

## **Schwermetallpfad Luft – Boden – Pflanze am Beispiel der Cadmiumbelastung durch den Truppenübungsplatz Wildflecken im Biosphärenreservat Rhön**

Martin Dölz, Karina Jestädt, Romy Schubert, Alexander Seith und Knut Krusewitz, Ulrich Kurfürst

### **Zusammenfassung**

Am Beispiel des Cadmiumaustrags durch den militärischen Übungsbetrieb wird durch eine begrenzte Untersuchung ein Beitrag zu der Frage geleistet, ob die militärische Nutzung des Truppenübungsplatzes Wildflecken mit dem Konzept des umgebenden Biosphärenreservats Rhön vereinbar ist. Es wurde in einer angrenzenden Fläche des Biosphärenreservats eine höhere Cadmiumbelastung festgestellt als auf einer Vergleichsfläche innerhalb des Truppenübungsplatzes. Geltende Grenz- und Richtwerte werden jedoch nicht überschritten.

### **Einleitung**

Ein Biosphärenreservat ist ein geschütztes Gebiet, in dem eine nachhaltige Nutzung und eine tragfähige Entwicklung der Biosphäre und der umgebenden Region gefördert wird. Biosphärenreservate haben zum einen eine Schutzfunktion für Tier- und Pflanzenarten, Ökosysteme und Landschaften. Zum anderen sollen sie aber auch die Funktion zur Förderung nachhaltiger menschlicher und wirtschaftlicher Entwicklung erfüllen (UNESCO, 1996).

Der Truppenübungsplatz Wildflecken liegt geographisch innerhalb des Biosphärenreservats Rhön, ist jedoch aus dem Schutzgebiet ausgegrenzt.

Die Planung dieser Untersuchung wurde durch zwei Dokumente veranlasst: eine amerikanische Studie über den Truppenübungsplatz Grafenwöhr in Deutschland (ZELLMER/SCHNEIDER, 1993) und eine Studie der Bun-

desanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe zum Truppenübungsplatz Wildflecken (BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFKUNDE, 1990).

Die US-Studie kam zu dem Ergebnis, dass trotz sehr hoher Cadmiumkonzentrationen auf der Handgranatenwurfbahn keine nennenswerten Schwermetallkonzentrationen außerhalb der untersuchten Schießbahnen gefunden werden konnten. Die Studie der Bundesanstalt hingegen widerspricht diesem Befund. Sie empfiehlt, im Rahmen zukünftiger Untersuchungen über Schwermetallbelastungen auf Truppenübungsplätzen die Mobilität und Pflanzenverfügbarkeit von Schwermetallen zu berücksichtigen. Das Beprobungs- und Messprogramm dieser Untersuchung soll dazu beitragen, die offensichtlich bestehende Wissenslücke zu schließen. Cadmium ist ein toxisches Schwermetall, das durch den Belastungspfad Luft-Boden-Pflanze u.U. in die Nahrungskette gelangen kann.

Anthropogene Quellen von Cadmium sind Metallbergbau, Verbrennung fossiler Brennstoffe, Batterien, landwirtschaftliche Stoffe, Elektroindustrie und die Metall verarbeitende Industrie mit der Herstellung korrosionsbeständiger Überzüge von Eisen- und Stahlteilen (Cadmierung), z. B. für Waffenkomponenten. Die Aufnahme von Cadmium erfolgt vor allem durch die Nahrung. Es wird dabei über den Magen-Darm-Trakt aufgenommen. Das resorbierte Cadmium lagert sich im Organismus an, wird in der Leber, den Nieren und in den Knochen gespeichert. Dadurch kann es zu Schädigungen der betroffenen Organe kommen. Cadmium steht auch in Verdacht, krebserregend zu sein (ALLOWAY/AYRES, 1996 und FORTH, 1998).

### **Untersuchung**

Die zur Verfügung stehenden zeitlichen und materiellen Ressourcen gestatteten nur eine sehr begrenzte praktische Untersuchung:

Als Probenarten wurden Boden, Humus und Gras festgelegt, die auf drei Beprobungsflä-

chen genommen wurden: Ausgehend von der Handgranatenwurfbahn Nr. 19, an deren Rand sich die erste Probennahmestelle (MF2) befindet, liegt gegen die Hauptwindrichtung (SWW) – ebenfalls auf dem Militärgelände – die zweite Probennahmestelle (MF1). Im angrenzenden Biosphärenreservat – in Hauptwindrichtung zur Handgranatenwurfbahn – befindet sich die dritte Probennahmestelle (BSR). Die Beprobungsflächen sind der Karte in Abbildung 1 zu entnehmen. Innerhalb der Beprobungsflächen gab es jeweils drei Beprobungsorte (B1, B2, B3), so dass sich insgesamt 27 Mischproben ergaben.

Die Proben wurden eine Woche lang bei Raumtemperatur getrocknet, es folgte das Sieben der Humus- und Bodenproben mit einer Maschenweite < 2mm, sowie die Mahlung der Proben mit einer Kugelmühle. Die Analyse erfolgte durch direkte Feststoffanalyse (KURFÜRST, 1998) mit der Graphitrohr-Atom-Absorptions-Spektrometrie. Für jede Probe wurden ca. 10 Wiederholungsmessungen durchgeführt. Die Richtigkeit der Ergebnisse wurde durch die wiederholte Analyse von zertifizierten Referenzmaterialien gewährleistet.

Die statistische Auswertung umfasste die Berechnung der Mittelwerte der insgesamt 27 Mischproben. Daraus wurden die Mittelwerte für jeden Beprobungsort und die zugehörigen Vertrauensbereiche errechnet.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Wie zu erwarten, ist die Belastung unmittelbar an der Handgranatenwurfbahn sehr hoch. Die Vergleichsfläche auf dem Militärgelände zeigt demgegenüber eine geringe Belastung. Die mittlere Belastung der untersuchten Fläche im Biosphärenreservat ist für alle drei Probenarten aber höher als die der Vergleichsfläche. Für die Probenart "Boden" ist das in Abbildung 2 graphisch dargestellt. Daraus ergibt sich die Schlussfolgerung, dass der militärische Übungsbetrieb eine Immission von Cadmium im angrenzenden Bio-

sphärenreservat verursacht. Die entsprechenden 90%-Vertrauensbereiche für die Mittelwerte (Abbildung 3) zeigen jedoch, dass dieser Einfluss wegen des geringen Stichprobenumfanges (n = 3 Beprobungsorte) nicht als statistisch signifikant nachgewiesen werden kann.

Zur Bewertung der gemessenen Cadmiumkonzentration wurden Referenzwerte der Futtermittelverordnung sowie des Bundesbodenschutzgesetzes herangezogen.

Betrachtet man die analysierten Grasproben als Einzelfuttermittel pflanzlichen Ursprungs im Sinne der Futtermittelverordnung, gilt bezogen auf die Cadmiumkonzentration eine Konzentration von 1,0 mg/kg als Grenzwert.

Die untersuchten Grasproben des Biosphärenreservats lagen mit Cadmiumkonzentrationen von 0,39 mg/kg als höchstem Einzelwert und 0,26 mg/kg als Mittelwert unterhalb dieses Grenzwertes. Somit besteht aus rechtlicher Sicht kein Handlungsbedarf, da diese Konzentration nach heutigem Wissen keine Gefahr für Tier und Mensch durch Cadmium im Futter darstellen.

Für die Probenart Boden gelten laut Bundesbodenschutz VO für Cadmium je nach vorliegender Bodenart und pH-Wert Vorsorgewerte zwischen 0,4 mg/kg und 1,5 mg/kg. Diese Werte berücksichtigen den vorsorgenden Schutz von Böden mit besonders empfindlichen Nutzungsformen und gelten daher auch für den untersuchten Boden im Biosphärenreservat. Der untere Vorsorgewert von 0,4 mg/kg wird ebenfalls nicht überschritten (Abbildung 4). Die höchste gemessene Bodenprobe mit einer Cadmiumkonzentration von 0,34 mg/kg kommt diesem Wert jedoch schon nahe.

Für Böden in Nutzgärten, in denen Gemüse angebaut wird, gilt laut Bundesbodenschutzgesetz für die Cadmiumkonzentration der Maßnahmewert von 0,1 mg/kg, bei dessen Überschreitung eine Sanierung der betroffenen Fläche begründet ist. Da alle Einzelpro-

ben der Bodenproben aus dem Biosphärenreservat diesen Wert überschreiten und nur unweit entfernt von der Beprobungsfläche Menschen wohnen, ist eine weitere Untersuchung des Belastungspfad Boden – Nutzpflanze wünschenswert, um eine erhöhte Belastung durch Cadmium aus dem militärischem Übungsbetrieb ausschließen zu können.

Wir danken den Verantwortlichen der Bundeswehrverwaltung für die Genehmigung zur Probennahme auf dem Truppenübungsplatz und die gewährte Unterstützung.

Die Untersuchung wurde im Rahmen des Projektstudiums an der Fachhochschule Fulda, Fachbereich Oecotrophologie 2002 – 2003, durchgeführt.

using GF-AAS and ETV-ICP. Heidelberg New York GF-AAS and ETV-ICP, Heidelberg / New York

UNESCO, 1996: Sevilla-Strategie und Die Internationalen Leitlinien für das Weltnetz, Bad Godesberg

ZELLMER, S.D. / J.F. SCHNEIDER, 1993: Heavy-Metal Contamination on Training Ranges at the Grafenwöhr Training Area, Germany, unveröffentl. Studie, Argonne

## Literatur

ALLOWAY, B.C. / D.C. AYRES, 1996: Schadstoffe in der Umwelt – Chemische Grundlagen zur Beurteilung von Luft-, Wasser- und Bodenverschmutzungen, Heidelberg

BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFKUNDE, 1990: Studie zur Untersuchung über Schwermetallbelastungen von Böden und Wässern durch militärische Nutzung zur generellen Anwendung auf militärischen Übungsplätzen – dargestellt am Beispiel des TrÜbPl Wildflecken. Endbericht Archiv-Nummer: 106666, Hannover

Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) Anhang 2, in: Bundesgesetzblatt (BGBl.) I 1999, S. 1575 - 1579

FORTH, W. et. al., 1998: Allgemeine und spezielle Pharmakologie u. Toxikologie, 7. Auflage, Heidelberg [u.a.]

GREIM, H. / E. Deml, 1996: Toxikologie – Einführung für Naturwissenschaftler und Mediziner, Weinheim [u.a.]

KURFÜRST, U. (Ed.), 1998: Solid Sample Analysis – Direct and Slurry Sampling

Abb. 1: Übersicht der Probennahmestellen auf dem Truppenübungsplatz Wildflecken und dem Biosphärenreservat Rhön

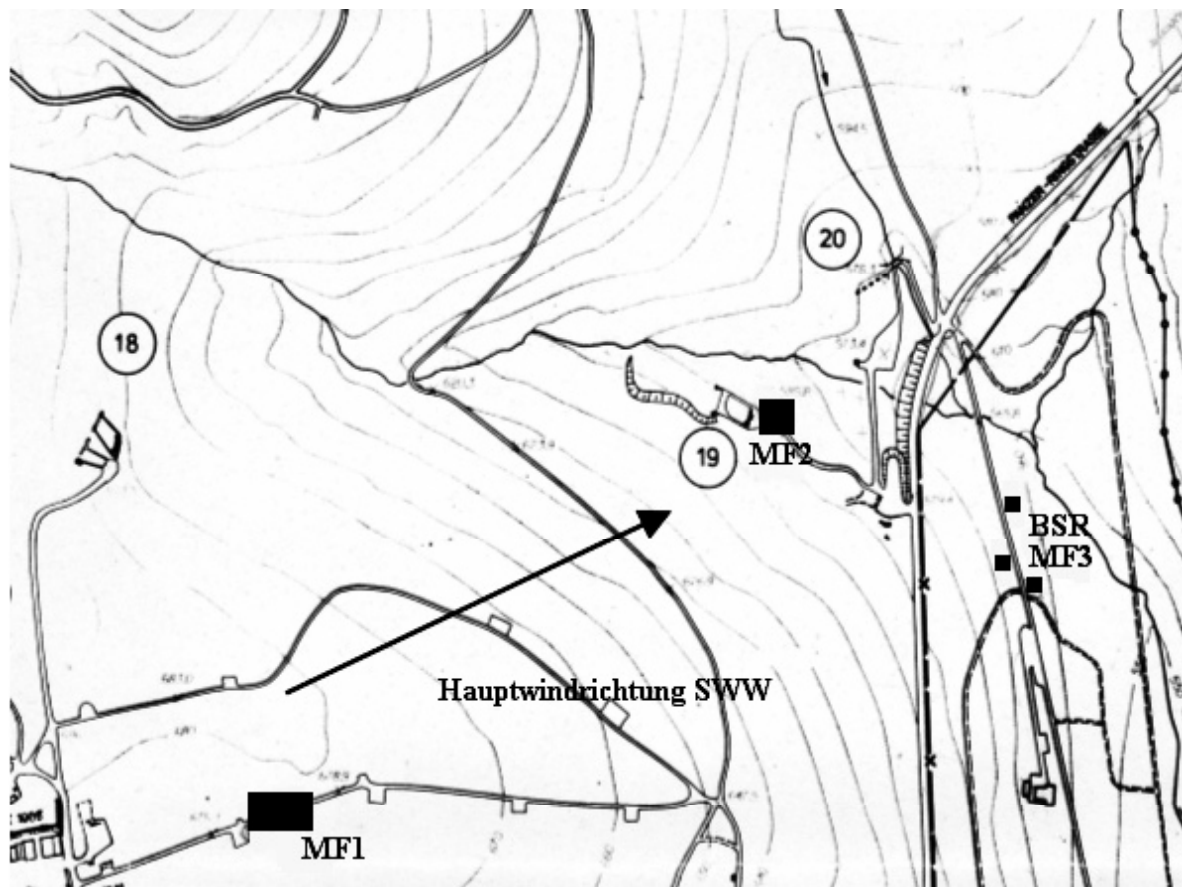


Abb. 2

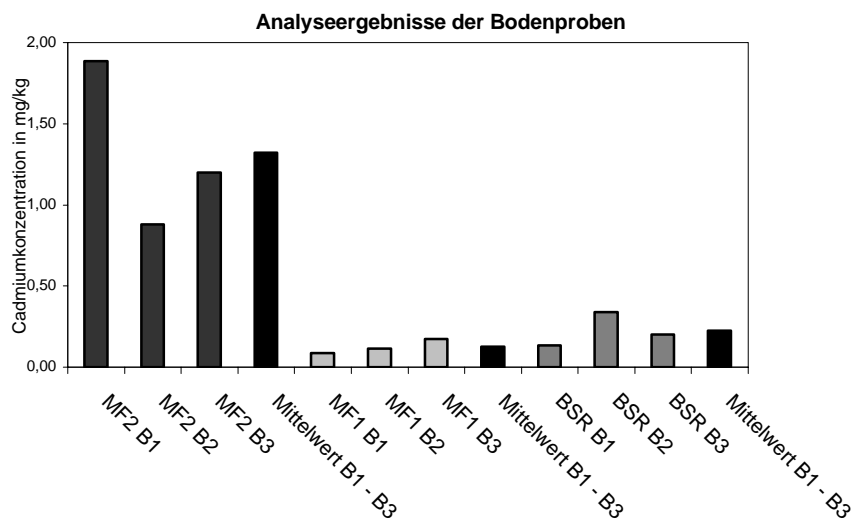


Abb. 3

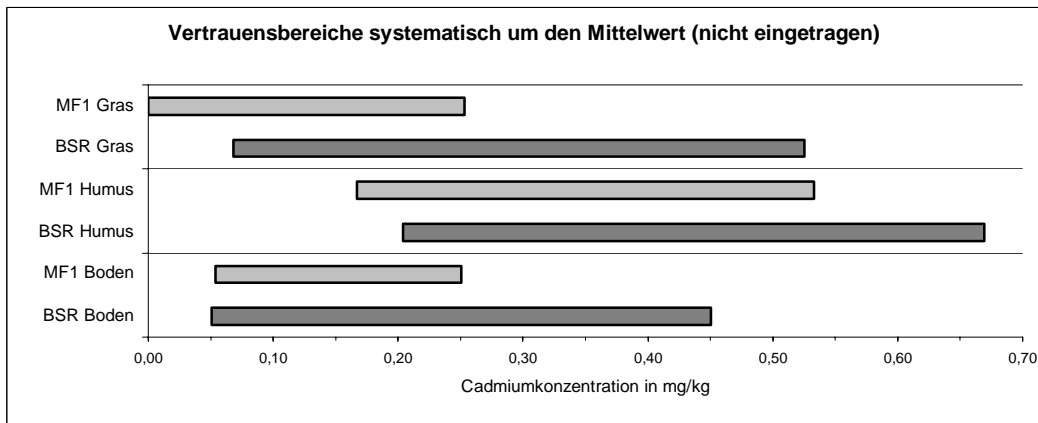


Abb. 4

