

Medikamentenrückstände, Mikroplastik, Spurenschadstoffe in Oberflächen- Gewässern

1. Medikamentenrückstände

Arzneimittel und Mikroschadstoffe belasten das Trinkwasser und damit potenziell die Gesundheit der Bevölkerung. Nun plädiert das Umweltbundesamt für eine 4. Reinigungsstufe in den Kläranlagen. Gleichzeitig arbeiten zahlreiche Institute an neuen Eliminationsverfahren.

Das Umweltbundesamt (UBA) will Arzneimittelrückstände und weitere chemische Mikroverunreinigungen effektiv aus dem Abwasser filtern. **Dazu müssten die Kläranlagen flächendeckend um eine 4. Reinigungsstufe erweitert werden**, so das UBA in einer aktuellen Publikation. Die konventionelle Technologie beschränkt sich auf die mechanische Reinigung, eine biologische Stufe und eine Phosphateliminierung. Über die zusätzliche Oxidation mit Ozon und/oder der Adsorption an Aktivkohlefilter könnten Chemikalien effizient aus dem Abwasser eliminiert werden. Das sei dringend nötig, denn eine Vielzahl von Stoffen habe **langfristige Auswirkungen auf die Umwelt**.

Die Umweltbehörde setzt aber nicht nur auf eine zusätzliche Klärstufe. Ebenso wichtig sei es, **den Stoffeintrag ins Abwasser möglichst klein zu halten**. Daher sollten zum Beispiel Pharmaunternehmen die Umweltdaten ihrer neuen Arzneimittel im Zulassungsverfahren offenlegen und Verbraucher ihre Arzneimittel nie über Spüle oder Toilette entsorgen.

Der Jahresverbrauch an Humanarzneimitteln wird in Deutschland auf 30 000 t geschätzt und umfasst 2 300 Wirkstoffe. Rund 1 100 von ihnen gelten als ungefährlich, da sie zu den Elektrolyten, Peptiden, Vitaminen u. Ä. gehören und somit von einer Umweltbewertung ausgeschlossen sind. Immerhin bleiben 1 200 Humanarzneimittelwirkstoffe aus einem Jahresverbrauch von circa 8 100 t übrig, die umweltrelevant und potenziell gesundheitsschädlich sind. **Neben dem „Blockbuster“ Diclofenac zählen zu den weltweit meist verbreiteten Wirkstoffen das Antiepileptikum Carbamazepin, das Schmerzmittel Ibuprofen, das Pillenhormon Ethinylestradiol sowie das Antibiotikum Sulfamethoxazol.**

Jeder Zweite entsorgt seine Medikamente unsachgemäß

Nach Schätzungen der pharmazeutischen Industrie sind die Hauptquellen für Humanarzneimittel im Oberflächenwasser Patientenausscheidungen (88 %), unsachgemäße Entsorgung über Toilette und Spüle (10 %) sowie Herstellungsprozesse (2 %). Bezüglich der unsachgemäßen Entsorgung geben andere Quellen an, dass bis zu 47 % der Verbraucher ihre Arzneimittelreste immer oder gelegentlich unsachgemäß entsorgen.

Deren Rückstände finden sich verstärkt im Abwasser von Ballungsräumen. Von dort gelangen sie auch ins Grund- und Oberflächenwasser. Sie können mit konventioneller Klärwerks- und Wasseraufbereitungstechnik meist nur schwer entfernt werden. Zwei sehr bedenkliche Trends werden damit in Zusammenhang gebracht: Die zunehmende Verbreitung multiresistenter Mikroorganismen und die Zunahme von Fruchtbarkeitsstörungen.

Auch die Deutsche Gesellschaft für Kardiologie (DGK) hat sich auf ihrer Herbsttagung 2017 mit dem Eintrag von Arzneimitteln in das Trinkwasser beschäftigt. Im Fokus: Antihypertonika vom Typ der Sartane, die aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften und der steigenden Verordnungsmengen als einzige Blutdrucksenker die Qualität der Trinkwasserressourcen gefährden. „Die verordneten Wirkstoffmengen von Valsartan, immerhin 70 t, werden nahezu vollständig im Kläranlagenablauf wiedergefunden“, so Experten der Berliner Wasserbetriebe (BWB) und des Landesamtes für Gesundheit und Soziales Berlin (LAGeSO) berichten. Sie erachten Valsartan im Trinkwasser als ein „humantoxikologisches Risiko“, empfehlen aus Umweltgesichtspunkten die Verschreibung von Candesartan, das unter den Sartanen die geringste Wirkstoffkonzentration aufweist (Faktor 10–18 geringer als Valsartan) und genauso viel kostet wie Valsartan.

Suche nach Hormonen wie nach der Nadel im Heuhaufen

Infolge der Alterung der Gesellschaft mit einem erhöhten Medikamentenverbrauch wird die Verunreinigung der Gewässer noch weiter zunehmen. Breit einsetzbare Lösungen zu ihrer Beseitigung gibt es bislang aber nicht. Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) hat nun ein Verfahren entwickelt, mit dem Hormone schnell und energieeffizient aus dem Abwasser eliminiert werden können. Der Anteil der Hormone Estrone, Estradiol, Progesteron und Testosteron in 1 l Wasser, in das behandelte Abwasser eingeleitet werden, beträgt rund 100 Nanogramm. Die geringe Konzentration und Größe der Hormonmoleküle erschweren nicht nur ihren Nachweis mittels analytischer Verfahren, sondern vor allem auch ihre Beseitigung. „Das gleicht der Suche nach der Nadel im Heuhaufen. Und doch sind diese Hormone in solchen Konzentrationen wirksam“, sagt Prof. Dr. Andrea Schäfer vom KIT.

Das in der Membrantechnologie entwickelte Verfahren verbindet die Vorteile der Adsorption von Mikroschadstoffen durch eine von einem Industriepartner gefertigte Aktivkohle, mit denen der Ultrafiltration von Schadstoffpartikeln durch eine semipermeable Membran. In einem integrierten System wird das Abwasser zunächst durch eine Polymermembran „gedrückt“, die Mikroorganismen und größere Verunreinigungen herausfiltert. Dahinter liegt eine Schicht aus spezieller Aktivkohle, die ursprünglich für Luftfilter entwickelt wurde.

Ihre Oberfläche hat nicht nur eine besondere Affinität gegenüber Hormonen, sie bietet auch die Kapazitäten, um große Wassermengen durchfließen zu lassen und viele Moleküle zu binden. Das System eignet sich für industrielle Großanlagen ebenso wie für Anwendungen in kleinerem Maßstab bis hin zum häuslichen Wasserhahn. Ein Industrieprojekt ist bereits in Planung.

Einen anderen Reinigungsansatz verfolgt das Fraunhofer Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS). Mithilfe elektrochemischer Verfahren können Medikamentenrückstände vollständig abgebaut werden. Diese werden dabei an der Anode einer Elektrolysezelle elektrochemisch umgesetzt, sodass am Ende nur noch CO₂ übrig bleibt. Allerdings sind die bisher verwendeten Anoden aus bordotiertem Diamant mit einem Quadratmeterpreis von derzeit etwa 16 000 € zu teuer. Um die Elektroden deutlich preiswerter zu fertigen und die Abbauraten zu steigern, verfolgt das Fraunhofer IKTS zwei Ansätze. Zum einen wurden edelmetallfreie halbleitende Mischoxidphasen als alternatives Anodenmaterial entwickelt. Zum anderen wird das Abwasser mittels Ultraschall zum Schwingen gebracht, um den Stofftransport an der Elektrode zu intensivieren und somit noch größere Abbauraten zu realisieren.

„Umweltsünder“ Diclofenac trotz moderner Klärtechnik

Ob bei Prellungen oder Rheuma: Diclofenac wird als entzündungshemmendes und schmerzstillendes Medikament in Deutschland jährlich etwa 14 Millionen Mal verordnet, mehr als 90 t des nichtsteroidalen Antirheumatikums (NSAR) werden vermarktet. **Doch das beliebte Arzneimittel ist ein „Umweltsünder“, denn rund 60 % des Wirkstoffs gelangen durch natürliche Ausscheidungen ins Abwasser.** Trotz moderner Klärtechnik ist es bis dato nicht möglich, diese Rückstände aus dem Wasser zu entfernen.

In Laborexperimenten gelang es einem Forscherteam vom Institut für Biochemie und Technische Biochemie der Universität Stuttgart nun, den Abbau von Diclofenac in Bodenproben nachzuweisen. Ausschlaggebend dafür ist das Zusammenspiel bestimmter Mikroorganismen. Eingeleitet wird der Zerfall der Verbindung durch Carboxylierung – eine außergewöhnliche Reaktion in der Natur, wie die Stuttgarter Forscher berichten.

Erst durch eine hochempfindliche Analytik sei es gelungen, das Stoffwechselprodukt der Mikroben zu entdecken. Ebenso fand man heraus, was den Abbau von Diclofenac behindert: Hierzu gehören insbesondere Karbonate oder auch Phosphate, was besonders problematisch ist, da diese ebenfalls in beachtlichen Mengen in Abwässern zu finden sind. Dr. med. Vera Zylka-Menhorn

Immer mehr Medikamente im Trinkwasser

Beim Einnehmen von Arzneimitteln belasten wir das Trinkwasser, ohne es zu merken. Denn viele der Wirkstoffe werden im Körper in der Regel nicht vollständig abgebaut, dann ausgeschieden und gelangen durch die Kanalisation in die

Klärwerke. **Viele Menschen entsorgen alte Substanzen zusätzlich in der Toilette oder Spüle. In den Klärwerken werden diese Wirkstoffe nur notdürftig entfernt.**

Sie gelangen in Flüsse, Seen und dann auch wieder in unser Leitungswasser. **Weiterhin werden Arzneimittel aus der Tierzucht durch Mist und Gülle auf den Äckern verteilt und gelangen durch Versickern in das Grundwasser.** Auch wenn die Konzentrationen von Arzneimittelrückständen im Leitungswasser gering sind, sind gesundheitliche Bedenken anzubringen, denn **die Auswirkungen auf den Menschen sind kaum erforscht.**

Gesetzliche Regelungen

Die bisherigen Zahlen sind laut Forschern aller Wahrscheinlichkeit nach nur ein kleiner Teil der wirklich sich im Wasser befindenden Wirkstoffe, denn gefunden werden kann nur, wonach gesucht wird. Da es in Deutschland zwischen 2.500 und 3.000 Arzneimittel gibt, kann es gut sein, dass sich auch eine ähnliche Zahl in unserem Wasser befindet. Laut Umweltbundesamt gelangen täglich mehrere Tonnen Arzneimittelwirkstoffe in Böden und Gewässer.

Die Konzentrationen der Wirkstoffe belaufen sich in der Regel auf zwischen 0,1 und 1 Mikrogramm pro Liter. In einigen Fällen wurden aber auch mehrere Mikrogramm pro Liter gefunden. **Trotz vieler Kritik von Forschern und Umweltaktivisten gibt es bislang keine verbindliche Norm oder Grenzwerte, was die Konzentration von Medikamenten im Wasser betrifft.**

Neu zugelassene Arzneimittel müssen mittlerweile eine Umweltrisikobewertung vorlegen, dies gilt jedoch nicht für Wirkstoffe, die schon auf dem Markt sind. Doch selbst bei negativem Befund hat dies **keine Auswirkungen auf die Zulassung.**

Für Arzneimittel und medizinische Abfallprodukte wie Röntgenkontrastmittel gibt es bisher keine Grenzwerte in Trinkwasser. **Wer folglich ungefiltertes Leitungswasser trinkt, nimmt somit einen Cocktail verschiedenster Wirkstoffe mit unbekannten Auswirkungen zu sich...**

Konsequenzen von Medikamenten im Trinkwasser

Die Konsequenzen von Arzneimitteln in unserem Wasser auf die Gesundheit wurde bislang wenig untersucht, insbesondere über Langzeitschäden gibt es bisher keine Auskunft. Einige Forscher sind der Ansicht, dass sie nicht ungesund für den Menschen sind, da sie nur in sehr geringen Konzentrationen im Wasser enthalten sind.

Die Rückstände, die im Trinkwasser nachweisbar sind, liegen sehr weit unter der Wirkungsschwelle für den Menschen. Selbst wenn wir täglich Medikamente über das Wasser aufnehmen, entspräche die Konzentration nur wenigen Tagesdosen. Dennoch ist zu bedenken, dass es sich **nicht nur um einen einzigen Wirkstoff im Wasser handelt, sondern gleich um einen ganzen Medikamenten-Cocktail**, wobei über das Zusammenwirken der einzelnen Wirkstoffe wenig bekannt ist.

Vermutet werden **Entwicklungsstörungen bei männlichen Sexualorganen sowie Brustkrebs bei Frauen**. Viele Experten meinen deshalb, dass schon alleine der Vorsorge wegen diese Rückstände aus dem Wasser entfernt werden sollten.

Auswirkungen auf die Umwelt

Wie genau sich die Rückstände von Medikamenten auf Umwelt und Tiere auswirken, ist bislang wenig erforscht. Forscher haben jedoch herausgefunden, **dass sich die Medikamentenrückstände negativ auf das Verhalten von Fischen auswirken**. Dies kann weitreichende Folgen für unser Ökosystem haben, das auf einem sehr empfindlichen Gleichgewicht beruht.

Während Antibiotika das Wachstum von Algen und Pflanzen hemmen, beeinträchtigt die Anti-Baby-Pille beispielsweise schon in sehr geringen Konzentrationen die Reproduktion von Fischen nachhaltig, das Schmerzmittel Diclofenac dagegen schädigt innere Organe wie Leber und Niere der Fische.

Das Institut für sozial-ökologische Forschung (ISEO) fasst in einer themenrelevanten Veröffentlichung von 2014 drei toxikologisch kritische Einflussgrößen zusammen: So wurden in Gewässern Stoffe entdeckt, die **hormonartiges Wirkungspotential**

aufweisen, Stoffe mit gentoxischer Wirkung und Stoffe, die die **Entwicklung resistenter Bakterien fördern**.

Handlungsmöglichkeiten der Politik

Die Ansätze der Politik, dieses Problem in den Griff zu bekommen, werden nicht mit viel Elan verfolgt. Generell gibt es zwei Lösungsansätze:

Zum einen kann man die Wirkstoffe aus dem Wasser **filtern**. Dabei durchläuft das Wasser Aktivkohlegranulat, was eine sehr feine und poröse Oberflächenstruktur hat, an der verschiedene Stoffe hängen bleiben und so aus dem Wasser gefiltert werden können. Derzeit gibt es solche Anlagen nur in Pilotprojekten. Sie in allen Kläranlagen einzuführen, würde viel Geld kosten und ist aufwendig.

Ein anderer Weg ist es, die Medikamente so zu kreieren, dass sie **leicht abzubauen** sind und so gar nicht erst das Wasser verunreinigen. Laut einigen Forschern ist dies eine Frage des Willens, denn gesetzliche Regelungen diesbezüglich gibt es nicht.

Ihre Handlungsmöglichkeiten

Im eigenen Haushalt können Sie sich beispielsweise durch **Filtersysteme** vor den Arzneimittelrückständen schützen. Sowohl das Verfahren der Umkehrosmose und Aktivkohle-Blockfilter sind geeignete Filtersysteme, um Hormone, polare Pestizide und die Rückhaltung von Medikamentenrestbestandteile herauszufiltern.

Hochwertige Aktivkohle-Blockfilter stellen eine bequeme und effektive Lösung für das Problem dar.

Letztendlich stellen Medikamentenrückstände im Leitungswasser ein großes Problem dar, bewiesenermaßen für die Umwelt und möglicherweise für Ihre Gesundheit. Ein Mangel an Forschungsergebnissen zu langfristigen Auswirkungen gibt unserer Politik leider nicht ausreichend Anlass aktiv zu werden und dies obwohl allein ein gesunder Menschenverstand klar zum Ergebnis kommen sollte, dass ein Cocktail an Medikamenten nichts im Trinkwasser zu suchen hat. **Um aus Ihrem Leitungswasser tatsächliches Trinkwasser zu machen, empfehlen wir den Einsatz eines eigenen professionellen Wasserfiltersystems.**

2. Mikroplastik

Mikroplastik in Gewässern - Minimüll als Maxiproblem

Bisher lag der Fokus in Bezug auf Plastikmüll auf den Meeren. Flüsse sind jedoch wichtige Eintragspfade für marine Ökosysteme. Seit kurzem untersucht man die Verbreitung von Bruchstücken des Plastiks in Gewässern: das Mikroplastik kann von Tieren aufgenommen werden und bei Anreicherung letale Schäden verursachen. Eine großangelegte Studie der Umweltämter aus Baden-Württemberg und vier weiteren Bundesländern nimmt Proben aus 25 Flüssen, um einen ersten Überblick zum Vorkommen von Mikroplastik in deutschen Binnengewässern zu bekommen.

Eine Zahl mit 18 Nullen – fünf Trillionen. Auf diese Anzahl schätzt das Projekt The Ocean Cleanup die Plastikteile, die in den Meeren herumtreiben. Der Mensch nutzt Plastik in vielen Lebensbereichen. **Die Plastikproduktion hat von 1970 bis 2013 um 620 % zugenommen.** Längst sind die Kunststoffe nicht mehr nur dort, wo sie eingesetzt wurden. Acht Millionen Tonnen gelangen jährlich in die Meere, ein großer Teil über die Flüsse. Biologisch nicht abbaubar, zerfällt Plastik in immer kleinere Teile und reichert sich als Mikroplastik an Land, im Wasser und in Organismen an. Die Gesamtmenge schwimmender Teile in Gewässern ist nur schwer abschätzbar, da sie derzeit nur punktuell erfasst wird.

Mikroplastik-Forschung noch in den Kinderschuhen

Es gibt noch keine allgemein gültige Definition für Mikroplastik. In der Literatur einigte man sich bisher auf „**synthetisch hergestellte Kunststoffverbindungen, die nicht größer als fünf Millimeter sind**“. Dabei unterscheidet man **primäres Mikroplastik**, das industriell gezielt in dieser Größe hergestellt wird, und **sekundäres Mikroplastik**, das durch Zerfall größerer Makroplastikteile wie Flaschen oder Tüten entsteht. Primäres Mikroplastik finden wir in Reinigungsmitteln und Kosmetika wie Hautpeelings oder auch in der Baubranche in Pulverlacken und Schleifmittel. Sekundäre Mikroplastikpartikel werden beim täglichen Gebrauch von Plastik allein durch Abrieb freigesetzt. **Wäscht man synthetische Kleidung, so werden bis zu 2000 kleinste Plastikfasern frei, die ins Abwasser gelangen.** Von den 27 Millionen Tonnen Plastikabfall, die jährlich in Europa anfallen, werden etwa 31 % recycelt, 41 % für die Energiegewinnung genutzt und 27 % auf Deponien gelagert⁴. Wie hoch der Anteil der unsachgemäßen Entsorgung ist, ist nicht bekannt. Ebenso wenig weiß man, auf welchen Pfaden es in die Flüsse kommt und welche Auswirkungen Mikroplastik auf die belebte Umwelt hat. „Die Forschung steht hier noch ziemlich am Anfang“, sagt Orlowski an der Professur für Hydrologie der Universität Freiburg.

Der Plastikmüllstrudel im Pazifik ist bekannt und auch im arktischen Eis wurde eine sehr hohe Konzentration von einer Million Partikel pro Kubikmeter gefunden⁵. Doch selbst wenn die Meere eine Senke für Plastikmüll sind, ist Mikroplastik kein rein marines Problem. Allerhöchste Zeit, findet auch Orlowski, dass Fließgewässer nicht

nur als Eintragspfade, sondern hinsichtlich ihrer eigenen Belastung länderübergreifend und flächendeckend untersucht werden.

Studie zeigt ubiquitäre Präsenz von Mikroplastik

Nach eigenen Angaben zählt die Pilotstudie „Mikroplastik in Binnengewässern Süd- und Westdeutschlands“ zu den umfangreichsten und detailliertesten Datensätzen bezüglich Kunststoffbelastung in Binnengewässern. Ab Herbst 2014 wurden ein Jahr lang in Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz, Hessen und Nordrhein-Westfalen aus 25 Flüssen im Rhein- und Donau-Einzugsgebiet Proben der obersten 15 Zentimeter der Flüsse genommen und ausgewertet. Der Bodensee wurde mit seiner besonderen Stellung als Teil des Rheins eingeschlossen. Die Umweltämter der fünf Bundesländer erhoben damit einen umfassenden Datensatz zur Mikroplastikbelastung über ein breites Spektrum an hydrologischen Gegebenheiten und anthropogenen Einflüssen. Die Analyse der 52 Proben wurde zentral an der Universität Bayreuth durchgeführt, um eine Vergleichbarkeit der Methoden und Daten zu gewährleisten. Anzahl, Größe, Form und Beschaffenheit der Plastikteile wurden lichtmikroskopisch vermessen und analysiert. Die Zusammensetzung des Plastiks untersuchte man per Fourier-Transform-Infrarot-Spektrometer (FTIR-Spektrometer), das quasi den optischen Fingerabdruck jeder Substanz herausstellt.

Das Ergebnis: In allen west- und süddeutschen Flüssen wurde Mikroplastik nachgewiesen, auch in quellenahen Oberläufen. Insgesamt wurden mehr als 19 000 Objekte analysiert, davon fast ein Viertel Plastik. Gerade sehr kleine Stücke kamen in sehr großer Anzahl vor. Knapp über 99 % der gefundenen Kunststoffteilchen waren Mikroplastik, nur 0,6 % waren größer als fünf Millimeter. Fragmente, also Bruchstücke größerer Kunststoffe, waren die dominierende Form, weniger häufig kamen Fasern und am seltensten Granulate zur Weiterverarbeitung und Beads aus Kosmetika (primäres Mikroplastik) vor. **Mehr als die Hälfte der Kunststoffpartikel bestand aus Polyethylen, über ein Drittel aus Polypropylen, was nicht erstaunt, da beide Plastikarten die am häufigsten verwendeten Standardkunststoffe sind.**

Nachweis von Effekten auf Organismen schwierig

Interessant ist, dass in den kleineren und mittleren Nebengewässern oft eine höhere Mikroplastikkonzentration gefunden wurde als in größeren Gewässern, in denen verhältnismäßig weniger Plastik schwamm. Auch gab es in Ballungsgebieten nur in Einzelfällen einen Konzentrationsanstieg der Kunststoffmenge. Im Vergleich mit anderen europäischen und nordamerikanischen Gewässern liegen die in der Studie beprobten Flüsse bei durchschnittlicher Konzentration, wobei der damals als sehr verschmutzt geltende Rhein sogar eher unterdurchschnittlich belastet war.

Aussagen über Auswirkungen auf Umwelt und Organismen sind noch schwierig, da entsprechende Test- und Bewertungsverfahren fehlen. So zeigen zwar Laborstudien

negative Effekte auf Muscheln und andere Gewässerorganismen, die Mikroplastik-Konzentrationen im Labor übersteigt aber die aktuelle Umweltkonzentration um ein Vielfaches. Neben der direkten mechanischen Schädigung durch das Verschlucken der kleinen Plastikteile können darin enthaltene Weichmacher oder UV-Schutzmittel auch indirekte negative Effekte bei den Organismen hervorrufen. „Solche persistenten Organika reichern sich vor allem im Fettgewebe der Tiere an und gelangen damit auch in die Nahrungskette“, erklärt Orlowski, „das erhöht natürlich die Ökotoxizität, da viele der Stoffe krebserregend sind.“ Auch der Transport von Krankheitserregern, die kleinste Plastikfragmente besiedeln, spielt eine Rolle. Orlowski, die als akademische Rätin erst seit November 2017 in Freiburg ist, untersucht in der Dreisam unter anderem auch die Mikroplastikbelastung durch Autoreifenabrieb, die von der nahegelegenen B31 stammen. „Dieses Problem zieht noch Forschungsbedarf mit sich“, sagt sie, „gerade für die Messung von Reifenabrieb in Gewässern gibt es noch kein Standardverfahren.“ Sie analysiert mit ihrem Team, in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Wetterdienst Freiburg, insbesondere nach Starkregenereignissen, ob sich die Mikroplastikmenge im Fluss verändert. Messpunkte liegen vor, inmitten und hinter der Stadt Freiburg. Die Projekte haben gerade erst begonnen, aber: „Wir haben schon Proben genommen und unerfreulicher Weise auch schon etwas gefunden“, so die Wissenschaftlerin. Der Projektrahmen sowie das Budget sind klein, daher finden Analyse und Auswertung noch unter dem Lichtmikroskop statt. Ein FTIR-Spektrometer hat die Gruppe nicht und Orlowski hofft auf Kooperationen mit anderen Instituten, die derartige Messgeräte besitzen.

Optimierungsbedarf auf allen Ebenen

Weitere Forschung ist dringend nötig. Alle Ergebnisse der länderübergreifenden Pilotstudie können nur erste orientierende Hinweise liefern. Sie helfen, neue Fragen präziser zu stellen, um die Basis für weiteres Monitoring in Sachen Mikroplastik zu ebnen. Standardisierungsverfahren für Probennahme, Charakterisierung und ökotoxikologische Risikobewertung der Auswirkungen müssen entwickelt und optimiert werden, damit reproduzierbare Ergebnisse über Ländergrenzen hinaus erzeugt werden können. „Wir Menschen sind da sehr gedankenlos hineingeraten, ohne uns genug mit dem Thema beschäftigt zu haben“, meint Orlowski. Zumindest bei der Plastikmüllvermeidung kann jeder schon heute bei sich selbst anfangen.

Informationen:

Mikroplastik gibt es in fester und in flüssiger Form. Auf der Liste der Inhaltsstoffe von beispielsweise Duschgelen oder Peelings findet man es unter anderem unter folgenden Bezeichnungen bzw. Abkürzungen:

- Acrylat (ANM)
- Acrylates Copolymer (AC)
- Acrylates Crosspolymer (ACS)
- Ethylen-Vinylacetat (EVA)
- Polyamid (PA)

- Polyester (PES)
- Polyethylen (PE)
- Polyethylenterephthalat (PET)
- Polyimid (PI)
- Polypropylen (PP)
- Polyquaternium-7 (P-7)
- Polyurethan (PUR)

3. Mikroschadstoffe in Gewässern

„Mikroschadstoffe“ sind seit mehr als zehn Jahren national und international Gegenstand fachlicher und umweltpolitischer Debatten sowie der Forschung. Darüber hinaus wird das Thema auch zunehmend in der Öffentlichkeit wahrgenommen. Als Synonyme für „Mikroschadstoffe“ werden auch die Begriffe „Mikroverunreinigungen“ oder „Spurenstoffe“ verwendet.

Humanarzneimittel sind ein unverzichtbarer Bestandteil des heutigen Lebens. In Deutschland werden **in der Humanmedizin über 2.300 Arzneimittelwirkstoffe** mit geschätzten jährlichen Verbrauchsmengen von mehr als 30.000 Tonnen verkauft. Etwa die Hälfte der Humanarzneimittelwirkstoffe ist nach Information des Umweltbundesamtes als potenziell umweltrelevant einzustufen, weil sie toxisch und nicht leicht abbaubar sind. Der Verbrauch dieser rund 1.200 Humanarzneimittelwirkstoffe mit möglicher Umweltrelevanz lag im Jahr 2012 bei 8.120 t (UBA 2014). In der Tiermedizin sind ca. 600 Wirkstoffe zugelassen, wobei viele Tierarzneimittelwirkstoffe auch in der Humanmedizin verwendet werden. Antibiotika machen den Großteil der abgegebenen Tierarzneimittel aus. Human- und Tierarzneimittelwirkstoffe haben als biologisch aktive Substanzen grundsätzlich ein (öko)toxikologisches Potenzial.

Aktuelle Studien in Deutschland belegen, dass viele Humanarzneimittelwirkstoffe, deren Metabolite (von Mensch oder Tier ausgeschiedene) und Transformationsprodukte (Bildung in Abwasserreinigung, Umwelt, Wasseraufbereitung) in Oberflächengewässer, Grundwässern und Trinkwässern nachweisbar sind.

Arzneimittelwirkstoffe sind aufgrund ihrer vielfach hohen Polarität in der Trinkwasseraufbereitung häufig nur mit erheblichem Aufwand zu entfernen und können daher bis in das Trinkwasser gelangen. Ein erhöhtes Eintragsrisiko besteht dort, wo Oberflächenwasser in Wechselwirkung mit Grundwasser steht oder für die Grundwasseranreicherung genutzt wird, und wo dieses angereicherte Grundwasser bzw. Uferfiltrat als Rohwasser für die Trinkwassergewinnung verwendet wird. Auch in der Abwasserbehandlung ist die Entfernung polarer und biologisch schwer abbaubarer Arzneimittelwirkstoffe nur mit erhöhtem Aufwand zu realisieren.

Die seitens der Kleingruppe beispielhaft betrachteten Haushalts- und Industriechemikalien sind hinsichtlich der Relevanzbetrachtung grob in zwei Gruppen einzuteilen.

Die Stoffe der ersten Gruppe (das Tensid PFOS aus der Gruppe der Per- / Polyfluorierten Chemikalien (PFC), die Flammenschutzmittel Polybromierte Diphenylether (PBDE) und Hexabromcyclododecan (HBCDD)) sind ubiquitär in der

Einleitend ist anzumerken, dass Monitoringdaten für Oberflächengewässer zu im Wasserrecht nicht geregelten Mikroschadstoffen zwar in vielen Bundesländern vorliegen, diese jedoch aufgrund der unterschiedlichen Fragestellungen mit unterschiedlichen Zielsetzungen erhoben und berichtet wurden. Auf dieser Basis ist

derzeit eine deutschlandweite einheitliche Darstellung der Belastungssituation der Oberflächengewässer nicht möglich.

Für die Beantwortung der Fragen der Umweltministerkonferenz erfolgte daher eine Fokussierung auf die beiden größten deutschen Flusseinzugsgebiete Rhein und Elbe. Es erscheint plausibel, diese Erkenntnisse auch auf andere Flussgebiete zu übertragen.

Eine bundesweite einheitliche Darstellung der Belastungssituation für das Grundwasser ist für die beispielhaft betrachteten Arzneimittel sowie Haushalts- und Industriechemikalien ebenfalls derzeit nicht möglich, da für fast alle betrachteten Stoffe flächendeckende Untersuchungen im Grundwasser fehlen.

Tierarzneimittelwirkstoffe können über die Ausbringung von Gülle und Jauche sowie von Gärresten auf landwirtschaftliche Böden und von dort je nach Substanz- und Bodeneigenschaften in das Grundwasser bzw. durch Abschwemmungen oder über Drainagen in die Oberflächengewässer gelangen. Für Tierarzneimittelwirkstoffe liegen derzeit keine umfassenden Erkenntnisse vor. Aufgrund der Eintragspfade und bisheriger Untersuchungen ist allerdings davon auszugehen, dass Tierarzneimittelwirkstoffe nur bei sehr ungünstigen Bedingungen in relevanten Mengen in das oberflächennahe Grundwasser und noch seltener in die Oberflächengewässer gelangen.

Nur für wenige *Human- bzw. Tierarzneimittelwirkstoffe* liegen ökotoxikologisch abgeleitete Bewertungsmaßstäbe vor. Eine Bewertung der Belastung der Gewässer durch Arzneimittel kann daher nur exemplarisch für ausgewählte Wirkstoffe erfolgen. Wie Gewässeruntersuchungen und durchgeführte Modellierungen zeigen, weist das breit angewandte Schmerzmittel Diclofenac in Bezug auf den ökotoxikologisch abgeleiteten UQN-Vorschlag in Abhängigkeit des Anteils an gereinigtem Abwasser weitverbreitet Überschreitungen in deutschen Fließgewässern auf. In deutlich geringerem Ausmaß werden Überschreitungen von UQN-Vorschlägen durch die Wirkstoffe Clarithromycin und in Einzelfällen auch durch Sulfamethoxazol in Fließgewässern mit extrem hohem Abwasseranteil festgestellt. Bei Carbamazepin wird in konventionell gereinigtem Abwasser eine Konzentration im Bereich des UQN-Vorschlags vorgefunden, sodass Überschreitungen in kleinen Gewässern mit extrem hohem Abwasseranteil nicht ausgeschlossen werden können. Für viele – auch mengenmäßig bedeutsame – Arzneistoffe sowie für die meisten Metabolite und für nahezu alle Transformationsprodukte fehlen jedoch entsprechende ökotoxikologische Bewertungen.

Die in Fließgewässern vorgefundenen Konzentrationen an verschiedenen Arzneimittelwirkstoffen (z.B. Metformin, Gabapentin) und Röntgenkontrastmitteln (z.B. Iopamidol, Iomeprol) sowie deren Metaboliten (z.B. Valsartansäure, DHHCarmamazepin) und Transformationsprodukten (z.B. Carboxy-Acyclovir) überschreiten verbreitet und bereits auch in Fließgewässern mit vergleichsweise geringem Abwasseranteil den von den europäischen Wasserversorgern angestrebten Zielwert von 0,1 µg/l.

Für die bereits als prioritäre Stoffe geregelten PFOS, PBDE und HCBDD ist die Überschreitung der Biota-Umweltqualitätsnormen in Fischen zu erwarten bzw. bereits nachgewiesen. Diese Stoffe werden künftig im Oberflächengewässer-Monitoring

gemäß Wasserrahmen-richtlinie bzw. Oberflächengewässerverordnung regelmäßig bundesweit untersucht.

Die Konzentrationen der exemplarisch betrachteten Haushalts- und Industriechemikalien, die nicht im Wasserrecht geregelt sind, liegen in den Oberflächengewässern meist unter den Werten, bei denen nach jetzigem Stand des Wissens nachteilige Auswirkungen auf aquatische Organismen erwartet werden. Anders sieht es für das Schutzgut Trinkwasser aus. Für diese Stoffe wird eine Überschreitung der Leitwerte der europäischen Wasserversorger im Gewässer immer wieder beobachtet (z.B. Benzotriazole).

Meist werden die hier exemplarisch betrachteten Stoffe im Grundwasser nur im Rahmen von Schadensfällen oder Hot Spot Untersuchungen analysiert – und dann wie z.B. die Per- / Mikroschadstoffe in Gewässern.

Die Belastungssituation der Oberflächengewässer und des Grundwassers mit Pflanzenschutzmitteln und deren Metaboliten sowie mit Bioziden stellt sich in Abhängigkeit von den betrachteten Schutzgütern sehr unterschiedlich dar.

Die Konzentrationen der exemplarisch betrachteten Pestizide liegen in den Oberflächengewässern meist unterhalb der Werte, bei denen nach jetzigem Stand des Wissens nachteilige Auswirkungen auf aquatische Organismen erwartet werden. Ausnahmen stellen hier vor allem das Insektizid Imidacloprid sowie das Herbizid Nicosulfuron dar. Hier wurde bundesweit im Zeitraum von 2009 – 2013 an mehr als 10% der untersuchten Messstellen eine Überschreitung des vorgeschlagenen UQN-Jahresmittelwertes (JD-UQN-V) beobachtet.

Vereinzelte bzw. lokal werden Überschreitungen der JD-UQN-V für das Herbizid Flufenacet und die Insektizide Thiacloprid und Thiamethoxam sowie die Biozide Terbutryn und Triclosan beobachtet. Die betrachteten Fungizide überschreiten nur vereinzelt die JD-UQN-V.

Anders sieht es aus, wenn man die Messwerte in Oberflächengewässern in Bezug auf das Schutzgut Trinkwasser bewertet. Für diese Stoffe wird eine Überschreitung der Leitwerte der europäischen Wasserversorger im Gewässer (0,1 µg/l) für einige Stoffe recht häufig beobachtet. Bei den ausgewählten Indikatorstoffen sind hier v.a. Glyphosat, AMPA und die Metabolite der Wirkstoffe Metazachlor und Metolachlor - Metazachlorsulfonsäure und Metolachlorsulfonsäure - zu nennen. Diese Substanzen sind bundesweit an etwa 40% bis 60% der untersuchten Messstellen in Konzentrationen oberhalb von 0,1 µg/l zu finden.

Generell sei darauf hingewiesen, dass hinsichtlich Pestiziden für kleinere Gewässer nach wie vor Daten fehlen.