

## Infoblatt

### Häufige Fragen zu Mikroverunreinigungen in Gewässern

Mikroverunreinigungen und ihre Umwandlungsprodukte werden in Schweizer Gewässern zunehmend nachgewiesen. Teilweise ist das auf eine immer leistungsfähigere Analytik zurückzuführen, aber auch auf eine stetige Zunahme der Anwendungen von künstlichen Stoffen. Zum Bewusstsein der Problematik in der Öffentlichkeit haben namentlich die Forschungsergebnisse zu hormonaktiven Substanzen beigetragen, etwa die Verweiblichung von männlichen Fischen durch Östrogene im Wasser. Als Wasserschloss Europas hat die Schweiz eine besondere Verantwortung gegenüber ihren Nachbarn. Sie gehört daher zu Recht zu den führenden Ländern bei der Untersuchung von Mikroverunreinigungen im Wasser.

#### Was sind Mikroverunreinigungen und woher kommen sie?

Mikroverunreinigungen sind organische Spurenstoffe oder auch Metalle, die in sehr tiefen Konzentrationen (Milliardstel- bis Millionstel-Gramm pro Liter) in den Gewässern nachgewiesen werden. Zum Vergleich: Ein Milliardstel-Gramm (Nanogramm) pro Liter entspricht etwa der Konzentration des Wirkstoffs einer Kopfschmerztablette in einem Schwimmbad mit 25 Metern Länge oder von 1 kg Wirkstoff im Bielersee. Bei diesen Stoffen handelt es sich um Pflanzenschutzmittel, Medikamente, Biozide, Inhaltsstoffe aus Körperpflegeprodukten, Imprägnierungen, Reinigungsmitteln, Farben etc., die aus verschiedensten Quellen wie Landwirtschaft, Haushalt, Bau und Verkehr in die Gewässer gelangen. Durch die zunehmende Chemisierung und eine ständig älter werdende Bevölkerung wird der Verbrauch solcher Stoffe in Zukunft weiter ansteigen. Dass sich auch kleine Konzentrationen aufsummieren, zeigt das Beispiel des Antiepileptikums Carbamazepin: Im Rhein bei Basel wird es in einer Konzentration von rund 15 ng/L gemessen. Pro Tag ist das mehr als ein Kilogramm des hochpotenten Stoffs, das flussabwärts transportiert wird.

#### Wie werden Mikroverunreinigungen gemessen?

Die Entwicklung immer leistungsfähigerer chemischer Analysemethoden z.B. Flüssigchromatographie gekoppelt mit Massenspektrometrie (LC-MS) machte den Nachweis der Mikroverunreinigungen erst möglich. Die Eawag hat dazu entscheidende Beiträge geleistet. Als Ergänzung zur chemischen Analytik werden Proben aus Gewässern und dem Abwasser oft mit ökotoxikologischen Tests untersucht: Hier kommen z.B. Fische, Kleinkrebse oder Algen zum Einsatz. Ausserdem gibt es Tests, um die spezifische Wirkung bestimmter Substanzgruppen nachzuweisen, wie östrogene Aktivität, neurotoxische Wirkung oder die Hemmung der Fotosynthese. Die Biotests ermöglichen eine Aussage über die Wirkung der komplexen Schadstoffgemische auf die Gewässergesundheit. Das Oekotoxzentrum und die Eawag arbeiten daran, die Zahl der Fischversuche durch die Entwicklung alternativer Methoden mit Zelllinien oder Computermodellen zu verringern. Die Tests werden auch deshalb laufend weiter entwickelt, weil die meisten Standardtests auf die akute Toxizität von Stoffen ausgerichtet sind (hohe Konzentrationen und kurze Einwirkzeiten). Sie sind nicht geeignet, um langfristige Belastungen durch Mikroverunreinigungen oder unterschwellige Wirkungen zu beurteilen.

#### Wie und wann wirken Mikroverunreinigungen?

Ob ein Stoff in die Gewässer gelangt, wird durch seine physikalisch-chemischen Eigenschaften bestimmt. Stoffe, die gut wasserlöslich und schwer oder gar nicht abbaubar sind, passieren die Abwasserreinigungsanlagen (ARA) nahezu ungehindert und können in der Regel in den Gewässern nachgewiesen werden. Besonders langlebige Substanzen wie Röntgenkontrastmittel werden auch im Grundwasser nachgewiesen. Hohe Konzentrationen treten insbesondere in kleinen Fließgewässern auf, wenn grosse oder mehrere ARA ihren Ablauf einleiten. Meist entfalten die Stoffe im Gewässer unerwünschte dieselben Wirkungen, die an ihrem ursprünglichen Einsatzort erwünscht waren – allerdings auf andere Organismen: gegen Unkraut eingesetzte Pestizide unterbinden die Fotosynthese von Algen, neurotoxische Insektizide schädigen das Nervensystem von Wassertieren und hormonaktive Substanzen aus Antibabypillen oder Kunststoffen beeinträchtigen die Fortpflanzung von Fischen. Daneben sind aber auch subtilere Schädigungen möglich, z.B. des Verhaltens oder des Immunsystems der Organismen. Die Situation wird dadurch kompliziert, dass ähnliche Stoffe sich in ihrer Wirkung summieren und Umwandlungsprodukte unerwartete Effekte auslösen können. Ausserdem beeinflussen Stressfaktoren (UV-Strahlung, Temperaturanstieg) die Schädigung.

Basierend auf Vorkommen, Einsatzart, Eigenschaften und Wirkung hat die Eawag (in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Umwelt, kantonalen Gewässer-

#### Zahlen und Fakten

- In der Schweiz sind über 30'000 Stoffe in Industrie, Gewerbe und Haushalt im täglichen Gebrauch.
- In der Landwirtschaft werden rund 1300 Tonnen Pflanzenschutzmittel jährlich eingesetzt.
- Im Siedlungsgebiet sind es geschätzt 2000 Tonnen Biozide pro Jahr.
- In Privathaushalten der Schweiz werden mehr als 500 Tonnen Arzneimittel pro Jahr konsumiert, wovon ungefähr 170 Tonnen durch Ausscheidungen ins Abwasser gelangen.
- Die Zulassung der Pestizidwirkstoffe ist in der Biozid- und in der Pflanzenschutzmittelverordnung geregelt; die Zulassung von Arzneimitteln erfolgt durch das Schweizerische Heilmittelinstitut Swissmedic.
- Die Gewässerschutzverordnung kennt bisher einzig einen Einzelstoff-Grenzwert für organische Pestizide (Biozide und Pflanzenschutzmittel) von 100 ng/L, sowie wirkungsbasierte Werte für Schwermetalle. Bis jetzt gibt es keine wirkungsbasierten Grenzwerte für andere Substanzen. Auch hormonähnliche Substanzen werden nicht berücksichtigt.

schutzfachstellen und der Industrie) eine Palette von Schweizrelevanten Mikroverunreinigungen ausgewählt, die zukünftig in Überwachungsprogramme der Kantone mit aufgenommen werden können. Zusammen mit dem Oekotoxzentrum wurde darauf aufbauend ein Konzept erarbeitet, um das von Mikroverunreinigungen ausgehende Risiko zu bewerten. Bei den Trinkwasserressourcen für die Bevölkerung besteht zurzeit keine Gefährdung, trotzdem sollten aus Gründen des vorsorglichen Verbraucherschutzes Massnahmen getroffen werden.

### **Wie können Mikroverunreinigungen aus dem Abwasser entfernt werden?**

Die heute verbreiteten mechanisch-biologischen Abwasserreinigungsanlagen sind vor allem darauf ausgelegt, Feststoffe, gelöste organische Stoffe, sowie die Nährstoffe Phosphor und Stickstoff aus dem Abwasser zu entfernen. Dennoch eliminieren auch sie bereits eine ganze Palette von Spurenstoffen, indem die Stoffe biologisch abgebaut oder am Klärschlamm angelagert werden. Gewisse Stoffe, darunter Substanzen mit hormonähnlicher Wirkung, werden aber auch im geklärten Abwasser noch in Konzentrationen nachgewiesen, die Effekte auf die Gewässer und Gewässerorganismen haben. Die Eawag hat daher im Labor und in grossen Versuchen Verfahren untersucht, die unerwünschte Spurenstoffe aus dem Abwasser entfernen können. Teilweise konnte dabei auf frühere Erkenntnisse aus der Trinkwasseraufbereitung zurückgegriffen werden. Es schied aber auch Methoden aus, zum Beispiel weil sie nicht genügend effizient sind (UV-Bestrahlung), zuviel Energie benötigen oder eine grosse Menge Abfallprodukte produzieren (Nanofiltration). Als geeignet herausgestellt hat sich die Behandlung des bereits gereinigten Abwassers mit Ozon oder mit Pulveraktivkohle. Ozon hat stark oxidierende Wirkung, d.h. viele chemische Verbindungen werden vom Ozon angegriffen und in Substanzen umgewandelt, die biologisch abbaubar sind und/oder nach einem nachgeschalteten Sandfilter keine ökotoxikologischen Wirkungen mehr zeigen. Im Fall der Pulveraktivkohle werden die Moleküle an die Oberfläche der Kohle gebunden und mit dem getrockneten Klärschlamm entsorgt (verbrannt).

### **Ist die Technik zum Ausbau der Kläranlagen schon ausgereift?**

Grosstechnische und länger dauernde Versuche der Eawag, teils im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, auf den ARA Regensdorf und Opfikon haben gezeigt, dass sich sowohl die Ozonung als auch die Zugabe von Aktivkohle mit verhältnismässig geringem Aufwand in bestehende Anlagen integrieren lassen. Auch die Pilotversuche auf der ARA Vidy in Lausanne haben viel versprechende Resultate gebracht. Beide Verfahren können – mit der entsprechenden Instruktion – vom heutigen Personal in den ARA betrieben werden. Je nach Verhältnissen vor Ort (Platz, Abwasserzusammensetzung etc.) ist das eine oder andere Verfahren besser geeignet. Andere Verfahren, die eine ähnliche Breitbandwirkung bezüglich der eliminierten Stoffe zeigen und deren Kosten und Energieverbrauch in einem vertretbaren Rahmen liegen, sind derzeit nicht in Sicht. In Detailfragen, wie Materialwahl und Steuerung, gehen Forschung und Optimierung der Verfahrenstechnik natürlich laufend weiter.

### **Wäre es nicht besser zu verhindern, dass die Schadstoffe überhaupt in die Umwelt gelangen?**

Die Entfernung von Mikroverunreinigungen aus dem Abwasser ist eine wichtige Massnahme, um zu verhindern, dass diese Stoffe in die Gewässer gelangen. Manche Stoffe, die über die Abwasserreinigung in die Gewässer gelangen, können nämlich nicht durch Verbrauchseinschränkungen oder andere Massnahmen reduziert werden. Mehrere Eawag-Forschungsprojekte haben aber aufgezeigt, dass es parallel dazu auch nötig ist, den Eintrag von Spurenstoffen schon an der Quelle zu vermeiden. So können Anwenderrichtlinien, eine standortgerechte Landwirtschaft und eine gute Ausbildung der Landwirte viel dazu beitragen, dass weniger Pestizide von den Feldern in die Gewässer gelangen. Oder die Anpassung der Rezepturen von Zusatzstoffen in Baumaterialien kann deren Auswaschung mit Regenwasser reduzieren. Im Beispiel von Wurzelschutzmitteln in Bitumenbahnen hat die Zusammenarbeit der Eawag mit den Herstellern zu einer Reduktion der Auswaschung von Bioziden um über 90% geführt. Lassen sich Einträge von toxischen Stoffen in die Umwelt nicht vermeiden, darf auch ein Verbot gewisser hochwirksamer Substanzen kein Tabu sein.

### **Links**

- [www.eawag.ch](http://www.eawag.ch) > Forschung > Chemikalien und Effekte
- [www.oekotoxzentrum.ch](http://www.oekotoxzentrum.ch) > Projekte
- Informationen des Bundesamtes für Umwelt (Bafu) zu Mikroverunreinigungen und zum Projekt Strategie MicroPoll: <http://www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/03716/index.html?lang=de>
- Dossier Mikroverunreinigungen des Zürcher kantonalen Amtes für Abfall, Wasser, Energie und Luft (Awel): <http://www.awel.zh.ch/internet/baudirektion/awel/de/wasserwirtschaft/gewaesserqualitaet/mikroverunreinigungen.html>
- Forschungsprogramm des Schweizerischen Nationalfonds zu hormonaktiven Substanzen (NFP50) <http://www.nrp50.ch>

### **Ansprechpersonen**

**Eawag:** Andri Bryner, Kommunikation, 058 765 5104, andri.bryner@eawag.ch

**Oekotoxzentrum Eawag-EPFL:** Dr. Anke Schäfer, Kommunikation, 058 765 5436, anke.schaefer@oekotoxzentrum.ch