

Atomwirtschaft

Für zusätzlich 350 Jahre lässt sich Reaktorbrennstoff bei der Herstellung von Phosphatdüngern abtrennen

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus 20 Ländern beteiligten sich im Juni 2007 an einem Uran-Symposium der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig.

Um weitere 350 auf 400 Jahre läßt sich die Reichweite des Urans zur Nutzung als Reaktorbrennstoff verlängern, wenn den Rohphosphaten bei der Düngerherstellung das in ihnen enthaltene Uran entzogen wird. Also nicht nur für 50 Jahre reicht das Uran noch, wie in der Vergangenheit auf der Basis des klassischen Uranerzbergbaus und für etwa gleichbleibenden Verbrauch berechnet worden war. Zu dieser Erkenntnis gelangten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer eines Internationalen Symposiums, an dem sich Wissenschaftler aus 20 Ländern vom 4. bis 6. Juni 2007 in Braunschweig beteiligten. Eingeladen dazu hatte Professor Dr. Dr. Ewald Schnug, Leiter des Instituts für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL). Erstmals wurden hier belastbare Daten über die weltweiten Urankonzentrationen in Böden, in Gewässern und in Düngemitteln vorgestellt und über den Eintrag und Verbleib von Uran aus Düngemitteln in der Umwelt diskutiert.

Wirtschaftsdünger enthalten demnach im Mittel 1 Milligramm Uran pro Kilogramm (1 mg/kg Uran) und mineralische Phosphatdünger 180 mg/kg Uran. In Deutschland lassen sich in den oberen Bodenschichten im Mittel 1,5 mg/kg Uran finden, in pflanz-

lichen Grundnahrungsmitteln 0,025 mg/kg, in Fließgewässern 0,3 Mikrogramm Uran pro Liter ($\mu\text{g/l}$ Uran) und in Leitungswässern um 0,15 $\mu\text{g/l}$. Die Uranmengen, die mit der Phosphatdüngung in landwirtschaftliche Böden eingetragen werden, belaufen sich im Mittel auf 7 Gramm Uran pro Hektar (7 g/ha Uran). Bei reiner Minereraldüngung werden circa 15 g/ha Uran und bei ausschließlicher Verwendung von Wirtschaftsdüngern circa 3 g/ha Uran ausgebracht. Die Uran-Entzüge mit den Ernterzeugnissen liegen dagegen lediglich zwischen 0,1 und 0,35 g/ha Uran, weshalb der Urangehalt in den Böden in der Vergangenheit um etwa 0,02 mg/kg jährlich anstieg, was sich regional bereits in höheren Urangehalten in Fließgewässern niederschlägt. Innerhalb von 50 Jahren sammelt sich so zusätzlich zum natürlichen Gehalt 1 Milligramm Uran pro Kilogramm Boden an. Um diese Menge wieder zu entfernen wären 1.000 Ernten notwendig. Dieser Kalkulation haben Schnug und Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aktuelle Verbrauchs- und Erntedaten aus deutschen Modellregionen sowie Grunddaten der offiziellen Phosphat-Flächenbilanzen für Deutschland zugrunde gelegt.

Die in Deutschland verbrauchten Phosphatdünger werden aus Rohphosphaten hergestellt, die vorwiegend aus den

USA, Nordafrika und Israel stammen. Diese weisen gegenüber den Böden einen bis zu fünfzigfach erhöhten Gehalt an Uran-238 und Radium-226 auf. Das berichtete Richard A. Brand vom Fachbereich Physik der Universität Duisburg-Essen. Die spezifischen Aktivitäten der daraus hergestellten mineralischen Phosphatdünger gibt er für Uran-238 mit 280 bis 920 Becquerel pro Kilogramm (Bq/kg) und für Radium-226 mit 160 bis 520 Bq/kg an. Messungen ergaben demnach deshalb für Lagerarbeiter Strahlenbelastungen von 2 bis 3 Millisievert (mSv) pro Jahr und für in der Landwirtschaft Beschäftigte bis zu 1 mSv pro Jahr. Solche hohen, alle „Freigrenzen“ überschreitenden Belastungen führen nur deshalb nicht zu einer Überwachung und erfordern nur deshalb keine strahlenschutzrechtliche Genehmigung, weil bei der letzten Neufassung der Strahlenschutzverordnung im Jahre 2001 neu und feinsinnig zwischen „Tätigkeiten“ zum Beispiel im AKW oder im Radionuklidlabor und „Arbeiten“ mit natürlicher, geogener Radioaktivität unterschieden wurde, bei denen die Radioaktivität nicht Gegenstand des Begehrens ist. Solche „Arbeiten“ wurden von den strengeren Auflagen bei „Tätigkeiten“ befreit. Strahlentelex hatte das damals scharf kritisiert, weil dies den Strahlenschutz beim Umgang mit natürlicher Radioaktivität schwächt und eine Unterscheidung zwischen einem Strahlenschutz erster und zweiter Klasse bedeutet. Vor allem aus Sicht der Strahlenbiologie und -medizin ist diese Unterscheidung widersinnig.

So unterliegt nun aber der vorher zitierte Lagerarbeiter bis 6 Millisievert pro Jahr keiner Strahlenschutzüberwachung, was bei „Tätigkeiten“ sehr wohl der Fall wäre. Aus Gründen des Strahlenschutzrechts muß weder Uran- noch der Radiumgehalt von Dün-

gemitteln geregelt oder überwacht werden. Beim Bundesamt für Strahlenschutz findet man das verständlich, denn „Tätigkeiten“ seien „geplant“ und könnten „genau technisch gesteuert“ werden, „so daß die Einhaltung strenger Werte kein unlösbares Problem darstellt“. Dagegen könne man „die Radioaktivität des Bodens eben nicht verringern oder den Umgang damit vermeiden. Anderenfalls müßte man die Natur sanieren.“

Um eine ausgeglichene Uranbilanz in den Böden zu erreichen, müßten nun ausschließlich uranarme Rohphosphate für die Herstellung der Handelsdünger verwendet werden oder Uran müßte beim Herstellungsprozeß abgetrennt werden. Diese Art der Uranerzeugung wurde bis Ende der 90er Jahre des vergangenen Jahrhunderts praktiziert, bis es aus damaliger wirtschaftlicher Sicht aufgegeben wurde.

Zumindest in China scheint die Uranabtrennung aus Rohphosphaten jetzt jedoch wieder eine reale Option zu sein. Wie der Pekinger Wissenschaftler Zhang Hongxun berichtete, will sein Land die Kernenergie von 8,7 Gigawatt elektrischer Leistung in 2005 auf 40 Gigawatt in 2020 ausbauen. Entsprechend werde der Uranbedarf von 1.115 Tonnen in 2005 auf 6.450 Tonnen in 2020 zunehmen und die bis dahin insgesamt verbrauchten Uranmengen würden nahezu 60.000 Tonnen betragen. Chinas Uranreserven werden jedoch insgesamt nur auf rund 70.000 Tonnen kalkuliert. Andere Ressourcen als der klassische Uranerzbergbau müßten deshalb erschlossen werden. Die Phosphorsäure-Produktion und die Abwässer der Phosphatbergwerke in den USA lieferten im Jahr 2000 als Nebenprodukt bereits 1.061 Tonnen Uran, was 13 Prozent der gesamten Uranerzeugung entsprach, merkte Zhang an. Zur Deckung des Phosphat-

bedarfs in der chinesischen Landwirtschaft würde der Bedarf bis 2020 auf 4.570.000 Tonnen Rohphosphat jährlich zunehmen (bei einer Zunahme des Bedarfs bis 2020 auf 1.370.000 Tonnen P_2O_5 jährlich und einem P_2O_5 -Gehalt von 30 Prozent). Abgebaut würden jedoch in China jährlich 16.800.000.000 Tonnen Rohphosphat. China sieht in

der Gewinnung von Uran aus Rohphosphaten die perfekte Lösung, den steigenden Bedarf der Nuklearindustrie zu decken und dabei gleichzeitig die Uranbelastung der landwirtschaftlichen Böden durch die Phosphatdüngung zu minimieren. Beim bekannt ausgeprägten Exportgeschick der Chinesen, merkt Schnug dazu an, ist nicht auszuschließen,

daß in vielleicht gar nicht allzuferner Zukunft auch hierzulande Böden von uranarmen Phosphatdüngern profitieren.

Federal Agricultural Research Centre (FAL), Institut of Plant Nutrition and Soil Science, Braunschweig: International Symposium Protecting Water Bodies from Negative Impact of Agriculture, June 4-6, 2007, Braunschweig, Germany, Loads

and Fate of Fertiliser Derived Uranium, Abstracts.

Es ist ein Proceedingsband angekündigt: Loads and fate of fertilizer derived uranium, edited by L.J. Kok and E. Schnug, 2007, ca. 300 Seiten, ISBN/EAN 978-90-5782-193-6, Backhuys Publishers BV: www.backhuys.com, backhuys@backhuys.com ●

Abgereichertes Uran (DU)

Uranmunition wird im Boden schnell zersetzt und Uranverbindungen gelangen ins Grundwasser

Langzeitstudie aus Neuherberg und Dresden-Rossendorf zur Auflösung von Uranmunition

In einer bisher wohl einmaligen Langzeitstudie haben Wissenschaftler des GSF Forschungszentrums für Umwelt und Gesundheit in Neuherberg in Kooperation mit dem Forschungszentrum Dresden-Rossendorf (FZD) untersucht, was mit panzerbrechender Uranmunition passiert, die lange im Boden lagert und damit Verwitterungs- und Auswaschungsprozessen ausgesetzt ist. Die Ergebnisse zeigen einer Mitteilung des FZD vom 20. Juni 2007 zufolge, daß die Munition schnell zersetzt wird und Uranverbindungen in das Grundwasser gelangen können.

Abgereichertes Uran ist ein Abfallprodukt der Kernenergieerzeugung. Aufgrund seiner hohen Dichte wird es in der Waffenindustrie zur Herstellung von panzerbrechenden Projektilen mit hoher Durchschlagskraft verwendet. Uranmunition wurde in großer Zahl im Irak und Kosovo eingesetzt. Die zurückgelassenen Reste der Munition verwittern mit der Zeit im Boden. Ob

sich dabei auch Uranverbindungen lösen und in das Grundwasser oder in die Pflanzen gelangen, war bisher unklar. Mit den jetzt gewonnenen Daten wollen die Wissenschaftler eine erste Risikoeinschätzung vornehmen und nächste experimentelle Untersuchungen planen.

Um den Verwitterungsprozeß zu untersuchen, füllten die Wissenschaftler des GSF Versuchsröhren mit verschiedenen Böden und vergruben darin die Uranmunition. Zusätzlich wurden die Böden mit normalem Dünger aus der Landwirtschaft behandelt und Gras mit eingesät. In einem klimatisierten Labor (21 ± 1 °C, 55 ± 10 % relative Luftfeuchtigkeit) wurden die Versuchsröhren wöchentlich mit 16 Millimeter synthetischem Regenwasser ($pH=6$, $0,09$ Millimol (mM) NH_4NO_3 , $0,08$ mM $(NH_4)_2SO_4$ und $0,05$ mM $CaSO_4$) bewässert und das Sickerwasser auf vorhandene Uranverbindungen untersucht. Insgesamt wurden 6 Versuchssäulen in 3 Jahren unter

kontrollierten Bedingungen vermessen.

Die Bildung einer Patinaschicht auf Kupferdächern sei allgemein bekannt, in Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung des Regens entstehen dort Kupferminerale mit grünlich blauer Farbe, wird in der Mitteilung des FZD erklärt. Diese Bildung von Mineralien finde auch bei der Verwitterung der Uranmunition statt. Dort entstünden jedoch Uranminerale. So sei Sabugalit an der Oberfläche der Uranmunition gefunden worden, ein Aluminium-Uranylphosphat, das schwer wasserlöslich ist. Die Bildung von Sabugalit gehe verhältnismäßig schnell vonstatten. Nach Schätzungen der Forscher könnte sich ein Projektil schon innerhalb von 50 Jahren komplett in Sabugalit umgebildet haben. Das giftige Uran sei in diesem Mineral fest gebunden.

Parallel zu dieser relativ schnellen Reaktion erfolge ein Auswaschungsprozeß, der sich über einen viel größeren Zeitraum erstreckt. Dabei entstünden neue carbonathaltige Uranverbindungen, die sehr gut wasserlöslich sind (Uranylcarbonat $UO_2(CO_3)_3^{4-}$). In dem Experiment von GSF und Forschungszentrum Dresden-Rossendorf konnten diese Uranverbindungen nun im Sickerwasser nachgewiesen werden. Die gute Wasserlöslichkeit ist auch der Grund, weshalb Uranverbindungen aus Uranmunition in das Grundwasser oder die Pflanzen gelangen können, wird erklärt. Obwohl im Experiment

das Wachstum der Pflanzen in der Umgebung des Uranprojektils zurückging, könne die Frage nach der landwirtschaftlichen Nutzung der kontaminierten Böden derzeit aber noch nicht sicher beantwortet werden, heißt es.

Das gewonnene Sickerwasser auf mögliche Uranverbindungen zu überprüfen, ist meßtechnisch eine große Herausforderung, heißt es in der Mitteilung. Dr. Gerhard Geipel vom Institut für Radiochemie des FZD sei einer von wenigen Experten weltweit, der eine konkrete Uranverbindung selbst bei kleinsten Mengen nachweisen und bestimmen könne. Zum Einsatz sei die Methode der zeitaufgelösten laserinduzierten Fluoreszenz-Spektroskopie. Das Sickerwasser enthielt, so die Ergebnisse, eine hohe Konzentration von Uranverbindungen. „Wir haben Konzentrationen im Sickerwasser nachgewiesen, die man sonst nur in ehemaligen Uranabbaugebieten, wie den Bergwerken bei Schlemma in Sachsen, vorfinden kann“, wird Geipel zitiert. Für sichere Prognosen über einen längeren Zeitraum seien aber weitere Untersuchungen notwendig.

Die Untersuchungsergebnisse werden veröffentlicht unter: W. Schimmack, U. Gerstmann, W. Schultz, G. Geipel: Long-term corrosion and leaching of depleted uranium (DU) in the soil, Radiation and Environmental Biophysics, 2007 (in Vorbereitung). ●