UCTIEBEDRIJF
HEMA
HEE





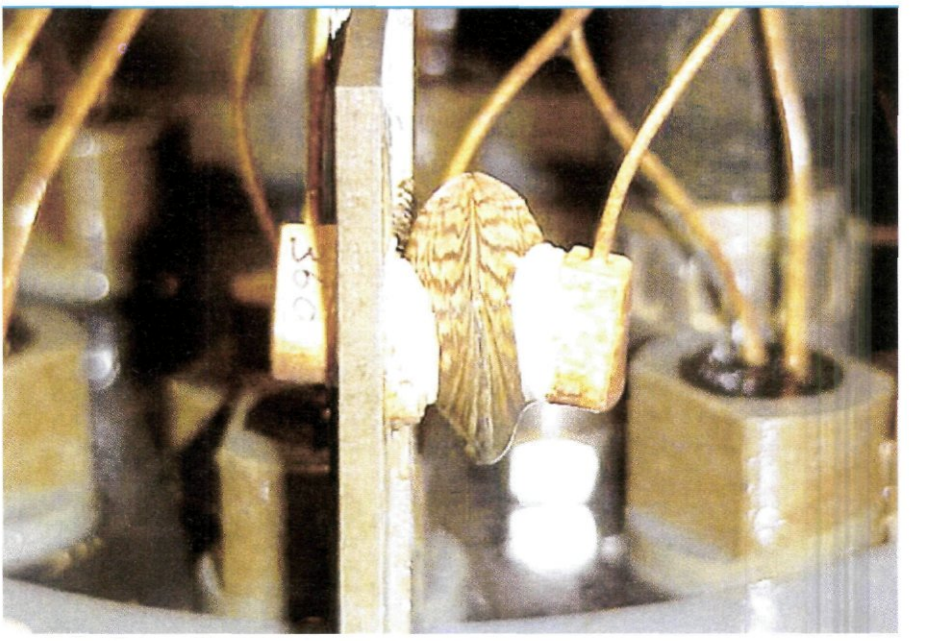

Mosselen en algen als poortwachters

DRS. C. DE HOOGH-CARPENTIER, KIWA WATER RESEARCH
IR. P. VAN DIEPENBEEK, WATERLEIDING MAATSCHAPPIJ LIMBURG
P. ENGELS, WATERLEIDING MAATSCHAPPIJ LIMBURG
DR.IR. T. NOIJ, KIWA WATER RESEARCH

Sinds begin dit jaar wordt vanuit het Lateraalkanaal oppervlaktewater in het bekken De Lange Vlieter ingenomen voor de productie van drinkwater. De kwaliteitsbewaking van het in te nemen water vindt plaats met een combinatie van een biologisch early warning systeem (BEWS) en een fysisch-chemisch meetprogramma. Het fysisch-chemisch meetprogramma bestaat uit sensormetingen voor temperatuur, zuurgraad, zuurstof, troebelheid en elektrisch geleidingsvermogen, aangevuld met weekmonsters voor diuron, atrazine en zwevend stof. Het BEWS bestaat uit een mosselmonitor en een algentoximeter, waarmee de waterkwaliteit on-line wordt bewaakt. Daarnaast steunt WML op de meldingen van Aqualarm (RIZA) om vroegtijdig te worden geïnformeerd over waterkwaliteitsverslechteringen in de Maas.

Waterleidingbedrijven die oppervlaktewater als bron voor drinkwaterproductie gebruiken, zijn kwetsbaar voor plotseling optredende verontreinigingen die het zuiveringsproces kunnen verstoren of de zuivering ongemoeid kunnen passeren. Deze verontreinigingen kunnen het gevolg zijn van bekende effluenten van industriële of agrarische aard, ongebruikelijke (eenmalige) lozingen door activiteiten in en om het water, riooloverstorten of moedwillige (illegale) lozingen van individuele overtreders of zelfs doelgerichte sabotageacties. Hoewel de overheid tracht het aantal lozingen (al of niet zo bedoeld) te beperken, blijft het risico nog altijd bestaan. Voor een oppervlaktewaterbedrijf is het daarom van belang goed op de hoogte te zijn van de kwaliteit van de grondstof. Hoewel de kans op een

De mosselmonitor.

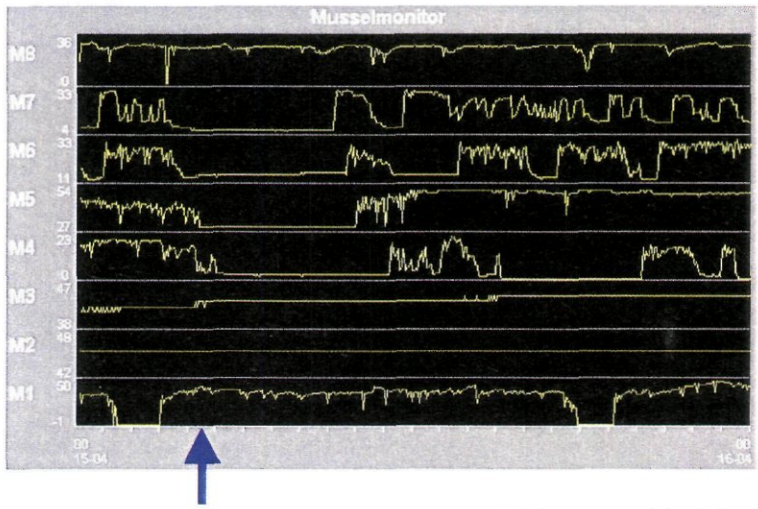


dermate grote verontreiniging gering is, kunnen de gevolgen voor de volksgezondheid enorm zijn indien iets dergelijks zich daadwerkelijk voordoet ('high impact, low probability').

Early warning-systemen (EWS) zijn bedoeld om plotselinge veranderingen in waterkwaliteit te detecteren, ofwel direct bij het innamepunt, dan wel stroomopwaarts. Ze zijn bedoeld om de conventionele monitoringssystemen aan te vullen met snelle informatieverstrekking over waterkwaliteit. Stofgerichte analyses kunnen niet altijd on-line uitgevoerd worden, waardoor het meetresultaat niet op het moment van het passeren van een verontreiniging beschikbaar is. Bovendien moet daarbij vooraf bekend zijn naar welke stoffen wordt gezocht, hetgeen in het geval van ongelukken en lozingen meestal niet het geval is. Het routinematig analyseren van een groot aantal stoffen is kostbaar en onpraktisch.

Het gebruik van een effectgericht biologisch EWS (BEWS) kan een deel van deze problemen ondervangen. Door de inzet van levende organismen als 'sensoren' wordt de integrale waterkwaliteit als effect on-line gemeten. Omdat de organismen voor een breed scala van stoffen gevoelig zijn, blijven hierdoor minder verontreiniginen onopgemerkt. Zelfs stoffen waarvoor (nog) geen analytische techniek is ontwikkeld, kunnen zo worden gedetecteerd.

Toch is het ook belangrijk om rekening te houden met de beperkingen van een BEWS. Zo geeft het systeem geen informatie over lange termijn effecten van de waterkwaliteit op het organisme. Een alarm is alleen een indicatieve waarde voor de acute toxiciteit van het water voor het gebruikte organisme en het uitblijven van een alarm is geen garantie voor de afwezigheid van bezwaarlijke stoffen waarvoor de organismen in de monitor gevoelig zijn. Dit kan gedeeltelijk worden ondervangen door meerdere monitoren met verschillende organismen naast elkaar te gebruiken, en zodoende gebruik te maken van de specifieke gevoeligheden van de organismen voor diverse stofgroepen.



Afb. 1: Resultaten van de mosselmonitor op 15 april 2000 als reactie op een tolueengolf in de Maas. Tijdstip waarop mossel 4, 5, 6 en 7 ongeveer gelijktijdig sloten. Mossel 2 en 3 waren op dat moment dood.

Welk systeem is geschikt?

Belangrijk bij de keuze voor en implementatie van een BEWS is dat een duidelijke monitoringsstrategie bestaat. Belangrijke vragen die hierbij moeten worden beantwoord, zijn:

- Welke stofgroepen zijn vooral van belang op de betreffende locatie?
- Wat zijn de potentiële verontreinigingsbronnen ter plaatse?
- Hoe wordt met alarmeringen omgegaan?
- Welke techniek(en) is (zijn) het meest geschikt voor toepassing?

Technisch gezien moeten de geselecteerde monitoringssystemen zonder veel menselijk ingrijpen goed kunnen functioneren en snel (liefst binnen enkele minuten) waterkwaliteitsgegevens kunnen aanleveren. Een volgende stap is om ervoor te zorgen dat deze informatie snel en op de juiste manier wordt geïnterpreteerd, waarna - indien nodig - passende maatregelen kunnen worden getroffen.

Bij de selectie van een BEWS moeten de eisen van technische, economische, bedrijfsorganisatorische en maatschappelijke aard tegen elkaar afgewogen worden. Om al die verschillende criteria ten opzichte van elkaar te kunnen wegen, werd daarom voor de situatie bij WPH een multicriteria-analyse uitgevoerd. De gehanteerde criteria voor de keuze van een BEWS voor WML zijn:

- de gevoeligheid voor herbiciden, zware metalen,pesticiden en diverse organische verbindingen (fenolen, gechloreerde alifaten),
- de reactietijd (de tijd voor meting, interpretatie en het starten van een actie mag maximaal circa twee uur bedragen),
- on-line techniek (continue bemonstering en meting),
- de status van bewezen techniek (in tegenstelling tot technieken die zich nog in een experimenteel stadium bevinden),
- de interpretatie (eenduidig),
- het draagvlak (zowel binnen als buiten de organisatie),
- de aanschafkosten (eenmalige investeringskosten),
- de jaarlijkse onderhoudskosten en daar-

De mosselmonitor

Het principe van de mosselmonitor is gebaseerd op de werking van de mossel zelf als sensor voor de kwaliteit van het water waarin de mossel zich bevindt. Bepalend hierbij is de stand van de schelphelften ten opzichte van elkaar. Bij normaal welbevinden zullen de schelphelften gemiddeld voor 70 tot 80 procent van de maximale stand geopend zijn voor het opnemen van voedsel en zuurstof. Slechts af en toe zullen de mosselen voor korte tijd hun kleppen sluiten. Indien een verontreiniging in het water waargenomen wordt, kunnen de mosselen daar op verschillende manieren op reageren:

- De schelpen blijven gedurende langere tijd gesloten;
- De schelpen vertonen een verhoogde mate van activiteit door frequenter open en dicht te gaan (het zogenaamde 'klepperen');
- De gemiddelde openstand van de schelpen wordt gedurende een bepaalde periode verlaagd (ten opzichte van de 70-80% normaal);
- Er vindt helemaal geen beweging meer plaats, de schelpen blijven wijder open staan dan de normale maximale openstand ('gapen'; dit gebeurt als de mossel niet meer leeft).

Hiertoe is de mossel voorzien van sensoren die de afstand tussen de beide schelphelften meten. Met een computer wordt het gedrag van acht driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*) in de monitor geregistreerd en geëvalueerd. In geval van significante gedragsafwijkingen van de mosselen, wordt een alarm gegenereerd.

mee samenhangend de onderhoudsintensiteit.

Aan de hand van deze criteria is vervolgens een aantal verschillende biologische EWS geïnventariseerd op hun geschiktheid voor toepassing bij WPH. Dit leidde uiteindelijk tot de keuze voor een mosselmonitor (Deltaconsult) en een algentoximeter (BBE) (zie kaders en foto's).

Implementatie

Bij de implementatie van beide systemen is het allereerst van belang om de basisinstellingen en condities vast te stellen, waarbij de monitor routinematig moet kunnen functioneren. In de tweede fase wordt met behulp van spike-testen de reactie van het systeem op voor het stroomgebied relevante verontreinigingen onderzocht.

Als eerste onderdeel van het early warning-systeem voor Waterproductiebedrijf Heel werd op 13 oktober 1999 de mosselmonitor geïnstalleerd bij sluis Heel in het Lateraalkanaal. Medio 2001 werd de mosselmonitor naar het innamewerk verhuisd en werd daar ook de algentoximeter geïnstalleerd. Sinds begin 2002 zijn beide monitoringssystemen volledig operationeel.

De mosselmonitor

Van belang bij de installatie van de mosselmonitor is het afregelen van de gevoeligheid: het aantal mosselen dat gelijktijdig een gedragsverandering te zien moet geven en de minimale tijdsduur dat deze verandering zich voordoet.

In de loop van de periode waarin de referentiegegevens zijn opgebouwd, zijn de instellingen van de mosselmonitor voor wat betreft de alarmwaarden meerdere malen gewijzigd om deze optimaal op de locale situatie te kunnen afstemmen. Op die manier wordt zo veel mogelijk voorkomen dat vals positieve alarmen optreden. Een te gevoelige instelling kan leiden tot een vals positief alarm, als meerdere mosselen bij toeval tegelijkertijd even sluiten, zonder dat hier een verontreinigingsoorzaak voor is.

Reactievermogen

Het reactievermogen van de mosselmonitor dient gericht te zijn op calamiteiten die in het stroomgebied van de Maas, het Lateraalkanaal en de Sleijebeek zouden kunnen voorkomen. De belangrijkste risico's voor de waterkwaliteit zijn afkomstig van de landbouw, locaal verkeer (auto en scheepvaart) en bedrijfsmatige activiteiten direct langs de watergangen. In de Sleijebeek mondt bovendien een rwzi uit die zowel huishoudelijk als industrieel afvalwater verwerkt. Op grond hiervan is een aantal mogelijk relevante stoffen aangewezen.

Dit zijn voor de landbouw:

- bestrijdingsmiddelen: atrazine en diuron;

voor het verkeer/bedrijfsmatige activiteiten:

- indicatoren van brandstoffen van schepen (in geval van scheepvaartongelukken): tolueen;
- oplosmiddelen: trichlooretheen, trichloorethaan, dichloormethaan;
- tributylfosfaat (werd in de periode 1995-1997 zesmaal als calamiteuze verontreiniging aangetroffen);
- andere bedrijfsmatige activiteiten;

voor de rwzi:

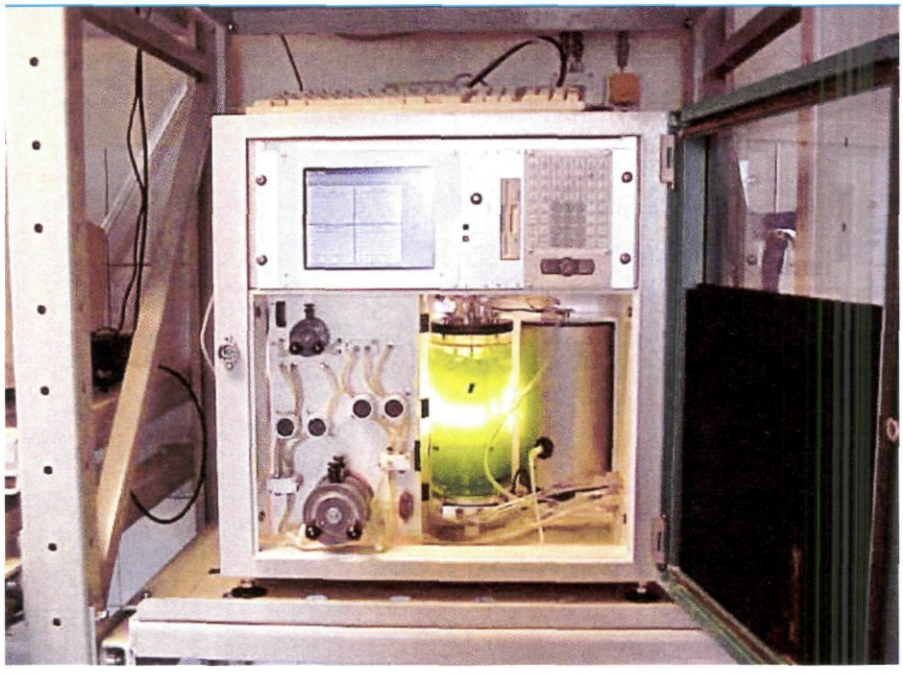
- zware metalen: koper, lood, cadmium, kwik, nikkel en zink in verband met het aanbod aan industrieel afvalwater.

De mosselmonitor werd getest met vijf verschillende spike-vloeistoffen: een oplossing van zinksulfaat, een oplossing van lood-, koper-, kwik-, nikkel- en zinkzouten, tolueen, trichlooretheen en tributylfosfaat. Hoewel niet alle spike-testen een duidelijke detectielimiet voor de onderzochte stoffen hebben opgeleverd, kan in het algemeen worden geconcludeerd dat de mosselmonitor die calamiteuze verontreinigingen waarvoor mosselen gevoelig zijn, van normale waterkwaliteit kan onderscheiden.

Tolueencalamiteit op 14 april 2000

Op 14 april 2000 werd door RIZA in Eijsden een tolueenverontreiniging geconstateerd, waarbij in het 12-uur verzamelmonster een concentratie van 130 µg/l tolueen werd gemeten. Onduidelijk is echter hoe hoog de piekconcentratie in het water is geweest. Vier mosselen hebben gereageerd (afbeelding 1), wat blijkt uit het feit dat ze ongeveer gelijktijdig sloten op het moment dat de verontreiniging het Lateraalkanaal passeerde. Het tijdstip van passeren van de verontreinigingsgolf werd berekend met behulp van DYNAMAAS, een simulatiemodel van Rijkswaterstaat. Mogelijk bevond zich tijdens de tolueencalamiteit van

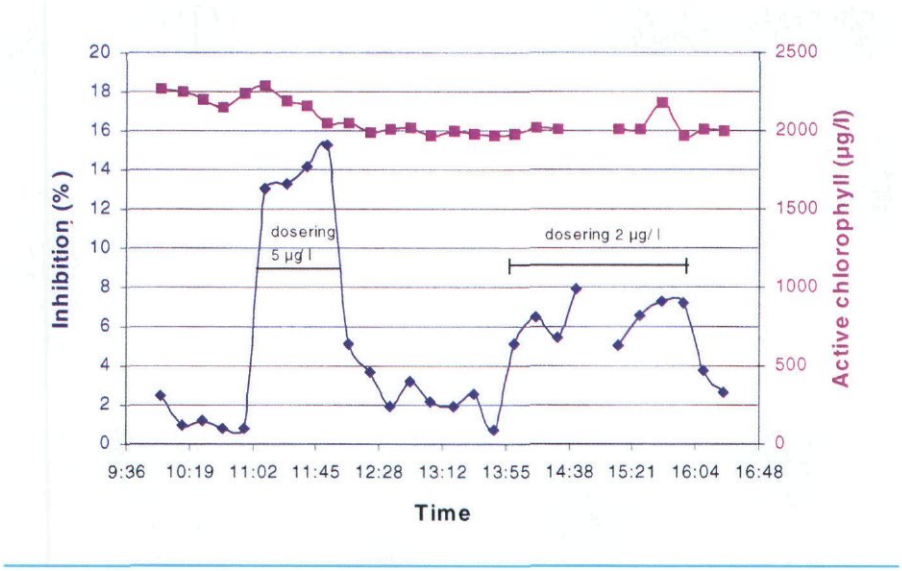
De algenmonitor.



De algentoximeter

De BBE-algentoximeter meet de acute toxiciteit van een watermonster voor algen die reageren op schadelijke stoffen door veranderingen in hun fotosynthetisch gedrag.

Onder normale omstandigheden wordt ongeveer 98 procent van de door algen opgenomen energie (zonlicht) gebruikt voor fotosyntheseprocessen of afgevoerd in de vorm van warmte. De overige twee procent wordt uitgestraald in de vorm van fluorescentie. Als het fotosyntheseproces wordt verstoord (bijvoorbeeld door herbiciden), wordt de overtollige energie gedeeltelijk ook afgevoerd via fluorescentie. Grofweg kan worden gesteld dat hoe slechter de fotosynthese verloopt, des te meer fluorescentie optreedt. De veranderingen in fluorescentie, die optreden als gevolg van een toxische stof in het monsterwater, worden met de algentoximeter gedetecteerd door middel van een fotocel. Bij significante afwijkingen wordt een alarm gegenereerd.



Afb. 2: Resultaten van de spike-test van de algenmonitor met diuron. ◆ = Inhibition, ■ = Active chlorophyll.

14/15 april ook nog een andere stof in het water, waarop de mosselen hebben gereageerd, maar die door de chemische analyses niet werd waargenomen. Een belangrijke conclusie is dat de mosselmonitor op 15 april 2000 goed heeft gefunctioneerd: er werd een duidelijk signaal afgegeven dat overeenkomt met een voor inname ontoelaatbare slechte waterkwaliteit.

De algentoximeter

De installatie van de algentoximeter vond direct bij het innamewerk plaats, niet eerst op locatie Sluis Heel zoals bij de mosselmonitor. Tijdens de implementatie bleek dat de voorfiltratie van het Maaswater van cruciaal belang is voor het goed functioneren van de monitor, in verband met verstopping van de wateraanvoerslangen en de dunne slangetjes in het apparaat zelf. Overigens is ook voor de mosselmonitor een voorfiltratie van het aangeboden water van belang.

Reactievermogen

Op 30 oktober en 13 november 2001 werden spike-testen uitgevoerd met de algentoximeter. Doel van deze testen was de instellingen van de algentoximeter te optimaliseren en om te kunnen vaststellen hoe deze reageert op verontreinigingen. De proefoplossing van 5 µg/l diuron veroorzaakte een alarm (afb. 2). Omdat de tweede proef met 2 µg/l diuron wel een reactie, maar geen alarm veroorzaakte (de grenswaarde voor een alarm was ingesteld bij tien procent 'inhibition'), werd het vooralsnog niet zinvol geacht een derde proef met 0,5 µg/l diuron uit te voeren. Tijdens de beide spike-testen werd het afvalwater met daarin de spike-vloeistoffen opgevangen in het afvalvat. Dit werd vervolgens via Kiwa afgevoerd.

In het algemeen kon uit de resultaten van de spike-testen worden geconcludeerd dat deze monitor goed in staat is calamiteiten met herbiciden in het Maaswater te detecteren.

Vervolgacties

Van belang voor een goede innamebewaking is het omzetten en integreren van alle verzamelde data tot bruikbare informatie die leidt tot een eenduidig innamebeleid. Indien de monitoren een alarm geven, moet duidelijk zijn op basis van welke criteria dit alarm is veroorzaakt. Ook afstemming met andere meetlocaties in de Maas kan hierbij een rol spelen.

Het alarmcontact van de monitoren is ten tijde van het uitbrengen van dit artikel wel aangesloten op het besturingssysteem, maar deze procedure bevindt zich nog in een testfase. Wellicht is verdere afregeling van de alarminstellingen in relatie tot de ingenomen waterkwaliteit nodig om het aantal alarmmeldingen cq. de duur van de innamestops in overeenstemming te brengen met het innamebeleid.

Conclusies

Beide biologische early warning-systemen zijn geplaatst en operationeel gemaakt op de locatie bij het innamewerk. De tolueencalamiteit in april 2000 toont aan dat het BEWS calamiteuze verontreinigingen waarvoor algen en mosselen specifiek gevoelig zijn, van de normale Maaswaterkwaliteit kan onderscheiden, zodat de kwaliteit van het ingenomen water effectief en on-line kan worden bewaakt. Op deze manier kan worden voorkomen dat excessieve concentraties van deze verontreinigingen in het spaarbekken en in het vervolgtraject van de zuivering terechtkomen.

Foto: MCM Productions.

