

Arzneimittel in der Umwelt

Hrsg.: Matthias Dürr¹ und Henner Hollert²

¹ Institut für Hygiene, Universität Halle-Wittenberg, J.-A.-Segner-Str. 12, D-06108 Halle (Saale) (matthias.duerr@medizin.uni-halle.de)

² Institut für Zoologie, Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 230, D-69120 Heidelberg (Hollert@uni-heidelberg.de)

Medikamentenentsorgung in privaten Haushalten: Ein Faktor bei der Gewässerbelastung mit Arzneimittelwirkstoffen?*

Konrad Götz und Florian Keil**

Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE) GmbH, Hamburger Allee 45, 60486 Frankfurt am Main

** Korrespondenzautor (keil@isoe.de)

DOI: <http://dx.doi.org/10.1065/uwsf2007.07.201>

Bitte zitieren Sie diesen Beitrag wie folgt: Götz K, Keil F (2007): Medikamentenentsorgung in privaten Haushalten: Ein Faktor bei der Gewässerbelastung mit Arzneimittelwirkstoffen? USWF – Z Umweltchem Ökotox 19 (3) 180–188

Zusammenfassung

Hintergrund. Rückstände von Humanpharmaka werden mittlerweile verbreitet in der aquatischen Umwelt nachgewiesen. Der Haupteintag erfolgt dabei über die kommunalen Kläranlagen: Nach der Einnahme werden die Wirkstoffe oder ihre Metabolite vorwiegend über den Urin ausgeschieden und gelangen so in die Abwässer. Weitgehend ungeklärt ist jedoch bislang, inwiefern auch die unsachgemäße Entsorgung von Altarzneimitteln über die häuslichen Sanitäreinrichtungen (Toilette oder Ausguss) zu den gemessenen Umweltkonzentrationen beiträgt.

Ziel dieser Untersuchung war es zu klären, ob Verbraucherinnen und Verbraucher Medikamentenreste in Deutschland auch direkt über die häuslichen Abwässer entsorgen. Dazu wurde im Juli und August 2006 eine bevölkerungsrepräsentative Befragung von 2.000 Personen durchgeführt.

Ergebnisse. Die Untersuchung hat gezeigt, dass die Entsorgung von Altarzneimitteln über die häuslichen Abwässer in relevantem Umfang stattfindet: ca. 16% der Bevölkerung entsorgt zumindest gelegentlich übrig gebliebene Tabletten in der Toilette während dieser Wert bei flüssigen Medikamenten sogar bei rund 43% liegt (Toilette oder Ausguss).

Diskussion. Ein möglicher Grund für dieses Entsorgungsverhalten ist die weithin uneinheitliche Abfallkommunikation im Hinblick auf Medikamentenabfälle in Kommunen und Ländern. Die dadurch verursachte Unsicherheit über die richtige Art der Entsorgung von Altarzneimitteln gewinnt im Kontext der hohen Recyclingbereitschaft der (deutschen) Bevölkerung an Bedeutung: Für die im Zuge der Abfalltrennung entstehenden Reststoffe (Tabletten oder Flüssigkeiten) werden oft keine adäquaten Entsorgungsmöglichkeiten gesehen.

Schlussfolgerungen. Quantitative Abschätzungen auf Basis der erhobenen Daten zeigen, dass die ermittelte Häufigkeit einer Entsorgung von Altarzneimitteln über die häuslichen Abwässer einen zum Teil deutlichen Beitrag zur Gewässerbelastung mit Arzneimittelwirkstoffen leisten kann. Entscheidende Parameter bei dieser Betrachtung sind die Ausscheidungsrate eines Wirkstoffs und die tatsächlich anfallenden Restmengen.

Empfehlungen. Vor dem Hintergrund der Untersuchungsergebnisse sind Maßnahmen geboten, die insgesamt zu einem sachgerechteren Umgang mit Medikamentenabfällen beitragen. Es wird die Schaffung eines einheitlichen und verbindlichen Entsorgungsstandards für Altarzneimittel ausschließlich über die Rückgabe in Apotheken empfohlen. Diese Maßnahme muss mit einer Vereinfachung des für die Apotheken zum Teil aufwändigen Rücknahmesystems einhergehen.

Schlagwörter: Abwasser; Arzneimittelwirkstoffe; Entsorgungsverhalten; Gewässerbelastung; Medikamentenentsorgung

Abstract

Drug disposal in private households: Does the disposal of pharmaceuticals via domestic sanitary devices contribute to water contamination?

Background. Residues of pharmaceuticals are meanwhile detected widely in the aquatic environment. Waste water treatment plants are the main route of entry: after intake the agents or their metabolites are excreted predominantly via urine into the sewage. Largely unknown is, however, if the improper disposal of unused medicines via domestic sanitary devices (toilet or sink) contributes to the measured concentrations in the environment.

Aim of this investigation was to clarify to what extent consumers in Germany dispose of unused medicines directly via domestic sewage. In July and August 2006 a representative survey of the population with 2.000 interviewees was performed for this purpose.

Results. The analysis of the survey shows that the disposal of unused medicines via domestic sewage takes place on relevant scales: approx. 16% of the population dispose at least occasionally of unused or expired tablets in the toilet whereas 43% proceed alike with liquid drugs (toilet or sink).

Discussion. A possible reason for this disposal behaviour is the widely inconsistent waste disposal communication by the municipalities and the federal states. The resulting uncertainty about the correct way to dispose of unused medicines gains in importance in the context of the high recycling willingness of the (German) population: appropriate disposal options for drug residues (tablets or liquids) arising from waste separation are often not realised.

Conclusions. Quantitative assessments on the basis of the collected data demonstrate that the established frequency of direct disposal of unused medicines via domestic sewage can partly contribute significantly to the occurrence of pharmaceuticals in the aquatic environment. Crucial parameters are here the excretion rate of the active pharmaceutical ingredient considered and the actual amount of medication waste.

Recommendations. Based on the inquiry results, measures that lead to a more adequate handling of pharmaceutical waste disposal are demanded. The establishment of a consistent and binding disposal standard for unused medicines via return in pharmacies is recommended. This measure needs to be accompanied by a simplification of the established take back systems which partly cause high time and effort for pharmacies.

Keywords: Disposal routines; drug disposal; pharmaceutical agents; sewage; water contamination

* ESS-Subject Editor: Dr. Matthias Dürr (matthias.duerr@medizin.uni-halle.de)

Einleitung

Seit Anfang der 1990er Jahre eher zufällig in Berliner Trinkwasserquellen Clofibrinsäure – der aktive Metabolit der als Lipidsenker eingesetzten Arzneimittelwirkstoffe Clofibrat, Etofibrat und Etofyllinclofibrat – gefunden wurde (Stan et al. 1994), können heute Rückstände von Arzneimitteln in nahezu allen Oberflächengewässern Deutschlands, im oberflächenwasserbeeinflussten Grundwasser und vereinzelt sogar im Trinkwasser nachgewiesen werden. Eine aktuelle Literaturstudie hat das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen kürzlich veröffentlicht (LANUV NRW 2007). Der Artikel von Schulte-Oehlmann et al. (2007) in diesem Heft liefert hierzu ebenfalls einen ausgezeichneten Überblick.

In die aquatische Umwelt gelangen Humanpharmaka in der Regel durch den bestimmungsgemäßen Gebrauch: Nach der Einnahme werden die Wirkstoffe oder ihre Metabolite vorwiegend über den Urin ausgeschieden und so in den Abwasserstrom insbesondere von Haushalten und Krankenhäusern eingetragen. Herkömmliche Kläranlagen sind zumeist nicht in der Lage, das breite Spektrum von Wirkstoffen effektiv aus dem Abwasser zu entfernen – abhängig von der analysierten Substanz werden Eliminationsraten zwischen nahezu null und 100% beobachtet (vgl. z.B. Ternes et al. 2004 und 2005).

Weitgehend unklar ist jedoch bisher, inwieweit auch eine Entsorgung von Altarzneimitteln über die häuslichen Sanitäreinrichtungen (Toilette oder Ausguss) zu den gemessenen Umweltkonzentrationen beiträgt. Der Grund ist, dass für Deutschland bislang keine repräsentativen Erhebungen zum Entsorgungsverhalten der Bevölkerung in Bezug auf Arzneimittel existieren. Gleichzeitig fehlt die Datenbasis für eine quantitative Abschätzung der Umweltrelevanz eines mglw. in der Bevölkerung vorhandenen unsachgemäßen Entsorgungsverhaltens: Zuverlässige und vor allem wirkstoffspezifische Daten zur jährlichen Menge an Medikamentenabfällen, die dadurch entstehen, dass Arzneimittel entgegen einer ärztlichen Verordnung gar nicht erst bzw. nur teilweise eingenommen werden (Non-Compliance)¹ oder nach Ende einer Therapie Restmengen übrig bleiben, liegen kaum vor.

Schätzungen zur Non-Compliance bei ärztlich verordneten Medikamenten liegen für Deutschland zwischen 20–30% (Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im

Gesundheitswesen 2002). Dabei wird allgemein davon ausgegangen, dass die Compliance in der Arzneimitteltherapie stark von der Indikation abhängt: Während bei Kontrazeptiva von einer eher 100%igen Compliance ausgegangen wird, ist bspw. bei Antiepileptika mit einer Non-Compliance von 30–50% zu rechnen (Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen 2002). Legt man die aktuell verfügbaren Daten zu den jährlichen Verbrauchsmengen für Humanpharmaka von ca. 38.000 t (UBA 2005) zugrunde und nimmt an, dass mangelnde Compliance eine der Hauptursachen für die Entstehung von Medikamentenabfällen darstellt, so ist mit durchaus erheblichen Mengen zu rechnen, deren Entsorgungswege nicht hinreichend geklärt sind. Verlässliche Schätzungen zu Restmengen, die etwa aufgrund von Überverschreibungen oder der Therapie nur schlecht angepassten Packungsgrößen entstehen, sind den Autoren nicht bekannt.

In Tab. 1 sind beispielhaft Verbrauchsmengen, gemessene Konzentrationen und Ausscheidungsrate für einige Wirkstoffe zusammengestellt. Die Stoffe wurden nach hoher Verbrauchsmenge und/oder einem spezifischen Gefährdungspotenzial für aquatische Ökosysteme ausgewählt. So hat der Sachverständigenrat für Umweltfragen der Bundesregierung in seinem Gutachten (SRU 2007) umfangreiche Daten zu den Wirkungen von Carbamazepin, Diclofenac, Ibuprofen und 17 α -Ethinylestradiol auf aquatische Organismen zusammengetragen. Antibiotika sind mit Blick auf die Möglichkeit von Resistenzbildungen und Zytostatika sofern sie tumor auslösend sind als Stoffe mit besonders hohem Gefährdungspotenzial anzusehen. Das Antibiotikum Sulfamethoxazol ist aber noch aus einem anderen Grund interessant. Zwar wird es im menschlichen Körper zu knapp 70% metabolisiert dabei jedoch nur leicht chemisch verändert. Es konnte nachgewiesen werden, dass diese Veränderungen in Klärschlämmen zum Teil wieder rückgängig gemacht werden (Kreuzig et al. 2005).

¹ Allgemein, wenn auch heute nicht mehr unumstritten, wird Patienten-Compliance definiert als das Ausmaß, in dem das Patientenverhalten der ärztlichen Empfehlung entspricht (Haynes 1979). Non-Compliance bezeichnet das Gegenteil. Der Begriff der Compliance kann sich dabei auf unterschiedliche Aspekte des Verhaltens von Patientinnen und Patienten beziehen. Wenn im Folgenden von 'Compliance' gesprochen wird, ist stets die auf das Einnahmeverhalten bei Medikamenten bezogene Compliance gemeint ('Medication Compliance').

Tab. 1: Verbrauchsmengen (für Deutschland), Konzentrationen (repräsentative Oberflächengewässer Deutschland) und Ausscheidungsrate von ausgewählten Arzneimittelwirkstoffen (^aDaten nach BLAC 2003, ^bDaten nach SRU 2007, BG: Bestimmungsgrenze)

Wirkstoff	Indikationsgruppe	Verbrauchsmenge [kg/a] ^a	Konzentration (90 Perz) [$\mu\text{g/l}$] ^a	Konzentration (Max.) [$\mu\text{g/l}$] ^a	Ausscheidungsrate [%] ^b
Carbamazepin	Antiepileptika	87.600	0,265	1,810	30
Cyclophosphamid	Zytostatika	385	<BG	0,100	7
Diclofenac	Antirheumatika	85.800	0,140	0,470	70
Ethinylöstradiol	Hormone	50	<BG	<BG	85
Ibuprofen	Antirheumatika	344.880	0,009	0,092	1
Ifosfamid	Zytostatika	170	<BG	0,180	50
Metoprolol	Antihypertonika	93.000	0,090	1,800	10
Roxythromycin	Antibiotika	9.550	0,016	0,060	60
Sotalol	Antihypertonika	26.600	0,114	0,950	90
Sulfamethoxazol	Antibiotika	53.600	0,111	0,377	33

1 Ziel der Studie

Da die wirkstoffspezifische Erfassung der jährlich anfallenden Medikamentenabfälle methodisch ausgesprochen schwierig und aufwändig ist, fokussierte die vorliegende Untersuchung zunächst auf die Frage, in welchem Maße eine Entsorgung von Altarzneimitteln über die häuslichen Abwässer überhaupt stattfindet. Dazu wurde für Deutschland eine repräsentative Bevölkerungsbefragung durchgeführt. Die Untersuchung war Teil des Forschungsprogramms des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Förderschwerpunkt sozial-ökologische Forschung geförderten Projekts 'Strategien zum Umgang mit Arzneimittelwirkstoffen im Trinkwasser (start)', das durch eine Integration von Maßnahmen in den Handlungsfeldern Technik, Verhalten und Wirkstoffentwicklung nachhaltige Strategien für einen vorsorgenden Umgang mit Arzneimittelwirkstoffen in der Umwelt entwickelt (www.start-project.de).

2 Bisherige Hinweise zum Entsorgungsverhalten

Studien, die Hinweise auf das Entsorgungsverhalten der Bevölkerung in Bezug auf Altarzneimittel liefern, liegen für Deutschland kaum vor. Zimmer et al. (2000) haben im Rahmen einer nicht-repräsentativen Erhebung ermittelt, dass 71% der Befragten ihre Altarzneimittel in der Apotheke zurückgeben, während 22% sie über den Hausmüll entsorgen. Über das Entsorgungsverhalten der verbleibenden 7% der Befragten wurden keine Angaben gemacht. Repräsentative Erhebungen in Österreich haben ergeben, dass ca. 18% der gekauften Arzneimittel entsorgt werden, wobei die Entsorgung zu je ca. 50% über die Rückgabe bei Apotheken oder über den Haus- und Sondermüll erfolgt (Pharmig 2000). Der Entsorgungspfad über das häusliche Abwasser wurde in dieser Studie nicht explizit abgefragt.

Aufschlussreiche Daten liegen jedoch aus Großbritannien vor (Bound & Voulvoulis 2005). Zur Ermittlung von Entsorgungspfaden, die zu einer Belastung der aquatischen Umwelt mit Arzneimittelwirkstoffen beitragen können, haben die Autoren eine repräsentative Haushaltsbefragung durchgeführt. Danach entsorgt eine Mehrheit von ca. 63% der Befragten ihre Restmedikamente im Hausmüll und rund 22% geben sie in der Apotheke zurück. Daneben gaben aber auch rund 12% der Befragten an, ihre nicht mehr benötigten Arzneimittel in die Toilette oder den Ausguss zu kippen, wobei die Autoren zum Teil deutliche Unterschiede zwischen den betrachteten Indikationsgruppen beobachteten.

Ein ganz anderes Bild ergibt sich für Nordamerika. Da etwa in den USA Rücknahmeprogramme in Apotheken eher noch die Ausnahme sind (Boehringer 2004), gibt es sogar von offizieller Seite die Empfehlung, bestimmte Arzneimittel über die Toilette wegzuspülen (Office of National Drug Control Policy 2007). Seehusen und Edwards (2006) haben in einer nicht-repräsentativen Erhebung ermittelt, dass mehr als 50% der Befragten ihre Restmedikamente über die Toilette entsorgen. Ein interessantes Ergebnis dieser Untersuchung ist, dass deutlicher weniger der Befragten (36%) diese Art der Entsorgung für angemessen halten. Boivin (1997) bestätigt diese Daten für Kanada weitgehend.

3 Methode und Datengrundlage

Zur Aufklärung des Arzneimittel-Entsorgungsverhaltens in Deutschland wurde vom Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE) ein entsprechender Fragebogen erarbeitet, der von der GfK Marktforschung GmbH im Rahmen einer Mehrthemenuntersuchung zwischen dem 21.07.2006 und dem 04.08.2006 in persönlichen Interviews eingesetzt wurde. Erhoben wurden Informationen zur Anzahl der Medikamente im Haushalt, zur derzeitigen und dauerhaften Einnahme von Medikamenten, zur Frage, wer im Haushalt für die Entsorgung von Arzneimitteln zuständig ist, zur Häufigkeit der Entsorgung sowie – als zentrale Fragestellung – zu den unterschiedlichen Formen der Entsorgung. Auf eine Differenzierung nach verschreibungspflichtigen und frei verkäuflichen Medikamenten wurde bei der Befragung verzichtet.

Vor dem Beginn der eigentlichen Feldarbeit wurde ein qualitativer Pretest des Fragebogens vorgenommen. Aus den Ergebnissen dieser Vorphase wurde der Schluss gezogen, dass die Kernfragestellung der Untersuchung, nämlich inwieweit eine unsachgemäße Entsorgung von Altarzneimitteln über die häuslichen Abwässer (Toilette oder Ausguss) stattfindet, in einen Zusammenhang mit der Abfalltrennung im Haushalt (Papier, Glas etc.) gestellt werden musste. Der Fragebogen für die Repräsentativbefragung wurde daher so gestaltet, dass die Kernfragestellung in eine solche über die Wertstofftrennung bei der Medikamentenentsorgung eingebettet war. Dadurch sollte ein Antwortverhalten der sozialen Erwünschtheit in Bezug auf die richtige Art der Entsorgung möglichst vermieden werden (zu Effekten der sozialen Erwünschtheit vgl. Heidenreich 1995).

Grundgesamtheit der Untersuchung war die deutschsprachige Wohnbevölkerung Deutschlands im Alter ab 14 Jahren. Die Stichprobe umfasste 2.000 Personen, die persönlich unter Einsatz von Multimedia Pen Pads befragt wurden. Die Stichprobenziehung richtete sich nach den Standards des Arbeitskreises deutscher Marktforschungsunternehmen (ADM). Nach der Datensatzbereinigung, Qualitätskontrolle und einem soziodemographischen Abgleich von Geschlecht, Alter, Haushalts- und Ortsgröße standen netto 1.977 Interviews zur Verfügung. Von diesen Personen waren 671 (33,9%) im Haushalt nicht selbst für die Entsorgung von Restmedikamenten zuständig. Dabei zeigten sich interessante geschlechtsspezifische Unterschiede: Unter den befragten Frauen betrug der Anteil derer, die sich selbst für die Entsorgung im Haushalt als zuständig betrachteten 64%, während sich unter den Männern nur 22% für zuständig hielten.

Da davon ausgegangen werden kann, dass Personen, die sich als nicht zuständig für die Entsorgung von Altarzneimitteln im Haushalt betrachten, kaum gültige Angaben zu den Modalitäten der Entsorgung machen können, wurden diese nicht weiter befragt. Die folgenden Auswertungen beziehen sich dementsprechend auf die so entstandene neue Grundgesamtheit der für die Entsorgung Zuständigen, die ein immer noch ausreichend großes Sample von 1.306 Personen umfasste (das Geschlechterverhältnis in diesem Sample betrug 67% Frauen zu 33% Männer).

4 Ergebnisse

Zunächst wurden die im Haushalt üblichen Entsorgungsintervalle erfasst. Dazu konnten 1.133 Befragte eine Angabe machen. Die Mehrheit (41,2%) gab an, Altarzneimittel etwa einmal jährlich z.B. im Rahmen eines Großputzes zu entsorgen. Etwa ein Fünftel der Befragten (20,9%) erklärte, nicht verbrauchte Arzneimittel häufiger, nämlich halbjährlich, zu entsorgen, während 11,9% angaben, dies sofort zu tun, wenn die Präparate nicht mehr benötigt werden. Ein weiteres Fünftel (18,4%) machte die Medikamentenentsorgung davon abhängig, wie viele Arzneimittel sich ansammeln, wobei eine Entsorgung in diesen Fällen ca. alle zwei bis fünf Jahre stattfindet. Eine Minderheit von 5,4% räumt ihre Hausapotheke nur dann von nicht mehr gebrauchten Arzneimitteln, wenn es dafür einen besonderen Anlass, z.B. einen Umzug oder eine Renovierung gibt (Abb. 1).

Die weitere Auswertung ergab den naheliegenden Befund, dass insbesondere Mehrpersonenhaushalte ihre Restmedikamente häufiger und regelmäßiger entsorgen. Fast drei Viertel der Haushalte mit mindestens vier Mitgliedern erklärten, die nicht verbrauchten Medikamente der Hausapotheke mindestens jährlich zu entsorgen. Das korrespondiert mit dem Ergebnis, dass in Mehrpersonenhaushalten auch mehr Medikamente in der Hausapotheke vorhanden waren. So bevorrateten kinderlose Haushalte zu 27,1% mehr als zehn Medikamente, während dies bei 37,6% der Haushalte mit Kindern der Fall ist.

Die den Entsorgungskontext beleuchtende Fragestellung machte zunächst deutlich, dass insbesondere Papieranteile von Medikamentenverpackungen getrennt entsorgt wurden. Mehr als drei Viertel (77,7%) brachten diese mehr oder weniger regelmäßig zum Altpapier oder in den Verpackungsmüll (immer 42,8%, häufig 15,6%, manchmal 11,1%, selten 8,2%, nie 22,4%). Auch für leere Blister aus Plastik und/oder Aluminium galt nach Angaben der Befragten, dass sie überwiegend (76,8%) getrennt im Rest- oder Verpackungsmüll entsorgt wurden (immer 42,7%, häufig 15,9%, manchmal 11,5%, selten 6,7%, nie 23,1%).

Erst in diesem inhaltlichen Kontext war es sinnvoll, Fragen zur Art der Entsorgung von festen und flüssigen Arzneimittelresten zu stellen. Zunächst wurde gefragt, ob Medikamentenreste in Tablettenform auch über die Toilette entsorgt werden. 15,7% der Befragten gaben an, übrig gebliebene Tabletten zumindest gelegentlich in der Toilette zu entsorgen. Der Anteil derer, die dies immer oder häufig tun, lag bei 3,1% (Abb. 2). Dieses Ergebnis ist mit den bereits eingangs zitierten Werten für Großbritannien vergleichbar (Bound & Voulvoulis 2005).

Als Vorbereitung für die gleiche Fragestellung im Zusammenhang mit flüssigen Arzneimitteln wurde zunächst der Anteil derer erhoben, die leere Medikamenten-Glasverpackungen im Glascontainer getrennt entsorgen. Von den Befragten gaben 34,3% an, Arzneimittelglasverpackungen immer im Glascontainer zu entsorgen, während 12,6% dies häufig, 12,8% manchmal, 8,8% selten und 31,4% nie taten.

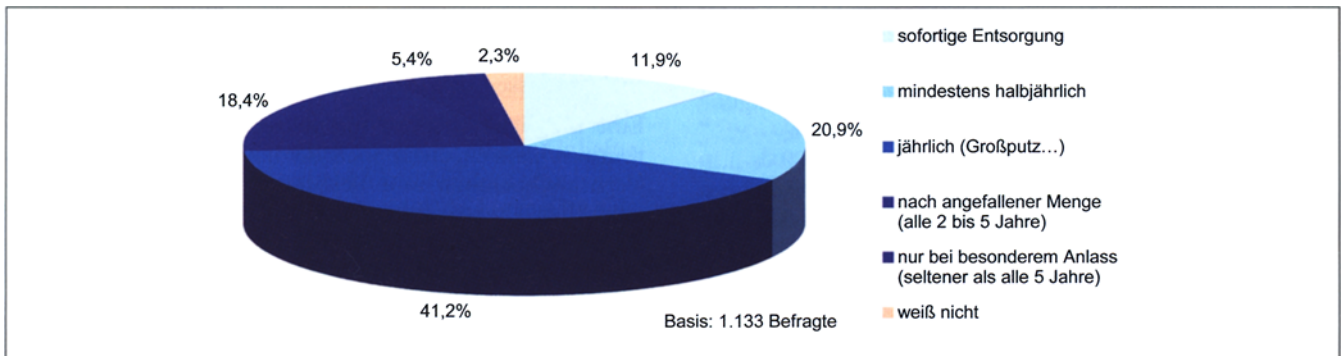


Abb. 1: Übliche Entsorgungshäufigkeit von Restmedikamenten

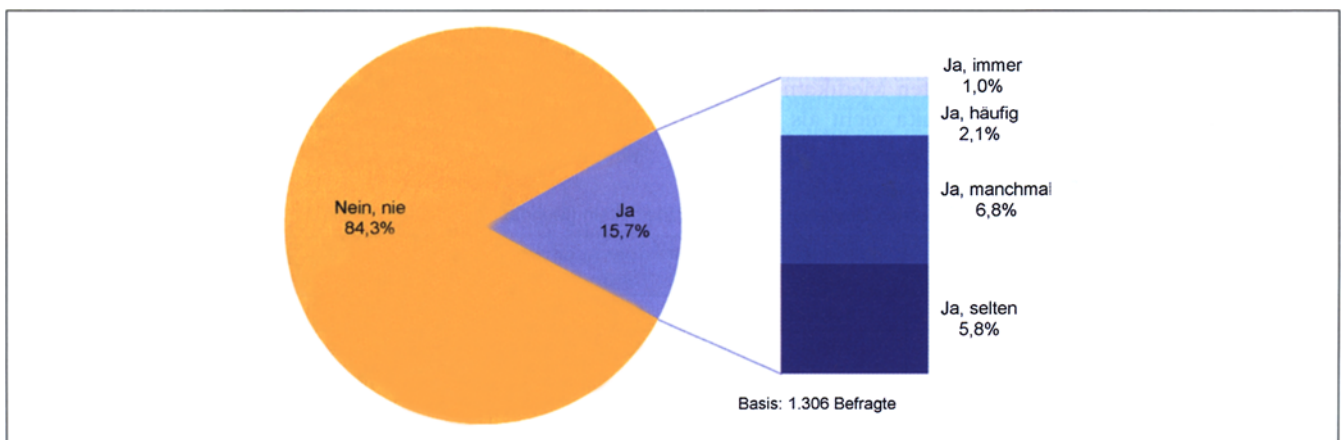


Abb. 2: Entsorgung von Tabletten über die Toilette

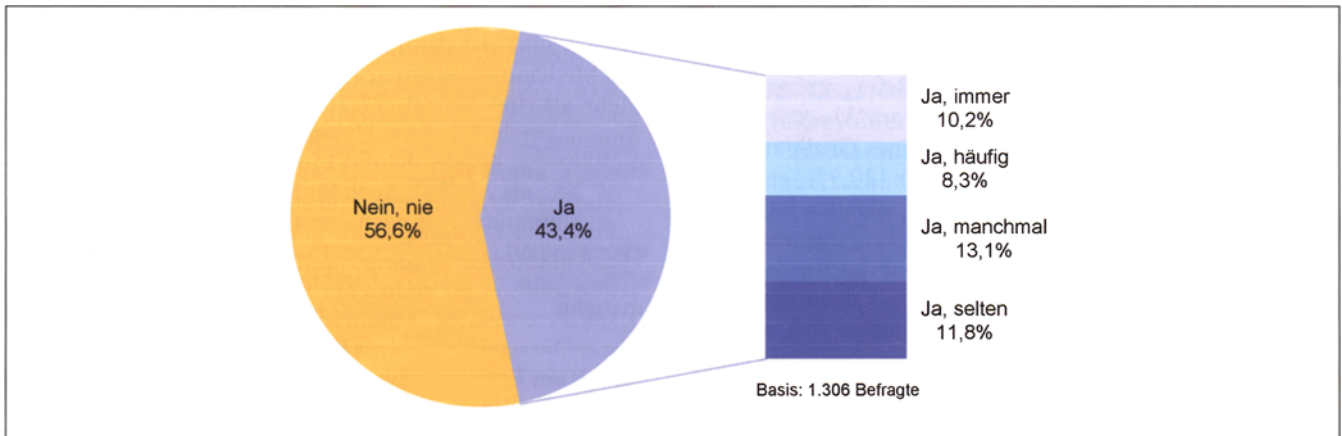


Abb. 3: Entsorgung von flüssigen Arzneimitteln in der Toilette oder im Ausguss

Die eigentlich interessierende Frage lautete jedoch, in welchem Umfang flüssige Arzneimittelreste in der Toilette oder im Ausguss entsorgt werden und somit direkt in den Abwasserstrom gelangen. Die Befragung ergab, dass bei insgesamt 43,4% der Bevölkerung diese Form der Entsorgung mehr oder weniger häufig praktiziert wird; 10,2% entsorgen flüssige Arzneimittelreste auf diese Weise immer, 8,3% häufig, 13,1% manchmal, 11,8% eher selten und 56,6% nie (Abb. 3).

Für die übrigen Entsorgungswege ergab sich folgendes Bild (Tab. 2): Die Rückgabe von Altarzneimitteln in der Apotheke hat für zwei Drittel der Bevölkerung Handlungsrelevanz – der Rest wählt diesen Entsorgungsweg nie. Etwa 44% der Befragten werfen ihre nicht mehr benötigten Medikamente zumindest gelegentlich in den Hausmüll, während rund 15% sie manchmal bei Sonder- oder Problemmüllsammelstellen abgeben. Wird berücksichtigt, dass in unserer Befragung Mehrfachnennungen möglich waren, zeigt sich eine recht gute Übereinstimmung mit den von Zimmer et al. (2000) ermittelten Werten für die Entsorgungswege Apotheke und Hausmüll. Ein interessanter Aspekt ist schließlich, dass 23% der Befragten angaben, ihre Medikamente zuweilen sogar in den Verpackungsmüll ('Grüner Punkt') zu geben.

5 Diskussion

Aus Umweltgesichtspunkten prinzipiell unproblematische, sachgerechte Arten der Entsorgung von Altarzneimitteln sind die Rückgabe in Apotheken – sofern diese einem Rücknahmesystem angeschlossen sind – und bei Schad- oder Problemstoffsammelstellen. Rein rechtlich gelten Medikamente bis auf wenige Ausnahmen wie Zytostatika nicht als Sondermüll (vgl. Verordnung zur Umsetzung des Europäischen

Abfallverzeichnisses vom 10. Dezember 2001 – BGBl. I S. 3379). Eine Entsorgung im Hausmüll ist somit grundsätzlich zulässig und auch aus Umweltgesichtspunkten unproblematisch, da nach der Technischen Anleitung Siedlungsabfall von 1993 (BAnz. Nr. 99a vom 29.05.1993) zum Stichtag 01.06.2005 alle Siedlungsabfälle einer Vorbehandlung unterzogen werden müssen – was mittlerweile nahezu flächendeckend die thermische Verwertung in Müllverbrennungsanlagen bedeutet. Zusätzliche Grundwasserbelastungen mit Arzneimittelwirkstoffen durch Deponiensickerwässer können damit zumindest zukünftig ausgeschlossen werden. Warum trotz der Zugänglichkeit sachgerechter Entsorgungswege dennoch Altarzneimittel von Teilen der Bevölkerung in die Toilette oder den Ausguss gekippt werden, lässt sich nicht zweifelsfrei belegen. Auf Basis der vorliegenden Untersuchung lassen sich jedoch einige Hypothesen aufstellen.

Eine mögliche Ursache für unsachgemäße Entsorgungsroutinen kann ein unzureichender Informationsstand bei den Verbraucherinnen und Verbrauchern sein. Im bundesdeutschen Umweltdiskurs der 1990er Jahre wurden Umweltprobleme lange Zeit mit einer Müll- und Recyclingproblematik gleichgesetzt (Preisendörfer 1999). Die Thematik der Abwasserbelastung durch Haushaltsprodukte hat dagegen bisher erst in den letzten Jahren an Aufmerksamkeit gewonnen. Dies lässt darauf schließen, dass auch im Bereich der privaten Arzneimittelnutzung die Wertstofftrennung im Vordergrund steht, während die Problematik einer potentiellen Wasserbelastung durch Arzneimittelwirkstoffen den Verbraucherinnen und Verbrauchern nicht ausreichend bewusst ist. Ein wesentlicher Grund hierfür ist die weithin uneinheitliche Abfallkommunikation. Geben Informationssuchende z.B. das Stichwort 'Entsorgung von Arzneimitteln'

Tab. 2: Entsorgungsverhalten der bundesdeutschen Bevölkerung bei Altarzneimitteln (Mehrfachnennungen möglich)

	Apotheke	Hausmüll	Sondermüll	Toilette oder Ausguss (fest)	Toilette oder Ausguss (flüssig)	Verpackungsmüll
Ja, immer	28,9%	6,5%	1,1%	1,0%	10,2%	2,3%
Ja, häufig	11,0%	9,4%	1,8%	2,1%	8,3%	3,4%
Ja, manchmal	15,0%	14,3%	4,1%	6,8%	13,1%	8,2%
Ja, selten	11,4%	13,1%	7,7%	5,8%	11,8%	9,0%
Nein, nie	33,7%	56,7%	85,3%	84,3%	56,6%	77,1%

in die Internet-Suchmaschine Google ein, so erscheint als erste Fundstelle ein Ratgeber, der sich ausführlich mit der Trennung unterschiedlicher Verpackungsbestandteile beschäftigt und dann sogar die Entsorgung restlicher Arzneimittel über das Abwasser explizit empfiehlt (vgl. www.selbstbehandlung.de/Hausapotheke/hausap0500.htm, 26.06.2007).

Aber auch der Blick in die Online-Empfehlungen der Stadtreinigungen und Entsorgungsbetriebe deutscher Städte trägt nicht wesentlich zur Klarheit bei. Eine (nichtrepräsentative) Online-Recherche bei 56 Internetauftritten ergab folgendes Bild: 25 Städte empfehlen, Altarzneimittel bei Schad- bzw. Problemstoffsammelstellen abzugeben, die – wenn nicht mobil – häufig bei den lokalen Recyclinghöfen angesiedelt sind. Zehn Städte empfehlen ebenfalls diese Variante, aber als mögliche zweite Option die Apothekenabgabe; zwei Städte empfehlen ebenfalls die Abgabe in der Apotheke, als weitere Möglichkeit aber den Hausmüll; eine Stadt empfiehlt neben dem Hausmüll die Schad-, bzw. Problemstoffsammelstelle. Lediglich eine Stadt rät ausschließlich zur Abgabe der Restmedikamente in der Apotheke. Von den betrachteten Städten stellen 15 keine ausdrücklichen Informationen zum Thema Restmedikamente im Internet zur Verfügung.

Auch die Bundesländer haben unterschiedliche Strategien eingeschlagen. Ausschlaggebend ist dabei oft der Umgang mit der Problematik der Gefährdung Dritter (insbesondere Kinder) bei einer Entsorgung von Medikamenten über den Hausmüll – ein Thema, dessen Relevanz bisher nur unzureichend diskutiert wurde. Bestimmte Länder sehen hier ein konkretes Risiko, dass spielende Kinder gefährdet werden. So schreibt das Bayerische Landesamt für Umweltschutz: 'Da der private Verbraucher in der Regel nicht zwischen wirkstoffkritischen und weniger wirkstoffkritischen Medikamenten unterscheiden kann, sollten verfallene oder nicht mehr benötigte Medikamente nicht in die Hände Unbefugter gelangen, so zum Beispiel auch von Kindern. Auch diese Arzneimittel sollten im Hause an einem sicheren Ort gelagert und über die Problemmüllsammelungen (Sammelstellen, mobile Sammlungen, Wertstoffhöfe) oder über Apotheken abgegeben werden' (BayLfU 2004). Dagegen gibt das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2007) mit dem ausdrücklichen Ziel einer Vermeidung unnötiger Gewässerbelastungen in einem Faltblatt den Ratschlag: "Alte und nicht mehr benötigte Arzneimittel gehören in den Hausmüll! (...) Arzneimittel gehören nicht in Kinderhände! (...) Deshalb ist es ratsam, die Arzneimittel mit dem anderen Hausmüll zu vermischen (...) Auch durch Einschlagen zum Beispiel in Zeitungspapier können Arzneimittel im Hausmüll 'getarnt' werden".

Die Beispiele zeigen, dass es in Deutschland keinen einheitlichen Entsorgungsstandard und keine einheitliche Kommunikationsstrategie im Hinblick auf eine sachgerechte Entsorgung von Altarzneimitteln gibt. Die aus dieser Situation entstehende Unsicherheit über die 'richtige' Art der Entsorgung von Altarzneimitteln gewinnt mit Blick auf die auch aus der Literatur bekannte hohe Recyclingbereitschaft der Deutschen (vgl. dazu etwa Preisendörfer 1999 und Scherhorn et al. 1997) an Bedeutung. Nicht zuletzt durch die Er-

gebnisse der vorliegenden Untersuchung liegt nämlich die Vermutung nahe, dass die festgestellte unsachgemäße Entsorgung von Altarzneimitteln über das Abwasser auch ein ungewollter Nebeneffekt einer hohen Recyclingbereitschaft ist. Die Bedeutung von Routinen ist vor allem in der soziologischen Forschung über den Alltag untersucht worden (Voß 2000). Es kann deshalb vermutet werden, dass die eingeführten Routinen der Abfalltrennung auf den Bereich der Medikamente übertragen werden. Das bedeutet: Sind alle Verpackungsanteile erst einmal getrennt, führt dies ungewollt dazu, dass Arzneimittelreste (Flüssigkeiten oder Tabletten) übrig bleiben. Für diese Stoffe werden offenbar – zumindest von einem Teil der Bevölkerung – im Rahmen der alltäglichen Abfalltrennung neben Toilette oder Ausguss keine adäquaten Entsorgungswege gesehen.

6 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass die unsachgemäße Entsorgung von Altarzneimitteln über die häuslichen Abwässer in Deutschland in signifikantem Maße stattfindet. Auch wenn die erhobenen Daten keine Rückschlüsse auf die auf diesem Weg in die aquatische Umwelt eingetragenen Wirkstoffe und Wirkstoffmengen zulassen, lässt sich mithilfe einer einfachen Abschätzung verdeutlichen, dass über Toilette und Ausguss weggespülte Medikamente einen nicht zu vernachlässigenden Anteil zu den gemessenen Konzentrationen in der aquatischen Umwelt beitragen können. Grundannahme der folgenden Überlegungen ist, dass die entstehenden Medikamentenabfälle ausschließlich durch mangelnde Compliance entstehen (mögliche Unterschiede in der Compliance zwischen verschreibungspflichtigen und frei verkäuflichen Arzneimitteln werden dabei nicht berücksichtigt).

Die für Deutschland verfügbaren Daten zu Verbrauchsmengen, die auch bei der erweiterten Bestimmung der Marktdurchdringung eines Wirkstoffs im Rahmen der Richtlinie der Europäischen Arzneimittelagentur zur Umweltrisikobewertung von Humanpharmaka zur Anwendung kommen (EMA 2006), spiegeln lediglich die in Krankenhäusern abgegebenen und über die Apotheken verkauften, nicht aber die tatsächlich verbrauchten Wirkstoffmengen wieder (UBA 2005). Unter der vereinfachenden Annahme, dass verfügbare Angaben zur Compliance (in Prozent) bedeuten, dass ein entsprechender Anteil der Bevölkerung ein Medikament vollständig aufbraucht und der Rest nur zu 50%, reduziert sich die tatsächliche Verbrauchsmenge um den Faktor $f_{\text{Compliance}} = (1 + \text{Compliance}/100) \times 0,5$. Wird diese Korrektur auf die Verbrauchsmenge in der Berechnung der erwarteten Konzentration eines Wirkstoffs im Oberflächengewässer (PEC, *Predicted Environmental Concentration*) nach der EMA-Richtlinie berücksichtigt und zusätzlich ein Faktor eingeführt, der den Metabolismus im Menschen widerspiegelt ($f_{\text{Ausscheidung}}$, entspricht hier der Ausscheidungsrate, also dem Anteil der Dosis, der unverändert ausgeschieden wird)², so ergibt sich für den Eintragspfad 'Ausscheidung' folgende Darstellung:

² Die Ausscheidungsrate eines Wirkstoffs wird erst im Rahmen von Phase II der Umweltrisikobewertung nach EMA-Richtlinie bei der Verfeinerung der PEC-Berechnung berücksichtigt (EMA 2006).

$$PEC_A [\mu\text{g/l}] = \frac{\text{Verbrauch [kg/a]} \times f_{\text{Compliance}} \times f_{\text{Ausscheidung}} \times f_{KA} \times 10^9}{\text{Einwohner} \times \text{Abwasser}_{\text{pro Kopf}} [\text{l/d}] \times \text{Verdünnung} \times 365 [\text{d/a}]},$$

wobei der Verdünnungsfaktor berücksichtigt, dass Oberflächengewässer nur zu einem bestimmten Anteil aus Abwasser bestehen können und f_{KA} die Eliminationsrate der Kläranlage bezeichnet. Wird nun den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung entsprechend zugrunde gelegt, dass die durch Non-Compliance entstehende Abfallmenge zu einem gewissen Anteil über das häusliche Abwasser entsorgt wird, kommt ein zweiter Eintragspfad 'Entsorgung' hinzu:

$$PEC_E [\mu\text{g/l}] = \frac{\text{Verbrauch [kg/a]} \times (1 - f_{\text{Compliance}}) \times f_{\text{Entsorgung}} \times f_{KA} \times 10^9}{\text{Einwohner} \times \text{Abwasser}_{\text{pro Kopf}} [\text{l/d}] \times \text{Verdünnung} \times 365 [\text{d/a}]},$$

wobei $f_{\text{Entsorgung}}$ dem Anteil der Bevölkerung entspricht, der diese Art der Entsorgung (immer) praktiziert. Entscheidend ist, dass bei diesem Eintragspfad die Wirkstoffe zu 100% in das Abwasser gelangen, während die eingenommenen Wirkstoffe nur teilweise unverändert wieder ausgeschieden werden. Die Summe aus PEC_A und PEC_E ergibt die Gesamtbelastung eines Oberflächengewässers mit einem gegebenen Arzneimittelwirkstoff.

Stellt man den Anteil der unsachgemäßen Entsorgung PEC_E an der Gesamtbelastung in Abhängigkeit von der Ausscheidungsrate $f_{\text{Ausscheidung}}$ dar und nimmt gemäß den Ergebnissen dieser Studie als Extremfall an, dass 16% der (festen) Medikamentenabfälle über das häusliche Abwasser entsorgt werden ($f_{\text{Entsorgung}}=0,16$), so ergibt sich folgendes Bild (Abb. 4): Je nachdem, welche Compliance zugrunde gelegt wird, zeigt sich, dass bei kleinen Ausscheidungsraten der Beitrag zur

Gewässerbelastung durch eine Entsorgung von Altarzneimitteln über die Toilette oder den Ausguss teilweise erheblich sein kann. Während er sich bei hohen Ausscheidungs-raten (>60%) auch bei niedriger Compliance im einstelligen Prozentbereich bewegt, erreicht er bei kleinen Ausscheidungs-raten und sinkender Compliance durchaus Werte im zwei-stelligen Prozentbereich – im Extremfall sehr kleiner Aus-scheidungs-raten kann die unsachgemäße Entsorgung von Altarzneimitteln über die häuslichen Abwässer sogar der Haupteintragungspfad sein.

Diese allgemeinen Betrachtungen lassen sich an zwei Bei-spielen verdeutlichen. Im Bereich der Antirheumatika sind Ibuprofen und Diclofenac die mengenmäßig bedeutsamsten Wirkstoffe (344.800 kg bzw. 85.500 kg für das Jahr 2001, BLAC 2003). In Bezug auf ihre Pharmakokinetik verhalten sich die Stoffe sehr unterschiedlich: Während Ibuprofen im menschlichen Körper nahezu vollständig metabolisiert wird, also eine kleine Ausscheidungsrate von lediglich 1% auf-weist ($f_{\text{Ausscheidung}}=0,01$), wird Diclofenac zum größten Teil unverändert ausgeschieden ($f_{\text{Ausscheidung}}=0,7$) (SRU 2007). Bei einer für diese Indikationsgruppe als realistisch anzunehmen-den Compliance von lediglich 40% (vgl. Sachverständigen-rat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen 2002) bedeutet dies auf Basis der obigen Berechnungen und Annahmen, dass bei Ibuprofen der weitaus größte Bei-trag zur erwarteten Gewässerbelastung aus der unsachge-mäßen Entsorgung stammt (87%) wohingegen dieser Bei-trag bei Diclofenac mit rund 9% deutlich geringer ausfällt. Für beide Wirkstoffe liegen Hinweise auf ein Gefährdungs-potenzial für aquatische Organismen vor (SRU 2007).

Übertragen auf die Wirkstoffkonzentrationen in Oberflä-chen-gewässern heißt das: Die erwartete Gesamtbelastung liegt für Diclofenac bei 0,51 $\mu\text{g/l}$ wobei der Beitrag der Entsorgung

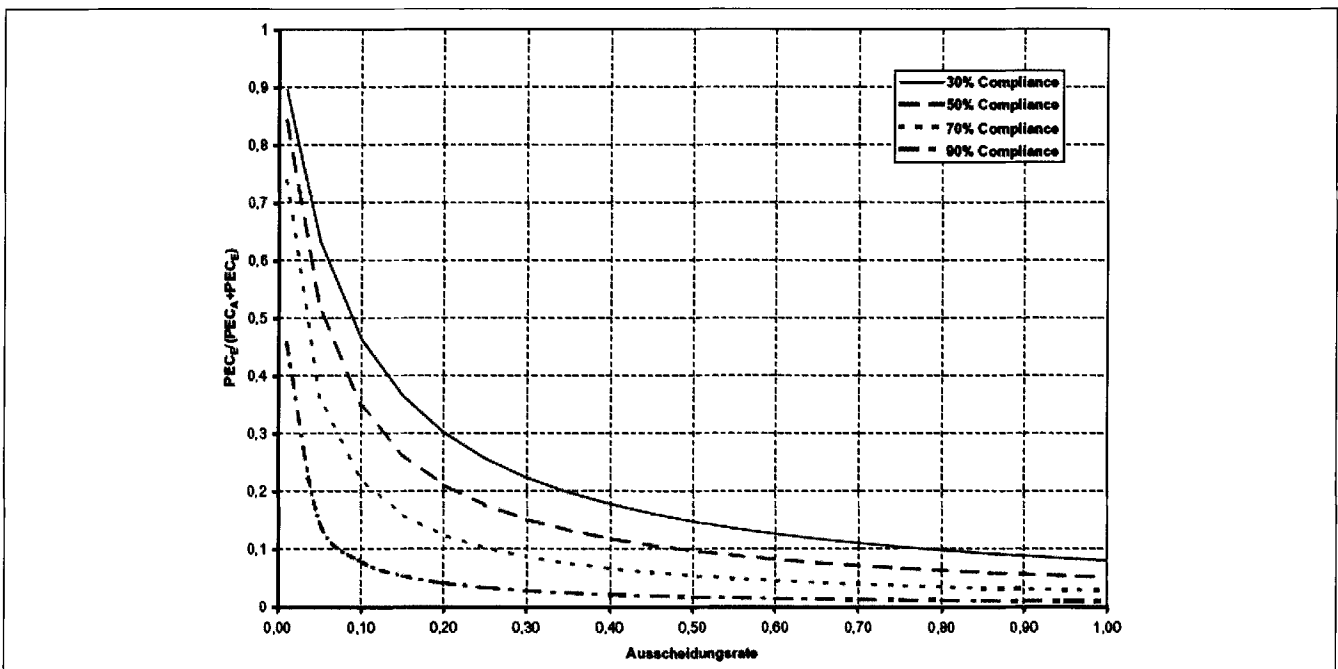


Abb. 4: Verhältnis von PEC_E zur Gesamtgewässerbelastung ($PEC_A + PEC_E$) in Abhängigkeit von der Ausscheidungsrate eines Wirkstoffs bei unterschiedlicher Compliance. Die Darstellung ist unabhängig von Verbrauchsmenge, Abwassermenge, Einwohnerzahl, Verdünnung und der Eliminationsleistung der Kläranlage

über die häuslichen Abwässer 0,05 µg/l ausmacht; für Ibuprofen entsteht die erwartete Gesamtbelastung von 0,01 µg/l dagegen nahezu vollständig aus der unsachgemäßen Entsorgung.³ Ein Vergleich mit gemessenen Umweltkonzentrationen zeigt, dass die berechneten Werte zumindest in der Größenordnung übereinstimmen: die 90%-Perzentile werden für Diclofenac mit 0,14 µg/l und für Ibuprofen mit 0,009 µg/l angegeben (BLAC 2003). Auch wenn dieser Vergleich mit den Messdaten zumindest für Ibuprofen nahelegt, dass die Entsorgung von Altarzneimitteln über Toilette oder Ausguss tatsächlich zur Gewässerbelastung beiträgt, ist wegen der grundsätzlichen Unsicherheiten bei der PEC-Berechnung eine Bestätigung der in dieser Studie erhobenen sozial-empirischen Daten zum Entsorgungsverhalten der Bevölkerung nicht möglich. Neben einer präziseren Vorhersage der erwarteten Umweltkonzentrationen sind für einen fundierten empirischen Vergleich insbesondere verlässliche Daten zu den tatsächlich bei den Patientinnen und Patienten anfallenden, wirkstoffspezifischen Mengen an Medikamentenabfällen erforderlich.

7 Empfehlungen

Unabhängig von einer – nicht zuletzt aus volkswirtschaftlichen Gründen wünschenswerten – weiteren Klärung der Datenlage zu den jährlich anfallenden Medikamentenabfällen sind Maßnahmen dringend geboten, die zu einem insgesamt sachgerechteren Umgang mit Medikamentenresten führen. Das Forschungsprojekt *start* schlägt hier die Schaffung eines einheitlichen, verbindlichen Entsorgungsstandards für Altarzneimittel über die Apotheken, verbunden mit einer Vereinfachung des für das Apothekenpersonal zum Teil aufwändigen Rücknahmesystems vor.⁴ Eine solche Maßnahme müsste von einer verbesserten öffentlichen Kommunikation über die sachgerechte Entsorgung von Altarzneimitteln und von entsprechenden Hinweisen auf den Arzneimittelverpackungen bzw. den Packungsbeilagen begleitet werden. In einem ersten Schritt geht es dabei um die Herstellung eines bundesweiten – nach Möglichkeit EU-weiten – Konsenses, der zu einer Regelung führen soll, die die Entsorgung von Medikamenten aus Privathaushalten ausschließlich über Apotheken vorgibt. Voraussetzung ist, dass die zu entsorgenden Medikamente weiterhin von den Apotheken freiwillig und kostenfrei entgegengenommen werden.

Obwohl die Alternativlösung, also die Entsorgung über den Hausmüll für die Verbraucherinnen und Verbraucher einfacher, schneller und – im wahrsten Sinne des Wortes – na-

heliegender scheint, ist die 'Apothekenlösung' aus folgenden Gründen zu bevorzugen:

- Auch wenn weitgehend unklar ist, inwiefern für Dritte tatsächlich ein Risiko durch Altarzneimittel im Hausmüll besteht, so muss dieses Argument doch aus Gründen der Vorsorge berücksichtigt werden. Dabei ist in Betracht zu ziehen, dass bei einer vollständigen Entsorgung von Altarzneimitteln über den Hausmüll die Wahrscheinlichkeit einer Gefährdung zunehmen würde, weil, zumindest für Deutschland, dann weit größere Abfallmengen in den Hausmülltonnen landen würden.
- Das Lösungskonzept der Entsorgung über die Apotheken kann leicht begründet, verstanden und kommuniziert werden. Es ist den Verbraucherinnen und Verbrauchern bekannt und kann gut mit den ohnehin stattfindenden Wegen zur Apotheke verknüpft werden.
- Die Infrastruktur zur Abholung der Medikamente aus den Apotheken durch Reverslogistik-Unternehmen und deren Finanzierung durch die Pharmaindustrie auf Basis der Erfüllung abfallrechtlicher Pflichten funktioniert in Deutschland bereits seit langer Zeit und muss nur auf größere Mengen eingestellt werden.
- Der Umweltschutz ist schon jetzt Teil der Ausbildungsordnung des Apothekerberufs. Die im Rahmen des Projekts durchgeführten qualitativen Befragungen von Apothekerinnen und Apothekern weisen darauf hin, dass bei den Apotheken eine große Bereitschaft besteht, diese Aufgabe weiterhin und auch in zunehmendem Maß zu übernehmen. Voraussetzung ist allerdings, dass für das Personal die Aufgabe der Abfalltrennung entfällt.

Wie eine klare und einheitliche Kommunikation zu einem umweltbewussten Umgang mit Arzneimitteln aussehen kann, wird in Schweden vorgeführt. Hier wird der Ärzteschaft nicht nur eine Liste an die Hand gegeben, auf deren Grundlage entschieden werden kann, welche Arzneimittel bei gleicher Wirkung und gleichen Kosten aus Umweltgründen bevorzugt werden sollten, sondern es wird auch Folgendes empfohlen: "Encourage patients to return unused medications to the pharmacy" (Provinz Stockholm 2007). Auch das Beispiel Kanada zeigt, dass es möglich ist, eine differenzierte und dennoch bündige Aufklärung zum Thema Medikamentenentsorgung zu leisten. Nach einer knappen Einführung zur Umweltproblematik heißt es in einer Informationsbroschüre (Ministry of Health Canada 2004): "Do not put out-of-date or unused medication in the garbage or down the toilet or sink. Check to see if your pharmacy has a drug recycling program that disposes of unused or expired drugs in an environmentally safe manner. Most pharmacies do and programs exist...".

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung haben gezeigt, dass in Deutschland Handlungsbedarf im Hinblick auf einen umweltgerechteren Umgang mit Altarzneimitteln besteht. Die in signifikantem Maße stattfindende Entsorgung von Altarzneimitteln über Toilette oder Ausguss muss als ein nicht zu vernachlässigender Faktor bei der wachsenden Belastung der aquatischen Umwelt mit Arzneimittelwirkstoffen angesehen werden. In einer Allianz aus Herstellern, Vertreibern und Politik sind ein einheitlicher Entsorgungsstandard und eine entsprechende Entsorgungskommunikation für die Verbraucherinnen und Verbraucher herzustellen.

³ Bei diesen Berechnungen wurden die oben angegebenen Verbrauchsmengen sowie die in der EMEA-Richtlinie angegebenen Werte für die Abwassermenge pro Kopf (200 l/d) und den Verdünnungsfaktor (10) zugrunde gelegt. Die Eliminationsleistung der Kläranlage wurde für Diclofenac mit 33% und für Ibuprofen mit 96% angesetzt (Ternes et al. 2007). Die Einwohnerzahl für Deutschland wurde mit 82,3 Mio. veranschlagt (Statistisches Bundesamt Deutschland 2007).

⁴ Gegenwärtig übernehmen die an das Rücknahmesystem angeschlossenen Apotheken die Aufgabe der Wertstofftrennung, d.h. sie verteilen die Medikamentenabfälle nach Primärverpackung (z.B. Tuben, Blister, Flaschen, Dosen, etc.), Verpackungen aus Pappe/Papier (einschließlich der Packungsbeilage) und eigentlichem Arzneimittel auf drei verschiedene Säcke, die dann vom Betreiber des Rücknahmesystems abgeholt werden. Dies führt aber zum Teil zu hygienisch unzumutbaren Aufgaben für das Personal. In einem vereinfachten Verfahren müsste diese Aufgabe von Betreiber des Rücknahmesystems übernommen werden.

Dringender Forschungsbedarf besteht bei der Frage, welche Mengen an Medikamentenabfällen bei welchen Wirkstoffen tatsächlich in privaten Haushalten anfallen. Für eine fundierte quantitative Beantwortung dieser Frage liegen bisher jedoch keine verlässlichen Daten vor. Eine entsprechende Erhebung, die sich allein mit der Frage nach einer umfassenden Erhebung der Compliance beschäftigt, müsste auf einen breiten Mix von unterschiedlichen Verfahren und Methoden zurückgreifen (vgl. Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen 2002). Eine solche Untersuchung erfordert einen transdisziplinären Forschungsansatz unter Einbeziehung von Soziologen, Pharmakologen, Medizinern, Praxisakteuren aus dem Gesundheitswesen und nicht zuletzt von Patientinnen und Patienten. In Forschungsprojekt *start* werden gegenwärtig die Möglichkeiten für die Durchführung einer derartigen Studie sondiert.

Danksagung. Die Autoren danken Barbara Birzle-Harder, Jutta Deffner und Steffi Schubert für ihre maßgebliche Unterstützung bei der Gestaltung des Fragebogens und der Auswertung der Befragungsergebnisse.

Literatur

- BayLfU (2004): Bayerisches Landesamt für Umweltschutz: Hinweise zur Entsorgung von Medikamenten. <[www.abfallratgeber.bayern.de/arba/allglfu.nsf/B7EA8D688F6AF76AC1256EB4002C9A68/\\$file/medikamente.pdf](http://www.abfallratgeber.bayern.de/arba/allglfu.nsf/B7EA8D688F6AF76AC1256EB4002C9A68/$file/medikamente.pdf)>, 22. Juni 2007
- Bund/Länderausschuss für Chemikaliensicherheit (BLAC) (2003): Arzneimittel in der Umwelt. Auswertung der Untersuchungsergebnisse. Berlin
- Boehringer SK (2004): What's the Best Way to Dispose of Medications? Pharmacist's Letter/Prescriber's Letter 20, 200415
- Boivin M (1997): The Cost of Medication Waste. *Can Pharm J* (5) 32–29
- Bound JP, Voulvoulis N (2005): Household disposal of pharmaceuticals as a pathway for aquatic contamination in the United Kingdom. *Environmental Health Perspectives* 113 (12) 1705–1711
- EMA (2006): Guideline on the Environmental Risk Assessment of Medicinal Products for Human Use. Doc. Ref. EMA/CHMP/SWP/4447/00. 01.06.2006, European Agency for the Evaluation of Medicinal Products, London, UK
- Haynes RB, Taylor DW, Sackett DL (Hrsg) (1979): Compliance in health care. Baltimore
- Heidenreich K (1995): Die Verwendung standardisierter Tests. In: Roth E (Hrsg), Sozialwissenschaftliche Methoden. München, S. 389–406
- Kreuzig R, Kullmer C, Matthies B, Plaga B, Dieckmann H, Höltge S (2005): Verhalten von in der Umwelt vorkommenden Pharmaka und ihren Metaboliten in Modelltestsystemen – 'Modellsystem Boden'. UBA Texte 11/05, ISSN 0722-186X
- LANUV NRW (2007): Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: Eintrag von Arzneimitteln und deren Verhalten und Verbleib in der Umwelt – Literaturstudie <<http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/fachberichte/fabe2/lanuvfabe2.pdf>>, 25.07.07
- Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2007): Alte Arzneimittel richtig entsorgen. Faltblatt. <www.munlv.nrw.de/umwelt/abfall/arzneimittel/index.php>, 26.06.2007
- Ministry of Health, Canada (2004): Proper Use and Disposal of Medication. ISBN # H50-3/138-2003E-PDF. Download www.hc-sc.gc.ca/iyh-vsv/alt_formats/cmcd-dcmc/pdf/medication_disposal_e.pdf>, 26. Juni 2007
- Office of National Drug Control Policy (2007): Proper Disposal of Prescription Drugs. <www.whitehousedrugpolicy.gov/drugfact/factsht/proper_disposal.html>, 26.06.2007
- Pharmig (2000): Medikamente sind keine Wegwerfprodukte. Pressemitteilung vom 04.12.2000. <www.presetext.at/pte.mc?pte=001204010>, 26.06.2007
- Preisendörfer P (1999): Umwelteinstellungen und Umweltverhalten in Deutschland. Empirische Befunde und Analysen auf der Grundlage der Bevölkerungsumfragen. Umweltbewußtsein in Deutschland 1991–1998. Opladen
- Provinz Stockholm (2007): Environment and pharmaceuticals – What you can do. <www.janusinfo.se/imcms/servlet/GetDoc?meta_id=7240>, 26. Juni 2007
- Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen (2002): Bedarfsgerechtigkeit und Wirtschaftlichkeit – Band I bis III: Zur Steigerung von Effizienz und Effektivität der Arzneimittelversorgung in der gesetzlichen Krankenversicherung (GKV). Baden-Baden, ISBN 3-7890-8103-5
- Scherhorn G, Reisch L, Schrödl S (1997): Wege zu nachhaltigen Konsummustern. Überblick über den Stand der Forschung und vorrangige Forschungsthemen. Ergebnisbericht über den Expertenworkshop 'Wege zu nachhaltigen Konsummustern' des BMBF. Ökologische Forschung. Universität Hohenheim, Bundesministerium für Bildung, Forschung, Wissenschaft, Hohenheim
- Schulte-Oehlmann U, Oehlmann J, Püttmann W (2007): Humanpharmakawirkstoffe in der Umwelt – Einträge, Vorkommen und der Versuch einer Bestandsaufnahme. *UWSF – Z Umweltchem Ökotox* 19 (3) 168–179
- Seehusen DA, Edwards J (2006): Patient Practices and Beliefs Concerning Disposal of Medications. *JABFM* (6) 542–547
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2007): Arzneimittel in der Umwelt. Stellungnahme. April 2007, ISSN 1612-2968
- Stan HJ, Heberer T, Linkerhägner M (1994): Vorkommen von Clofibrinsäure im aquatischen System: Führt die therapeutische Anwendung zu einer Belastung von Oberflächen-, Grund- und Trinkwasser. *Vom Wasser* 83, 57–68
- Statistisches Bundesamt Deutschland (2007): Bevölkerungsstand. <www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Aktuell.psm>, 09.07.2007
- Ternes T, Joss A, Siegrist H (2004): Scrutinizing pharmaceuticals and personal care products in wastewater treatment. *Environ Sci Technol* 15, 393A–395A
- Ternes T, Joss A, Kreuzinger N, Miksch K, Lema JM, von Gunten U, McArell CS, Siegrist H (2005): Removal of pharmaceuticals and personal care products: Results of the POSEIDON project. *WEFTEC* 2005
- Ternes T, Bonerza M, Herrmann N, Teiser B, Andersen HR (2007): Irrigation of treated wastewater in Braunschweig, Germany: An option to remove pharmaceuticals and musk fragrances. *Chemosphere* 66 (5) 894–904
- Voß G (2000): Alltag. Annäherungen an eine diffuse Kategorie. In: Voß G, Holly W, Boehnke K (Hrsg), Neue Medien im Alltag. Begriffsbestimmungen eines interdisziplinären Forschungsfeldes. Leske + Budrich, Opladen
- UBA (2005): F&E-Vorhaben 'Mengenermittlung und Systematisierung von Arzneimittelwirkstoffen im Rahmen der Umweltprüfung von Human- und Tierarzneimitteln gemäß § 28 AMG' (FKZ 20067401)
- Zimmer A, Graeser U, Wakobinger A, Kreuter J (2000): Rücklauf von Altarzneimitteln in hessischen Apotheken. *Pharm Ztg*

Eingegangen: 15. April 2007
Akzeptiert: 25. Juli 2007
OnlineFirst: 26. Juli 2007