

# Mikroverunreinigungen – die neue Herausforderung im Gewässerschutz

Mit den heutigen hochempfindlichen Analysemethoden ist in unseren Gewässern eine Vielzahl von chemischen Stoffen in sehr tiefen Konzentrationen nachweisbar. Auch wenn die gemessenen Konzentrationen keine Gefahr für die Bevölkerung darstellen, müssen aus vorsorglichen Gründen weitere Massnahmen zum Schutz der Trinkwasserressourcen und der Ökosysteme getroffen werden, die durch diese Stoffe geschädigt werden können. Dabei stehen regulatorische Massnahmen an der Quelle und technische Massnahmen bei den kommunalen Abwasserreinigungsanlagen (ARA) im Vordergrund.

In der Schweiz werden jährlich Zehntausende künstlich hergestellte Stoffe verwendet, von denen ein Teil in unsere Gewässer gelangt. Es sind Stoffe wie Pflanzenschutzmittel, Biozidprodukte

aus Baumaterialien, Inhaltsstoffe aus Arzneimitteln und Publikumsprodukten sowie andere Chemikalien, die in der Landwirtschaft, in Industrie und Gewerbe, im Gesundheitswesen, aber auch im Haushalt und Garten eingesetzt werden.

So vielfältig diese Stoffe und deren Anwendungen sind, so unterschiedlich sind auch ihre Eintrittspfade in die Gewässer. So kann ein Teil dieser Stoffe – beispielsweise auf dem Feld oder im Garten eingesetzte Spritzmittel oder in Fassaden eingebrachte Biozide – mit dem abfliessenden Regenwasser direkt ins Gewässer gelangen. Andere Mikroverunreinigungen aus Arzneimitteln, Körperpflegeprodukten oder Reinigungsmitteln gelangen über das Abwasser und die Abwasserreinigungsanlagen (ARA), wo sie nicht oder nur ungenügend entfernt werden, in Flüsse, Bäche und Seen.

**Christian Balsiger**  
Leiter Gewässerschutzlabor  
Abteilung Gewässerschutz  
AWEL Amt für  
Abfall, Wasser, Energie und Luft  
8090 Zürich  
Telefon 043 259 91 40  
christian.balsiger@bd.zh.ch  
www.labor.zh.ch

## Wasser

### Was sind Mikroverunreinigungen?

Organische Mikroverunreinigungen sind organische Spurenstoffe, die in sehr tiefen Konzentrationen (Milliardstel- bis Millionstel-Gramm pro Liter) in den Gewässern nachgewiesen werden. Bei diesen Stoffen kann es sich um Inhaltsstoffe von Pflanzenschutzmitteln, Biozidprodukten, Arzneimitteln, Kosmetik- und Reinigungsmitteln und andere Umweltchemikalien handeln. Diese können durch ihre Anwendung direkt oder indirekt über die Siedlungsentwässerung in die Gewässer gelangen. Einige Mikroverunreinigungen können sich bereits in sehr tiefer Konzentration nachteilig auf die Gewässer und ihre Lebewesen auswirken.

Weitere Informationen zu Mikroverunreinigungen auf [www.awel.zh.ch/mikro](http://www.awel.zh.ch/mikro).



Viele Lebewesen im Wasser reagieren empfindlich auf Mikroverunreinigungen. Im Bild: Edelkrebs, der in verschiedenen Zürcher Gewässern vorkommt.

Quelle: Patrik Steinmann, AWEL

## Beispiele von Arzneimitteln und hormonaktiven Stoffen in Fließgewässern

Wirkstoff	Wirkstoffgruppe	Konzentration Oberflächengewässer (ng/l) (90-Perzentil)	
		Kanton Zürich (1)	Schweiz (2)
<b>Arzneimittel</b>			
Carbamazepin	Antiepileptika	79	43
Ibuprofen	Analgetika	*	52
Diclofenac	Analgetika	104	150
Sulfamethoxazol	Antibiotika	48	59
Clarithromycin	Antibiotika	27	73
Erythromycin	Antibiotika	20	44
Atenolol	Betablocker	145	275
Propranolol	Betablocker	15	*
Sotalol	Betablocker	134	189
Amidotrizoesäure	Kontrastmittel	180	*
Iopromid	Kontrastmittel	182	65
<b>Stoffe mit Wirkung auf den Hormonhaushalt</b>			
17-beta-Estradiol	Steroidhormon	< 1	3
Estron	Steroidhormon	< 1	3
Nonylphenol	Xenoörogen	14	*
Bisphenol A	Xenoörogen	9	*

\* nicht gemessen oder nicht vergleichbar; 1 ng/l: 1 Milliardstel Gramm pro Liter; 90-Perzentil: 90% aller Messwerte liegen unter, 10% über diesem Wert

1) Daten WWZ und AWEL, AWEL Bericht Juni 2007

2) Christian W. Götz, Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser, gwa 7/2010

### Gewässer im Kanton Zürich werden überwacht

Das Gewässerschutzlabor des AWEL untersucht seit vielen Jahren die Gewässer im Kanton Zürich auf ausgewählte Mikroverunreinigungen. Um Problemstoffe frühzeitig zu erkennen und unser Trinkwasser vor Verunreinigungen zu schützen, analysieren Fachleute neben den Oberflächengewässern auch das Grundwasser. Mit neuen, hochempfindlichen Untersuchungsmethoden können bereits kleinste Spuren von Mikroverunreinigungen nachgewiesen werden.

### Belastung der Gewässer mit Pestiziden

Die Belastung von Flüssen und Bächen sowie des Grundwassers mit Pestiziden aus Pflanzenschutzmitteln und Biozidprodukten wird im Kanton Zürich seit

1999 systematisch untersucht (siehe ZUP, September 2004). Die Ergebnisse zeigen, dass einzelne Wirkstoffe und Abbauprodukte oft seit Jahren in erhöhten Konzentrationen in Flüsse und Bäche gelangen und die aquatische Lebensgemeinschaft empfindlich stören können. Beispiele dafür sind Herbizide aus der Landwirtschaft oder Spritzmittel gegen Insekten, die auch im Haushalt und Garten eingesetzt werden. Ebenso dazu zählen aus Fassaden und anderen Baumaterialien ausgewaschene Wirkstoffe. Damit diese Einträge reduziert werden können, sind vor allem Massnahmen an der Quelle, also bei der Zulassung und Anwendung der Produkte, notwendig.

### Belastung mit Arzneimitteln und hormonaktiven Stoffen

Das AWEL untersuchte erstmals in den Jahren 2004 bis 2006 in enger Zusam-

menarbeit mit der Wasserversorgung Zürich WWZ ausgewählte Flüsse und Bäche sowie ARA im Kanton Zürich auf Arzneimittelrückstände und hormonaktive Stoffe. Wie diese und auch weitere Messkampagnen anderer Kantone und Forschungsanstalten aufzeigen, gelangt eine ganze Palette von Medikamentenrückständen aus Haushalten, Praxen, Pflegezentren und Spitälern über die ARA in die Gewässer.

### Wirkung von Mikroverunreinigungen in Gewässern

Obwohl diese chemischen Verbindungen meist nur in geringen Konzentrationen in den Gewässern nachweisbar sind, können unerwünschte Effekte bei Lebewesen auftreten. Einige dieser Stoffe greifen direkt in deren Hormonhaushalt ein und können zum Beispiel zu einer Verweiblichung der männlichen Fische führen. Andere Wirkungen sind noch schwer nachweisbar, Indizien deuten aber auf chronische Effekte bei Wasserlebewesen hin. Bei einzelnen Pestiziden wurden schon derart hohe Konzentrationen gemessen, dass diese zu akuten Schäden bei den Lebewesen, insbesondere bei Krebsen und Insektenlarven, in den Gewässern führen können.

Die Beeinträchtigung der Wasserqualität durch Mikroverunreinigungen betrifft insbesondere die dicht besiedelten Regionen der Schweiz wie den Kanton Zürich. Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass die Belastung der Gewässer wegen der Bevölkerungszunahme, wegen des steigenden Medikamentenkonsums sowie wegen der vermehrten Verwendung von chemischen Produkten im täglichen Gebrauch weiter ansteigen wird.

Wie zahlreiche Qualitätsmessungen beim Grund- und Trinkwasser zeigen, kann eine Gefährdung durch den Konsum von Leitungswasser gegenwärtig ausgeschlossen werden. Auch wenn die aktuellen Konzentrationen der Mikroverunreinigungen keine Gefahr für die Bevölkerung darstellen, sind sich

die Fachleute einig, dass aus vorsorglichen Gründen zum Schutze der Trinkwasserressourcen und Ökosysteme Massnahmen getroffen werden müssen.

### **Verstärkung der Umweltbeobachtung und Massnahmen**

Für die Beurteilung der Messungen wird zurzeit in der Schweiz ein einheitliches Konzept erarbeitet, in das auch die neuen Erkenntnisse über mögliche Auswirkungen der Mikroverunreinigungen aus der Forschung einfließen (siehe Kasten Seite 34). Das AWEL beteiligt sich an diesem Projekt und verstärkt die Zusammenarbeit mit dem Bund, den Kantonen und der Forschung. Um neue Problemstoffe frühzeitig zu erkennen, baut das Gewässerschutzlabor des AWEL zusätzlich die Analytik mit hochempfindlichen Analysengeräten weiter aus und verstärkt die Umweltbeobachtung von Mikroverunreinigungen in den Gewässern. Um die Belastung der Gewässer mit Mikroverunreinigungen zu verringern, müssen bereits heute umfangreiche Massnahmen geplant und umgesetzt werden. Diese Massnahmen umfassen Vollzugsbereiche der Chemikalien- und Gewässerschutzgesetzgebung. Die wichtigsten davon sind in der Tabelle Seite 32 zusammen mit Beispielen aufgeführt.

### **Massnahmen an der Quelle**

Bei vielen Produkten kann das Problem direkt angegangen werden, wenn bereits bei der Planung des Lebenszyklus eines neuen Produkts, also vom Produkteentwurf über die Anwendung bis zur Entsorgung oder dem Recycling, die Problematik der Entstehung von Mikroverunreinigungen berücksichtigt wird.

Zu den Massnahmen an der Quelle gehören neben dem Produktdesign auch restriktive Zulassungsverfahren und Verbote für besonders umweltgefährliche oder nicht abbaubare Stoffe. In besonders sensiblen Bereichen wie

Schutzzonen für Gewässer müssen die Einschränkungen und Verbote konsequent eingehalten werden. Weiter ist der umweltgerechte Umgang mit Chemikalien zu fördern. Diese Massnahmen, die in der Schweiz im Chemikalienrecht geregelt sind, müssen aus Sicht des Gewässerschutzes in Zukunft noch konsequenter umgesetzt werden.

### **Beispiel Pflanzenschutzmittel**

Bereits heute sind der Umgang mit sowie die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Schweiz in verschiedenen Gesetzen und Verordnungen geregelt, insbesondere in der Pflanzenschutzmittelverordnung und in der Chemikalien-Risikoreduktionsverordnung. Die darin beschriebenen Verwendungsverbote in besonders sensiblen Bereichen wie in Grundwasserschutzzonen, Naturschutz- und Riedgebieten, an oberirdischen Gewässern inklusive Schutzstreifen und auf Dächern, Terrassen, Lagerplätzen sowie im Bereich von Strassen und Geleisen müssen aber dem Anwender auch bekannt sein und strikte eingehalten werden.

Dies gilt auch für die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln im privaten Be-

reich. Es muss sichergestellt werden, dass keine Spritzmittel aufgrund von Unwissen oder unsachgemässer Verwendung in die Gewässer gelangen. Oft ist sich der private Anwender, der die Spritzmittel frei in Selbstbedienungsläden einkaufen kann, nicht bewusst, dass bereits ein kleiner Becher voll Spritzmittel ausreichen kann, um den gesamten Fisch- oder Krebsbestand in einem Bach zu vernichten.

### **Dezentrale Massnahmen in Betrieben und Spitälern**

Dezentrale Massnahmen, zum Beispiel eine Abwasservorbehandlung am Anfallort, bieten sich dort an, wo Mikroverunreinigungen in grossem Massstab anfallen. Dies können beispielsweise Landwirtschafts- und Industriebetriebe oder Spitälern sein, wo Chemikalien und Wirkstoffe in höherer Konzentration ausgebracht oder in die Kanalisation abgeleitet werden.

### **Zentrale Massnahmen in Abwasserreinigungsanlagen**

Die heutigen kommunalen Abwasserreinigungsanlagen (ARA) sind primär



**Analyse im Gewässerschutzlabor: Mit modernster High-Tech-Analytik den Mikroverunreinigungen auf der Spur.**

Quelle: AWEL

## Massnahmen zur Reduktion der Mikroverunreinigungen

Massnahmen an der Quelle	Wirkung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Massnahmen im Rahmen des Chemikaliengesetzes wie Überwachung und Förderung des umweltgerechten Umgangs, restriktive Zulassungsverfahren, Verbote für besonders umweltgefährliche Stoffe und für Anwendungen in sensiblen Bereichen.</li> <li>• weitergehende Massnahmen wie nachhaltige Produkte, Cleaner Produktion, Produkte-Labels, Verzicht auf problematische Anwendungen oder Lenkungsabgaben.</li> </ul>	Der Eintrag von Mikroverunreinigungen, insbesondere aus Pflanzenschutzmitteln und Biozidprodukten, kann durch griffige Massnahmen an der Quelle reduziert werden (siehe Massnahmen an der Quelle auf Seite 33).
Dezentrale Massnahmen	Wirkung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Massnahmen bei Emittenten in dezentralen Systemen</li> </ul>	Stoffe oder Stoffgruppen von relevanten Emittenten können durch Abwasservorbehandlung am Anfallort reduziert werden.
Zentrale Massnahmen	Wirkung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Massnahmen auf ARA durch zusätzliche Behandlung des Abwassers mit Ozon oder/und Aktivkohle</li> </ul>	Viele Mikroverunreinigungen, die über das Abwasser eingetragen werden, können in der ARA eliminiert werden (siehe Massnahmen auf ARA, Seite 33).

auf die Elimination abbaubarer Abwasserinhaltsstoffe und Nährstoffe ausgerichtet. Dadurch konnte im Verlauf der vergangenen Jahrzehnte die Wasserqualität unserer Flüsse und Seen entscheidend verbessert werden. Organische Mikroverunreinigungen wie Medikamentenreste, Duftstoffe, Konservierungs- oder Reinigungsmittel und viele andere Chemikalien aus dem täglichen Gebrauch werden jedoch nicht oder nur teilweise entfernt.

Pilotversuche auf ARA, bei denen eine weitergehende Behandlung mit Ozon oder Aktivkohle getestet wird, sollen aufzeigen, dass mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe der Eintrag von Mikroverunreinigungen massgeblich reduziert werden kann. Dabei werden die Effizienz der Verfahren, deren technische Voraussetzungen und Anforderungen an den Betrieb sowie die Kosten genauer abgeklärt. So wurde auf der ARA Wüeri in Regensdorf ZH mit finanzieller Unterstützung des Bundesamtes für Umwelt BAFU und des AWEL während eines 16-monatigen Pilotversuchs die Eignung der Ozonisierung im Praxis-Massstab, also für den gesamten Abwasserabfluss, getestet. Gasförmiges Ozon ist ein starkes Oxidationsmittel, das in der Trink- und Abwasserzubereitung schon länger zur Desinfektion und zur Entfernung von Ge-

ruchs- und Geschmacksstoffen zum Einsatz kommt.

### Pilotversuch Ozonisierung wirkt

Während des Pilotversuchs wurden über 50 verschiedene Mikroverunreinigungen analysiert, die in konventionellen ARA nicht oder nur ungenügend eliminiert werden. Die Ozonisierung führte zu einer deutlichen Abnahme der im Ablauf messbaren Stoffe. So wurden beispielsweise die untersuchten Antibiotika und Östrogene vollständig eliminiert. Die im gereinigten Abwasser beobachtete Wirkung der hormonaktiven Stoffe wurde nach Ozonisierung nicht mehr festgestellt. Der Pilotversuch zeigt auch, dass sich die Ozonisierung unter bestimmten Voraussetzungen mit relativ geringen Anpassungen in eine moderne kommunale ARA integrieren lässt. Die Anlage konnte nach dem Einfahren problemlos durch das ARA-Personal betrieben werden, und der Betrieb verlief praktisch störungsfrei. Der zusätzliche Energieverbrauch hielt sich mit rund 15 Prozent im Rahmen der Erwartungen. Die geschätzten Mehrkosten für den Betrieb einer Ozonisierung auf der ARA Regensdorf liegen aufgrund günstiger Randbedingungen bei 10 Prozent der

heutigen Jahreskosten.

Ein Entwurf zur Änderung der Gewässerschutzverordnung sieht vor, dass rund 100 ARA in der Schweiz mit solchen Systemen zur Elimination von Mikroverunreinigungen nachgerüstet werden. Um eine möglichst grosse Wirkung zu erzielen, sollen grosse und mittelgrosse ARA, die an Gewässern mit Bedeutung für die Trinkwassergewinnung oder einem schlechten Verdünnungsverhältnis liegen, ausgebaut werden. Mit dieser Massnahme könnte der Eintrag von Mikroverunreinigungen aus den ARA in die Gewässer um etwa die Hälfte reduziert werden. Diese Stossrichtung wird auch vom Kanton Zürich grundsätzlich unterstützt. Für die Finanzierung der zusätzlichen Massnahmen, welche für die Schweiz auf mehr als eine Milliarde Franken geschätzt werden, fehlt jedoch noch ein mehrheitsfähiges Modell. Auch werden vom Bund und Kantonen zusätzliche Versuche zur Technologieerprobung sowie eine Koordination der Planung und Umsetzung der Massnahmen gefordert.

Im Kanton Zürich ist das AWEL für den Vollzug dieser Massnahmen zuständig. Bereits heute werden dazu die Grundlagen und Strategien für eine mögliche Umsetzung in ausgewählten ARA im Kanton Zürich erarbeitet. In einer der nächsten ZUP-Ausgaben wird die Sektion Abwasserreinigungsanlagen des AWEL über das weitere Vorgehen berichten.

#### Projekt MicroPoll

Das Bundesamt für Umwelt BAFU hat im Jahr 2006 das Projekt «MicroPoll» gestartet. Ziel des Projektes ist es, für die Schweiz Entscheidungsgrundlagen zusammenzustellen und eine Strategie zu entwickeln, wie die Einträge von Mikroverunreinigungen in die Gewässer reduziert werden können. Die Ergebnisse des Projektes, welches auch Pilotversuche zur weitergehenden Reinigung in der ARA umfasst, werden vom BAFU regelmässig publiziert. Informationen zu Mikroverunreinigungen und zum Projekt MicroPoll auf Bundesebene unter: [www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/03716/index.html](http://www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/03716/index.html).