

Schweizer Projekt „Strategie Micropoll“

Reduktion von Mikroverunreinigungen

Michael SCHÄRER; Christian ABEGGLEN

Aktueller Projektstand: Durch zentrale Maßnahmen an ausgewählten Kläranlagen kann ein großer Teil der Mikroverunreinigungen eliminiert werden.

Problematische organische Spurenstoffe wie Östrogene, Arzneimittel und Stoffe mit bioziden Eigenschaften – Pflanzenschutzmittel und Biozide – werden zu einem beträchtlichen Anteil über die Siedlungsentwässerung in die Gewässer eingetragen. Das Schweizerische Bundesamt für Umwelt (BAFU) arbeitet derzeit an einer Strategie, wie diese Stoffeinträge minimiert werden können. Zu diesem Zweck läuft seit 2006 das Projekt „Strategie Micropoll“, bei dem zuerst die Belastung der Oberflächengewässer analysiert wurde. Aufgrund dieser Resultate werden derzeit ein Beurteilungskonzept für die Wasserqualität erarbeitet und technische Maßnahmen zur Reduktion der Stoffeinträge evaluiert.

Handlungsbedarf bei Spurenstoffen

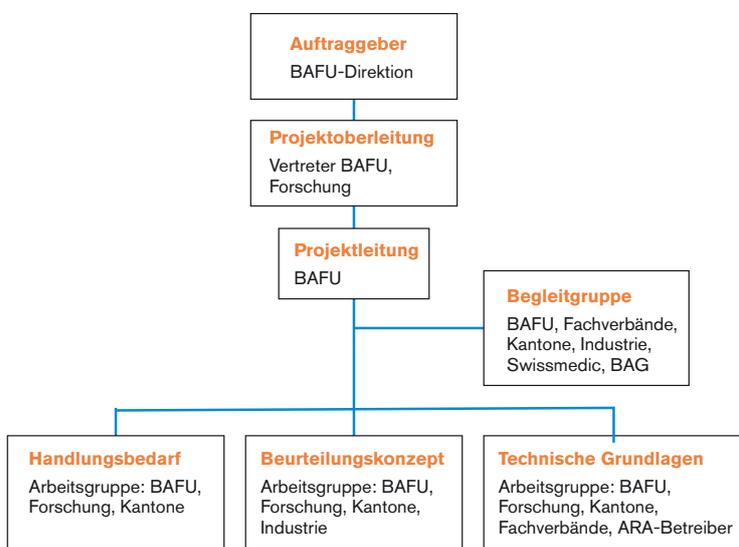
Der Eintrag von Medikamenten und Chemikalien in die Gewässer (organische Spurenstoffe) beeinträchtigt Pflanzen und Tiere der Gewässer sowie die Qualität der Trinkwasservorkommen in

Seen und im flussnahen Grundwasser. Diese Stoffe werden in Spuren (Milliardstel- bis Millionstel-Gramm pro Liter) nachgewiesen /1/ und können sich schon in sehr niedrigen Konzentrationen nachteilig auf aquatische Organismen und Ökosysteme auswirken. Daher werden diese Stoffe auch als Mikroverunreinigungen bezeichnet. Verschiedene Studien haben für mehrere Stoffe nachteilige Einwirkungen in den Gewässern nachgewiesen: So führen hormonaktive Substanzen zu einer Verweiblichung von männlichen Fischen, während bestimmte Arzneimittelwirkstoffe eine Schädigung von Fischen und Kleinkrebsen zur Folge haben. Auch die Anreicherung von schwer abbaubaren Verbindungen in den Gewässern ist problematisch. Solche Stoffe gelangen über die Uferinfiltration ins Grundwasser und stellen damit für die Trinkwasseraufbereitung eine zunehmende Herausforderung dar /2/. Die Problematik ist in der Öffentlichkeit, in der Politik und auch international anerkannt. Die Tatsache, dass für hunderte bis tau-

sende Mikroverunreinigungen in den Gewässern nur ungenügendes Wissen zu deren Toxizität vorliegt, unterstreicht den deutlichen Handlungsbedarf. Bei den Trinkwasserressourcen für die Bevölkerung besteht zurzeit keine Gefährdung, trotzdem müssen aus Gründen des vorsorglichen Verbraucherschutzes Maßnahmen getroffen werden.

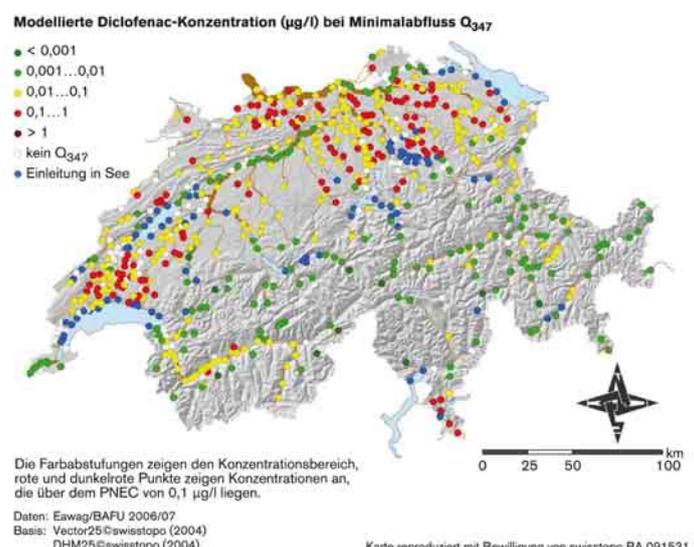
Eine Hauptquelle: Kläranlagenabläufe

Mikroverunreinigungen stammen einerseits aus diffusen Quellen wie der Landwirtschaft, andererseits zu einem substantziellen Teil aus Punktquellen wie häuslichem Abwasser aus der Siedlungsentwässerung – Kläranlagenabläufe, Regenwassereinleitungen, Mischwasserentlastungen. Mit der heute verbreiteten biologischen Abwasserreinigung werden viele organische Spurenstoffe nicht oder nur teilweise entfernt. Insbesondere polare und persistente Substanzen wie Humanarzneimittel, Biozide oder einige hormonaktive Substanzen werden nur



Organigramm des Projekts Strategie Micropoll

Bild 1



Modellierte Diclofenac-Konzentration in Schweizer Oberflächengewässern unterhalb der Kläranlagen. Bild 2

ungenügend eliminiert. Daher stellen Kläranlagenabläufe eine Hauptquelle für viele organische Mikroverunreinigungen in Gewässern dar.

Es werden große Anstrengungen unternommen, die Gesetzgebung über die Zulassung, das Inverkehrbringen und den Einsatz von Substanzen zu konkretisieren und gefährliche Substanzen aus dem Verkehr zu ziehen. Wenn es sich um Stoffe handelt, die unverzichtbar sind oder deren Verwendung nur schwerlich in Frage gestellt werden kann, sind insbesondere weitergehende Verfahren der Abwasserreinigung eine viel versprechende Lösung. Der Ausbau einer Kläranlage mit zusätzlichen Verfahrensstufen kann den Eintrag von organischen Spurenstoffen in die Oberflächengewässer maßgeblich verringern /3/.

Ziele, Organisation und Gliederung des Projekts

Das Projekt „Strategie Micropoll“ wurde 2006 gestartet, läuft bis Ende 2010 und konzentriert sich auf die Optimierung der Siedlungsentwässerung im Hinblick auf die Reduktion der Stoffeinträge. Es gliedert sich im Wesentlichen in drei Teilprojekte:

Situationsanalyse: Zusammenstellen von Messdaten und entwickeln eines Stoffflussmodells zur Darstellung der Belastungslage der Oberflächengewässer in der Schweiz bezüglich ausgewählter Mikroverunreinigungen und zur Beurteilung möglicher Maßnahmen-Szenarien in der Siedlungsentwässerung. Dazu wurde im Oktober 2009 ein BAFU-Bericht publiziert /4/.

Beurteilungskonzept: Erarbeiten eines Konzepts zur Beurteilung der Qualität von Oberflächengewässern und Identifizieren relevanter Mikroverunreinigungen. Ein erster Vorschlag für ein Beurteilungskonzept für die Wasserqualität in Bezug auf organische Spurenstoffe aus der Siedlungsentwässerung soll Mitte 2010 publiziert werden.

Grundlagen für die technische Umsetzung: Evaluieren von technischen Verfahren bei kommunalen Kläranla-

gen unter realen Bedingungen. Dabei werden die weitergehenden Verfahren Ozonung und Pulveraktivkohlebehandlung getestet, die sich durch eine erwiesene Breitbandwirkung auszeichnen. Dies geschieht unter anderem in großtechnischen Versuchen auf kommunalen Kläranlagen /5/. Zusätzlich werden geeignete Methoden zur Überprüfung der Effizienz weitergehender Verfahren zur Entfernung von organischen Spurenstoffen erarbeitet. Die BAFU-Publikation zu den technischen Grundlagen wird Ende 2010 erscheinen.

Jedes Teilprojekt wird durch eine Arbeitsgruppe mit Experten aus den Bereichen Gewässerschutz und Abwasserreinigung begleitet. Die Information relevanter Akteure wird in einer strategischen Begleitgruppe mit Vertreterinnen und Vertretern aus den Bereichen Trinkwasserversorgung und Siedlungsentwässerung, aus dem Gesundheitswesen und der Industrie, der Kantone und der betroffenen Verbände sichergestellt. Ein vereinfachtes Organigramm ist in Bild 1 dargestellt.

Kurzübersicht über die Teilprojekte

Situationsanalyse

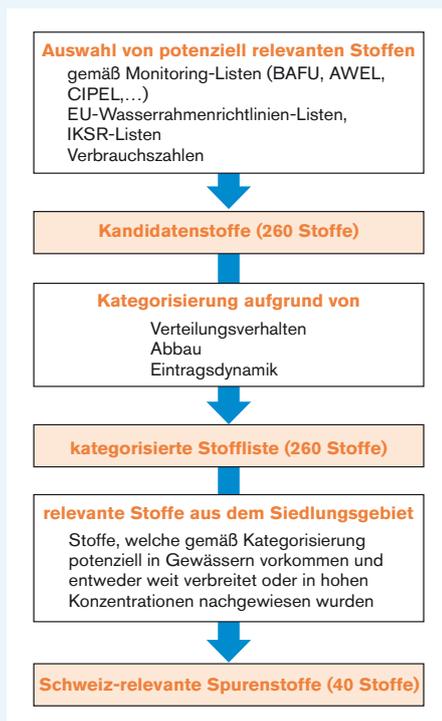
Bisher wurde für die schweizerischen Oberflächengewässer nie eine systematische Situationsanalyse bezüglich der Belastung mit organischen Spurenstoffen aus der Siedlungsentwässerung durchgeführt. Um einen ersten Überblick zu gewinnen, wurden Daten aus verschiedenen Messkampagnen der kantonalen Fachstellen und von Forschungsprojekten zusammengetragen. Zusätzlich wurden mit dem im Projekt erarbeiteten Stoffflussmodell Stofffrachten und -konzentrationen ausgewählter Substanzen in den Fließgewässern berechnet. Es zeigte sich, dass speziell bei ungenügender Verdünnung des eingeleiteten gereinigten Abwassers in kleinen bis mittleren Fließgewässern im Schweizer Mittelland mit Schadstoffkonzentrationen zu rechnen ist, die sich negativ auf die

Gewässerorganismen auswirken (Bild 2). Dieselbe Problematik wurde auch im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms (NFP) 50 „Hormonaktive Stoffe“ für natürliche und synthetische Östrogene identifiziert /6/. Die Ergebnisse der Modellrechnungen wurden durch die in der Datenbank zusammengestellten Messwerte und zusätzliche Messungen in den Gewässern bestätigt.

Weitere Analysen zeigten, dass für eine optimale Verbesserung 100 der insgesamt rund 700 Kläranlagen mit zusätzlichen Reinigungsstufen aufgerüstet werden müssen. Diese Maßnahmen sind in den größten Kläranlagen vorgesehen, sowie in denjenigen Kläranlagen, deren Vorfluter einen hohen Abwasseranteil ausweist oder für die Trinkwasserversorgung von großer Bedeutung ist (Quellen, nahe gelegene Fassungen). Auf diese Weise lassen sich die Einträge von Stoffen in unsere Gewässer wirksam verringern, die Gewässerqualität weiter verbessern und die Ressource Trinkwasser schützen. Entsprechend dem optimierten Maßnahmenpaket würde das Abwasser von 3,7 Millionen Einwohnern – das entspricht rund der Hälfte der Schweizer Bevölkerung – in einer aufgerüsteten Kläranlage behandelt. Nach Abschluss des Maßnahmenpakets würden sich die zusätzlichen jährlichen Gesamtkosten der Abwasserbeseitigung auf etwa 130 Mio. CHF (ca. 80 Mio.€) belaufen /4, 7/. Das Verfahren für eine entsprechende Anpassung der schweizerischen Gewässerschutzverordnung wurde gestartet. Diese Anpassung enthält im Wesentlichen entsprechende emissionsseitige Anforderungen an die Elimination von organischen Spurenstoffen auf kommunalen Kläranlagen.

Beurteilungskonzept

Ausgehend von der Situationsanalyse wird ein Erhebungs- und Beurteilungskonzept erarbeitet, das als Basis dient, um zukünftig die Wasserqualität der Oberflächengewässer bezüglich organischer Spurenstoffe aus der Siedlungsentwässerung mit erprobten und kosten-



Ableitung der Indikatorstoffe zur Beurteilung der Belastung der Schweizer Oberflächengewässer mit organischen Spurenstoffen aus der Siedlungsentwässerung. Bild 3

günstigen Methoden zu beurteilen. Dazu wird aktuell eine Liste schweizrelevanter organischer Spurenstoffe erarbeitet (Bild 3). Zur Herleitung der Stoffliste wurde ein relativ einfaches Kategorisierungs- und Auswahlverfahren angewandt. In einem ersten Schritt wurde eine Kandidatenliste von 260 Substanzen erstellt, die nach aktuellen Erkenntnissen potenziell ein Problem für die Oberflächengewässer der Schweiz darstellen. Dabei handelt es sich um diejenigen Stoffe, die verbreitet in hohen oder problematischen Konzentrationen nachgewiesen werden oder die im Rahmen internationaler Verpflichtungen berücksichtigt werden müssen. Aus dieser Kandidatenlisten werden aktuell anhand der Umwelteigenschaften (Abbaubarkeit, Verteilung, Toxizität), des Vorkommens in Oberflächengewässern (Anzahl positiver Messungen in Schweizer Oberflächengewässern) sowie weiteren Kriterien um die 40 Schweiz-relevante Stoffe ausgewählt.

Grundlagen für die technische Umsetzung

In der Situationsanalyse konnte aufgezeigt werden, dass mit weitergehenden Verfahren auf Kläranlagen eine deutliche Verbesserung der Wasserqualität erreicht werden kann. In diesem Teilprojekt stehen die folgenden Hauptaspekte im Vordergrund:

- 1 Welche verfahrenstechnischen Möglichkeiten eignen sich, um ein breites Spektrum von Mikroverunreinigungen in bestehenden Abwasserreinigungsanlagen deutlich zu reduzieren?
- 2 Welches sind die technischen und betrieblichen Anforderungen (z. B. Messtechnik, Sicherheit) und Auswirkungen (Energieverbrauch, (Abfall-)Produkte) solcher Verfahren?
- 3 Welche Messmethoden sind geeignet, um zu beurteilen, ob die eingesetzten Verfahren die Konzentration der Mikroverunreinigungen verringern und zu einer deutlichen Verbesserung der Wasserqualität führen?
- 4 Wie gut ist die Eliminationsleistung dieser Verfahren unter Realbedingungen?
- 5 Welche finanziellen und organisatorischen Anforderungen ergeben sich für die Betreiber einer ARA?

In Vorstudien erwiesen sich insbesondere die Ozonung sowie die Adsorption an Pulveraktivkohle als vielversprechende Verfahren, daher wurden diese beiden Verfahren für die Pilotversuche ausgewählt. Ein erster großtechnischer Pilotversuch mit der Ozonung wurde von Mitte 2007 bis Ende 2008 auf der Kläranlage Regensdorf erfolgreich durchgeführt /5/. Ein zweiter Versuch ist zurzeit auf der Kläranlage Lausanne in Gang. Daneben laufen verschiedene kleinere Versuche mit Pulveraktivkohle. Aktuell wird davon ausgegangen, dass sich grundsätzlich sowohl die Ozonung als auch die Anwendung von Pulveraktivkohle als technische Maßnahme eignen. Weitere Verfahren – Advanced Oxidation-Processes, Membranfiltrationsverfahren usw. – werden im Rahmen von Literaturstudien und Zusammenarbeit mit Forschungsinstituten evaluiert.

Bisherige Erkenntnisse und aktueller Projektstand

Die Situationsanalyse zeigte, dass trotz effizienter Gewässerschutzmaßnahmen bei der Siedlungsentwässerung nach wie vor gewisse organische Spurenstoffe in die Gewässer gelangen. Damit ist mit negativen Effekten auf die Ökosysteme sowie unter Umständen auch für den Menschen zu rechnen. Eine Optimierung der Siedlungsentwässerung ist insbesondere in der Region des Schweizer Mittellands notwendig. Mit zentralen Maßnahmen an ausgewählten Kläranlagen zur Frachtreduktion und zur Verbesserung der Wasserqualität kann ein großer Teil der Mikroverunreinigungen eliminiert werden. Die notwendigen Technologien zur Reduktion der Stoffeinträge aus kommunalen Kläranlagen sind bekannt – z. B. Ozonung oder Aktivkohlebehandlung und das für eine Realisierung not-

wendige Wissen vorhanden. Der erste erfolgreich abgeschlossene großtechnische Versuch in der Schweiz zeigte, dass ein weitergehendes Verfahren zur Entfernung der Spurenstoffe gut in eine bestehende kommunale Kläranlage eingepasst werden kann und der Zusatzaufwand – Energie, Kosten – vertretbar ist. Die laufenden Pilotversuche in der Schweiz scheinen diese Erkenntnisse zu bestätigen.

LITERATUR

- /1/ Engelmänn, U.; Rohde, S.: Arzneimittelwirkstoffe, Antibiotika und Röntgenkontrastmittel in Abwasserleitungen und Oberflächengewässern in Sachsen. In: Korrespondenz Abwasser 56 (3), 2009, S. 258 – 268
- /2/ Mompelat, S.; LeBot, B.; Thomas, O.: Occurrence and fate of pharmaceutical products and by-products, from resource to drinking water. In: Environment International 35 (5), 2009, S. 803 – 814
- /3/ IKSr 2007, Workshop „Mikroverunreinigungen aus der Siedlungswasserwirtschaft“. Bonn, 23./24. Mai 2007, Zusammenfassung www.iksr.org/index.php?id=476
- /4/ Gälli, R.; Ort, C.; Schärer M.: Mikroverunreinigungen in den Gewässern – Bewertung und Reduktion der Schadstoffbelastung aus der Siedlungsentwässerung. Bundesamt für Umwelt, Umwelt Wissen 17/09, 2009. <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01051/index.html?lang=de>
- /5/ Abegglen, C.; Escher, B.; Hollender, J.; Koepeke, S.; Ort, C.; Peter, A.; Siegrist, H.; von Gunten, U.; Zimmermann, S.; Koch, M.; Niederhauser, P.; Schärer, M.; Braun, C.; Gälli, R.; Junghans, M.; Brocker, S.; Moser, R.; Rensch, D.: Ozonung von gereinigtem Abwasser – Schlussbericht Pilotversuch Regensdorf. 2009 http://www.eawag.ch/organisation/abteilungen/eng/schwerpunkte/abwasser/strategie_micropoll/pilotprojekt/index
- /6/ NFP50 2009: Nationales Forschungsprogramm 50 – „Hormonaktive Stoffe“. Konsensplattform „Hormonaktive Stoffe in Abwasser und Gewässern“ – Schlussdokument. <http://www.nrp50.ch/consensus-platforms.html>
- /7/ Abegglen, C.; Rosenstiel, R.; Ort, C.; Schärer, M.: Weitergehende Verfahren zur Elimination von organischen Spurenstoffen bei kommunalen Abwasserreinigungsanlagen – Varianten und Kosten. In: Korrespondenz Abwasser 56 (6), 2009, S. 584 – 592

KONTAKT

Dr. Michael SCHÄRER
Bundesamt für Umwelt BAFU · Abteilung Wasser
3003 Bern, Schweiz
E-Mail: michael.schaerer@bafu.admin.ch

Dr. Christian ABEGGLEN
Eawag · Abteilung Verfahrenstechnik
8600 Dübendorf, Schweiz
E-Mail: christian.abegglen@eawag.ch
Weitere Informationen
www.umwelt-schweiz.ch/micropoll