

Tagungsbeitrag zu:
Sitzung der Kommission II/5 der DBG
Jahrestagung:
03.-09. September 2011 in Berlin
Berichte der DBG (nicht begutachtete
Publikation)
<http://www.dbges.de>

Auswirkungen des Buntmetallbergbaus im Mashavera-Tal (Georgien) auf Bodenfunktionen und Möglichkeiten der in-situ Sanierung

Hanauer, T.¹, Jung, S.², Kalandadze, B.³, Navrozashvili, L.³, Steffens, D.², Schnell, S.⁴, Urushadze, T.³, Felix-Henningsen, P.¹

Untersuchungsgebiet

Die Region Bolnisi liegt ca. 80 km südwestlich der Hauptstadt Tiflis im Kleinen Kaukasus, in SE-Georgien. Leitbodentypen sind ertragreiche Chernozems und Kastanozems, die einen neutralen bis schwach alkalischen pH-Wert, sowie einen hohen Gehalt an organischer Substanz und Ton aufweisen. Aufgrund der geringen jährlichen Niederschläge (504 mm) ist die hier betriebene intensive Landwirtschaft nur mit Bewässerung möglich. Diese erfolgt über ein umfangreiches Kanalsystem, das von dem Fluss Mashavera gespeist wird (FELIX-HENNINGSEN et al., 2007).

¹ Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung,
Justus-Liebig- Universität
35392 Gießen

² Institut für Pflanzenernährung,
Justus-Liebig-Universität
35392 Gießen

³ Institute of Geography,
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

⁴ Institut für Angewandte Mikrobiologie,
Justus-Liebig-Universität

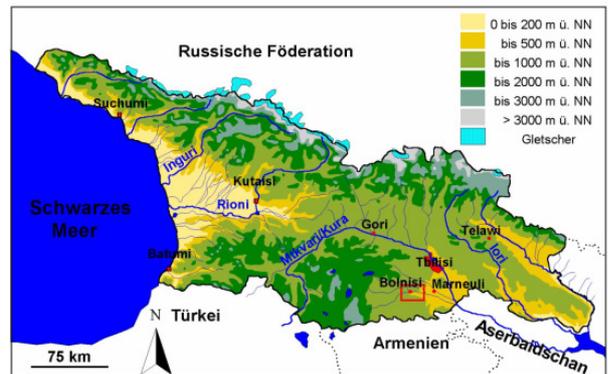


Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Kleinen Kaukasus

Problemstellung

Aufgrund der Erosion von Abraumhalden und der Einleitungen von Abwässern der Flotationsanlage einer Buntmetall-Mine am Mittellauf des Mashavera wurde das Flusswasser in der Vergangenheit in erheblichem Maß mit sulfidischen und gelösten Spurenmetallen (Cd, Cu und Zn) belastet.

Durch jahrzehntelange Bewässerung mit dem belasteten Wasser sind die landwirtschaftlich genutzten Böden des Mashavera-Tals teilweise so stark mit Cd, Cu und Zn kontaminiert, dass deutsche und internationale Grenzwerte weit überschritten werden. Die Totalgehalte der Oberböden betragen bis zu 3.000 mg kg⁻¹ für Cu, 2.500 mg kg⁻¹ für Zn und 17 mg kg⁻¹ für Cd. Eine nennenswerte Tiefenverlagerung konnte bisher nicht nachgewiesen werden (FELIX-HENNINGSEN et al., 2007). Daraus resultierend sind signifikant erhöhte Metallkonzentrationen in den auf diesen Böden kultivierten Nutzpflanzen nachweisbar (HANAUER et al., 2011).

Da die Ausdehnung der Kontamination eine Fläche von bis zu 10.000 ha Ackerland umfasst kommt als Alternative zu einer Nutzungsaufgabe nur eine in-situ Immobilisierung der Metalle mittels Additiv-Zugabe in Betracht.

Ziele

Die Problematik ist seit mehreren Jahren Gegenstand intensiver Forschung eines Deutsch-Georgischen Forschungsteams.

Zum eine soll der tatsächlich Belastungsgrad der Nahrungskette ermittelt werden.

Zum anderen wird ein für die Problemstellung geeignetes Additiv zu in-situ Immobilisierung gesucht.

Umsetzung

Oberböden und Nutzpflanzen des Untersuchungsgebietes wurden 2009 und 2010 beprobt und in Gießen analysiert.

Des Weiteren wurden für einen Modellversuch 300 kg kontaminierter Oberboden aus dem Untersuchungsgebiet nach Gießen importiert.

Ziel des 12-monatigen in der Klimakammer durchgeführten Gefäßversuchs war eine Reduzierung der mobilen Fraktion und der Pflanzenaufnahme von Cd, Cu und Zn. Die Änderungen der Bindungsformen wurden zusätzlich mittels 7-stufiger sequentieller Extraktion nach ZEIN (1995) untersucht. Hierzu wurde vier unterschiedlichen Additive getestet: Eisenoxid, Zeolith, Divergan® (ein Polyvinylpyrrolidon) und ein Biochar Produkt (aus Erdnussschalen). Zusätzlich wurde ein unbelasteter Boden aus Gießen (Lößlehm) verwendet. Die Fruchtfolge bestand aus *Spinacia oleracea*, *Brassica napus* und *Triticum aestivum*.

Ergebnisse

Pflanzenproben die auf mit Mashavera-Wasser bewässerten Böden angebaut werden weisen deutlich höhere Cd-, Cu- und Zn-Konzentrationen auf. Höchstgehalte der EU-Kontaminantenverordnung (2006) für Cd werden teilweise erheblich überschritten.

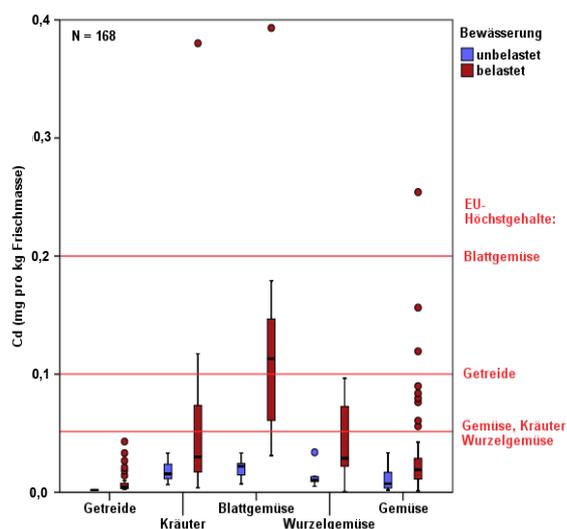


Abb. 2: Pflanzen auf mit Mashavera-Wasser bewässerten Böden weisen erhöhte Cd-Konzentrationen auf; Höchstgehalte nach Verordnung (EG) Nr. 1881/2006

Im Modellversuch führte die Zugabe der Additive zu einer Festlegung von Cd, Cu und Zn, messbar durch einen signifikanten Rückgang der mobilen Fraktion (1 M NH_4NO_3 -Extrakt, DIN 19730) unter die Prüf- bzw. Maßnahmenwerte der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (1999).

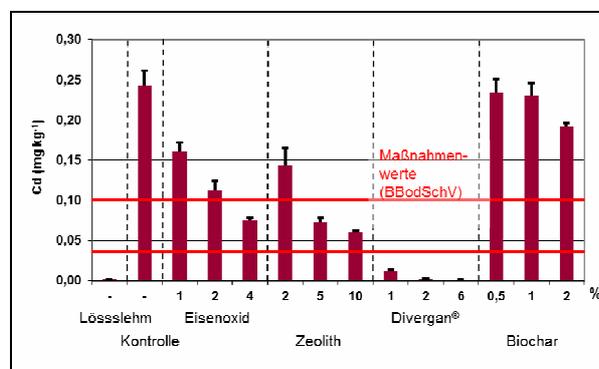


Abb. 3: Rückgang des mobilen Cd durch in-situ Immobilisierung nach 12 Monaten. Maßnahmenwerte der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (1999); für den Anbau von stark Cd-anreichernden Gemüsearten gilt 0,04; ansonsten 0,1 mg kg^{-1}

Hierdurch wurde zum einen die Phytotoxizität von Cu und Zn verringert. Zum anderen wurde die Cd-Konzentration sowohl bei *S.oleracea* als auch bei *B.napus* und *T.aestivum* reduziert, sodass die entsprechenden Höchstgehalte nach EU-Kontaminantenverordnung (2006) nicht mehr überschritten wurde.

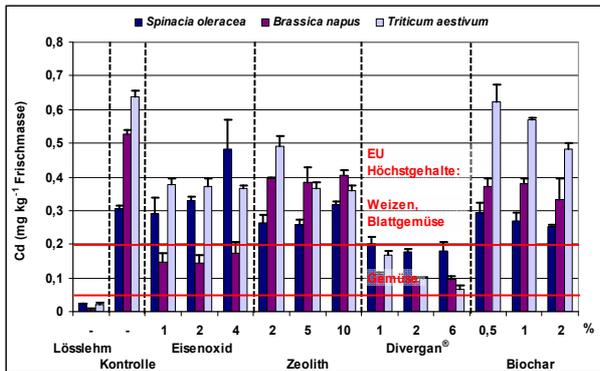


Abb.3: Rückgang der Cd-Konzentrationen im Pflanzengewebe durch Additiv-Zugabe; Höchstgehalte nach Verordnung (EG) Nr. 1881/2006

Gleichzeitig kam es in den Behandlungen zu einer signifikanten Zunahme des Ertrags im Vergleich zur Kontrolle.



Abb. 4: Im Gefäßversuch erhöhen alle Additive den Ertrag (Foto: *Spinacia oleracea*)

Des Weiteren konnte eine Verschiebung der Spurenmetalle von leicht verfügbaren zu schwer-mobilisierbaren Bindungsformen nachgewiesen werden. Wobei die deutlichsten Veränderungen wiederum bei Divergan® auftraten. Die stärkste Zunahme ist dabei in Fraktion 4 (organisch gebunden) messbar, während die Fraktionen 1 (mobil) und 2 (leicht mobilisierbar) am stärksten abnehmen.

Schlussfolgerung

Die hohen Cd, Cu und Zn Gehalte der Oberböden des Mashavera-Tals stellen ein erhebliches Belastungspotenzial für die Nahrungskette dar. Im Gefäßversuch gelang es durch Zugabe von Divergan® die Spurenmetalle in schwer mobilisierbare Fraktionen zu überführen und dadurch die Pflanzenaufnahme zu reduzieren. Ob das

Verfahren auch als Sanierungsstrategie im Mashavera-Tal anwendbar ist, muss aber zunächst noch im Feldversuch getestet werden.

Schlüsselworte: In-situ Immobilisierung, Spurenmetalle, Phytotoxizität

Literatur

BUNDES BODENSCHUTZ UND
 ALTLASTENVERORDNUNG (1999): 12.
 Juli 1999, Bundesgesetzblatt,
 Bundesanzeigerverlagsgesellschaft mbH,
 Köln.

DIN 19730: 2009-07 (2009):
 Bodenbeschaffenheit - Extraktion von
 Spurenelementen aus Böden mit
 Ammoniumnitratlösung. Deutsches Institut
 für Normung, Beuth Verlag GmbH, Berlin.

FELIX-HENNINGSSEN, P., URUSHADZE,
 T., NARIMANIDZE, E., WICHMANN, L.,
 STEFFENS, D. and KALANDADZE, B.
 (2007): Heavy metal pollution of soils and
 food crops due to mining wastes in an
 irrigation district south of Tbilisi, eastern
 Georgia. – Annals of Agrarian Science
 Vol. 5, No. 3, 11 –27.

HANAUER, T., FELIX-HENNINGSSEN, P.,
 STEFFENS, D., KALANDADZE, B.,
 NAVROZASHVILI, L., URUSHADZE, T.
 (2011): In situ stabilization of metals (Cu,
 Cd, and Zn) in contaminated soils in the
 region of Bolnisi, Georgia. – Plant Soil
 41:193-208.

ZEIEN, H. (1995): Chemische
 Extraktionen zur Bestimmung von
 Schwermetallen in Böden. Bonner
 Bodenkundliche Abhandlungen 17,
 Rheinische-Friedrichs-Wilhelm-
 Universität, Bonn