De waterkwaliteitsbewaking op de Rijn uitgebreid met een algenmonitor

Samenvatting
De biologische bewaking van de Rijn bij Lobith is uitgebreid met een algenmonitor. Het systeem is gevoelig, onderhoudsarm en reageert sneller dan de al aanwezige watervlooien en vissen. In het artikel worden de eerste ervaringen beschreven.

ANNELIES OOSTHOEK
RIZA



RIA KAMPS
RIZA



JAN HENDRIKS
RIZA

Inleiding

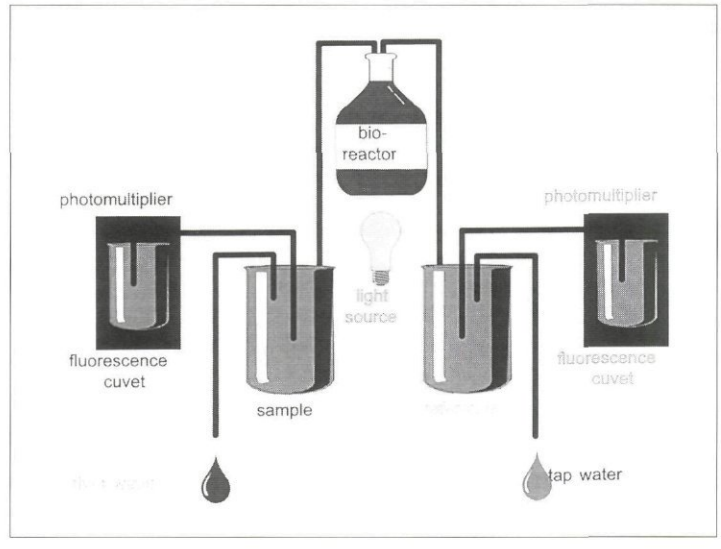
Sinds enkele jaren worden de Rijn en Maas biologisch bewaakt. Op de meetstations bij Lobith en Eijsden zijn systemen met vissen en watervlooien actief [Hendriks *et al.*, 1993; Noppert en Hendriks 1995]. Benedenstrooms daarvan wordt de inlaat van rivierwater voor de bereiding van drinkwater met vissen gecontroleerd.
Op aanbeveling van de werkgroep 'Dynamische Wirkungstest' van de Internationale Rijn Commissie (WIR 1995) is de biologische bewaking op meetstation Lobith in de Rijn uitgebreid met algen. Het gaat hier om de 'Delayed Fluorescence Algan-monitor', een biologisch bewakingssysteem met groenalgen [Gehardt and Putzger, 1990; WIR 1995].
In een vergelijkend onderzoek tussen biologische bewakingssystemen met verschillende organismen kwam de 'DF-algenmonitor' als één van de beste systemen uit de bus [WIR, 1995].
Na uitgebreide tests in het lab (Lelystad) en in het meetstation (Lobith) wordt het systeem toegevoegd aan het operationele pakket. In dit artikel worden onze ervaringen met het systeem beschreven.

Methode

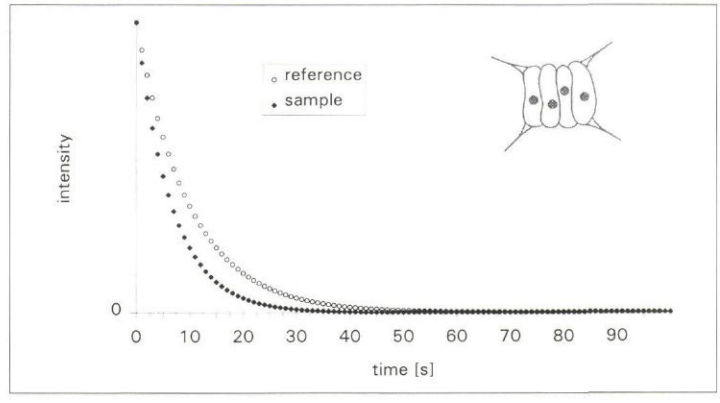
De DF-algenmonitor is ontwikkeld aan de universiteit van Regensburg in Duitsland [UVR, 1996]. De werking van de monitor berust op de vertraagde afgifte van fluorescentie, 'Delayed Fluorescence', van eencellige groenalgen [Kretsch en Gerhardt, 1987]. De groenalg die door het RIZA en door een aantal meetstations in Duitsland gebruikt wordt is *Chlamydomonas reinhardii*.
De werking van het systeem is weergegeven in afbeelding 1. De bioreactor zorgt voor een toevoer van algen in een constante concentratie. Door toevoeging van algenmedium wordt er voor gezorgd dat deze concentratie binnen een vastgestelde interval blijft. De algen worden in de bioreactor belucht, voorzien van licht en met behulp van een thermostaat op temperatuur van 20 °C gehouden.
Vanuit de bioreactor worden algen naar de testkamers getransporteerd. In de linkerkamer worden de algen gemengd met oppervlaktewater (monster), in de rechterkamer met kraanwater (referentie).
De algen worden gedurende 15 minuten in het licht aan het water blootgesteld.
De algen zullen gaan fotosynthetiseren en reageren op eventuele vervuiling. Daarna wordt een deel van de suspensie van de testkamers naar de fluorescentie cuvetten gepompt. Zodra de algen daar in het donker zijn, wordt het 'niet gebruikte licht' weer afgegeven. Dit licht wordt vertraagde fluorescentie genoemd. De fotomultiplicatoren achter de cuvetten meten de afname van de intensiteit van het rood licht gedurende 100 seconden. Uit deze metingen wordt een curve gemaakt. Als er door verontreiniging inhibitie in het fotosysteem van de algen plaatsvindt zal het licht minder snel of niet worden afgegeven.
Een voorbeeld van een signaal met een alarm wordt weergegeven in afbeelding 2. Het verschil tussen de oppervlaktes onder de curven van de referentie en het monster wordt als maat voor de toxiciteit gebruikt [Oosthoek en Kamps, 1996a]. Het verschil van 4 metingen wordt getoetst aan een vaste alarmgrens, die voorlopig op 10% is vastgesteld. In plaats van kraanwater kan ook een eerder genomen monster als referentie dienst doen.

Resultaten

Het systeem is uitgerust met de makkelijk te kweken, gevoelige groenalg *Chlamydomonas reinhardii*. De bediening van het apparaat is eenvoudig. Op het bedieningspaneel zijn ook mogelijkheden opgenomen voor het onderhoud. Voor controle en



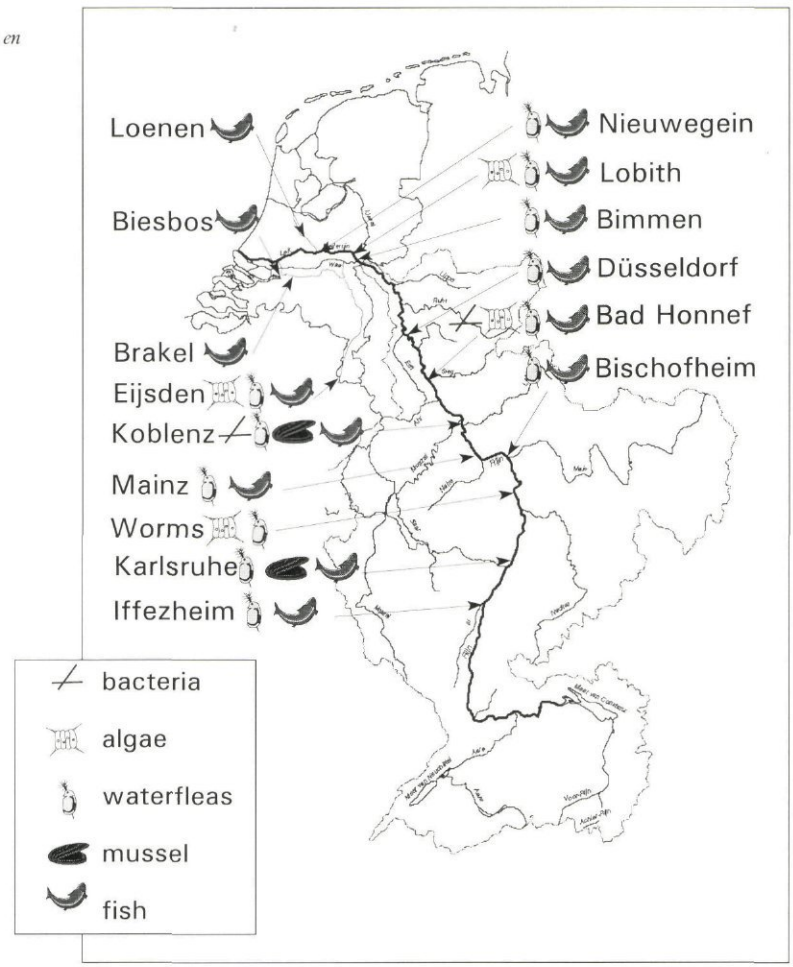
Afb. 1 - De werking van de algenmonitor.



Afb. 2 - Respons van algenmonitor op 10 µg/l diuron, leidend tot een alarm.

onderhoud is circa 2 uur per week nodig. Dit omvat de controle, de bereiding van algenmedium (de monitor verbruikt circa 12 liter medium per week), het vervangen van de slangen en algenkweek en een kwaliteitscontrole voor de algen.
De geconcentreerde algenkweek wordt vanuit Lelystad aangeleverd [Oosthoek en Kamps, 1996b].
Het exacte alarmniveau moet nog worden vastgesteld, en zal worden gebaseerd op de tot nu gedane metingen op het meetstation. De kans op vals alarm is klein.
De voorwaarden waaraan moet worden voldaan om van een betrouwbaar signaal te spreken kunnen op het scherm gemakkelijk worden gecontroleerd.
De kans op verstoppingen is verwaarloosbaar, het Rijnwater dat de monitor binnen komt wordt gefiltreerd (0.2 μm). Er is gekozen voor filtratie om de algen die zich al in de Rijn bevinden af te vangen.
Het verwijderen van deeltjes (>0.2 μm) zal geen effect op de toxiciteit van het Rijnwater op de algen. Alleen de in water opgeloste stoffen hebben in de 10 minuten incubatietijd invloed op de algen.
Zwakke punten van de algenmonitor zijn de vulhoogte, de temperatuur van het water in de proefkamers en de algenkweek in de bioreactor. Het debiet van de pompen kan na een tijd verlopen. Bij de dagelijkse controle moet hiermee rekening worden gehouden zodat de pompen opnieuw kunnen worden afgesteld.
De algenkweek in de bioreactor moet flink belucht worden. De werveling die hierbij ontstaat is nodig om neerslag van algen te voorkomen. De kweek kan dan een maand in de bioreactor blijven.
De temperatuur van het water in de proefkamers moet gelijk zijn. Omdat er met kraanwater en oppervlaktewater gewerkt wordt is hier een temperatuurregelvat voor gebouwd. Het vat zorgt ervoor dat er optimale uitwisseling van temperatuur plaatsvindt tussen het oppervlaktewater en het kraanwater.
Om de werking van het systeem te controleren zijn experimenten met herbiciden uitgevoerd. Deze staan met al eerder uitgevoerde toetsen in Tabel I.

Afb. 3 - Biologische bewaking langs Rijn en Maas.



Discussie

Tot nu toe is het systeem technisch betrouwbaar gebleken. Maar omdat de algenmonitor nog maar een korte tijd gebruikt is moet dit vooral blijken uit de werking van de algenmonitor op Lobith. Zoals blijkt uit afbeelding 3 wordt ook bovenstrooms veelvuldig gebruik gemaakt van biologische bewaking, waaronder systemen met algen.
In de nabije toekomst zal bezien worden of ook Eijsden voorzien zal worden van een algenmonitor.
En daarna? Het is niet de bedoeling om een heel scala aan biologische monitoren te plaatsen op de meetstations. De huidige set van algen, watervlooien en vissen vormt een enigszins representatieve afspiegeling van de soortgroepen die in het veld voorkomen. Bovendien zijn deze systemen ieder gevoelig voor verschillende categorieën stoffen.
Het aantal alarmmeldingen van de systemen met watervlooien en vissen is de afgelopen jaren afgenomen tot 0 (Lobith) en 2..3 (Eijsden) per jaar. De ervaringen in Duitsland geven aan dat de algenmonitor een sneller en waarschijnlijk ook iets gevoeliger systeem is. Het is aannemelijk dat het aantal alarmmeldingen van biologische bewaking de komende jaren nog wat hoger komt te liggen. Aan de andere kant geeft verschillende informatie aan dat het aantal calamiteiten afneemt, althans in de Rijn [Huijser en Wiersma, 1996].
Op termijn mag daarom worden verwacht dat het aantal biologische alarmmeldingen verder afneemt. Overigens is het ook in zo'n situatie nog steeds nuttig om – in beperkte mate – gebruik te maken van biologische bewaking. Enerzijds houdt men zo een vinger aan de pols. Anderzijds kan hiermee ook de ernst van een gemeten concentratieverhoging voor de aquatische levensgemeenschap beter worden beoordeeld. Na een alarm van de chemische bewaking of na een melding van boven-

TABEL I – *De gevoeligheid van de algenmonitor met Chlamydomonas reinhardii na 10 minuten incubatie, 10% (EC10) en 50% (EC50) effect van monitor in vergelijking met geen effectconcentratie (NOEC) statische toets en grenswaarde (GW) [μg•l-1].*

stof	EC50	EC50	EC10	NOEC	GW
atrazine	85.2 (31.8-228.3)	56.0	8.5	95	0.1
diuron	19.5 (15.5-24.6)	–	–	0.5-100[a]	0.001[b]
2-nitrofenol	–	1040	160		
(natrium)pentachloorfenol	–	69.4	10.6		0.05
referentie	Oosthoek en Kamps 1996a	WIR 1995	WIR 1995		

[a]) geen waarde voor Chlamydomonas reinhardii, range voor diverse algen.
[b]) geen grenswaarde voorhanden, indicatieve MTR [Beek, 1995].

strooms worden soms stoffen aangetroffen waarvan zeer weinig bekend is, ook voor wat betreft hun giftigheid voor waterorganismen. Met het signaal van de biologische bewaking bij de hand kan beter worden beoordeeld welke schade er mogelijk aan de aquatische levensgemeenschap wordt toegebracht.

Conclusie

De resultaten behaald in het onderzoek met de 'DF-algenmonitor' zijn zeer positief. De algenmonitor blijkt robuust te zijn, gemakkelijk in onderhoud en gevoelig. De komende jaren zal de algenmonitor zich moeten gaan bewijzen als een gevoelig meetsysteem waarbij herbiciden, metalen en mengsels een grote rol zullen gaan spelen.

Verantwoording

De auteurs danken hun collega's in het ecotoxicologisch lab in Lelystad en op het meetstation Lobith voor hun waardevolle medewerking. Bas Ibelings was zo vriendelijk het manuscript van commentaar te voorzien.

Literatuur

Beek, M. A. (1995). *De risico's van normen.* Nota, 95.097, RIZA, Lelystad

Gerhardt, V. und Putzger, J. (1990). *Project DF-Algentest erste Ergebnisse.* Universtät Regensburg, Institut fuer Physik II

Hendriks, A. J. and Stouten, D. A. (1993). *Monitoring the response of microcontaminants by dynamic Daphnia magna and Leuciscus idus assays in the Rhine delta: Biological early warning as a useful supplement.* Ecotoxicology and Environmental Safety 26: 265-279

Hendriks, A. J., Guchte, C. van de, Botterweg, J. and Maas-Diepeveen, J. L. (1993). *Kzwaliteitsbewaking met een watervlooiencircus.* H_2O 26, 8: 212-215

Huijser, Ph. J. and Wiersma, T. (1996). *Milieucalamiteiten op de Rijkswateren: periode 1990-1994 Report 95.054.* Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment RIZA, Lelystad, the Netherlands

Kretsch, G. von and Gerhardt, V. (1987). *Numerical analysis of delayed fluorescence kinetics of algae Arch. Hydrobiol.* Beih. Ergeb. Limnol. 29: 47-54

Noppert, F. and Hendriks, A. J. (1995). *Bewaking van oppervlaktewater met vissen en watervlooien:* praktijkervaringen op Rijn en Maas in de periode 1988-1992 H_2O 28: 112-114

Oosthoek, A. J. P. en Kamps, M. A. A. J. (1996a). *De Delayed Fluorescence algenmonitor:* Optimaliseren voor implementatie in het biologische meetnet, werkdocument nr. 96.145X, RIZA, Lelystad.

Oosthoek, A. J. P. en Kamps, M. A. A. J. (1996b). *Handleiding voor de Delayed Fluorescence algenmonitor,* werkdocument nr. 96.144X, RIZA, 1996, Lelystad.

UVR, (1996). *Benutzershandbuch zum DF-Algentest.* Fakultät für Physik, Universität von Regensburg, Regensburg.

WIR, (1995). *Kontinuierlichen Biotestverfahren zur Überwachung des Rheins (Continuous biological early warning for the Rhine, in German)* Bund/Länder-Projektgruppe 'Wirkungstest Rhein' (WIR), Umweltbundesamt, Postfach 330022, 14191, Berlin, Duitsland.

● ● ●

Bijeenkomst Gebruikersplatform Waterkwaliteitsmodellen voor Bekkens en Plassen

Op 7 oktober jl. is de eerste bijeenkomst gehouden van het Gebruikersplatform Waterkwaliteitsmodellen voor Bekkens en Plassen.

Gastheer was het Waterwinningbedrijf Brabantse Biesbosch. Bij deze bijeenkomst waren diverse organisaties (drinkwaterbedrijven, onderwijsinstituten, adviesbureaus en overheidsinstanties) vertegenwoordigd door ongeveer 25 deelnemers.

Het door de initiatiefnemers (DHV Water, IBN/DLO, Kiwa, RIVM, WBB en WML) gestelde doel, namelijk het creëren van een platform voor informatieoverdracht tussen diverse gebruikers van waterkwaliteitsmodellen werd in eerste instantie gerealiseerd door twee heldere uiteenzettingen over de ontwikkeling en het gebruik van twee waterkwaliteitsmodellen.

De heer Van der Velde van het Gemeentelijke Waterbedrijf Groningen en de heer Otten van het bureau Aquasense gaven een toelichting over het gebruik van het model OOMAS ten behoeve van de dimensionering van de installatie voor drinkwaterbereiding uit het mengbekken 'De Punt', een met behulp van luchtinjectie gemengd bekken van 15 à 20 meter diep. Het model OOMAS is vooral gericht op algengroei, met de mogelijkheid om meerdere soorten algen in competitie te simuleren.

De processen die hierbij een rol spelen, zoals licht, temperatuur, nutriënten, graas door zoöplankton en zelfs planktivore vis worden allen in het model meegenomen.

De interactie tussen de waterkolom (in meerdere lagen) en de waterbodem maakt eveneens deel uit van het model.

Belangrijke conclusies die uit deze casestudy konden worden getrokken, waren dat bij lange verblijftijden (langer dan 100 dagen) het risico van optreden van blauwalgenbloei aanzienlijk toeneemt.

Voorts kon worden geconcludeerd dat een voorzuivering van in te laten water in het bekken niet tot verwachte daling van de algengroei zal leiden, omdat dat de daartoe benodigde reductie van nutriënten in het inlaatwater in de praktijk niet haalbaar is. De resterend belasting met nutriënten blijft altijd hoog.

De tweede uiteenzetting werd gegeven door de heer Aldenberg van het RIVM en had betrekking op de integratie van twee modellen PC-lake en PC-ditch met de 1D-modellen instrumentarium DUFLOW. PC-lake is net als het eerder besproken OOMAS een voedselweb-model met als belangrijkste verschil dat in PC-lake rekening wordt gehouden met de mogelijkheid van algen om een interne nutriëntenvoorraad op te bouwen, waardoor perioden met laag voedselaanbod overbrugd kunnen worden. Naast PC-lake dat is toegespitst op simulatie van meren en plassen is bij RIVM ook het model PC-ditch in gebruik dat meer is gericht op simulatie van sloten. Hierbij ligt het accent meer op competitie tussen algen en vegetatie.

Integratie met DUFLOW heeft als belangrijke voordelen: het gebruik kunnen maken van meerdere gekoppelde bakken, de mogelijkheid van gebruik van optimalisatie-routines in DUFLOW, en een eenduidige gebruikersinterface.

Het geïntegreerde model PC-lake in DUFLOW komt eind dit jaar beschikbaar voor alle waterbeheerders.

In de discussie die volgde, rees onder andere de vraag of het mogelijk is om consensus te krijgen over de voor diverse procesbeschrijvingen te gebruiken formuleringen. Voor algemene procesformuleringen moet echter verwezen worden naar de vakliteratuur, terwijl ook mag worden gesteld dat modelleren meer is dan alleen het opstellen van modelvergelijkingen. Juist computertalen lenen zich bij uitstek voor zogenaamde conditionele procesbeschrijvingen, die vaak van geval tot geval zullen verschillen en niet eenvoudig zijn de vangen in algemene beschrijvingen.

Tijdens de prikbordpresentatie waren er naast de gepresenteerde modellen, andere modellen te bezichtigen (van IBN/DLO, het Van Hall Instituut, DHV Water, het Waterloopkundig Laboratorium en Gemeentewaterleidingen Amsterdam).

Gezien de belangstelling en ook de inhoud van het gepresenteerde, mag deze bijeenkomst als succesvol worden beschouwd en zal zeker door een nieuwe bijeenkomst worden gevolgd. Over het wat, waar en wanneer zult u te zijner tijd op de hoogte worden gesteld. Als u alvast op de mailinglijst wilt worden gezet of anderszins informatie wilt aanvragen, neemt u dan even contact op met het secretariaat van het Gebruikersplatform: DHV Water BV, Postbus 484, 3800 AL Amersfoort, t.a.v. mw. M. E. Pallada telefoon 033-4682240.

Fred Benoist,
DHV Water BV

● ● ●