

klarer Fall für den Bodenschutz.

1. Mehr Mais wurde für die Bioalkoholproduktion angepflanzt und verdrängte Soja- und Weizenanbau. Nicht nur Dünger, sondern auch Weizen und Soja wurden knapp.

2. Heffer P., & Prud'homme M., World Agriculture and Fertilizer Demand, Global Fertilizer Supply and Trade, Summary Report, International Fertilizer Industry Association (IFA) Paris, Dezember 2008, Harald Elsner, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Hannover (BGR), Vortrag, Braunschweig 10.12.2008.

3. JKI, Pressemitteilung „Recycelter Phosphor für die Landwirtschaft: Was ist möglich – was ist sinnvoll?“, 10.12.2008, Veröffentlichungen – Braunschweiger Nährstofftage – Download der Vorträge und Poster im Internet unter <http://www.jki.bund.de>.

4. Bundestagsdrucksachen 11/4392 und 11/5788, Lilo Wollny et al. und die Fraktion Bündnis 90/Die Grünen, Beteiligungen der Bundesrepublik Deutschland an weltweiter Produktion und dem Handel mit Uran, Verletzung von Menschenrechten und Landrechten betroffener Bevölkerungsgruppen, Bundestagsdebatte am 12. März 1990.

5. Entsprechend den Grenz- und Deklarationswerten für Cadmium (Cd) in Düngemitteln, Deutsche Düngemittelverordnung (Änderung 2004); Kennzeichnung ab 20 mg/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und Grenzwert 50 mg/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

6. vgl. Strahlentelex 530-531 v. 05.02.2009 und 532-533 v. 05.03.2009: Uranbelastung von landwirtschaftlichen Nutzflächen und Agrarprodukten. [www.strahlentelex.de/Stx\\_09\\_530\\_S10-11.pdf](http://www.strahlentelex.de/Stx_09_530_S10-11.pdf)

7. a.a.O.

8. Huhle B. et al., Birke M. et al. Ebd.; BGR, Geochemischer Atlas für Deutschland (Veröffentlichung für 2009 geplant).

9. Küntzel, M.: Bonn und die Bombe, Deutsche Atomwaffenpolitik von Adenauer bis Brandt, Campus Verlag 1992.

10. Sattouf M., Identifying the Origin of Rock Phosphates and Phosphorous Fertilizers Using Isotope Ratio Techniques and Heavy Metal Patterns, Landbau-forschung Völknerode, FAL Agricultural Research, Sonderheft 311, Braunschweig 2007.

11. Zhengyi Hu et al. in De Kok, Luit J. & Ewald Schnug (Eds.), Loads and Fate of Fertilizer-de-

rived Uranium, Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, 2008, S.127-134.

12. Bundestagsdrucksache 16/10968: Kleine Anfrage der Abgeordneten Cornelia Behm u.a. und der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen (Uran in Phosphatdüngemitteln – Uran im Düngemittel-, Bodenschutz- und Wasserrecht), Januar 2009.

13. IFA Mitteilung vom Januar 2009. ●

## Berichtigung

# Uranbelastung von landwirtschaftlichen Nutzflächen und Agrarprodukten

In der Ausgabe 530-531 vom 5. Februar 2009 (Seite 10, Sp. 4, Abs. 3) hatte Strahlentelex aus der Antwort der Bundesregierung auf eine Kleine Anfrage der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen zur Uranbelastung von landwirtschaftlichen Nutzflächen und Agrarprodukten zitiert (Bundestagsdrucksache 16/11539 vom 05.01.2009), daß „für die kumulative Anreicherung in den landwirtschaftlich genutzten Böden ein Wert von 0,0037 mg Uran pro Hektar und Jahr“ vom Julius Kühn-Institut (JKI) genannt werde, „was einer kumulativen Anreicherung in 50 Jahren von 0,185 mg Uran pro Hektar entspreche“. Nach Rückfrage beim JKI in Braunschweig stellte sich jedoch heraus, daß sich der jährliche Wert von 0,0037 mg Uran auf ein Kilogramm (kg) Boden bezieht (nicht auf ein Hektar Bodenfläche), was in 50 Jahren einer Akkumulation von 0,185 mg Uran pro kg Boden oder circa 555 Gramm Uran pro Hektar Bodenfläche entspreche. Das heißt, daß sich etwa die Hälfte des mit der Düngung in den letzten 50 Jahren ausgebrachten Urans nicht mehr im Oberboden, sondern bereits in Bodentiefen

von mehr als 30 Zentimetern oder bereits im Grundwasser befindet. Denn seit 1950 wurde über die Düngung mit mineralischen Phosphaten kumulativ laut JKI insgesamt etwa 1 kg Uran pro Hektar landwirtschaftlicher Fläche ausgebracht. ●

## Buchmarkt

# Uran im Dünger

Seit zehn Jahren forschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der früheren Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), heute am Nachfolgeinstitut für Pflanzenbau und Bodenkunde des Julius Kühn-Instituts in Braunschweig (JKI), zum Thema Verbleib und Austrag von Uran (U) aus Düngern im Boden. Diese Problematik wurde auf einer Tagung vom 4. bis 6. Juni 2007 in Braunschweig mit internationalen Kolleginnen und Kolleginnen aus über 30 Forschungseinrichtungen und Behörden behandelt [1]. Die Beiträge liegen jetzt in Buchform vor und vermitteln einen Einblick in die aktuelle internationale Uranforschung. Ein wichtiges Ergebnis der Tagung ist, dass mineralische Phosphordüngung die Böden mit Uran belastet und eine Gefahr für das Grund- und Trinkwasser darstellt.

Uran ist ein natürlich vorkommendes Schwermetall, das biologische Systeme sowohl durch Radioaktivität, als auch durch chemische Toxizität schädigen kann. In Düngemitteln kommt Uran in höheren Konzentrationen besonders in Phosphaten sedimentären Ursprungs vor und wurde in Konzentrationen von 2 bis 200 Milligramm Uran pro Kilogramm (mg/kg U) nachgewiesen. Nach Berechnungen des JKI hat die deutsche Landwirtschaft mit mineralischen Phosphordüngern im Zeitraum von 1951 bis 2005 insgesamt 13.333 Tonnen

Uran auf den Acker gebracht. Das bedeutet eine kumulative Befruchtung der landwirtschaftlichen Flächen in Höhe von 1 Kilogramm Uran pro Hektar (kg/ha U).

Inge Schmitz-Feuerhake und Rosalie Bertell referieren in ihrem Beitrag, dass die chemische Toxizität von Uran höher eingeschätzt wird als die radioaktive Wirkung. Die getrennte Betrachtung der Schadgrößen verkenne jedoch das Uranrisiko und verschärfe die vom Uran und seinen Zerfallsprodukten ausgehende Gesundheitsgefahr. Chris Busby und Ewald Schnug zeigen synergistische Wirkungen auf und beschreiben einen photoelektrischen Effekt, der die Radiotoxizität des Urans insgesamt erhöhe. Pascale Henner vom IRSN Labor für Radioökologie und Ökotoxikologie im französischen Cadarache berichtet über aquatische Organismen, die bei Urankonzentrationen von 10 Mikrogramm Uran in einem Liter Wasser (vgl. deutscher Trinkwasserrichtwert) mit oxidativem Stress reagieren und in dessen Folge Genotoxizität auftreten. Auch östrogene Wirkungen von Uran werden in der jüngeren Literatur berichtet und Cadmium verstärkt, wie Schnug aufzeigt, ebenfalls die Giftwirkung von Uran. Patricia A. Thomas vom kanadischen Institut für Toxikologie der Universität von Saskatchewan/Saskatoon weist auf die große radiologische und chemische Giftigkeit der Zerfallsprodukte von Uran in der Nahrungskette hin, darunter Polonium, Radium und Radon.

Auf dem Hintergrund der referierten Forschungsergebnisse zu Uran plädieren die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler für eine Minimierung der Uranbelastung, denn es gebe keinen Schwellenwert, der Gesundheitsschäden ausschließe.

Jens Utermann und Michael Fuchs veröffentlichen in Ih-

rem Beitrag erstmals eine deutschlandweite Übersicht zu Urangelhalten in Ober- und Unterböden. Sie betonen, dass vergleichbare und repräsentative Angaben wenig vorhanden sind, da im allgemeinen Uran im Bodenschutz noch immer kein Thema sei [2]. Sie referieren Urangelhalte in Oberböden von 0,48 bis 5,73 Milligramm Uran pro Kilogramm Boden und im Unterboden von 0,29 bis 4,58 Milligramm pro Kilogramm.

Bemerkenswert sind die Untersuchungen von Beate Huhle et al., die viermal höhere Mengen an mobilem Uran in Ackerböden als in Forstböden nachweisen.

Nils Baumann et al. vom Institut für Radiochemie im Forschungszentrum Rossendorf und David Read et al. von der Abteilung für Chemie, Pflanzen- und Bodenkunde an der Universität von Aberdeen in Schottland und der Universität von Reading in England, bestätigen, dass die in Ackerböden vorkommenden Uranverbindungen unter oxidierenden Bedingungen sehr mobil sind und zeigen, dass Urankonzentrationen in Phosphatdüngern gegenüber dem Rohphosphat bis zu 50 Prozent höher liegen, wohingegen 80 Prozent des Radiums aus dem Rohphosphat in die Abfallstoffe wie Phosphorgips und Prozessschlamm wandern. Die radioaktive Kontamination bei der Rohphosphatverarbeitung und Düngerherstellung sei bisher zu wenig beachtet worden.

Auch abgereichertes Uran (Depleted Uranium) aus dem Anreicherungsprozess von Uran-235, als panzerbrechende Munition von der NATO im Irak, in Serbien und Bosnien eingesetzt, verursacht langanhaltende Umweltkontaminationen, verseucht Böden und Trinkwasser, so Baumann et al. in ihrem Beitrag.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am JKI stel-

len ihre Langzeituntersuchungen zu Uran in Düngemitteln vor. Nach Sylvia Kratz et al. gelangt je nach Modellansatz ein mittlerer jährlicher Nettoeintrag an Uran von 2 bis 15 Gramm pro Hektar in den Ackerboden. Der Entzug von Uran aus dem Boden durch Bepflanzung ist mengenmäßig in der Gesamtbilanz mit weniger als 1 Gramm pro Hektar und Jahr nur gering. Deshalb, so Silvia Haneklaus und Ewald Schnug, spielen Bepflanzungsstrategien für den Uranentzug auf mit Schwermetallen belasteten Böden praktisch keine Rolle.

Interessant ist auch, dass Uran aus dem Oberboden offenbar in tiefere Schichten abwandert. Rechnerisch lassen sich nach Schnug et al. von 1 Kilogramm Uraneintrag pro Hektar etwa 420 Gramm Uran im Acker-Oberboden (oder 0,14 Milligramm Uran pro Kilogramm Boden) nicht mehr wiederfinden. Das Uran gelangt offensichtlich in tiefere Bodenschichten und wird ins Grund- und Oberflächenwasser ausgewaschen.

Das belegen auch Untersuchungen von Manfred Birke von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Hannover et al., die erhöhte Urangelhalte in Fließgewässern im östlichen und nördlichen Harzvorland, dem Thüringer Becken, dem nördlichen Teil des oberen Rheintals südlich von Mainz und der Region nördlich von Stuttgart sowie in Teilen Mecklenburg-Vorpommerns auf landwirtschaftlichen Einfluss zurückführen.

Um die zunehmende Akkumulation von Uran in Ackerböden zu verhindern und um Grund- und Trinkwasser vor Uraneinträgen zu schützen, halten Experten die Deklaration von Uran in mineralischen Phosphordüngern für dringend erforderlich. Der Urangelhalt in Dünger sollte entsprechend dem Cadmiumgehalt geregelt werden, heißt

es: Kennzeichnung ab 20 Milligramm pro Kilogramm Uran je Kilogramm  $P_2O_5$ , Grenzwert 50 Milligramm pro Kilogramm Uran je Kilogramm  $P_2O_5$ .

Zhengyi Hu et al. von der Chinesischen Akademie der Wissenschaften in Beijing zufolge dürfte die Entfernung des Urans bei der Düngemittelherstellung nicht zu Lasten des Düngemittelpreises gehen, sofern der Uranbedarf weltweit steige und die Uranpreise wieder anzögen. Technologien zum Entzug von Uran aus dem Rohphosphat wurden in vielen Ländern angewendet und bis in die 1990er Jahre in Belgien, Großbritannien und in den USA. Das so gewonnene spaltbare Uran kann Ländern die Gewinnung von Uran für zivile und militärische Zwecke ermöglichen, ohne dass dies der Kontrolle durch die IAEA unterliegt.

**Inge Lindemann**

1. Institut of Plant Nutrition and Soil Science (FAL), Pressemitteilung zum International Symposium Protecting Water Bodies from Negative Impacts of Agriculture, June 4-6, 2007, Loads and Fate of Fertilizer-derived Uranium. Die Veranstaltung wurde im Rahmen der "Task Force Sustainable Agriculture (TFSA)" der Agenda 21 for the Baltic Sea Region (BALTIC21) durchgeführt. [http://www.baltic21.org/?meetings,table,agriculture\\_seminar\\_3](http://www.baltic21.org/?meetings,table,agriculture_seminar_3)

2. vgl. Bundestagsdrucksache 16/10968 vom 05.01.2009 zu Uran in Phosphatdüngemitteln

De Kok, Luit J. & Ewald Schnug, Loads and Fate of Fertilizer-derived Uranium, Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, 2008, ISBN 978-3-8236 15460, 329 Seiten mit 20 Beiträgen in englischer Sprache, EUR 112,35. ●

## Buchmarkt

### Uran, Bergbau, Hydrogeologie

Professor Dr. Broder J. Merkel, Geohydrologe, Umwelt-

forscher und Institutsleiter an der Technischen Universität Freiberg, empfing im September 2008 zahlreiche internationale Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zur fünften Fachtagung „Uranium Mining and Hydrogeology (UMH)“ in der sächsischen Bergbaustadt. Thema der Konferenz war das komplexe Verhalten des radioaktiven Schwermetalls Uran in Boden und Wasser. Uran ist in der Erdkruste weit verbreitet und kann unter oxidierenden Bedingungen in Wasser eine große Mobilität entwickeln. Bergbau und Bergbaufolgen wurden auf dem Kongress ebenso behandelt, wie technische Lösungen bei der Abwasserbehandlung und das Aufspüren von Urankontaminationen in der Umwelt. Da für die Herstellung von waffenfähigem Uran und Brennstäben in Atomkraftwerken weltweit große Mengen Uran abgebaut und weiterverarbeitet werden, sind die damit einhergehenden Eingriffe in Natur und Umwelt und die Auswirkungen auf Arbeiter und Bevölkerung groß. Auch durch den Phosphatbergbau (Beispiel Tansania) und die Goldgewinnung (Beispiel Südafrika) gelangen erhebliche Mengen Uran in die Umwelt und sind auch in Kohle und Öl enthalten. Überall stellen sich Probleme bezüglich Langzeitverhalten und Bioakkumulation. Uran und seine Zerfallsprodukte, vor Jahren in der Wissenschaft als gegen verursacht vernachlässigt, beschäftigen heute unterschiedliche wissenschaftliche Disziplinen und die internationale Forschung. In dem Ende 2008 erschienenen Proceedingsband sind alle Beiträge der Tagung veröffentlicht. I.L.

Merkel, Broder J., Hasche-Berger, Andrea (Eds.), Uranium, Mining and Hydrogeology, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2008, ISBN: 978-3-540-87745-5, Hardcover, 958 S., 328 Abb., incl. CD, EUR 266,43. ●