

'Bio-alarmsystemen: een aanvulling op de traditionele bewaking van de waterkwaliteit'

Belangstelling voor Bio-alarm

De toepassing van on-line monitoring systemen die gebruik maken van aquatische organismen, bio-alarm-systemen, kent een toenemende belangstelling van zowel waterkwaliteits-beheerders als drinkwaterbedrijven. Als onderdeel van het Rijn Actie-programma (RAP) is een uitbreiding van de kwaliteitsbewaking van het Rijnwater dat bij Lobith Nederland binnenkomt voorgesteld [CCRX, 1987]. Deze uitbreiding is noodzakelijk om de kwaliteitsverbetering van het Rijnwater door de in het RAP voorgestelde vermindering van reguliere lozingen te kunnen volgen.



DRS. J. BOTTERWEG
Adviesbureau BKH



DRS. C. VAN DE GUCHTE
Dienst Binnenwateren/RIZA



DRS. L. W. C. A. VAN BREEMEN
Waterwinningbedrijf
Brabantse Biesbosch

Door deze uitbreiding kunnen tevens onbedoelde en onverwachte lozingen worden gesignaleerd [Van de Guchte, 1987].

Naast een investering in de innovatie van de chemische monitoring is in 1988 door de Dienst Binnenwateren/RIZA een inventarisatie gemaakt van bestaande en in ontwikkeling zijnde bio-alarmsystemen [Botterweg, 1988]. Er is een begin gemaakt met het testen en toepassen van enkele systemen, deels in samenwerking met een aantal RIWA-bedrijven (Samenwerkende Rijn- en Maas Waterleidingbedrijven).

Waarom biologisch bewaken?

Het continu meten van een biologisch signaal, ofwel het waarnemen van een plotselinge verandering in dat signaal, kan een waardevolle aanvulling geven op de traditionele fysisch-chemische bewaking van de waterkwaliteit. Een beperkt aantal parameters, zoals temperatuur, zuurstof, pH, nutriënten en zware metalen, wordt (semi) continu geregistreerd. Voor veel toxische verbindingen is een continu-registratie echter niet mogelijk. Soms is zelfs een analyse onmogelijk.

Samenvatting

Door de toepassing van biologische bewakingssystemen wordt een versterking gerealiseerd van de bewakingsfunctie van diverse meetstations langs de grote rivieren. Het enorme scala aan chemicaliën, dat in wisselende concentraties in het oppervlaktewater aanwezig is, maakt (continue) analyse van al deze verbindingen onmogelijk.

In het kader van het Rijn Actie-programma worden verschillende bio-alarm-systemen getest en voor de praktijk geschikt gemaakt. Uit praktijkervaringen van DBW/RIZA en een zevental drinkwaterbedrijven blijkt een visbewakingssysteem met goudwindes een bruikbaar alarmeringssysteem te zijn voor de bewaking van oppervlaktewater.

Bij alarmmeldingen van het systeem zijn diverse malen verhoogde concentraties van verschillende chemicaliën aangetoond. Omdat accumulerende, niet acuut toxische stoffen in een bio-alarmsysteem geen snelle respons veroorzaken, blijft integratie met bestaande chemisch-analytische technieken noodzakelijk.

Om een zo breed mogelijk scala aan toxische verbindingen te kunnen signaleren dient de bewakingseenheid te worden uitgebreid tot een set, waarvan systemen met watervlooiën, algen en bacteriën deel uitmaken.

Het beste rendement van bio-alarmsystemen wordt bereikt wanneer deze worden ingezet bij de bewaking van complexe afvalwaterstromen. Bij een alarmmelding zou het afvalwater opgevangen moeten worden in een calamiteitenbekken om de oorzaak van de melding te achterhalen.

De mogelijke aanwezigheid van toxische verbindingen in oppervlaktewater, drinkwater en effluënten wordt dan ook vastgesteld door discontinu, variërend van eens per 24 uur tot eens per jaar, steek- of verzamelmonsters aan uitgebreide analyses te onderwerpen. Met de beschikbare technieken die routinematig worden toegepast kunnen zo'n 150 tot 200 stoffen worden aangetoond. Gezien de veelheid aan mogelijk voorkomende verbindingen is het echter om zowel technische als financiële redenen niet haalbaar deze verbindingen allemaal te analyseren (afb. 1).

Een plotselinge, tijdelijke aanwezigheid van een potentieel toxische verbinding als gevolg van een onbedoelde of onverwachte lozing kan daardoor niet altijd worden waargenomen. Wanneer bepaalde verbindingen wel gedetecteerd zijn, geven de gemeten concentraties nog geen informatie over de te verwachten effecten op aquatische organismen. In de eerste plaats komt dat doordat van veel stoffen de toxicologische basisinformatie ontbreekt. Daarnaast geven de gemeten concentraties geen

informatie over de biologische beschikbaarheid van de aangetroffen verbindingen en kan evenmin worden vastgesteld wat de mogelijk gecombineerde werking is bij aquatische organismen die aan meerdere stoffen tegelijkertijd worden blootgesteld.

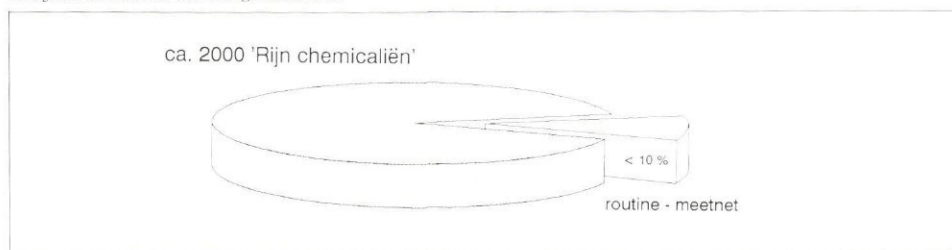
Hoge eisen aan bio-alarmsystemen

Voor praktijktoepassingen worden aan biologische bewakingssystemen zeer uiteenlopende eisen gesteld.

TABEL I - Bio-alarmsystemen maken gebruik van een grote diversiteit aan effectparameters (Botterweg, 1988).

Organisme	Parameter
1. vissen	- zwemgedrag - activiteit - ademhaling
2. watervlooiën	- activiteit
3. mosselen	- klepbeweging
4. insecten	- activiteit
5. fototrofe organismen	- fluorescentie - elektronenoverdracht - zuurstofproductie - morfologie
6. bacteriën	- nitrificatie - zuurstofgebruik - lichtproductie
7. biosensoren	- enzymactiviteit

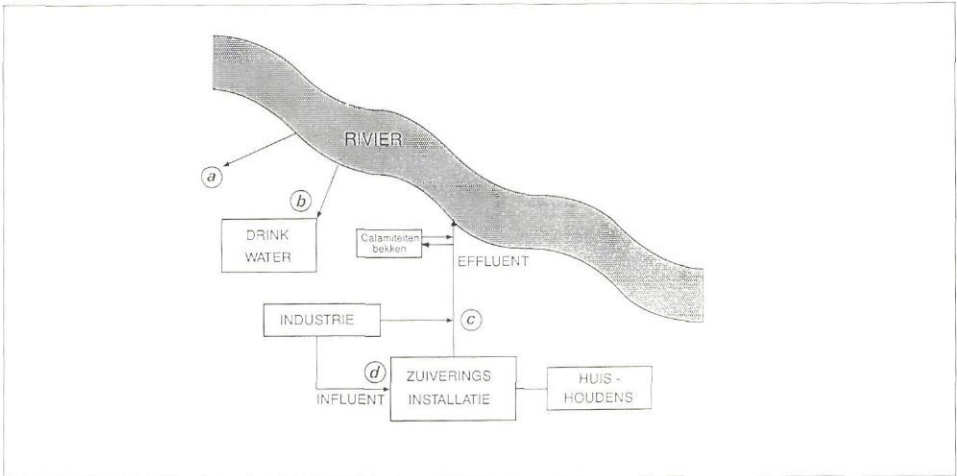
Afb. 1 - Slechts een klein deel van de mogelijk in de Rijn aanwezige contaminanten kan met routinematige analysemethodieken worden gedetecteerd.



De biologische parameter moet niet alleen continu, kwantificeerbaar en automatisch, maar ook snel en betrouwbaar gedetecteerd kunnen worden. Vals-alarm meldingen moeten nagenoeg uitgesloten zijn. Het systeem moet weinig onderhoud vragen, een gemakkelijke bediening hebben en bovendien resultaten opleveren die eenvoudig verwerkt en geïnterpreteerd kunnen worden.

Principe en gebruik van bio-alarmsystemen

In een bio-alarmsysteem wordt (semi)continu een biologisch signaal gemeten waarbij een verandering van dat signaal een aanwijzing geeft over een verslechtering van de waterkwaliteit. Bekende meetprincipes berusten op metingen aan de kieuwbewegingen of de zwemactiviteit van vissen, het zuurstofgebruik van bacteriën of de zuurstofproductie van algen (tabel I). Het gebruik van biologische bewakingssystemen is niet nieuw. Reeds in de jaren zeventig zijn in Nederland door diverse onderzoekers visbewakingssystemen getest en in gebruik genomen. Een systeem waarmee lage concentraties toxische stoffen kunnen worden waargenomen is de electrodekamer van Spoor [1971], waarin de kieuwdekselbewegingen van vissen worden gemeten. Dit systeem bleek echter niet geschikt voor de routinematige bewaking van oppervlaktewater door de grote kans op vals alarm [Slooff, 1983]. Een ander in Nederland gebruikt visbewakingssysteem volgt het zwemgedrag van forellen met behulp van lichtcellen [Poels, 1977]. Door deze manier van registreren traden problemen op in oppervlaktewater met een hoge troebelings [FTU > 50; van Urk, pers. meded.]. Voor de kwaliteitsbewaking van drinkwater en oppervlaktewater met een lage troebelings is dit systeem echter reeds geruime tijd in gebruik bij de Trinkwasserversorgung Zürich [Zimmermann, pers. meded.] en in het afgeleverde water van de Biesbosch spaarbekkens [Van Breemen, 1982]. Momenteel worden er in Nederland verschillende bio-alarmsystemen ontwikkeld of toegepast (tabel II). DBW/RIZA werkt op het meetstation Lobith aan de toepassing van het Arena-visbewakingssysteem [Juhnke, 1971] en test in het laboratorium in Lelystad eenzelfde systeem en een bio-alarmsysteem waarin de activiteit van watervlooien wordt gemeten [Knie, 1978]. Een bio-alarmsysteem waarmee het openen en sluiten van een zoetwater-



Afb. 2 - Locaties waar bio-alarmsystemen zinvol kunnen worden toegepast:
a. in de grote rivieren;
b. bij de inlaat drinkwaterproductie- of transportbedrijven;
c. bij de effluënten van industrieën en zuiveringsinstallaties;
d. in de inlaat van biologische zuiveringsinstallaties.

mossel als respons wordt gemeten is ontwikkeld door het RIVM in samenwerking met MT-TNO en de KEMA [Kramer e.a., in press]. Bij de Universiteit van Amsterdam wordt aan een systeem gewerkt waarin gedragsveranderingen van muggelarven en kokerjuffers kunnen worden geregistreerd. Voor een aantal verbindingen is de gevoeligheid van dit systeem vastgesteld [Heinis en Crommentuijn, 1988]. De Toxiguard en de Wazumeter, twee bio-alarmsystemen die gebaseerd zijn op de respiratiemeting bij bacteriën, zijn ingezet om de influenten van biologische zuiveringsinstallaties van afvalwater te beschermen [Snuverink e.a, 1989].

Beperkingen van bio-alarmsystemen
Door hun meetprincipe hebben bio-alarmsystemen ook een aantal beperkingen. Met deze continu systemen

kan alleen acute toxiciteit worden gesignaleerd. Lange-termijneffecten op aquatische organismen, zoals bijvoorbeeld een verminderde reproductie of een kortere levensduur, kunnen met bio-alarmsystemen niet worden waargenomen en ook niet worden voorspeld. Het signaal uit een bio-alarmsysteem heeft alleen een indicatieve waarde voor de toxiciteit van het water, zoals ook met behulp van een Amestest alleen kan worden gesignaleerd of het water al of niet mutageen is. Tenslotte is het uitblijven van een alarm geen garantie voor de afwezigheid van alle mogelijk bezwaarlijke verbindingen. Accumulerende stoffen, zoals PCB's bijvoorbeeld, worden met bio-alarmsystemen niet waargenomen. De concentratie van de stof in combinatie met de gevoeligheid van de gebruikte organismen en de gemeten parameter is bepalend voor de afgifte van een alarm.

TABEL II - Overzicht van (semi) continue bio-alarmsystemen in Nederland met hun toepassingsgebied en het stadium van ontwikkeling.			
Organisme en parameter	Toepassing	Stadium	
Vissen			
Arena Bassin (Juhnke) - positieve rheotaxis	oppervlaktewater, afvalwater	applicatie en testfase applicatie	
Doorstroomstelsysteem (Poels) - positieve rheotaxis	oppervlaktewater, drinkwater		
Watervlooien			
Dynamische Daphniatest - zwemactiviteit	oppervlaktewater, afvalwater	testfase	
Mosselen			
mosselmonitor - klepbeweging	oppervlaktewater, koelwater afvalwater	testfase	
Insekten			
muggelarven - gedrag	-	ontwikkelingsfase	
Micro-organismen			
Toxiguard - respiratie	influent rwzi, afvalwater	applicatie testfase applicatie testfase	
Wazumeter - respiratie	influent rwzi, afvalwater		
bacteriën - nitrificatie	influent rwzi		
cyanobacteriën - elektronenoverdracht	oppervlaktewater		
Biosensoren			
enzymen - reactieverloop	-	oriënterende fase	

Toepassingsmogelijkheden

Bio-alarmsystemen kunnen worden ingeschakeld bij de bewaking van oppervlaktewater op meetstations in de grote rivieren (afb. 2). Bij calamiteiten kunnen gebruikers stroomafwaarts worden gewaarschuwd.

Om de kwaliteit van drinkwater te beschermen kunnen de alarmsystemen worden geplaatst bij de inlaat van drinkwaterproductie en -transportbedrijven. Ter bescherming van het aquatisch milieu en van drinkwaterbronnen kunnen de bio-alarmsystemen in effluenten van industrieën en van afvalwaterzuiveringsinstallaties worden geplaatst. Bij een storing wordt de verspreiding van een verontreiniging in het milieu voorkomen door tijdelijke opslag van vervuild water in calamiteitenbekkens. Daarnaast kunnen biologische zuiveringsprocessen beschermd worden met bio-alarmsystemen in de influenten van zuiveringsinstallaties.

Bewaking oppervlaktewater

Bij DBW/RIZA ligt het accent vooralsnog op de bewaking van het oppervlaktewater. De keuze van de systemen voor meetstation Lobith sluit nauw aan op de ontwikkelingen in het Duitse net van meetstations langs de Rijn. In gezamenlijk overleg is in eerste instantie gekozen voor een vis-rheotaxissysteem, het Arena bassin naar het ontwerp van Juhnke en Besch [1971] en een watervlooiensysteem naar het ontwerp van Knie [1978]:

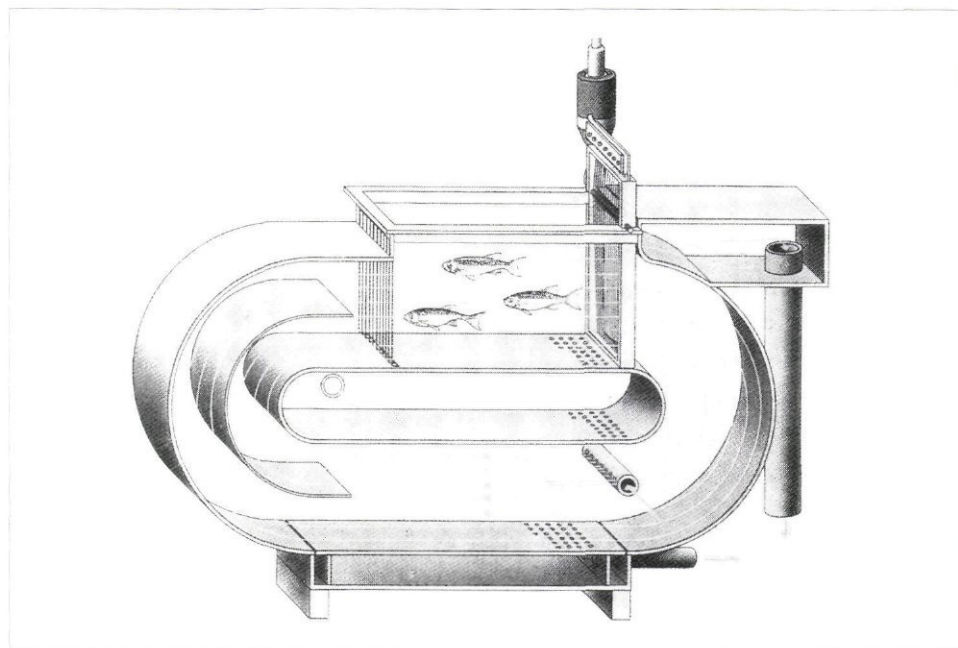
– Het visbewakingssysteem.

Het gekozen visbewakingssysteem is gebaseerd op positieve rheotaxis, de eigenschap van vissen die in stromend water leven om tegen de stroom in te

zwemmen. Bij een ernstige verontreiniging van het water zwemmen de vissen in verschillende richtingen om aan de stof te ontkomen of raken zodanig verzwakt dat het zwemmen tegen de stroom in niet meer mogelijk is. De waarneming van dit gedrag gebeurt in een testkamer waar voortdurend rivierwater doorheenstroomt. Een aantal malen per uur wordt de stroomsnelheid in de testkamer kunstmatig versneld tot ca. 0,3 m/sec. Tijdens deze testperiode meten drukgevoelige snaren achterin de testkamer of de vissen nog in staat zijn tegen deze stroom in te

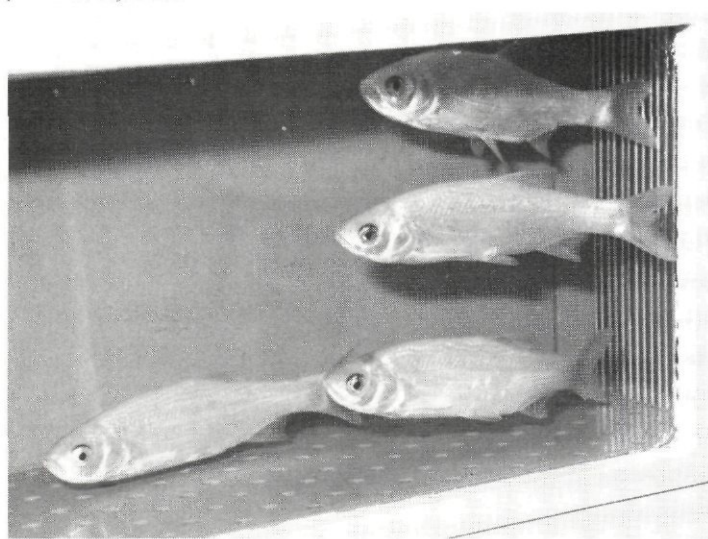
zwemmen (afb. 3). De korte testperiodes (2 min.) worden door langere (10 min.) rustperiodes afgewisseld. Het aantal malen dat de vissen de snaren raken in de testperiode wordt geteld en aan het einde van elke testperiode geregistreerd. Er kan een alarmniveau worden ingesteld waarbij, nadat in vier opeenvolgende testperiodes een grenswaarde is overschreden, automatisch een watermonster wordt genomen.

In het systeem worden vier vissen tegelijkertijd geplaatst. Om aanpassing te voorkomen blijven de vissen slechts één



Afb. 3 - In het testbassin van het Arena-visbewakingssysteem worden vier vissen geplaatst die vijf maal per uur tegen een sterke stroming inzwemmen. Bij een plotselinge achteruitgang van de waterkwaliteit wordt dit zwemgedrag verstoord en raken de vissen het rooster achterin de testkamer. Het aantal aanrakingen wordt geregistreerd. Bij vier achtereenvolgende overschrijdingen van een alarmniveau wordt automatisch een watermonster genomen [Tekening: Kerren Umweltechnik].

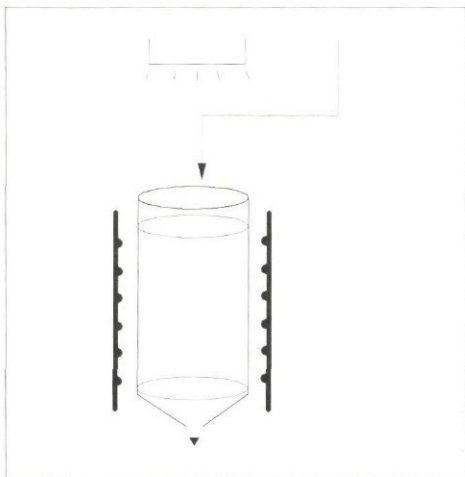
Afb. 4 - Arena-visbewakingssysteem op meetstation Lobith van de Dienst Binnenwateren/RIZA. Vier goudwindes bewaken continu de kwaliteit van het passerende Rijnwater.



Afb. 5 - Schematische voorstelling van het vluchtgedrag van de goudvinde.



week in het systeem. De vissen worden éénmaal gebruikt en gedurende de testweek niet gevoerd. Als testvis wordt gebruik gemaakt van de goudwinde (*Leuciscus idus*), een goudkleurige variant van de inheemse, in IJssel en Rijn voorkomende winde. Deze vis heeft een lage groeisnelheid en is goed bestand tegen hoge troebelheid. De goudwinde wordt in grote aantallen gekweekt voor siervijvers waardoor deze vis het gehele jaar door verkrijgbaar is. Gegevens over de gevoeligheid van deze vis zijn beschikbaar omdat de goudwinde in Duitsland gebruikt wordt voor standaard-toxiciteits-testen.



Afb. 6 - Het activiteitspatroon van watervlooien dient als basis voor een bio-alarmsysteem. In de testcuveet worden 20 daphnia's geplaatst. Registratie van de activiteit vindt plaats door zes boven elkaar geplaatste infra-rode lichtbronnen en sensoren. Elke onderbreking van een lichtbundel door een waterloer geeft een signaal. Een vermindering of een toename in activiteit geeft een aanwijzing over een verandering in de waterkwaliteit.

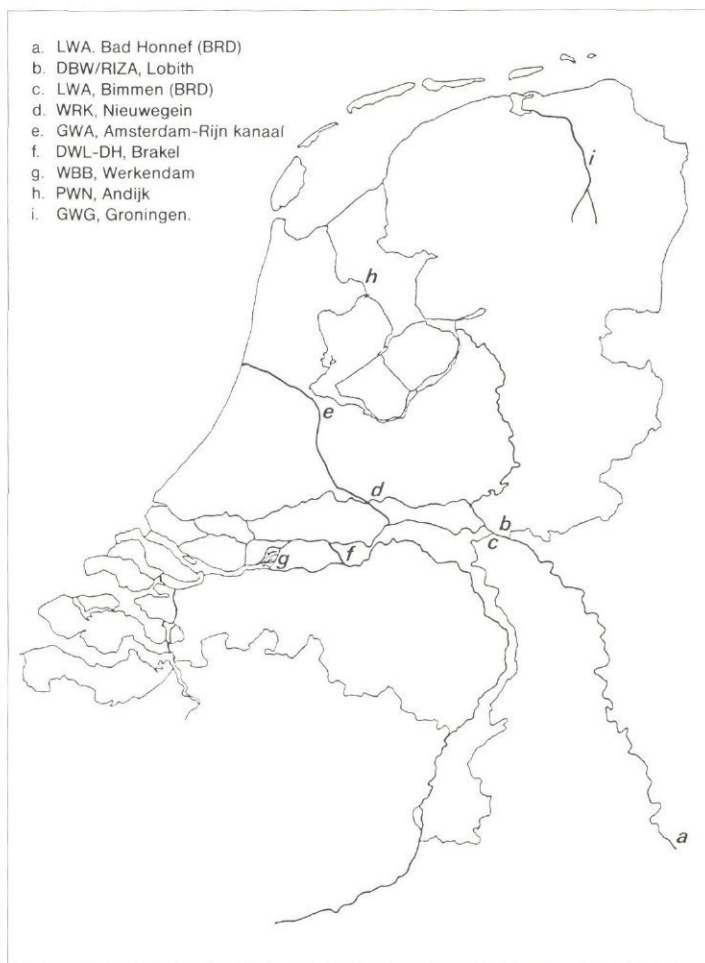
- Het bewakingssysteem met watervlooien.

De z.g. 'Dynamische Daphniatest' naar ontwerp van J. Knie registreert de activiteit van *Daphnia magna* continu met behulp van infra-rode lichtbundels. Boven elkaar zijn zes infra-rode lichtbronnen en sensoren geplaatst (afb. 6). Elke onderbreking van een lichtbundel door een daphnia geeft een signaal. Een plotseling sterke toe- of afname van de activiteit is een aanwijzing voor een verslechtering van de waterkwaliteit.

Goede perspectieven voor visbewaking

In 1988 is door een aantal oppervlakte-waterververwerkende drinkwaterbedrijven en DBW/RIZA van Rijkswaterstaat gezamenlijk een proefperiode gestart met het Arena visbewakingssysteem. Ervaringen werden uitgewisseld in RIWA werkgroep: de ad-hoc werkgroep Bio-alarmering [Van de Guchte, 1988].

Afb. 7 - In het afgelopen jaar heeft het Arena-visbewakingssysteem op een negental locaties gefunctioneerd.



De visbewakingssystemen zijn op verschillende locaties bij de deelnemende bedrijven geplaatst, de meeste systemen bij het onttrekkingspunt, maar ook enkele op voorgezuiverd water (afb. 7). Bij de Dienst Binnenwateren/RIZA is het visbewakingssysteem op het meetstation Lobith in de Rijn geplaatst.

Doel van de werkgroep is het visbewakingssysteem te beoordelen op de toepasbaarheid in een continu bewakingsprogramma, waarbij criteria als risico op vals alarm, onderhoudsgevoeligheid, bedieningsgemak en technische betrouwbaarheid in beschouwing zijn genomen.

De kans op een vals alarm blijkt in dit visbewakingssysteem niet groot te zijn, het systeem is eenvoudig te bedienen en het onderhoud vergt een tijdsinvestering van circa 6 uur per week. De adaptatie van de vissen aan het systeem kan een periode van 6-12 uur in beslag nemen.

Technisch functioneren de systemen over het algemeen naar wens. Storingen kwamen incidenteel voor en konden door de fabrikant snel worden verholpen. Een aantal bedrijven heeft in de loop van 1988 enkele kleine aanpassingen laten realiseren, zoals de installatie van een

meervoudige monsternamen of de inbouw van een meer geavanceerde zuurstof-electrode. Uit de werkgroep zijn enkele wensen naar voren gekomen ter vergroting van de betrouwbaarheid en het bedieningsgemak van de apparatuur.

Ijking van de gevoeligheid van het systeem alsmede de automatische opslag en verwerking van de gegevens zullen in gezamenlijk verband worden gerealiseerd. Verdere ontwikkeling vindt plaats in overleg met de fabrikant.

Uit de proefperiode met de Dynamische Daphnia-test op meetstation Lobith in 1988 is gebleken dat dit systeem nog niet als volledig automatisch bio-alarmsysteem kan worden ingezet. De invloed van factoren als voedselconcentratie, temperatuur en slibgehalte op het zwemgedrag van de watervlooien zal nog moeten worden vastgesteld.

Ook de verandering van de activiteit onder invloed van een aantal toxische verbindingen wordt nog getest. Deze testen zullen in de loop van 1989 in het laboratorium van DBW/RIZA in Lelystad worden uitgevoerd.

Alarmmeldingen

In 1988 en in de eerste maanden van

1989 is een twintigtal alarmmeldingen van visbewakingssystemen in Nederland geregistreerd. Bij een alarmmelding van het visbewakingssysteem wordt automatisch een watermonster genomen dat vervolgens kan worden geanalyseerd om te onderzoeken welke verbindingen in verhoogde concentraties aanwezig zijn. Benadrukt moet worden dat het niet altijd mogelijk zal zijn de relatie tussen oorzaak en gevolg bij een alarmmelding van een bio-alarmsysteem te achterhalen. Het is mogelijk dat bij de op een alarm volgende analyses geen verdachte stoffen kunnen worden gevonden. De concentraties kunnen onder het detectieniveau liggen of er kan sprake zijn van een gecombineerde werking van verschillende verbindingen in lage concentraties tegelijkertijd. Ook is het mogelijk dat de gebruikte isolatie- en detectietechnieken niet toereikend zijn om de verbindingen aan te tonen die de gedragsveranderingen hebben veroorzaakt. Omdat de relatie tussen concentratie en effect tijdsafhankelijk is (afb. 8), zullen ook monsters uit de periode vóór de alarmmelding moeten worden onderzocht.

In tabel III zijn die alarmmeldingen van visbewakingssystemen in Nederland weergegeven, waarbij de watermonsters chemisch analytisch zijn onderzocht.

In een aantal gevallen zijn verhoogde concentraties van verschillende verbindingen vastgesteld. Of deze verhoogde gehalten afzonderlijk verantwoordelijk zijn geweest voor de waargenomen gedragsverandering van de vissen is niet zonder meer vast te stellen. Géén alarmmelding is overigens geen garantie voor een goede waterkwaliteit of de afwezigheid van bezwaarlijke verbindingen. Vissen reageren met hun zwemgedrag niet op alle verbindingen die plotseling in verhoogde concentraties voorkomen. Om deze reden is het zinnig de bewakingseenheid uit te breiden met organismen die gevoelig zijn voor andere verbindingen.

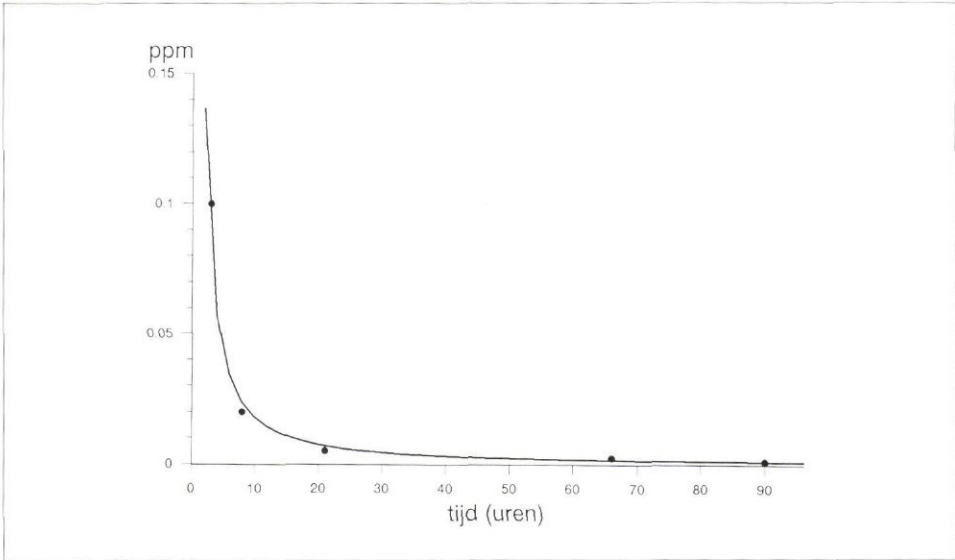
Laboratoriumonderzoek

Met de visbewakingsapparatuur is inmiddels een aantal testen uitgevoerd om de gevoeligheid van het systeem voor individuele verbindingen te bepalen. Ammonia, isophoron, dieselolie, cadmium en 3,4 dichlooraniline werden in verschillende concentraties aan een met drinkwater gevuld, gesloten systeem toegevoegd. Bij het oplosmiddel isophoron werd bij een concentratie van 1 mg/l in drie van de vier gevallen een verhoogd aantal pulsen signaleerd. De alarmmeldingen bij de isophoron-

calamiteiten in de Rijn (zie tabel III) kunnen dan ook niet, of in ieder geval niet alleen, aan de aanwezigheid van dit oplosmiddel worden toegeschreven. Mogelijk is het alarm in de veldsituatie het gevolg geweest van een andere verbinding of van een gecombineerd effect van een aantal stoffen samen met dit oplosmiddel. Uit de testen met ammonia en cadmium bleek dat dode of sterk versufte vissen geen verhoogd aantal impulsen en dus geen alarm veroorzaakten. In het visbewakingssysteem zal een registratie worden ingebouwd om een dergelijke

reactie op hoge concentraties te kunnen waarnemen. Bij sub-letale concentraties cadmium (0,4-0,6 mg/l) werd wel een verhoogd aantal pulsen waargenomen, welke echter pas na zeer lange tijd (48 uur) optraden. De sterkste reactie werd geregistreerd na toediening van 3,4 dichlooraniline (afb. 7). Bij een concentratie van 2,8 mg/l werden na 2 uur een sterk verhoogde en ongecontroleerde zwembewegingen waargenomen die een verhoogd aantal impulsen veroorzaakten. In het lopende projectjaar zal bij

Afb. 8 - De responstijd van een biologisch bewakingssysteem is afhankelijk van de concentratie. Hoe hoger de concentratie, hoe sneller een reactie kan worden verwacht. Responscurve van het visbewakingssysteem bij testen met endosulfan. [Uit: Ermisch en Juhnke, 1973].



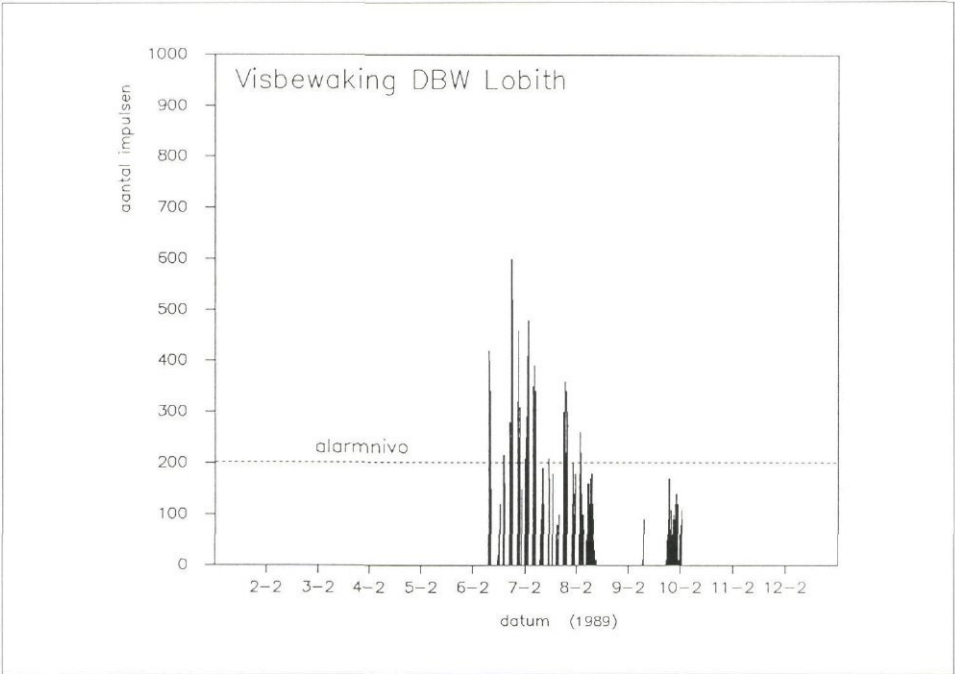
TABEL III - In 1988 en 1989 werden bij alarmmeldingen van visbewakingssystemen in Nederland verhoogde concentraties van verschillende chemicaliën aangetroffen. Alarmmeldingen waarbij geen chemische analyses zijn uitgevoerd zijn niet in de tabel vermeld.

Datum	Locatie	Gevonden verbinding	Conc. (µg/l)	Vis LC50,96h (mg/l)
1988				
15-4	Lobith	isophoron	26	220
18-4	Nieuwegein	dichloor-nitromethaan	0,004	-
3-4	Nieuwegein	aromatisch N-verbinding	1	-
5-7	Drentse Aa	primicarb	2,3	-
		simazine	1,3	0,25
6-7	Lobith	isophoron	3	220
25-7	Drentse Aa	niets aangetoond	-	-
21-8	Drentse Aa	dimethoaat	0,21	20-28 (24h)
		primicarb	0,26	29
29-8	Andijk	butylbenzeen-sulfonamide	8,8	-
26-10	Drentse Aa	dimethoaat	2,0	20-28 (24h)
		primicarb	0,5	29
		trichloormethaan	1,6	53
26-10	Lobith	tetrachloorethaan	10	37
		tetrachlooretheen	0,2	5 (168h)
		fluorantheen	0,4	4
		pyreen	0,3	0,0026
		para-oxon-equiv.	1,3	-
1989				
6-2	Lobith	trioxaan	2	-
		fluorantheen	0,5	-
		pyreen	0,4	0,0026
		alk-oxy-alkaan	0,5	-
		terpenoide	0,5	-

DBW/RIZA in Lelystad nog een serie andere verbindingen worden getest.

Conclusies

- a. Bio-alarmsystemen vormen een nuttige aanvulling op chemische monitoringstechnieken.
- b. Verschillende biologische bewakings-systemen zijn in principe operationeel te maken om verhoogde gehalten toxische verbindingen te signaleren. Bij de meeste systemen zijn gegevens over de stof-specifieke gevoeligheid schaars, en er bestaat weinig of geen ervaring in de praktijk [Botterweg, 1988].
- c. Er bestaat niet één meest gevoelig bio-alarmsysteem of meest gevoelig organisme voor alle verbindingen. Om in oppervlaktewater een zo groot mogelijke range aan stoffen te kunnen signaleren is een bewakingseenheid bestaande uit een aantal verschillende bio-alarmsystemen noodzakelijk.
- d. Een 'bio-alarm eenheid', bestaande uit verschillende bio-alarmsystemen, vormt een zinvolle aanvulling op de traditionele chemisch-analytische bewaking. Omdat géén alarm in een bio-alarmsysteem geen garantie is voor een onberispelijke waterkwaliteit zal gehele vervanging van de chemische bewaking door de bio-logische dan ook niet mogelijk zijn.
- e. Het door DBW/RIZA en een aantal RIWA-bedrijven uitgeteste visbewakings-systeem is geschikt gebleken voor het gebruik op oppervlaktewater met een hoge troebelings. Bij alarmmeldingen werden na analyses verhoogde gehalten



Afb. 9 - Signaalweergave van een Arena-visbewakingssysteem tijdens een alarmmelding op meetstation Rijn-Lobith in februari in 1989. De vissen werden op 1 februari in het systeem geplaatst. Bij chemische analyse bleek een vijftal verbindingen in verhoogde concentraties aanwezig.

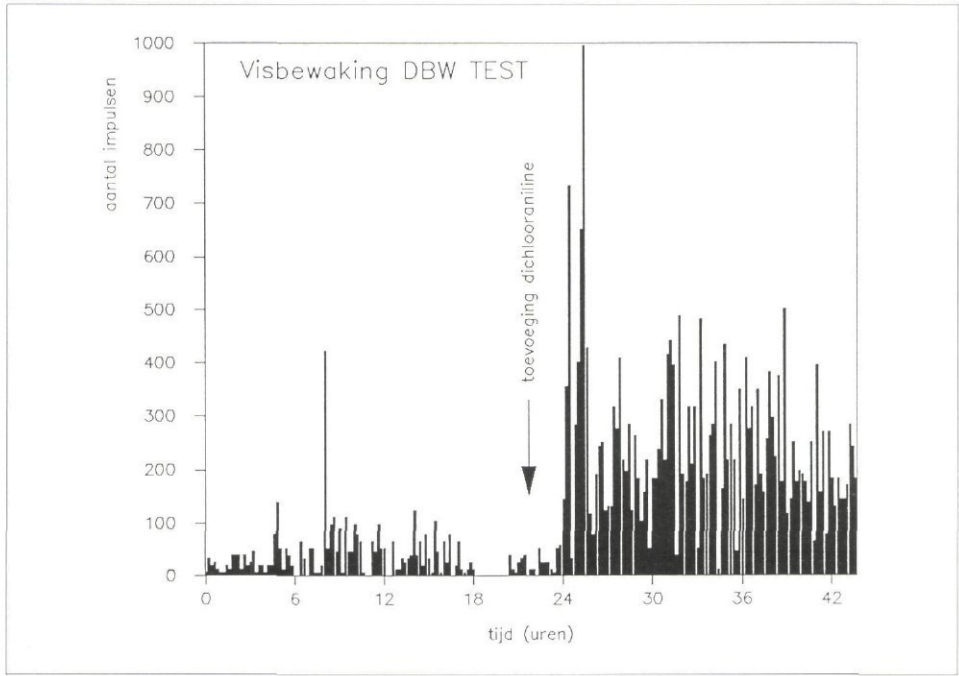
- van verschillende verbindingen aangetoond. Om de gevoeligheid en de betrouwbaarheid van het systeem te vergroten zullen nog enkele technische aanpassingen worden gerealiseerd [Botterweg, 1989].
- f. Om vast te stellen bij welke concentratie van specifieke verbindingen een alarm in het visbewakingssysteem en in het bewakingssysteem met water-

vlooiën kan worden verwacht, zal nog een aantal testen moeten worden uitgevoerd. g. Voor de overige bio-alarmsystemen geldt dat zowel stofspecifiek laboratorium-onderzoek als testen met betrekking tot de toepassing op praktijklocaties nog noodzakelijk zijn.

Toekomst

De komende jaren zal bij DBW/RIZA voortgaand onderzoek worden verricht naar de gevoeligheid en de bruikbaarheid van een aantal biologische bewakings-systemen. Het visbewakingssysteem wordt verder geoptimaliseerd. Naast de testfase van het bewakingssysteem met watervlooiën zal de aandacht worden gericht op een bio-alarmsysteem waarin met behulp van eencellige algen kwaliteitsveranderingen in oppervlaktewater kunnen worden geregistreerd. Voorts zal op diverse plaatsen in Nederland worden geëxperimenteerd met de toepassing van de registratie van de klepbeweging van mosselen. Samenwerking zal niet alleen in RIWA-en KIWA-verband blijven plaatsvinden, ook de samenwerking met de in de buurlanden aan biologische waterkwaliteits-bewaking werkende instituten zal worden gecontinueerd. Omdat voorkóming van calamiteiten uiteindelijk de voorkeur verdient boven uitsluitend de signalering daarvan zullen initiatieven worden genomen om de in dit artikel genoemde biologische bewakings-systemen te testen en eventueel geschikt

Afb. 10 - In het laboratorium reageren de vissen binnen enkele uren op een toevoeging van 3,4 dichlooraniline.



te maken voor de bewaking van effluenten.

Literatuur

- Botterweg, J. (1988). *Continue signalering van toxische stoffen in het aquatisch milieu met behulp van biologische bewakingssystemen. Literatuurstudie.* Adviesbureau BKH in opdracht van DBW/RIZA. Publikaties en rapporten 1988-5 van het project 'Ecologisch Herstel Rijn', sept. 1988. DBW/RIZA nr. 89.002.
- Botterweg, J. (1989). *Beoordeling en evaluatie van biologische alarmeringssystemen op meetstation Lobith. Bio-alarm project fase I.* Adviesbureau BKH in opdracht van DBW/RIZA. Publikaties en rapporten 1989-8 van het project 'Ecologisch Herstel Rijn', jan. 1989. DBW/RIZA nr. 89.045.
- Breemen, L. W. C. A. van (1982). *Jaarverslag NV Waterwinningbedrijf Brabantse Biesbosch.* 1981/1982, afd. Laboratorium, p. 75.
- CCRX (1987). *Betekenis van de Sandoz calamiteit voor de bewaking van de kwaliteit van de Rijn.* Coördinatiecommissie voor metingen van Radioactiviteit en Xenobiotische stoffen. Commissie rapportage Sandoz calamiteit. P. H. A. Hoogweg (voorzitter). Leidschendam, mei 1987.
- Ermisch, R. en Juhnke, I. (1973). *Automatische Nachweiscorrichtung für akut toxische Einwirkungen auf Fische im Strömungstest.* Gewässer und Abwässer, 52: 16-23.
- Guchte, C. van de (1987). *Waterkwaliteitsbewaking met behulp van biologische monitoring.* DBW/RIZA AOCE. Projekt INAM: Innovatie Automatisch Meetnet. Lelystad, september 1987.
- Guchte, C. van de (1988). *Rapportage van de ad-hoc werkgroep Bio-alarmering met speciale aandacht voor visbewakingssysteem Kerren.* DBW/RIZA.
- Heinis, F., Crommentuijn, T. (1988). *Biomonitoring met de larven van chironomiden en kokerjuffers.* M&W Aquasense (no. 880550), in opdracht van DBW/RIZA.
- Juhnke, I., Besch, W. K. (1971). *Eine neue Testmethode zur Früherkennung akut toxischer Inhaltstoffen im Wasser.* Gewässer und Abwasser 50/51 S: 107-114.
- Kramer, K. J. M. e.a. (1989). *The valve movement response of mussels: a tool in biological monitoring.* Hydrobiologia, in druk.
- Knie, J. (1978). *Der Dynamische Daphnientest- ein automatischer Biomonitor zur Überwachung von Gewässern und Abwässern.* Wasser und Boden 12: 310-312.
- Poels, C. L. M. (1977). *An automatic system for rapid detection of acute high concentrations of toxic substances in surface water using trout.* In: Cairns J. Jr., Dickson, K. L., Westlake, G. F. (eds.) *Biological monitoring of water and effluent quality.* American Society for Testing and Materials. pp: 85-95.
- Slooff, W. (1983). *Biological effects of chemical pollutants in the aquatic environment and their indicative value.* Thesis, Utrecht.
- Snuverink, M. A. M. e.a. (1989). *Effluentmonitoring: bewaking van bedrijfslozingen in het verschromet.* H₂O (22) 1989, nr. 4: 126-128, 105.
- Spoor, W. A. e.a. (1971). *An electrode chamber for recording respiratory and other movements of free swimming animals.* Trans. Amer. Fish. Soc. 1: 22-28.
- Urk, G. van (pers. meded.). Dienst Binnenwateren/ RIZA, Lelystad.
- Zimmerman, U. (pers. meded.). Trinkwasser-versorgung, Zürich.



Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen KIWA NV

KIWA/VWN colloquium over distributie van drinkwater

In samenwerking met de VWN organiseert KIWA op 25 januari 1990 in het Congrescentrum 'De Reehorst' te Ede een colloquium met als thema de distributie van drinkwater. Dit colloquium is een herhaling van het colloquium dat op 20 september jl. plaatsvond, speciaal voor de leden van de Regionale Distributie Groepen van KIWA.

Aan de orde komen:

- het distributie-onderzoek dat KIWA in het kader van het VEWIN-speurwerkprogramma uitvoert;
- de ontwikkelingen op het gebied van certificatie en keuringen.

De toelichting op deze onderwerpen vindt plaats aan de hand van een aantal korte voordrachten en een expositie. De voordrachten zijn verdeeld in drie thema's, te weten:

- waterkwaliteit tijdens distributie;
- materialen;
- ontwerp, beheer en bedrijfsvoering van het leidingnet.



Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland

Vergaderingen

Najaarsvergadering VWN, Ede;
13 december 1989, 10.00 uur.

Begeleidingscommissie Opleidingen Leidingen Tekenaar (BOLT), Amersfoort;
14 december 1989, 9.30 uur.

Dagelijks Bestuur (DB), VEWIN, Rijswijk;
14 december 1989, 10.30 uur.

College van Commissarissen, VEWIN, Rijswijk;
14 december 1989, 10.30 uur.

Ledenvergadering, VEWIN, Rijswijk;
14 december 1989, 14.00 uur.

De volgende voordrachten worden gehouden:

Opening

'Overlegstructuur VEWIN/KIWA in Distributiesector', door ir. D. van Rijsbergen;
'VEWIN-Speurwerkprogramma', door dr. ir. J. C. Schippers'.

Waterkwaliteit tijdens distributie

'Fysisch-chemische aspecten', door dr. Th. J. J. van der Hoven;
'Microbiologische aspecten', door dr. ir. D. van der Kooij;
'Gezondheidskundige aspecten', door drs. J. van Genderen.

Materialen

'Certificatie en keuringen, nu en in de toekomst', door ir. R. L. J. Meijburg;
'Corrosie-schadegevallen', door ing. D. A. Stellaard.

Ontwerp, beheer en bedrijfsvoering

'Netvervuiling, enkele oorzaken', door ir. M. W. M. van Eekeren.

Binnenkort zullen VWN-leden een uitnodiging en aanmeldingsformulier voor dit colloquium ontvangen.

College van Bedrijfsjuristen (CBJ), 's-Hertogenbosch;
20 december 1989, 9.00 uur.

Regionaal Inspectiecontact Noord-West, Amstelveen;
12 januari 1990, 10.00 uur.

ARBO-Commissie, VEWIN, Rijswijk;
16 januari 1990, 14.00 uur.

College van Bedrijfsdirecteuren (CBD), VEWIN, Rijswijk;
18 januari 1990, 9.45 uur.

Contactdag Inspectie, Reehorst, Ede;
24 januari 1990, 10.00 uur.

Dagelijks Bestuur (DB), VEWIN, Rijswijk;
25 januari 1990, 13.30 uur.

Bestuur, VEWIN, Rijswijk;
25 januari 1990, 14.30 uur.