

Georeferenzierte Expositionsmodellierung von Metallen in Oberflächengewässern als Ergänzung zu Konzentrationsmessungen

Jutta Wissing, Nina Hüffmeyer, Jörg Klasmeier, Jürgen Berlekamp
Institut für Umweltsystemforschung, Universität Osnabrück, Barbarastraße 12, 49076
Osnabrück

Metalle wie z. B. Zink und Kupfer können vielfach in Oberflächengewässern nachgewiesen werden. Gründe dafür liegen sowohl im natürlichen Vorkommen der Stoffe (zinkerzhaltige Gesteine und Böden) als auch in ihrer vielfältigen anthropogenen Verwendung (Korrosionsschutz von Metallen, Düngemittel, Kosmetik etc.). Sie gelangen punkthaft (über Kläranlagen, Kanalisation, industrielle Direkteinleiter, ehemalige Bergbaustandorte) oder diffus (Oberflächenabfluss, Grundwasserzufluss, etc.) in die Gewässer.

In der EU-Wasserrahmenrichtlinie, die eine einzugsgebietsbezogene Bewirtschaftung der Oberflächenwasserkörper fordert, werden Metalle und Metallverbindungen als wichtige Schadstoffe klassifiziert [1]. Für Oberflächengewässer muss die Belastung durch diese Stoffe ermittelt und eingeschätzt werden, was üblicherweise durch Konzentrationsmessungen an ausgewählten Stellen im Einzugsgebiet geschieht.

Dieses Vorgehen zeigt jedoch zwei Schwächen. Zum einen repräsentieren Messstellen häufig nicht das gesamte Fließgewässernetz, da bevorzugt solche Orte beprobt werden, an denen erhöhte Konzentrationen eines Stoffes zu erwarten sind. Zum anderen lassen Konzentrationsmessungen alleine keine Rückschlüsse auf die Relevanz einzelner Emissionspfade zu, was allerdings für eine effektive Reduzierung der Belastungen erforderlich ist.

Diese Schwächen können mittels georeferenzierter Modellierung ausgeglichen werden. Das Modell GREAT-ER (Geography-referenced Regional Exposure Assessment Tool for European Rivers) wurde zur Berechnung der räumlichen Verteilung von Chemikalienkonzentrationen in Oberflächengewässern auf Flussgebietsebene entwickelt [2]. Die verschiedenen Emissionsquellen werden ebenso wie die unterschiedlichen Emissionspfade explizit räumlich verteilt berücksichtigt. So ist es möglich, Immissionen mit ihren Ursachen direkt in Verbindung zu bringen und den Beitrag einzelner Emissionsquellen zur Gesamtfracht zu identifizieren.

Die Modellierung der Gewässerkonzentrationen selbst beruht auf einem Netzwerk von Flussegmenten. In einem Segment werden die vom überliegenden Segment ankommende Stofffracht sowie eventuell weitere Einleitungen verdünnt, transportiert und abgebaut (Bioabbau, Photoabbau, Hydrolyse) bzw. aus der Wasserphase abgetragen (Volatilisation, Sedimentation). Die am Ende des Segments resultierende Fracht wird an das nächste Segment weitergegeben. Um natürliche Variabilität sowie Unsicherheiten der Modellparameter zu berücksichtigen, sind Monte-Carlo-Simulationen mit GREAT-ER möglich.

Für alle georeferenzierten Daten ist eine einzugsgebietsweite Verfügbarkeit wichtig. Neben den Punkteinleiterdaten, für die in der Regel Koordinatenangaben und weitere Informationen (Wassermenge, emittierte Fracht, angeschlossene Einwohner, Anteil von Misch- und Trennkanalisation) bei den entsprechenden Landesämtern vorliegen, werden auch das Fließgewässernetz und die Landnutzung im Einzugsgebiet georeferenziert benötigt. Das verwendete Fließgewässernetz basiert auf dem Objekt-

bereich „Gewässer“ des amtlichen Digitalen Landschaftsmodells 250 [3], das im Gegensatz zum ATKIS/DLM25 über eine zusammenhängende Linientopologie verfügt. Mit Hilfe von SRTM-Geländehöhen, dem Hydrologischen Atlas Deutschlands [4] und hydrologischen Analysen mit den ArcGIS-HydroTools [5] wird jedes Flussegment hydrologisch parametrisiert (Einzugsgebiet, Durchfluss, Fließgeschwindigkeit, Tiefe). Daneben werden CORINE Land Cover-Daten [6] und Daten der amtlichen Gemeindestatistik [7] benutzt, um den Eintrag von landwirtschaftlicher sowie versiegelter Fläche über den Oberflächenabfluss einzugsgebietsspezifisch zu quantifizieren.

Mit den beschriebenen Daten wurde u. a. das Einzugsgebiet der Ruhr (4485 km²) aufbereitet und anschließend Zink- und Kupferkonzentrationen für das gesamte Fließgewässernetz mit GREAT-ER simuliert. Die Modellergebnisse zeigen durchgehend eine gute Übereinstimmung mit unabhängigen Messwerten, was auf plausible Modellannahmen hinweist. Darüber hinaus liefert GREAT-ER auch dort Gewässerkonzentrationen, wo keine Messwerte vorliegen. Aufgrund der flächendeckenden Aussage ist der Modellansatz geeignet, insbesondere auch für die Ziele der EU-Wasserrahmenrichtlinie eingesetzt zu werden. Für Zink konnte ehemaliger Erzbergbau als wichtigste Emissionsquelle identifiziert werden, während die Kupferfrachten in der Ruhr in erster Linie aus urbanen Quellen (Haushalte, Industrie, Dach- und Straßenablauf) resultieren.

Literatur

- [1] Richtlinie 2000/60/EC des Europäischen Parlaments und des Rates (EG-Wasserrahmenrichtlinie)
- [2] M. Matthies, J. Berlekamp, F. Koormann, J.-O. Wagner. Georeferenced regional simulation and aquatic exposure assessment. *Water Sci Technol* 2001; 43: 231-238.
- [3] Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Digitales Landschaftsmodell 1:250000, 2007.
- [4] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Hydrologischer Atlas von Deutschland, 2001.
- [5] D. R. Maidment (Hrsg.), *Arc Hydro - GIS for Water Resources*, ESRI, 2002.
- [6] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, CORINE Land Cover, Coordinated Information on the Environment, 2000.