

Aus dem Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde

**Susanne Schrötter
Jürgen Fleckenstein
Maria del Carmen Rivas**

**Ewald Schnug
Maria del Carmen Lamas**

**Uranbelastung von Böden in militärischen
Krisengebieten : Einfluss von Bodeneigenschaften auf
die Pflanzenverfügbarkeit von Uran**

Manuskript, zu finden in www.fal.de

Published in: Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 258,
pp. 33-34

**Braunschweig
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
2003**

Uranbelastung von Böden in militärischen Krisengebieten – Einfluss von Bodeneigenschaften auf die Pflanzenverfügbarkeit von Uran

S. Schroetter, E. Schnug¹, J. Fleckenstein, M. Lamas, M. Rivas

Uran ist ein natürlicher Bestandteil von Gesteinen und infolge von Bodenbildungsprozessen durch Verwitterung in den Böden enthalten. Der natürliche Urangelgehalt liegt zwischen 0,79 und 11 $\mu\text{g g}^{-1}$ in Abhängigkeit vom Ursprungsgestein, aus dem der Boden entstanden ist (Kabata-Pendias & Pendias, 2001). Uran wird vornehmlich im A-Horizont angereichert und seine Pflanzenverfügbarkeit wird sowohl von natürlichen als auch von anthropogen beeinflussten Bodeneigenschaften bestimmt. Ein bekanntes Problem sind die hohen Urankontaminationen von Böden im Bereich von Uranabbaugebieten und Erzaufbereitungsstätten. In der jüngsten Vergangenheit tritt eine neue, nicht zu unterschätzende Gefährdung des Ökosystems Boden auf: seit gut zehn Jahren wird bei militärischen Auseinandersetzungen Munition eingesetzt, deren Penetratoren unter Verwendung von abgereicherten Uranabfällen aus der Kernspaltung, sogenanntem „Depleted Uranium“ (DU), hergestellt werden. DU enthält noch ca. 0,2-0,3 % ²³⁵U. Es ist wie natürliches Uran eine instabile Substanz, die Alpha-, Beta- und Gammastrahlung abgibt. Auf Grund seiner sehr langen Halbwertszeit verbleibt DU dauerhaft im kontaminierten Material und wird kaum abgebaut (UNEP, 2001). Als weitaus bedenklicher wird jedoch die Toxizität von DU als Schwermetall angesehen. Gefahr für die menschliche Gesundheit entsteht, wenn dieses Schwermetall in den Nahrungskreislauf gelangt. Das kann direkt über Trinkwasser, Gemüse, Obst oder Körnerprodukte erfolgen oder auf indirektem Weg mit dem Verzehr von belastetem Fleisch, Milch oder Eiern.

Ziel des Projektes ist es, die Ursachen für die Mobilisierung von Uran im Boden aufzufinden, den möglichen Transfer vom Boden in die Pflanze quantitativ abzuschätzen sowie Gegenmaßnahmen im Rahmen des landwirtschaftlichen Managements zu bewerten.

Projektpartner: Department of Soil Science, University of Buenos Aires, Argentina Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), BA, Argentina

Die Untersuchungen werden in mehreren Gefäßversuchen mit unterschiedlichen Bodensubstraten und Fruchtarten seit mehr als drei Jahren durchgeführt. In einem ersten Versuch wurde der Einfluss von Bodenqualität bzw. Bodenfruchtbarkeit, pH-Wert der Bodensubstrate, U-Kontaminationsgrad des Bodens und P-Versorgung auf den Urangelgehalt in Blättern von Weidelgras (*Lolium perenne*, Sorte Lisuna) geprüft (Tab. 1).

Tabelle 1: Charakteristik der untersuchten Substrate:

Substrat	Nutzung	Bodenart	Klassifizierung	Schicht [cm]	pH	C _t [%]	N _t [mg g ⁻¹]	P [mg kg ⁻¹]	K [mg kg ⁻¹]
Boden 1	Dauergrünland	anlehmgiger Sand	Podsolidierte Braunerde	0...25	5,9	1,2	1,0	108	261
Boden 2				25...50	4,8	0,5	0,4	20	246
Boden 3	Wald	lehmgiger Sand	Podsol	0...25	3,5	2,0	1,1	48	25
Boden 4				25...50	3,8	0,6	0,4	20	5

Der zweite Versuch soll Aufschluss darüber geben, wie die Uraneinlagerung in juveniles Pflanzengewebe in Abhängigkeit von der Pflanzenart (Mais, Ackerbohne, Sonnenblume) und dem Ernährungszustand der Pflanzen (P-, N- und S-Düngung) differiert.

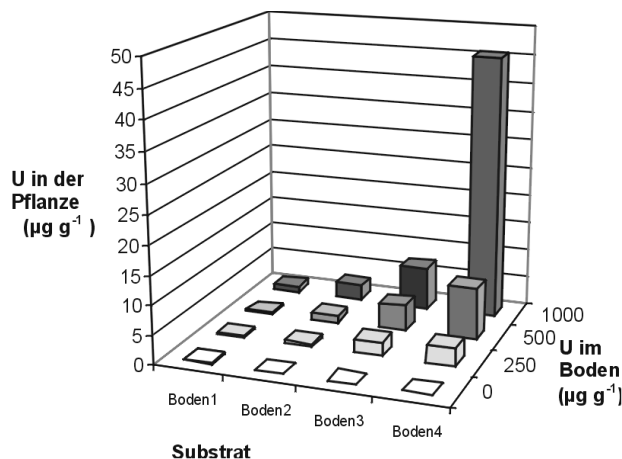
Weiterhin werden Effekte auf die mikrobiologische Aktivität in den Bodensubstraten und die daraus resultierenden Gehalte an pflanzenaufnehmbaren Uranverbindungen untersucht.

Neben dem Urangelgehalt werden in der Pflanzensubstanz der P-, K-, Mg- und Ca-Gehalt sowie eine Reihe weiterer Elemente mittels der ICP-QMS untersucht (Details sind beschrieben bei Lamas et al., 2002). Der N-Gehalt wird nach Kjeldahl ermittelt. Die biologische Aktivität wird über die Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität verglichen.

¹ Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, E-Mail: pb@fal.de

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass Uran, einmal in den Boden gelangt, unter entsprechenden Bedingungen mobilisiert wird und dann offenbar in pflanzenaufnehmbare Form vorliegt. Die Höhe der Urankontamination des Bodens spielt dabei eine entscheidende Rolle (Abbildung 1).

Abbildung 1: Einfluss von Bodenurangehalt und Bodenqualität auf die Uranaufnahme durch Weidelgras [$\mu\text{g g}^{-1}$], 4. Schnitt (40 Wochen nach der Bodenkontamination)



Der P-Gehalt des Bodens, der pH-Wert und die Bodenqualität beeinflussen die Uranaufnahme ebenfalls.

Tabelle 2: Einfluss von Bodenfruchtbarkeit, pH-Wert des Bodens und P-Düngung auf den Uragehalt in Weidelgrasblättern [$\mu\text{g g}^{-1}$], 6. Schnitt (50 Wochen nach der Bodenkontamination)

Bodensubstrat	P-Düngung	Kalkung	pH-Wert des Bodens		
Urangehalt in der Pflanzensubstanz [$\mu\text{g g}^{-1}$ U]					
Boden 1 Grünland Oberboden	ohne	0,348	ohne mit	0,441 0,254	6,30 6,87
	mit	0,182	ohne mit	0,204 0,159	6,51 6,77
Boden 2 Grünland Unterboden	ohne	1,632	ohne mit	1,718 1,546	4,96 6,73
	mit	0,176	ohne mit	0,139 0,213	5,58 6,58
Boden 3 Wald Oberboden	ohne	2,217	ohne mit	3,722 0,712	3,57 5,61
	mit	0,161	ohne mit	0,169 0,154	4,45 6,09
Boden 4 Wald Unterboden	ohne	3,171	ohne mit	4,890 1,451	4,17 5,65
	mit	0,113	ohne mit	0,114 0,113	4,86 6,28

Wichtigstes Anliegen des Projektes ist die Risikoabschätzung bei landwirtschaftlicher Nutzung uranbelasteter Böden und die Verhinderung des Urantransfers vom Boden in die Pflanze. Die Untersuchungen zeigen, dass Uran von den Pflanzenwurzeln aus kontaminiertem Boden aufgenommen und in die oberirdischen Pflanzenorgane eingelagert wird. Auf diese Weise entsteht die Gefahr des Übergangs dieses toxischen Schwermetalls in die Nahrungskette. Der Bodenfruchtbarkeitszustand ist offenbar ausschlaggebend für die Urankonzentration im Gewebe der darauf wachsenden Pflanzen. Die Regulierung des Boden-pH-Wertes durch Kalkung scheint ein Faktor zu sein, über den der Boden-Pflanze-Transfer begrenzt werden könnte. Auch eine hohe Phosphatkonzentration im Boden wirkt offenbar hemmend.

Literatur

- Kabata-Pendias A, Pendias H (2001) Trace elements in soils and plants. Boca Raton, London, New York: CRC Press, 413 p
 UNEP (2001) Depleted Uranium in Kosovo. Post-Conflict Environmental Assessment. Genf: SRO-KUNDIG, 186 p
 Lamas M, Fleckenstein J, Schroetter S, Sparovek RM, Schnug E (2002) Determination of Uranium by means of ICP-QMS. Comm Soil Sci Plant Anal 33/15-18: 3469-3479