Onderzoek naar de invloed van gierlozing op de macrofauna van enige wateren bij Asten (N.Brabant)

Juli 1972 t/m maart 1973.

door

L.A.Kajim

Doctoraal-onderwerp van de R.U.Utrecht.

Landbouwhogeschool
Afd.Natuurbeheer en -behoud
Wageningen.

onder auspiciën van
Prof.Dr.M.F.Mörzer Bruyns

Project ALH. 72.32 LH/NB nr.

Intern rapport van het Rijksinstituut
voor Natuurbeheer, Afd. Hydrobiologie,

Projectleider: Drs.L.W.G.Higler,

Overname van gegevens alleen na overleg met bovengenoemde projectleider.

Voorwoord.

Prof. Dr. M.F. Mörzer Bruyns ben ik dankbaar dat hij mij in de gelegenheid heeft gesteld in het kader van Natuurbehoud/Natuurbeheer een doctoraal onderwerp te bewerken.
Ook de heer L.W.G. Higler van de afdeling Hydrobiologie van het R.I.N. ben ik zeer erkentelijk. Hij maakte de praktische uitvoering van dit onderwerp bij de afdeling Hydrobiologie te Austerlitz mede mogelijk. Zijn kennis en inzicht zijn mij vele malen tot steun geweest.
Ir. J.H.A.M. Steenvoorden van het I.C.W. te Wageningen leverde een onmisbare bijdrage door het beschikbaar stellen van de chemische gegevens. Hij hielp ons tevens bij een juiste interpretatie van de verschillende chemische faktoren.
Tenslotte wil ik de heer Hoekstra hartelijk danken voor zijn gewaardeerde steun bij de bemonsteringen. Zijn opgeruimde geest en zijn behulpzaamheid dwingen mij groot respect af.

Inhoud.

1. Inleiding 1
2. Materiaal en Methode 2
3.1. Koper (Literatuurstudie) 5
3.2. Koper (Laboratoriumexperimenten). 10
4. Resultaten van macrofaunistisch en chemisch veldonderzoek . 12
4.1. Toelichting bij de tabellen en grafieken 12
4.2. Overzicht van de soorten 14
4.3. Overzicht van de macrofaunabemonstering 16
4.4. Vergelijkende bemonstering (jan. 1973, pt. 1 en 2) 25
4.5. Aantalsverloop van muggelarven en wormen (oligochaeta) . . 26
4.6. Indeling van de monsterpunten vgl. Sládacek 29
4.7. Chemische faktoren (punt 1 en 8) 30
4.8. Gemiddelde waarden van de belangrijkste chem. faktoren . . 34
4.9. Koperbepalingen in slib en organismen 36
4.10. Chemische bemonstering van afvalwater van een mesterij . . 38
4.11. Zuurstofgehalten tijdens 24-uurs bemonsteringen 39
4.12. Overige gegevens van de 24-uurs bemonsteringen 41
4.13. Fysische gegevens van dagelijkse bemonstering in de periode van 24 februari - 2 maart 1973 42
5. Discussie 43
6. Samenvatting en conclusies 50
7. Literatuur 53

1. Inleiding.

Het oppervlaktewater wordt in toenemende mate verontreinigd. Een van de verontreinigende faktoren is gier, het vloeibare effluent van dierlijke mest. Gier wordt, ondanks een wettelijk verbod, hier en daar nog steeds op het oppervlaktewater geloosd. Dat vooral de gebieden met grote concentraties van bio-industrieën (West-Veluwe, Oost-Brabant) de probleemgebieden zijn, behoeft geen betoog. Daar wordt immers veel meer mest geproduceerd dan nodig is voor het land ter plaatse. Aangezien een goedkope wijze van eliminatie van de mestoverschotten nog niet gevonden is, is lozen een van de gebruikelijke "oplossingen". Het was reeds bekend, dat frekwente gierlozingen een desastreus effekt hebben op het leven in het desbetreffende water. Om een genuanceerd beeld van dat effekt te verkrijgen, is een diepgaand onderzoek nodig van de chemische veranderingen in het water en van de invloed op de fauna. Deze beide faktoren tegelijk onderzoeken is dan het meest ideaal. Deze gelegenheid deed zich voor toen het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding te Wageningen in 1971 met een chemische bemonstering begon in één van die probleemgebieden, n.l. Oost-Brabant. In december 1971 is daarom ook begonnen met een maandelijkse macrofaunabemonstering. De monsters zijn genomen in een aantal waterlopen in het stroomgebied van de Astense Aa (Gemeente Deurne). De chemische- en macrofaunabemonsteringen zijn op dezelfde plaatsen en op gelijke tijden uitgevoerd. De eerste periode van het onderzoek, waarin de macrofaunabemonstering is verricht door J.F. Groeman, is inmiddels afgesloten met een rapport (R.I.N.-rapport najaar 1972). De tweede periode van het onderzoek door rapporteur is afgesloten in maart 1973.

Het is in de loop van het onderzoek gebleken dat het moeilijk is een direkt verband te leggen tussen de resultaten van bovengenoemd chemisch onderzoek en van het macrofaunistisch onderzoek. Er is een aantal eenvoudige experimenten in het R.I.N.-laboratorium uitgevoerd om de invloed van één faktor, namelijk koper, op verschillende diersoorten te onderzoeken. Koper, dat groeibevorderend kan werken, wordt in de vorm van kopersulfaat aan het varkensmeel toegevoegd en komt door mest en urine grotendeels in het milieu terecht. Het was reeds bekend dat het hier uitsluitend de lozing van varkensgier betrof.
Tevens is over koper literatuurstudie verricht. De opzet van de proeven en de resultaten ervan, zullen samen met de resultaten van het literatuuronderzoek in een apart hoofdstuk worden vermeld. (H.3.)

2. Materiaal en methode.

Om de resultaten van de eerste en de tweede periode van het onderzoek te kunnen vergelijken, is de werkwijze zoveel mogelijk gelijk gehouden. Gedurende de gehele periode zijn de monsters op precies dezelfde plaatsen genomen. Er waren 8 monsterpunten (later 9, zie kaart). De macrofaunamonsters zijn genomen met behulp van een schepnet van nylongaas met een maaswijdte van 1,5 mm en een opening met een oppervlakte van $\pm$ 600 cm^2. Dit schepnet is over een afstand van 4 meter schokkend over de bodem bewogen, zodat de bovenste laag van het bodemmateriaal is meegenomen. Na oppervlakkig spoelen is het monster in een plastic emmertje gedaan en meegenomen om op het laboratorium te worden uitgezocht. Vóór het uitzoeken is het monster zo goed mogelijk gespoeld, zodat alle slib en zand verwijderd is. Het spoelen is met behulp van een zeef met een maaswijdte van 1,5 mm gedaan, zodat globaal genomen alle organismen groter dan 2 mm in het onderzoek zijn betrokken. Daarna is het monster in witte plastic bakken onder een goede belichting op 't oog uitgezocht. De Oligochaeta en de Chironomidae werden levend bewaard tot ze gedetermineerd waren. De rest van de organismen werd in alcohol 70% bewaard. De organismen zijn zoveel mogelijk gedetermineerd tot op de soort. De aantallen oligochaeten zijn vaak zo groot, dat het gezien de beschikbare tijd niet mogelijk is alle exemplaren onder de microscoop te bekijken, hetgeen voor determinatie op soortsniveau nodig is. De laatste maanden van het onderzoek is volstaan met het tellen van het totaal aantal. Van de met behulp van de stereomicroscoop te scheiden soorten zijn een aantal vertegenwoordigers onder de microscoop bekeken. Daarna is een schatting gemaakt van de verdeling van de aantallen over de verschillende soorten. Bij wijze van contrôle is nog een aantal willekeurige individuen onder de microscoop bekeken.

Door de grote aantallen, waarmee oligochaeten vaak in de monsters aanwezig zijn, is het uitzoeken een zeer tijdrovend karwei. Daarom zijn verschillende methoden geprobeerd om het verzamelen uit het monster van deze organismen te vereenvoudigen. De volgende methode geeft redelijke resultaten: In een zeef wordt een klein beetje bodemmateriaal gedaan. De zeef wordt in een emmer water gehangen, zodat het materiaal juist het water raakt. Boven de emmer wordt een bureaulamp geplaatst, zodat de kap van de lamp op de opening van de emmer valt. Licht en warmte drijven de wormpjes uit het bodemmateriaal, zodat ze in de emmer terechtkomen.

Soms bevatte een monster zoveel organismen (bijvoorbeeld van punt 7), dat het precies uitzoeken van het monster teveel tijd zou kosten. Dan werd een deel van het monster precies uitgezocht en de organismen hierin werden geteld. De rest werd globaal onderzocht op het voorkomen van soorten, die in het eerste deel nog niet waren aangetroffen. De totale aantallen werden dan berekend, waarbij werd aangenomen dat het eerst afgewogen gedeelte, wat de hoeveelheden per soort betreft, representatief was voor het gehele monster. (Deze berekende totale hoeveelheden zijn in de tabellen gemerkt met een sterretje).

De muggelarven zijn wat uitgebreider onderzocht dan in de vorige periode is gedaan, dit mede dankzij de nieuwe muggelarventabel van Moller Pillot. Het voorkomen van verschillende soorten muggelarven kan een indicatie zijn voor de mate van verontreiniging van het desbetreffende water. (Moller Pillot 1971).

Naast de 8 monsterpunten is gezocht naar een referentiepunt in een vergelijkbare waterloop, waar geen gier op wordt geloosd. Wat ligging en bodemsamenstelling betreft, moet zo'n punt ongeveer overeenkomen met de andere punten, zodat verschillen in de macrofaunasamenstelling veroorzaakt moeten worden door de afwezigheid van de verontreinigende faktoren. Als referentiepunt is een waterloop gekozen, die eindigt ter hoogte van monsterpunt 4, zonder ermee in verbinding te staan. Het water ervan is aanzienlijk doorzichtiger dan dat van de andere waterlopen en minder verontreinigd. De bodem bestaat uit zand en is hier en daar bedekt met een laag bladafval, hetgeen op de meeste andere punten niet het geval is. Op dit punt zijn door het I.C.W. geen chemische bepalingen gedaan. Vanaf september 1972 zijn op dit punt de macrofaunamonsters genomen.

De monsterpunten 1 en 2 liggen vlak voor een stuw. Om na te gaan of dit misschien invloed heeft op de soortensamenstelling, zijn in januari 1973 ook monsters genomen op punten, die ± 75 m voor de stuw liggen en vlak achter de stuw. (tabel no. 3, blz. 25).

Ter aanvulling van de maandelijkse chemische bemonstering is tweemaal een 24-uursbemonstering georganiseerd; de eerste in oktober 1972 en de tweede in februari 1973. Gedurende een aaneengesloten periode van 24 uur zijn met een tussentijd van ± 2 uur verschillende abiotische faktoren gemeten, nl. : (blz. 39-41)

1 - temperatuur van de lucht
2 - temperatuur van het water
3 - geleidingsvermogen van het water
4 - het zuurstofgehalte
5 - de pH.

Het zuurstofgehalte is gemeten met behulp van een elektrische zuurstofmeter. Ter contrôle van deze uitkomsten is ook enkele malen een monster meegenomen om daarin met behulp van de Winklermethode het zuurstofgehalte te bepalen.
De pH, de temperatuur van het water, het zuurstofgehalte en het geleidingsvermogen zijn gemeten in een emmer water, die voorzichtig werd gevuld. Om een beeld te krijgen van de optredende fluktuaties zijn dezelfde faktoren gedurende een week iedere dag gemeten (24 februari t/m 2 maart 1973). (tabel no. 8, bladz. 42).

3.1 Koper. (Literatuuronderzoek).

De laatste jaren wordt er veel aandacht besteed aan de zgn. zware metalen. Het probleem van hun toxische werking is pas goed onder ogen gezien, toen te grote concentraties in het milieu en het organisme slachtoffers gingen eisen, zowel onder mens als dier. Vooral naar de gevolgen van verontreiniging door kwik en lood is veel onderzoek gedaan. De hoeveelheid kwik, gevonden in dieren die aan het einde van een voedselketen staan, is soms verontrustend hoog.

Ook het element koper behoort tot deze groep van de zware metalen. Het is een element, dat door zijn "handelbaarheid" zeer algemeen wordt toegepast. Het is een metaal, dat niet uit de samenleving is weg te denken. Ter illustratie van deze algemene toepassing volgt hier een overzicht van de per jaar in Nederland toegevoerde hoeveelheden koper:

Bron:	Schatting jaarlijkse toevoer tonnen koper:
galvanotechnische industrie	200
elektrotechnische industrie	300
bovengrondse leidingen	5
apparaten + buizen van fabrieken	40
waterleidingbuizen	50
Landbouw:	
a - koperslakkenbloem gem. ± 15.000 ton	225
b - kopersulfaat gem. ± 3.000 ton	750
Totaal	1.570 ton

Het totaal verbruik in 1969 wordt geschat op ± 87.000 ton koper. Hiervan wordt 1,8% verspreid aan het milieu toegevoegd. Hierbij is nog geen rekening gehouden met de hoeveelheid koper, die o.a. de Rijn aanvoert. (in 1970: 2.900 ton koper).

In meststof:

In de industrie en in de huishouding zijn de objekten, waarin koper als zuiver metaal of als legering gebruikt wordt, legio. Ook in de landbouw is het gebruik van koperverbindingen niet te onderschatten. zo wordt koper o.a. in meststoffen verwerkt.

Het is namelijk in tegenstelling tot andere zware metalen geen systeem-vreemde stof. Integendeel, koper behoort tot de groep van sporenelementen. Bij afwezigheid ervan in de bodem kunnen deficiëntieverschijnselen optreden (bijvoorbeeld groeiremming bij landbouwgewassen). Kopergebrek kan ook aanleiding geven tot ziekteverschijnselen bij het vee. Koperbemesting vindt plaats in de vorm van kopersulfaat of van koperslakkenbloem (een afvalprodukt bij de winning van koper uit erts).

In bestrijdingsmiddelen:

Ook als bestrijdingsmiddel werden koperpreparaten gebruikt. De toepassing van koperzouten ter bestrijding van meeldauw is bepaald niet van recente datum. Deze mogelijkheid werd al ± 100 jaar geleden (bij toeval) ontdekt. In de aardappelteelt en in de fruitteelt zijn koperzouten veel als fungiciden gebruikt. Omdat de toepassing ervan echter ook minder prettige nevenwerkingen veroorzaakte, zijn de laatste jaren de koperfungiciden meer vervangen door kopervrije organische verbindingen. Hierdoor heeft het gebruik van koperpreparaten als bestrijdingsmiddel geen omvang van betekenis meer.

In veevoeder.

Zoals reeds werd opgemerkt, is koper een onmisbaar element voor plant en dier. Om te zorgen dat het vee dagelijks de benodigde hoeveelheid binnenkrijgt, wordt koper door het veevoeder gemengd. Voor enkele volwassen dieren is de dagelijkse behoefte als volgt:

koeien	50 - 70 mgr.
paarden	50 - 60 mgr.
varkens	10 - 20 mgr.
schapen	10 - 15 mgr.

Voor jonge dieren in de groei zijn deze hoeveelheden groter. Vooral varkens groeien veel harder bij toevoeging van koper aan het meel. Hoeveelheden van 150 tot 250 mg Cu per kg voer schijnen nog steeds groeibevorderend te werken, (althans bij varkens). Aangezien er de laatste jaren in Nederland bijna 10 miljoen mestvarkens per jaar geslacht worden, kan het koperverbruik gigantische vormen aannemen.

(bijvoorbeeld: in 1970/1971 is 3,85 miljoen ton mengvoeder voor varkens geproduceerd, waarin 2.500 ton $CuSO_4$ is verwerkt.)
Ook in andere takken van de bioindustrie wordt koper door het veevoeder gemengd. Dat een groot deel van dit koper (dat natuurlijk ook in de mest van dit vee voorkomt) door bemesting óf door direkte lozing rechtstreeks in het milieu c.q. oppervlaktewater terecht komt, lijdt geen twijfel. Exakte gegevens zijn niet bekend.

Hoewel koper als sporenelement onmisbaar is en zelfs in grotere hoeveelheden bij varkens groeibevorderend werkt, blijkt het voor vele andere dieren in kleinere hoeveelheden toxisch te zijn. De gevoeligheid verschilt per organisme en de mate van toxiciteit hangt sterk af van de vorm waarin koper voorkomt. Zo veelvormig als de toepassing ervan is, zo gevarieerd is ook de verschijningsvorm ervan in het milieu. Koper, dat in ionvorm het meest toxisch is, vormt gemakkelijk complexen met allerlei bestanddelen, zowel organische als anorganische. De mate van toxiciteit van deze complexen hangt af van hun stabiliteit. De componenten, waarmede het koper complexen kan vormen, kunnen van anorganische (bijvoorbeeld NH_3, CN) en organische (partikels, slibdeeltjes) aard zijn. Er zijn echter meer faktoren in het geding. Ook de temperatuur beïnvloedt de toxiciteit (toxiciteit stijgt bij temperatuursverhoging), terwijl bepaalde stoffen de toxiciteit verhogen of verlagen, zonder een complex ermee te vormen. Als naast koper ook andere metalen aanwezig zijn (zoals zink of cadmium), wordt de toxiciteit van deze combinatie vele malen groter, dan de som van de aparte delen doet vermoeden. Calcium en magnesium daarentegen verlagen juist de toxiciteit.
Naast al deze faktoren is ook het levensstadium van het betreffende organisme van belang. De gevoeligheid van de larven verschilt aanzienlijk van die van de volwassen dieren. Ook de wijze waarop koper het organisme kan infiltreren is verschillend. Volgens Martin (1970) zou een opeenhoping als volgt kunnen plaatsvinden:

- door opname van gesuspendeerd materiaal, waaraan metalen geadsorbeerd zijn;
- door opname via de voedselketen;
- door complexering aan daarvoor geschikte moleculen in het organisme;

- door inbouw in het biologisch aktieve systeem; of
- door uitwisseling met andere ionen in bijvoorbeeld slijmlagen of de celwand.

In tegenstelling tot andere stoffen, die gemakkelijk accumuleren in het organisme (bijvoorbeeld gechloreerde koolwaterstoffen in het vetweefsel) kan koper vrij snel uitgescheiden worden als het verontreinigd organisme zich in schoon water bevindt. Deze uitscheiding kan plaatsvinden via de darm, de urinewegen, het lichaamsoppervlak of de kieuwen, afhankelijk van het soort organisme. Hoe het koper fysiologisch gezien precies ingrijpt, is nog niet bekend. Het is vrijwel zeker, dat het in eerste instantie de werking van verschillende enzymsystemen kan beïnvloeden of verstoren.

Onderzoekingen naar het effekt van koper op de verschillende diersoorten zijn reeds tientallen jaren geleden gestart. Vooral de reakties van verschillende vissoorten op koper zijn uitgebreid onderzocht. Deze hebben uitgewezen, dat vissen erg gevoelig zijn voor koper, althans wanneer dit in ionvorm in het water voorkomt. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de gevoeligheid niet alleen afhangt van de soort vis, maar ook van het levensstadium. De waarden van de dodelijke concentraties lopen sterk uiteen en variëren van bijvoorbeeld 0,02 mg/l voor de 3-doornige stekelbaars (Gasterosteus aculeatus) tot 0.81 mg/l voor de karper (Cyprinus carpio). Bij guppies (Lebistes spec.) hangt de gevoeligheid af van de leeftijd. Guppies van 30 dagen blijken gevoeliger te zijn, dan die van 2 dagen, en van 150 dagen. Bij de beekforel (Salvelinus fontinalis) zijn het vooral de jongste stadia die erg gevoelig zijn. Hoewel ook andere organismen bij de toxiciteitsonderzoeken zijn betrokken, is van het grootste deel van de ongewervelde dieren niet bekend hoe gevoelig ze zijn voor koper. Met enkele Crustaceaen, zoals Daphnia spec. en Gammarus sp. zijn uitgebreide laboratoriumexperimenten gedaan. Van wormen en insekten zijn de gegevens van experimenten zeer globaal. Algen blijken over het algemeen aanzienlijk gevoeliger te zijn dan de meeste diersoorten. Kopersulfaat wordt dan ook veel gebruikt om ongewenste algengroei tegen te gaan.

E.H. Hueck-van der Plas (1972) geeft in een literatuurstudie ter illustratie de volgende voorbeelden:

Organismen:	dodelijke concentraties: gem. $\mu g l^{-1}$	uiterste waarden
Chlorophyta (groene algen)	600	
Cyanophyta (blauwe algen)		50 - 200
Mollusca (bijv. mosselen)		500 - 5000
Annelida (rondwormen)		1000 - 2000
Insecta		
Vliegenlarven		320 - 32000
Crustaceae		
Daphnia magna		20 - 100
- pulex		500 - 5000
Gammariden		400 - 800

3.2. Eigen Laboratoriumexperimenten met koper.

Ook in de onderzochte waterlopen komt erg veel koper voor. Waarden van 0,01 tot 0,02 mg/l koper worden in de Nederlandse wateren normaal geacht (Hueck, 1972). In onze waterlopen zijn waarden van 0,81 mg/l gemeten. Daarom leek het zinvol om na te gaan of deze faktor in de onderzochte waterlopen beperkend is voor o.a. het aantal soorten. Alleen in een experiment waarbij geen beinvloeding van de toxiciteit door andere faktoren mogelijk is, kan de invloed van koper op de verschillende organismen nagegaan worden. Uit de literatuur blijkt duidelijk dat dergelijke experimenten bijzonder ingewikkeld zijn. Wil men een bepaalde concentratie gedurende langere tijd handhaven, dan is doorstroomapparatuur onmisbaar. Helaas beschikten wij niet over deze mogelijkheden, zodat de experimenten zo eenvoudig mogelijk gehouden zijn. Men moet zich hierbij realiseren dat het concentratieverlies gedurende de proef bijzonder groot is. Koperionen adsorberen namelijk ook gemakkelijk aan glas. Het blijkt dat men bij deze experimenten moet rekenen op een concentratievermindering van minstens 50% (over de gehele periode). De proeven zijn uitgevoerd met de muggelarf Psectrotanypus varius en met de waterpissebed Asellus aquaticus. De dieren werden in een kopersulfaatoplossing geplaatst. Hieraan is keukenzout (NaCl) en een fosfaatbuffer toegevoegd. De oplossingen zijn gemaakt met gedestilleerd water.

De eerste proef is gedaan met de muggelarf Psectrotanypus varius, deze komt op bijna alle monsterpunten voor. Er is een reeks van tien kopersulfaatoplossingen gemaakt met concentraties, die exponentieel oplopen van 0 tot 1 mg per liter. Met deze oplossingen werden glazen kolfjes van 150 cc voor de helft gevuld. In ieder kolfje werden 15 larven gedaan (verzameld op monsterpunt 6). De kolfjes zijn in een proefbeek met koelaggregaat gehangen, zodat de temperatuur constant gehouden kon worden op $\pm$ 8° C. De oplossingen zijn (na 1 week) 1 maal ververst. Na 14 dagen varieerde het aantal overlevende larven van 11 tot 15. Er was geen verband tussen het aantal overlevende larven en de sterkte van de oplossingen. Dezelfde proef is herhaald met een reeks oplossingen, waarvan de concentraties 10x zo hoog waren. (dus oplopend van 0 tot 10 mg/l).

Na 16 dagen werd het aantal overlevende larven geteld en dit varieerde van 10 tot 15. Ook nu was er geen verband te constateren tussen het aantal overlevende larven en de oplossingsconcentratie van het kopersulfaat. Na afloop zijn de oplossingen met de grootste concentratie op hun sterkte gecontroleerd (door het laboratorium van het W.M.N.). Ook de muggelarven uit de verschillende kolfjes werden gecontroleerd op hun kopergehalte. Na de eerste proef bleek het kopergehalte van de sterkste oplossing teruggelopen te zijn van 1 mg/l tot 0,63 mg/l; na de tweede proef van 10 mg/l tot 4 mg/l. Bepalingen van het kopergehalte van de muggelarven na de proef wijzen uit dat het koper òf opgenomen wordt door de larven, òf adsorbeert aan het lichaam. Het kopergehalte van de larven, die direkt uit de sloot kwamen, was aanzienlijk lager. (zie pag. 37).

Dezelfde proeven zijn gedaan met de waterpissebed Asellus aquaticus. Deze waren niet afkomstig van een van de monsterpunten. De concentraties van de oplossingen komen overeen met die van de tweede proef met de muggelarven (een reeks van 0 - 10 mg/l). Ook nu is na 14 dagen het aantal overlevende dieren geteld. In ieder proefvaatje zijn 10 dieren gedaan. Het aantal overlevende waterpissebedden varieerde van 4 tot 9. Een samenhang met de sterkte van de oplossingen is er niet.

De enige conclusie, die we uit de beschreven proefjes kunnen trekken, is dat de gebruikte proefdieren onder de experimentele omstandigheden hoge koperconcentraties kunnen overleven. Het al of niet voorkomen van deze organismen op de verschillende monsterpunten hangt zeker niet samen met het kopergehalte ter plaatse. Dit houdt niet in, dat de hoge kopergehaltes op sommige monsterpunten niet belemmerend zouden kunnen werken op het voorkomen van diergroepen, die in het geheel niet gevonden zijn. Wellicht zijn bijvoorbeeld kokerjuffers en platwormen veel gevoeliger voor koper. Er zullen zeker nog vele experimenten nodig zijn om de reakties van de verschillende groepen van ongewervelde dieren op koper te ontdekken. Experimenten, waarbij meerdere faktoren tegelijk getoetst worden, zouden dan ook tot de mogelijkheden moeten behoren om de reëele situatie zoveel mogelijk te benaderen. Bijvoorbeeld ammoniak in combinatie met koper.

4. Resultaten.

4.1. Toelichting.

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de resultaten van de macrofaunabemonsteringen (uitsluitend van de periode juni 1972 - jan. 1973), en van de chemische bemonsteringen (ook van de periode dec. 1971 - mei 1972). De resultaten zijn zoveel mogelijk verwerkt in de vorm van grafieken en tabellen.
In tabel 1 (blz.14-15) wordt een overzicht gegeven van alle soorten die gedurende de gehele periode van onderzoek (dec.1971 - jan. 1973) zijn gevonden. De soorten zijn per taxonomische groep gerangschikt en staan zoveel mogelijk in alfabetische volgorde.
Tabel 2 (blz. 16-24) geeft de resultaten weer van de maandelijkse macrofaunabemonsteringen. Per monsterpunt wordt een overzicht gegeven van alle bemonsteringen (van juni 1972 t/m dec. 1972). De volgorde van de organismen is min of meer willekeurig. Globaal gezien staan de soorten, die het meest frekwent voorkomen boven aan de bladzijde. Soms kwamen chironomiden en oligochaeten in zulke grote aantallen voor dat zij niet werden geteld, maar geschat. (zie blz. 2). In tabel 2 is dat op de volgende wijze aangegeven:

++ = zeer veel voorkomend,
+ = veel voorkomend, maar minder dan de helft van het totaal aantal,
± = met slechts enkele exemplaren vertegenwoordigd,
(.) = betreft het aantal larven van een soort.

Tabel 3 (blz. 25) heeft uitsluitend betrekking op de bemonsteringspunten 1 en 2 en geeft de resultaten weer van de vergelijkende bemonstering zoals die is uitgevoerd in jan. 1973 (zie bladz. 3 en 44).
Tabel 4 (a,b en c) bevat de aantalsverlopen van muggelarven (chironomidae), van Psectrotanypus varius en van de oligochaeten (alle soorten). De gegevens uit deze tabel betreffen de gehele periode van onderzoek. (dec. 1971 - dec. 1972) (zie ook blz. 51).

In de grafieken die volgen (blz. 30-33) zijn de belangrijke chemische faktoren uitgezet, zoals die door het I.C.W. gemeten zijn op de monsterpunten 1 en 8. Deze twee punten worden met elkaar vergeleken omdat ze in verschillende opzichten elkaars tegenhanger zijn. Monsterpunt 1 ligt het dichtst bij het lozingspunt, terwijl monsterpunt 8 er juist het meest van verwijderd is. (zie blz. 43 en 48).

De grafieken op blz. 34 en 35 geven een beeld van de gemiddelde waarden, de maxima en de minima, die de verschillende faktoren kunnen bereiken (O_2, B.O.D., SO_4, Cu, pH, geleidingsvermogen, NH_4^+, aantal soorten). In deze grafieken zijn gegevens verwerkt van de gehele periode (dec. 1971 - dec. 1972). Een volledig overzicht van alle chemische gegevens is ter inzage op het R.I.N. - afdeling Hydrobiologie.
Tabel 6 (blz. 38) bevat de bepalingen van de gehalten van de verschillende faktoren, gemeten door het I.C.W. in het afval"water" van een varkensmesterij.

De grafieken op blz. 39 en 40 bevatten gegevens betreffende het zuurstofgehalte, zoals dat gemeten is tijdens de twee 24-uurs bemonsteringen.
Tabel 7 (blz. 41) bevat de overige gegevens van deze bemonsteringen (pH, temperatuur, geleidingsvermogen). Deze zelfde faktoren werden gedurende een week dagelijks gemeten op ongeveer hetzelfde tijdstip. De resultaten hiervan zijn vermeld in tabel 8 (blz. 42).

4.2. Tabel 1. Overzicht van alle gevonden soorten in de onderzochte waterlopen van het stroomgebied van de Astense Aa.

1 = alleen in de eerste periode gevonden,
2 = alleen in de tweede periode gevonden,
= in beide perioden gevonden.

Heteroptera (wantsen).

Corixa punctata (Ill.)
Callicorixa praeusta (Fieb.)
Hesperocorixa sahlberghi (Fieb.)
Ilyocoris cimicoïdes (L.)
Sigara distincta (Fieb.)
falleni (Fieb.)
limitata (Fieb.)
nigrolineata (Fieb.)
striata (L.)
semistriata (Fieb.)
Gerris lacustris (L.)
thoracicus (Schummel) 1
Notonecta glauca (L.)
Nepa rubra (L.) 1
Velia caprai (Tam.) 2

Coleoptera (kevers).

Agabus bipustulatus (L.)
Anacaena globulus (Payk.) 2
Berosus signaticollis (Charp.) 1
Bidessus geminus (F.) 2
Coelostoma orbiculare (F.) 1
Dytiscus marginalis (L.)
Gyrinus substriatus (Steph.) 2
Haliplus lineatocollis (Mrsh.) 2
ruficollis (Degeer.)
Helophorus aquaticus (L.) 1
obscurus (Muls.) 2
Hydrobius fuscipes (L.) 1
Hydroporus palustris (L.) 2
Hygrotus impressopunctatus (Schall.)
inaequalis (F.)
versicolor (Schall.)

Coleoptera vervolg:

Hyphydrus ovatus (L.) 2
Laccobius minutus (L.) 2
Laccophilus obscurus (Panz.) 1
Peltodytes impressus (Panz.) 1
Philydrus minutus (F.) 1
Rhantus exoletus (Forster)
pulverosus (Steph.)
Spercheus emarginatus (Schaller)

Oligochaeta (wormen).

Dero digitata (Müller) 2
Eiseniella tetraëda (Savigny)
Limnodrilus claparedeanus (Ratzel)
hoffmeisteri (Claparède)
Rhyacodrilus coccineus (Vejdovsky)
Stylaria lacustris (Linn.) 2

Crustacaea (kreeftachtigen).

Asellus aquaticus

Mollusca (weekdieren).

Lymnaea peregra (Müller).
palustris (Müller)
stagnalis (L.)
Planorbarius corneus (L.)
Acroloxus lacustris (L.)
Sphaerium corneum (L.)
Pisidium spec.

Vervolg tabel 1.

Diptera (tweevleugeligen).
(Chironomidae, muggelarven)
Chironomus
Chironomidae indet.
Cryptochironomus
Cricotopus
Glyptotendipes
Macropelopia
Orthocladiinae
Parachironomus
Psectrotanypus varius
Tanytarsini
Chaoborus crystallinus
flavicans
Bezzia
Culex spec.
Eristalis spec.
Tabanidae
Tipulidae

Lepidoptera.
Cataclysta spec. (larf)

Ephemeroptera (haften).
Cloëon dipterum (L.) (larf)

Trichoptera (kokerjuffers).
Limnephilus centralis (L.) 1 (larf)

Odonata (libellenlarven).
Brachytron pratense (Müll.) 1
Cordulia aenea (L.) 1
Ischnura elegans (L.)
Libellula depressa (L.) 2
Sympetrum sanguineum (Müll.)

Hirudinea (bloedzuigers).
Helobdella stagnalis (R. Blanchard)
Herpobdella octoculata (Linné)
Glossiphonia complanata (Linné) 2

Pisces (vissen).
Pungitius pungitius (L.)
(10-doornige stekelbaars)
Umbra pygmaea (Dekay)
(= krameri, hondsvis)

Amfibia.
Rana sp. larf (kikker)

4.3. Macrofauna. Tabel 2.

Monsterpunt 1 1972	12-6	4-7	14-8	4-9	11-10	13-11	11-12
Heteroptera							
Corixa punctata	-	-	-	-	-	-	2
Calliocorixa praeusta (1)	-	-	-	(6)	-	-	1
Hesperocorixa sahlberghi	-	-	-	-	-	-	-
Sigara distincta	-	-	-	-	-	-	-
Sigara nigrolineata	-	-	-	-	-	-	1
Sigara striata (1)	-	-	-	(1)	-	-	3
Coleoptera							
Hygrotus inaequalis	-	-	-	2	-	-	-
Rhantus pulverosus	-	-	-	-	2	1	-
Agabus (larf)	-	-	-	-	-	(1)	(2)
Diptera							
Chironomidae (totaal)	552	1160	393	688	969	1012	462
Chironomus	++	++	++	++	++	++	++
Glyptotendipes	-	-	-	-	±	±	-
Para-chironomus	-	-	-	-	-	±	-
Psectrotanypus varius	85	103	2	5	25	105	29
Chaoborus crystallinus	-	-	34	13	55	2	50
flavicans	2	-	-	23	24	-	68
Culex spec.	-	-	1	-	-	-	-
Bezzia	-	-	-	-	-	1	-
Oligochaeta							
Tubificidae	-	3	-	-	10	290	-
Dero digitata	-	-	-	-	11	-	-
Limnodrilus hoffmeisteri	-	-	-	-	-	++	-
spec.	-	-	-	-	-	-	6
Crustaceae							
Asellus aquaticus	-	-	-	-	-	1	-
Hirudinea							
Helobdella stagnalis	-	-	-	-	5	45	5

Monsterpunt 2 1972	12-6	4-7	14-8	4-9	11-10	13-11	11-12
Heteroptera							
Corixa punctata	-	-	-	-	2	2	1
Callicorixa praeusta	-	1	-	-	-	4	-
Hesperocorixa sahlberghi	-	-	-	-	-	-	1
Sigara nigrolineata	-	-	-	-	-	-	3
striata (1)	-	-	(1)	(1)	-	-	4
Notonecta glauca	-	-	-	-	2	-	-
Coleoptera							
Hydroporus palustris	-	1	-	-	-	-	-
Agabus	-	-	-	-	-	-	(3)
Diptera							
Chironomidae	-	-	-	-	-	171	392
Chironomus	17	16	203	408	182	++	++
Glypototendipes	-	-	-	20	-	±	±
Psectrotanypus varius	4	-	3	4	13	12	1
Chaoborus crystallinus	-	-	2	-	2	-	1
flavicans	-	-	-	-	4	-	-
Oligochaeta							
Tubificidae	35	12	-	174	-	186	276
Limnodrilus hoffmeisteri	3	-	143	++	15	++	++
claparedeanus	2	-	-	-	-	-	-
Dero digitata	-	-	4	5	4	-	±
Rhyacodrilus coccineus	-	-	-	15	-	-	±
Hirudinea							
Helobdella stagnalis	1	-	1	-	1	-	1
Crustaceae							
Asellus aquaticus	2	2	4	-	-	-	25
Mollusca							
Acroloxus lacustris	-	-	-	-	-	-	1
Pisces							
Pungitius pungitius	1	-	-	-	-	2	1
Amfibia (larf)	-	-	1	-	-	-	-

Monsterpunt 3 1972	12-6	4-7*	14-8	4-9	11-10	13-11	11-12
Heteroptera							
Corixa punctata	1	-	-	-	1	-	-
Callicorixa praeusta	-	-	-	-	-	-	1
Corixa spec.	-	-	(2)	-	-	-	-
Sigara distincta	-	-	-	-	-	1	-
nigrolineata	-	-	-	-	1	-	-
striata (1)	-	-	(1)	-	-	2	2
Notonecta glauca	-	-	-	-	-	1	-
Coleoptera							
Laccobius minutus	-	-	1	-	-	-	-
Rhantus pulverosus	-	-	-	-	1	-	-
Spercheus emarginatus	-	-	1	-	-	-	-
Dytiscidae (1)	-	-	(1)	-	-	-	-
Hydrophilidae (1)	-	-	(1)	-	-	-	-
Diptera							
Chironominae	-	-	-	-	-	79	283
Parachironomus	-	-	-	1	-	-	-
Chironomus	167	-	321	237	228	++	++
Cricotopus spec.	-	-	-	1	-	-	-
Glyptotendipes	-	-	-	-	-	+	-
Psectrotanypus varius	92	-	17	-	7	4	5
Chaoborus crystallinus	-	-	-	-	-	-	6
Ephemeroptera							
Cloëon dipterum	-	-	1	-	-	-	-
Oligochaeta							
Tubificidae	-	-	20	30	93	55	132
Limnodrilus hoffmeisteri	1	-	87	++	++	+	+
claparedeanus	-	-	-	+	-	±	+
Rhyacodrilus coccineus	-	-	10	±	+	+	+
Dero digitata	-	-	10	-	-	±	±
Hirudinea							
Helobdella stagnalis	-	-	-	-	-	1	1
Crustacea							
Asellus aquaticus	-	-	-	-	-	-	9
Pisces							
Umbra krameri	1	-	-	-	-	-	-
Pungitius pungitius	-	-	-	-	-	1	-
Mollusca							
Pisidium spec.	-	-	-	-	4	-	-
Sphaerium corneum	-	-	-	-	4	5	5
Acroloxis lacustris	-	-	-	-	-	-	1

*van de maand juli 1972 zijn geen gegevens

Monsterpunt 4 1972	12-6	4-7	14-8	4-9	11-10	13-11	11-12
Heteroptera							
Corixa punctata (1)	7	(17)	16	19	12	4	-
Hesperocorixa sahlberghi (1)	-	1(2)	3	-	-	-	-
Notonecta glauca	-	-	-	6	6	2	-
Sigara distincta	-	-	-	41	15	2	-
falleni	-	-	-	1	3	-	-
limitata	-	-	-	1	-	-	-
nigrolineata	-	-	1	-	4	-	-
striata (1)	-	(1)	-	-	4	-	-
semistriata	-	-	-	-	2	-	-
Coleoptera							
Agabus	(2)	-	-	-	-	-	-
Haliplus lineatocollis	-	-	-	1	-	-	-
Hydroporus palustris	-	2	-	-	-	-	-
Hygrotus inaequalis	1	-	-	-	-	-	-
Haliplus larf	-	-	-	-	-	(1)	-
Diptera							
Chironominae	-	-	-	-	275	94	-
Chironomus	5	496	181	54	++	++	242
Glyptotendipes	-	-	-	-	+ -	+ -	45
Tanytarsini	-	-	-	-	+ -	-	-
Cryptochironomus	-	-	-	-	-	-	2
Bezzia	-	-	-	-	-	-	1
Tabanidae larven	-	1	-	-	-	-	-
Psectrotanypus varius	-	22	11	-	-	-	-
Oligochaeta							
Tubificidae	-	95	-	-	-	-	-
Limnodrilus hoffmeisteri	-	++	27	-	-	-	4
Rhyacodrilus coccineus	-	+	-	-	-	-	-
Stylaria lacustris	-	-	-	-	1	-	-
Dero digitata	-	1	9	-	4	1	1
Ascaride	-	1	-	-	-	-	-
Mollusca							
Pisidium spec.	-	1	-	2	1	-	4
Odonata							
Ischnura elegans	-	-	-	1	-	-	3
Hirudinea							
Helobdella stagnalis	-	-	5	-	-	-	-
Crustacea							
Asellus aquaticus	-	-	6	-	-	-	3
Pisces							
Pungitius pungitius	9	-	10	6	3	1	7
Umbra krameri	-	-	-	3	-	-	-

Monsterpunt 4a 1972	14-8	4-9	11-10	13-11	11-12
Heteroptera					
Corixa punctata	-	27	9	3	5
Callicorixa praeusta	-	13	16	-	1
Hesperocorixa sahlberghi	1	2	5	5	4
Notonecta glauca	-	1	-	-	6
Sigara limitata	-	2	6	-	-
nigrolineata	4(6)	192(33)	67(2)	97	124
striata	-	1	-	-	-
semistriata	-	19	12	8	1
spec. (larf)	-	-	(3)	-	-
Coleoptera					
Agabus (larf)	(5)	(5)	(18)	(7)	(8)
Agabus bipustulatus	-	-	1	-	-
Bidessus geminus	-	-	-	1	1
Gerris lacustris	(1)	-	-	-	-
Gyrinus substriatus	12	-	1	-	-
Haliplus ruficollis	1	-	-	-	-
Hydroporus palustris	-	-	2	-	-
Rhantus exoletus	-	1	-	-	-
Diptera					
Chironominae	-	-	128	278	437
Chironomus	538	273	±	±	±
Glyptotendipes	30	-	±	-	±
Tanytarsini	80	40	+	++	++
Psetrotanypus varius	15	2	-	1	2
Tabanidae larven	-	4	13	8	4
Bezzia	-	-	16	4	2
Culex	-	-	1	-	-
Chaoborus crystallinus	-	-	5	-	-
Odonata					
Ischnura elegans	-	1	1	-	-

Monsterpunt 5 1972	12-6	4-7	14-8	4-9	11-10	13-11	11-12
Heteroptera							
Corixa punctata	1	(5)	1(1)	1	2	1	-
Callicorixa praeusta	-	-	-	-	1	-	1
Hesperocorixa sahlberghi	-	-	-	-	-	-	1
Sigara nigrolineata	-	-	-	1	-	-	1
striata	-	-	-	-	-	2	1
Ilyocoris cimicoides	-	-	1	-	-	-	-
Coleoptera							
Haliplus ruficollis	-	-	-	2	-	-	-
Hydrophilidae (larf)	-	-	(9)	-	-	-	-
Hygrotus inaequalis	2	-	-	-	-	-	-
Rhantus exoletus	1	-	-	-	-	-	-
Diptera							
Chironominae	-	-	-	-	-	104	368
Chironomus	5	167	558	210	130	++	++
Chironomidae indet.	-	-	-	-	+	+	-
Cricotopus spec.	-	-	-	5	-	-	-
Glyptotendipes	-	-	-	-	-	+	+
Psectrotanypus varius	-	26	60	2	22	-	-
Eristalis	-	-	-	-	-	1	-
Chaoborus flavicans	-	-	-	-	-	-	1
Culex	-	-	-	1	-	-	-
Tipulidae	1	-	-	-	-	-	-
Oligochaeta							
Tubificidae	-	103	173	243	337	390	243
Limnodrilus hoffmeisteri	-	++	++	++	++	++	+
claparedeanus	-	-	-	-	-	+	+
Rhyacodrilus coccineus	-	-	-	+	+	+	+
Stylaria lacustris	-	-	-	2	-	-	-
Dero digitata	-	-	-	25	+	-	-
Mollusca							
Pisidium spec.	-	-	1	-	29	-	-
Sphaerium corneum	-	-	-	5	23	6	9
Ostracoda							
Acroloxis lacustris	-	-	-	-	2	-	-
Crustacea							
Asellus aquaticus	-	-	-	-	-	1	-
Hirudinea							
Helobdella stagnalis	-	-	2	-	-	-	1
Pisces							
Pungitius pungitius	3	-	-	3	-	-	-

Monsterpunt 6 1972	12-6	4-7	14-8	4-9	11-10	13-11	11-12
Heteroptera							
Corixa punctata	-	-	-	-	1	-	2
Callicorixa praeusta	-	-	-	-	-	1	1
Hesperocorixa sahlberghi	-	-	-	-	-	-	1
Sigara distincta	-	-	-	1	-	-	1
striata	-	-	-	-	-	-	1
Diptera							
Chironomus	35	19	6	6	156	271	29
Chironomidae indet.	-	-	-	-	-	+	-
Psectrotanypus varius	187	107	178	140	173	458	514
Culex	-	-	-	1	-	-	-
Oligochaetae							
Tubificidae	-	-	1	-	-	2	-
Limnodrilus hoffmeisteri	-	-	-	-	-	-	3
Eiseniella tetraeda	-	-	-	-	-	-	1
Odonata							
Libellula depressa	-	-	-	-	-	1	-

Monsterpunt 7 1972	12-6	4-7	14-8	4-9	11-10	13-11	11-12
Heteroptera							
Corixa punctata	-	-	-	-	7	-	-
Callicorixa praeusta	-	-	-	(1)	1	1	-
Hesperocorixa sahlberghi	-	-	-	1	5	-	-
Notonecta glauca	-	-	-	-	1	-	-
Sigara distincta	-	-	-	19	2(2)	1	-
falleni	-	-	-	1	-	-	-
limitata	-	-	-	-	1	-	-
nigrolineata	-	-	-	-	1	-	-
striata	-	(1)	-	4(6)	6(12)	1	-
Velia caprai	-	-	1	-	-	-	-
Coleoptera							
Agabus	-	-	-	-	-	(6)	-
Anacaena globulus	-	1	-	-	-	-	-
Helophorus obscurus	-	-	-	-	1	-	-
Hydroporus palustris	-	1	-	-	-	-	-
larf	-	(1)	-	-	-	-	-
Rhantus pulverosus	-	-	-	-	4	1	-
Haliplus larf	-	-	-	-	-	1	-
Diptera							
Chironominae	-	-	2183	-	1222	5270^{x}	2250^{x}
Chironomus	-	1	++	1324	++	++	++
Glyptotendipes	-	-	±	-	±	±	+
Parachironomus	-	-	±	-	-	±	-
Orthocladiinae indet.	-	-	±	-	-	-	-
Psectrotanypus varius	-	2	49	20	39	405^{x}	250^{x}
Macropelopia	-	-	-	-	-	-	±
Cataclysta spec.	-	-	-	-	1	-	-
Bezzia	-	-	-	-	-	-	2
Oligochaeta							
Tubificidae	-	20	16	61	83	595^{x}	300^{x}
Limnodrilus hoffmeisteri	-	++	28	+++	++	+++	-
Limnodrilus spec.	-	-	-	-	-	-	++
Rhyacodrilus coccineus	2	-	-	+	-	+	+
Dero digitata	-	-	-	2	4	±	-
Mollusca							
Pisidium spec.	5	156	522	280	430	480^{x}	20^{x}
Lymnaea peregra	30	109	738	178	440	200^{x}	4
Acroloxis lacustris	-	-	-	-	1	-	-
Pisces							
Pungitius pungitius	7	-	1	8	20	10	-
Odonata							
Libellula depressa	-	1	2	1	1	1	-
Ischnura elegans	-	-	-	-	-	2	-
Hirudinea							
Herpobdella octoculata	-	-	-	-	1	-	1
Helobdella stagnalis	-	-	-	-	-	1	-
Amfibia							
Kikkerlarf	1	-	-	-	-	-	-

Monsterpunt 8 1972	12-6	4-7	14-8	4-9	11-10	13-11	11-12
Heteroptera							
Corixa punctata	3	(13)	25	2	1	2	12
Notonecta glauca	1	(3)	2	1	-	-	2
Sigara distincta	-	-	-	-	-	-	1
falleni	-	-	-	-	-	-	2
striata	-	(1)	-	-	-	-	2
Coleoptera							
Agabus(larf)	(1)	(2)	-	-	(1)	(1)	(1)
Anacaena globulus	-	-	-	-	1	-	-
Bidessus geminus	-	-	-	-	-	1	-
Hydroporus palustris	-	-	-	-	-	-	10
larf	-	(1)	-	-	-	-	-
Hyphydrus ovatus	-	1	5	1	3	-	-
Laccophilus obscurus	-	-	-	-	-	1	-
Rhantus exoletus	-	-	-	-	-	-	1
x Spercheus emarginatus	-	(1)	-	-	-	-	-
Diptera							
Chironominae	-	-	-	-	157	205	149
Chironomus	3	19	32	501	++	++	++
Glyptotendipes	-	-	-	1	+	-	-
Psectrotanypus varius	-	7	23	51	53	53	-
Chaoborus flavicans	1	-	-	-	-	-	1
Bezzia	-	-	-	-	1	1	-
Culex	-	1	-	-	-	-	-
Tabanidae larf	-	-	-	-	2	-	-
Oligochaeta							
Tubificidae	11	81	303	117	598	1400	152
Limnodrilus hoffmeisteri	1	+	++	+	++	+++	+
claparedeanus	-	-	-	-	-	-	+
Dero digitata	-	-	-	-	1	-	-
Stylaria lacustris	-	8	-	-	-	-	-
Rhyacodrilus coccineus	-	-	+	++	+	++	+
Odonata							
Libellula depressa	-	1	-	-	-	-	-
Ischnura elegans	-	-	-	-	-	-	2
Hirudinea							
Glossiphonia complanata	-	-	-	1	-	-	-
Herpobdella octoculata	12	3	1	18	6	11	-
Pisces							
Pungitius pungitius	4	-	-	-	-	-	-
Amfibia							
Kikkerlarf	1	-	-	-	-	-	-
Crustacea							
Asellus aquaticus	-	2	-	-	2	-	1
Mollusca							
Pisidium spec.	-	-	-	{69[1]	94	-	23
Sphaerium corneum	-	-	8		35	602	12
Planorbarius corneus	-	3	-	-	-	-	2
Lymnaea palustris	-	-	-	-	-	2	-
Lymnaea peregra	10	78	7	43	3	37	-
x Hygrotus inaequalis	1	-	-	-	-	6	-
(larf)	(4)	-	-	-	-	-	-

1. Dit betreft een aantal jonge individuen die niet van elkaar te onderscheiden waren.

4.4 Tabel 3. Vergelijkende bemonstering januari 1973.

monsterpunt	1a	1b	1c	2a	2b	2c
Heteroptera						
Callicorixa praeusta	-	1	-	-	-	-
Hesperocorixa sahlberghi	2	-	2	-	-	-
Sigara distincta	-	1	-	-	-	-
limitata	-	-	-	-	-	1
nigrolineata	1	-	-	3	-	-
striata	-	-	1	-	1	-
Coleoptera						
Haliplus lineatocollis	-	-	1	-	-	-
ruficollis	-	-	-	1	-	-
Diptera						
Chironomidae	214	548	337	613	632	177
Chironomus	++	++	++	++	++	++
Glyptotendipes	±	±	±	+	±	±
Psectrotanypus varius	39	57	7	280	111	3
Chaoborus crystallinus	78	15	68	-	4	-
flavicans	55	73	94	8	11	-
Oligochaeta						128
Limnodrilus hoffmeisteri	5	6	16	1505	450	++
Rhyacodrilus coccineus-	-	-	-	-	-	+
Crustacaea						
Asellus aquaticus	1	-	1	4	9	1
Hirudinea						
Helobdella stagnalis	1	6	6	5	1	-
Odonata						
Ischnura elegans	-	-	-	-	-	1
Mollusca						
Pisidium spec.	-	-	-	-	-	1
Plecoptera						
Nemoura cinerea	-	-	-	-	-	1
Pisces						
Pungitius pungitius	-	-	-	2	-	2

4.5 Tabel 4A. Aantalsverloop van Chironominae over december 1971 t/m december 1972.

datum:	13-12	10-1	15-2	6-3	14-4	8-5	12-6	4-7	14-8	4-9	11-10	13-11	11-12
Monsterpunt:													
1.	72	102	67	135	350	175	552	1160	393	638	969	1012	462
2.	1	4	10	11	55	5	17	16	203	428	182	171	392
3.	2	25	25	72	21	6	167	-	321	237	228	79	283
4.	1	5	-	-	-	3	5	496	181	54	275	94	289
5.	1	21	17	53	88	3	5	167	558	217	130	104	368
6.	47	-	11	-	-	-	35	19	6	6	156	271	29
7.	13	-	2	1	-	-	-	1	2183	1324	1222	5270	2250
8.	24	3	-	-	-	-	3	19	32	501	157	205	149
Totaal	161	160	132	272	514	192	784	1.878	3.877	3.455	3.319	7.206	4.222

Tabel 4 b. Aantalsverloop van Psectrotanypus over december 1971 t/m december 1972.

datum:	13-12	10-1	15-2	6-3	14-4	8-5	12-6	4-7	14-8	4-9	11-10	13-11	11-12
Monsterpunt:													
1.	3	36	20	45	110	104	85	103	2	5	25	105	29
2.	-	-	-	-	40	2	4	-	3	4	13	12	1
3.	2	9	1	17	4	4	92	-	17	-	7	4	5
4.	1	-	-	-	22	-	-	22	11	-	-	-	-
5.	-	15	4	-	7	-	-	26	60	2	22	-	-
6.	-	28	120	84	104	-	187	107	178	140	173	458	514
7.	-	8	5	-	-	1	-	2	49	20	39	405	250
8.	-	13	7	15	-	-	-	7	23	51	53	53	-
Totaal	6	109	157	161	287	111	368	267	343	222	332	1.037	799

Tabel 4 c. Aantalsverloop van Oligochaeta over december 1971 t/m december 1972.

datum:	13-12	10-1	15-2	6-3	14-4	8-5	12-6	4-7	14-8	4-9	11-10	13-11	11-12
Monsterpunt:													
1.	-	-	1	-	-	10	-	3	-	-	10	290	6
2.	-	-	10	4	13	35	40	12	47	94	19	186	276
3.	-	-	-	34	21	100	1	-	127	30	93	55	132
4.	-	-	-	-	-	-	-	96	36	-	5	1	5
5.	-	-	-	-	10	5	-	103	173	270	337	390	243
6.	-	-	-	3	8	6	-	-	1	-	-	2	3
7.	-	-	-	-	-	1	2	20	44	63	87	595	300
8.	-	-	-	-	35	-	12	89	303	117	598	1400	152
Totaal	-	-	11	41	87	157	55	323	731	574	1.149	2.919	1.117

4.6 Saprobiegegevens.

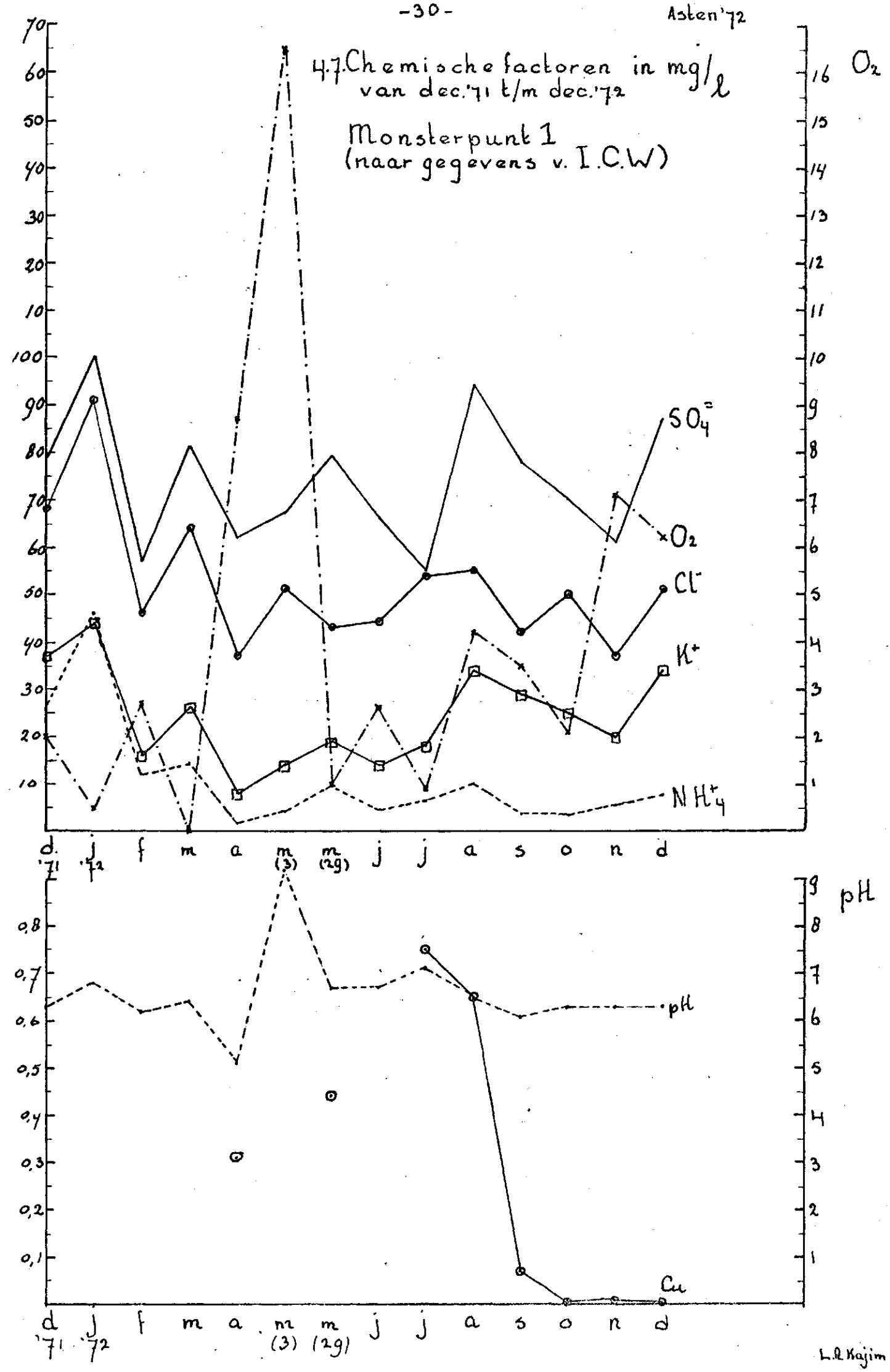
Bij de indeling van wateren naar de mate van hun vervuiling wordt vaak gebruik gemaakt van zogenaamde indicatoren. Een van de systemen hiervoor is dat van Sládacèk uit 1963. In de onderzochte waterlopen komen verschillende dieren voor, die als indicator-organisme in het systeem van Sládacèk worden gebruikt:

Stylaria lacustris	b	Gyrinus sp.	O-a
Planorbarius corneus	b	Hygrotus sp.	o-b
Lymnèa stagnalis	b-o	Hydroporus sp.	o-b
Asellus aquaticus	a-b	Hyphydrus sp.	o-b
Cloëon sp.	o-a	Haliplus sp.	o-b
Gerris sp.	o-p	Dytiscus sp.	o-b
Nepa rubra	b	Culex sp.	a-b
Corixa sp.	b	Tabanus sp.	o-a
Ilyocoris cimicoïdes	o-b	Chaoborus sp.	o-b
Notonecta sp.	b	Chironomus	p-a

o = oligosaproob
b = B-mesosaproob
a = A-mesosaproob
p = polysaproob

Als we op grond van deze organismen de monsterpunten zouden rangschikken volgens hun saprobiegraad, dan zouden de punten 1, 2, 3, 5, 6, en 7 A-mesosaproob tot polysaproob genoemd kunnen worden; de punten 4 en 8 B-mesosaproob tot A-mesosaproob en alleen punt 4A oligosaproob tot B-mesosaproob.

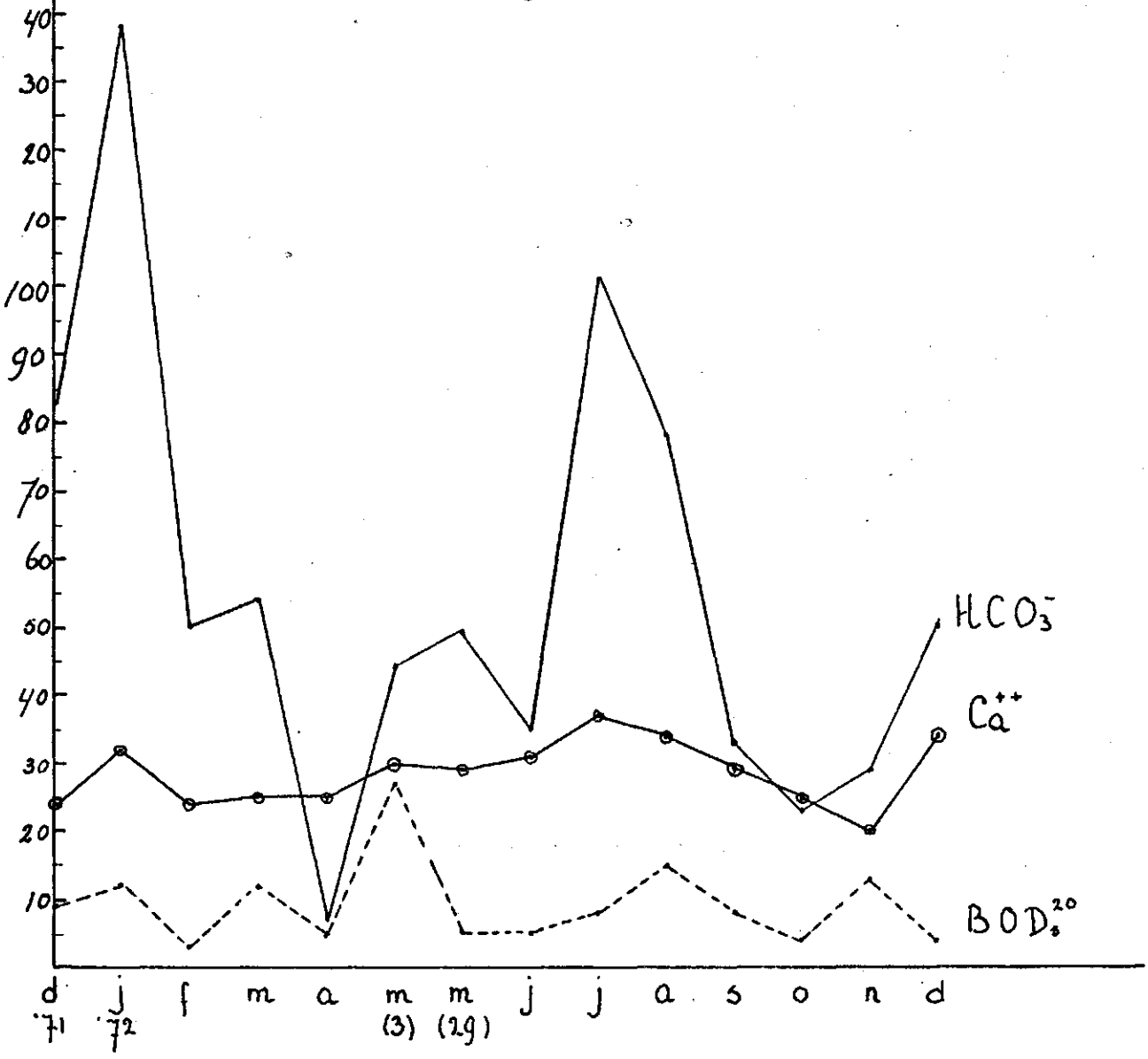
Asten '72



L.R. Kajim

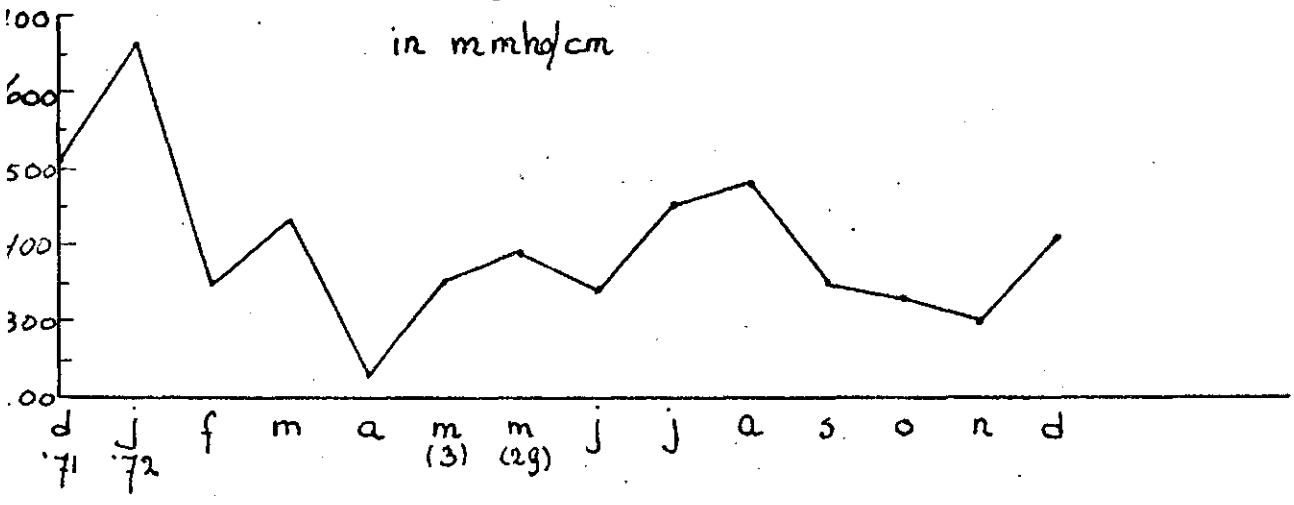
Assen '72

Vervolg monsterpunt 1



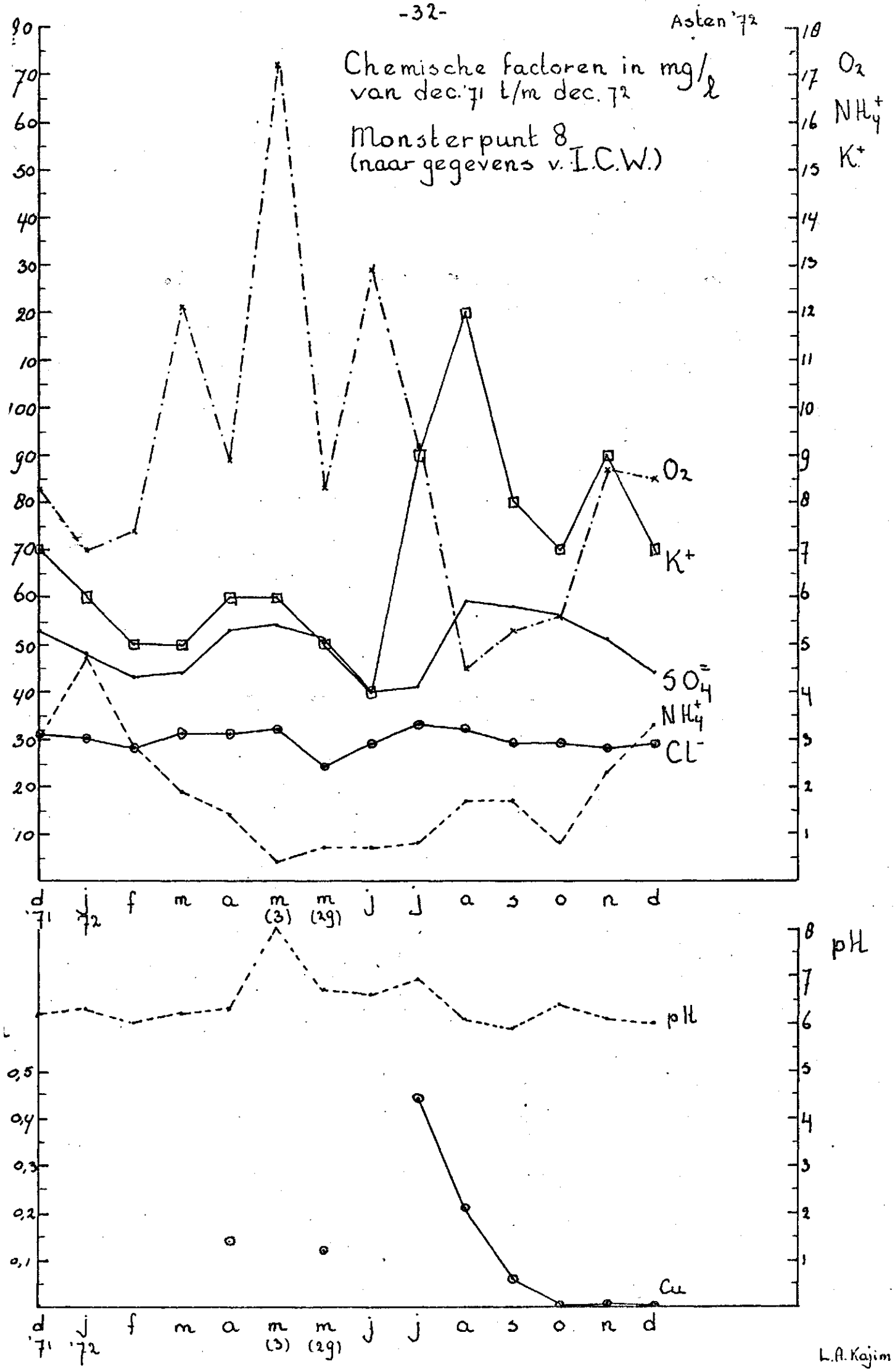
Geleidingsvermogen

in mmho/cm



L.A. Kajim

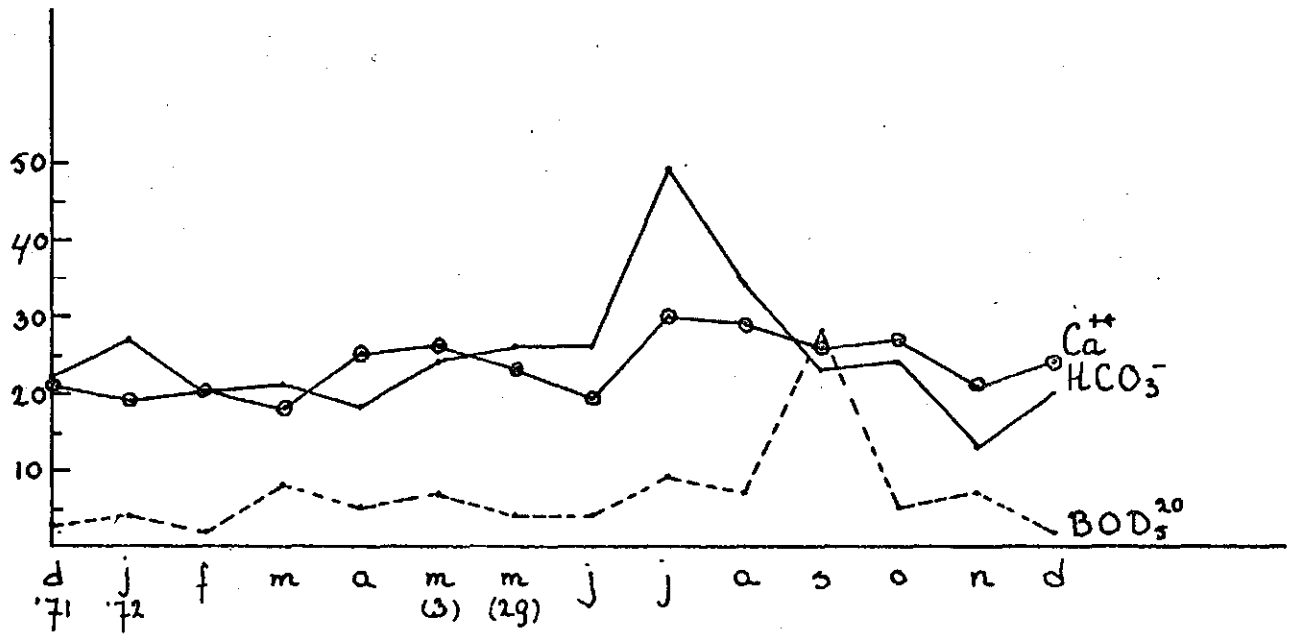
Asten '72



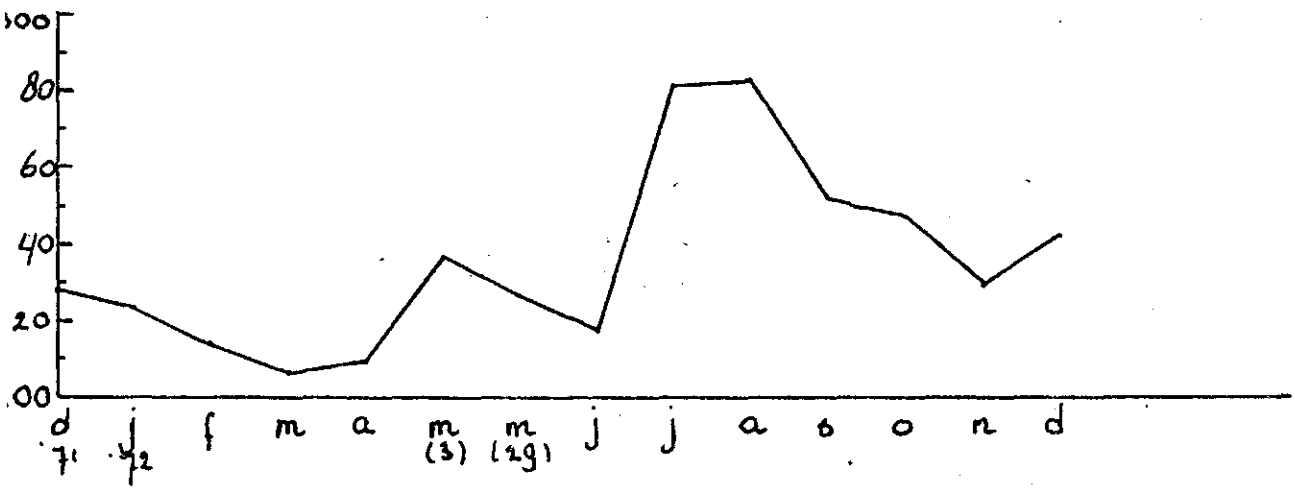
L.A. Kajim

Asten '72

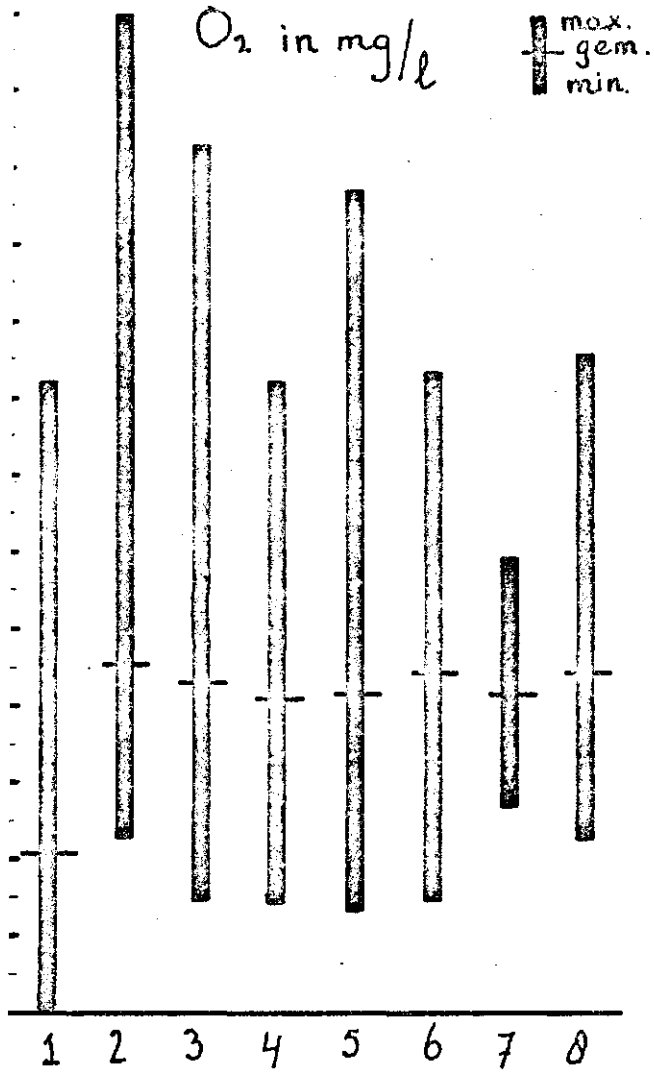
Vervolg monsterpunt 8

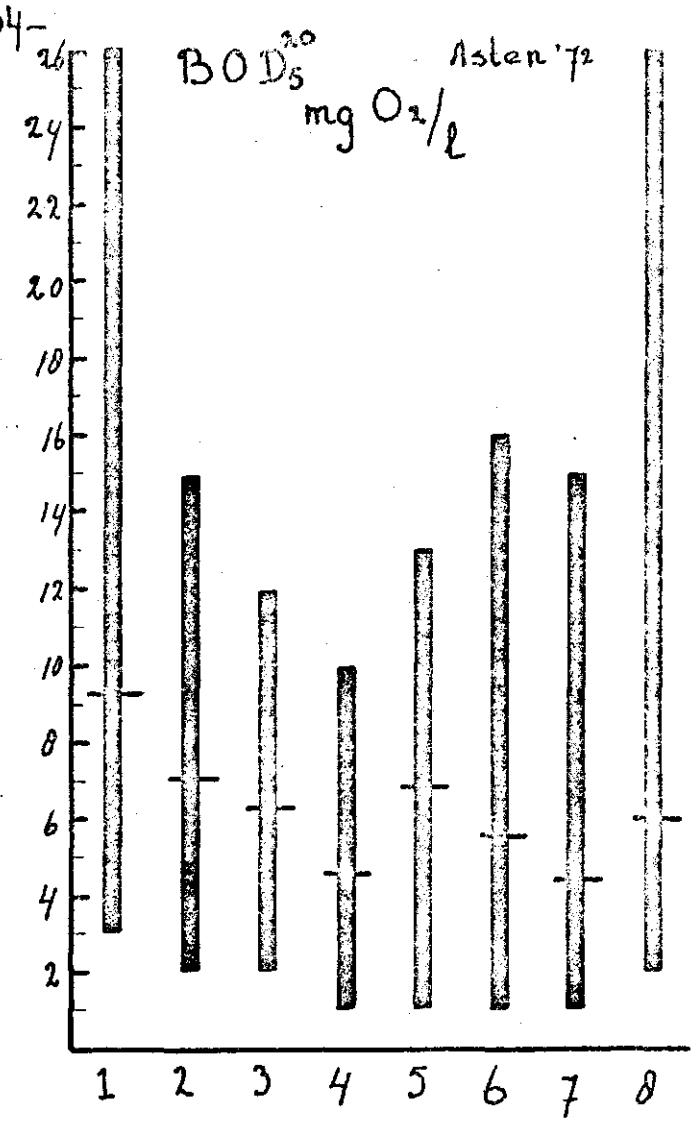


Geleidingsvermogen
in mmho/cm

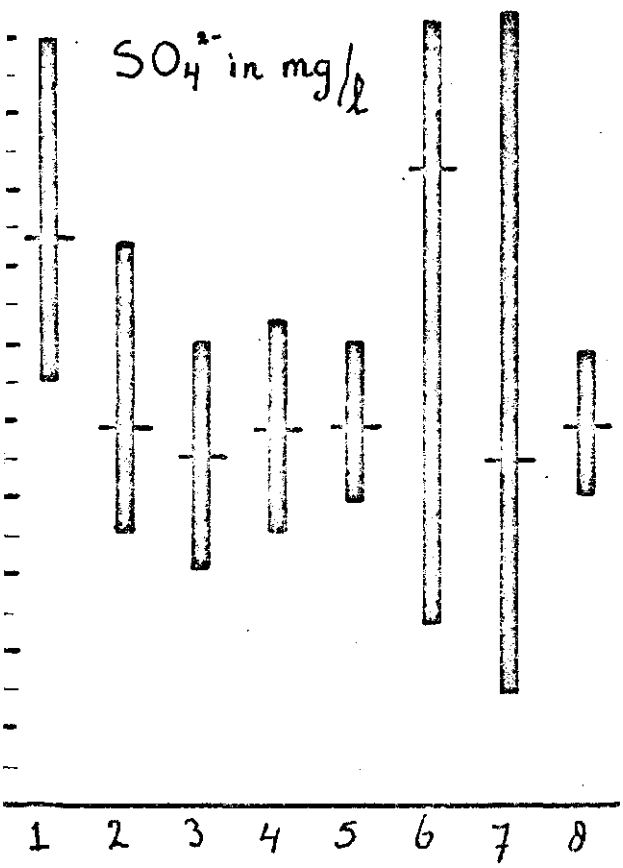


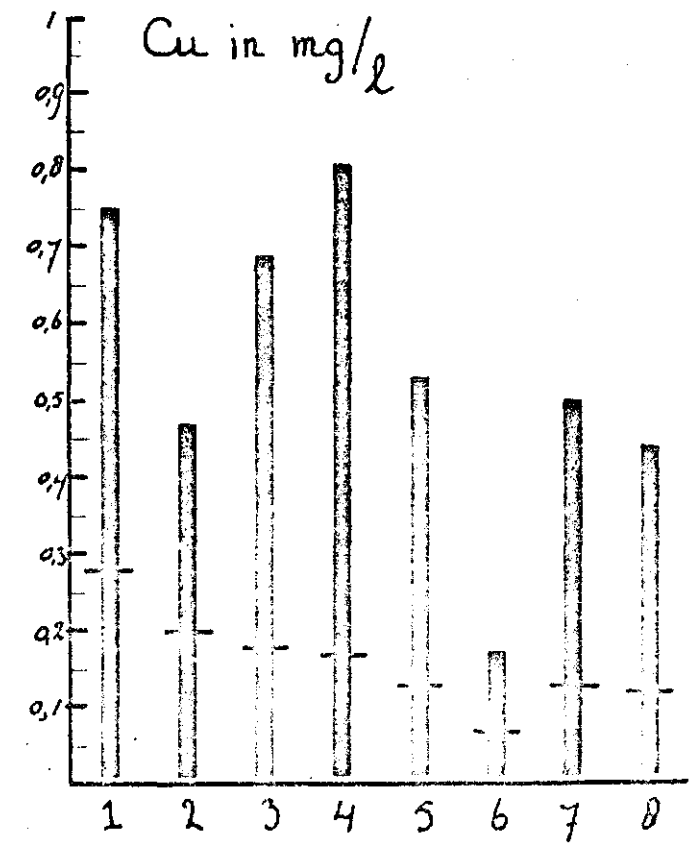
L.A. Kajim





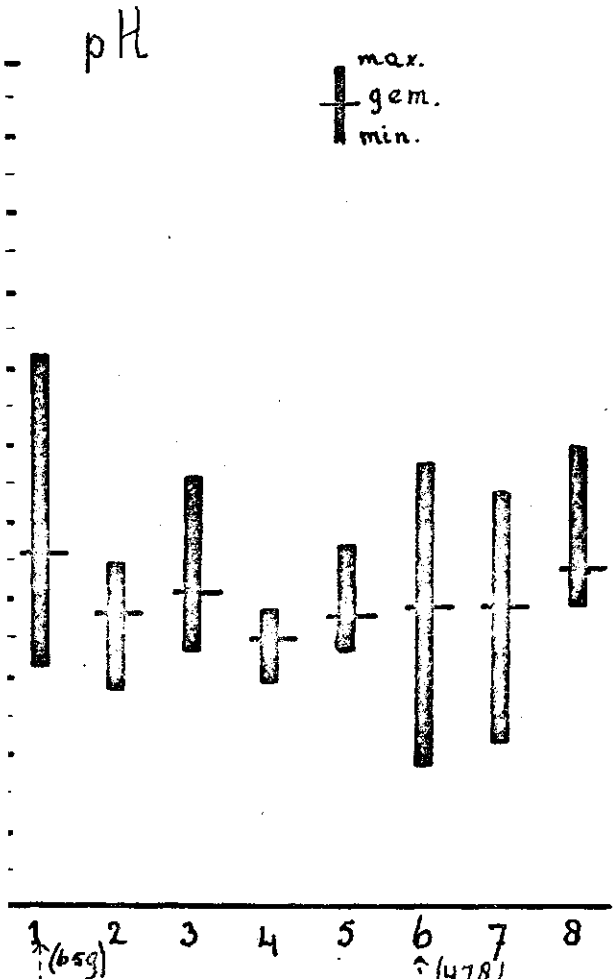
Monsterpunt →

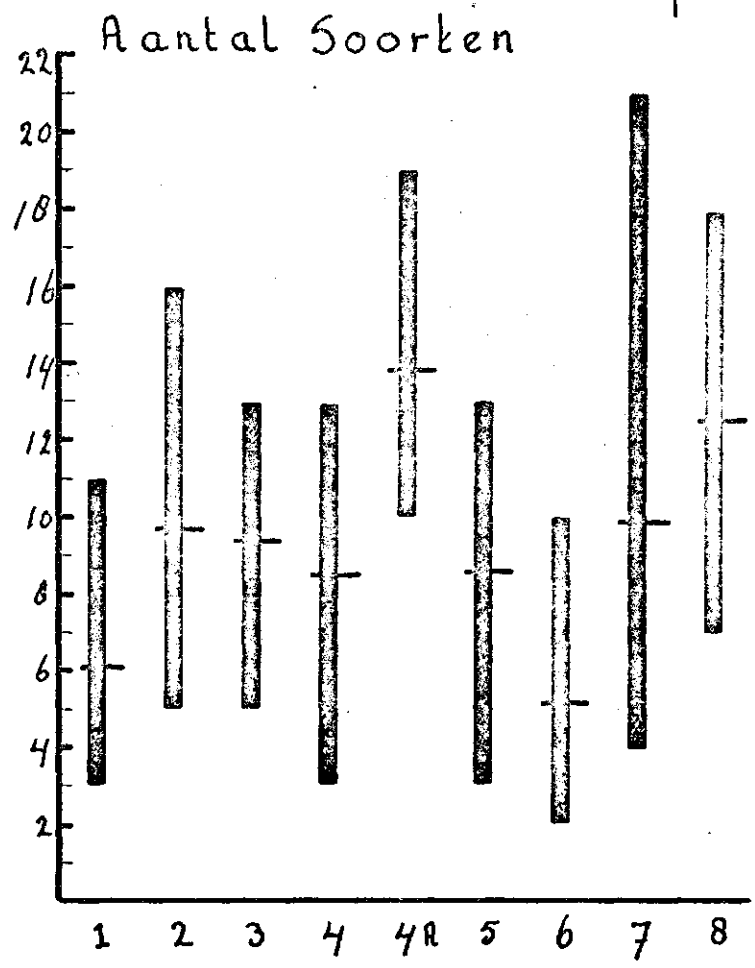


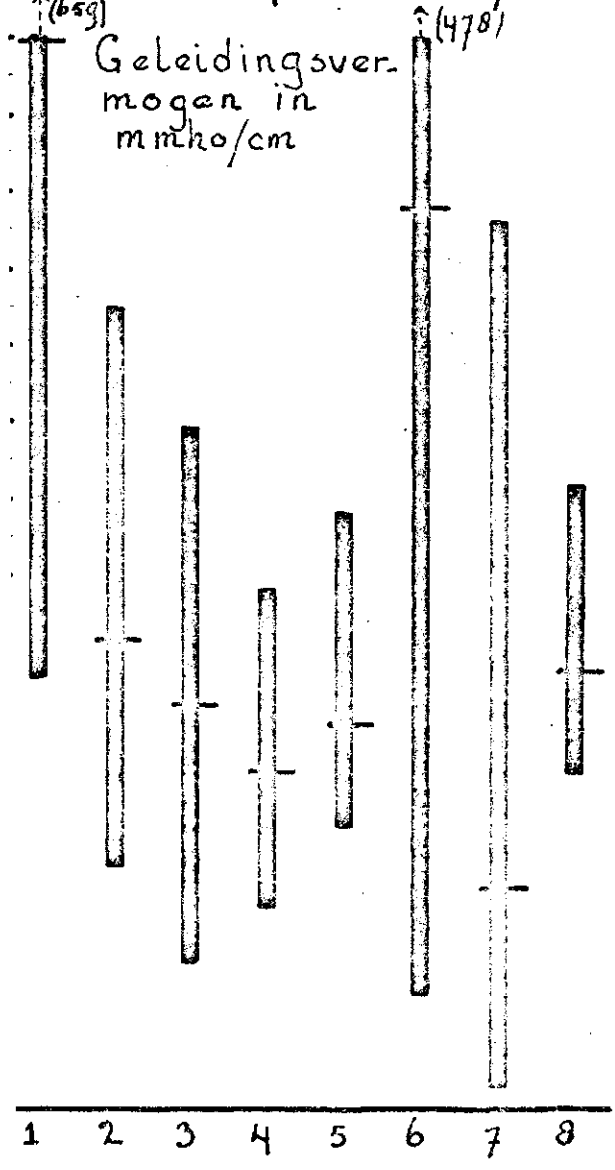


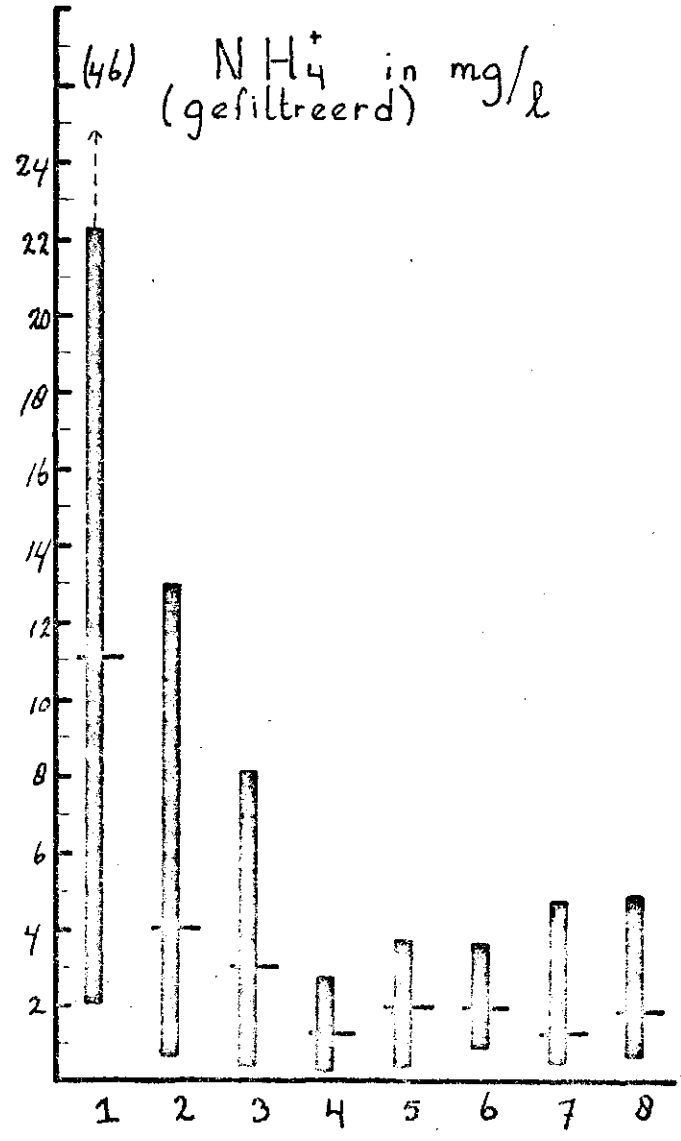
L.A. Kajim

Asten '72









L.A. Kajim

4.9 Koperbepalingen.

Omdat koper snel kan adsorberen aan allerlei organisch materiaal, was het interessant om het kopergehalte in het bodemmateriaal te onderzoeken. Door het Waterleidingbedrijf "Midden Nederland" te Utrecht werden enkele malen deze bepalingen uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn als volgt:

Tabel 5. Kopergehalte in slib in mg per gr droge stof.

Monsterpunt	november 1972	december 1972
1	0,020	0,044
2	0,018	0,022
3	0,010	0,029
4	0,010	0,026
4A	-	0,012
5	0,022	0,021
6	0,058	0,061
7	0,034	0,039
8	0,014	0,027

In januari 1973 zijn op de punten 1 en 2 meerdere monsters genomen, nl. een voor de stuw(ongeveer 70 m ervoor), een op de normale plaats en een direkt achter de stuw. De kopergehalten in het slib waren toen:

Monsterpunt		
1a (70 m voor stuw)	0,060	mg per gr droge stof
1b (normale punt)	0,059	
1c (na stuw)	0,060	
2a (70 m voor stuw)	0,065	
2b (normale punt)	0,040	
6a (extra monster)	0,089	

Ter vergelijking is ook van een aantal organismen het kopergehalte bepaald:

Psectrotanypus varius	van	punt	6	bevatte	0,640	mg/gr droge stof
Chironomus	"	"	1	"	0,045	"
Asellus aquaticus	"	"	2	"	0,166	"
10-doornige stekelbaars		"	4	"	0,003	"

In vergelijking met de andere organismen is het gehalte in de muggelarf Psectrotanypus varius erg hoog. Dit is misschien te verklaren door het feit, dat Psectrotanypus varius predateert op Chironomus en er zo een accumulatie plaatsvindt.
De onderzochte stekelbaarzen zijn gevangen op een van de schonere monsterpunten, zodat daar geen hoog kopergehalte in te verwachten is. Op de monsterpunten waar de kopergehalten het hoogst zijn werden zelden stekelbaarzen gevangen, zodat niet nagegaan kon worden of er in de stekelbaars ook accumulatie plaats vindt wanneer deze muggenlarven predateert die een hoog kopergehalte hebben.

Wel dient nog opgemerkt te worden, dat de kopergehalten door middel van extraktie zijn bepaald. Het is dus niet onmogelijk, dat de gehalten feitelijk nog iets hoger zijn.

4.10 Tabel 6. Chemische bemonstering van het afvalwater van een boerderij (mesterij),

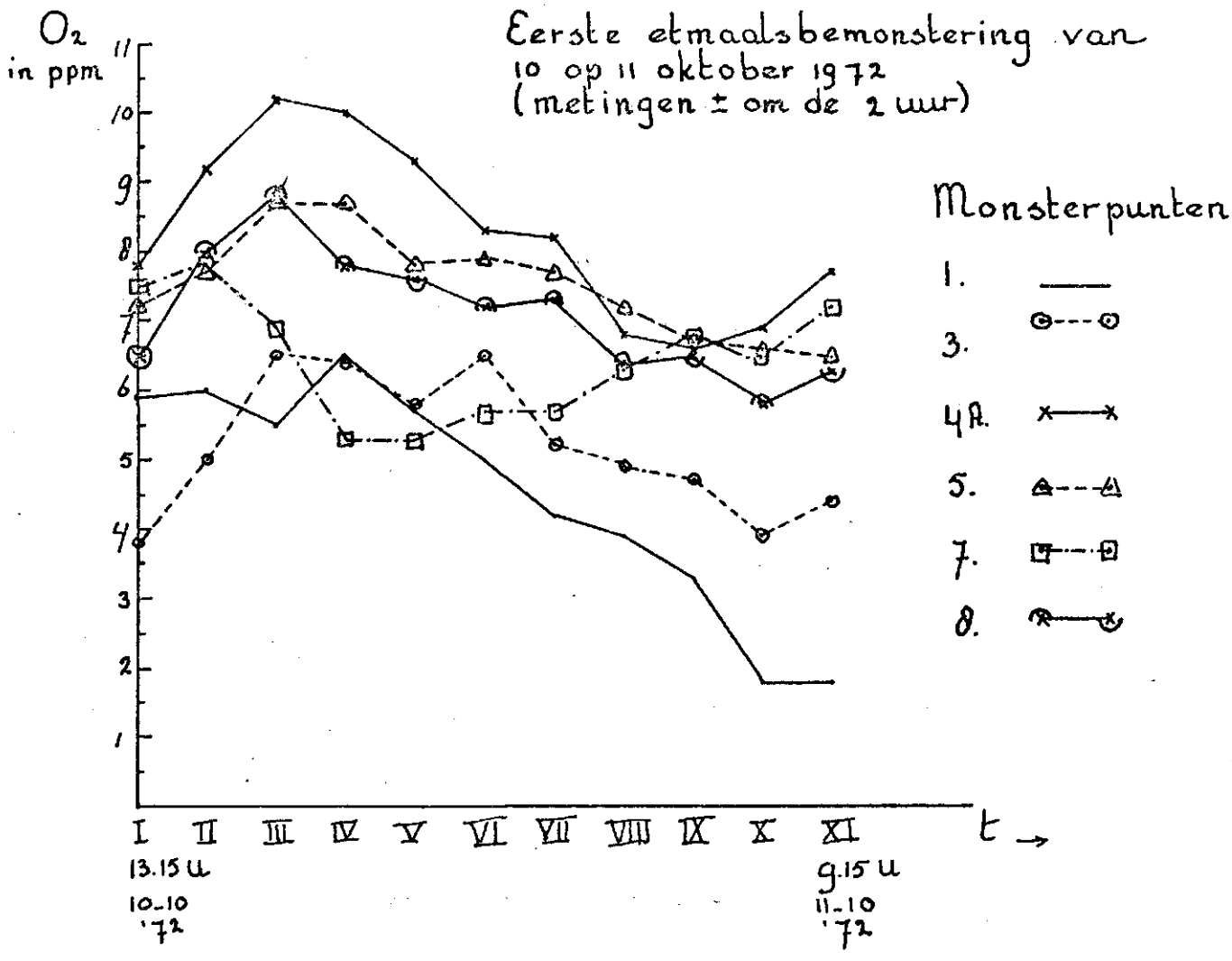
vgls. gegevens van het I.C.W.

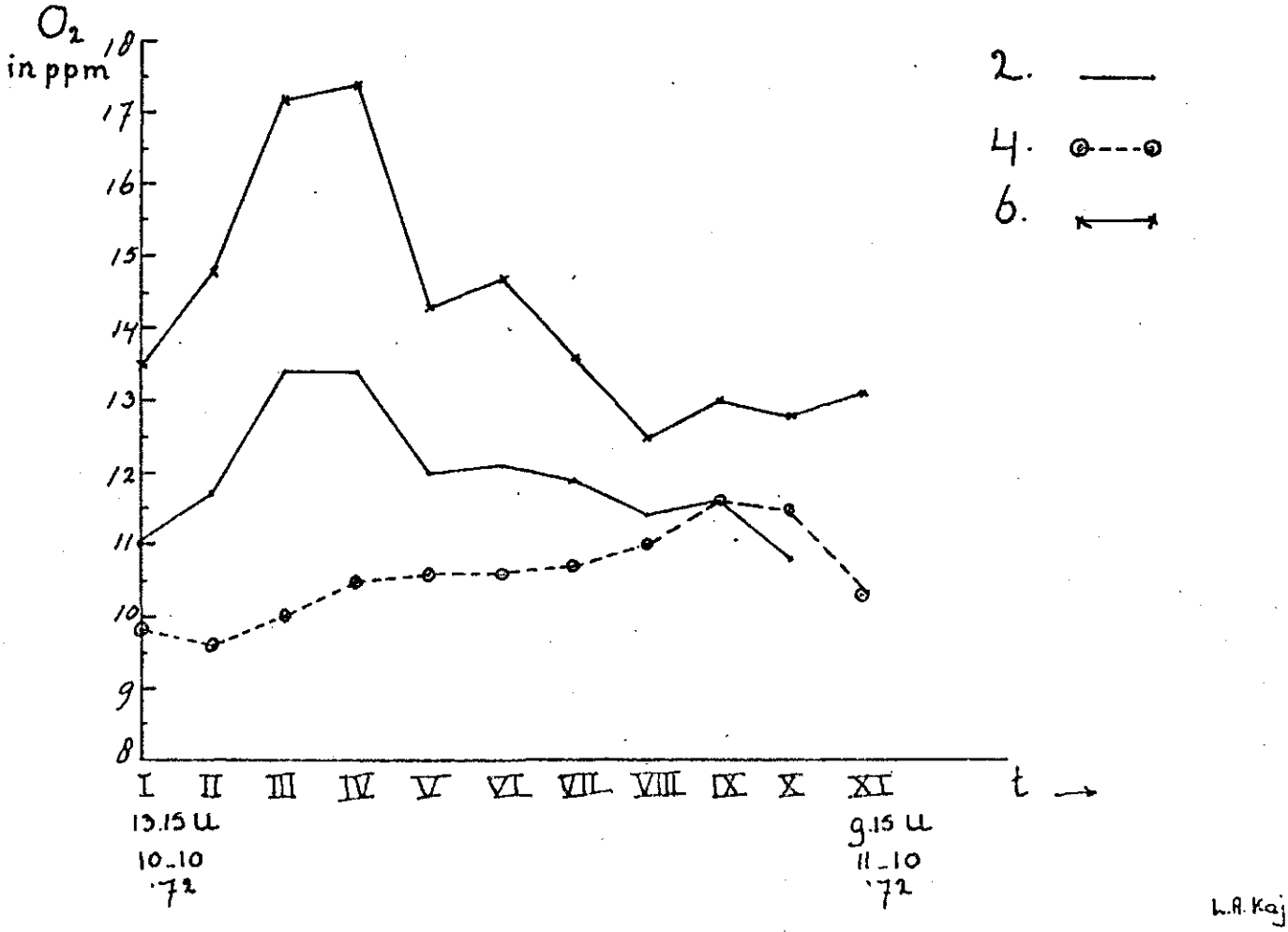
Cl^- mg/l	SO_4^{2-} mg/l	NO_3^- mg/l	NO_2^- mg/l	PO_4^{3-} mg/l ongef.	PO_4^{3-} mg/l gef.	Polyf. mg PO_4/l ongef.	Polyf. mg PO_4/l gef.	P-tot. mgPO_4/l ongef.	P-tot. mg PO4/l gef.	N-tot. mg N/l ongef.	N-tot. mgN/l gef.	N-alb. mg N/l ongef.	N-alb. mg N/l gef.
2230	2946	10	<0,02	1200	993	200	45	1400	1038	1865	1830	132	80

Na^+ mg/l	K^+ mg/l	NH_4^+ mg/l ongef.	NH_4^+ mg/l gef.	Fe mg/l	BOD_5^{20} mg O_2/l	COD mg O_2/l	$KMnO_4^-$ verbr. mg O_2/l	Geleid. verm. mmho/cm	pH	Hardh. totaal °D
960	3000	2148	2110	1,5	5000	7055	890	1827	8,0	5,02

4.11. Zuurstofverloop gedurende 24 uur

Eerste etmaalsbemonstering van 10 op 11 oktober 1972 (metingen ± om de 2 uur)



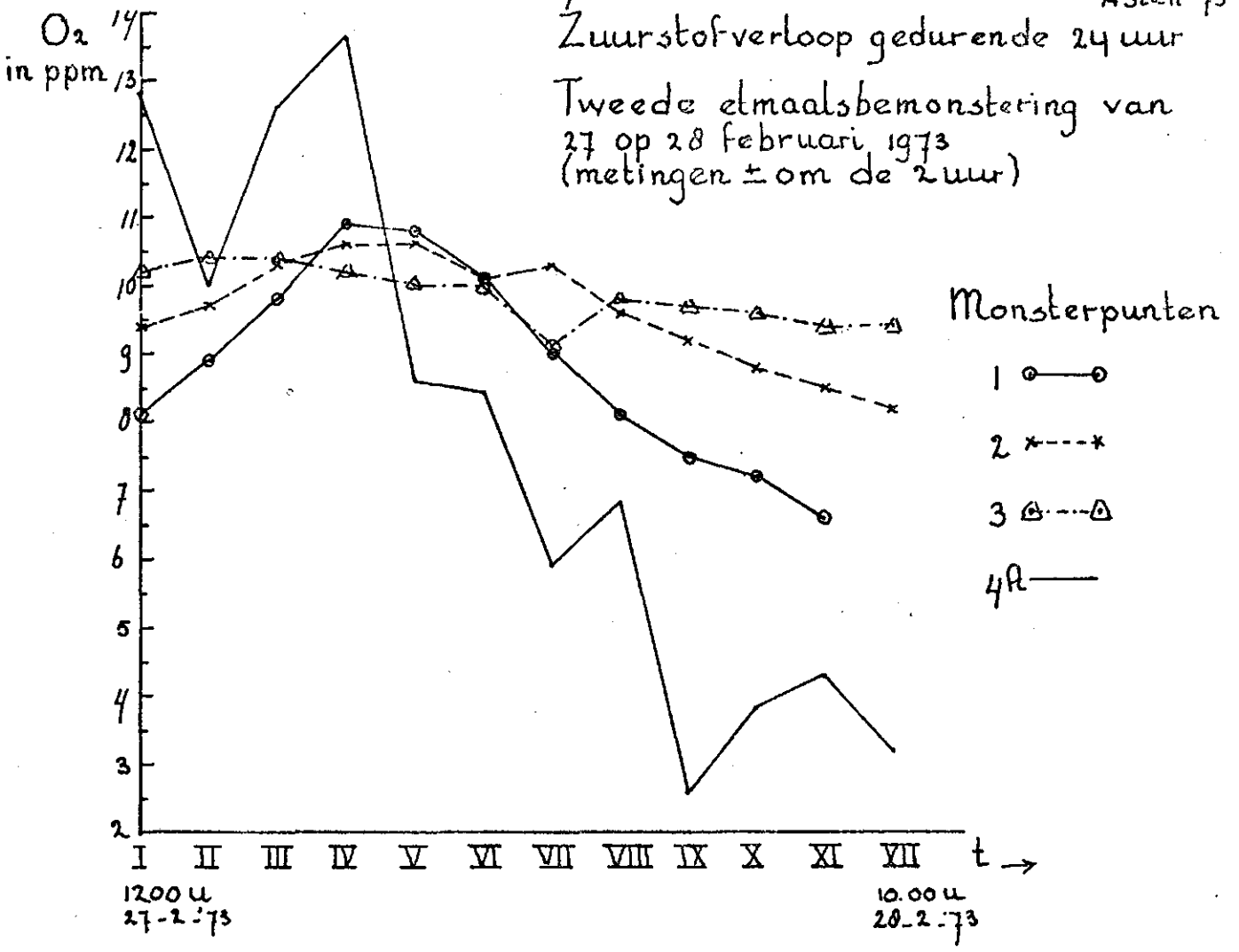


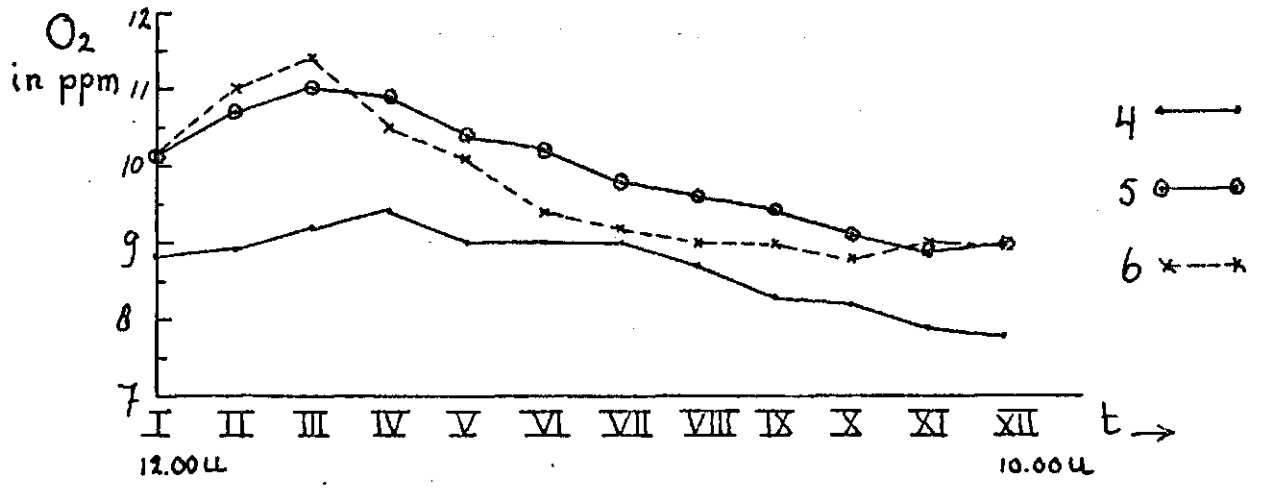
L.A. Kajim

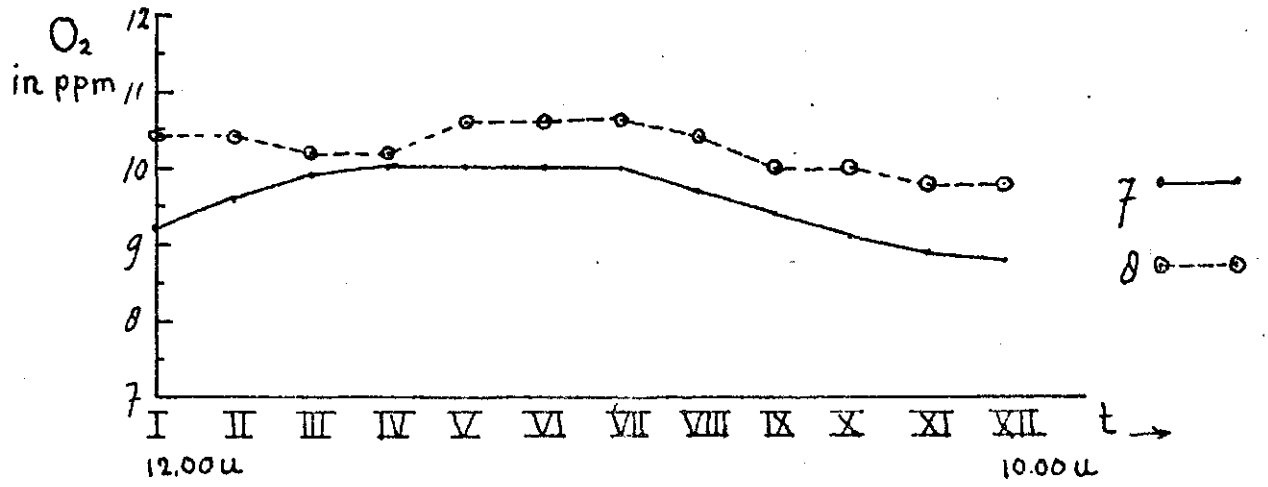
Asten '73

Zuurstofverloop gedurende 24 uur

Tweede etmaalsbemonstering van 27 op 28 februari 1973 (metingen ± om de 2 uur)







L.A. Kajim

4.12 Tabel 7. Gegevens van de 1e 24-uurs bemonstering 10/11 oktober 1972 (I)
en de 2e 24-uurs bemonstering 27/28 februari 1973 (II)

Monsterpunt		Geleidings-vermogen min - max	pH min - max	temp. H_2O min - max	temp. lucht min - max	X)
1	I	253 - 280	5,9 - 6,4	8,8 - 11,8	4,0 - 18,0	
	II	270 - 300	5,2 - 5,6	0,4 - 4,4	-4,2 - 5,8	
2	I	137 - 154	5,1 - 6,2	9,0 - 11,7		
	II	204 - 229	5,1 - 5,5	0,2 - 4,7		
3	I	128 - 137	5,0 - 5,5	8,4 - 10,9		
	II	192 - 215	5,2 - 5,6	0,4 - 4,5		
4	I	150 - 158	5,0 - 5,5	9,3 - 11,4		
	II	172 - 189	5,0 - 5,4	1,1 - 4,0		
4A	I	132 - 150	4,2 - 4,6	8,5 - 13,8		
	II	105 - 117	4,2 - 4,7	1,4 - 5,0		
5	I	155 - 168	5,2 - 6,0	9,2 - 11,2		
	II	178 - 200	5,1 - 5,4	0,6 - 4,2		
6	I	330 - 720	5,8 - 7,0	7,1 - 13,4		
	II	287 - 345	5,2 - 5,7	0,2 - 6,0		
7	I	220 - 240	4,9 - 5,4	8,8 - 12,2		
	II	235 - 262	5,2 - 5,5	1,4 - 4,0		
8	I	180 - 200	5,4 - 6,4	9,3 - 11,4		
	II	190 - 205	5,4 - 5,7	1,0 - 3,0		

x) Geleidingsvermogen uitgedrukt in mmho/cm;
De temperatuur is uitgedrukt in °C.

Tabel 8. Overzicht van de resultaten van de dagelijkse bemonstering in de periode van 24 februari t/m 2 maart 1973.

Monsterpunt		24-2	25-2	26-2	27-2	28-2	1-3	2-3
1	pH	6,1	5,1	5,2	5,6	5,3	5,3	5,4
	Gel.v.	310	309	295	285	273	310	295
	$t.H_2O$	2,8	2,0	3,2	3,0	0,5	5,2	3,8
x)	t.l.	2,0	2,0	1,3	3,5	-2,0	8,0	-
	O_2	9,0	7,6	8,0	8,1	6,6	8,6	7,9
2	pH	6,0	5,2	5,5	5,4	5,5	5,2	5,2
	Gel.v.	230	234	227	215	210	230	223
	$t.H_2O$	2,5	2,9	3,1	3,0	1,0	4,8	4,0
	t.l.	2,0	2,5	1,0	3,5	1,0	7,1	-
	O_2	9,8	9,0	9,2	9,4	8,2	9,2	8,9
3	pH	5,8	5,1	5,2	5,2	5,6	5,2	5,2
	Gel.v.	215	220	215	200	197	205	205
	$t.H_2O$	2,0	2,7	3,0	2,5	1,0	4,0	4,0
	t.l.	2,0	2,0	1,8	2,2	2,8	5,3	-
	O_2	10,4	10,0	9,9	10,2	9,4	10,0	9,1
4	pH	5,5	4,8	5,0	5,2	5,1	4,9	4,8
	Gel.v.	180	182	187	175	173	182	180
	$t.H_2O$	2,0	2,2	2,9	2,0	1,4	4,0	4,6
	t.l.	2,0	2,2	2,4	4,0	4,2	7,0	4,8
	O_2	10,0	9,7	9,6	8,8	7,8	9,8	8,9
4A	pH	4,5	3,9	4,2	4,2	4,7	4,2	4,2
	Gel.v.	109	110	113	117	-	114	114
	$t.H_2O$	2,0	3,5	3,3	4,5	2,3	4,4	3,9
	t.l.	2,0	2,2	2,4	4,0	4,2	7,0	4,8
	O_2	11,6	11,0	11,8	12,8	3,2	12,8	11,2
5	pH	5,4	5,0	5,2	5,1	5,3	5,6	5,1
	Gel.v.	194	208	205	190	183	193	190
	$t.H_2O$	2,0	3,1	3,6	3,0	1,3	3,7	4,1
	t.l.	2,0	2,1	2,8	3,2	3,0	4,5	-
	O_2	9,2	9,8	10,2	10,1	9,0	9,4	9,1
6	pH	5,8	5,0	5,6	5,7	5,4	5,7	5,3
	Gel.v.	300	315	350	345	298	328	270
	$t.H_2O$	5,0	6,0	6,3	6,0	2,1	5,0	4,3
	t.l.	2,0	2,5	2,3	4,2	2,8	5,3	-
	O_2	11,0	10,6	11,0	10,2	9,0	9,6	9,2
7	pH	6,1	5,2	5,4	5,2	5,3	5,7	5,2
	Gel.v.	260	260	250	262	250	250	250
	$t.H_2O$	3,0	3,5	3,1	4,0	2,7	3,8	4,2
	t.l.	3,0	2,0	1,4	3,5	4,9	4,5	4,8
	O_2	11,3	9,7	-	9,2	8,8	10,2	10,5
8	pH	6,1	5,3	5,7	5,6	5,5	5,5	5,5
	gel.v.	219	212	210	200	192	201	205
	$t.H_2O$	2,3	2,7	2,8	2,2	1,4	3,6	4,4
	t.l.	2,0	2,7	1,3	4,8	2,4	6,0	-
	O_2	10,8	10,1	10,0	10,4	9,8	10,1	9,7

x) pH = zuurgraad; Gel.v. = Geleidingsvermogen in mmho/cm
$t.H_2O$ = temperatuur water in °C; t.l. = temp. lucht in °C;
O_2 = zuurstofconcentratie in ppm.

5. Discussie.

Hoewel de maandelijkse chemische- en macrofaunabemonsteringen een goed overzicht geven, is het toch niet eenvoudig om een direkt verband te leggen tussen het aan- of afwezig zijn van bepaalde organismen en bepaalde chemische faktoren. Bovendien is er nog weinig onderzoek verricht naar de invloed van de verschillende chemische faktoren op de ongewervelde diergroepen. Hoewel enkele chemische faktoren, zoals NH_4^+, K^+ en Cu^{++}, hoge waarden kunnen bereiken in deze waterlopen, is het niet mogelijk om te bepalen welke faktor de meest schadelijke is voor bepaalde organismen. Bovendien kunnen enkele faktoren in combinatie meer schade aanrichten dan de faktoren afzonderlijk. Op grond van de verzamelde gegevens kunnen geen definitieve conclusies getrokken worden over een correlatie tussen bepaalde chemische faktoren en de macrofaunasamenstelling. Opvallend is, dat het aantal soorten op punt 1 en punt 6 het geringst is. Op punt 1 is bijvoorbeeld het NH_4^+-gehalte soms erg hoog, terwijl op punt 6 in het slib hoge Cu^{++}-concentraties gemeten zijn. Globaal gezien, kan gesteld worden, dat hoe verder het monsterpunt van punt 1 af ligt, hoe soortenrijker het is en hoe geringer de schommelingen zijn (punt 6 uitgezonderd).

Wat betreft de macrofaunasamenstelling vertonen de monsterpunten onderling grote verschillen, zowel kwalitatief als kwantietatief. Wanneer we de verschillen achtereenvolgens bekijken, valt het op dat enkele soorten beperkt zijn tot een bepaald monsterpunt, of alleen op een bepaald punt hoge dichtheden bereiken. Monsterpunt 1 is zeer soortenarm. Het aantal soorten varieert van 3 tot 10. Alleen Chironomus wordt er in grote aantallen aangetroffen. Vertegenwoordigers van de vissen, kevers en wantsen worden er weinig of niet gevonden. De bloedzuiger Helobdella stagnalis komt er incidenteel in grote aantallen voor. Ook Chaoboridae, larven van pluimmuggen, kunnen in grotere aantallen op punt 1 voorkomen. Kennelijk zijn deze soorten bestand tegen grote schommelingen van o.a. het O_2-gehalte en andere (chemische) faktoren. Vele chemische faktoren bereiken op punt 1 hun hoogste gemiddelde waarde, terwijl ook de schommelingen ervan erg groot zijn. NH_4^+ is zelfs in concentraties tot 46 mg/l gemeten. Als deze hoge NH_4^+-waarden gepaard gaan met een stijging van de pH (boven 7), zal de NH_3-concentratie dodelijk zijn voor vele dieren.

Hoewel meestal een pH lager dan 7 is gemeten, komen ook waarden van 9 voor. Bovendien zijn de O_2-waarden soms laag. Toestanden van volkomen zuurstofloosheid zijn niet uitgesloten (zie monstering maart 1972). Deze situatie komt ongetwijfeld frekwenter voor dan uit de maandelijkse bemonsteringen blijkt, hetgeen weerspiegeld wordt in de macrofauna-samenstelling.

Het feit, dat het monsterpunt vlak voor een stuw ligt, blijkt nauwelijks van invloed te zijn op de soortensamenstelling. ± 75 m voor de stuw en vlak erachter blijkt de soortensamenstelling (althans in januari 1973) nagenoeg gelijk te zijn. Punt 1 is dus het meest direkt onderhevig aan de invloed van gierlozingen. Stroomopwaarts ligt een mesterij die door middel van een greppel direkt in kontakt staat met de waterloop.

Op punt 2 zijn de waarden minder extreem. De schommelingen zijn kleiner en de mogelijk toxische stoffen bereiken niet zulke hoge waarden als op punt 1. Het zuurstofgehalte schommelt aanzienlijk, maar waarden lager dan 3,8 mg/l zijn niet gemeten. Wel is enkele keren een sterke oververzadiging gemeten, bijv. in mei 1972: 26,1 mg/l en in juni 1972: 16,3 mg/l. Hoe deze hoge O_2-waarden verklaard moeten worden, is niet duidelijk. Plantengroei is hier niet. Hoewel er geen enkele soort is, die hier in grote aantallen voorkomt (uitgezonderd Chironomus in jan. 1973), zijn er meer soorten gevonden dan op verschillende andere punten. Opmerkelijk is dat alleen op dit punt Asellus aquaticus zo nu en dan in grotere aantallen is gevonden. Hoewel deze dieren wat hun keuze van hun milieu betreft zeker niet kritisch zijn, zijn ze op de andere punten incidenteel of niet gevonden. Het is voor de hand liggend hier aan eigenschappen van het substraat als voedselbron te denken als voornaamste faktor. Toch is er wat dat betreft weinig verschil met de andere punten te constateren. Wel ligt dit punt vlak onder een groep bomen, zodat er op de bodem meer afgevallen blad ligt. Als substraat is dit voor Asellus wellicht aantrekkelijker dan slib of zand. Aangezien ook dit punt vlak voor de stuw ligt, is nagegaan of hier verschillen optreden in de macrofauna ± 75 m voor de stuw en direkt erachter. ± 75 m voor de stuw was er geen kwalitatief verschil in de soortensamenstelling. Wel werd er een veel groter aantal oligochaeten gevonden dan op het gebruikelijke monsterpunt. Het beeld na de stuw verschilt nogal van dat dan de 2 punten ervoor. Dit ligt meer in de aard van het substraat dan aan de waterkwaliteit.

Vlak na de stuw liggen namelijk veel stenen op de bodem. Hier werd "zelfs" een larve van een steenvlieg gevonden (Nemoura cinerea), de enige tot nu toe.

Het beeld dat punt 3 te zien geeft, komt vrijwel overeen met dat van punt 2, zowel in chemisch opzicht als wat de macrofauna betreft. Er komen alleen wat meer soorten kevers voor. Het maakt kennelijk niet veel uit, dat punt 3 zich aanzienlijk verder van de lozingsbron bevindt.

Monsterpunt 4 vertoont een geheel ander beeld dan de drie voorgaande, niet wat het aantal soorten betreft, maar de samenstelling ervan. De groep van de wantsen is hier vertegenwoordigd met de genera Notonecta, Sigara, Corixa en Hesperocorixa. De biocoenose is hier aanzienlijk rijker door het voorkomen van visjes, zowel de 10-doornige stekelbaars (Pungitius pungitius) als de hondsvis (Umbra krameri). Vooral stekelbaarzen zijn in grote hoeveelheden aanwezig. Ook de chemische faktoren vertonen minder schommelingen en extreem hoge waarden komen hier vrijwel niet voor. Het zuurstofgehalte is steeds goed. Dit is een van de weinige trajekten waar waterplanten groeien. Bovendien wordt dit punt door andere bronnen gevoed, dan 1, 2 en 3. Door de ligging is hier de invloed van eventuele lozingen vòòr punt 1 vrijwel nihil. Omdat er van een duidelijke stroomrichting in deze wateren nauwelijks sprake is, is het mogelijk dat af en toe sterk verontreinigd water door de wind stroomopwaarts in de richting van punt 4 gedreven wordt. Door vermenging met het water uit de andere waterlopen, zal de invloed hiervan echter gering blijven. Monsterpunt 4 ligt bovendien dicht achter een stuw. Het hoogteverschil tussen de gescheiden delen is aanzienlijk, zodat er voortdurend water over de stuw stroomt. Dit alles zal waarschijnlijk de waterkwaliteit op punt 4 verbeteren. Door de sterkere waterbeweging (turbulentie) zal ook de aëratie bevorderd worden. Het zuurstofgehalte schommelt rond het verzadigingspunt. Een keer is een waarde van slechts 2,8 mg/l gemeten.

Zoals reeds is opgemerkt in de paragraaf Materiaal en Methode, is als referentiepunt gekozen het punt 4A. Er zijn duidelijke kwantitatieve en kwalitatieve verschillen in de soortensamenstelling tussen de punten 4 en 4A. Het voorkomen van muggenlarven van de subfamilie Tanytarsini is een aanwijzing, dat dit water minder organisch belast is (Moller Pillot, mondelinge mededeling). Op andere punten ontbreken

ze geheel, maar hier komen ze in grote aantallen voor. Ook de wantsen, vooral Sigara nigrolineata en andere vertegenwoordigers van dit geslacht zijn er aanzienlijk talrijker. De eerste maanden dat wij er monsterden, wemelde het er van de schrijvertjes (Gyrinus substriatus) en schaatsenrijders (Gerris lacustris). Deze werden op de andere punten vrijwel nooit gezien. In chemisch opzicht is er door het ontbreken van gegevens weinig over dit punt op te merken. Alleen tijdens de 24-uurs metingen en de 7-daagse meting, zijn enige faktoren gemeten. Hieruit blijkt dat de pH er aanzienlijk lager is dan op de overige punten ($\pm$ 4,5) en dat het zuurstofgehalte waarschijnlijk doorlopend goed is. Wat het geleidingsvermogen betreft, zijn er geen waarden hoger dan 150 mmho/cm gemeten.

Punt 5 heeft evenals de punten 2 en 3 geen duidelijk eigen karakter. Het is er aanzienlijk breder en dieper, maar zeker niet schoner. Waarschijnlijk wordt hier de goede invloed, die het "schonere" water van punt 4 zou kunnen hebben, genivelleerd door het vuile water, dat uit de richting van punt 1 komt. We treffen hier dan ook geen soorten aan, die we op de andere punten niet vinden en de aantallen blijven naar verhouding laag. In de zomermaanden was het meestal zwarte water er bedekt met kroos (Lemna sp.). De bodem bestaat vooral uit zand en slib en naar verhouding weinig organisch materiaal. Soms roken de monsters sterk naar zwavelwaterstof (H_2S).

Punt 6 is in vele opzichten afwijkend van alle andere punten. Het aantal soorten dat er voorkomt, is erg gering. Slechts bij één monstering, nl. maart 1972, zijn er 10 soorten gevonden, vaak waren het er echter 2 of 3. Ook kwantitatief gezien is het beeld geheel anders. Op de meeste punten is het aantal chironomuslarven veel groter dan het aantal larven van de soort Psectrotanypus varius. Op punt 6 is het juist omgekeerd. In bijna elk monster van dit punt is het aantal van Psectrotanypus varius groter dan van Chironomus (zie tabel 4b). Tot nog toe lijkt de meest aannemelijke verklaring hiervoor dat de predatie op Psectrotanypus varius (door bijvoorbeeld de stekelbaars) weggevallen is. Psectrotanypus varius predateert Chironomus-larven, waardoor hun aantallen gedecimeerd worden. Het alternatief, nl. het selectief gevoelig zijn van Chironomus voor bepaalde chemische faktoren, is nauwelijks aannemelijk te maken. In chemisch opzicht wijkt punt 6

niet principieel af van de andere punten. Wel is er het SO_4^{--}-gehalte meestal veel hoger dan elders, terwijl ook het geleidingsvermogen hoge waarden kan bereiken. De pH varieert van 4,8 tot 7,8 en is meestal lager dan 6. Het is mogelijk dat deze verschillen ten opzichte van de andere punten veroorzaakt worden door het feit dat in het gebied rond monsterpunt 6 tuinbouw wordt bedreven. Bovendien is het omliggende gebied dichter bevolkt. De afval van de tuinbouw en de bewoners wordt ongezuiverd geloosd op de waterloop, waar punt 6 ligt. Waarschijnlijk worden in de tuinbouw ook koperpreparaten gebruikt (bijvoorbeeld als fungicide), hetgeen een verklaring zou kunnen zijn voor de hoge kopergehalten van het slib aldaar. Deze verklaringen blijven echter speculatief.

Punt 7 geeft ook een beeld te zien dat geheel verschilt van de andere punten. Meestal is de diepte van het water erg gering (10 à 20 cm), terwijl het stroompje nauwelijks 1m breed is. In de zomermaanden was het geheel dichtgegroeid met gras, later is dit weggemaaid. Dit is het enige punt waar in grote hoeveelheden molluscen gevonden zijn. Vooral Lymnea peregra en Pisidium spec. kwamen er in grote aantallen voor. In de loop van het jaar namen de aantallen sterk af. Misschien konden juist dankzij de begroeiing op dit punt grote populaties van Lymnaea en Pisidium opgebouwd worden. Ook Chironomus-larven komen hier in zeer grote dichtheden voor. Net als op punt 4 zijn hier regelmatig stekelbaarzen gevangen. Het zuurstofgehalte in het steeds heldere water is goed. Opvallend is, dat de gehele bodem, die uit een dikkel laag organisch materiaal bestaat, bedekt is met een bruin laagje van ijzeroxydeneerslag. Het ijzergehalte van het water is echter niet hoger dan op de andere punten. In chemisch opzicht geeft dit punt verder hetzelfde beeld als de andere punten. De pH, die aanvankelijk meestal meer dan 6,5 bedroeg, daalde de laatste maanden tot 4,1. Ook het ijzer- (Fe), chloor- (Cl^-) en het calcium-(Ca^{++}) gehalte en het geleidingsvermogen zijn afgenomen, terwijl het HCO_3^--gehalte tot0 mg/l is gereduceerd. (Het gemiddelde HCO_3^--gehalte van december 1971 t/m augustus 1972 bedraagt 47,4 mg/l). Waar deze plotselinge reductie door veroorzaakt is, is moeilijk te achterhalen. De samenstelling van de macrofauna is daardoor kwalitatief niet veranderd. Kwantitatieve veranderingen

zijn reeds aangegeven (Lymnaea peregra en Pisidium). Het is echter opmerkelijk, dat in augustus 1972 de begroeiing, die in de sloot stond, geheel is verwijderd, en geen gelegenheid heeft gehad zich te herstellen. De lagere gehalten van de genoemde chemische faktoren zijn voor het eerst gemeten in september 1972, de eerste bemonstering na het maaien. Een correlatie lijkt me zeer aannemelijk. De verlaging zou alleen nog door het stoppen van lozingen veroorzaakt kunnen zijn, maar voor zover ons bekend is, wordt op het desbetreffende waterloopje geen gier geloosd. Waarschijnlijk is hier meer sprake van eutrofiering dan van vervuiling.

Monsterpunt 8 ligt in de Voordeldonkse Broekloop. Deze loop mondt uit in de Astense Aa. Alles wat in het achterliggende gebied eventueel wordt geloosd, stroomt hierlangs. Aangezien deze waterloop voor de uiteindelijke afvoer zorgt, is hij ook belangrijk breder dan de andere (± 4m). Daarom zijn de monsters niet in het midden genomen, maar langs de kant. Het is niet te verwachten, dat het hierdoor verkregen beeld van de macrofauna anders is dan wanneer deze bemonstering in het midden zou hebben plaatsgevonden. Doordat het water hier meer stroomt dan elders en doordat de hoeveelheid water, die afgevoerd wordt, groter is dan op de andere punten, is dit water kwalitatief wat beter dan elders. Dit houdt echter niet in dat op dit punt soorten gevonden worden, die op de andere punten niet gevonden zijn. Er moet hier nog steeds van een gestoorde toestand gesproken worden. De groepen, die in ongestoorde beken worden aangetroffen, zijn hier niet vertegenwoordigd. Wel zijn er enkele soorten die hier in grotere aantallen voorkomen dan op de andere punten, met name Sphaerium corneum, Herpobdella octoculata en Limnodrilus spec. Hoewel we ze niet gevangen hebben, hebben we op dit punt wel vissen gezien. In september 1972 kwam Daphnia er massaal voor. Waardoor dit massaal optreden van Daphnia veroorzaakt is, is moelijk te achterhalen. Het is wel opvallend dat de laatste 4 maanden van 1972 zeer lage koperwaarden zijn gemeten (zie blz. 32).

Vóór september 1972 was de gemiddelde Cu-concentratie in het water 0,23 mg/l (min. 0,12, max. 0,44 mg/l). Daarna zijn echter waarden gemeten van resp. o,06; 0,005; 0,010 en lager dan 0,005 (dus meer dan 10 x zo laag). Uit de literatuur blijkt dat Daphnia erg gevoelig is voor koper. Sublethale effekten (zoals vermindering van de reproduktie) treden reeds op bij concentraties van 0,01 mg/l. Een samenhang is daarom aannemelijk. In chemisch opzicht is er weinig veranderd in vergelijking met de vorige punten. Zoals te verwachten is, zijn de schommelingen wat sommige faktoren betreft wat geringer. De pH schommelt rond de 6,5. Eenmaal is een waarde van 8 gemeten. Het zuurstofgehalte is goed, terwijl soms van oververzadiging sprake is. Punt 8 behoort met het referentiepunt 4A tot de meest soortenrijke. Vooral de Coleoptera zijn goed vertegenwoordigd.

Samenvatting en conclusies.

Reeds bij een oppervlakkige bemonstering van de onderzochte waterlopen blijkt dat we met een zeer gestoord milieu te maken hebben. De variatie in de tijd is groot. Vooral door kanalisatie en het bouwen van vele stuwen, treedt een sterk nivellerend karakter op. Het milieu is daardoor zeer eenvormig en het aantal te bezetten niches klein. Ook al zou er van verontreiniging geen sprake zijn, dan zou de soortensamenstelling al aanzienlijke verschillen vertonen met die van een vergelijkbare natuurlijke waterloop. Door de soms sterke wisseling van de waterstand en de geregelde gierlozingen, wordt het aantal soorten dat zich hier kan handhaven nog aanzienlijk geringer. Bepaalde groepen worden zeer incidenteel aangetroffen, bijvoorbeeld kokerjuffers, platwormen en haften, terwijl bijvoorbeeld slakken met enkele soorten vertegenwoordigd zijn. Alleen die soorten die goed bestand zijn tegen bijvoorbeeld lage O_2-waarden, doordat ze òf niet afhankelijk zijn van de opgeloste O_2, òf enige tijd met heel weinig of geen O_2 toekunnen (door het bezit van haemoglobine), kunnen zich handhaven. Dit blijken dan vooral vertegenwoordigers te zijn van de Heteroptera, de Coleoptera, de Chironomidae en de Tubificidae. Ook de 10-doornige stekelbaars is minder afhankelijk van de O_2-concentratie, doordat hij lucht kan happen aan het oppervlak. Hoewel het niet mogelijk is gebleken een chemische faktor als dè beperkende faktor aan te wijzen, kunnen we wel stellen, dat vooral de extreem hoge waarden die sommige faktoren bereiken èn de grote schommelingen ervan er debet aan zijn dat slechts weinig organismen zich kunnen handhaven. Vooral het hier en daar massaal optreden van Chironomus en Limnodrilus hoffmeisteri is tekenend voor de situatie. De soortenarmoede van punt 1 en punt 6 lijkt in eerste instantie verklaarbaar door de sterke variatie in waterkwaliteit en de nu en dan optredende extreem hoge waarden van bijvoorbeeld NH_4^+. Een sterke verhoging van de pH en optredende zuurstofloosheid zijn dan voldoende om bijna alle dieren te vernietigen. De saprobiegraad van deze sterk verontreinigde wateren is α-mesaproob tot polysaproob.

Als we de resultaten van 14 bemonsteringen (dec. 1971 - jan. 1973) met elkaar vergelijken, valt er in de soortensamenstelling nauwelijks enige verandering te bemerken. Enkele organismen zijn alleen in de 2e periode van het onderzoek gevonden, met name de:

- Oligochaeta: Dero digitata en Stylaria lacustris;
- Diptera: Bezzia;
- Odonata: Libellula depressa;
- Heteroptera: Velia caprai (1x op punt 7);
- Hirudinea: Glossiphonia complanata;
- Mollusca Acroloxus lacustris.

Enkele andere organismen zijn alleen in de eerste periode gevonden (zie totaal overzicht blz. 14 en 15).
Kwantitatief gezien zijn de verschillen in de loop van het jaar 1972 wel groot geweest. Vooral de aantallen bodemorganismen zijn in de 2e helft van het jaar aanzienlijk groter. Een verklaring hiervoor is nog niet gevonden. Omdat de weersomstandigheden in de winter van 1971/1972 nauwelijks anders zijn geweest dan in 1972/1973, is deze faktor waarschijnlijk niet van invloed.

De genoemde gestoordheid van dit milieu blijkt m.i. ook uit het merkwaardige verloop van de aantallen van de verschillende bodemorganismen (van december 1971 tot januari 1973). De aantallen waarmee Chironomus, Psectrotanypus varius en Oligochaeta voorkomen, bereiken hun top in november 1972 (tabel 4). Normaliter komen de meeste Chironomidae voor in juli/augustus. Mogelijk is de massale uitbreiding in november 1972 te verklaren door een tijdelijke verbetering van de waterkwaliteit. De bemonstering in november 1972 is nl. juist na een hevige regenval geweest en na uitzonderlijk sterke wind. De waterstand was daardoor aanmerkelijk hoger dan anders. De waterafvoer in deze tijd zal ook veel groter geweest zijn. Uit de chemische bemonstering blijkt echter niets van een eventuele daling van de verschillende waarden. Een andere mogelijkheid is geopperd door Dr. Moller Pillot. Hij acht het niet uitgesloten dat deze plotselinge toename veroorzaakt is door drift. Drift is het verschijnsel dat bijvoorbeeld Chironomus zich loslaat van het substraat, waardoor hij gaat drijven. Elders gaan ze dan weer omlaag om zich in het substraat te vestigen.

Het waterpeil is overigens in december 1972 drastisch verlaagd tot een stand die zeker de helft lager is dan in de andere maanden. Deze verlaging was in de maanden december 1972 en januari 1973 niet van invloed op de samenstelling van de macrofauna. (Vaak kan een verlaging van het waterpeil grote gevolgen hebben).

Door de hiervoor beschreven faktoren hebben we te maken met een sterk gestoord milieu, waarin de biocoenose in vergelijking met een niet verontreinigd water een sterk verarmd beeld te zien geeft. De voedselketens die er zijn, zijn betrekkelijk eenvoudig en bestaan uit weinig trappen. Alleen die organismen, die een grote tolerantie hebben, houden het hier uit.

Literatuur:

Adema, Mej. D.M.M. en Groot - Van Zijl, Mevr. Th. de : De invloed van koper op de watervlo Daphnia Magna. Uit TNO-nieuws september 1972 (Jaargang 27, nr. 9).

Adema, Mej. D.M.M., Swaaf-Mooy, Mevr. S.J. de en Bais, Mej. P. : Laboratoriumonderzoek over de invloed van koper op mosselen (Mytilus edilus). Uit TNO-nieuws, september 1972 (Jaargang 27, nr. 9).

Algra, S. (1971) : Bio-industrie, vervuiler van het landelijk gebied. Natuur en Landschap 25(1): 17-24.

Arthur, J.W. en Leonard, E.N. (1970) : Effects of copper on Gammarus pseudolimnaeus, Physa integra and Campeloma decisum in soft water. Fish.Res. Bd.Can., 1970,27, 1277-1283.

Boorsma, Dr. H.J. en Elzenga, C.H.J. : Het kopergehalte van drink- en gebruikswater. Uit TNO-nieuws, september 1972 (Jaargang 27, nr. 9).

Brinkhurst, R.O. (1962) : A guide for the identification of British Aquatic Oligochaeta. Freshwater Biologycal Association. Scientific Publication nr. 22.

x) Cobben, R.H. en Moller Pillot, H. (1960) : The larvae of Corixidae and an attempt to key the last larval instar of the Dutch species. Hydrobiologia. Den Haag 1960.

Dahl, Dr. Fr.: Die Tierwelt Deutschlands. 15. teil - Würmer oder Vermes. Jena/Verlag von Gustav Fisher 1929.

Dresscher, Th.G.N., Engel, H. en Middelhoek, A. (1960) : De Nederlandse bloedzuigers (Hirudinea). Wetensch. mededelingen nr. 39, okt. 1960.

Gyssels, R. (1966) : Haftenlarventabel. Uitg. v.d. Belgische Jeugdbond voor Natuurstudie.

Higler, L.W.G. (1970) : Praktische gids voor zoetwaterdieren. RIN, Zeist.

Hueck, H.J. : Milieutoxicologie en koper. Uit TNO-nieuws, september 1972 (Jaargang 27, nr. 9).

Hueck, Dr. H.J. : Het belang van koper voor ons milieu. Uit TNO-nieuws, september 1972 (Jaargang 27, nr. 9).

x) zie blz. 55

Hueck-Van der Plas, E.H. : Voorkomen en toxiteit van koper bij organismen in zoet en zout water: een literatuurstudie. Uit TNO-nieuws, september 1972 (Jaargang 27, nr. 9).

Janssen, A.W. en Vogel, E.F. de : Zoetwatermollusken van Nederland. Uitg. NJN, Amsterdam 1965.

Laeyendecker, G. (1966) : Waterkevertabel. Uitg. NJN.

Lageveen - Van Kuyk, Drs. H.J. : Toepassingen en gebruik van koper in Nederland. Uit TNO-nieuws, september 1972 (Jaargang 27, nr. 9).

Liebmann, H. (1951) : Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie. Oldenburg, München.

Macan, T.T. (1956) : A revised Key to the British water Bugs. Freshwater Biological Association. Scientific publication nr. 16.

Macan, T.T. en Longmans, (1959) : A guide to Freshwater invertebrate Animals.

Meijer, Dr. C.L.C. : De invloed van fosfaat op de toxiciteit van koper voor een alg. Uit TNO-nieuws, september 1972 (Jaargang 27, nr. 9).

Moller Pillot, H.K.M. (1972) : Chironomidae-larventabel voor gebruik in beken van de Gelderse vallei.

Moller Pillot, H.K.M. (1971) : Faunistische beoordeling van de verontreiniging in laaglandbeken. Proefschrift, Nijmegen.

Nelson, J.L., Bruns, V.F., Coutant, C.C., Carlile, B.L. : Behaviour and reactions of coppersulphate in an irrigation cannel. Pestic, Monit. Jour. 1969,3, 186-189.

Nielsen, E.S. and Anderson, S.W. (1970) : Copperions as poison in the sea and in freshwater. Mar. Biol. 1970, 6, 93-97.

Nieser, N. : De Nederlandse water- en oppervlaktewantsen. Wetenschappelijke mededeling K.N.N.V. september 1968 (no 77).

Parma, S. (1969) : Notes on the larval taxonomy, ecology and distribution of the Dutch Chaoborus species (Diptera, Chaoboridae). Beaufortia, nr. 225, vol. 17, december 24, 1969.

Reitter, E. (1909) : Die Süsswasserfauna Deutschlands. Coleoptera. Heft 3 und 4. Verlag von Gustav Fischer, Jena.

Riemer, D.N. and Toth, S.J.J. (1970) : Adsorpsion of copper by clay minerals, humic acid and bottum muds. Am.Wat. Wks Ass., 1970, 62, 197.

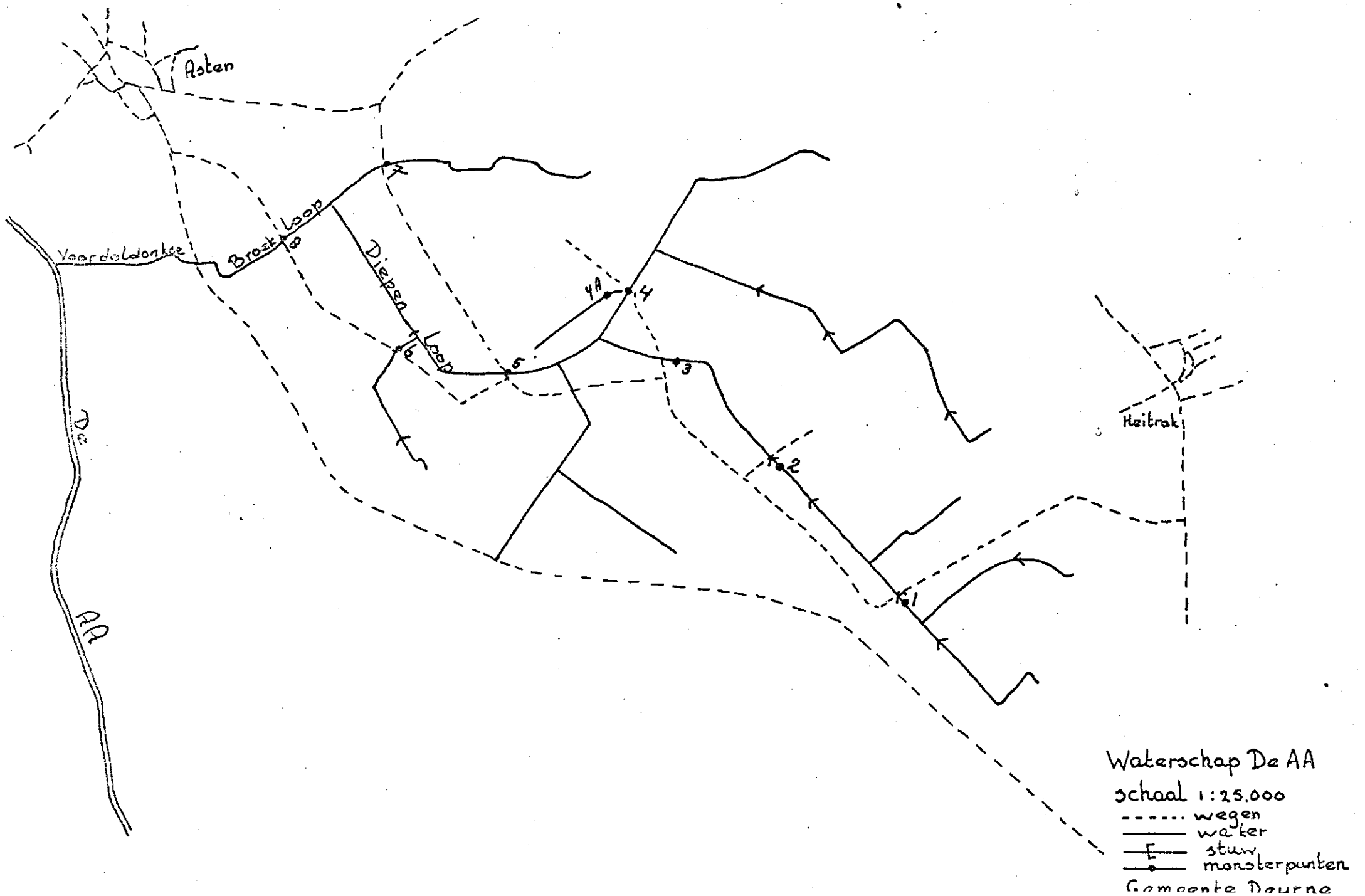
Stiff, M.J. (1971) : The chemical states of copper in polluted fresh water and a scheme of analysis to differentiate them. Wat. Res., 1971, 5, 585-599.

Velthuis, H. (1960) : Libellenlarven-tabel. Uitg. NJN.

Wesenberg-Lund, C. (1939) : Biologie der Süsswassertiere, Wenen.
Biologie der Süsswasserinsekten, Kopenhagen.

x) bij bladzijde 53:

Brinkhurst, R.O. and Jannesen, B.G.M. (1971) : Aquatica Oligochaeta of the world. Oliver and Boyd, Edinburgh.


Asten
Veerdaldonkse
Broek Loop
Diepen Loop
De AA
Heitrak
1
2
3
4
4A
5
6
7
Waterschap De AA
schaal 1:25.000
wegen
water
stuw
monsterpunten
Gemeente Deurne