

**Tagungsbeitrag zu:**

Jahrestagung der DBG  
Kommission IV

**Titel der Tagung:**

Böden verstehen, Böden nutzen, Böden fit machen

**Veranstalter:**

DBG, September 2011, Berlin

**Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation)**

<http://www.dbges.de/>

**Vorkommen von Spurenelementen in Flusssedimenten und Grund- und Oberflächenwasser in der Bergbauregion von Gatumba, Ruanda**

T.K.D. Weber<sup>1</sup>, I. Paulmann<sup>1</sup>,  
A. Muwanga<sup>2</sup>, J. Nyabare<sup>2</sup> M. Owor<sup>2</sup>,  
R. Nieder<sup>1</sup>

**Zusammenfassung**

Aufgrund der intensiven Landnutzung durch Bergbau und Landwirtschaft sind die Gewässer im Gatumba Mining District durch Stoffaustrag aus Abraumbalden und Erosion stark geprägt. Untersuchungen während der Trocken- und Regenzeit hinsichtlich der Konzentration von Spurenelemente haben gezeigt, dass von einer Gesundheitsgefährdung der lokalen Bevölkerung derzeit nicht ausgegangen werden kann. In der Regel weisen die Wasserproben der Trockenzeit gegenüber denen der Regenzeit tendenziell höhere Konzentrationen auf. Die Konzentrationen der Sedimente zeigen keinen entsprechenden Trend.

**Schlüsselworte**

Coltan, Bergbau, Ruanda, Trinkwasser, Spurenelemente, Umweltanalytik, Umweltbelastung

<sup>1</sup> Institut für Geoökologie, TU Carolo-Wilhelmina, 38106 Braunschweig, to.weber@tu-bs.de.

<sup>2</sup> Department of Geology, Makerere University, P.O. Box 7062, Kampala, Uganda.

**Einführung**

In Ruanda (Lage siehe Abbildung 1) wird seit den 1920er Jahren Coltanbergbau betrieben. Der Name „Coltan“ leitet sich von der Mineralgruppe **Columbit-Tantalit** ab. Das Gatumba Mining District (GMD) ist eine Bergbauregion im Westen Ruandas (Abbildung 3), in der zum größten Teil unkontrollierter Bergbau betrieben wird. Durch unzählige kleinskalige Tagebaue wurden landwirtschaftlich wenig produktive Abraumflächen hinterlassen, welche physische und chemische Gefahren bergen. Vom Bergbau unbeeinflusste Gewässer sind kaum noch anzutreffen. Wasserläufe und Überflutungsbereiche sind stark vom Abraum geprägt. Bodenerosion ist aber auch außerhalb der Bergbauhalden gravierend. Aus früheren Untersuchungen geht hervor, dass die Spurenelement-Konzentrationen der Gewässer in toxischen Bereichen liegen können (Biryabarema et al 2008).

**Ziele**

Im Rahmen des Projektes „Nachhaltige Rekultivierung von Bergbaufolgelandschaften des Tantalbergbaus in Zentralafrika“ soll, beispielhaft für ein ausgewähltes Einzugsgebiet, die Zusammensetzung der Spurenelement-Konzentrationen in Grund-, Oberflächenwasser und Sedimenten erfasst und

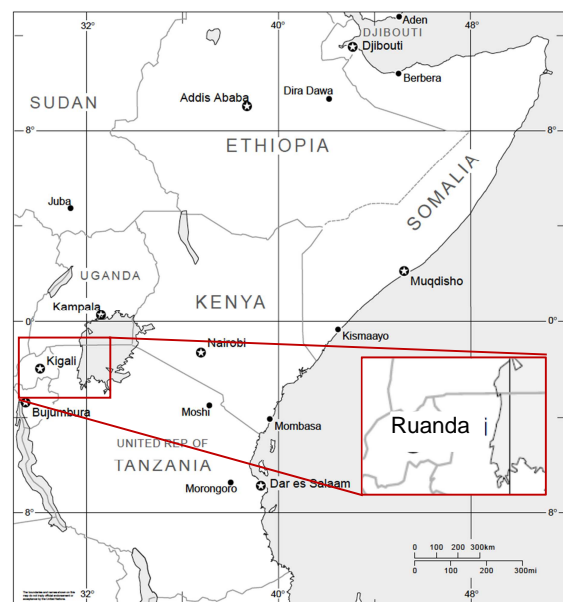


Abbildung 1: Horn von Afrika (adaptiert UN map No. 3857, Nov. 1994)

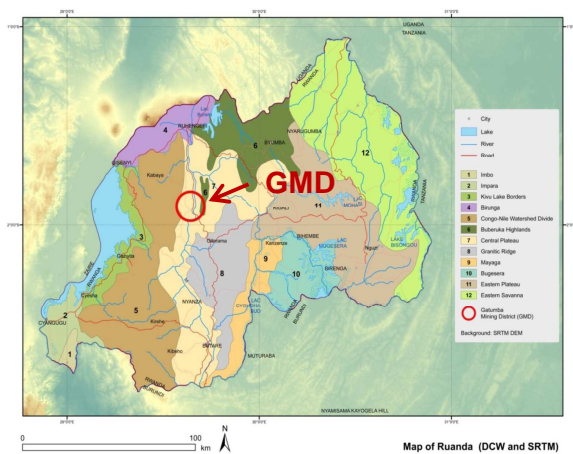


Abbildung 3: Ruanda in Agrarzone gegliedert (nach Verdoot und van Ranst, 2003)

beschrieben werden. Entscheidend hierbei ist, ob die Spurenelement-Konzentrationen internationale Grenzwerte überschreiten. Um den jahreszeitlichen Einfluss auf die Gewässerchemie abzuschätzen, wurde jeweils während einer Trocken- und Regenzeit eine Probenahmekampagne durchgeführt.

## Material und Methoden

### Untersuchungsgebiet

Als Projektgebiet wurde im GMD das Gisuma-Kibilira Einzugsgebiet (GKE) gewählt, in dem die aktive Coltan Mine von Ruhanga liegt (Abbildung 3). Der Gisuma fließt in den Unterlauf des Kibilira, der wiederum in den Nyabarongo (Nebenfluss

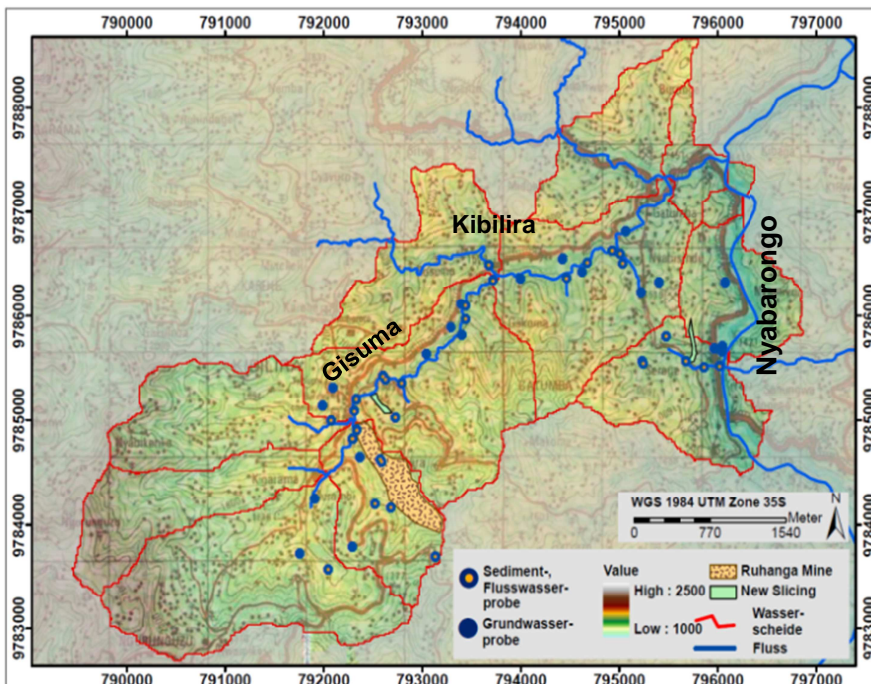


Abbildung 3: Das Untersuchungsgebiet (Fließrichtung Südwest nach Nordost).

des Nil) entwässert. Das GKE befindet sich zwischen 29°35'30" und 29°40" östlicher Länge und 1°55'15" und 1°58'10" südlicher Breite. Es drainiert ein Gebiet von etwa 19,7 km<sup>2</sup>.

### Standorte und Probenahme

Die *Sedimentproben* wurden natürlichen Sedimentfallen entnommen. Die Proben wurden getrocknet (35°C), nass gesiebt (<63µm) und erneut getrocknet (105°C). Die *Wasserproben* wurden filtriert (0,2 µm) und mit HNO<sub>3</sub> stabilisiert. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über die Anzahl der Probenahmestandorte während der Trockenzeit (August 2010) und der Regenzeit (April 2011).

Tabelle 1: Probenahmestandorte während der Kampagnen.

	Trockenzeit	Regenzeit
Sedimente	22	29
Grundwasser	16	21
Flusswasser	20	29

### Analytik

Zur Analyse verfügbarer Spurenelementanteile wurde Königswasser als geeignetes Mittel für Säureaufschlüsse verwendet. Zur Präparation der Aufschlüsse wurden 200 mg Sediment mit 5 ml Königswasser unter Erhitzung aufgeschlossen. In den Aufschlüssen wurden Li, Cr, As, Cd, und Cs mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma bestimmt, Pb mittels optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma. Die Bestimmung der Spurenelemente in den Wasserproben erfolgte auf gleiche Weise. An nicht angesäuerten Wasserproben wurden mittels Ionenchromatografie die Anionen bestimmt. Vor Ort wurden elektrische Leitfähigkeit, pH, Redoxpotential und Temperatur gemessen.

## Ergebnisse

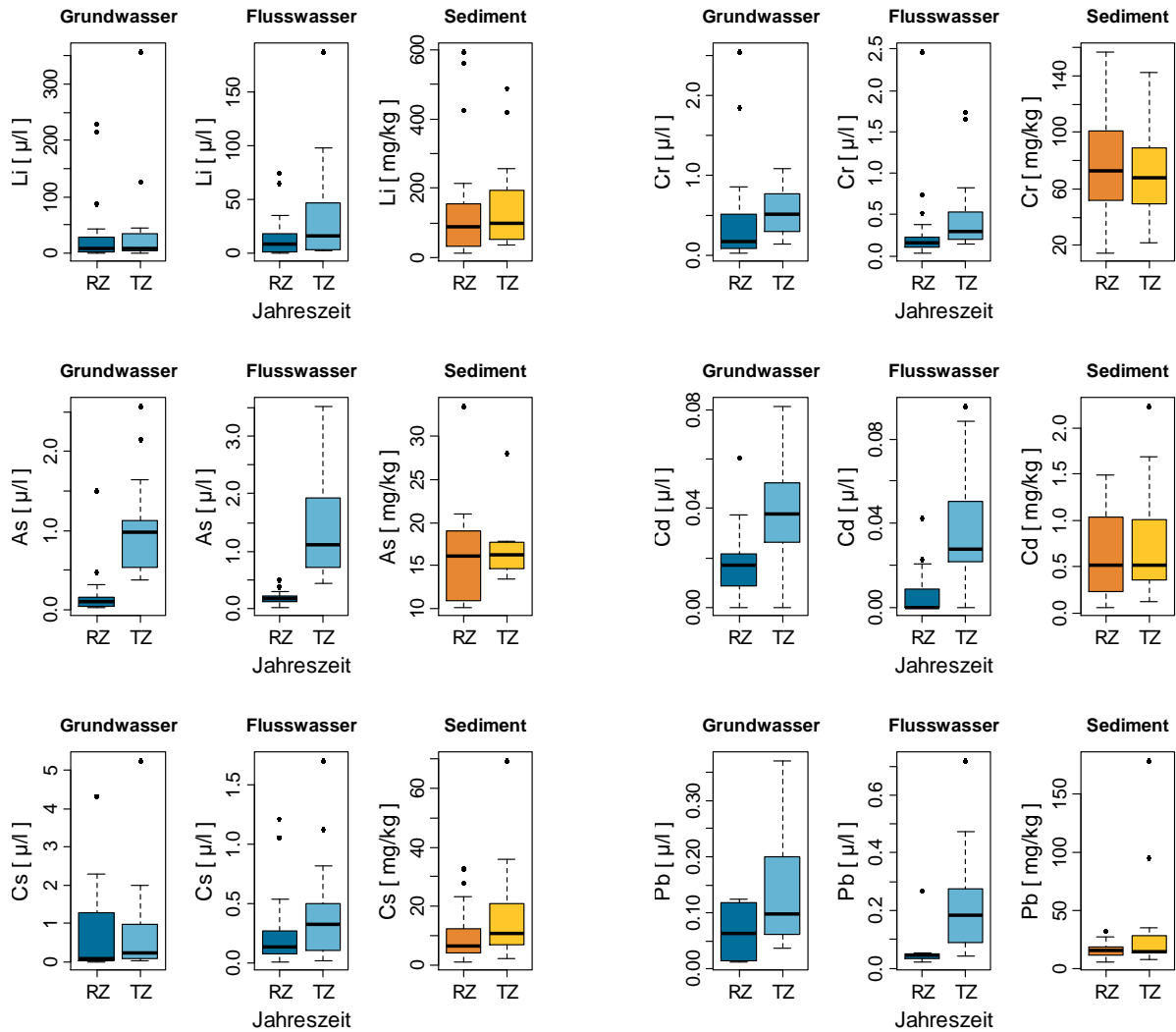


Abbildung 4: Boxplots der Laboranalyse ausgewählter Spurenelemente (Li, Cr, As, Cd, Cs, Pb) in jahreszeitlicher Differenzierung. RZ = Regenzeit (April 2011), TZ = Trockenzeit (August 2010).

Tabelle 2: Mittelwert (MW) der Spurenelement-Konzentrationen der Sedimentproben im GMD im Vergleich zu den durchschnittlichen Konzentrationen der Erdkruste und den Prüfwerten für Kinderspielflächen gem. BBodSchV (1999). Einheiten in  $[\text{mg kg}^{-1}]$ .

Element	MW GMD	Gao et al 1998	BBodSchV <sup>1</sup> 1999
Li	72,7	17-28	kA
Cr	75,5	35-99	200
As	8,6	1,4-6,5	25
Cd	0,7	0,07-0,1	10
Cs	16,1	1,7-5,8	kA
Pb	30,6	15-44	200

In Abbildung 4 sind die Ergebnisse der Spurenelementgehalte (Li, Cr, As, Cd, Cs,

Pb) in Grundwasser, Flusswasser und Sediment dargestellt. Die Li- und Cs-Konzentrationen sind auffällig erhöht gegenüber Angaben durchschnittlicher Konzentrationen der Erdkruste (Tabelle 2). Mittels eines Wilcoxon-Rangsummentest konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Konzentrationen der Regen- und Trockenzeit der Grundwasser- und Flusswasserproben für die Elemente Cr, As, Cd und Pb erkannt werden. Andererseits weisen die Sedimentproben nur geringfügige Unterschiede zwischen Regen- und Trockenzeit auf. International festgesetzte Grenzwerte nach WHO sind in den Wasserproben nicht überschritten worden (Tabelle 3).

*Tabelle 3: Gegenüberstellung der Maximumwerte aus Grundwasser- (GW) und Flusswasserproben (FW) mit Trinkwassergrenzwerten der WHO 2011. Einheiten in [mg kg<sup>-1</sup>].*

Element	GMD GW	GMD FW	WHO Grenzwert
Li	187,7	253,6	-
Cr	1,7	2,5	50
As	3,5	2,6	10
Cd	0,1	0,1	3
Cs	1,7	5,3	-
Pb	0,7	0,4	10

### Schlussfolgerungen und Ausblick

In den Proben sind keine Konzentrationen oberhalb der international festgesetzten Grenzwerte vorhanden. Die Annahme, dass die lokale Bevölkerung durch die Trinkwassernutzung von Fluss- und Grundwasser gefährdet sein könnte, lässt sich für die vorliegenden Untersuchungen nicht bestätigen. Die auffällig hohen Li und Cs Werte lassen sich auf das Vorkommen der Pegmatite zurückführen. Als nächster Schritt steht die Betrachtung räumlicher Zusammenhänge im Untersuchungsgebiet im Vordergrund. Weiterhin ist die Einbeziehung benachbarter Bergbauggebiete in die Untersuchungen sinnvoll.

### Danksagungen

Besonderem Dank gilt der Volkswagen-Stiftung für die finanzielle Unterstützung im Rahmen des ‚Coltan Environmental Management Projekt‘.

### Literatur

- Bundesbodenschutzverordnung (1999): BBodSchV - Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Bundesgesetzblatt, J. 1999, Teil I, Nr. 36, Bonn 16.7.1999.
- Biryabarema, M., Rukazambuga, D., Pohl, W., (Eds.) (2008) Sustainable restitution/recultivation of artisanal tantalum mining wasteland in Central Africa – a pilot study. *Études Rwandaise*, <Édition de l'Université, Butare>, 16:1-174.
- Gao, S., Luo, T-C., Zhang, B-R., Zhang, H-F., Han, Y-W., Zhao, Z-D., Hu, Yi-K., (1998): Chemical composition of the

continental crust as revealed by studies in East China, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol 62, No.11, pp. 1959-1974.

UN MAP No. 3857, Nov. 1994.

Verdoot, A., van Ranst, E. (2003): Land Evaluation for Agricultural Production in the Tropics – A Large-Scale Land Suitability Classification for Rwanda. Ghent University, Laboratory of Soil Science.

WHO (2011): Guidelines for Drinking-water quality, fourth edition, 2011.