

## **TEXTE 54/02**

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,  
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungsbericht 200 22 233  
UBA-FB 000328

# **Schwermetalleinträge in die Oberflächengewässer Deutschlands**

**Stephan Fuchs**

**Ulrike Scherer**

Institut für Siedlungswasserwirtschaft der Universität Karlsruhe (TH)

**Thomas Hillenbrand**

**Frank Marscheider-Weidemann**

Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe

**Horst Behrendt**

**Dieter Opitz**

Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin

## **Zusammenfassung**

Mit Abschluss dieses Vorhabens liegt erstmals für Deutschland und für die Jahre 1985, 1995 und 2000 eine Quantifizierung der Emissionen von Schwermetallen und Lindan in die Oberflächengewässer vor. Analog zu den Nährstoffen und unter Nutzung der im Modellsystem MONERIS integrierten statistischen und geografischen Grunddaten wurden die Stoffeinträge differenziert nach Quellen und Eintragspfaden berechnet und pfadspezifisch dokumentiert. Hierzu waren umfangreiche Recherchen und Modellanpassungen erforderlich, um stoffspe-

zifische Transport- und Retentionsprozesse realitätsnah abbilden zu können. Alle Berechnungsansätze sowie die eingegangenen Grundlagendaten sind vollständig dokumentiert, so dass ein offenes, neuen Erkenntnissen jederzeit zugängliches Gesamtmodell zur Verfügung steht.

Erwartungsgemäß wird für Deutschland ein starker Rückgang der Schwermetalleinträge festgestellt. In Abhängigkeit vom betrachteten Metall liegen die erreichten Emissionsminderungen zwischen 36 und 85 %. Einen entscheidenden Anteil an dieser Umweltentlastung haben Maßnahmen im Bereich der Industrie, die im Rahmen der sich verschärfenden Wassergesetze durchgeführt wurden, aber vor allem der seit 1990 vollzogene massive Industrierückbau in den Neuen Ländern. Im Jahr 2000 spielen industrielle Direkteinträge nur noch eine untergeordnete Rolle. Die Bedeutung der kommunalen Kläranlagen ist nach wie vor hoch. Dennoch ist festzustellen, dass diffuse Einträge im Jahr 2000 den Hauptteil der Gewässerbelastung verursachen. Die wichtigsten Eintragspfade sind Kanalisationen, die Erosion und der Grundwasserzufluss. Mischwasserentlastungen und Niederschlagsabflüsse aus Trennsystemen verursachen beispielsweise zwischen 10 und 40 % der Gesamtemissionen. Besonders hohe Anteile werden bei den Metallen Zink, Blei und Kupfer erreicht. Da in den Mischsystemen ein nicht unbedeutender Anteil des Niederschlagsabflusses zur Kläranlage weitergeleitet wird, ergibt sich bezogen auf Schwermetalle eine geringere Gewässerbelastung als beim Trennsystem. Durch Erosion werden insbesondere die Metalle Chrom und Blei in die Gewässer eingetragen. Bei Arsen und Nickel überwiegen die grundwasserbedingten Emissionen. Signifikante Belastungsunterschiede bestehen zwischen den einzelnen Flussgebieten aufgrund der Landnutzung aber auch klimatischer Faktoren. Im Rheingebiet werden im Jahr 2000 beispielsweise die höchsten spezifischen Belastungen festgestellt. Es besteht ein direkter Zusammenhang mit der dort überdurchschnittlichen Intensität der Urbanisierung. Der Vergleich der berechneten und um die gewässerseitige Retention vermindernden Einträge mit den aus Pegeldaten ermittelten Gewässerfrachten zeigt insgesamt eine gute Übereinstimmung. Beste Ergebnisse werden für Metalle mit guter Datenbasis auf der Emissions- und Immissionsseite (z.B. Kupfer, Zink und Nickel) und für große Einzugsgebietseinheiten erreicht. Bei Kupfer, Zink und Nickel lag die Gesamtabweichung für Deutschland bei < 30 %, für alle weiteren Metalle bei < 50 %. In kleineren Teileinzugsgebieten können regionale und lokale Besonderheiten dazu führen, dass die Einträge deutlich über oder unter den Gewässerfrachten liegen.

Auch die Lindanemissionen konnten von 1985 bis 2000 deutlich reduziert werden. In ursächlichem Zusammenhang damit ist zu sehen, dass die Lindananwendung in Deutschland seit der Mitte der 80er Jahre zunächst stark eingeschränkt und 1999 verboten wurde. Trotz des Produktions- und Anwendungsverbots ist Lindan aufgrund seiner Persistenz nach wie vor in der Atmosphäre, im Boden und im Wasser zu finden und wird auch im Bezugsjahr 2000 in

die Oberflächengewässer eingetragen. Einen wesentlichen Anteil haben urbane Einträge. Abbildung 1 zeigt die Bedeutung der Eintragspfade für Schwermetalle und Lindan in den Bezugsjahren 1985, 1995 und 2000 sowie die in die Gewässer eingetragenen Frachten.

Die erzielten Ergebnisse belegen, dass die verwendeten Modellansätze und die zu Grunde liegende Datenbasis eine plausible Abschätzung der Einträge aus punktförmigen und diffusen Quellen in den großen Flussgebieten Deutschlands erlauben. Hiermit liegt ein Instrumentarium vor, das die Identifikation der wichtigsten Quellen und Belastungsschwerpunkte ermöglicht und die Basis für weitere Analysen zur Formulierung zielführender, belastungsmindernder Maßnahmen bildet.

Weitere Verbesserungsmöglichkeiten liegen weniger im Bereich der Berechnungsansätze als vielmehr in der Verfügbarkeit adäquater Grundlagendaten. Sowohl für die Schwermetalle als auch für Lindan ist festzustellen, dass in nahezu allen Umweltkompartimenten valide Messdaten nur begrenzt verfügbar sind. Im Bereich der kommunalen Kläranlagen, der Gewässergüte- und Grundwasserüberwachung, wo in der Vergangenheit viel gemessen wurde, leidet die Qualität der Messwerte unter den häufig unplaublichen Bestimmungsgrenzen. Dies führt dazu, dass ein Großteil der mit hohem Aufwand erzeugten und archivierten Daten nicht zu Quantifizierungszwecken herangezogen werden können. Eine verbesserte Analysetechnik und Datenhaltung kann zukünftig helfen dieses Problem zu lösen. Eine höhere räumliche Auflösung der Quantifizierungsergebnisse kann erreicht werden, wenn regional differenzierte Eingangsdaten vorliegen. Für die atmosphärische Deposition sind mit den Simulationsergebnissen von EMEP und für den Grundwasserzufluss mit dem Neuen Geochemischen Atlas erste erfolgversprechende Ansätze vorhanden. Insbesondere für die kanalisationsbedingten Einträge sind jedoch beim gegenwärtigen Stand der Kenntnisse keine Möglichkeiten einer Regionalisierung der Basisdaten für ganz Deutschland gegeben. Dies erscheint angesichts der Bedeutung dieses Eintragspfades jedoch dringend erforderlich. Zudem hat sich im Rahmen dieses Projektes gezeigt, dass Emissionen aus historischen Bergbauaktivitäten nicht vernachlässigbare Frachtanteile verursachen. Bisher können nur punktförmige Einträge teilweise erfasst werden. Zusätzlich ist aus diesen Gebieten mit erhöhten diffusen Einträgen zu rechnen, für die bisher keinerlei Informationen vorliegen.