

10. Berliner Kolloquium der Gottlieb Daimler- und Karl Benz-Stiftung
in Zusammenarbeit mit dem
Engler-Bunte-Institut der Universität Karlsruhe und der
Wasserchemischen Gesellschaft, Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker
am 17. Mai 2006 in der Akademie der Konrad-Adenauer-Stiftung, Berlin

Heil-Lasten – Arzneimittelrückstände in Gewässern

Leitung:
Prof. Dr. Fritz H. Frimmel, Universität Karlsruhe

Heil-Lasten: Arzneimittel – Segen für die Menschheit, Fluch für die Umwelt?

Einführung: Vaillant und Vonderstein TEXTE, Berlin

Arzneimittel sind ein Segen für die Menschheit. Sie helfen, Krankheiten schneller zu heilen, sie lindern Beschwerden und verlängern unser Leben. In den Ländern der Europäischen Union sind ungefähr 3000 verschiedene Arzneimittelwirkstoffe in Gebrauch, von denen einzelne Gruppen allein in Deutschland in Mengen bis zu mehreren Tonnen pro Jahr verabreicht werden.

Doch diese Medikamente und ihre Wirkstoffe lösen sich nach der Einnahme nicht immer in Wohlgefallen auf. Bis zu 95 % der eingenommenen Wirkstoffe werden vom Patienten wieder ausgeschieden und gelangen, ebenso wie ein Teil der Arzneimittelrückstände aus der pharmazeutischen Forschung und Produktion, in den Gewässerkreislauf. Dort können sie unvorhergesehene ‚Nebenwirkungen‘ entfalten, die auf keinem Beipackzettel vermerkt sind. Es gibt erste Hinweise auf schädliche Auswirkungen. Aber in welchem Maße diese Stoffe – vor allem auf lange Sicht – ein Risiko für Mensch und Natur darstellen, ist bislang noch nicht geklärt. Eines aber steht fest: Die potentielle Gefahr für Mensch und Natur lässt sich nur bannen, wenn neue Methoden entwickelt werden, um zu verhindern, dass die Wirkstoffe in den Wasserkreislauf gelangen. Denn selbst modernste Kläranlagen können diese Stoffe nicht vollständig entfernen, und so gelangen sie in die Fließgewässer, in das Grundwasser und in seltenen Fällen sogar in das Trinkwasser. Auch eine umwelt- und ressourcenschonende Arzneimittelproduktion sowie die umweltgerechte Entsorgung von Medikamenten kann helfen, die Gefahr für Mensch und Natur zu verringern.

Wege in die Umwelt

Nach Angaben des Bundesverbandes der Arzneimittel-Hersteller e.V. haben Patienten im Jahr 2004 nach dem Arztbesuch 666 Mio. Packungen Arzneimittel mit nach Hause genommen. Rechnet man die rezeptfreien Verordnungen und die eigene Anwendung rezeptfreier Arzneien hinzu, werden in Deutschland jährlich ca. 30 Tausend Tonnen Arzneimittel verabreicht. Was passiert mit diesen Medikamenten nach der Einnahme? Unser Körper scheidet die Arzneimittelwirkstoffe unverändert oder in Form von Metaboliten (pharmazeutischen Reststoffen) – hauptsächlich über den Urin – wieder aus. Durch die Kanalisation gelangen diese Stoffe mit dem Abwasser in Kläranlagen. Dort werden sie nur zum Teil eliminiert, so dass sie mit dem gereinigten Abwasser in die Gewässer fließen. Ein beachtlicher Teil der verordneten Medikamente wird allerdings gar nicht erst eingenommen oder nicht restlos aufgebraucht. So landen in Deutschland jedes Jahr vier Tausend Tonnen Salben, Lösungen, Zäpfchen und Tabletten im Hausmüll und von dort aus in Mülldeponien. Haushalte gelten somit als Hauptquelle für Verunreinigungen der Umwelt durch Arzneimittelrückstände.

Neben den Arzneimitteln, die in der Humanmedizin eingesetzt werden, verabreichen Tierärzte weitere 2 500 Tonnen Pharmaka, hauptsächlich an Nutztiere. Darüber hinaus wird bei der intensiven Tierhaltung dem Tierfutter eine unbekannte Menge an Arzneimitteln zur „Leistungssteigerung“ beigemischt. Während Humanpharmaka hauptsächlich über das Abwassersystem in die aquatische Umwelt vordringen, gelangen Veterinärpharmaka mittels Gülle und Tiermist in den Boden und über das Sickerwasser ins Grundwasser.

Klärwerke: Sauber, aber nicht rein

Erste Messungen zum Nachweis hormoneller Wirkstoffe im Trinkwasser reichen bis in die 70er Jahre zurück. Seither wurde das Vorkommen von Pharmaka in geringen Konzentrationen in Grund- und Trinkwasser in verschiedenen europäischen Ländern wiederholt bestätigt. Besonders belastet sind kleine Flüsse und Kanäle in dicht besiedelten Gebieten mit einem hohen Abwasseranteil. Insgesamt konnten bisher mehr als hundert verschiedene Arzneimittelwirkstoffe und deren Abbauprodukte in Spurenkonzentrationen von einigen Nanogramm (Milliardstel Gramm) bis Mikrogramm (Millionstel Gramm) pro Liter nachgewiesen werden. Wissenschaftler gehen allerdings davon aus, dass die Zahl der identifizierten Stoffe mit der Entwicklung verfeinerter Analysemethoden weiter steigen wird.

„Kommunale Kläranlagen sind nicht gerade vorrangig dafür bestimmt, Rückstände von Spurenstoffen im Nano- bzw. im Mikrogrammbereich je Liter zu entfernen“, gibt Thomas Heberer vom Bundesinstitut für Risikobewertung in Bonn zu bedenken. Im Laufe des Klärprozesses können zwar einzelne Wirkstoffe abgebaut werden, allerdings unterschiedlich gut. Während beispielsweise in der medizinischen Diagnostik eingesetzte Röntgenkontrastmittel kaum abgebaut werden, kann Salicylsäure (Wirkstoff zur Behandlung von Hautkrankheiten und Stoffwechselprodukt nach Einnahme von Aspirin) im Klärwerk fast vollständig aus dem Wasser entfernt werden.

Unerwünschte Nebenwirkungen: Gefahr für Mensch und Umwelt?

In vielen Gemeinden auf der ganzen Welt – insbesondere in Ballungsgebieten – wird zur Trinkwasseraufbereitung auf Oberflächenwasser (Flüsse und Seen) zurückgegriffen, also auf Wasser aus Gewässern, in die teilweise auch gereinigte Abwässer eingeleitet werden. Auf diese Weise können im schlimmsten Fall die nicht komplett entfernten Wirkstoffe mit dem Trinkwasser in den menschlichen Organismus gelangen. Auch in Fischen, von denen einige auf dem Essteller landen, können sich Reststoffe aus Arzneimitteln angereichert haben.

Im Unterschied zum Menschen sind Organismen im Wasser und im Boden den Arzneimittelspuren ständig und in stärkerem Maße ausgesetzt. Die Konzentration von Arzneimittelrückständen in Fließgewässern entspricht etwa der Belastung mit Pflanzenschutzmitteln und kann im Grundwasser sogar darüber liegen. Arzneimittel können jedoch aufgrund ihrer biologischen Wirksamkeit bereits in geringen Spurenkonzentrationen zu einer Gefahr für die Umwelt werden. Neben den einzelnen Wirkstoffen selbst spielen auch deren Abbauprodukte eine wichtige Rolle. Welche Abbauprodukte bei der Vielzahl von Wirkstoffen entstehen, ist allerdings noch weitgehend unbekannt. Hinzu kommt, dass immer neue Wirkstoffe und Wirkstoffkombinationen auf den Markt kommen. Dazu gehört auch der Zukunftsmarkt biotechnologisch entwickelter Arzneien.

Wenn es um das Verhalten der Wirkstoffe und deren Langzeitwirkung in der Umwelt geht, tappen Toxikologen, Biologen und Chemiker heute noch weitgehend im Dunkeln. „Für diese neuen Umweltschadstoffe überwiegt derzeit das toxikologische Nichtwissen“, resümiert Tamara Grummt, Toxikologin im Umweltbundesamt (Bad Elster).

Geringe Spuren, große Wirkung: Das Beispiel Antibiotika

Auf der ganzen Welt wurden in gereinigtem Abwasser Antibiotika nachgewiesen. Das kann Konsequenzen auf verschiedenen Ebenen haben: Zum einen ist es nicht ausgeschlossen, dass Antibiotika im Abwasser die biologische Abwasserreinigung beeinträchtigen. Zum anderen können der steigende Verbrauch von Antibiotika sowie ihre Verbreitung in der Umwelt zur Entwicklung resistenter Bakterien führen. Diese sind wiederum möglicherweise eine der Ursachen für die weltweit zu beobachtenden wachsenden Mehrfachresistenzen gegenüber Antibiotika. Spuren von Antibiotika stehen außerdem im Verdacht, Mikroorganismen im Wasser und in den Böden anzugreifen.

Das Beispiel hormonell wirksamer Substanzen

Neben Arzneiwirkstoffen im Wasser haben auch Vorkommen hormonell (endokrin) wirksamer Substanzen die Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Von größter Bedeutung sind hierbei natürliche und synthetisch hergestellte Hormone. Auch für zahlreiche Industriechemikalien (z. B. Weichmacher oder Monomere der Kunststoffherstellung) wurden hormonähnliche Wirkungen nachgewiesen. Östrogene, die u. a. durch die Einnahme von Antibabypillen in die Gewässer gelangen, stehen schon seit längerem im Verdacht, bei männlichen Fischen

Veränderungen hervorzurufen, die zur Bildung weiblicher Geschlechtsorgane führen. Dies wurde bislang vor allem bei Flussfischen, neuerdings aber auch bei Meeresfischen beobachtet. Synthetische und natürliche Hormone finden sich zwar wegen ihrer relativ guten Abbaubarkeit nur in sehr niedrigen Konzentrationen in Klärwerksabläufen, doch selbst geringe Mengen im Nanogrammbe- reich können eine große Wirksamkeit entfalten. Die schädlichen Auswirkungen künstlicher Hormone auf im Wasser lebende Organismen wurden bereits in zahlreichen Experimenten bestätigt.

Was können wir tun, um uns zu schützen?

Arzneimittelrückstände gehören zu den „neuen Umweltgiften“. Der Umgang mit ihnen stellt die Industrieländer heute vor ähnliche Herausforderungen wie in den 70er und 80er Jahren, als angesichts der verheerenden Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln Handlungsbedarf entstand. Im Unterschied zu damals lässt sich das Problem bei Arzneimitteln allerdings nicht mit Verboten aus der Welt schaffen.

Umweltprüfung für Medikamente

Auf staatlicher Ebene wurde bislang in erster Linie bei den nationalen und internationalen Zulassungsbedingungen für Tier- und Humanarzneimittel angesetzt. Eine Umweltprüfung für Tier- und Humanarzneimittel wurde erstmals durch Richtlinien der Europäischen Union eingeführt und Ende der 90er Jahre auch in deutsches Recht umgesetzt. Seitdem bewertet das Bundesumweltamt die Umweltauswirkungen von neuen Arzneimitteln. Inzwischen setzt sich in Deutschland aber das Umweltbundesamt dafür ein, dass in Zukunft nicht nur neu entwickelte Medikamente, sondern auch die bereits in Gebrauch befindlichen Alt-Medikamente nachträglich einer Umweltprüfung unterzogen werden. Vorbild könnte ein in Schweden eingeführtes Umweltlabel für Arzneimittel sein. Das ‚Gütesiegel‘ wird in Kooperation mit der chemischen Industrie vergeben und eröffnet Arzt und Patient die Möglichkeit, zwischen Medikamenten mit ähnlicher Wirkung das umweltfreundlichste auszuwählen.

Bei der Bewertung des Umweltrisikos stoßen Wissenschaftler allerdings schnell an Grenzen: Ein Problem bei der Risikoabschätzung von Arzneimitteln ist, dass es keine gesicherten Zahlen über die Verbrauchsmengen gibt. Zudem lassen sich potentielle umweltschädliche Wirkungen nicht immer in Experimenten simulieren. Der Ökotoxikologe Karl Fent hält deshalb klassische Verfahren der Umweltprüfung für nicht ausreichend und fordert „gezielte Untersuchungen, die den Wirkungsmechanismus berücksichtigen, auf chronische Effekte gerichtet und ökologisch realistischer sind, wie beispielsweise Studien mit Modellökosystemen“.

Arzneimittelproduktion

In den letzten Jahren wurden immer geringere Mengen von wirkstoffhaltigen Abwässern aus der Arzneimittelproduktion in Flüsse und Kanäle eingeleitet, so

dass sie für die Schadstoffbelastung inzwischen eine untergeordnete Rolle spielen. Auf der Produzentenseite gibt es nach Ansicht von Fritz Frimmel, Professor für Wasserchemie an der Universität Karlsruhe, mehrere ermutigende Beispiele, an die man anknüpfen sollte. So wird bei der Produktion der biologisch schlecht abbaubaren jodierten Röntgenkontrastmittel heute eine besonders wirksame Abfallbehandlung praktiziert, die die Rückgewinnung des Wertstoffs Jod ermöglicht. Frimmel schlägt vor, dass die Pharmaindustrie ihre Rolle als Dienstleister ausbaut und mit Hilfe dieser Verfahren beispielsweise auch jodhaltige Abfälle aus Krankenhäusern aufbereitet und der Wiederverwertung zuführt.

Verschreibungspraxis und Abfallvermeidungsstrategien

Eine Richtlinie der Europäischen Union legt fest, dass Alt-Arzneimittel nicht zu den gefährlichen Abfällen zählen und daher als Hausmüll entsorgt werden können. Als Sondermüll gelten lediglich im Krankenhaus verabreichte Zytostatika. Es empfiehlt sich aber, Arzneimittelreste aus Haushalten nicht in die Mülltonne zu werfen, sondern sie bei Apotheken abzugeben. Diese versprechen eine „sachgerechte Entsorgung“. Bei den allermeisten Apotheken werden die Altmedikamente nach Angaben der Bundesvereinigung Deutscher Apothekerverbände von einem Entsorgungsservice abgeholt und danach verbrannt.

Zur Müllvermeidung kann auch eine mengenmäßig sinnvolle Dosierung beitragen, die der jeweiligen Behandlungsdauer angepasst ist. Beim Einsatz von Tierpharmaka empfiehlt Gerd Hamscher, Toxikologe bei der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, eine sorgfältige Abwägung und insbesondere bei Antibiotika die Einhaltung der Mindestanforderungen, wie in den Leitlinien der Bundestierärztekammer festgelegt.

Vorbehandlung von Krankenhausabwässern

Abwässer aus Krankenhäusern haben, verglichen mit gewöhnlichem Haushaltsabwasser, meist eine erhöhte Medikamentenkonzentration. Hier bietet sich daher eine gezielte Abwasserbehandlung bereits vor Ort an. Thomas Ternes von der Bundesanstalt für Gewässerkunde schlägt vor, Krankenhausabwasser mit Hilfe von Membranfiltern (einem mechanischen Reinigungsverfahren) oder der Ozonung (einem chemischen Reinigungsverfahren) zu behandeln. Eine weitere Strategie, die in diese Richtung zielt, ist unter dem Stichwort „Urinseparation“ bekannt: Da Arzneimittel zum größten Teil über den Urin ausgeschieden werden, könnte der Urin der Patienten in Krankenhäusern gesammelt und in technischen Anlagen vorbehandelt werden, bevor er ins Abwasser gelangt.

Neue Analyse- und Abwasserreinigungsverfahren

Die Ozonung und die aktivierten Oxidationsverfahren bieten sich neben biologischen Verfahren als viel versprechende Methoden bei der Abwasserreinigung, aber auch bei der Trinkwasseraufbereitung an. Zu diesem Ergebnis kam ein EU-Forschungsprojekt (Poseidon), in dem vorhandene Technologien auf ihre

Leistungsfähigkeit bei der Eliminierung von Arzneimittelrückständen geprüft wurden. Mit diesen zusätzlichen Reinigungsstufen könnten die Rückstände von Arzneimitteln weiter verringert werden.

Will man Mensch und Natur schützen, ist es nach Ansicht des Wasserchemikers Fritz Frimmel jedoch am sinnvollsten, möglichst nicht erst bei der Abwasserreinigung anzusetzen, sondern bereits beim Verursacher, nämlich dort, wo der ‚Abfall‘ entsteht. Man könne sogar noch einen Schritt weiter zurückgehen und beim ersten Glied in der Kette eingreifen, bei der Arzneimittelentwicklung: „Wenn der Umweltaspekt bereits bei der Medikamentenentwicklung und bei den Zulassungsverfahren für Arzneien bedacht wird, würden wir im Idealfall nur noch solche Medikamente entwickeln, deren Wirkstoffe nach der Anwendung entfernt oder in umweltverträgliche Produkte überführt werden können.“ Damit das kein frommer Wunsch bleibt, so seine Forderung, muss die Politik über die Ressortgrenzen hinweg zusammenarbeiten und alle beteiligten Akteure an einen Tisch bringen.