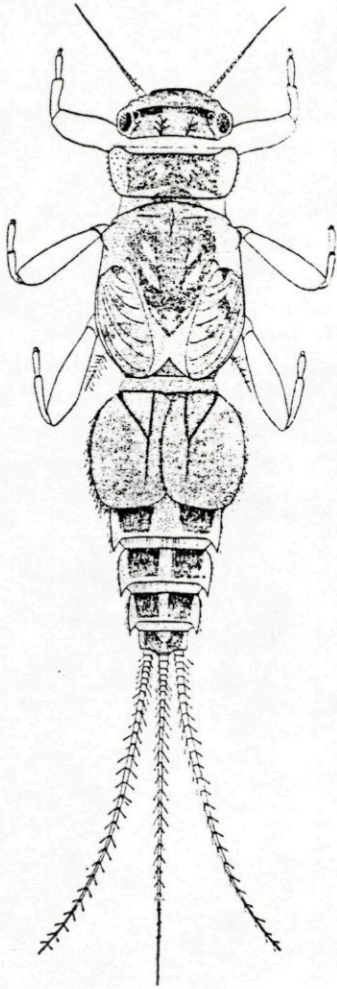
COLEOPTERA (KEVERS)

DYTISCIDAE (WATERROOFKEVERS)

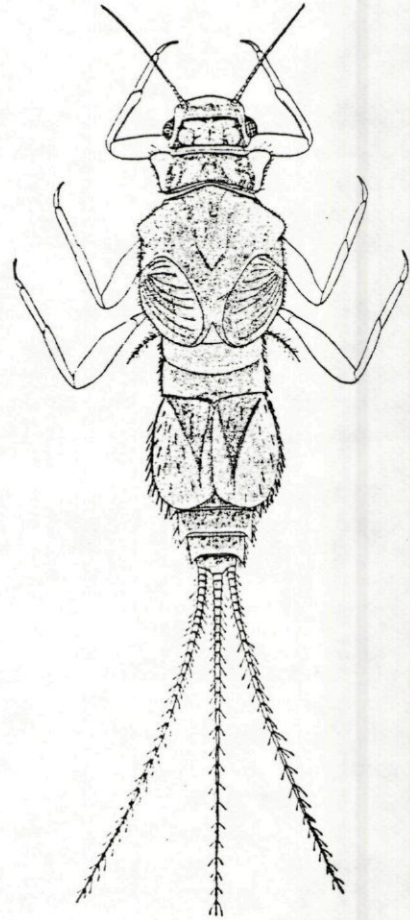
Tijdens het onderzoek werden negentien soorten waterroofkevers gevonden. Hiervan kwamen alleen *Hygrotus versicolor*, *Hydroporus palustris*, *Graptodytes pictus*, *Stictotarsus duodecimpustulatus*, *Noterus clavicornis*, *Lacophilus hyalinus*, *Platambus maculatus* en *Ilybius fenestratus* meer dan incidenteel voor (zie tabel).

H. versicolor, *H. palustris*, *G. pictus* en *L. hyalinus* leven bij voorkeur in permanente (niet droogvallende), stilstaande wateren en in langzaam stromend water (rustige bochten met veel waterplanten). *N. clavicornis* en *I. fenestratus* zijn eveneens karakteristiek voor permanente, stilstaande wateren. Beide soorten hebben binnen dit watertype een sterke voorkeur voor water met een grotere dimensie zoals weteringen, brede sloten, kanalen, wielen, plassen en meren. *I. fenestratus* is van het geslacht *Ilybius* de enige soort die zowel in het larvestadium als in het volwassen stadium overwintert in het water. Imago's van de overige Europese *Ilybius*-soorten overwinteren op het land (Galewski, 1971). De voorkeur voor grotere, stilstaande wateren hangt mogelijk samen met de overwinteringswijze.

HAFTEN (nymphen)

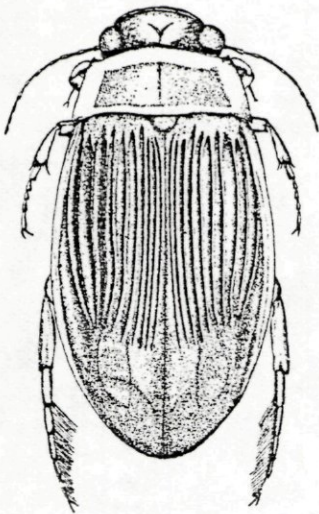


Caenis moesta (naar Macan, 1970)

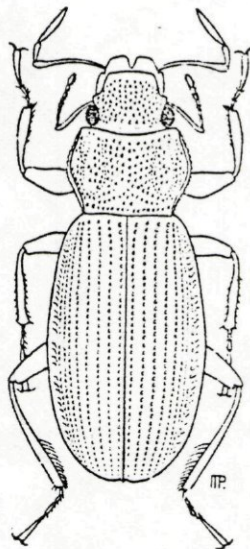


Caenis horaria (naar Macan, 1970)

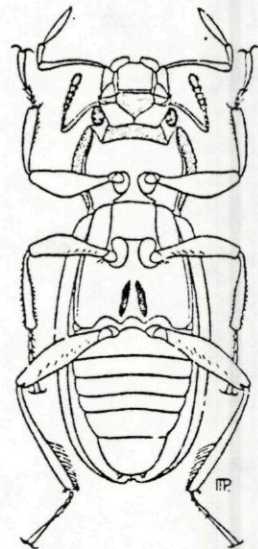
WATERKEVERS



Dytiscus marginalis



Hydraena spec.



(naar Janssens, 1960)

De nog niet besproken soorten *Platambus maculatus* en *Stictotarsus duodecimpustulatus* zijn enerzijds karakteristiek voor stromend water en anderzijds voor zeer grote, stilstaande wateren met een golfslagzone, zoals meren. Jackson (1952) vond bij *P. maculatus* een gehele of gedeeltelijke reductie van de vliegsieren. Bij *S. duodecimpustulatus* waren de vliegsieren van sommige exemplaren goed ontwikkeld, doch bij andere geheel gereduceerd. Migraties via de lucht onder periodiek slechte omstandigheden zijn daarom zeker niet op grote schaal te verwachten. Dit alles wijst erop, dat deze soorten veel hogere eisen aan de stabiliteit en de hoogte van het zuurstofgehalte van het water stellen dan de meeste andere Dytiscidae. In beken zijn ze volgens Moller Pillot (1971) kenmerkend voor water van goede tot zeer goede kwaliteit. Om deze redenen moet het voorkomen op een aantal plaatsen in het Apeldoornsch Kanaal - een stilstaand water van beperkte dimensies - als opmerkelijk worden beschouwd.

Dytiscidae (waterroofkevers)

	Monsterpunt				
	1	2	3	4	5
<i>Hyphydrus ovatus</i> (l.)	-	1	1	-	-
<i>Guignotus pusillus</i>	-	-	-	-	1
<i>Coelambus impressopunctatus</i>	-	-	-	-	1
<i>Hygrotus inaequalis</i>	-	-	1	-	-
<i>Hygrotus versicolor</i>	3	2	2	1	1
<i>Hygrotus</i> (l.)	-	4	2	1	-
<i>Hydroporus angustatus</i>	1	-	-	-	-
<i>Hydroporus palustris</i>	1	1	2	-	-
<i>Graptodytes pictus</i>	4	1	4	2	1
<i>Graptodytes</i> (l.)	-	-	1	-	-
<i>Stictotarsus duodecimpustulatus</i>	1	2	3	2	-
<i>Stictotarsus duodecimpustulatus</i> (l.)	-	1	3	-	-
<i>Potamonectes depressus elegans</i>	-	-	-	1	-
<i>Noterus clavicornis</i>	2	-	-	1	1
<i>Laccophilus hyalinus</i>	4	-	-	2	2
<i>Laccophilus minutus</i>	1	-	1	-	-
<i>Platambus maculatus</i>	-	1	3	2	1
<i>Agabus undulatus</i>	-	-	1	-	-
<i>Ilybius fuliginosus</i>	-	-	-	1	1
<i>Ilybius fenestratus</i>	-	-	2	1	-
<i>Ilybius fenestratus</i> (l.)	2	-	1	1	1
<i>Rhantus pulverosus</i>	-	-	-	-	1
<i>Dytiscus marginalis</i>	-	-	-	-	1

HALIPLIDAE (WATERTREDERS)

Watertreders leven hoofdzakelijk van draadalgen (*Haliplus ruficollis*) of een combinatie van draadalgen, zoöplankton en wormpjes (*Haliplus laminatus* en *Haliplus flavicollis*). Van deze laatste groep is *H. flavicollis* gespecialiseerd op eieren van vedermuggen (Seeger, 1971a). Een algemene tendens bij de biotoopkeuze van watertreders in stilstaand water schijnt te zijn, dat soorten die hoofdzakelijk van draadalgen leven domineren in de voedselrijkere wateren. De soorten die ook belangrijke hoeveelheden dierlijk voedsel tot zich nemen, komen in minder produktieve wateren in groter aantal voor (Seeger, 1971b).

In het Apeldoornsch Kanaal werden slechts geringe aantallen Haliplidae gevangen (zie tabel). In elk geval werd geen dominantie geconstateerd van soorten, die hoofdzakelijk van draadalgen leven.

Haliplidae (watertreders)

	Monsterpunt				
	1	2	3	4	5
<i>Haliplus fluviatilis</i>	1	-	-	-	-
<i>Haliplus flavicollis</i>	1	1	2	1	-
<i>Haliplus laminatus</i>	-	-	-	-	1
<i>Haliplus ruficollis</i>	-	-	-	1	-
<i>Haliplus ruficollis</i> -groep (vr.)	2	1	2	1	-

ELMINTHIDAE

De meeste soorten van de familie Elminthidae zijn typische bewoners van stromend water. Soorten behorend tot het geslacht *Oulimnius* komen echter ook voor in meren (zie onder andere Holland, 1972). In Nederland komen volgens Brakman (1966) twee soorten van het geslacht *Oulimnius* voor namelijk *Oulimnius tuberculatus* en *Oulimnius troglodytes*. In stromend water is vooral *O. tuberculatus* aan te treffen (Holland, 1972; Knie, 1976), terwijl *O. troglodytes* veel vaker in meren voorkomt (Holland, 1972). In tegenstelling tot andere waterkevers leven Elminthidae permanent onder water. Hierdoor zijn ze geheel afhankelijk van de in het water opgeloste zuurstof. Het is daarom niet verwonderlijk, dat Moller Pillot (1971) ze bij zijn bekenonderzoek hoofdzakelijk vond in water van zeer goede kwaliteit. Cuppen trof tijdens een onderzoek in 1977 in het Apeldoornsch Kanaal *Oulimnius tuberculatus* aan. Dit is vreemd, omdat deze soort volgens de literatuur een sterke voorkeur heeft voor stromend water. De determinatie werd destijds op grond van uitwendige kenmerken verricht. Dit lijkt verantwoord, omdat de nauwverwante *O. troglodytes* vrij goed op grond van uitwendige kenmerken van *O. tuberculatus* is te onderscheiden.

Bovendien komen in onze buurlanden geen andere Oulimnius-soorten voor (zie Freude et. al., 1979). Tijdens het onderhavige onderzoek werden wederom grote aantallen exemplaren van Oulimnius gevonden, die op grond van uitwendige kenmerken met de hier gangbare literatuur duidelijk tot *O. tuberculatus* behoorden. Ook werden nu grote aantallen van *O. troglodytes* gevonden.

Om tot een 100 procent zekere determinatie te komen werden geslachtsdelen van enkele mannelijke exemplaren van beide soorten bekeken. Die van *O. troglodytes* kwamen overeen met de literatuur, die van *O. tuberculatus* waken echter zeer sterk af. Er werden tot grote verrassing van de auteur zelfs twee duidelijk verschillende vormen gevonden. Na het raadplegen van een werk van de Fransman Berthélemy (1979) - dat een overzicht geeft van de genitalia van de west-palaearkische soorten - bleek, dat het hier de soorten Oulimnius major en Oulimnius rivularis betrof. De determinatie uit 1977 bleek eveneens fout te zijn.

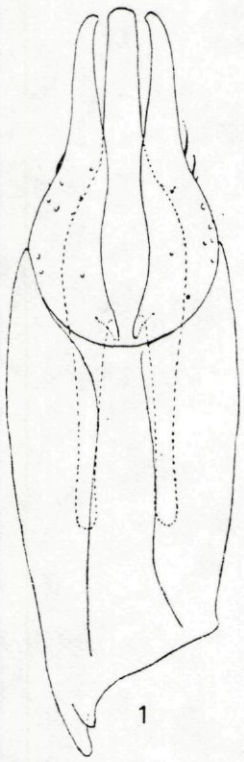
Afbeeldingen van de mannelijke genitalia van alle Nederlandse soorten zijn weergegeven in de figuren 1 tot en met 12. De publicatie van deze figuren was mogelijk dankzij de vriendelijke toestemming van Prof. dr. Berthélemy van de universiteit van Toulouse.

De dichtstbijzijnde vindplaats van *O. rivularis* is gelegen in Engeland, waar in 1870 nabij Londen zes exemplaren werden gevonden. Latere vondsten in Engeland zijn volgens Holland (1972) niet bekend. Het huidige bekende verspreidingsgebied van *O. rivularis* en *O. major* omvat Spanje, Portugal en Frankrijk (Berthélemy, 1979). De dichtstbijzijnde vindplaats is de monding van de Somme in Frankrijk (schriftelijke mededeling Prof. dr. C. Berthélemy).

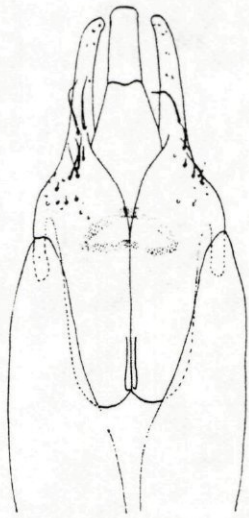
Het voorkomen van beide soorten in het Apeldoornsch Kanaal is daarom voorlopig als een unicum voor Noordwest Europa te beschouwen. Ook een recente revisie van museummateriaal uit Nederland leverde tot nu toe alleen *O. troglodytes* en *O. tuberculatus* op (Van Tol, mondelinge mededeling). Toekomstig onderzoek in vergelijkbare biotopen in Nederland en het omliggende gebied, zal, nu het voorkomen van beide soorten eenmaal is vastgesteld, mogelijk meer vindplaatsen opleveren.

Elminthidae

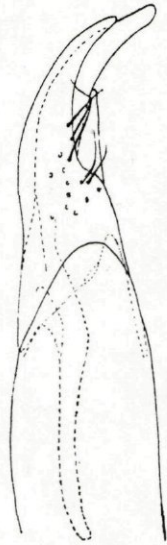
	<i>Monsterpunt</i>				
	1	2	3	4	5
<i>Oulimnius rivularis</i>	2	1	2	1	-
<i>Oulimnius troglodytes</i>	-	1	3	4	-
<i>Oulimnius major</i>	-	-	2	-	-
<i>Oulimnius major/rivularis</i>	1	-	4	3	-
<i>Oulimnius</i> (l.)	-	-	1	3	-



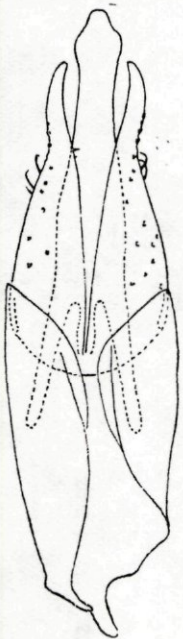
1



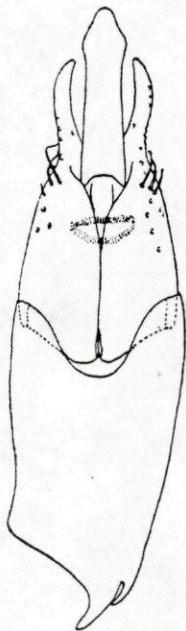
2



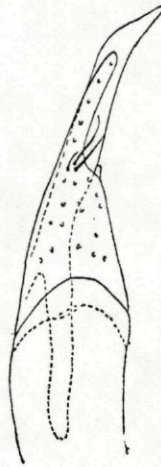
3



4



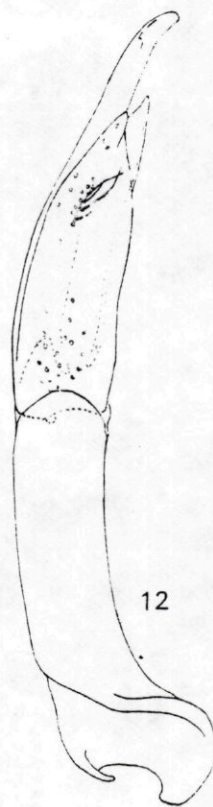
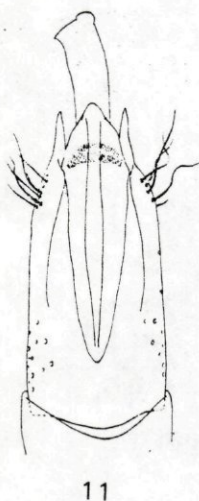
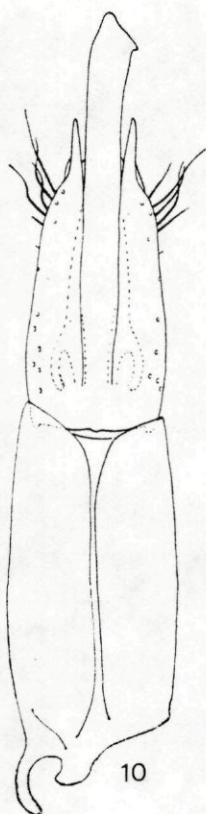
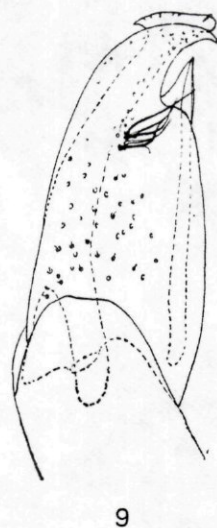
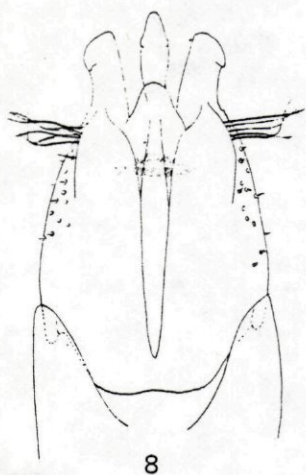
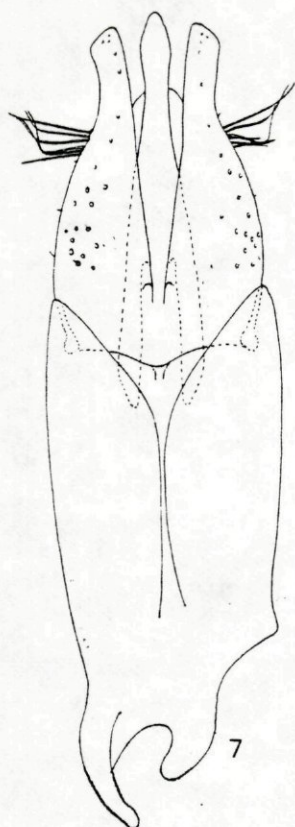
5



6

0,1 mm

Fig. 1.-Aedeagofoor van *Oulimnius tuberculatus*, dorsaal. Fig. 2.-Idem, ventraal.
 Fig. 3.-Idem, lateraal.
 Fig. 4.-Aedeagofoor van *Oulimnius troglodytes*, dorsaal. Fig. 5.-Idem, ventraal.
 Fig. 6.-Idem, lateraal.



0,1 mm

Fig. 7.-Aedeagofoor van *Oulimnius major*, dorsaal. Fig. 8.-Idem, ventraal.
 Fig. 9.-Idem, lateraal.
 Fig. 10.-Aedeagofoor van *Oulimnius rivularis*, dorsaal. Fig. 11.-Idem, ventraal.
 Fig. 12.-Idem, lateraal. Alle figuren naar Berthélemy (1979).

DRYOPIDAE

Tijdens het onderzoek werden slechts enkele exemplaren behorend tot deze keverfamilie gevonden. Onderzoek van de genitalia met behulp van Steffan (1961) leidde tot de soort *Dryops ernesti*. Volgens Steffan moet deze soort algemeen zijn. Het onderzoek van de auteur in Nederland, bevestigt dit tot nu toe zeker nog niet.

In Nederland wordt voor de determinatie van Dryopidae door allerlei onderzoeksinstanties nog veelvuldig gebruik gemaakt van Drost en Schreijer (1978). In dit determinatiewerk worden de verschillende soorten alleen op grond van uitwendige kenmerken gescheiden, hetgeen tot zeer onbetrouwbare resultaten leidt (zie Olmi, 1972 en Steffan, 1979). Het gebruik van dit werk voor de determinatie van de Dryopidae moet dan ook sterk worden afgeraden.

Dryopidae

	<i>Monsterpunt</i>				
	1	2	3	4	5
<i>Dryops ernesti</i>	-	-	-	1	1

HYDRAENIDAE

Deze waterkevers komen vooral langs oevers voor. Bij voorkeur leven ze op natte plekken met veel grof organisch materiaal. Vanwege de zeer scherpe overgang van land naar water zijn de oevers van het Apeldoornsche Kanaal weinig geschikt voor deze kevers. De vangst van *Hydrochus angustatus* is de eerste op de Oost-Veluwe.

Hydraenidae

	<i>Monsterpunt</i>				
	1	2	3	4	5
<i>Hydrochus angustatus</i>	1	-	-	-	-
<i>Helophorus minutus</i>	1	-	1	1	-
<i>Helophorus brevipalpis</i>	-	-	1	1	-
<i>Hydraena testacea</i>	-	-	1	1	-

HYDROPHILIDAE

Ook de waterkevers behorend tot de familie der Hydrophilidae zijn - uitzonderd *Hydrous* en *Hydrophilus* - typische oeverbewoners. De gevonden soorten komen algemeen voor langs de oevers van allerlei wateren.

Hydrophilidae

	<i>Monsterpunt</i>				
	1	2	3	4	5
<i>Laccobius bipunctatus</i>	1	-	-	-	-
<i>Laccobius minutus</i>	1	-	1	1	1
<i>Anacaena limbata</i>	2	-	1	-	1
<i>Anacaena globulus</i>	-	1	2	-	2
<i>Helochares spec.</i>	1	-	-	1	-

CHRYSOMELIDAE (HAANTJES) EN HELODIDAE

De larven van *Donacia* (Chrysomelidae) en *Scirtes* (Helodidae) zijn echte waterdieren. De volwassen kevers leven echter op moerasplanten langs de oever. Vooral de larven van *Donacia* hebben een zeer eigenaardige levenswijze. Ze ontwikkelen zich namelijk op de ondergrondse delen van de water- en oeverplanten. Ook de zuurstof die ze nodig hebben, betrekken ze uit de planten. Dit doen ze met behulp van twee krachtige haken op het achterlijf, die ze in het plantenweefsel boren (Wezenberg-Lund, 1943). Alleen op punt 2 werden larven van deze keverfamilies gevonden.

Chrysomelidae en Helodidae

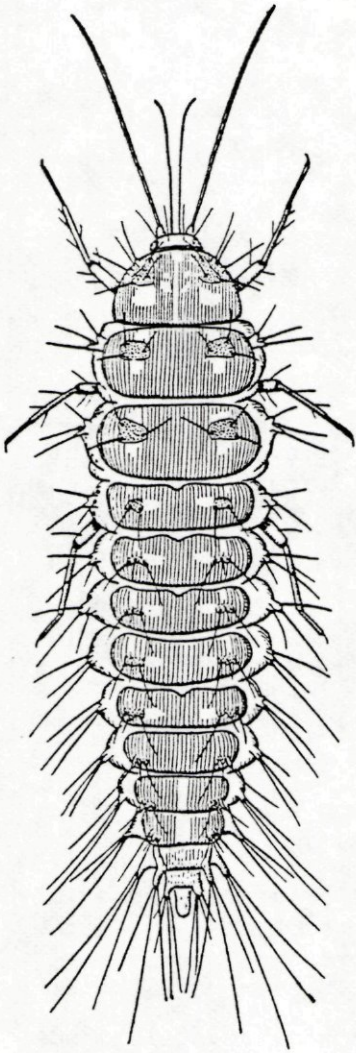
	<i>Monsterpunt</i>				
	1	2	3	4	5
<i>Donacia</i> (l.)	-	1	-	-	-
<i>Scirtes</i> (l.)	-	2	-	-	-

NEUROPTERA (NETVLEUGELIGEN)

De larven van het geslacht *Sisyra* leven alleen op zoetwatersponzen, behorend tot de familie Spongillidae. Ze leven op de buitenkant van de spons. Hun voedsel bestaat uit sponsvloeistof, die ze door middel van hun lange kaken opzuigen (Elliott, 1977).

Op punt 4 in het Apeldoornsch Kanaal, komt een zeer grote populatie van *Sisyra* voor. Het is mogelijk, dat deze allen behoren tot de soort *Sisyra fuscata*. Van deze soort werd een volwassen mannetje onder een brug gevonden. Van de *Sisyra*-soorten is deze namelijk het meest algemeen (Elliott, 1977).

NETVLEUGELIGEN



Sisyra spec. larve X 18

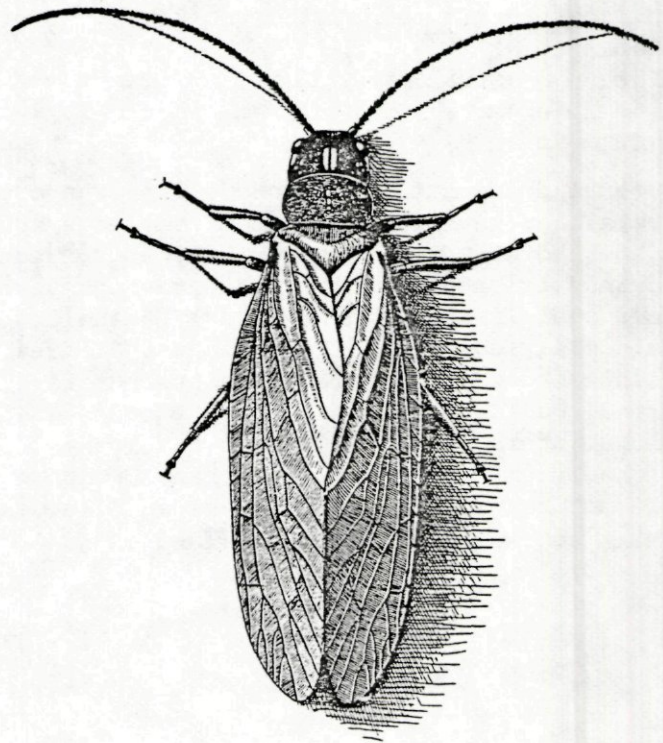


Sisyra spec. imago X 9.5

SLIJKVLIEGEN

Sialis lutaria imago X 6.4

Alle figuren naar Elliott (1977)



Neuroptera (netvleugeligen)

	Monsterpunt				
	1	2	3	4	5
<i>Sisyra fuscata</i>	-	-	-	1	-
<i>Sisyra</i> (l.)	-	-	-	5	1

MEGALOPTERA (SLIJKVLIEGEN)

Van de familie der slijkvliegen werd de algemene soort *Sialis lutaria* op alle punten aangetroffen. De larven leven in weke bodems, waar ze jacht maken op wormen, muggelarven en andere ongewervelde dieren.

Megaloptera (slijkvliegen)

	Monsterpunt				
	1	2	3	4	5
<i>Sialis lutaria</i> (l.)	3	4	5	3	1

TRICHOPTERA (SCHIETMOTTEN OF KOKERJUFFERS)

Op de vijf monsterpunten werden in het totaal negentien soorten kokerjuffers gevonden. Voor een stilstaand water is dit een groot aantal. De gevonden soorten kunnen grofweg in drie oecologische groepen worden verdeeld:

- soorten karakteristiek voor langzaam stromende wateren en stilstaande wateren met een groot oppervlak zoals meren, wielen en plassen;
- soorten zonder specifieke voorkeur voor stromend of stilstaand water;
- soorten met een sterke voorkeur voor stilstaand water.

Soorten karakteristiek voor langzaam stromende wateren en stilstaande wateren met een groot oppervlak zoals meren, wielen en plassen

Voor de soorten van groep a zijn van grote oecologische betekenis, daar ze alleen leven in water met een goede zuurstofhuishouding. Tot deze groepen behoren *Tinodes waeneri*, *Lype* cf. *reducta*, *Polycentropus irroratus*, *Cyrnus trimaculatus* (?), *Molanna angustata*, *Ecnomus tenellus* en *Anabolia nervosa*. In Engeland zijn van *E. tenellus* en *P. irroratus* slechts enkele vindplaatsen bekend (Edington and Hildrew, 1981). Vermoedelijk zijn deze soorten ook in Nederland schaars. Hierover is echter nog onvoldoende bekend. De larven van de genera *Tinodes* en *Lype* hebben een levenswijze, die nogal sterk verschilt van de overige kokerjuffers. Ze bouwen namelijk tunnelvormige galerijen op stenen (*Tinodes*) of takken (*Lype*), van waaruit ze met behulp van hun kaken algen (*Tinodes*) of hout (*Lype*) van het oppervlak schrapen.

Bij gevaar kunnen ze zich zeer snel in hun tunnels terugtrekken. Deze zijn opgebouwd uit zeer kleine mineraaldeeltjes of fijn organisch materiaal, bijeengehouden door een soort zijde (Edington and Hildrew, 1981). In het Apeldoornsch Kanaal werden vertegenwoordigers van deze groep op alle monsterpunten gevonden met een duidelijk optimum op de punten 2, 3 en 4.

Soorten zonder specifieke voorkeur voor stromend of stilstaand water

Tot groep b kunnen de volgende soorten worden gerekend: *Limnephilus rhombicus*, *Limnephilus lunatus*, *Athripsodes aterrimus*, *Mystacides nigra* en mogelijk ook *Mystacides longicornis*. Deze soorten stellen minder hoge eisen aan de zuurstofhuishouding dan de soorten van groep a. Hierdoor kunnen ze ook in kleine stilstaande wateren, zoals sloten en poelen, voorkomen. In Nederland zijn deze soorten algemeen tot zeer algemeen.

Soorten met een sterke voorkeur voor stilstaand water

De nog niet vermelde soorten (zie tabel) behoren tot groep c. Hiervan zijn *Cyrnus insolutus* en *Cereclea fulva* weinig algemeen. De laatste leeft obli- gaat op zoetwatersponzen.

Trichoptera (schietmotten)

	Monsterpunt				
	1	2	3	4	5
<i>Molanna angustata</i> (l.)	2	2	1	2	2
<i>Molanna angustata</i>	-	-	1	-	-
<i>Ecnomus tenellus</i> (l.)	-	-	-	1	-
<i>Lype</i> cf. <i>reducta</i> (l.)	-	-	-	1	-
<i>Tinodes waeneri</i> (l.)	-	-	-	2	2
<i>Tinodes waeneri</i>	-	-	-	3	-
<i>Polycentropus irroratus</i> (l.)	-	-	1	-	-
<i>Cyrnus flavidus</i> (l.)	5	2	-	4	3
<i>Cyrnus flavidus</i>	-	-	1	-	-
<i>Cyrnus trimaculatus</i> (l.)	1	-	1	4	1
<i>Cyrnus trimaculatus</i>	-	-	-	1	-
<i>Cyrnus insolutus</i> (l.)	-	-	1	-	-
<i>Cyrnus insolutus</i>	-	-	1	-	-
<i>Phryganea bipunctata/grandis</i> (l.)	1	-	1 [*]	3	1 [*]
<i>Limnephilus rhombicus</i> (l.)	5	-	5 [*]	-	5 [*]
<i>Limnephilus lunatus</i> (l.)	-	1	1	-	-
<i>Limnephilus flavicornis/marmoratus</i> (l.)	1	-	-	-	-
<i>Limnephilus spec.</i> (juv. l.)	1	1	-	-	-
<i>Anabolia nervosa</i> (l.)	-	4	5	4	-
<i>Cereclea fulva</i> (l.)	-	-	-	3	-
<i>Oecetis lacustris</i> (l.)	-	1	-	1	-
<i>Athripsodes aterrimus</i> (l.)	4	-	1	3	-
<i>Athripsodes aterrimus</i>	-	1	2	-	-
<i>Mystacides longicornis</i> (l.)	-	1	-	1	-
<i>Mystacides nigra</i> (l.)	-	1	1	1	-
<i>Mystacides longicornis/nigra</i> (l.)	4	-	-	2	1
<i>Mystacides</i>	-	1	1	-	-
<i>Triadenodes bicolor</i> (l.)	-	1	1	1	-
<i>Triadenodes bicolor</i>	-	1	1	-	-

LEPIDOPTERA (VLINDERS)

Op enkele punten werden rupsen gevonden van het algemene kroosmotje. De huisjes van de rups bestonden uit klein kroos.

Lepidoptera (vlinders)

	Monsterpunt				
	1	2	3	4	5
Cataclysta lemnata (l.)	-	-	1	2	-

HETEROPTERA (WANTSEN)

Op het kanaal werden zes soorten oppervlaktewantsen gevangen. Alleen de zeer algemene *Gerris lacustris* was talrijk (zie tabel). Het voorkomen van *velia caprai* is interessant, omdat deze soort een voorkeur heeft voor stromend water.

Ook de waterwantsen waren door zes soorten vertegenwoordigd. Geen der soorten bereikte hoge aantallen. Het meest frequent werd de waterschorpioen (*Nepa rubra*) gevonden. Deze trage, in ondiep water levende soort is gemakkelijk te bemachtigen. De overige soorten zijn goede zwemmers, waardoor ze gemakkelijk in staat zijn het schepnet te ontwijken. Alleen van de kleine *Micronecta* werden op punt 1 meer dan tien exemplaren gevonden.

Heteroptera (wantsen)

	Monsterpunt				
	1	2	3	4	5
<i>Hydrometra stagnorum</i>	-	1	2	1	1
<i>Mesovelia furcata</i>	1	-	-	-	-
<i>Velia caprai</i>	-	1	1	-	-
<i>Microvelia reticulata</i>	3	-	-	1	-
<i>Gerris argentatus</i>	1	-	-	-	-
<i>Gerris lacustris</i>	-	2	4	-	4
<i>Gerris</i> (n.)	3	3	4	-	4
<i>Nepa rubra</i> (n.)	-	1	2	2	2
<i>Nepa rubra</i>	1	-	1	-	1
<i>Notonecta glauca</i>	-	-	-	-	1
<i>Notonecta</i> (n.)	-	1	1	-	-
<i>Micronecta</i> (n.)	3	-	-	-	-
<i>Callicorixa concinna</i>	1	-	-	-	-
<i>Sigara striata</i>	1	1	-	-	-
<i>Sigara falleni</i>	1	-	-	-	-

ODONATA (LIBELLEN)

Nymphen van de algemene soorten *Pyrrhosoma nymphula* en *Ischnura elegans* waren over het gehele onderzochte gedeelte van het kanaal aanwezig. Alleen op punt 1 werden grotere aantallen gevonden. Hier kwamen ook vrij veel nymphen voor van de juffer *Coenagrion*.

Odonata (libellen)

	Monsterpunt				
	1	2	3	4	5
<i>Sympetrum cf. sanguineum</i> (n.)	-	-	1	-	-
<i>Pyrrhosoma nymphula</i> (n.)	4	1	1	1	1
<i>Ischnura elegans</i> (n.)	3	-	1	1	1
<i>Coenagrion</i> (n.)	3	-	-	-	-
<i>Zygoptera spec.</i> (n.)	1	-	1	-	-

DIPTERA (TWEEVLEUGELIGEN)

TABANIDAE, LIMNOBIIDAE EN SCIOMYZIDAE

Vertegenwoordigers van deze families werden slechts incidenteel in zeer laag aantal verzameld.

Tabanidae, Limnobiidae en Sciomyzidae

	Monsterpunt				
	1	2	3	4	5
Tabanidae (l.) (dazen)	1	-	1	-	-
Limnobiidae (l.) (langpootmuggen)	1	-	1	-	-
Sciomyzidae (pop)	-	-	1	-	-

DIXIDAE EN TIPULIDAE (LANGPOOTMUGGEN)

Van deze muggenfamilies werden in totaal drie soorten gevonden in zeer gering aantal. De beide gevonden *Dixella*-soorten zijn in Nederland langs oevers van stilstaande wateren zeer algemeen. *Tipula lateralis* is zeer algemeen. De larven van deze langpootmug leven ingegraven in de oevers van zowel stilstaand als stromend water. Vooral op kale plekken kunnen de larven zeer talrijk zijn.

Dixidae en Tipulidae

	<i>Monsterpunt</i>				
	1	2	3	4	5
<i>Dixella aestivalis</i> (l.)	1	-	-	-	-
<i>Dixella amphibia</i> (l.)	1	-	-	-	-
<i>Tipula lateralis</i> (l.)	-	-	-	-	1

CULICIDAE (STEEKMUGGEN)

Alleen op punt 3 werden steekmuglarven, behorend tot de soort *Anopheles maculipennis* gevangen. Deze steekmug heeft in tegenstelling tot de nauwverwante *Anopheles claviger* een sterke voorkeur voor permanente, stilstaande wateren (zie Cuppen, 1980).

Culicidae (steekmuggen)

	<i>Monsterpunt</i>				
	1	2	3	4	5
<i>Anopheles maculipennis</i> (l.)	-	-	3	-	-

CERATOPOGONIDAE (KNUTTEN), PSYCHODIDAE (MOTMUGJES) EN CHAOBORIDAE (PLUIMMUGGEN)

Van de families van de pluimmuggen en motmugjes werden slechts enkele exemplaren gevangen op punt 5. De van zoöplankton levende knuttelarven werden daarentegen in het gehele onderzochte gedeelte van het kanaal gevonden.

Ceratopogonidae, Psychodidae en Chaoboridae

	<i>Monsterpunt</i>				
	1	2	3	4	5
<i>Ceratopogonidae</i> (l.) (knutten)	1	-	4	2	1
<i>Psychodidae</i> (l.) (motmugjes)	-	-	-	-	1
<i>Chaoboridae</i> (pop) (pluimmuggen)	-	-	-	-	1

CHIRONOMIDAE (VEDERMUGGEN)

Tanypodinae

Van de subfamilie Tanypodinae werden zes soorten gevonden. Hiervan is vooral de vondst van *Macropelopia* op punt 2 zeer opmerkelijk, daar soorten van dit geslacht slechts onder zeer bijzondere omstandigheden (duinplassen) in stilstaand water voorkomen (Moller Pillot, 1978).

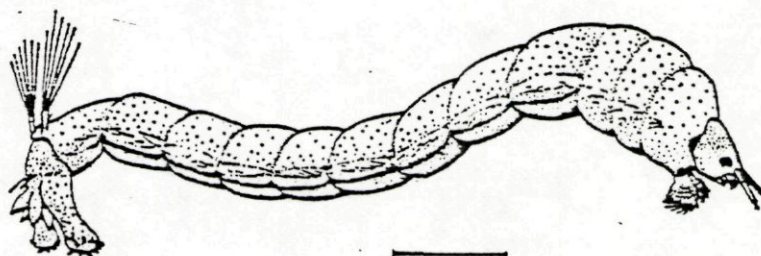
Tanypodinae

	Monsterpunt				
	1	2	3	4	5
<i>Clinotanypus nervosus</i> (l.)	1	-	-	-	-
<i>Procladius</i> (l.)	1	2	2	2	2
<i>Macropelopia</i> (l.)	-	2	-	-	-
<i>Xenopelopia</i> (l.)	-	1	-	-	1
<i>Paramerina cingulata</i> (l.)	-	1	-	-	1
<i>Ablabesmyia longistyla</i> (l.)	-	-	-	3	2

Chironominae

De subfamilie Chironominae vormt met 21 soorten in het kanaal de soortenrijkste groep van de vedermuggen. Hieronder bevinden zich enkele zeldzame soorten, namelijk *Tribelos intextus*, *Paracladopelma laminata* agg., *Demicroptochironomus vulneratus*, *Demeyera rufipes* en *Stempellina bausei*. Hiervan is *P. laminata* agg. voornamelijk uit stromend water bekend. De in stromend water algemene *Paratendipes* gr. *albimanus* - die alleen op punt 3 werd gevonden - was tot nu toe in Nederland nog nooit eerder in stilstaand water gevonden (mondelijke mededeling Moller Pillot). Uitgezonderd *S. bausei* werden al deze soorten op punten met een goede tot zeer goede waterkwaliteit gevonden.

D. rufipes komt in een zeer apart micromilieu voor. Zij leeft namelijk alleen in zoetwatersponzen. Normaal worden volgens Repko en Sinkeldam (1981) slechts weinig exemplaren bij elkaar gevonden. Alleen in een kwalitatief zeer goed tichelgat in het gebied De Mijntjes bij Terwolde, vonden zij 50 exemplaren in één spons. Onderzoek van één spons op punt 4 leverde 79 larven en enkele poppen op.



Clinotanypus nervosus (l.)

Chironominae

	<i>Monsterpunt</i>				
	1	2	3	4	5
<i>Endochironomus albipennis</i> (1.)	5	-	-	4	4
<i>Endochironomus tendens</i> (1.)	1	-	1	1	-
<i>Glyptotendipes</i> (1.)	2	-	-	4	5
<i>Polypedilum</i> gr. <i>nubeculosum</i> (1.)	1	2	1	2	-
<i>Polypedilum</i> gr. <i>sordens</i> (1.)	2	-	-	3	3
<i>Microtendipes chloris</i> agg. (1.)	3	2	2	4	2
<i>Tribelos intextus</i> (1.)	-	4	1	-	-
<i>Cryptochironomus</i> (1.)	-	1	-	-	1
<i>Paracladopelma laminata</i> agg. (1.)	-	1	1	-	-
<i>Phaenopsectra</i> (1.)	-	1	1	3	3
<i>Paratendipes</i> gr. <i>albimanus</i> (1.)	-	-	1	-	-
<i>Chironomus</i> (1.)	-	-	1	-	-
<i>Parachironomus</i> gr. <i>arcuatus</i> (1.)	-	-	-	1	2
<i>Demicryptochironomus vulneratus</i> (1.)	-	-	-	1	-
<i>Dicrotendipes</i> gr. <i>nervosus</i> (1.)	-	-	-	2	2
<i>Dicrotendipes</i> gr. <i>notatus</i> (1.)	-	-	-	-	1
<i>Demeyerea rufipes</i> (1.)	-	-	-	5	-
<i>Cryptocladopelma</i> gr. <i>lateralis</i> (1.)	-	-	-	-	1
<i>Cladotanytarsus</i> (1.)	1	-	-	-	-
<i>Tanytarsini</i> spec. (1.)	-	2	2	-	-
<i>Stempellina bausei</i> (pop)	-	-	-	-	1

Orthoclaadiinae

Van de subfamilie *Orthoclaadiinae* werden alleen *Corynoneura* en *Cricotopus* in grote getale (zie tabel) op alle monsterpunten aangetroffen. Van de overige soorten werden lokaal slechts enkele exemplaren gevangen. Twee hiervan zijn zeldzaam in Nederland, namelijk *Heterotrissocladius marcidus* en *Heterotanytarsus apicalis*. Ze waren in Nederland tot nu toe alleen maar uit stromend water bekend (mondelijke mededeling Moller Pillot). Ook *Prodiamesa olivacea*, die op de punten 2 en 3 werd gevonden, is hoofdzakelijk uit stromend water bekend. Het voorkomen van de laatstgenoemde drie soorten vormt eens te meer een duidelijk bewijs voor de goede zuurstofhuishouding.

Orthocladiinae

	<i>Monsterpunt</i>				
	1	2	3	4	5
<i>Corynoneura</i> (l.)	3	2	4	1	1
<i>Prodiamesa olivacea</i> (l.)	-	1	1	-	-
<i>Limnophyes</i> (l.)	1	1	-	1	-
<i>Cricotopus</i> gr. <i>sylvestris</i> (l.)	1	-	-	1	-
<i>Cricotopus</i> gr. <i>cylindraceus/festivellus</i> (l.)	-	-	-	1	-
<i>Cricotopus</i> spec. (l.)	-	1	5	3	1
<i>Nanocladius bicolor</i> (l.)	-	-	-	1	-
<i>Psectrocladius</i> gr. <i>sordidellus/limbatellus</i> (l.)	-	1	-	-	-
<i>Heterotrissocladus marcidus</i> (l.)	-	-	1	-	-
<i>Heterotanytarsus apicalis</i> (l.)	-	-	1	-	-

CHIRONOMIDAE; ALGEMEEN

Binnen de stilstaande, grotere wateren zoals meren en plassen, is een reeks soorten kenmerkend voor water van goede kwaliteit met een stabiele zuurstofhuishouding: de zogenaamde "Harnischia-combinatie" (Moller Pillot en Krebs, 1981). Karakteristiek voor deze combinatie is vooral het naast elkaar voorkomen van enerzijds een aantal "kritische" stilstaand watersoorten, anderzijds een groep soorten, die verder in Nederland alleen maar uit stromend water bekend is. De vedermuggenfauna op de monsterpunten 2, 3 en 4 moet tot de Harnischia-combinatie worden gerekend (mondelijke mededeling Moller Pillot). Aangetroffen kensoorten zijn *Demicryptochironomus vulneratus* en *Nanocladius bicolor*. Differentiërende soorten zijn *Paracladopelma laminata*, *Tribelos intextus*, en *Prodiamesa olivacea*. Verder duiden de onderzoeksresultaten uit het Apeldoornsch Kanaal erop, dat ook *Macropelopia*, *Paratendipes* gr. *albimanus*, *Heterotrissocladus marcidus* en *Heterotanytarsus apicalis* als differentiërende soorten voor de Harnischia-combinatie kunnen worden opgevat.

ARANEAE (SPINNEN)

In Nederland komt slechts één in het water levende spin voor: de waterspin. In stilstaand, helder, weinig vervuild water kan deze soort zeer talrijk zijn. Ook vrij zuur water, zoals het water van vennen, wordt niet gemeden. De waterspin werd alleen op punt 1 gevonden.

Araneae (spinnen)

	<i>Monsterpunt</i>				
	1	2	3	4	5
<i>Argyroneta aquatica</i>	2	-	-	-	-

VERTEBRATA; PISCES (VISSSEN)

Op monsterpunt 3 werden enkele jonge snoeken en baarzen waargenomen.

4.4. WETENSCHAPPELIJKE BETEKENIS VAN DE GEVONDEN MACROFAUNA

Het onderzochte gedeelte van het Apeldoornsch Kanaal en wel zeer in het bijzonder het gedeelte tussen de Loenense Brug en de Woudwegbrug is van zeer grote hydrobiologische betekenis, omdat er een groot aantal soorten is gevonden, dat kenmerkend is voor grotere stilstaande wateren, stromend water of beide genoemde watertypen. Zo'n fenomeen is in een stilstaand water van dergelijk relatief geringe dimensies zoals het Apeldoornsch Kanaal, nog nergens anders in Nederland geconstateerd. Veel van de gevonden diersoorten zijn bovendien zeldzaam in Nederland. Twee ervan, de waterkevers *Oulimnius major* en *Oulimnius rivularis*, zijn zelfs nieuw voor Nederland en tevens voor de Noordwesteuropese laagvlakte (zie hoofdstuk 3.3). Tot de voor grotere, stilstaande wateren karakteristieke soorten behoren de platwormen *Bdellocephala punctata*, *Dugesia tigrina* en *Planaria torva* en verder de waterkevers *Noterus clavicornis*, *Ilybius fenestratus* en *Oulimnius troglodytes*.

Tot de soortengroep die enerzijds kenmerkend is voor stromend water en anderzijds voor grotere stilstaande wateren behoren de waterslakken *Viviparus viviparus* en *Ancylus fluviatilis*, het erwtemosseltje *Pisidium henslowanum*, de haft *Caenis moesta*, de waterkevers *Platambus maculatus*, *Stictotarsus duodecimpustulatus* en *Potamonectes depressus elegans*, de kokerjuffers *Tinodes waeneri*, *Lype cf. reducta*, *Polycentropus irroratus*, *Cyrnus trimaculatus* (?), *Molanna angustata*, *Ecnomus tenellus* en *Anabolia nervosa* en de vedermuggen *Paracladopelma laminata* agg., *Prodiamesa olivacea*, *Demicryptochironomus vulneratus* en *Macropelopia*.

Tot één van de beide bovengenoemde groepen behoren verder de waterkevers *Oulimnius major* en *Oulimnius rivularis*. Een definitieve classificatie is echter pas mogelijk als meer onderzoeksgegevens over deze soorten bekend zijn.

Verder zijn er nog enkele soorten gevonden, die in Nederland tot nu toe alleen uit stromend water bekend waren. Dit zijn de vedermuggen *Paratendipes gr. albimanus*, *Heterotanytarsus apicalis* en *Heterotrissocladius marcidus*.

De grootste concentratie bijzonderheden werd gevonden in het met waterplanten begroeide gedeelte bij de monding van de Veldhuizenerspreng. Op grond van de verzamelde hydrobiologische gegevens moet dit als uniek worden beschouwd.

5. LITERATUUR

- Berthélemy, C., 1979. Elmidae de la région paléarctique occidentale: systématique et répartition (Coleoptera Dryopoidea). *Annls Limnol.*, 15(1): 1-102.
- Brakman, P.J., 1966. Lijst van Coleoptera uit Nederland en het omliggende gebied. *Monografieën Ned. ent. Vereen.*, 2:1-219.
- Broodbakker, N.W. en J. Coosen, 1981. Onderzoek naar de macrofauna van de "Vereenigde Harger en Pettemerpolder" (een brakwatergebied in Noord-Holland). Instituut voor Taxonomische Zoölogie. Universiteit van Amsterdam. *Verslagen en Technische Gegevens*, 29:1-39.
- Cuppen, H.P.J.J., 1977. Een beschrijving van de vegetaties langs het Apeldoornsch Kanaal en een beoordeling van de waterkwaliteit hiervan aan de hand van de macrofauna. *Rapport Regionale Milieuraad Oost-Veluwe*. 28 pp.
- Cuppen, H.P.J.J., 1980. De macrofauna in een aantal droogvallende- en permanente stilstaande wateren in het ruilverkavelingsgebied Brummen-Voorst. *Rapport Regionale Milieuraad Oost-Veluwe*. 112 pp.
- Dresscher, Th.G.N. en H. Engel, 1960. De Nederlandse bloedzuigers (Hirudinea). *Wet. Meded. K.N.N.V.*, 39:1-60.
- Drost, B. en M. Schreijer, 1978. *Waterkevertabel*. Jeugdbondsuitgeverij. 222 pp.
- Edington, J.M. and A.G. Hildrew, 1971. A key to the caseless caddis larvae of the British Isles with notes on their ecology. *Freshw. Biol. Ass. Sci. Publ.*, 43:1-91.
- Elliott, J.M., 1977. A key to British freshwater Megaloptera and Neuroptera. *Freshw. Biol. Ass. Sci. Publ.*, 35:1-52.
- Elliott, J.M. and K.H. Mann, 1979. A key to the British freshwater leeches with notes on their life cycles and ecology. *Freshw. Biol. Ass. Sci. Publ.*, 40:1-72.
- Freude, H., K.W. Harde und G.A. Lohse., 1971. *Die Käfer Mitteleuropas*. Band 3. Goecke und Evers, Krefeld. 365 pp.
- Freude, H., K.W. Harde und G.A. Lohse., 1979. *Die Käfer Mitteleuropas*. Band 6. Goecke und Evers, Krefeld. 367 pp.
- Galewski, K., 1971. A Study on morphobiotic adaption of European species of the Dytiscidae (Coleoptera). *Pol. Pismo Ent.*, 61 (3):487-702.
- Gijsen, M.E.A. van, en T.H.L. Claassen, 1978. *Biologisch wateronderzoek: macrofyten en macrofauna*. Een onderzoek in het kader van het milieuonderzoek ten behoeve van het Integraal Structuurplan voor het Noorden des Lands. *Deelrapport 2*. R.I.N., Leersum. 121pp + 5 aanhangsels + 12 bijlagen.
- Hartog, C. den, 1959. *Dugesia tigrina*, an immigrant triclade in the Netherlands. *Biol. Jaarb. Dodonaea*, 27:68-72.
- Hartog, C. den, 1962. De Nederlandse platwormen (Tricladida). *Wet. Meded. K.N.N.V.*, 42:1-40.
- Haslam, S.M., C.A. Sinker and P.A. Wolseley, 1975. British water plants. *Fld. Stud.*, 4:243-351.

- Heukels, H. en S.J. van Ooststroom, 1977. Flora van Nederland. Wolters-Noordhoff, Groningen. 925 pp.
- Holland, D.G., 1972. A key to the larvae, pupae and adults of the British species of Elminthidae. Freshw. Biol. Ass. Sci. Publ., 26:1-58.
- Jackson, D.J., 1952. Observations on the capacity for flight of water beetles. Proc. R. ent. Soc. London (A), 27:57-70.
- Janssen, A.W. en E.F. de Vogel, 1965. Zoetwatermollusken van Nederland. Uitgave N.J.N., Amsterdam. 160 pp.
- Janssens, E., 1960. Nouvelle campagne hydrobiologique en Grèce (Mai-Juin 1959). Etudes sur les Coléoptères hydrobates II. Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg., 36 (45):1-26.
- Knie, J., 1976. Zur Synökologie der Käferfauna in ausgewählten Fließgewässern des Rheinischen Schiefergebirges mit statistisch-morphometrischen und autökologischen Untersuchungen an der Gattung *Elmis* Latreille 1798 (Coleoptera). Dissertation, Bonn. 172 pp.
- Learner, M.A., G. Lockhead and B.D. Hughes, 1978. A review of the biology of British Naididae (Oligochaeta) with emphasis on the lotic environment. Freshwat. Biol., 8:357-375.
- Macan, T.T., 1970. A key to the nymphs of the British species of Ephemeroptera with notes on their ecology. Freshw. Biol. Ass. Sci. Publ., 20:1-64.
- Macan, T.T., 1977. A key to the British fresh- and brackish-water gastropods with notes on their ecology. Freshw. Biol. Ass. Sci. Publ., 13:1-44.
- Middelkoop, I. van en T. Croonen, 1977. Een inventarisatie van de littorale macrofauna van het Haarsteegse Wiel (gemeente Vlijmen). Laboratorium voor Aquatische Oecologie. Katholieke Universiteit Nijmegen. Doctoraalverslag 60:1-47.
- Moller Pillot, H.K.M., 1971. Faunistische beoordeling van de verontreiniging in laaglandbeken. Dissertation, Tilburg. 286 pp.
- Moller Pillot, H.K.M., 1978. Tanypodinae: In: de larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera). Nederl. Faun. Meded., 1:1-105.
- Moller Pillot, H. en B. Krebs, 1981. Concept van een overzicht van de oekologie van chironomidelarven in Nederland. 41 pp.
- Olmi, M., 1972. The palearctic species of the genus *Dryops* Olivier (Coleoptera, Dryopidae). Boll. Mus. Zool. Univ. Torino, 5:69-132.
- Pattee, E., C. Lascombe and R. Delolme, 1973. Effects of temperature on the distribution of turbellarian Triclad: 201-207. In: W. Wieser (ed.): Effects of temperature on ectothermic organisms. Springer - Verlag, Berlin.
- Pickavance, J.R., 1968. The ecology of *Dugesia tigrina* (Girard) an American immigrant planarian. Thesis, Liverpool.
- Recreatiegemeenschap Veluwe, 1978. Apeldoorns Kanaal. Ontwikkelingsmodellen landschap en recreatie. 37 pp.
- Repko, F.F. en J.A. Sinkeldam, 1981. Hydrobiologisch onderzoek in twee tichelgaten van het C.R.M.-reservaat de Mijntjes (Terwolde). Plankton, macrofauna en fysisch-chemische factoren. R.I.N.-rapport, Arnhem, Leersum en Texel. 133 pp.

- Reynoldson, T.B., 1978. A key to the British species of freshwater triclads. *Freshw. Biol. Ass. Sci. Publ.*, 23:1-31.
- Roelofs, J.G.M. en G. van der Velde, 1981. Waterplanten en hun milieu. *Groei en Bloei*, 5:29-30.
- Seeger, W., 1971a. Autökologische Laboruntersuchungen an Halipliden met zoogeographischen Anmerkungen (Haliplidae, Coleoptera). *Arch. Hydrobiol.*, 68 (4):528-574.
- Seeger, W., 1971b. Die Biotopwahl bei Halipliden, zugleich ein Beitrag zum Problem der syntopischen (sympatrischen s.str.) Arten (Haliplidae, Col.). *Arch. Hydrobiol.*, 69(2):155-199.
- Sládeček, V. 1973. System of water quality from the biological point of view. *Arch. Hydrobiol. Beiheft* 7:1-218.
- Steffan, A.W., 1961. Vergleichend- mikromorphologische Genital-Untersuchungen zur Klärung der phylogenetischen Verwandtschaftsverhältnisse der mitteleuropäischen Dryopoiden (Col.). *Zool. Jb. Syst.*, 88(3):255-354.
- Sociografische Dienst Apeldoorn, 1967. Dempen of verruimen . Het Apeldoornse Kanaal in een vicieuse spiraal? 13 pp + 20 tabellen.
- Velde, G. van der, 1975. The immigrant triclad flatworm *Dugesia tigrina* (Girard) (Plathelminthes, Turbellaria). Range extension and ecological position in the Netherlands. *Hydrobiological Bulletin*, 9(3):123-130.
- Wesenberg-Lund, C., 1943. *Biologie der Süßwasserinsekten*. Kopenhagen. 682 pp.
- IJzerman, A.J., 1979. Sprengen en sprengenbeken op de Veluwe; een onderzoek naar beheer, onderhoud en watervoorziening in historisch perspectief. Doctoraalverslag no. 414. Vakgroep Natuurbeheer, L.H. Wageningen en Commissie Bestudering Waterhuishouding Gelderland, Arnhem. 122 pp.
- Zuiveringsschap Veluwe, 1980. De kwaliteit van het oppervlaktewater in 1980. 30 pp + 4 bijlagen.

BIJLAGE 1.

Korte beschrijving van de hydrobiologische monsterpunten.

1. Laag Soeren; Broekdijkbrug; 29-09-1981; Waterdiepte: 5-40 cm; Bodem: zand, grint (locaal), slib en grof organisch materiaal; Waterplanten: smalbladige waterpest (zeer weinig) en kikkerbeet (minder dan 5% van bemonsterd oevergedeelte); Oeverplanten: riet (60%), liesgras (5%), oeverzegge (5%) en pluimzegge (zeer weinig).
2. Loenen; Loenense Brug; 24-07-1981; Waterdiepte: 0-80 cm; Bodem: zand en grint (locaal vlak onder oever), slib; Waterplanten: drijvende waterweegbree (5%), teer vederkruid (10%), gewone waterranonkel (25%), smalbladige waterpest (25%) en bronmos (weinig); geen riet of zegge tot in water groeiend.
3. Loenen; Alba-fabriek tegenover kilometerpaal 13.1; 15-07-1981; Waterdiepte: 0-85 cm; Bodem: zand, lokaal bedekt met dunne sliblaag; Waterplanten: gewone waterranonkel (20%), haaksterrekroos (5%), smalbladige waterpest (40%) en het kranwier *Nitella flexilis* (weinig); Oeverplanten: riet.
4. Oosterhuizen; Oosterhuizerbrug; 18-08-1981; Waterdiepte: 0-80 cm; Bodem: zand en bakstenen (locaal langs oever), slib en grof organisch materiaal; Waterplanten: kikkerbeet en klein kroos (25%); Oeverplanten (in water): liesgras (30%), riet (30%); breedbladige lisdodde (5%), verder sporadisch veenwortel, gele lis en waterzuring.
5. Apeldoorn; Brug E 8; 26-08-1981; Waterdiepte: 0-90 cm; Bodem: fijn grint en zand (locaal), slib en grof organisch materiaal (tussen riet); Waterplanten: klein kroos (5%) en verder sporadisch kikkerbeet, sterrekroos en smalbladige waterpest; Oeverplanten (in water): riet (50%), liesgras (10%) en sporadisch breedbladige lisdodde en waterscheerling.

Tabel 3. Resultaten van de biologische waterkwaliteitsbeoordeling in het Apeldoornsch Kanaal

	Monsterpunt				
	1	2	3	4	5
Indicatoren voor slechte waterkwaliteit (groep 2)					
Tubificidae	3	3	2	4	4
Indicatoren voor matige waterkwaliteit (groep 3)					
Erpobdella octoculata	3	-	-	-	5
Erpobdella testacea	4	1	2	4	2
Glossiphonia complanata	4	1	1	2	4
Glossiphonia heteroclita	3	-	-	3	4
Helobdella stagnalis	-	-	-	-	5
Theromyzon tessulatum	1	-	-	1	1
Hemiclepsis marginata	1	-	-	1	2
Piscicola geometra	1	-	-	-	2
Glyptotendipes	2	-	-	4	5
Clinotanypus nervosus	1	-	-	-	-
Dicrotendipes gr. nervosus	-	-	-	2	2
Parachironomus gr. arcuatus	-	-	-	1	2
Endochironomus albipennis	5	-	-	4	4
Indicatoren voor goede waterkwaliteit (groep 4)					
Bdellocephala punctata	-	-	-	1	1
Ancyclus fluviatilis	-	-	-	2	1
Caenis	4	-	2	4	2
Potamonectes depressus	-	-	-	1	-
Proasellus meridianus	4	4	5	4	4
Anabolia nervosa	-	4	5	4	-
Ecnomus tenellus	-	-	-	1	-
Cyrnus trimaculatus	1	-	1	4	1
Cyrnus insolutus	-	-	1	-	-
Ceraclea	-	-	-	3	-
Tinodes waeneri	-	-	-	2	2
Sisyra	-	-	-	5	1
Cryptochironomus	-	1	-	-	1
Tribelos intextus	-	4	1	-	-
Paratendipes gr. albimanus	-	-	1	-	-
Demeyerea rufipes	-	-	-	5	-
Nanocladius bicolor	-	-	-	1	-
Macropelopia	-	2	-	-	-
Paramerina cingulata	-	1	-	-	1

Vervolg tabel 3.

	<i>Monsterpunt</i>				
	1	2	3	4	5
Indicatoren voor zeer goede waterkwaliteit (groep 5)					
Oulimnius	2	1	5	5	-
Stictotarsus duodecimpustulatus	1	2	3	2	-
Platambus maculatus	-	1	3	2	1
Lype	-	-	-	1	-
Polycentropus irroratus	-	-	1	-	-
Demicryptochironomus vulneratus	-	-	-	1	-
Prodiamesa olivacea	-	1	1	-	-
Heterotrissocladus marcidus	-	-	1	-	-
Paracladopelma laminata agg.	-	1	1	-	-
Stempellina	-	-	-	-	1

	<i>Monsterpunt</i>				
	1	2	3	4	5
K12345	330	393	424	375	318
Waterkwaliteitsklasse	3	4	5	4	3