

Problemstoffe in den Gewässern

Mögliche Schädigung von Organismen

Die Verunreinigung von europäischen Seen und Flüssen mit chemischen Substanzen, die Organismen bereits in geringen Konzentrationen schädigen können, hat gesundheits- und umweltpolitische Bedenken ausgelöst. Mehrere Forschungsprojekte versuchen, dem Phänomen auf den Grund zu gehen.

Kanalisationsleitungen von rund 40 000 Kilometern Länge durchziehen die Schweiz und bringen pro Jahr über 2 Milliarden Tonnen Abwasser in die rund 1000 Kläranlagen. Dank der Abwasserbehandlung hat sich die Wasserqualität in Seen und Flüssen seit den sechziger Jahren trotz steigender wirtschaftlicher Aktivität stark verbessert. Doch seit einiger Zeit schlagen Wissenschaftler und Fischer wieder Alarm. Sie verweisen auf die starken Bestandeseinbrüche bei Bachforellen während der letzten zehn Jahre in den schweizerischen Gewässern. Was stimmt nicht mit dem Wasser in unseren Seen und Flüssen?

Umfangreiche Liste von Chemikalien

Die moderne Gesellschaft benötigt eine breite Palette von chemischen Substanzen. Die weltweite Produktion von Chemikalien ist in den letzten Jahrzehnten stark angestiegen – von 1 Million Tonnen im Jahr 1930 auf gegenwärtig 400 Millionen Tonnen. Im Jahr 1981 waren in Europa insgesamt rund 100 000 unterschiedliche Stoffe registriert. Nur von den wenigsten dieser Stoffe wurde eine Risikobeurteilung durchgeführt. Seit 1981 sind 2700 neue Stoffe auf den Markt gelangt. Rund 10 000 dieser Stoffe werden in Mengen von über 10 Tonnen hergestellt. Ein Teil davon gelangt früher oder später in die Luft, den Boden oder über die Kläranlagen in die Gewässer. Kläranlagen entfernen zwar die biologisch leicht abbaubaren organischen Stoffe und in einigen Fällen auch Stickstoffverbindungen und Phosphate. Doch die schwer oder gar nicht abbaubaren Stoffe werden nicht gezielt eliminiert und gelangen in die Gewässer.

Um die Schäden an den einheimischen Fischen zu erforschen, haben die Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (Eawag) in Dübendorf und das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Buwal) 1998 das Projekt «Fischnetz» ins Leben gerufen. Mittlerweile sind die im Projekt involvierten Forscher zum Schluss gekommen, dass mehrere Einflussfaktoren wie Flussverbauungen,

Krankheiten und die Wasserverschmutzung für den Fischrückgang verantwortlich sind.

Einer dieser Faktoren verdient besondere Beachtung: die Verunreinigung der Gewässer mit chemischen Substanzen, die bereits in geringen Konzentrationen biologisch aktiv sind. Diese sogenannten Mikroverunreinigungen stammen aus den Abwässern der Haushalte, der Industrie und der Landwirtschaft und scheinen sich negativ auf die Gesundheit und die Fortpflanzungsfähigkeit von Fischen auszuwirken. Besonders kritisch ist der Gesundheitszustand der Bachforellen unterhalb von Abwassereinleitungen von Kläranlagen. Am häufigsten wurden Veränderungen in der Leber, in den Nieren und an den Kiemen, aber auch in den Geschlechtsorganen gefunden.

Weitverbreitete Beobachtung

Solche Beobachtungen sind weder auf die Schweiz noch auf die Bachforelle beschränkt. In den vergangenen Jahren wurden Fortpflanzungs- und Entwicklungsstörungen bei Meeresschnecken, Reptilien, Vögeln und Meeressäugtieren festgestellt. Alle diese Beobachtungen werden mit Mikroverunreinigungen in Verbindung gebracht, die den Hormonhaushalt der Lebewesen durcheinander bringen. Dass unsere Abwässer tatsächlich hormonell aktiv sind, konnten Forscher des Instituts für Pharmakologie und Toxikologie der Universität Zürich nachweisen. Sie haben dazu menschliche Zelllinien verwendet, bei denen hormonell aktive Substanzen und natürliche Sexualhormone eine dosisabhängige Zellvermehrung bewirken. Auch in anderen europäischen Studien konnte eine hormonelle Aktivität in den Ausläufen von Kläranlagen nachgewiesen werden.

Das Auftreten hormonaktiver Stoffe in der Umwelt hat weltweit gesundheits- und umweltpolitische Bedenken ausgelöst. Allein der Verdacht, diese Stoffe könnten auch ein Risiko für die menschliche Gesundheit sein, ist alarmierend. So werden die hormonaktiven Stoffe unter anderem mit der Abnahme der Spermienzahl und -qualität, der Zunahme von Hodenkrebs und

genitalen Abnormalitäten in Verbindung gebracht. Das Nationale Forschungsprogramm «Hormonaktive Stoffe: Bedeutung für Menschen, Tiere und Ökosysteme», das Anfang Jahr gestartet wurde, soll in den kommenden Jahren die Gefahren von solchen Stoffen in der Umwelt untersuchen und Massnahmen erarbeiten.

Neben den hormonell aktiven Stoffen gibt es noch eine ganze Reihe anderer Mikroverunreinigungen. Dazu gehören Pestizide, Schwermetallverbindungen und Reste von Arzneimitteln wie Antibiotika. Über die Rolle der Abwässer aus Kläranlagen im Zusammenhang mit Antibiotikaresistenzen kann zurzeit nur spekuliert werden. Tatsache ist, dass Wissenschaftler der Eawag Konzentrationen von Antibiotika in Oberflächengewässern und in Kläranlagenausflüssen gemessen haben, die negative Auswirkungen auf bestimmte Wassertiere haben könnten. Etwa 20 bis 30 Prozent des Antibiotikums Ciprofloxacin, das in der Humanmedizin zum Einsatz kommt und über den Urin in das Abwasser gelangt, passiert ungehindert die Kläranlagen. Einen direkten Weg in die Oberflächengewässer nehmen auch jene Antibiotika, die in der Landwirtschaft verwendet werden: Deren Konzentration ist in den Ausläufen der Kläranlagen bedeutend tiefer als in den Oberflächengewässern, in die sie von den mit Gülle gedüngten Feldern mit dem Regenwasser hineingespült werden. Seit dem Sommer letzten Jahres beschäftigen sich Forscher im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms «Antibiotikaresistenz» unter anderem mit dem Schicksal und der Wirkung von Antibiotika in der Umwelt.

An der Eawag werden die Mikroverunreinigungen schon seit einiger Zeit genauer unter die Lupe genommen. Eines der Ziele der dortigen Forschungsaktivitäten ist die Entwicklung von Methoden, mit denen die gesundheitsschädigende Wirkung der Mikroverunreinigungen in den Flüssen und Seen auf die Organismen gemessen werden kann. Theoretisch wäre es möglich, den Chemiecocktail rein chemisch zu charakterisieren. Der Aufwand wäre aber enorm. Zudem könnten keine Aussagen über die Auswirkungen der Substanzen auf die Organismen gemacht werden.

Aussagekräftige Analyseverfahren gefragt

Die Mehrheit der ökotoxikologischen Analysen wird mit einzelnen Organismen wie Bakterien oder Fischen nach international anerkannten Vorschriften durchgeführt. Unter definierten Laborbedingungen werden die Tiere den Wasserproben ausgesetzt. Rik Eggen von der Eawag bezweifelt allerdings, dass diese Tests mit einzelnen Arten

einer modernen biologischen Analyse gerecht werden. Die negativen Auswirkungen der Mikroverunreinigungen werden lediglich durch den Tod oder ein verlangsamtes Wachstum der Organismen registriert. Weil aber die physiologischen Vorgänge in den Organismen im Dunkeln bleiben, kann über einen Zusammenhang mit den Verunreinigungen nur spekuliert werden.

Aussagekräftige biologische Analyseverfahren werden daher benötigt. Wegen der grossen Anzahl Proben, die analysiert werden müssen, sollten diese Tests billig, effizient und routinemässig einsetzbar sein. Eggen plädiert für die Entwicklung neuer Analysemethoden auf zellulärer Ebene. Da die Wirkung von Mikroverunreinigungen zuerst auf der molekularen Ebene der Zellen wahrnehmbar ist, wirken sie sich auf zellulärer Ebene sehr schnell aus und werden als Testergebnis meist innerhalb von Minuten bis maximal einer Stunde sichtbar.

Registriert die Zelle einen Schadstoff, wird eine Stressreaktion ausgelöst. Bestimmte Proteine versuchen, die Schadstoffe zu entfernen und geschädigte Zellkomponenten zu reparieren. Ziel von Eggen und seinen Kollegen ist es, diese molekulare Stressreaktion in ein messbares Signal umzuwandeln. Bereits heute ist es möglich, ein sogenanntes Reporter-gen in die Zellen einzuschleusen, das bei einer bestimmten Stressreaktion leuchtende Eiweisse produziert. Weil sich aber nicht jede Veränderung negativ auf die Organismen auswirkt und auch die Übertragbarkeit der Resultate zwischen den verschiedenen Tierarten noch unklar ist, ist der Forschungsbedarf enorm.

Langsame Umsetzung

Sollte sich herausstellen, dass die Mikroverunreinigungen ein ernstes Problem für die Organismen darstellen, muss verhindert werden, dass sie in die Umwelt gelangen. An der Eawag werden bereits jetzt verschiedene Verfahren zur Beseitigung von unerwünschten Stoffen in den Kläranlagen untersucht. Weil aber die Nachrüstung der Kläranlagen lediglich die Symptome bekämpft, plädiert Tove Larsen vom Projekt «Novaquatis» der Eawag für Massnahmen an der Quelle. Die Kläranlagen, so Larsen, können nicht kurzfristig angepasst werden. So ist der Ausbau der biologischen Stickstoffelimination noch in vollem Gange, und schon werden in Form der Mikroverunreinigungen neue Probleme identifiziert. Während es bis zu einem Jahrzehnt dauern kann, bis eine neue Kläranlage gebaut ist, weiss die Industrie oft kaum, was sie in zwei Jahren produzieren wird. Zudem ist ein Teil der Haushalte gar nicht

an Kläranlagen angeschlossen, und Lecks in der Kanalisation führen dazu, dass Problemstoffe ohne Behandlung in die Umwelt gelangen.

Larsen kann sich eine ganze Reihe von Massnahmen an der Quelle vorstellen. Dazu zählen beispielsweise der Ersatz von problematischen Alltagschemikalien und die Entwicklung von Waschmaschinen, die das Waschmittel rezyklieren. Weil Hormone und pharmazeutische Wirkstoffe vor allem mit dem menschlichen Urin aus-

geschieden werden, ist auch die getrennte Sammlung von Urin in den Haushalten mit Hilfe eines Trenn-WC (NZZ 6.6.01) eine besonders vielversprechende Massnahme zur Reduktion von Problemstoffen im Abwasser.

Gregor Klaus

Quellen: www.eawag.ch; www.novaquatis.eawag.ch; www.fischnetz.ch; www.snf.ch/NFP/NFP50/Homed.html (hormonaktive Stoffe); www.snf.ch/NFP/NFP49/Homed.html (Antibiotikaresistenz).