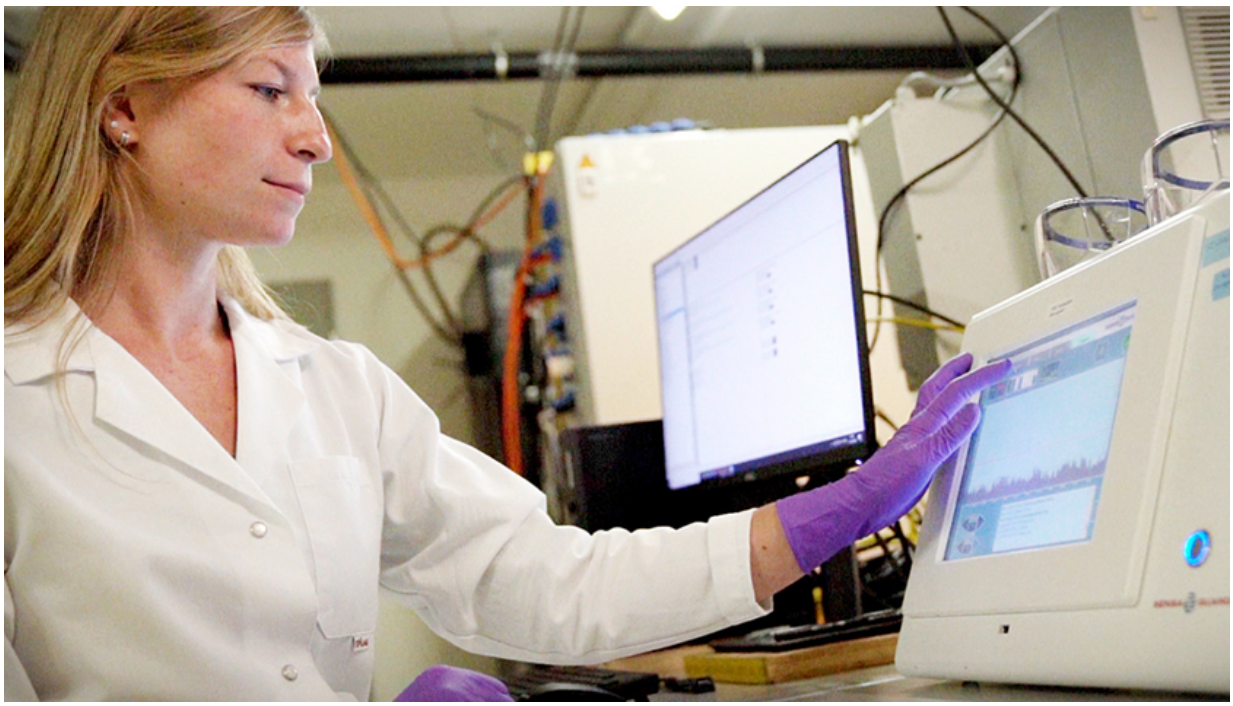


Online-Biomonitoring von ARA Abwasser

28. Mai 2021 | Anke Schäfer
Themen: Abwasser | Schadstoffe | Wasser & Entwicklung

Gereinigtes Abwasser kann durch ein Onlinemonitoring mit Organismen kontinuierlich überwacht werden. Das gibt Kläranlagenbetreibern und einleitenden Industriebetrieben die Möglichkeit, schnell auf akute Belastungen zu reagieren.

Die Schweizerische Gewässerschutzverordnung legt fest, dass Stoffe, die Gewässer durch menschliche Aktivitäten belasten, keine nachteiligen Einwirkungen auf die dort lebenden Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen und auf die Nutzung der Gewässer haben dürfen. Auch Abwasserreinigungsanlagen (ARA) tragen Mikroverunreinigungen aus kommunalen oder industriellen Quellen in Oberflächengewässer ein. Daher wird das gereinigte Abwasser vor seiner Einleitung ins Gewässer auf problematische Verbindungen überprüft. Dazu werden meist zeitlich begrenzte Proben genommen und mit chemischer Analyse (und teilweise Biotests) im Labor überwacht und zeitaufwändig ausgewertet.

Die Zusammensetzung von Abwasser kann sich jedoch sehr kurzfristig ändern: Das ist besonders bei industriellen Einleitungen der Fall. Manche Unternehmen ändern nämlich häufig ihre Produktepalette und Produktionsprozesse, wodurch immer neue Abfall-und Nebenprodukte entstehen. Online-Biomonitoring-Systeme, die lebende Organismen verwenden, können die Qualität des geklärten Abwassers kontinuierlich in Echtzeit überwachen. Das auch, wenn die belastenden Stoffe unbekannt sind. «Die Verhaltensänderungen, die wir verwenden, reagieren sehr schnell und sensitiv auf eine Schadstoffbelastung», sagt Miriam Langer von der Fachhochschule Nordwestschweiz und der Eawag. «Deshalb möchten wir sie als Frühwarnsysteme einsetzen.» Solche Systeme erlauben es den Kläranlagenbetreibern und einleitenden Betrieben, schnell auf akute Belastungen des Abwassers zu reagieren. Dies eröffnet neue Möglichkeiten, um kritische Industrieabwässer zu erkennen und die Belastung direkt an der Quelle zu verringern.

Überlandstrasse 133
CH-8600 Dübendorf
T +41 58 765 55 11
F +41 58 765 50 28
info@eawag.ch
www.eawag.ch
eawag aquatic research

Sandoz-Unfall als Trigger für Online-Monitoring

Der Potenzial von Online-Biomonitoringsystemen als Frühwarnsysteme für Gewässer ist schon länger bekannt. Bei Verschmutzungen ist es wichtig, rasch reagieren zu können, um eine durchgehend hohe Wasserqualität zu gewährleisten und Unfälle mit langfristigen Folgen für Mensch und Umwelt zu verhindern. So wurde nach der Umweltkatastrophe von Sandoz im Jahr 1986, bei der nach einem Brand unter anderem 30 Tonnen Pestizide in der Rhein gelangten, die Entwicklung von biologischen Frühwarnsystemen stark gefördert. Aktuell werden Online-Biomonitoringsysteme vor allem zur Überwachung von Trinkwasser und Oberflächengewässern eingesetzt. Zur Anwendung der Systeme auf ARA gibt es noch wenig Erfahrung. Deshalb hat das Oekotoxzentrum zusammen mit der Fachhochschule Nordwestschweiz und der Eawag ein Projekt initiiert, um ein geeignetes System zur Überwachung von gereinigtem Abwasser zu etablieren.

Auswahl der Testsysteme

Online-Biomonitoring-Systeme bestehen aus drei Komponenten: 1. dem Testorganismus, der auf das untersuchte Wasser mit Veränderungen z.B. der Photosynthese oder des Verhaltens reagiert. 2. Dem automatischen Detektionssystem, das die Reaktion des Organismus überwacht. 3. Dem Alarmsystem, das ein Signal auslöst, wenn der normale Schwellenwert des Organismus überschritten wird. Als Sensor werden verschiedene Organismen wie Bakterien, Algen, Kleinkrebse oder Fische eingesetzt. Sie sollen - stellvertretend für Organismen im Ökosystem - Veränderungen in der Wasserqualität erfassen. Messparameter sind beispielsweise die Leuchtkraft (bei Bakterien), die Fluoreszenz (bei Algen), das Schwimmverhalten und die Atmung (bei Wasserwirbellosen und Fischen). All diese Parameter können durch Schadstoffe beeinträchtigt werden. Die Systeme arbeiten in Echtzeit, um die Wirkung von Schadstoffen im Wasser, denen die Organismen ausgesetzt sind, zu erkennen.

Ein geeigneter Sensor-Organismus für Abwasser muss mehrere Voraussetzungen erfüllen: Einerseits muss er empfindlich auf die Stoffe reagieren, die nachgewiesen werden sollen. Andererseits sollte er möglichst tolerant gegenüber der sonstigen Abwasserzusammensetzung sein: Abwasser enthält nämlich wesentlich komplexere Inhaltsstoffe als Trinkwasser oder Flusswasser und fordert daher die Nachweissysteme heraus. Da alle Organismen unterschiedlich auf potenzielle Mikroverunreinigungen reagieren, gibt es nicht einen einzigen Online-Biomonitor, der für alle Stoffe geeignet ist. Ideal ist eine Batterie aus verschiedenen-Systemen, die sich gegenseitig ergänzen. Die Forschenden haben hier drei Testsysteme ausgewählt, die verschiedene Ernährungsebenen abdecken: Zum einen die einzellige Grünalge Chlorella vulgaris, bei der die Photosyntheseaktivität betrachtet wird. Zum anderen zwei Süsswasserkrebse, nämlich der Wasserfloh Daphnia magna und der Bachflohkrebs Gammarus pulex. Bei diesen werden verschiedene Verhaltensparameter überwacht (mehr Details zu den Testsystemen, siehe Kasten).

Prüfung auf der Pilot-ARA

«Zuerst haben wir geprüft, ob die Testsysteme genügend sensitiv sind, um auf Verunreinigungen zu reagieren, und auch im Abwasser gut überleben», erzählt Ali Kizgin vom Oekotoxzentrum. Dazu wurden die Biomonitore in der Pilotkläranlage der Eawag installiert. „Eine Schwierigkeit war, dass das gereinigte Abwasser keine groben Partikel enthalten darf, die das System verstopfen könnten». Daher musste zunächst ein Membranfilter integriert werden, um eine hohe Belastung durch Schwebstoffe und Mikroorganismen im Abwasser zu verhindern: Und tatsächlich zeigte sich bald, dass die Organismen mit dem gefilterten Abwasser gut zurechtkamen. Um das Potenzial der Systeme für die Online-Überwachung zu evaluieren, führten die Forschenden Experimente mit geklärtem Abwasser durch, dem verschiedene Stoffe wie Natriumchlorid, Diuron, Chlorpyrifos, Zinkchlorid und Sertralin zugesetzt wurden. Die Konzentrationen wurden so gewählt, dass sie die gemessenen Parameter beeinträchtigten ohne die Organismen zu töten. Die Ergebnisse waren vielversprechend: Die Organismen reagierten mit messbaren Veränderungen auf die Stoffe und hatten auch mit der Kombination aus Abwasser und

Schadstoffen kein Problem.

Erfolgreiche Anwendung auf der grossen ARA

Im nächsten Schritt setzten die Forschenden das System im Grossmassstab auf einer mittelgrossen ARA in der Region ein. «Eine Herausforderung war es, dass wir zunächst einen mobilen Membranfilter bauen lassen mussten, den wir auf die Anlage mitnehmen konnten», erinnert sich Kizgin. Doch dann sei der weitere Betrieb bei dem sechswöchigen Einsatz weitgehend unproblematisch gewesen. Ein Glückfall war die Zusammenarbeit mit der Eawag, die sich mit ihrer neue MS2field-Plattform an dem Versuch beteiligte. MS2field ist eine der ersten mobilen Messstationen, die die kontinuierliche und zeitlich hochaufgelöste chemische Messung von Mikroverunreinigungen im Feld erlaubt. Die detaillierte Auswertung der Daten steht noch aus, doch es steht bereits fest, dass die beobachteten Veränderungen in den Verhaltensmustern der Tiere gut mit dem chemischen Nachweis von kritischen Substanzen korrelierten.

Wie weiter?

Als nächstes stehen Kontrollexperimente auf dem Programm, um zu bestätigen, welche der identifizierten Substanzen durch die Biomonitore nachgewiesen werden können und wie hoch deren Empfindlichkeit ist. Ausserdem sollen die Testsysteme auf weiteren ARA eingesetzt werden. «So wollen wir eine fundierte Basis schaffen, um die Online-Biomonitore als ergänzende Kontrollstufe des Abwassers zu etablieren», sagt Miriam Langer.

Die verwendeten Online-Biomonitore

Die einzellige Grünalge *Chlorella vulgaris* regiert mit einer veränderten Photosyntheseaktivität auf Schadstoffe. Diese wird im Gerät durch Fluoreszenzmessungen überwacht. Die Algen werden in einem integrierten Fermenter kultiviert und für die Messung automatisch entnommen. Das Gerät vergleicht die Wirkung der Wasserprobe auf die Algen mit der Wirkung von Referenzwasser.

Beim Wasserflohtest wird das Abwasser kontinuierlich durch Messkammern geleitet, in der sich die Tierchen befinden. In den Kammern wird das Schwimmverhalten der Tiere mit einer Videokamera gefilmt. Die Schwimmbahnen werden aufgezeichnet und dienen zur Berechnung verschiedener Parameter wie zum Beispiel der Schwimmhöhe oder der Schwimmgeschwindigkeit.

Für die Überwachung mit Hilfe von Bachflohkrebsen werden die Tiere in Sensorkammern gegeben. Die Kammern sind mit Elektroden ausgerüstet und befinden sich in einem Testbecken, das kontinuierlich von Abwasser durchflossen wird. Während ein Elektrodenpaar eine Wechselspannung erzeugt, misst ein zweites Paar die Veränderungen des elektrischen Feldes, die durch die Bewegungen des Tieres erzeugt werden. Ändert sich das Verhalten der Krebschen ausserhalb der zulässigen prozentualen Abweichung, schlägt das System Alarm. Dies zum Beispiel, weil die Aktivität der Tiere plötzlich zunimmt (Flucht) oder abnimmt (starke Beeinträchtigung durch Testsubstanz, bis hin zu Tod).

Titelbild: Eawag, Dean Shirley

Video zum Testsystem

Überlandstrasse 133
CH-8600 Dübendorf
T +41 58 765 55 11
F +41 58 765 50 28
info@eawag.ch
www.eawag.ch
eawag aquatic research

Kontakt



Miriam Langer

Tel. +41 58 765 5139

miriam.langer@oekotoxzentrum.ch



Cornelia Kienle

Oekotoxzentrum

Tel. +41 58 765 5563

cornelia.kienle@oekotoxzentrum.ch

https://www.eawag.ch/de/info/portal/aktuelles/newsarchiv/archiv-detail/online-biomonitoring-von-ara-abwasser