



Arzneimittelrückstände in Trinkwasser und Gewässern

TAB-Fokus Nr. 22 zum Arbeitsbericht Nr. 183

September 2019

In Kürze

- › Der Verbrauch von Arzneimitteln nimmt zu. Die Arzneistoffe werden von Menschen und Tieren größtenteils wieder ausgeschieden und lassen sich in vielen Gewässern und teilweise auch im Grundwasser nachweisen.
- › Ein akutes oder chronisches Gesundheitsrisiko durch Arzneistoffe im Trinkwasser kann derzeit auf Basis der bestehenden Studien ausgeschlossen werden. Starke Indizien sprechen aber dafür, dass Arzneimittelrückstände in Kombination mit anderen Mikroverunreinigungen Lebensgemeinschaften im Wasser beeinträchtigen. Insgesamt ist das Wissen über das Vorkommen und die Wirkungen von Arzneimittelrückständen in der Umwelt noch lückenhaft.
- › Mit einer Reihe von Maßnahmen, lassen sich – ohne Abstriche im Gesundheitsschutz – die Einträge von Arzneistoffen in Gewässer verringern. Sinnvoll erscheint eine Kombination verschiedener Maßnahmen. Besonders intensiv wird die Aufrüstung großer Kläranlagen mit einer vierten Reinigungsstufe diskutiert.
- › Es ist abzuwägen, welche Maßnahmen im Rahmen einer anzustrebenden umfassenden Mikroschadstoffstrategie konkret ergriffen werden sollten.

Worum es geht

Arzneimittel, die an Menschen oder Tiere verabreicht werden, bleiben zum größten Teil nicht im Körper, sondern werden unverändert oder in Form von Stoffwechselprodukten wieder ausgeschieden. Letztlich gelangen sie über verschiedene Wege in Flüsse und Seen und teilweise bereits ins Grundwasser. Es stellt sich die Frage, ob von diesen Mikroverunreinigungen eine Gefahr für Mensch und Umwelt ausgeht und inwieweit Handlungsbedarf besteht.

Bezüglich des Ausmaßes und der Trends der Mikroverunreinigungen von Gewässern, Grund- und Trinkwasser ist die Datenlage unbefriedigend, denn es gibt in Deutschland bislang keine flächendeckende, systematische Überwachung von Mikroverunreinigungen in Grund- und Oberflächen-

gewässern. Stichprobenuntersuchungen und Schätzungen weisen aber auf einen Anstieg der Verunreinigungen hin. Bestätigt wird dieses Bild durch den wachsenden Gesamtverbrauch an Humanarzneimitteln. Zwischen 2002 und 2012 stieg der Verbrauch um 30 % auf 8.120 t pro Jahr. Bei Tierarzneimitteln lassen sich die Gesamtverbrauchsmengen nicht genau abschätzen, da nur Abgaben von Antibiotika und einigen anderen ausgewählten Wirkstoffen amtlich erfasst werden. Immerhin hat sich der Verbrauch von Antibiotika im Veterinärbereich unter anderem aufgrund gesetzlicher Maßnahmen von 1.706 t (2011) auf 805 t (2015) halbiert. Weil die Abbauprozesse in der Umwelt langwierig sind und der Human- und Veterinärarzneimittelverbrauch in der Summe wohl weiter steigen wird, werden Vorkommen und Konzentrationen von Arzneistoffen und deren Abbauprodukten in der Umwelt vermutlich weiter zunehmen.

In Gewässern und vor allem in Kläranlagenabflüssen wurden Rückstände von Humanarzneimitteln in Konzentrationen von bis zu 10 µg/l, manchmal auch deutlich darüber gefunden. Tierarzneimittelrückstände ließen sich hingegen in Gewässern nur vereinzelt nachweisen. Im Rohwasser von Wasserwerken sind die Konzentrationen von Arzneimittelrückständen in der Regel sehr niedrig oder unterhalb der Nachweisgrenze. In einigen Regionen, wie etwa dem hessischen Ried und in Teilen von Berlin, wurden jedoch Grenzwerte überschritten.

Arzneistoffe zeichnen sich typischerweise dadurch aus, dass sie bereits in geringen Konzentrationen physiologisch wirksam sind. Gegenwärtig gibt es aber noch keine Hinweise, dass diesbezüglich der Genuss von Trinkwasser für den Menschen gesundheitsgefährdend ist. Ebenso wenig sind die Arzneimittelreststoffe in Oberflächengewässern in den derzeit gemessenen Konzentrationen für Menschen un-

Auftraggeber

Ausschuss für Bildung, Forschung und
Technikfolgenabschätzung
+49 30 227-32861
bildungundforschung@bundestag.de

mittelbar gefährlich. Unklar ist jedoch, ob Rückstände von Antibiotika in der aquatischen Umwelt zur Entstehung und Verbreitung von Antibiotikaresistenzen beitragen. Funde von antibiotikaresistenten Keimen in Badegewässern und den Unterläufen von Kläranlagen haben solche Befürchtungen genährt. Hier gibt es noch große Wissenslücken und Forschungsbedarf.

Anders als Menschen sind Fische und andere aquatische Lebewesen den Arzneimittelreststoffen in Gewässern unmittelbar ausgesetzt. Laborversuche und auch erste Freilandbeobachtungen zeigen, dass einige Rückstände die Umwelt belasten. Problematisch sind vor allem Wirkstoffe, die auf das Hormonsystem von Organismen wirken.

Angesichts des vermehrten Vorkommens und der steigenden Konzentration von Arzneimittelreststoffen in Gewässern und im Grundwasser sowie der Hinweise auf negative Umweltwirkungen bei gleichzeitig großen Wissenslücken stellt sich aus Perspektive der Vorsorge die Frage, welche Maßnahmen zu ergreifen sind.

Maßnahmen an der Quelle oder »End of Pipe«?

Humanarzneimittelreststoffe gelangen mit dem Abwasser in das Abwasserkanalsystem. Die Kanäle wirken wie eine Art Trichter und bündeln die Abwasserströme. In den Kläranlagen werden Arzneimittelrückstände mit den derzeitigen Reinigungstechnologien nur teilweise zurückgehalten. Mit einer aufwendigen vierten Reinigungsstufe kann aber in kommunalen Kläranlagen eine Vielzahl unterschiedlicher Mikroschadstoffe – nicht nur Arzneistoffe – zu etwa 80 % eliminiert werden. Die vierte Reinigungsstufe ist damit eine Ausnahme von der Regel, dass Maßnahmen an der Quelle sogenannten End-of-Pipe-Technologien überlegen sind. Im Umkehrschluss bedeutet dies jedoch nicht, dass es aus-

reicht, sich auf den Einsatz der vierten Reinigungsstufe zu beschränken. Denn die Elimination von Schadstoffen ist nie vollständig und es können dabei wiederum unerwünschte Sekundärstoffe erzeugt werden. Außerdem werden die Eintragspfade für Tierarzneimittel nicht erfasst.

Abb. 1 Kläranlage mit vierter Reinigungsstufe



Bild: BR-Studio Franken/Michael Reiner

Tierarzneimittelrückstände nehmen typischerweise einen anderen Weg als Humanarzneimittel. Mit der Gülle und dem Dung aus Ställen werden sie auf Wiesen und Äcker verbracht. Bei Weidehaltung gelangen sie ebenfalls auf Wiesen. Von dort werden sie in Böden eingetragen und versickern ins Grundwasser, oder sie werden bei Regen in Oberflächengewässer geschwemmt. Durch den Wasserkreislauf sind die verschiedenen Umweltkompartimente miteinander verbunden.

Was kann konkret getan werden?

Entsprechend den verschiedenen Quellen und Eintragswegen gibt es grundsätzlich drei Bereiche, in denen Maßnahmen zur Verminderung von Mikroverunreinigungen von

Antibiotikaresistenzen

- Antibiotika sind Medikamente gegen bakterielle Infektionen. Bakterien können aber resistent gegen Antibiotika werden, sodass diese ihre Wirksamkeit einbüßen. Antibiotikaresistenzen sind eine ernstzunehmende Gefahr für die öffentliche Gesundheit. Es wird geschätzt, dass weltweit rund 700.000 Menschen jährlich an einer Infektionskrankheit sterben, weil Keime gegen die verfügbaren Antibiotika resistent sind.
- Bakterien vermehren sich schnell und wandeln dabei ihr Erbgut. Wenn ein Antibiotikum unzureichend dosiert ist, sodass es die Vermehrung der Bakterien nicht völlig verhindert, übt es einen Selektionsdruck auf die Bakterien aus, was die Entstehung resistenter Keime begünstigt. Antibiotikaresistenzen können also dort entstehen, wo Antibiotika in erhöhten Konzentrationen vorkommen, etwa in Krankenhäusern oder Tierställen.
- Sicherlich sind Gewässer in Deutschland keine Hauptquelle von Antibiotikaresistenzen, dennoch hat der Nachweis von multiresistenten Keimen in niedersächsischen Bächen, Flüssen und Badeseen im Februar 2018 überrascht und zugleich Besorgnis erregt. Die Antibiotikakonzentrationen in deutschen Gewässern sind eigentlich zu niedrig, um einen signifikanten Selektionsdruck auf Bakterien auszuüben. Deshalb bleibt momentan unklar, wo die Resistenzen entstanden und wie sie sich ausgebreitet haben. Hier besteht erheblicher Forschungsbedarf.

Grundwasser und Oberflächengewässer durch Arzneimittel ansetzen können (Abb. 2).

Im Gesundheitsbereich könnte der Arzneimittelbedarf beispielsweise durch eine allgemeine Gesundheitsförderung und Präventionsmaßnahmen – als Nebeneffekt – etwas gesenkt werden, wie eine Pilotstudie in Baden-Württemberg nahelegt. Vorgeschlagen wird auch, bei der Neuentwicklung von Medikamenten nicht nur die therapeutische Wirkung im Blick zu haben, sondern auch auf möglichst geringe unerwünschte Umweltwirkungen zu achten.

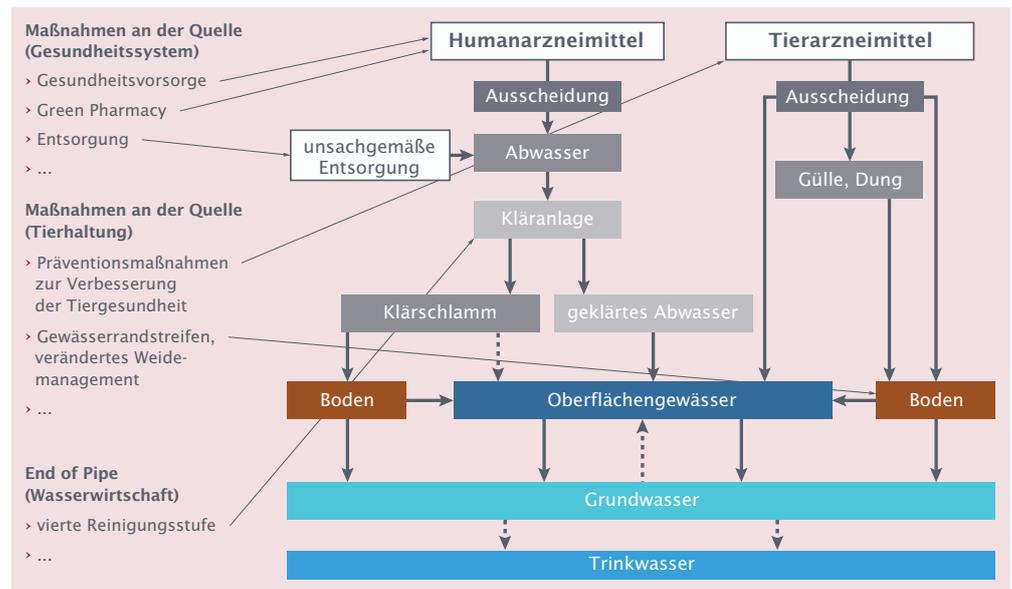
Die Sensibilisierung von Ärztinnen und Ärzten, Patientinnen und Patienten für die Rückstandsproblematik kann sich ebenfalls auf den Arzneimittelverbrauch auswirken. Ein weiteres Feld ist die Entsorgung von Alt- und Restmedikamenten. Zwar existieren bereits umweltgerechte und sichere Entsorgungswege, diese werden aber nicht hinreichend genutzt, weil sie oftmals nicht bekannt sind. Breit angelegte Informationskampagnen könnten dazu beitragen, dass Alt- und Restmedikamente nicht mehr unsachgemäß über die Kanalisation entsorgt werden.

In der Tierhaltung gibt es ebenfalls Möglichkeiten, den Arzneimittelverbrauch zu senken, ohne das Tierwohl zu gefährden. Beispiele sind Aufklärungsmaßnahmen und Fortbildungen für Landwirtinnen und Landwirte sowie Tierärztinnen und Tierärzte über Präventionsmaßnahmen zur Verbesserung der Tiergesundheit und damit zur Verringerung des Arzneimittelverbrauchs. Art und Weise, wie der sogenannte Wirtschaftsdünger, also Gülle und Dung, gelagert, aufbereitet und auf Felder ausgebracht wird, beeinflussen den Abbau und die Bioverfügbarkeit von Arzneimittelreststoffen. Des Weiteren könnten Gewässerrandstreifen bei Äckern oder ein verbessertes Flächenmanagement bei Weidetrieben die Einträge von Wirtschaftsdünger und damit auch von Arzneimittelrückständen in Gewässer reduzieren.

Im Bereich der Wasserwirtschaft ist die vierte Reinigungsstufe kommunaler Kläranlagen sicherlich die bedeutendste, aber nicht die einzige mögliche Maßnahme. Denkbar wäre ergänzend, die Einleitung von Rückständen aus der Arzneimittelproduktion in die Gewässer zu verringern, indem etwa die Produktionsverfahren verändert oder die Abwässer der Anlagen in Betriebskläranlagen mit weiter gehender

Spurenstoffelimination besser gereinigt werden. Hierbei können nicht nur Aktivkohle und Ozonung zum Einsatz kommen, wie bei den vierten Reinigungsstufen kommunaler Kläranlagen, sondern in Abhängigkeit von der Belastungssituation auch z.B. Membranfilteranlagen und UV-Bestrahlung. Sinnvoll ist eventuell auch eine separate Sammlung von Abwässern aus Krankenhäusern, die mit speziellen, schlecht abbaubaren Substanzen belastet sind, wie z. B. Röntgenkontrastmittel.

Abb. 2 Eintragspfade von Arzneimittelrückständen in Gewässern und Ansatzpunkte für Gegenmaßnahmen



Eigene Darstellung auf Grundlage von Ebert et al. 2014

Die Verhältnismäßigkeit konkreter Maßnahmen zur Verringerung von Arzneistoffen hängt – neben der Schädigung der Einträge – stark vom Wissensstand über die nichtintendierten Nebenfolgen der Human- und Tierarzneimittel und dem Vertrauen in dieses Wissen ab. Abgesehen von Maßnahmen, die direkt die Einleitung von Arzneimittelreststoffen in die Umwelt verringern, sind die Verbesserungen der Informationsgrundlagen und das Schließen von Wissenslücken deshalb wichtige Bausteine, um zukünftig besser abschätzen zu können, welche Maßnahmen ergriffen und wie viel Aufwand zur Verminderung der Mikroverunreinigungen getätigt werden sollten. Hierzu gehören ein breiteres Monitoring von Mikroverunreinigungen und deren Umweltwirkungen, Forschungen zur Umweltverträglichkeit der Wirkstoffe, aber auch die systematische Beobachtung der Nebenwirkungen in der Umwelt, die sogenannte Ökopharmakovigilanz. Sinnvoll wäre insbesondere, das bestehende Pharmakovigilanzsystem für Humanarzneimittel, das an einer zentralen Stelle die medizinischen Nebenwirkungen erfasst, mit einem umfassenden Umweltinformationssystem zu ergänzen.

Gesucht: eine gute Gesamtstrategie

Steigende Verbrauchsmengen von Arzneimitteln, wachsende Konzentrationen von Arzneimittelrückständen im Wasser und sich verdichtende Hinweise auf schädliche Wirkungen sind Argumente dafür, nicht nur intensiver und systematischer Informationen über die Rückstände und ihre Wirkungen zu sammeln, sondern auch zeitnahe Minderungs- und Vermeidungsmaßnahmen zu ergreifen. Eine sinnvolle Strategie wird sicherlich aus einer geschickten Kombination verschiedener Maßnahmen bestehen und sollte nicht auf die Frage reduziert werden, in welchem Umfang kommunale Kläranlagen mit einer vierten Reinigungsstufe zu ergänzen sind. Ziel muss es sein, die Einträge von Arzneimittelrückständen aus unterschiedlichen Quellen zu vermindern, gleichzeitig aber auch die Wissensgrundlage zu verbessern, das Verursacherprinzip zu stärken und die Akzeptanz zu fördern.

Die Entwicklung einer guten Gesamtstrategie für den Umgang mit Arzneimittelrückständen im Wasser ist im Kern eine politische Aufgabe, die letztendlich im Rahmen eines demokratischen Entscheidungsprozesses angegangen werden muss. Folgende allgemeine Hinweise sollten dabei berücksichtigt werden:

- **Einbettung in eine Mikroschadstoffstrategie:** Eine Strategie gegen Arzneimittelrückstände sollte in eine umfassendere Mikroschadstoffstrategie eingebettet werden, unter anderem deshalb, weil Arzneimittelrückstände nur eine Klasse unter vielen Mikroverunreinigungen sind und weil insbesondere die Aufrüstung kommunaler Kläranlagen mit einer vierten Reinigungsstufe eine wichtige Maßnahmenoption ist, die gegen eine große Bandbreite von Mikroverunreinigungen wirkt.
- **Umsetzung und Beteiligung:** Neben der EU setzt die Bundespolitik die wesentlichen rechtlichen und administrativen Rahmenbedingungen, insbesondere im Wasser- und im Arzneimittelrecht. Das Bundesumweltministerium (BMU) hat 2016 einen mehrjährigen Stakeholderdialog »Spurenstoffstrategie des Bundes« initiiert. Es ist zu hoffen, dass von diesem Dialog Impulse ausgehen, die von den verschiedenen politischen Akteuren aufgegriffen, in rechtliche Regelungen umgesetzt und

TAB-Arbeitsbericht Nr. 183

Arzneimittelrückstände in Trinkwasser und Gewässern

Bernd Klauer



Projektinformation

www.tab-beim-bundestag.de/de/untersuchungen/u10800.html

Projektleitung und Kontakt

Prof. Dr. Bernd Klauer
+49 341 235-1702
bernd.klauer@ufz.de

durch geeignete administrative Maßnahmen begleitet werden. Darüber hinaus sind eine breite Akzeptanz und eine aktive Beteiligung möglichst vieler Akteure eine wichtige Voraussetzung für das Gelingen einer Arzneimittelrückstände- und Mikroschadstoffstrategie. Angesprochen sind Unternehmen, Verbände, Krankenkassen, Tierärztinnen und -ärzte, Landwirtinnen und -wirte sowie die Konsumentinnen und Konsumenten.

- **Finanzierung:** Die Umsetzung einer Strategie gegen Arzneimittelrückstände und andere Mikroverunreinigungen im Wasser verursacht signifikante Kosten. Für die wichtige Maßnahme der vierten Reinigungsstufe gibt es bereits Kostenschätzungen wie auch konkrete Finanzierungsvorschläge. Für viele der anderen diskutierten Maßnahmen liegen hingegen noch nicht einmal grobe Kostenanschläge vor. Insofern ist es derzeit auch nicht möglich, einigermaßen verlässliche Hochrechnungen für die Gesamtkosten der verschiedenen Maßnahmenkombinationen zu geben. Das Beispiel der Schweiz, wo die vierte Reinigungsstufe neuerdings bei großen Anlagen und an belasteten Gewässern vorgeschrieben ist, zeigt, dass auch aufwendige Maßnahmen finanziert werden können, wenn ein politischer Wille zur Durchführung besteht. Für die Refinanzierung von Maßnahmen kommen beispielsweise allgemeine Haushaltsmittel, Gebühren, eine Erhöhung bzw. Ertüchtigung der Abwasserabgabe oder andere Abgaben infrage.

Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) berät das Parlament und seine Ausschüsse seit 1990 in Fragen des wissenschaftlich-technischen Wandels. Das TAB ist eine organisatorische Einheit des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) im Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Zur Erfüllung seiner Aufgaben kooperiert es seit September 2013 mit dem IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH sowie der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. Von September 2013 bis August 2018 war das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ weiterer Kooperationspartner. Der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung entscheidet über das Arbeitsprogramm des TAB, das sich auch aus Themeninitiativen anderer Fachausschüsse ergibt. Die ständige »Berichterstattergruppe für TA« besteht aus dem Ausschussvorsitzenden Dr. Ernst Dieter Rossmann (SPD) sowie je einem Mitglied der Fraktionen: Stephan Albani (CDU/CSU), René Rösper (SPD), Dr. Michael Ependiller (AFD), Prof. Dr. Andrew Ullmann (FDP), Ralph Lenkert (Die Linke), Dr. Anna Christmann (Bündnis 90/Die Grünen).