

## 5 Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht werden Untersuchungen zum Vorkommen von Arzneistoffen in Elbe und Saale aus den Jahren 1998-2000 vorgestellt und diskutiert. Die Messkampagnen der Elbe wurden von der ARGE ELBE veranlasst. Nach orientierenden Untersuchungen im Jahre 1998 wurde die Elbe im Jahre 1999 von der Quelle bis zum Wehr Geesthacht und im Jahr 2000 bis in den Tidebereich hinein beprobt. Dabei wurden auch die Mündungsbereiche der wichtigsten Nebenflüsse berücksichtigt. Das Untersuchungsprogramm der Saale wurde im Jahre 2000 von dem UFZ-Leipzig/Halle durchgeführt, wobei ebenfalls die Mündungen der wichtigsten Nebenflüsse untersucht wurden. Die Wasserproben wurden auf insgesamt 48 Arzneistoffe und 13 Metaboliten untersucht, wobei das in den einzelnen Untersuchungen berücksichtigte Stoffspektrum unterschiedlich war.

Arzneistoffe waren in Elbe und Saale mit Ausnahme der Quelle ubiquitär verbreitet. Insgesamt wurden 24 Arzneistoffe und 6 Metaboliten verschiedener Indikationsgruppen nachgewiesen. Insbesondere Analgetika, Antirheumatika, Antibiotika und ein Antiepileptikum wurden in hoher Konzentration gefunden. Diese Arzneistoffe waren jeweils durch eine hohe Verbrauchsmenge gekennzeichnet, die für die Bundesrepublik Deutschland im Bereich von mehreren Tonnen pro Jahr lag.

Konzentration und Verteilung von Arzneistoffen in Elbe und Saale wurden stark von der Persistenz der Arzneistoffe beeinflusst. Die Konzentration persistenter Substanzen nahm von der Quelle bis zur Mündung zu. Auch statistische Berechnungen belegten diesen Zusammenhang. Die Auswertung der Daten durch eine multivariate Faktoranalyse zeigte, dass die Verteilung von persistenten Substanzen in beiden Flüssen hoch korreliert war.

Biologisch abbaubare Substanzen wiesen ein signifikant anderes Verteilungsmuster auf, das durch eine Abnahme der Konzentration auf der Fließstrecke infolge des biologischen Abbaus gekennzeichnet war. Trotz hoher Verbrauchsmengen wurden in der Elbe meist nur geringe Konzentrationen dieser Arzneistoffe gefunden (Ibuprofen und Paracetamol) oder sie waren nicht nachweisbar (Acetylsalicylsäure).

Die Verteilung von Diclofenac zeigte im Längsprofil große Konzentrationsunterschiede. Charakteristisch waren Flussabschnitte mit stark steigender bzw. sinkender Konzentration. Aufgrund der lipophilen Eigenschaften von Diclofenac wurde als mögliche Ursache für die Konzentrationsabnahme eine Elimination durch Adsorption an Schwebstoffe und anschließende Sedimentation mit dem Feststoff postuliert.

Die Arzneistoffverteilung im Längsverlauf zeigte, dass Arzneistoffe vor allem mit dem Abwasser kommunaler Klärwerke in Elbe und Saale eingebracht wurden. Da die meisten Arzneistoffe zu den schwer abbaubaren Xenobiotika zählen, werden sie bei der Abwasserreinigung nur unvollständig eliminiert und aufgrund ihrer polaren bzw. lipophilen Eigenschaften mit dem gereinigten Abwasser in die Flüsse eingetragen. Besonders kommunale Großklärwerke mit einer Leistung von mehr als 100.000 Einwohnerwerten waren wichtige Eintragsquellen. Industrielle Einleitungen bzw. ein diffuser Eintrag aus der Landwirtschaft hatten dagegen nur eine untergeordnete Bedeutung.

Die Ergebnisse für Saale und Elbe können wie folgt zusammengefasst werden:

In der **Saale** und der Mündung der Saale-Nebenflüsse wurde in der Regel ein höherer Arzneistoffgehalt als in der Elbe gefunden. Dies dürfte auf einen im Vergleich zur Elbe höheren Abwasseranteil der Saale zurückzu-

führen sein. Insbesondere Diclofenac (Medianwert: 184 ng/L) und Carbamazepin (Medianwert: 167 ng/L) waren in der Saale in hoher Konzentration vorhanden. Außerdem wurden die Analgetika Paracetamol, Phenazon, Isopropylphenazon, die Antirheumatika Fenoprofen, Ibuprofen und Naproxen, die Antibiotika Roxithromycin, Erythromycin und Sulfamethoxazol und der Lipidsenker-Metabolit Clofibrinsäure in mehr als der Hälfte der Proben nachgewiesen.

Als Eintragsquellen von Arzneistoffen in die Saale waren die Kläranlagen Klärwerkszweckverbände Sächsische Saale (Hof) und Selbitz sowie die Klärwerke Jena, Halle und Calbe von großer Bedeutung. Auch über die Nebenflüsse wurden Arzneistoffe in die Saale eingetragen. Besonders hohe Konzentrationen wiesen die Weiße Elster (KW Leipzig-Rosenthal, Plauen Gera) und die Ilm auf. Auch durch die Unstrut (KW Erfurt, Nordhausen, Mühlhausen) wurde die Arzneistoffkonzentration in der Saale erhöht.

Im Oberlauf der Saale wurde die Arzneistoffkonzentration durch das Talsperrensystem herabgesetzt. Auch die Ergebnisse einer Clusteranalyse bestätigten, dass die Stationen dieses Flussabschnittes nur gering belastet waren.

In der **Elbe** wurden insbesondere die persistenten Metaboliten von Metamizol in hoher Konzentration (bis zu 620 ng/L) gefunden. Für N-Acetyl-4-aminoantipyrin (AAA) und N-Formyl-4-aminoantipyrin (FAA) wurden Medianwerte von 245 ng/L bzw. 158 ng/L bestimmt. In geringerer Konzentration wurden die Analgetika Phenazon, Isopropylphenazon und Paracetamol nachgewiesen

(5-60 ng/L). Carbamazepin und einige Antibiotika wurde lediglich im Jahre 1998 an wenigen Stationen untersucht. Da Carbamazepin mit 65 ng/L den höchsten Medianwert dieser Messreihe aufwies, dürfte diese Substanz auch für die Elbe von Bedeutung sein.

Als Eintragsquellen von Arzneistoffen in die Elbe waren im Oberlauf die Klärwerke der Städte Hradec Kralove, Pardubice, Kolin, Usti, Dresden-Kaditz und Meißen, im Mittellauf die Klärwerke Schönebeck, Wittenberg und Magdeburg-Gerwisch und in der Tidelbe die Klärwerke Köhlbrandhöft/Dradenau (Hamburg), Stade und Hetlingen von Bedeutung.

Über die Nebenflüsse wurden beträchtliche Arzneistoffmengen in die Elbe eingetragen. Die Bilina war hoch mit Arzneistoffen belastet und war eine wichtige Eintragsquelle im Oberlauf. Der Eintrag von Moldau (Prag), Mulde, und Havel (Berlin) führte nur selten zu einer Konzentrationserhöhung von Arzneistoffen in der Elbe. Der Einfluss der Saale war dagegen deutlich ausgeprägt. Etwa 20 % der Wasserabflussmenge der Elbe bei Magdeburg stammen aus der Saale Daher hat dieser Nebenfluss einen erheblichen Anteil an der Arzneistoffkonzentration in der Elbe.

Da viele Arzneistoffe eine hohe Persistenz besitzen, erscheint in Anbetracht der wenigen bisher ermittelten toxikologischen Wirkungsschwellen für aquatische Organismen ein weiteres Monitoring der Arzneistoffkonzentration im Einzugsgebiet der Elbe dringend geboten.