

- Sorptionseigenschaften von Mineralphasen und Mineralreaktionen
- Reaktionen durch radikalische Radiolyseprodukte
- Strahlenchemische Prozesse durch Gamma- / Alpha-Strahlung
- galvanische Effekte durch Metallkombinationen
- Chemie und Kinetik der Aktiniden z.B. U, Pu, Am
- Komplektierungsreaktionen unter Strahleneinfluß
- Veränderung des geochemischen Milieus
- Veränderung der Abfallmatrix unter Bestrahlung
- Wechselwirkung zwischen Radionukliden und Kolloiden
- Eigenschaften von Gasen und Gasmischungen
- Synergistische Effekte in Mischphasen

Zur Abschätzung dieser Prozess-Vielfalt liegen weder ausreichende Messdaten noch belastbare Modelle für die einzelnen Prozessschritte vor.

Die Einzelprozesse sind prinzipiell bekannt. Ihr standortspezifisches Zusammenspiel und dessen Folgen sind bisher ungeklärt. Es ist zu befürchten, daß zeitraubende aufklärende Untersuchungen unter dem herrschenden Zeitdruck nicht durchgeführt werden.

Im Falle eines Wasser- oder Laugeneinbruchs kommt es unvermeidbar zu Korrosionsschäden an den Behälterwänden und schließlich zur Freisetzung des kontaminierten Inhalts. Für die Mobilisierung der Radioaktivität und damit für das Gefährdungspotential ist entscheidend, wie die freigesetzten Radionuklide chemisch untereinander und mit den nichtradioaktiven Bestandteilen des übrigen Inventars und mit dem salinaren Umfeld reagieren.

Von den ungeklärten physikalisch-chemischen Prozessen im ASSE-System (siehe vorstehende Auflistung) sind sicherheitsgefährdende Gasbildungsreaktionen besonders zu beachten.

Laut Inventarlisten sind im LAW/MAW große Mengen an Metallen, wasserstofftragende Verbindungen wie Zellose, Polyvinylchlorid, Polyethylen, Plexiglas, Öl etc. vorhanden, Komponenten also, zwischen denen unter den herrschenden Bedingungen (Druck, Temperatur, ionisierende Strahlung) zahlreiche Gasbildungsreaktionen ablaufen werden.

Als Gase entstehen durch Radiolyse (relativ hohe Konversionsraten, G-Werte zwischen 0,3 und 11(!)), durch chemothermische Zersetzung, durch Korrosion und durch bakterielle Prozesse unter anderem Wasserstoff, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Methan, Sauerstoff, Stickoxide, Chlor, Wasserdampf. Da diese im selben Compartment (Gebinde, Einlagerungskammer) auftreten, können entzündbare, explosive und toxische Gasgemische entstehen.

Die Gase sind in der Regel kontaminiert, so daß durch sie Radioaktivität über Wegsamkeiten bis in die Biosphäre transportiert werden kann [4].

Resümee

Über die physikalischen und chemischen Prozesse im ASSE-Inventar und den daraus folgenden geologischen und geochemischen Ereignisabläufen in der Schachanlage Asse gibt es zahlreiche Modellvorstellungen aber wenig gesicherte Erkenntnisse [5].

Die bleibende Gefährdung geht in erster Linie von den langlebigen Radionukliden und deren Wechselwirkung mit den großen Mengen an nichtradioaktiven Stoffen aus. Gegenwärtig läßt die defizitäre Datenlage eine belastbare Prognose nicht zu. Ohne Ortung und Spezifizierung der Komponenten ist eine Modellierung der unvermeidbar ablaufenden geochemischen Reaktionen kaum möglich. Auch computergestützte Modellbildungen, die auf den ersten Blick plausibel erscheinen, werden der Komplexität in

Zeit und Raum nicht gerecht. Eine Modellierung der durch die Einlagerung in der Schachanlage Asse ausgelösten geochemischen Ereignisse muß die Dynamik des gesamten Systems einbeziehen.

In der Vergangenheit wurden Handlungsanweisungen empfohlen und Maßnahmen ergriffen, die sich auf eine bruchstückhafte und keineswegs ausreichende Datenlage stützten.

Statt einer realistischen Sicherheitsbewertung dienen sogenannte „plausible Sicherheitsnachweise“ als Rechtfertigung. Ohne Berücksichtigung jüngster Erkenntnisse aus der Systemdynamik sind Entscheidungen über potentielle Stilllegungs-Maßnahmen, die mit schwerwiegenden und bleibenden Folgen verbunden sein können, nicht zu verantworten.

In dem derzeitigen Spagat zwischen der Notwendigkeit zügig handeln zu müssen und der Erkenntnis, daß alle Voraussagen (zur Langzeitsicherheit) wegen der defizitären Datenlage mit großen Unsi-

cherheiten behaftet sind, wäre übereilter Aktivismus der falsche Weg.

Auch bei den Entscheidungsträgern wird zunehmend bewußt, daß der derzeitige Kenntnisstand nicht ausreicht, um eine absolut sichere und radiologisch unbedenkliche Verwahrung des gesamten Inventars zu gewährleisten, und daß alle zur Zeit diskutierten Konzepte bestenfalls eine nachhaltige Schadensbegrenzung und Risikominimierung bewirken.

1. „Das Ganze aber ist, wie bereits Aristoteles lehrte, mehr als die Summe seiner Teile.“ Georgi Schischkoff, Hg. Philosophisches Wörterbuch. Stuttgart: Kröner 1982, 21. Auflage, S. 211
2. Vester F.: „Die Kunst, vernetzt zu denken“, DVA, Stuttgart 1999
3. Prigogine I.: „The End of Certainty“, N.Y., The Free press, 1997
4. Nigrey P.J.: „Gas Generation Phenomena in Radioactive Waste Transportation Packaging“, received Nov. 1997, US. Government Nr. 19980416 074 und dort angegebene Literatur.
5. Fanghänel Th. u.a.: in Wissenschaftliche Berichte FZKA 7033, 2003

Atommüll-Lager

Die Erforschung von Strahlenwirkung im Salzgestein ist in Deutschland offenbar unerwünscht

Der Dialog zwischen dem Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) und dem niederländischen Experten Prof. Henry W. den Hartog stockt seit geraumer Zeit. Den Hartog untersucht in Groningen den Einfluß radioaktiver Strahlung auf Salzgestein, ein Gebiet, daß bei der Debatte um mögliche Wirtsgesteine für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle von großer Bedeutung ist. Warum kommt der Dialog nicht zustande? Aus Sicht des

Wissenschaftlers ignoriert das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) dessen Forschungsergebnisse. Er wandte sich jetzt mit einer Erklärung an die Bürgerinitiative Umweltschutz Lüchow-Dannenberg (BI): „Es ist inzwischen offensichtlich, daß es in Deutschland noch immer starke Vorbehalte gegen die Erforschung der strahlenbedingten Schädigung von Steinsalz gibt; vermutlich wegen Behauptungen in der Vergangenheit, daß das

Problem nicht bearbeitet zu werden braucht. Offenbar ist Wissenschaftlern geraten worden, dieses Sachgebiet zu meiden. Ich glaube, es bedarf einiger motivierter und unerschrockener Personen, diese Blockade zu ignorieren.

Vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) habe ich tatsächlich eine Einladung erhalten, jedoch keinen Termin genannt bekommen, seit ich Mitte 2008 gebeten habe, noch ein paar Fragen zu klären, bevor ich eine Zusage mache, meine Forschungsergebnisse dort erneut zu erläutern. Vor allem wünschte ich, daß Zeugen dabei anwesend sind. Ich möchte, daß bekannt wird, was ich dort zu sagen habe. Andernfalls, so fürchte ich, werden

meine Bemühungen wiederum vergeblich sein, wie bisher. Im Frühjahr 1993 traf ich eine kleine Expertengruppe in Bad Bentheim, im März 2004 Vertreter des Arbeitskreises Endlagerung (Ak End) der Rot-Grünen Bundesregierung und andere in Braunschweig.

Zuvor hatte Dr. Jörg Mönig von der Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) Braunschweig mich in Groningen besucht. Bei diesem Besuch wurde deutlich, daß fast die gesamten Forschungsarbeiten auf diesem wichtigen Gebiet in Groningen durchgeführt wurden. In allen Fällen heißt es im Fazit, es besteht Forschungsbedarf. Doch geforscht wird nicht.“

Statt dessen, so ergänzt die Bürgerinitiative, erschien 2006 eine Stellungnahme der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK), Autor war Dr. Jörg Mönig. Unter dem Titel „RSK-Stellungnahme zu Strahlenschädigung in Steinsalz“ faßt der Wissenschaftler Forschungsergebnisse zusammen. In der Stellungnahme, so moniert die BI, komme zwar der Name den Hartogs vor, aber seine Forschungsergebnisse würden weder zitiert noch in der Literaturliste angeführt. Die BI fordert seit Jahren, daß das Augenmerk auf die Probleme der Radioanalyse in Salz als Endlagerformation gerichtet wird.

Den Hartog schließt: „Es ist unverständlich, daß die Ver-

antwortlichen in Deutschland keinerlei Bemühungen erkennen lassen, die anstehenden Probleme zu bearbeiten. Es ist traurig sagen zu müssen, daß diejenigen in Deutschland, die für die Erforschung der mit der Endlagerung der hochgefährlichen radioaktiven Abfälle verbundenen Probleme zuständig sind, anscheinend nichts anderes tun, als Wissenschaftler zu entmutigen. Ich bin bereit, jeden zu unterstützen, der seinen bequemen Sessel verläßt, um in diesem Bereich zu forschen. Allerdings möchte ich Einladungen nicht folgen, die lediglich eine Fortsetzung der bisherigen Spielchen darstellen würden.“

Uran im Dünger

Landwirte wollen Phosphor und bringen Uran auf den Acker

Von Inge Lindemann

Phosphor ist ein lebensnotwendiger Pflanzennährstoff und deshalb neben Stickstoff und Kalium der wichtigste Düngemittelbestandteil. Am Mais läßt sich Phosphormangel leicht an rötlich verfärbten Blättern, dünnen Stengeln und schwach ausgebildeten Wurzeln erkennen. Bei Phosphormangel bleiben die Pflanzen meist klein und kümmerlich. Gerade im Maisanbau wird viel Dünger eingesetzt. Branchenkenner machen besonders die Biodieselnutzung und den steigenden Fleischkonsum dafür verantwortlich, dass nach jahrzehntelanger Preisstabilität und Versorgungssicherheit auf dem Phosphatmarkt die Preise im November 2007 explodierten [1]. In die Düngemittelindustrie sei nie Geld investiert worden, erklären Insider. Die Anlagen seien am Rande der technischen Möglichkeiten gefahren. Auf ein-

mal sei alles zusammengekommen: eine Veränderung der Anpflanzungsstrategie und die erhöhte Nachfrage der Futtermittelhersteller. Dies führte schlagartig zur Verknappung des Phosphatangebots. Die Preise zogen auf das 10fache an. Mit Agrarprodukten ließ sich im vergangenen Jahr gut Geld verdienen. Im Januar 2009 zeichnete sich wieder ein leichter Preisrückgang auf dem Rohphosphatmarkt ab.

Der Bedarf an Phosphor für die Landwirtschaft steigt mit wachsender Weltbevölkerung an, doch die natürlichen Phosphatreserven sind begrenzt, mahnen Experten. Ökonomisch abbauwürdig seien derzeit 18 Milliarden Tonnen Rohphosphat. Je nach Berechnungsgrundlagen schwanken die prognostizierten Reichweiten für Phosphor zwischen 50

und mehreren hundert Jahren [2]. Langfristig bewegen wir uns aber in eine Phosphatknappheit hinein, da alle Anwendungsgebiete dem Wirtschaftskreislauf Phosphor entziehen. Ob eine Rückführung durch recycelten Phosphor zum Beispiel aus mit Schwermetall kontaminierten Klärschlamm dabei eine Lösung sein kann, untersuchen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Julius-Kühn-Institut in Braunschweig [3].

Doch auch Dünger aus Rohphosphat kann als Schwermetallcocktail daherkommen. Besonders das darin enthaltene Uran reichert sich in Ackerböden an und gelangt von dort ins Grundwasser. In Deutschland werden zur Zeit über 90 Prozent uranhaltige Phosphat-Düngemittel eingesetzt. Es gibt keine gesetzliche Regelung, die sicherstellt, dass mit Uran belasteter Dünger nicht auf den Markt gelangt und auf den Feldern eingesetzt wird.

Experten fordern schon seit Jahrzehnten, Urangelhalte im Dünger zu deklarieren und durch einen Grenzwert zu begrenzen. Denn das anthropogene Kontaminationsproblem

von Uran im Dünger ist keineswegs neu. Das zeigte die 40-seitige Antwort der Bundesregierung auf eine Große Anfrage der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen im Bundestag zum Thema Uran im März 1990 [4]. Thomas Siepelmeyer vom Büro für Umweltgeologie in Münster fielen schon damals die hohen Urangelhalte in Düngern aus Israel (175 ppm), Marokko, USA, Senegal (150 ppm) und Syrien (100 ppm) auf. Untersuchungen in Europa belegen Urangelhalte in den Phosphatdüngern bis zu 1.100 ppm Uran pro Kilogramm, wie in Holland nachgewiesen wurde.

Siepelmeyer hält einen Grenzwert für urankontaminierten Dünger längst für überfällig. Er tritt ein für eine Regelung, wie sie derzeit für Cadmium (Cd) gilt [5]. Denn seit 1950 wurde über mineralische Phosphatdüngung kumulativ insgesamt 1 Kilogramm Uran pro Hektar landwirtschaftliche Fläche ausgebracht. Das entspricht einer mittleren Anreicherung von 555 Gramm je Hektar [6]. Jüngste Untersuchungen konnten belegen, dass im Grundwasser unter Ackerland im Vergleich zu Forstgebieten im Mittel 6-fach