

1989-1990

Beoordeling en evaluatie van biologische alarmeringssystemen op het meetstation Lobith.

Bio-alarm project fase I

J.Botterweg

(Adviesbureau BKH, Den Haag

in opdracht van DBW/RIZA, Lelystad)

Publicaties en rapporten 1989 - 8 van het project

"Ecologisch Herstel Rijn", januari 1989

(Programma section I. Bioalarm)

Participating Institutes:

On behalf of the Ministry of Transport and Public Works:

Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment
(D.B.W./RIZA), P.O. Box 17, 8200 AA, Lelystad.

On behalf of the Ministry of Housing, Physical Planning and the
Environment:

National Institute for Public Health and Environmental Protection
(RIVM), P.O. Box 1, 3720 BA Bilthoven.

On behalf of the Ministry of Agriculture and Fisheries:

Netherlands Institute for Fishery Investigations (RIVO)
P.O. Box 68, 1970 AB, IJmuiden.

D.B.W./RIZA nr. 89.045

Evaluation of biological early warning-systems (BEWS) in the river Rhine at Lobith (The Netherlands).

Bio-alarm project. Part I: 1988.

J. Botterweg

Abstract

As a part of the Rhine Action Programme (RAP) a project has been initiated to test the sensitivity and the reliability of biological early warning systems and to evaluate the usefulness of these systems in a continuous water quality monitoring programme.

A literature study has been carried out to give an overview of BEWS-equipments which are available or being developed at this moment. From this literature review it was concluded that a most sensitive warning-system or a most sensitive organism for all toxic compounds doesn't exist. A large range of individual chemicals can only be detected using a set of representative species of ecologically relevant taxa. In a monitoring programme it is therefore recommended to apply several systems at the same time.

Together with a fish monitor a system with waterfleas and a system with photosynthetic organisms (algae or cyanobacteria) should be implemented. From this literature study it is evident that the more sensitive systems require more maintenance and a larger amount of supervision by skilled staff.

In 1988 two biological early warning-systems, a fish monitor based on rheotaxis and a system based on activity measurements of Daphnia magna, were installed at the monitoring station Lobith in the river Rhine.

The project was started with these two systems because similar activities take place at monitoring stations along the river Rhine in Germany.

Together with other users of the fish monitorsystem in the Netherlands, mainly drinking water supply agencies, a working group has been installed, in which experiences are discussed.

After this first year of testing the fish-monitor appears to be a reliable biological warning system which is easy to handle, needs little maintenance and has a small risk for false alarms. Some technical adjustments are proposed to enhance the reliability of the system.

During the project eight times an alarm has been generated at different locations in the Netherlands. In six of these increased concentrationlevels of different toxic compounds have been found. Three alarms were generated at the monitoring station on the river Rhine; one of them wasn't noticed by the traditional (chemical) routine monitoring programme.

Once more it is stressed that if a biological warning systems doesn't give an alarm, there still is no guarantee for an acceptable waterquality. Toxic compounds can still be present, most probably however, at low concentrations or concentrations causing effects only after prolonged exposure.

Unfortunately, only limited information is available on compound specific sensitivity of the fish monitor. Therefore attention is given to the testing of some individual chemicals.

Laboratory tests were carried out using ammonia as a fish toxicant. At high concentrations the fishes became strongly weakened. Nevertheless this didn't cause an alarm. It was concluded that a so called 'dead alarm' is necessary in these systems which will be realised in the next project period.

The same holds for adjustments on the sensitivity and the alarmlevel regulation. For sake of standardisation it will also be necessary to calibrate the microphone of this system.

To implement this system in a continous monitoring programme automatization of storing and processing of the data is essential.

Once technical adjustments are realised the fish monitor system can be useful to monitor industrial effluents as well.

A users guide and a guide 'in-case-of-alarm' has been made which are added to this report as a appendix.

Based on the experiences of this year it is recommended to install a fish monitor in the river Meuse at the Belgium border as well.

During the testperiod of the 'Dynamische Daphnientest' on site some practical problems had to be solved first (sediment-removal, food concentration and watertemperature).

It is expected that the sensitivity of this early warning system will be high because of the sensitivity of the water fleas to a relatively broad range of toxic substances.

At this moment, however, this system can't be used as a fully automatically operating biological warning system yet. To make this system usefull for this purpose the influence of food concentration, watertemperature and toxic substances has te be quantified.

**Beoordeling en evaluatie van biologische
alarmeringssystemen op het meetstation Lobith**

Bio-alarm project fase I

VOORWOORD

Na de ramp bij de Zwitserse firma Sandoz in november 1986, waarbij tonnen insecticiden, herbiciden en fungiciden in de Rijn terecht kwamen hebben de Rijnnoeverstaten afspraken gemaakt over herstelmaatregelen voor de Rijn.

Rijkswaterstaat stelde een programma samen, het Rijn Aktie Programma (RAP) waarin doelstellingen voor het jaar 2000 worden geformuleerd. Eén van de onderdelen van dit programma is een uitbreiding en een verbetering van de kwaliteitsbewaking van het Rijnwater. Biologische bewakingssystemen kunnen daartoe een belangrijke bijdrage leveren.

Aan Adviesbureau BKH werd op 2 februari 1988 door Rijkswaterstaat Dienst Binnenwateren/RIZA opdracht verleend een tweetal biologische bewakingssystemen in Lobith op hun effectiviteit te beoordelen (Overeenkomst DB.347). Hiervan wordt in dit rapport verslag gedaan, daarnaast zijn voorgenomen vervolgactiviteiten opgenomen voor een tweede fase van dit project.

De uitvoering van het project berust bij drs. J. Botterweg van Adviesbureau BKH.

Drs. C. van de Guchte van de Dienst Binnenwateren en dr. ir. I. van der Putte van Adviesbureau BKH dragen zorg voor de begeleiding van dit project.

INHOUD

Voorwoord

Samenvatting

1. Inleiding	1
1.1. Doelstelling van het projekt	
1.2. Bio-alarmering, mogelijkheden en beperkingen	
1.3. Het visbewakingssysteem	
1.4. Het bewakingssysteem met watervlooiën	
1.5. Het Microtox-systeem	
2. Resultaten van het literatuuronderzoek.	7
3. Operationalisering van de testsystemen.	9
3.1. Visbewakingssysteem	
3.1.1. Gerealiseerde aanpassingen in 1988	
3.1.2. Overige technische bevindingen	
3.1.3. Storingen	
3.1.4. Kans op een vals alarm	
3.1.5. Automatische verwerking van het geleverde signaal	
3.1.6. Inkoop van de vissen	
3.1.7. Onderhoud	
3.2. Bewakingssysteem met watervlooiën	
3.2.1. Slibophoping in de testkamer	
3.2.2. De snelle reproductie van daphnia's in rivierwater	
3.2.3. Het realiseren van een referentie	
3.2.4. Storingen	

4. Calamiteiten en alarmmeldingen.	16
4.1. Calamiteiten	
4.2. Alarmmeldingen van het visbewakingssysteem	
4.3. Voorlopige conclusies	
5. Stofspecifieke testen.	20
5.1. Visbewakingssysteem.	
5.2. Bewakingssysteem met watervlooiën	
6. Conclusies en aanbevelingen.	26
7. Vervolgactiviteiten van het bio-alarm project: fase II	29
Literatuur	30
Bijlagen	31
1. Gebruikershandleiding visbewakingssysteem Kerren	
2. Procedurele handleiding bij calamiteiten	
3. Biologische monitoring op meetstations Lobith en Eijsden; inzet personeel	
4. Wensenlijst automatisering	
5. Lijst storingen visbewaking	
6. Lijst met afkortingen	
7. Adressenlijst	

SAMENVATTING

In 1988 is in het kader van het Rijn Aktie Programma (RAP) van Rijks-waterstaat een projekt Bio-alarmering gestart ter uitbreiding van de alarmeringsfunctie van meetstation Rijn-Lobith.

Het projekt is uitgevoerd in opdracht van de Dienst Binnenwateren te Lelystad en uitgevoerd door Adviesbureau BKH.

Doel van dit projekt is enkele biologische bewakingssystemen te beoordelen op hun gevoeligheid voor toxische verbindingen en op hun bruikbaarheid in een continu bewakingsprogramma.

In het projektjaar zijn twee automatische biomonitorsystemen op meetstation Rijn-Lobith geïnstalleerd, een visbewakingssysteem en een bewakingssysteem met watervlooiën.

De keuze van deze systemen is mede gebaseerd op gelijksoortige activiteiten op Duitse meetstations langs de Rijn (ad hoc Arbeits Gruppe Biotests).

Naast het operationaliseren van deze twee systemen is een literatuurstudie uitgevoerd om een overzicht te krijgen over bestaande en in ontwikkeling zijnde biologische alarmsystemen. Ook in de literatuurstudie is het doel nagestreefd om de beschreven systemen te beoordelen op gevoeligheid en bruikbaarheid in een continu bewakingsprogramma.

Uit het literatuuronderzoek wordt geconcludeerd dat er niet kan worden gesproken van een meest gevoelig systeem of een meest gevoelig organisme voor alle onderzochte verbindingen. Het verdient daarom aanbeveling verschillende systemen naast elkaar toe te passen zodanig dat verschillende organismegroepen vertegenwoordigd zijn. Naast een visbewaking zullen systemen waarin gebruik gemaakt wordt van watervlooiën en fototrofe organismen een waardevolle aanvulling geven. De meer gevoelige systemen lijken over het algemeen ook meer onderhoud te vergen en een grotere inzet van gespecialiseerd personeel.

Er is geparticipeerd in de RIWA ad hoc subgroep Bio-alarmering om de in Nederland opgestelde visbewakingssystemen in gezamenlijk overleg uit te testen en in te regelen.

Het in Lobith opgestelde visbewakingssysteem is een betrouwbaar biologisch bewakingssysteem gebleken welk eenvoudig te bedienen is, betrekkelijk weinig onderhoud vergt en een kleine kans op vals alarm geeft. Standaardisatie van de gevoeligheidsinstelling en het alarmnivo is nog niet mogelijk gebleken. IJking van de in het systeem opgenomen microfoon zal daarvoor in ieder geval noodzakelijk zijn.

In de afgelopen periode (februari-december 1988) is door dit systeem op diverse locaties in Nederland acht maal een alarm gegeven waarbij na analyses in zes gevallen verhoogde concentraties van een aantal verbindingen werden aangetroffen. Drie van deze alarmmeldingen vonden op meetstation Lobith plaats, waarvan er één niet door de bestaande fysisch-chemische routinebewaking (SIVEGOM) was opgemerkt.

Nadrukkelijk moet worden vermeld dat wanneer de vissen niet een alarm veroorzaken, toch bezwaarlijke stoffen in lage concentraties in het

water aanwezig kunnen zijn.

Uit testen die met ammonia zijn uitgevoerd is gebleken dat zeer sterk verzwakte en dode vissen geen impulsen veroorzaken waardoor geen alarm wordt gegeven. Een dergelijke signalering zal in het systeem moeten worden ingebouwd waardoor het ook beter geschikt zal zijn voor effluentbewaking.

Met name over de gevoeligheid voor individuele toxische verbindingen zijn nog onvoldoende gegevens bekend. Hieraan zal het komende jaar meer aandacht moeten worden besteed. Er moet echter worden vermeld dat stofspecifieke gegevens slechts een beperkt beeld geven ten aanzien van de bruikbaarheid van dit systeem in de praktijksituatie.

Voor een adequate toepassing als alarmeringssysteem is het noodzakelijk dat een automatische signalering en verwerking van de gegevens gerealiseerd wordt.

Aanbevolen wordt op meetstation Eijsden ten behoeve van de kwaliteitsbewaking van de Maas eveneens een visbewakingssysteem te installeren en operationeel te maken.

Voor het visbewakingssysteem is een gebruikershandleiding alsmede een procedurele handleiding inzake calamiteiten samengesteld welke als bijlage bij dit rapport zijn toegevoegd.

Met het watervlooiën-bewakingssysteem zijn in het projectjaar vorderingen gemaakt met betrekking tot de oplossing van een aantal praktische problemen. Hieronder vallen ondermeer problemen zoals slibverwijdering, voedselconcentratie en temperatuur van het Rijnwater.

Met de huidige stand van kennis en ervaring kan dit systeem op dit moment nog niet als volledig automatisch biomonitoringsysteem worden ingezet. Het operationeel maken van een eenvoudig te bedienen systeem met een goed te interpreteren signaal kan nog enige maanden vergen. Pas dan zullen ook uitspraken kunnen worden gedaan omtrent de onderhoudsgevoeligheid en het risico op vals alarm. Van de gevoeligheid van dit systeem voor toxische verbindingen wordt veel verwacht, exacte detectiegrenzen zullen echter nog moeten worden vastgesteld.

1. INLEIDING

Na de ramp bij de Zwitserse firma Sandoz in november 1986 hebben de Rijnnoeverstaten afspraken gemaakt over herstelmaatregelen voor de Rijn.

In Nederland werd door Rijkswaterstaat een programma samengesteld, het Rijn Aktie Programma (RAP), waarin doelstellingen voor het jaar 2000 worden geformuleerd. Naast het terugdringen van verontreinigingen vormt de uitbreiding en verbetering van de kwaliteitsbewaking van het Rijnwater onderdeel van dit Programma.

Een slagvaardig waterkwaliteitsbeheer is immers gebaat bij een vroegtijdige signalering van en een adequate controle op het voorkomen en lozen van milieuschadelijke verbindingen.

Ten behoeve van de uitbreiding van de traditionele chemische bewaking met biologische bewakingsystemen is bij de Dienst Binnenwateren/RIZA het 'BIO-ALARM' projekt gestart en werd aan adviesbureau BKH opdracht gegeven voor een deel van de praktische uitvoering zorg te dragen.

1.1. Doelstelling van het projekt

Doel van het projekt is om een aantal biomonitoringsystemen op hun effectiviteit en op hun bruikbaarheid in een continu bewakingsprogramma te beoordelen.

Onder de 'effectiviteit' van een biomonitoringsysteem wordt hier de gevoeligheid voor toxische verbindingen verstaan. Bij het beoordelen van de 'bruikbaarheid in een continu bewakingssprogramma' zijn onder andere het vals alarm risico, de onderhoudsgevoeligheid, het bedieningsgemak en de technische betrouwbaarheid van de apparatuur betrokken.

De specifieke onderdelen van het 'BIO-ALARM' projekt zijn:

a. Een literatuuronderzoek

Om een vergelijking op basis van stofspecifieke gevoeligheden en gebruikseigenschappen van bestaande en in ontwikkeling zijnde systemen te kunnen maken is een literatuuronderzoek verricht (Botterweg, 1988). Een samenvatting van de conclusies van dit literatuuronderzoek wordt in hoofdstuk 2 vermeld.

b. Operationalisering en beoordeling van twee bio-alarmsystemen op meetstation Rijn-Lobith

In 1988 zijn twee automatische biomonitoringsystemen op het meetstation van de Dienst Binnenwateren te Lobith geïnstalleerd.

In februari en maart werden respectievelijk een visbewakingsysteem en een bewakingssysteem met watervlooiën op het meetstation Lobith geïnstalleerd.

Tevens is een Microtox testsysteem opgesteld, waarmee op beperkte schaal testen zijn uitgevoerd.

In de loop van het projektjaar zijn aan het visbewakingssysteem enige aanpassingen gerealiseerd waarvan in kwartaalrapportages en dit rapport (hoofdstuk 3) verslag wordt gedaan.

Daarnaast is een evaluatie gegeven van calamiteiten in het Rijnstroomgebied en alarmmeldingen van visbewakingssystemen in Nederland (hoofdstuk 4).

In het visbewakingssysteem werd een begin gemaakt met de uitvoering van stofs specifieke testen (hoofdstuk 5).

c. De samenstelling van een gebruikershandleiding en een procedurele handleiding in geval van calamiteiten.

Ten behoeve van de toekomstige implementatie van geteste systemen in het bestaande waterkwaliteitsbewakingsprogramma van Rijkswaterstaat (AQUALARM) zijn voor de visbewaking een standaardgebruikershandleiding alsmede een procedurele handleiding bij het optreden van een calamiteit of een alarmering opgesteld (bijlage 1 en 2).

d. De participatie in de RIWA ad hoc subgroep Bio-alarmering.

Tegelijkertijd met de plaatsing op meetstation Lobith zijn visbewakingssystemen op diverse andere plaatsen in Nederland opgesteld. Om de systemen in gezamenlijk overleg uit te testen en in te regelen is in RIWA verband een werkgroep opgericht (ad hoc subgroep Bio-alarmering) waarin naast DBW/RIZA zeven RIWA-lid bedrijven en het KIWA zijn vertegenwoordigd. Over het werk van deze werkgroep is in augustus gerapporteerd aan de RIWA-subgroep Hydrobiologie (Van de Guchte, 1988).

1.2. Bio-alarmering, mogelijkheden en beperkingen.

Onder bio-alarmering wordt in het kader van dit projekt verstaan:

"Het gebruik van biologische effectparameters bij aquatische organismen om snel een verandering in de toxiciteit van het te beoordelen water te signaleren".

Het meten van een biologische respons, ofwel het signaleren van een plotselinge verandering in een biologische parameter kan een belangrijke aanvulling vormen op de traditionele fysisch-chemische bewaking van de waterkwaliteit. Deze stelling komt voort uit de volgende overwegingen:

- In oppervlaktewater en in effluënten komen milieuvreemde verbindingen in zulke grote aantallen voor dat detectie van al deze stoffen met behulp van alleen chemische analyse methoden niet mogelijk is. Door de aard van de verbindingen is van slechts een klein aantal continue registratie mogelijk.

- Veel stoffen komen in zulke lage concentraties in het water voor dat ze onder de detectiegrenzen van de chemisch-analytische apparatuur of de gebruikte methode liggen. Deze lage concentraties kunnen echter wel toxisch zijn voor aquatische organismen.

- Van de stoffen die chemisch-analytisch te detecteren zijn, en gedetecteerd worden, geven de gemeten concentraties niet altijd informatie over de biologische beschikbaarheid van de betreffende verbinding of over de mogelijke effecten op aquatische organismen.

- Met chemische analyses kan niet worden gesignaleerd of er mogelijk sprake is van een gecombineerde toxische werking van tegelijkertijd

voorkomende stoffen.

Continu bewaking op het voorkomen van toxische stoffen met behulp van aquatische organismen kent ook een aantal beperkingen:

- de hier bedoelde bio-alarmeringssystemen registreren alleen acute effecten, lange-termijn effecten kunnen hiermee niet worden opgespoord. Per definitie worden de testorganismen in een bio-alarmsysteem slechts een beperkte tijd ingezet om adaptatie te voorkomen. Ook voorspellingen met betrekking tot lange-termijn-effecten kunnen met behulp van de geregistreerde signalen niet worden gedaan.
- In oppervlaktewater kunnen deze systemen slechts een signalerende en een waarschuwende functie hebben. Schade kan niet worden voorkomen. Wel kunnen gebruikers stroomafwaarts worden gewaarschuwd.
- Omdat niet voor alle chemische verbindingen analysemethodes beschikbaar zijn, zal het traceren van een verbinding die een alarm veroorzaakt niet altijd mogelijk zijn. Dit kan voor sommige gebruikers onwerkzaam zijn in verband met stofspecifieke normen en/of te ondernemen acties.

1.3. Het visbewakingssysteem

Het visbewakingssysteem zoals dat op Lobith staat opgesteld is het Arenabasin naar het ontwerp van Juhnke en Besch (1971). Het systeem wordt in Duitsland gebouwd door de firma Kerren Umwelttechnik. (fig.1)

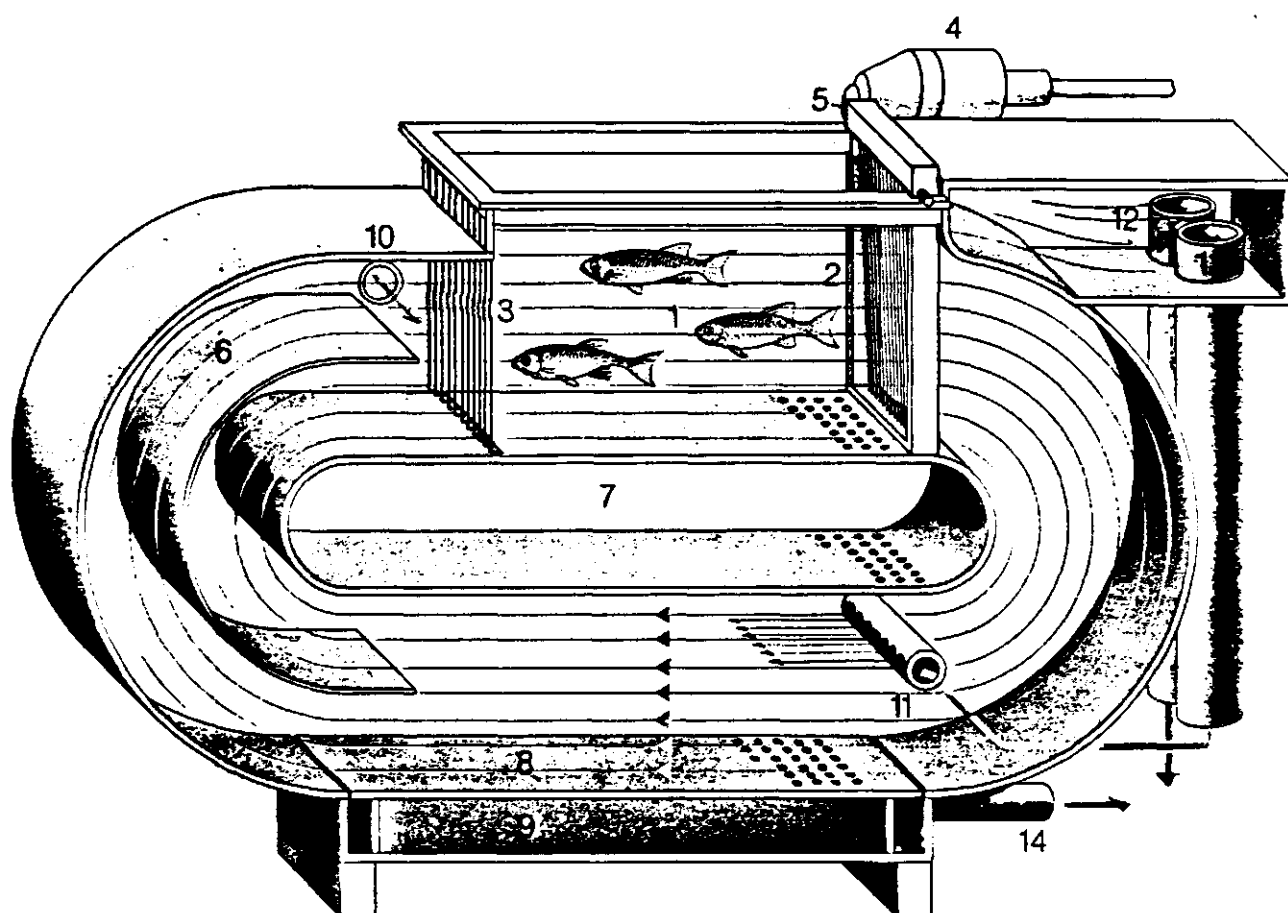


FIG.1. Arenabasin van Juhnke en Besch (1971) waarin het verlies van rheotaxis van vissen met behulp van drukgevoelige snaren kan worden geregistreerd. Vijf maal per uur wordt de stroomsnelheid in de testkamer kunstmatig versneld en wordt geregistreerd hoe vaak de vissen het drukgevoelige rooster raken. (1. testkamer; 2.drukgevoelige snaren; 3. afsluitrooster testkamer; 4. microfoon; 5. verbindingsslang rooster met microfoon; 6. stroomgeleider; 7. binnenste van testbasin 8. bodemplaat; 9. sedimentatiebak voor slib; 10. inlaat rivierwater; 11. instroom vanaf pomp; 12. overloop; 13. pomp inlaat; 14. afvoer.)

Dit visbewakingssysteem is gebaseerd op rheotaxis, de eigenschap van vissen om in stromend water tegen de stroom in te blijven zwemmen. Om dit gedrag te kunnen volgen worden Goudwindes (Leuciscus idus) in een testkamer geplaatst die continu wordt doorstroomd met rivierwater en waarin een aantal malen per uur de stroom kunstmatig kan worden versneld. Gedurende deze periode wordt geregistreerd of de vissen nog in staat zijn tegen deze stroom in te zwemmen.

Verlies van rheotaxis als gevolg van een waterverontreiniging wordt geregistreerd met behulp van de drukgevoelige snaren achterin de testkamer. Het aantal malen dat de vissen de snaren in de testperiode geraakt hebben (de impulsen) wordt geteld en aan het einde van elke testperiode genoteerd.

Er kan een alarmnivo worden ingesteld waarbij nadat een aantal malen (1-4) een grenswaarde is overschreden, automatisch een watermonster wordt genomen.

In het systeem worden vier vissen tegelijk geplaatst die een week in het systeem blijven. De vissen worden in de testweek niet gevoerd en worden slechts één maal gebruikt.

1.4. Het bewakingssysteem met watervlooiën

Het bewakingssysteem waarin watervlooiën worden getest is de 'Dynamische Daphniatest' zoals die is ontworpen door Knie (1982). Dit systeem wordt in Duitsland geproduceerd door de firma Electron Gesellschaft (fig.2).

In dit systeem wordt de aktiviteit van Daphnia magna continu geregistreerd met behulp van infra-rode lichtbundels.

Boven elkaar zijn zes infrarode lichtbronnen en sensoren geplaatst; elke onderbreking van de lichtbundel door een daphnia geeft een signaal. De signalen worden in een bepaalde tijdsperiode geteld en kunnen worden vergeleken met de signalen uit een tweede cuvet waarin watervlooiën in schoon water worden gehouden. Komt het verschil tussen de signalen boven een bepaald nivo dan kan een alarm worden gegeven. Het alarmsignaal is een geluidssignaal, er wordt geen watermonster genomen.

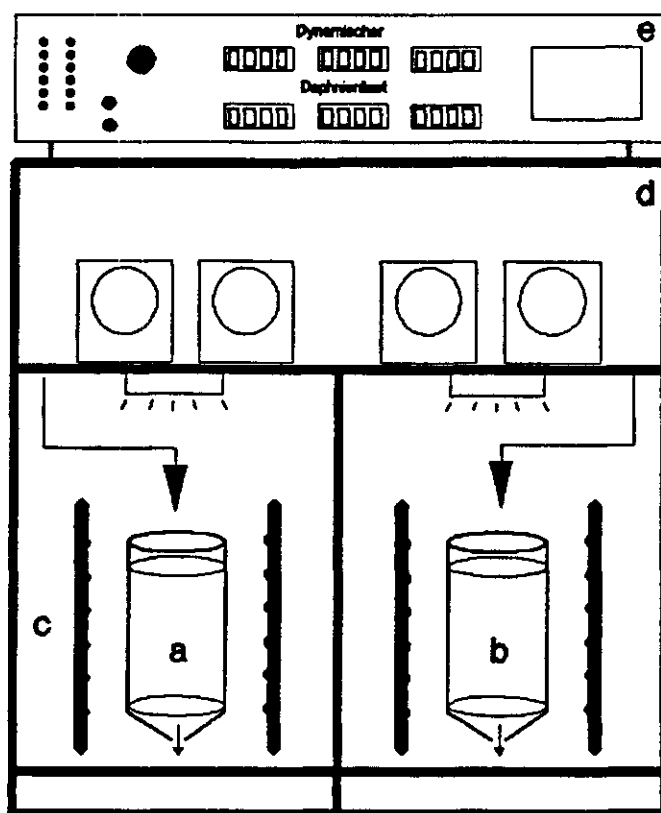


FIG. 2. Dynamische daphniatetest naar het ontwerp van Knie (1982). Met behulp van infra-rode lichtbundels kan de activiteit van daphnia's voortdurend worden gemeten. De activiteit in rivierwater kan worden vergeleken met de activiteit in schoon standaard water. (a. cuvet rivierwater; b. referentiecuvet; c. infrarode LED's d. aanvoer en afvoerpompen; e. stuur en informatiepaneel.)

1.5. Het Microtox-systeem

De Microtox is een systeem waarin de afname van de lichtproductie van een luminescerende bacterie kan worden gemeten. Het systeem is ontworpen door Bulich (1979) en wordt geproduceerd door Microbics, USA. De meting is discontinu en handmatig en neemt circa één uur in beslag. Bacteriën van de stam Photobacterium phosphoreum worden met een verdunningsreeks van het te onderzoeken water geïncubeerd, en de lichtafname wordt na 15 en 30 min. vergeleken met die van een controle. De zo gevonden EC_{50} of EC_0 waarde geeft een indicatie van de toxiciteit voor deze bacteriën van het onderzochte watermonster. Voor een toelichting met betrekking tot de Microtox-testen die op Lobith zijn uitgevoerd wordt verwezen naar Schmidt (in prep).

2. RESULTATEN VAN HET LITERATUURONDERZOEK

In de uitgevoerde literatuurstudie is een 32 tal biologische bewakingssystemen in beschouwing genomen (Botterweg, 1988).

Van deze systemen is een beperkt aantal geselecteerd en vergeleken op basis van de gevoeligheid voor toxische verbindingen en de bruikbaarheid in een continu bewakingsprogramma.

Deze selectie is gemaakt op grond van de beschikbaarheid van toxiciteitsgegevens en van de mogelijkheid om nu of in de nabije toekomst de bestudeerde parameter continu en automatisch te meten en de geleverde data automatisch te verwerken.

Uiteindelijk zijn 13 systemen voor 18 verschillende chemische verbindingen vergeleken.

Het blijkt dat niet gesproken kan worden van het meest gevoelige systeem of het meest gevoelige organisme voor alle milieuvreemde verbindingen.

Als relatief gevoelige systemen kunnen worden genoemd: systemen die ademhalingsbewegingen bij vissen registreren, systemen die de nitrifierende activiteit van bacteriën meten en systemen die met fototrofe organismen (eencellige algen of cyanobacteriën) werken.

Minder gevoelige systemen zijn de vis-rheotaxis systemen, het klepbelegingsregistratie-systeem bij mosselen en het systeem gebaseerd op de meting van het zuurstofverbruik door bacteriën.

Geconcludeerd wordt dat het aanbeveling verdient met name die systemen verder te ontwikkelen die gebruik maken van relatief gevoelige organismen zoals watervlooien en fototrofe organismen.

Met betrekking tot de bruikbaarheid van de systemen in een continu bewakingsprogramma kan het volgende worden opgemerkt:

- een testperiode in de veldsituatie (oppervlaktewater of effluent) is essentieel, aangezien gebleken is dat een relatief hoge stofs specifieke gevoeligheid gepaard kan gaan met een hoge storingsgevoeligheid.

- hoe groot de kans op een vals alarm is, is bij de meeste systemen voornamelijk niet duidelijk. Een grote kans op vals alarm geeft onder andere de electrodekamer van Spoor. In deze electrodekamer worden de ademhalingsbewegingen van vissen met behulp van externe elektroden geregistreerd. Een ander systeem wat een grote kans op een vals alarm geeft is het systeem van Poels wanneer zij op onbehandeld afvalwater wordt ingezet. In het systeem van Poels wordt het verlies van rheotaxis van vissen met behulp van lichtcellen geregistreerd. Een relatief kleine kans op vals alarm geeft hetzelfde Poels-systeem wanneer het op voorgezuiverd oppervlaktewater wordt ingezet. Een tweede systeem waarbij het risico op een vals alarm erg klein is gebleken is een systeem waarin bacteriële zuurstofverbruik wordt gemeten.

- het meest onderhoudsvriendelijke en eenvoudig te bedienen systeem is het op het verlies van rheotaxis gebaseerde visbewakingssysteem ontwikkeld door Juhnke en Besch (Aquatest Kerren).

- voor alle systemen geldt dat enige kennis over het gebruikte organisme voor het onderhoud en de bediening van de apparatuur van belang is. Gebrek aan ervaring met zowel organismen als apparatuur kan een

probleemloze toepassing in de weg staan.

De meer gevoelige systemen lijken over het algemeen meer onderhoud te vergen alsmede een grotere inzet van gespecialiseerd personeel.

Een vergelijking op basis van de kosten van de biologische bewakings-systemen is op grond van de literatuurgegevens niet mogelijk. Naast aanschafkosten zal rekening moeten worden gehouden met personeels- en exploitatiekosten alsmede de kosten van aanvullende analyses na alarm-meldingen.

3. OPERATIONALISERING VAN DE TESTSYSTEMEN.

3.1. Visbewakingssysteem

Na installatie van het visbewakingssysteem op het meetstation Lobith is gestart met het inregelen van de apparatuur en het verhelpen van kleine technische storingen. In de loop van het jaar is een aantal wensen naar voren gekomen ter verbetering van het systeem in technische zin, ten behoeve van een groter bedieningsgemak bij onderhoudswerkzaamheden alsmede ten behoeve van standaardisatie in het gebruik van dit systeem op meerdere locaties. Eén en ander staat weergegeven in het verslag van de ad hoc subgroep Bio-alarmering (Van de Guchte, 1988).

Een aantal van de in dit jaar naar voren gekomen wensen zijn reeds gerealiseerd, over een aantal wordt nog met de fabrikant onderhandeld of gedacht over mogelijke oplossingen (zie ook hoofdstuk 6).

3.1.1. Gerealiseerde aanpassingen in 1988

a. monstername

In de standaarduitvoering van het systeem is slechts de mogelijkheid van één monstername ingebouwd. Daarna moet het monster uit het apparaat worden gehaald en het systeem moet met de hand weer in het uitgangsnivo worden gezet (handmatige reset) voordat weer een alarm-met-monstername kan plaatsvinden.

In een langere periode waarin er geen controle van het visbewakingssysteem plaatvindt zoals 's nachts en in de week-einden, is het mogelijk dat er meerdere verontreinigingspieken passeren.

Om te voorkomen dat alleen de eerste verontreinigingspiek zou worden bemonsterd is een meervoudige monstername in het systeem ingebouwd. Hierdoor is het mogelijk dat vier monsters na elkaar worden genomen. Het systeem wordt automatisch weer in het uitgangsnivo gezet (automatische reset) waarna er weer vier grensoverschrijdingen plaats moeten vinden voordat een volgend monster genomen wordt. Pas na het vierde monster dient het systeem weer met de hand op het uitgangsnivo te worden gezet en moeten de volle flessen door lege worden vervangen.

b. signaalweergave

Tweede belangrijke aanpassing die in 1988 gerealiseerd is is de verandering van de impulsteller. In de standaarduitvoering van het systeem is een impulsteller geïnstalleerd die maximaal 100 impulsen telt. Gebleken is dat in een alarmsituatie het aantal impulsen vele malen hoger kan liggen. Passeert het aantal impulsen de honderd dan springt de teller echter weer op nul. Op deze manier kan niet meer worden achterhaald op welk tijdstip een watermonster genomen is. In het systeem op Lobith is de electronica zodanig gewijzigd dat het aantal impulsen door tien wordt gedeeld. Hierdoor is registratie tot 1000 impulsen mogelijk geworden.

c. aansluiting op de waterleiding

Om het schoonmaken van testbak en pomp te vergemakkelijken is het systeem naast de aansluiting op het rivierwater ook aangesloten op drinkwater. Bijkomend voordeel hiervan is dat de vissen in schoon water aan de testkamer en aan de afwisselende test en rustperiodes kunnen acclimatiseren.

3.1.2. Overige technische bevindingen

a. zuurstofelectrode

De in het systeem ingebouwde zuurstofelectrode heeft een dusdanig hoog eigen verbruik dat in de rustperiode met weinig waterbeweging, niet de juiste waarde kan worden weergegeven.

Plaatsing in de aanvoerleiding, waar continu voldoende stroming is, zal waarschijnlijk een beter resultaat geven.

De ingebouwde electrode is voor continu-meting in oppervlaktewater te onderhoudsgevoelig en relatief kwetsbaar. Er wordt nog gezocht naar een electrode die voor continu meting in verontreinigd oppervlaktewater beter geschikt is.

b. pH en temperatuurelectrode

Deze beide elektroden voldoen naar wens.

c. gevoeligheid en alarmnivo

Met behulp van de gevoeligheidsinstelling kan de gevoeligheid van de drukgevoelige snaren achterin de testkamer worden ingesteld. De schaal loopt van 0-10, waarbij 10 de meest gevoelige stand is. Bij stand 0 wordt geen enkele aanraking van de snaren geregistreerd.

Gebleken is dat de meest bruikbare stand tussen de 5 en de 8 ligt. Alleen bij water waarin geen grove delen meer aanwezig zijn kan met een hogere stand dan 8 worden gewerkt. Bij een stand boven de 8 worden ook lichte aanrakingen van de staartvinnen geregistreerd.

De grootte van de vissen (mits tussen 12-16 cm) lijkt niet veel invloed te hebben op het aantal geregistreerde impulsen. Dit is overigens moeilijk te bepalen; het is aan te bevelen de gevoeligheid niet voortdurend te wijzigen.

Wenselijk is dat de gevoeligheidsinstelling geijkt kan worden, met name ook in verband met standaardisatie van de in gebruik zijnde systemen. Het is nog onduidelijk of dezelfde stand op verschillende apparaten dezelfde gevoeligheid weergeeft.

De instelling van het alarmnivo is nog arbitrair. Uit de stofspecifieke testen (zie ook hoofdstuk 5) is gebleken dat in sommige gevallen het alarmnivo omlaag zou moeten om een duidelijk effect als alarm te kunnen registreren, in andere gevallen juist omhoog om vals alarm (met name in de acclimatisatieperiode) te voorkomen. Het geven van vals alarm is, voornamelijk in verband met de acceptatie van de apparatuur, zeer ongewenst. Geen alarmering bij een geringe verhoging van het aantal impulsen is een beter alternatief.

Op meetstation Lobith is nu gekozen voor een alarmnivo van 200 bij een gevoeligheidsinstelling van 6,5.

Bij een geautomatiseerde gegevensverwerking zal het mogelijk worden een variabel alarmnivo in te stellen, hetgeen de betrouwbaarheid en de

gevoeligheid ten goede zal komen.

3.1.3. Storingen

In 1988 heeft de visbewakingsapparatuur een aantal malen geen of geen betrouwbare signalen geleverd of was in verband met de uitvoering van stofspecifieke testen niet op het Rijnwater aangesloten.

Voornaamste oorzaak van storingen was het uit bedrijf zijn van de Rijnwaterpomp of storingen als gevolg van onderhoudswerkzaamheden aan de innameapparatuur (zwenkarm), waarbij het Rijnwater niet in de stroom, maar tussen de kribben (langsij van het ponton) wordt opgepompt.

Het verstopt raken van de toevoerleiding naar het visbewakingssysteem is regelmatig voorgekomen, maar kon altijd snel worden verholpen.

3.1.4. Kans op een vals alarm.

De kans op een vals alarm lijkt bij dit visbewakingssysteem niet erg groot. De instelling van de gevoeligheid en alarmnivo is hierbij echter van groot belang en deze zullen dan ook zorgvuldig moeten worden gekozen. Om gevoeligheid niet te laag en alarmnivo niet te hoog in te hoeven stellen zijn een aantal aanpassingen denkbaar waarvan oplossingen als een variabel alarmnivo en een aparte testkamer voor iedere vis het meest voor de hand liggen.

Een reëel risico voor een vals alarm wordt gevormd door verstopping van de aanvoerleiding of het uitvallen van de rivierwaterpomp (zie fig.3), waardoor de aanvoer van vers water stagneert.

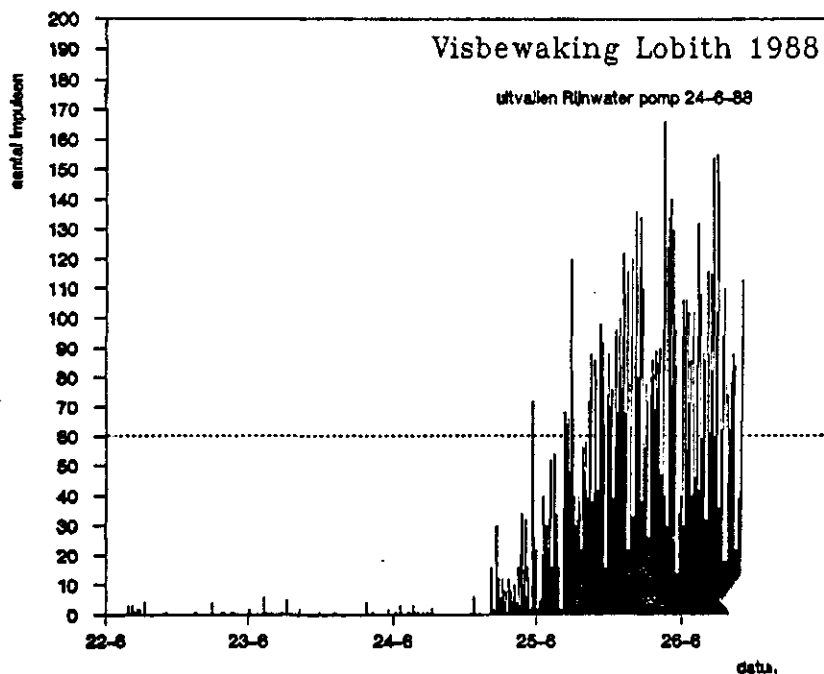


FIG.3. Signaal van het visbewakingssysteem te Lobith na het uitvallen van de rivierwaterpomp op 24 juni 1988. Op 26 juni werd de pomp weer in bedrijf gezet. (- - - -: alarmnivo)

Verhoging van de temperatuur met daaraan gekoppeld een verlaging van het zuurstofgehalte kan voor stressgedrag van de vissen zorgen. In een ruimte van 20°C loopt, als er geen doorstroming is, de temperatuur binnen 6 uur op tot 27°C, voornamelijk als gevolg van opwarming door de pomp van het visbewakingssysteem.

3.1.5 Automatische verwerking van het geleverde signaal

De grafische weergave van de gemeten parameters in de tijd (zoals in fig 1.) is in de afgelopen periode in verband met het tijdrovende karakter alleen bij calamiteiten en alarmmeldingen verricht (zie hoofdstuk 4). Er is een wensenlijst met betrekking tot de automatisering van deze gegevensverwerking opgesteld en er zijn afspraken met de fabrikant gemaakt over samenwerking op dit gebied (bijlage 4)

3.1.6. Inkoop van de vissen

Vanaf begin juni zijn er problemen geweest met de aanvoer van gezonde vissen. Gekochte vissen bleken een onbekende infectie te hebben die zich uitte in open huidwonden. In een aantal gevallen heeft dat zowel in het voorraadaquarium als in de testkamer sterfte tot gevolg gehad. Daarnaast bleken er veel misverstanden te bestaan over de maat van de vissen. Dit heeft geresulteerd in het maken van afspraken over een gewenste gewichtsklasse (tussen de 20 en de 30 gram). Met de firma 'Greba' te Bommel is intussen afgesproken dat zij zal zorgen voor voldoende aanvoer. Tevens zal een zekere kwaliteitsgarantie worden verstrekt met medewerking van een vispatholoog. Hierover zullen nog nadere afspraken worden gemaakt.

3.1.7 Onderhoud

Het routinematig onderhoud en de controle van het visbewakingssysteem inclusief de verzorging van de voorraad-vissen blijkt gemiddeld zo'n 6 uur per week te bedragen. Voor de dagelijkse controle is 15 minuten per dag voldoende. De wekelijkse vervanging van de vissen met het schoonmaken van testbak en de overige onderhoudswerkzaamheden vergen zo'n 3 tot 5 uur.

Voor een volledige lijst van noodzakelijke onderhouds- en controlewerkzaamheden wordt verwezen naar de standaardgebruikershandleiding (inclusief checklist voor dagelijkse controle), het onderhoudsschema en de benodigde inzet personeel op de meetstations Lobith en Eijsden (bijlage 1 en 3).

3.2. Bewakingssysteem met watervlooiën

Na installatie (maart 1988) van het watervlooiensysteem op meetstation Lobith zijn verschillende praktische problemen naar voren gekomen, waarvoor gedeeltelijk oplossingen zijn gevonden:

1. de slibophoping in de testkamer
2. de snelle reproductie van de daphnia's in rivierwater
3. het realiseren van een referentie met constante kwaliteit

3.2.1. Slibophoping in de testkamer

Onbehandeld Rijnwater kan binnen 48 uur een dussdanige slibophoping in de testkamer veroorzaken dat er geen doorstroming meer mogelijk is.

Om zwaardere en grovere deeltjes (zand, stukjes schelp) uit het water te verwijderen wordt het water aangezogen via een cycloonfilter. Daarna wordt het water via een bezinkbak (inhoud 6 liter, verblijftijd ca. 3 min.) geleid. Ook dan nog geeft de zwevende fractie problemen. Deze fijne deeltjes bezinken niet of nauwelijks in de bezinkbak, maar kleven samen onder op het rooster onder in de testkamer.

In navolging van de opstelling op het Duitse meetstation Rijn-Bimmen is een gaswasfles met plastic draden en filterwatten (inhoud 0,5 liter, verblijftijd ca. 30 min.) na de bezinkbak geplaatst. In deze opstelling kan een week zonder storende slibophoping in de testkamer worden gemeten. De watten moeten elke twee dagen worden vervangen of gereinigd.

Daar adsorptie van milieuvreemde verbindingen, met name in de gaswasfles, kan optreden is bovenstaande oplossing niet ideaal.

Er wordt nog gezocht naar alternatieven.

3.2.2. De snelle reproductie van de daphnia's in rivierwater

In de zomermaanden, wanneer de temperatuur van het water alsook de voedselconcentratie in het water hoog is, krijgen daphnia's binnen 7 dagen jongen.

Een constant aantal watervlooiën van gelijke leeftijd is noodzakelijk voor een betrouwbaar signaal, een plotselinge vergroting van het aantal daphnia's verstoort de meting of zou een vals alarm kunnen veroorzaken. In voorkomende gevallen werden al na 4 dagen jongen in het systeem geboren.

De daphnia's met een leeftijd jonger dan 48 uur kunnen niet in het systeem worden ingezet daar ze anders niet groot genoeg zijn om door het rooster tegengehouden te worden.

Temperatuur regulatie (20°C) is naar alle waarschijnlijkheid de eenvoudigste oplossing.

3.2.3. Het realiseren van een referentie.

Het daphnia systeem is een tweekamer-systeem. Het eigenlijke doel daarvan is de activiteit van de watervlooiën in het rivierwater te vergelijken met de activiteit van watervlooiën in schoon water.

Een referentie met schoon standaardwater van constante kwaliteit bleek

vooral nog niet te realiseren omdat een constante temperatuur en een constante voedseltoevoer daarvoor noodzakelijk zijn.

Nadat de slibverwijdering naar wens verliep zijn gedurende enkele maanden de beide testkamers met Rijnwater doorstroomd.

Een voorbeeld van de geleverde signalen staat vermeld in fig. 4. In een controletest waarin gedurende een week geen daphnia's in het systeem waren ingezet, werden geen impulsen gesignaleerd.

Uit de figuur kan worden geconcludeerd dat zelfs bij gelijke (Rijn)waterkwaliteit de twee testkamers regelmatig verschillen in impulsen te zien geven. In de eerste weken van deze duplo-testen bleken deze verschillen overigens sterker dan in de laatste. In fig. 4 zijn gegevens van één de laatste testen weergegeven. Ook hier kan weer zowel de temperatuur als de voedselconcentratie in de loop van het seizoen een rol spelen. Nog bepaald moet worden met welke marges rekening moet worden gehouden.

Daphniatest Lobith 1988

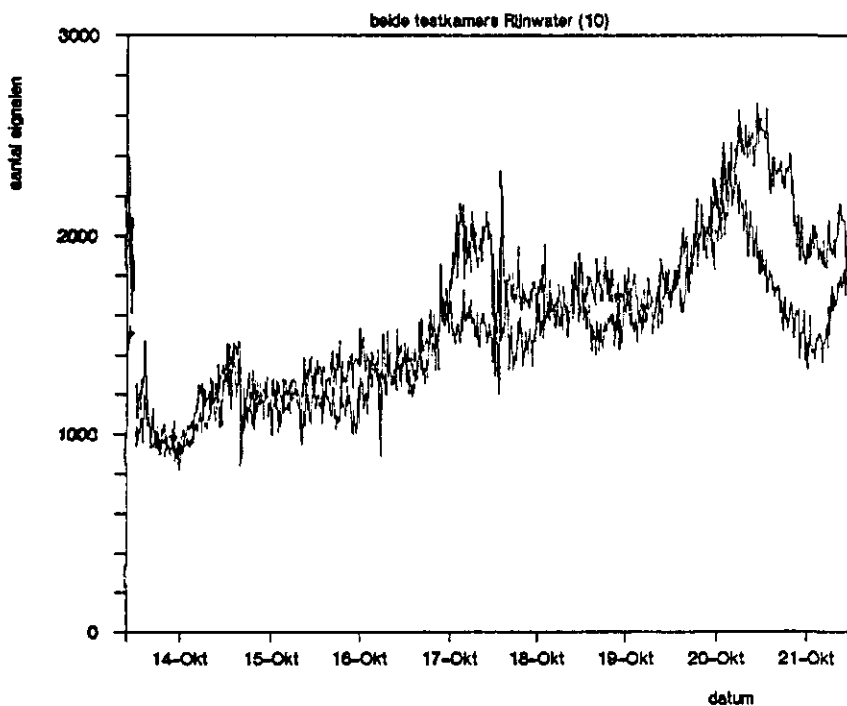


FIG.4. Signaalweergave van het bewakingssysteem met watervlooiën te Lobith. Beide testkamers werden met rivierwater doorstroomd.

Stofspecifieke testen en laboratorium testen met verschillende voedselconcentraties zullen hier meer uitsluitsel over moeten geven. Indien de voedselconcentraties een belangrijke rol speelt en een constante concentratie in schoon water moeilijk te realiseren is, kan geprobeerd worden om een referentie van Rijnwater in te zetten, waarbij dan Rijnwater van enkele dagen tevoren verzameld en gebruikt kan worden.

Een tweede alternatief zou in de instelling van het alarmnivo bij de

automatische verwerking kunnen worden gezocht. Hierbij zal niet het verschil tussen de twee testkamers een alarm veroorzaken, maar een plotselinge verhoging of verlaging van het aantal impulsen in beide testkamers. Bij deze oplossing zou in duplo, beide testkamers Rijnwater, kunnen worden gewerkt.

3.2.4. Storingen

Naast storingen in de Rijnwatertoevoer (zie 3.1.3) als gevolg van onderhoudswerkzaamheden of pompstoringen is het systeem geruime tijd buiten bedrijf geweest (4 weken) door defecte slangepompen van het systeem zelf. Oorzaak bleek een fabricagefout; de pompen zijn vervangen.

Er is nog te weinig ervaring met het systeem opgedaan om een indicatie te kunnen geven over de onderhoudsgevoeligheid van het systeem. Wel moet worden gerealiseerd naast het systeem zelf een daphnia- en een algenkweek (voedsel voor daphnia's) zal moeten worden opgezet en bijgehouden (ca. 4 -5 uur per week).

Met de huidige stand van kennis en ervaring kan dit systeem nog niet als een volledig automatisch alarmeringssysteem worden ingezet. Ook is er maar beperkte informatie beschikbaar over de stofspectifieke gevoeligheid van het watervlooiensysteem. Voor het uitvoeren van deze experimenten is het systeem tijdelijk in het laboratorium in IJlstad opgesteld.

4. CALAMITEITEN EN ALARMELDINGEN.

Onder een calamiteit wordt verstaan een waterverontreiniging die via het berichtencentrum van de Dienst Binnenwateren wordt gemeld. In nagenoeg alle gevallen is, voordat de stof meetstation Lobith bereikt de stofnaam, de concentratie en het tijdstip van passage met meer of minder zekerheid bekend.

Alarmmeldingen zijn meldingen van het visbewakingssysteem waarbij het alarmnivo vier maal achtereenvolgens is overschreden en automatisch een watermonster is genomen.

4.1. Calamiteiten

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de in 1988 geregistreeerde calamiteiten. Naast de stofnaam en de concentratie wordt de reactie van het visbewakingssysteem en een indicatieve waarde van een letale concentratie voor vissen van de betreffende stof vermeld.

TABEL 1					
Meldingen van waterverontreinigingen in de Rijn in 1988 met de reactie van het visbewakingssysteem te Lobith.					
In de laatste kolom zijn indicaties van LC50 gegevens van de geloopte verbindingen vermeld.					
no.	datum	stof	conc. lobith	visbewaking	vis LC50
R-1	8-1	para-methylanisole	1,5 ug/l	- (nog niet geïnstalleerd)	-
R-2	9-1	uitval biol.deel RWZI Emmerich	-	- (nog niet geïnstalleerd)	-
R-3	27-2	proefalarm	-	n.v.t.	-
R-4	30-3	proefalarm	-	n.v.t.	-
R-5	4-3	nitrobenzeen	Bad H:1,2 ug/l	- (test) Bad Hornef ook vissen/daphnia's	2 ug/l
R-6	11-3	alkaarmengsel	-	o	-
R-7	11-4	dieselolie	-	n.v.t.(lozing stroomafwaarts)	-
R-8	13-4	kerosine	-	o	>100 mg/l
R-9	15-4	isophoron	26 ug/l	+ !	100 mg/l
R-10	22-4	kleurstof	-	o	-
R-11	3-5	proefalarm	-	n.v.t.	-
R-12	5-5	fastusol (rode kleurstof)	-	o	-
R-13	11-5	ethanol	-	o	11 mg/
R-14	26-5	naphtaleen	Bad H:10 ug/l	+ (volgens logboek; recorderuitdraai ontbreekt)	1-5 mg/
R-15	2-6	onbekend (hoog chlorofylgehalt	-	n.v.t. (stroomafwaarts)	-
R-16	20-6	epichloorhydrine	3,3 ug/l	o	125 mg/
R-17	6-7	isophoron	3 ug/l	+ !	100 mg/
R-18	21-7	isophoron	1,3 ug/l	+	100 mg/
R-19	29-7	pyrolysebenzeen (PAK's)	-	- (test)	-
R-20	13-9	dichloorprop	3,3 ug/l	- (test)	1,1 mg/
R-21	11-9	dieselolie	-	- (geen gezonde vissen ter beschikking)	-
R-22	22-9	furmecycloz	0,8 ug/l	o	-
R-23	6-11	benzeen	-	o	20 mg/
R-24	?				
R-25	27-11	mecoprop			560 mg/

- : systeem niet in bedrijf

o : geen verhoogd aantal impulsen

+ : verhoogd aantal impulsen

+! : verhoogd aantal impulsen met ALARM

n.v.t.:niet van toepassing

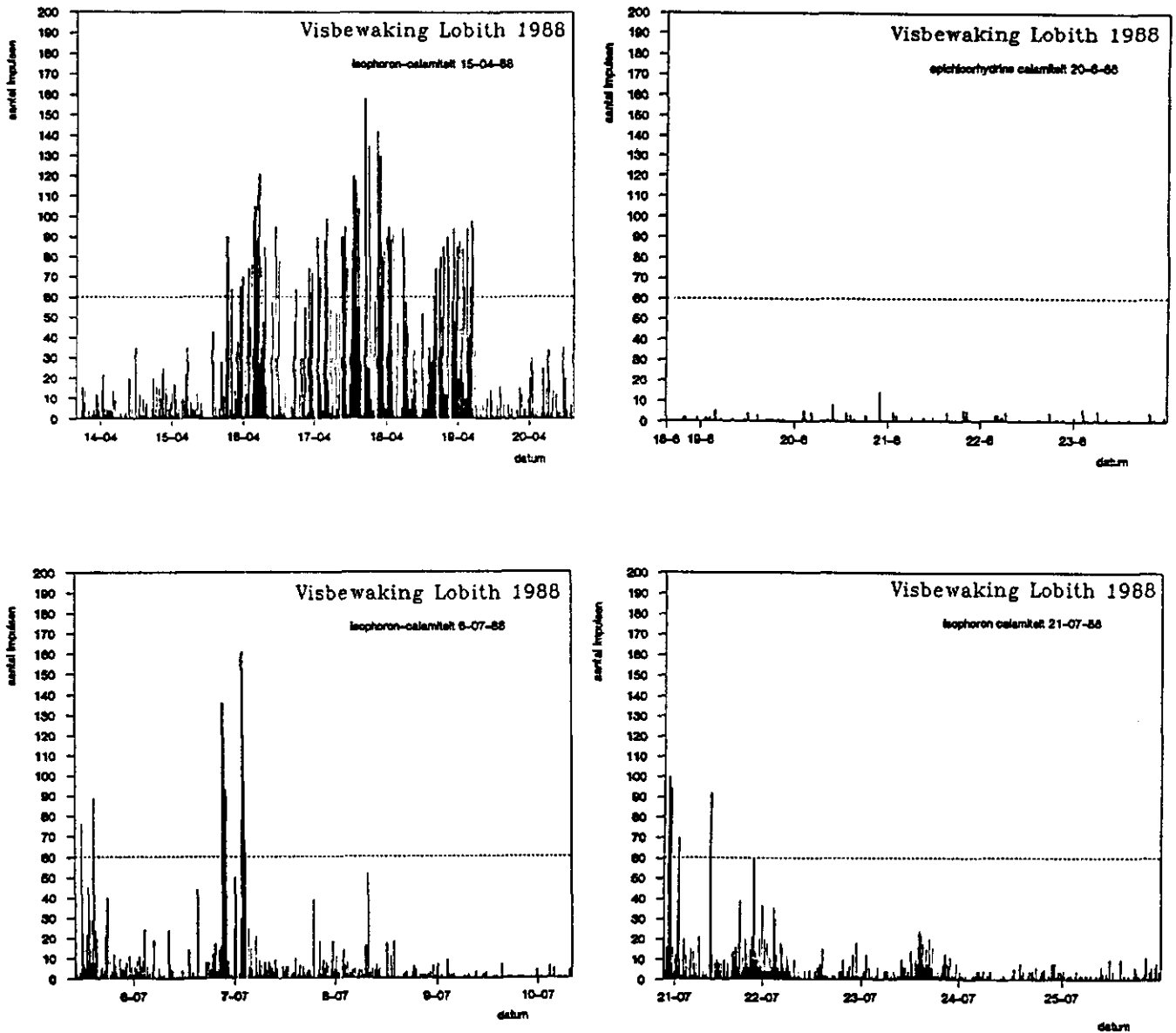


FIG.5. Signalen van het visbewakingssysteem te Lobith tijdens vier calamiteiten in 1988. Drie calamiteiten van isophoron, een van epichloorhydrine. (---: alarmnivo)

4.2. Alarmmeldingen van het visbewakingssysteem.

In de onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de meldingen van een alarm van de visbewakingssystemen in Nederland.

TABEL 2. Alarmmeldingen van visbewakingssystemen in Nederland in 1988 met de in de genomen watermonsters gevonden verbindingen. In de laatste kolom zijn indicaties van LC50 gegevens van de aangetroffen verbindingen vermeld.				
datum	locatie	gevonden verbinding	conc.	vis LC50, 96h
15-4	Lobith	isophoron	26 ug/l	220 mg/l
18-4	Nieuwegein	dichloor-nitromethaan	0,004 ug/l	-
3-4	Nieuwegein	aromatisch M-verbinding	1 ug/l	-
5-7	Drentse Aa	pirimicarp simazine	2,3 ug/l 1,3 ug/l	0.25 mg/l
6-7	Lobith	isophoron	3 ug/l	220 mg/l
25-7	Drentse Aa	niets aangetoond		
21-8	Drentse Aa	dimethoaat pirimicarb	0,21 ug/l 0,26 ug/l	20-28 mg/l (24h) 29 mg/l
28-8	Andijk	nog geen analyses		
26-10	Drentse Aa	dimethoaat pirimicarb trichloorethaan	2,0 ug/l 0,5 ug/l 1,6 ug/l	20-28 mg/l (24h) 29 mg/l 53 mg/l
26-10	Lobith	tetrachloorethaan tetrachlooretheen fluorantheen pyreen para-oxon-equiv.	10 ug/l 0,2 ug/l 0,4 ug/l 0,3 ug/l 1,3 ug/l	37 mg/l 5 mg/l (168h) 4 mg/l Tlm(96h): 0.0026 mg/l

Uit genoemde alarmmeldingen van het visbewakingssysteem in combinatie met een gemelde calamiteit kwam een aantal punten naar voren die aandacht behoeven.

- het is wenselijk dat op de meetlocatie toxiciteitsgegevens beschikbaar zijn zodat er bij een calamiteit geen primaire afhankelijkheid is van informatiebronnen uit IJlstad. Deze gegevens kunnen later door de meldkamer geverifieerd worden.
- alle personeelsleden op het meetstation moeten geïnstrueerd zijn over hoe te handelen bij een alarm van het visbewakingssysteem
- er zijn meer watermonsters dan alleen van het visbewakingssysteem zelf nodig, met name van de periode voorafgaande aan het alarm. Dit in verband met de mogelijk lange reactietijd van de vissen.
- er moeten afspraken worden gemaakt over vervoer en analyses van

watermonsters.

- op de meetlocatie moet een voldoende voorraad van monsterflessen aanwezig zijn.
- monsterflessen moeten duidelijk worden geëtiketteerd (datum, herkomst, plaats en persoon van bestemming en eventueel de manier van behandelen)
- betrokken personen moeten telefonisch worden geïnformeerd.

De tijdsduur tussen een alarm (monstername) en de analyse van het watermonster moet in verband met de functie van het systeem zo kort mogelijk worden gehouden.

Aan bovenstaande punten wordt in het calamiteitendraaiboek aandacht besteed.

4.3. Voorlopige conclusies.

In vergelijking met het aantal calamiteuze lozingen is het aantal alarmmeldingen van het visbewakingssysteem op meetstation Lobith gering maar, mede door de resultaten van de andere visbewakingssystemen, niet onbelangrijk en zeker hoopgevend voor het functioneren van dit visbewakingssysteem.

Overigens moet hierbij worden aangetekend dat het visbewakingssysteem niet het gehele jaar 'on-line' heeft gedraaid en dat er gedurende een periode problemen zijn geweest met de gezondheid van de vissen. Bovendien is een waarneembaar effect uiteraard afhankelijk van de aard van de verontreiniging en de concentratie.

De concentraties waarbij een reactie van de vissen of een alarm van het visbewakingssysteem werden geregistreerd liggen ver beneden de concentraties waarbij sterfte optreedt. Mogelijk is er hier sprake van een gevoelige parameter of wordt een effect van bepaalde combinaties van stoffen gemeten.

Nadrukkelijk moet worden vermeld dat wanneer de vissen géén afwijkend gedrag vertonen, toch bezwaarlijke stoffen in lage concentraties in het water aanwezig kunnen zijn.

In 1988 zijn slechts twee vals alarmmeldingen opgetreden. Eén werd veroorzaakt door het uitvallen van de rivierwaterpomp, de ander doordat de apparatuur zo gevoelig stond afgesteld dat de in het water aanwezige stukjes hout en schelpjes impulsen veroorzaakten.

Een verhoogd aantal impulsen als gevolg van storingen in de apparatuur kon worden voorzien of tijdig worden worden gesignaleerd en verholpen.

Er is een procedurele handleiding voor gebruik bij calamiteiten en alarmmeldingen samengesteld (bijlage 2), waarin te ondernemen acties voor de betrokken personen zijn vastgelegd.

5. STOPSPECIFIEKE TESTEN

5.1. Visbewakingssysteem

Ten behoeve van het vaststellen van de gevoeligheid van het visbewakingssysteem voor toxische verbindingen, en om de instelling van gevoeligheid en alarmnivo te verifiëren, is in 1988 een begin gemaakt met de uitvoering van stofspectifieke testen.

Er zijn in totaal elf experimenten uitgevoerd, zeven met ammonia, vier met isophoron.

Motivatie voor de keuze van ammonia is de hoeveelheid beschikbare toxiciteitsgegevens, ook uit biologische bewakingssystemen, van deze stof. De keuze van isophoron is ingegeven door de drie calamiteiten die in 1988 op de Rijn met deze stof hebben plaats gevonden. In twee van de drie gevallen reageerde het visbewakingssysteem ondanks de zeer lage concentraties. Zie ook hoofdstuk 4.

Ten behoeve van de experimenten is het testsysteem afgesloten van rivierwater en gevuld met schoon leidingwater. Om de opwarming van het water door de pomp te compenseren werd het water gekoeld met behulp van een thermokryostaat. Op deze manier was het mogelijk de watertemperatuur op 18 ± 2 °C te houden.

De teststoffen zijn eenmalig gedoseerd, waarna gedurende 48-72 uur signaalregistratie en wanneer mogelijk gedragsobservaties hebben plaatsgevonden. Er is met de volgende concentraties gewerkt:

Ammonia (NH₃-N): 2.3, 1.8, 1.5, 1.2, 1.0, 0.2, en 0.1 mg/l

De concentraties NH₃-N werden berekend uit gemeten NH₄-N concentraties en gecorrigeerd voor pH en temperatuur.

Isophoron: (3,5,5-trimethyl-2-cyclohexeen-1-one): 0.95, 0.86, 0.91 en 0.94 mg/l.

De concentraties isophoron werden na dosering gaschromatografisch geanalyseerd.

De gevoeligheid werd gevarieerd van stand 2,5 tot 8, het alarmniveau werd afgesteld op 60* en vier grensoverschrijdingen.

(Zie voor details: Schmidt, in prep.)

De signaalweergave van de stofspectifieke testen zijn weergegeven in fig. 6 en 7, een samenvatting van de resultaten in tabel 3.

* Deze waarden zijn ingesteld voordat de electronica dusdanig werd veranderd dat tellingen boven de 100 mogelijk waren.

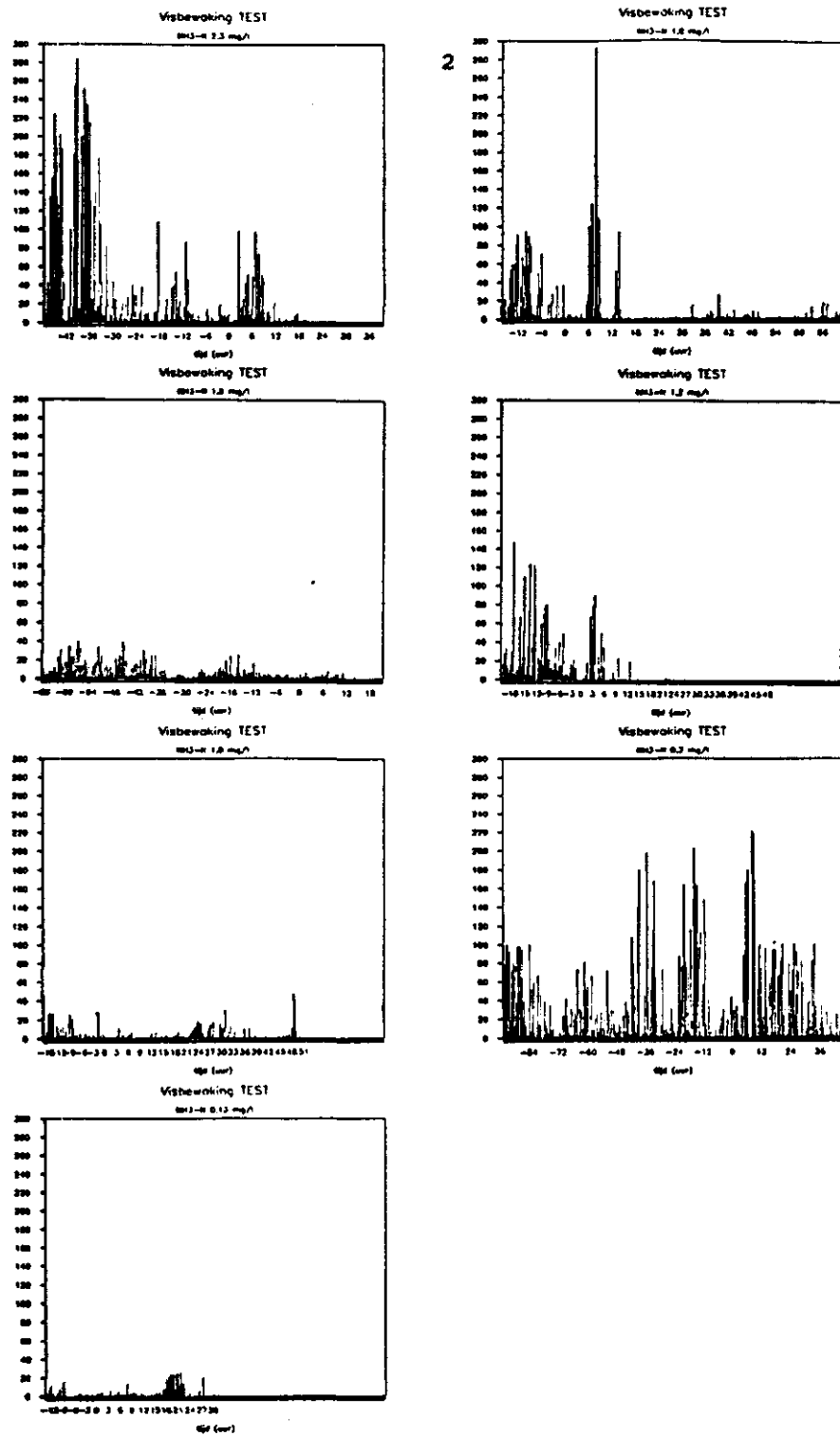


FIG.6. Signaalweergave van het visbeuwingssysteem tijdens testen met verschillende concentraties ammonia. Concentraties in mg/l. (2,3; 1,8; 1,2; 1,0; 0,2; 0,13)

Gedragsobservaties tijdens deze experimenten staan vermeld in tabel 3.

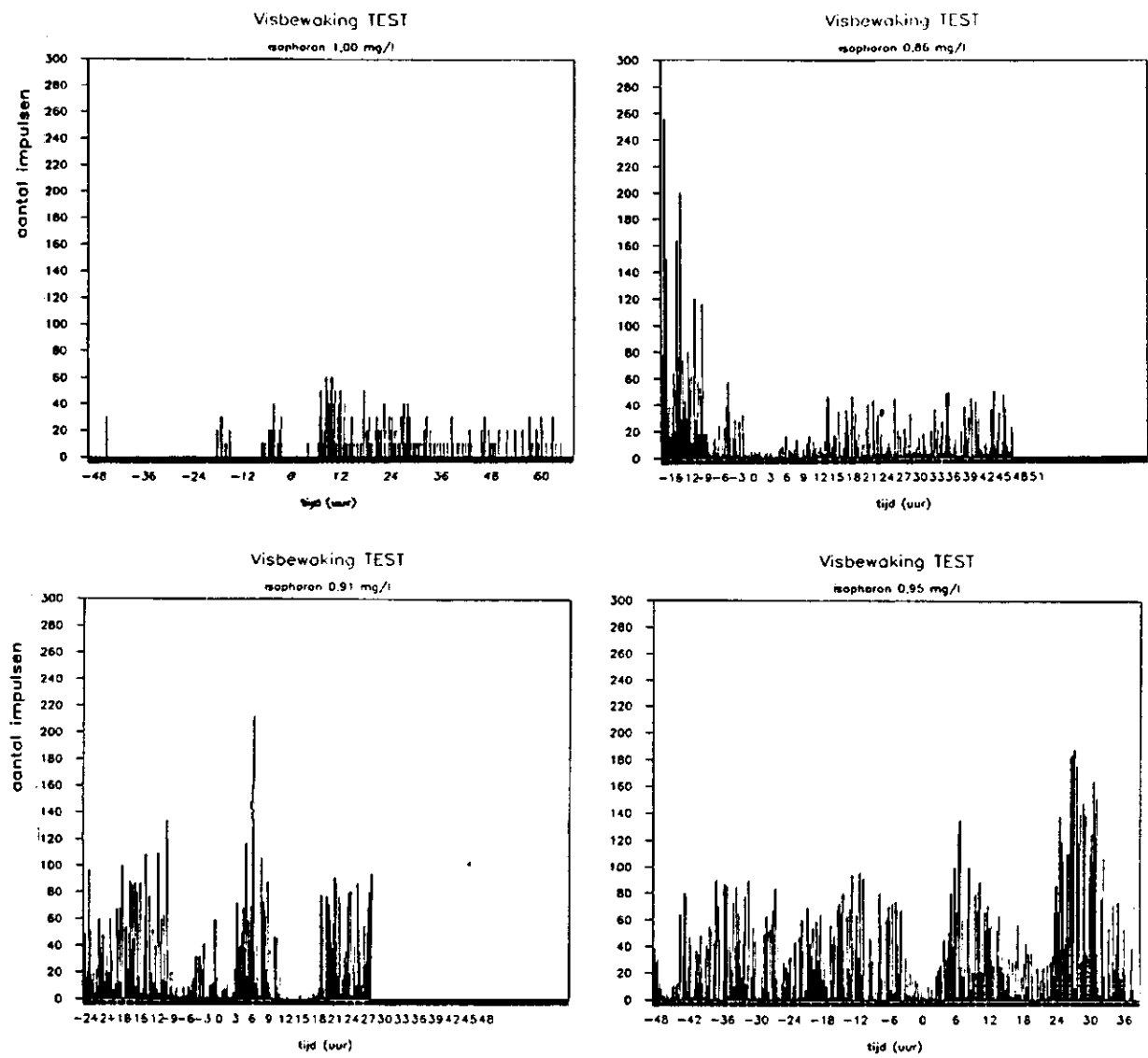


FIG.7. Signaalweergave van het visbewakingssysteem tijdens testen met isophoron. Concentraties in mg/l. (1,00; 0,95; 0,91; 0,86)

TABEL 3. Overzicht van de resultaten van de 10 stofspecifieke testen in het visbewakingssysteem.						
conc. mg/l	gevoeligheid	acclimatisatie	reactie van vissen waargenomen	meer impulsen na dosering	voldoende impulsen voor alarm? (aantal)	oplossing? (4>60)
MB-N						
2,3	6	slecht	ja (4)	nee	—	geen; dood alarm inbouwen
1,8	8	goed	ja (2)	ja	nee	integreren van het aantal impulsen
1,5	6 (2,5)	goed	ja (4)	nee	—	geen; dood alarm inbouwen
1,2	7	goed	ja (2)	ja	nee	geen; systeem niet gevoelig genoeg
1	7	goed	nee	nee	—	—
0,2	7	slecht	ja (1)	nee	—	—
0,1	6	goed	nee	nee	—	—
isophoron						
0,95	5.5	matig	(geen informatie)	ja	ja	alarmnivo omhoog (of gevoel. lager)
0,86	5.5	matig	(geen informatie)	nee	—	eerste uur observeren
0,91	5.5	goed	(geen informatie)	ja	nee	alarmnivo anders (3 grensoverschr.)
0,94	5.5	goed	(geen informatie)	ja	nee	alarmnivo omlaag

Uit de stofspecifieke testen kan het volgende worden geconcludeerd:

- ammonia

Het visbewakingssysteem blijkt voor een stof welke een verlamdende, versuffende werking op vissen heeft, niet naar wens te functioneren. De vissen reageren zichtbaar en zeer duidelijk op deze stof en sterven in het testsysteem bij hoge concentraties.

De versufte vissen worden echter door de stroom tegen het rooster aangedrukt en zijn niet meer in staat zich van het rooster los te maken. Op deze manier veroorzaken de vissen geen impulsen.

Deze situatie treedt ook op bij dode vissen.

- isophoron

In drie van de vier uitgevoerde experimenten werd na een dosering van isophoron een verhoogd aantal impulsen geregistreerd. Slechts in één van de drie experimenten werd een alarm gegeven. Bij de andere twee zou een verlaging van het alarmnivo (<60) wel een alarm hebben gegeven, echter dan ook een vals alarm in de acclimatisatieperiode. In één geval zou met drie keer het aantal grensoverschrijdingen in plaats

van vier wel een alarm gegeven zijn. Dit zou geen vals alarm hebben veroorzaakt.

Zowel in de ammonia als in de isophoron-experimenten was de reproduceerbaarheid van de resultaten bij vergelijkbare concentraties slecht. Opvallend is steeds het hoge aantal pulsen tijdens de acclimatisatieperiode. Dit bemoeilijkt de instelling van het alarmnivo en zou de gevoeligheid van het systeem nadelig kunnen beïnvloeden.

Met betrekking tot de slechte reproduceerbaarheid en de acclimatisatieproblemen moet het volgende worden aangetekend:

- juist in de periode dat de testen zijn uitgevoerd was de kwaliteit van de vissen erg slecht, in de periode voor en na deze testen was het aantal impulsen in de acclimatisatieperiode niet altijd zo hoog als bij de stofspecifieke testen.
- er is in de periode dat de testen zijn uitgevoerd twee maal van electronica gewisseld waardoor er problemen ontstonden met de gevoeligheidsinstelling.
- tijdens het experiment vond geen waterverversing of filtering plaats.

Uit de resultaten van de stofspecifieke testen komen de volgende aanbevelingen naar voren:

1. Er moet in of eventueel naast het systeem een voorziening gebouwd worden die een 'dood'- alarm kan geven. Een dergelijk systeem zou ook de zeer sterk verzwakte vissen kunnen registreren. Hiervoor zijn met de fabrikant voorlopige afspraken gemaakt.
2. Het is noodzakelijk om problemen die ontstaan door het hoge aantal impulsen in de acclimatisatieperiode te vermijden. Er zijn hiervoor een aantal oplossingen mogelijk:
 - acclimatisatie van de vissen aan de afwisselende test- en rustperiodes, eventueel aan een kleine ruimte.
 - aanpassing van de (nog te maken) gegevensverwerking zodanig dat het aantal pulsen over en bepaalde tijdsperiode wordt geïntegreerd en vergeleken met een voorgaande periode.
 - een verlenging van de meetperiode zodat de (onbruikbare) acclimatisatieperiode een kleiner deel van de gehele meetperiode inneemt.

5.2. Bewakingssysteem met watervlooiën.

Op meetstation Lobith bleek het in dit projektjaar nog niet mogelijk stofspecifieke testen met het daphnia-testsysteem uit te voeren.

Het realiseren van een referentie met een constante temperatuur en voedselconcentratie was om praktische redenen nog niet mogelijk. Bovendien moesten eerst de problemen met slibophoping in de testkamer worden verholpen (zie ook hoofdstuk 3).

Overigens is recent een artikel verschenen waarin de Dynamische Daphnia Test wordt onderworpen aan een aantal stofspecifieke testen. Voor alle geteste verbindingen worden lage detectiegrenzen gevonden (Caspers, 1988, zie onderstaande tabel).

TABEL 4. Gevoeligheid van het bewakingsysteem met watervlooiën voor 8 verbindingen in vergelijking met gegevens uit statische toxiciteitstesten met watervlooiën (uit: Caspers, 1988). Concentraties in µg/l.				
stofnaam	EC 0	EC 50	LOEC	LOLetC
	statisch	statisch	bewakingsysteem	bewakingsysteem
amiline	0,13	0,5	*	0,05-0,03
atrazine		3,6-46,5	*	0,05-10 **
chloorbenzeen	7%	195	20	40
DDVP	0,0002	-	*	0,00005
(2,2-dichloorvinyl)dimethyl fosfaat				
1,2-dichlooretheen	850	1350	100	150
Eulan SP	0,01	0,085	*	0,01
Eulan SPN	0,075	0,31	*	<0,075
methylparathion	0,005-0,0	-	*	0,005-0,01
1) LOEC: Lowest Observed Effect Concentration (hier: verandering bewegingsactiviteit) 2) LOLetC: Lowest Observed Lethal Concentration * geen reproduceerbaar effect; spreiding komt overeen met die van de controle LOEC komt met LOLetC overeen. ** in het aangegeven concentratiebereik geen reproduceerbaar concentratie-werkings effect.				

6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Literatuuronderzoek

Uit het literatuuronderzoek is naar voren gekomen dat er niet gesproken kan worden van een meest gevoelig biologisch bewakingssysteem of een meest gevoelig organisme voor alle milieuvreemde verbindingen. Het verdient daarom aanbeveling verschillende systemen naast te elkaar toe te passen zodanig dat verschillende organismegroepen vertegenwoordigd zijn. Naast een bewakingssysteem met vissen worden systemen waarin gebruik gemaakt wordt van watervlooiën en fototrofe organismen aanbevolen.

De meer gevoelige systemen lijken over het algemeen ook meer onderhoud te vergen en de inzet van meer gespecialiseerd personeel.

Visbewakingssysteem

- de bruikbaarheid in een continu bewakingsprogramma

Technisch functioneert het systeem naar wens. Storingen waren incidenteel en konden door de fabrikant snel worden verholpen. Het systeem is eenvoudig te bedienen en het onderhoud vergt een tijdsinvestering van circa zes uur per week, exclusief de verwerking van de gegevens.

De instelling van de gevoeligheid en het alarmnivo blijft nog een punt van discussie, mede doordat nog niet duidelijk is of de gevoeligheid van verschillende apparaten zonder meer te vergelijken is. Standaardisatie is dus nog niet mogelijk. IJking van de gevoeligheid is dringend gewenst.

De vaststelling van een definitief alarmnivo vergt nog enige ervaring en kan na realisering van de automatische gegevensverwerking mogelijk op een andere manier worden vastgesteld (variabel alarmniveau).

Geadviseerd wordt om de gevoeligheid voorlopig afhankelijk van de locatie tussen de 5 en de 8 te zetten en zo weinig mogelijk te wijzigen.

De verkrijgbaarheid van gezonde vissen van het goede formaat heeft dit jaar enige tijd problemen opgeleverd. Inmiddels zijn garanties voor levering verkregen door een Nederlandse groothandel in siervissen zodat voor de komende jaren geen problemen te verwachten zijn.

De kans op een vals alarm lijkt niet erg groot, mits de apparatuur niet te gevoelig wordt ingesteld.

Er zijn voldoende positieve aanknopingspunten om de installering van eenzelfde systeem op meetstation Eijsden in overweging te nemen.

- effectiviteit (gevoeligheid voor toxische stoffen)

Er is een begin gemaakt met het verzamelen van experimentele informatie met betrekking tot de stofspecifieke gevoeligheid van het systeem. Bij een aantal calamiteiten kon een verhoging van het aantal impulsen worden waargenomen, één maal werd een alarm gegeven waarna analyses uitwezen dat vijf verbindingen in verhoogde concentraties in het Rijnwater aanwezig waren.

Uit testen met ammonia is gebleken dat het systeem voor stoffen met een dergelijke versuffende werking in deze opstelling niet naar wens functioneert. Versufte en dode vissen gaven geen impulsen, en konden daardoor geen alarm veroorzaken. Het inbouwen van een zogenaamd 'dood'-alarm wordt dan ook noodzakelijk geacht.

Testen met isophoron, gaven in drie van de vier gevallen een verhoging van het aantal impulsen te zien.

Bovenstaande testgegevens zijn echter nog volstrekt onvoldoende voor een adequate stofs specifieke beoordeling van dit visbewakingssysteem. De fabrikant heeft een visbewakingssysteem aan DEW ter beschikking gesteld voor de uitvoering van testen ter uitbreiding van de set stofs specifieke gegevens. Stoffen als cadmium en koper en veel voorkomende verontreinigingen zoals oplosmiddelen en aardolieprodukten zullen nog zeker getest moeten worden.

Op grond van de bevindingen van afgelopen jaar kan een schatting worden gemaakt van de kosten en de vereiste tijdsinvestering bij de definitieve implementatie van het visbewakingssysteem in AQUALARM (bijlage 3). Het blijkt dat voor het onderhoud moet worden gerekend op een tijdsinvestering van gemiddeld 6 uren per week.

Naast de aanschaf- en de onderhoudskosten zal rekening moeten worden gehouden met extra kosten en inspanningen voor vervoer van watermonsters en analyses.

Daphniatest

Met de op meetstation Lobith geïnstalleerde Dynamische Daphniatest is in het afgelopen jaar gewerkt aan het oplossen van een aantal praktische problemen, te weten de slibverwijdering, de snelle reproductie van de daphnia's in de testkamer en het realiseren van een bruikbare referentie.

Het is gelukt het in het Rijnwater aanwezige slib zodanig te verwijderen dat met het systeem zeven dagen achtereen zonder storingen kan worden gemeten.

Waarschijnlijk zal een temperatuurregulatie de problemen ten gevolge van de snelle reproductie van de daphnia's kunnen voorkomen.

Het is nog niet gelukt om een referentie te realiseren zodanig dat een stabiel signaal wordt verkregen waarmee het Rijnwater-signaal kan worden vergeleken.

Voor het kweken van watervlooien en algen moet rekening gehouden worden met een tijdsinvestering van 4 à 5 uur in de week. Hoeveel tijdsinvestering het onderhoud van de test zelf zal kosten is nog niet geheel duidelijk.

Met de huidige stand van kennis en ervaring kan het daphnia-systeem op dit moment nog niet als volledig automatisch alarmeringssysteem worden ingezet.

Met betrekking tot de gevoeligheid van dit systeem worden positieve resultaten verwacht.

Het operationeel maken van dit systeem tot een eenvoudig te bedienen systeem waarvan de signalen goed te interpreteren zijn kan echter nog enige maanden vergen.

Automatisering van de gegevensverwerking

Handmatige verwerking van de gegevens blijkt zeer tijdrovend te zijn. Automatische verwerking van zowel de gegevens van het visbewakingssysteem als het Daphnia-testsysteem zijn met enige inspanning en kosten eenvoudig te realiseren. Er is een lijst met eisen en wensen opgesteld ten behoeve van de eventuele uitbesteding van deze automatisering welke waarschijnlijk in samenwerking met de fabrikant kan worden gerealiseerd.

7. VERVOLGAKTIVITEITEN VAN HET BIO-ALARM PROJECT: FASE II.

De tot op heden opgedane ervaringen met de verschillende systemen zijn zodanig positief dat voortzetting en uitbreiding van de testen verantwoord is.

In het tweede onderzoeksjaar zullen de testen in Lobith worden gecontinueerd, waarbij de accenten zullen liggen op modificaties van de bestaande opstellingen met ondermeer automatische verwerking van de gegevens.

In Lelystad zullen experimenten worden uitgevoerd om de invloed van specifieke stoffen op het gedrag van de vissen en de daphnia's in de biologische bewakingssystemen te testen.

Bij het visbewakingssysteem zal het accent liggen op het vaststellen van detectiegrenzen voor relevante verbindingen, voornamelijk om alarmniveau en gevoeligheid in de veldsituatie verantwoord te kunnen instellen.

Bij de daphniatest zal in eerste instantie getracht worden een referentie van constante kwaliteit te realiseren om daarna detectiegrenzen voor een aantal relevante verbindingen vast te kunnen stellen.

Eveneens zullen voorbereidingen worden getroffen voor de aanschaf en het testen van een nog nader te selecteren algen-testsysteem.

Ten behoeve van kwaliteitsbewaking van de Maas te Eijsden zullen voorbereidende activiteiten voor de installatie van een visbewakingssysteem worden gestart.

Tevens ligt het in de bedoeling om tijdens de komende fase een opstelling op meetstation Lobith te realiseren, waarin vissen gedurende lange tijd worden blootgesteld aan het rivierwater teneinde de bioaccumulatie van organische microverontreinigingen te bepalen.

Het concentreren van rivierwater met behulp van XAD-hars kolommen ten behoeve van testen met de Microtox zal in de tweede fase operationeel worden gemaakt.

De uitvoering van standaardtoetsen met Daphnia magna moet op meetlocatie Lobith worden gerealiseerd.

Voor de inzet van personeel zal bij voorkeur, voor zover mogelijk, aansluiting gezocht dienen te worden bij AOB (Algemeen Onderzoek-Biologie)

LITERATUUR

Botterweg J (1988)
Continue signalering van toxische stoffen in het aquatisch milieu met behulp van biologische bewakingssystemen. Literatuurstudie Adviesbureau BKH, Den Haag in opdracht van DBW/RIZA, Lelystad.
Publikaties en rapporten 1988-5 van het project 'Ecologisch Herstel Rijn', sept 1988. DBW/RIZA nr 88.002.

Bulich A A (1979)
Use of luminescent bacteria for determining toxicity in aquatic environments.
In: Marking L.L, Kimerle R A (eds.): Aquatic Toxicology, ASTM STP 667. pp: 98-106.

Caspers N (1988)
Kritische Betrachtung des "Dynamischen Daphnientests".
Z. Wasser- Abwasser-Forschung. 21:152-154.

Guchte van de C (1988)
Rapportage van de Ad Hoc subgroep Bioalarmering met speciale aandacht voor visbewakingssysteem Kerren.
DBW/RIZA

Juhnke I, Besch W K (1971)
Eine neue Testmethode zur Früherkennung akut toxischer Inhaltstoffen im Wasser.
Gewasser und Abwasser 50/51 :107-114.

Knie J (1982)
Der Daphnientest.
Dechaniiana - Beihefte (Bonn) 26:82-86

Schmidt C (in prep)
Respons van het visbewakingssysteem (Aquatest Kerren) op ammonia en isophoron; aanvullende testen met de Microtox.
Studentenverslag Ecotoxicologie DBW/RIZA.

Publikaties en rapporten van het project "Ecologisch Herstel Rijn"

- no. 1 - 1988 Ecological rehabilitation of the river Rhine: a proposal for a Netherlands research programme.
- no. 2 - 1988 Fish and their environment in large european river ecosystems; the Dutch part of the river Rhine. W.G.Cazemier, Science de l'Eau 7, 95-114 (1988).
- no. 3 - 1988 High rates of denitrification in a storage reservoir fed with water of the river Rhine. W.Admiraal en J.C.van der Vlugt, Arch.Hydrobiol. 113, 593-605 (1988).
- no. 4 - 1988 Impact of biological activity on detritus transported in the lower river Rhine: an exercise in ecosystem analysis. W.Admiraal en B.van Zanten, Freshwater Biology 20, 215-225 (1988).
- no. 5 - 1988 Continue signalering van toxische stoffen in het aquatische milieu met behulp van biologische bewakingssystemen - literatuurstudie. J.Botterweg, 31 pp., Den Haag (1988).
- no. 6 - 1989 Environmental stress in five aquatic ecosystems in the floodplain of the river Rhine. W.Admiraal, E.D. de Ruyter van Steveninck en H.A.M.de Kruijf. The Science of the Total Environment 78, 59-75 (1988).
- no. 7 - 1989 Bioaccumulation in yellow eel (Anguilla anguilla) and perch (Perca fluviatilis) from the Dutch branches of the Rhine-mercury, organochlorine compounds and polycyclic aromatic hydrocarbons. F.van der Valk, H.Pieters en R.C.C.Wegman.
- no. 8 - 1989 Beoordeling en evaluatie van biologische alarmeringssystemen op het meetstation Lobith. Bio-alarm project fase I. J.Botterweg.