

## Originalarbeiten

## Ökotoxikologische Risikoanalyse der Cadmium-Belastung

## im Ackerboden der Industrieregion Leipzig-Halle

Gerrit Schüürmann<sup>1</sup>, Gerd Schädlich, Ralph Kühne

Dr. G. Schüürmann, Dr. G. Schädlich, Dr. R. Kühne, UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle, Sektion Chemische Ökotoxikologie, Postfach 2, D-04301 Leipzig

<sup>1</sup> Korrespondenzautor: Dr. G. Schüürmann

**Zusammenfassung.** Die Cadmium-Belastung im Ackerboden der Region Leipzig-Halle wurde an 63 terrestrischen Standorten über einer Fläche von etwa 7 000 km<sup>2</sup> bestimmt. Die Verteilung der durch Normierung auf einheitlichen Gehalt an Ton und organischem Material erhaltenen effektiven Expositionswerte wurde mit Literaturangaben über NOEC-Werte verglichen. Die Risikoanalyse ergibt, daß an 9 % der untersuchten Standorte eine potentielle Gefährdung der Bodenorganismen durch Cadmium vorliegt.

**Abstract.****Ecotoxicological Risk Analysis for Cadmium Contamination in Agricultural Soil of the Industrial Region Leipzig-Halle**

Cadmium contamination in the agricultural soil of the region Leipzig-Halle was determined at 63 sites covering an area of ca. 7 000 km<sup>2</sup>. Normalization according to lutum and organic matter lead to effective exposure values; their distribution was compared with NOEC data taken from literature. The risk analysis reveals that the soil fauna is potentially affected by cadmium contamination at 9 % of the investigated sites.

## 1 Einleitung

Die Industrieregion Leipzig-Halle gehört seit ca. 90 Jahren hinsichtlich der Immission durch basische Flugaschen zu den am stärksten belasteten Gebieten Deutschlands. Bisherige Untersuchungen haben gezeigt, daß hier bedeutende Einträge an Schwermetallen und persistenten Organika vorliegen [1, 2]. Von den Schwermetallen ist Cadmium durch einen vergleichsweise hohen Grenz-pH-Wert von 6,0 ausgezeichnet, welcher den mittleren pH-Wert des landwirtschaftlich genutzten Oberbodens der Region von etwa 5,8 überschreitet [3]. Die damit verbundene höhere Mobilität von Cadmium an einer Reihe von Standorten führt zu höheren Austrägen, die auch eine erhöhte Bioverfügbarkeit für die Fauna und Flora bedeuten.

## 2 Regionale Cadmium-Verteilung im Oberboden

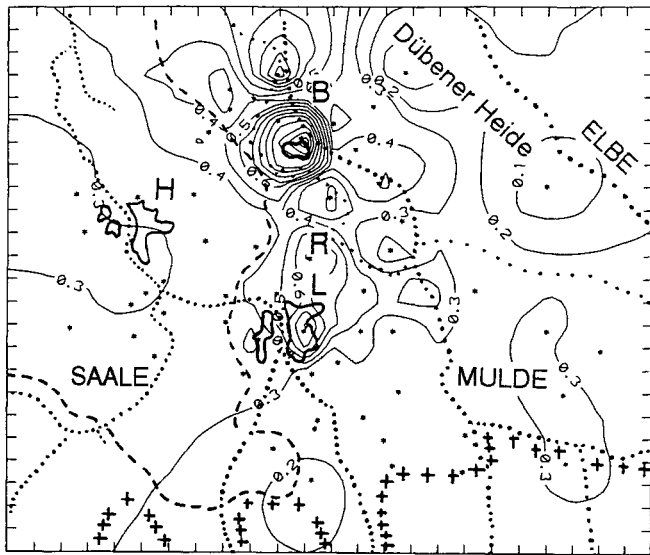
Im Rahmen eines Monitoring der Ap-Horizonte wurde die regionale Cadmium-Verteilung im Oberboden an 63 terrestrischen Standorten über einer Gesamtfläche von 7 000 km<sup>2</sup>

ermittelt und Wirkungsschwellen für eine repräsentative Auswahl von Bodenorganismen gegenübergestellt. Die Probe-nahme wurde mit einem 2,5 cm-Bohrstock (0–25 cm Tiefe, 45 Einstiche) bei Einhaltung der Mindestgröße der Standort-Flächen von 3 ha durchgeführt, wobei der Aufschluß des luft-getrockneten Feinbodens (< 2 mm) gemäß DIN 38 414 (Teil 7) erfolgte (vgl. [3]). Das Cadmium wurde mittels AAS bei elektrothermischer Atomisierung unter Nutzung von Referenzmaterialien des National Research Council Canada (maritime Sedimente) bestimmt. Um das unterschiedliche Sorptionsvermögen der Bodenmatrix zu berücksichtigen, wurden analog zur Standardisierung von NOEC-Werten [4] die Expositionsdaten durch Normierung auf den Standardboden der Hollandliste mit 25 % Ton und 10 % organischem Stoffgehalt als Glühverlust in effektive Konzentrationswerte umgerechnet [5].

Die regionale Verteilung des effektiven Cadmium-Gehalts im Oberboden ist in **Abb. 1** durch Isoplethen auf der Basis der 63 Standorte dargestellt. Während im Lößgürtel des Untersuchungsgebietes unabhängig vom Bodentyp effektive Konzentrationen zwischen 0,2 und 0,4 mg/kg Trockenmasse vorliegen, weisen die Podsol-Bodengesellschaften nördlich vom Lößgürtel in den emittentenferneren Gebieten der Dübener Heide geringere Belastungen unterhalb 0,2 mg/kg auf. Die größten Cadmium-Werte mit bis zu 1,34 mg/kg werden in der Umgebung von Bitterfeld gefunden. Weitere Belastungsspitzen sind an Standorten nahe Leipzig (0,82 mg/kg) sowie nordöstlich vom Leichtmetallwerk Rackwitz (0,74 mg/kg) vorhanden. Die Anreicherung in den Transekten nordöstlich dieser Städte wird durch hohe Immission basischer Flugstäube und den damit verbundenen Cadmiumeintrag bei gleichzeitiger Erhöhung des Boden-pH-Wertes über 6,0 hervorgerufen.

## 3 Risikocharakterisierung

Eine Einschätzung des ökotoxikologischen Risikos für die Gesamtheit des Untersuchungsgebietes läßt sich durch Vergleich der effektiven Expositionsdaten mit Schwellenwerten für die Wirkung auf repräsentative Bodenorganismen (No Observed Effect Concentration, NOEC) sowie mit den Kategorien der Hollandliste (A, B, C) ableiten [5]. Die Annahme



Lage der Transekte  $\rightarrow$  ONO,  
 Breite der Transekte  $\square$  12 km  
 ..... nördliche Grenze des Lößgürtels  
 + + + + nördliche Grenze des Gebirgsschuttgürtels  
 - - - - Grenze des Schwarzerdegebietes  
 - - - - Flüsse  
 \* Meßstandort  
 L...Leipzig, H...Halle, B...Bitterfeld, R...Rackwitz

Abb. 1: Regionale Cadmium-Verteilung in Ap-Horizonten von Ackerböden der Industrieregion Leipzig-Halle in Form von Isoplethen der effektiven Expositionsdaten auf der Basis von 63 terrestrischen Standorten

einer logarithmisch-logistischen Verteilung der effektiven Konzentrationen führt unter Berücksichtigung des in [6] vorgeschlagenen Korrekturterms für die Streuung zu dem in Abb. 2 dargestellten Ergebnis, wobei für die Verteilungsfunktion der NOEC-Daten Literaturangaben [4] verwendet wurden. Man erkennt, daß Böden mit Cadmium-Gehalten der Kategorien A (0,8 mg/kg), B (5 mg/kg) und C (20 mg/kg) potentielle Gefährdungen für ca. 15 %, 40 % bzw. 65 % der Bodenorganismen darstellen. Die effektive Cadmium-Exposition im Untersuchungsgebiet überschreitet die Kategorie A im Mittel um 6 %, und die Überlappung mit der kumulativen NOEC-Verteilung beträgt 9 %. Letzteres bedeutet, daß an 9 % der untersuchten Standorte eine potentielle Gefährdung der Bodenorganismen durch Cadmium vorliegt, wobei zum Teil auch effektive Konzentrationenwerte deutlich oberhalb der Kategorie A vorhanden sind.

#### 4 Schlußfolgerungen

Diese Untersuchung liefert ein erstes Kriterium zur Einschätzung des ökotoxikologischen Risikos für die Bodenfauna durch die Cadmiumbelastung in der Region. Die Ergebnisse stellen eine Grundlage für die Planung und Auswertung von Freilanduntersuchungen dar. Zugleich wird damit ein allgemeiner Weg zur ökotoxikologischen Charakterisierung der Belastung von Umweltkompartimenten mit Fremdstoffen im regionalen Maßstab sowie zur Ableitung von Schutzzielorientierten Bodenqualitätskriterien aufgezeigt. Es bleibt zu klären, inwieweit eine Verbesserung der Risikoprognose durch Einbeziehung populationsdynamischer Aspekte und chemisch-toxikologischer Kombinationseffekte möglich ist.

#### Danksagung

Die dieser Publikation zugrundeliegenden Vorhaben wurden mit Mitteln des Bundesministers für Forschung und Technologie (Förderungskennzeichen 339419F und 39419K) gefördert.

#### 5 Literatur

- [1] H. NEUMEISTER; Ch. FRANKE; Ch. NAGEL; G. PEKLO; R. ZIERATH; P. PEKLO: Immissionsbedingte Stoffeinträge aus der Luft als geomorphologischer Faktor – 100 Jahre atmosphärische Deposition im Raum Bitterfeld (Sachsen-Anhalt). *Geoökodynamik* 12 (1991) 1 – 40
- [2] G. UMLAUF; A. REISCHL; M. REISSINGER; H. RICHARTZ; O. HUTZINGER; L. WEIßFLOG; K.-D. WENZEL; D. MARTINETZ: Atmosphärische Belastung in Nordbayern und im Ballungsraum Halle-Leipzig – Ein Vergleich. *UWSF – Z. Umweltchem. Ökotox.* 2 (1990) 193 – 194
- [3] G. SCHÄDLICH; G. SCHÜÜRMAN, in Vorbereitung
- [4] N. M. van STRAALEN; C. A. DENNEMAN: Ecotoxicological Evaluation of Soil Quality Criteria. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 18 (1989) 241 – 251
- [5] G. SCHÜÜRMAN; R. KÜHNE; G. SCHÄDLICH, in Vorbereitung
- [6] S. A. L. M. KOOIJMAN: A safety factor for LC50 values allowing for differences in sensitivity among species. *Water Res.* 21 (1987) 269 – 276

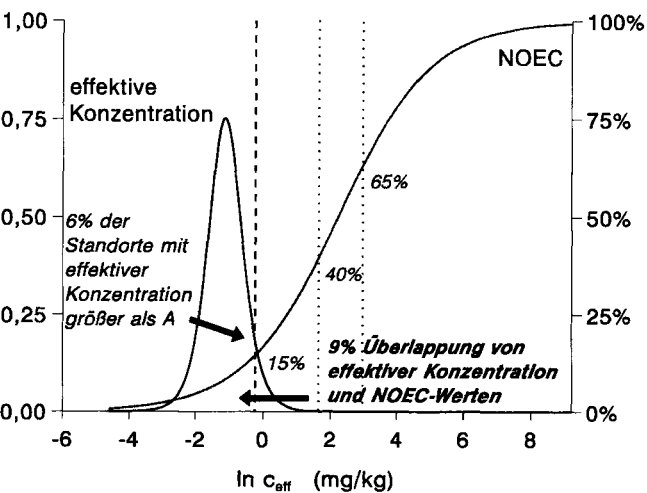


Abb. 2: Vergleich der effektiven Cadmium-Gehalte mit der NOEC-Verteilung für sieben repräsentative Bodenorganismen [4] und mit den Kategorien A, B, und C der Hollandliste. Die effektiven Expositionswerte von Cadmium sind in Form einer log-logistischen Verteilungsdichte dargestellt (links), während die NOEC-Werte als entsprechende kumulative Verteilung angegeben sind

Eingegangen: 23. Juli 1993  
 Akzeptiert: 30. August 1993