

Mitteilung an Egbert de Beyer

Die Reichweite radioaktiver Strahlung hängt von der Strahlungsart ab (Alpha, Beta, Gamma, Neutronen).

Ohne Abschirmung

wird die Neutronenstrahlung im trockenen Salz erst nach mehreren Metern abklingen. Im feuchten Salz erfolgt durch den Wasserstoff (aus H₂O) eine schnellere Abbremsung - einige Dezimeter. Diesbezügliche experimentelle Untersuchungen sind mir nicht bekannt.

Durch abgebremste thermische Neutronen wird eine Reihe von kernchemischen Reaktionen ausgelöst. Die bedeutsamste Reaktion (n,γ) ist die Aktivierung. Die meisten von thermischen Neutronen getroffenen Atomkerne wandeln sich dabei in radioaktive Isotope um. Im Salz betrifft das vorrangig die Chloratome: aus Cl-35 wird Cl-36 (betastrahlendes Radionuklid mit einer Halbwertszeit von 300 000 Jahren). Da in natürlichen Salzlagerstätten z.T. beträchtliche Mengen anderer Atomsorten vorkommen, unterliegen auch diese Atome der Aktivierung.

Die radiolytische Zersetzung von kompakten trockenen Salz durch Gammastrahlung, bei der neben Chlor auch kolloidal Natrium auftritt, spielt im Vergleich eine untergeordnete Rolle.

Die Reichweite von Gammastrahlung hängt vom Absorptionsmedium (hier feuchtes oder trockenes Salz) und der Dosisleistung ab. Gammastrahlung von 5 MeV dringt in Wasser ca. 30 cm ein. Eindringtiefen in Salz (feucht/trocken) sind erheblich größer. Experimentell ermittelte Werte sind m.W. nicht publiziert.

Von Alpha- und Betastrahlung wird nur die unmittelbare Umgebung – etwa 1 mm- bestrahlt, dieser Bereich aber sehr intensiv (s. Alpha-Radiolyse). α- und β-Strahler werden erst radiolytisch wirksam, wenn Abfallbehälter z.B. durch Korrosion undicht werden und Radionuklide in das umgebende Salz eindringen.

Die Nachbarschaft um solche durch Umwandlung entstandenen radioaktiven Isotope wird je nach Strahlungsart und Halbwertszeit mehr oder weniger bestrahlt.

Neben der direkt vom Atommüll ausgehenden Strahlung ist also der durch aktivierte Isotope hervorgerufene Strahlungsanteil zu berücksichtigen.

Unter Radiolyse versteht man die Zersetzung von Molekülverbindungen unter dem Einfluss radioaktiver Strahlung. Grundsätzlich werden durch energiereiche Strahlung alle chemischen Verbindungen gespalten, also auch NaCl (s. den Hartog). In der allgemeinen Diskussion wird einschränkender Weise unter Radiolyse die Zersetzung von H₂O in Wasserstoff und Sauerstoff verstanden. Dazu vorliegende experimentelle Labor-Untersuchungen sind für den Realfall Endlager kaum verwertbar. Modelle über radiolytische Prozesse sind so realitätsfern, dass die errechneten „Ergebnisse“ völlig unbrauchbar sind. So wird z.B. nicht berücksichtigt, dass die Radiolyse von an Salz adsorbiertem Wasser und damit auch die Gasbildung um mehr als zwei Größenordnungen stärker ist als die Radiolyse von „freiem Wasser“. Ähnliche Verstärkungseffekte sind auch für Kristallwasser und Salzhydrate bekannt.

Insbesondere bei Langzeitbetrachtungen ist noch zwischen Gamma- und Alpha-Radiolyse zu unterscheiden.

Alle radiolytischen Prozesse dauern so lange wie die radioaktive Strahlung an (s. Halbwertszeit).

Über die chemischen Folgeprozesse, die durch strahlenchemisch gebildete Primärprodukte ausgelöst werden, ist so wenig bekannt, dass belastbare Aussagen über die Prozesse in der Umgebung korrodierender Atommüllbehälter (Nahfeld) nicht getroffen werden können. Die WW zwischen den vielfältigen Prozessen ist bis zur Stunde kaum erforscht. Auf einer solchen wackligen Grundlage von Langzeitsicherheit zu reden ist verantwortungslos.

Radiolytische Prozesse, bei denen entzündliche, explosive und kontaminierte Gase gebildet werden, sind für Sicherheitsbetrachtungen von besonderer Bedeutung. In Kopplung mit Korrosionsvorgängen werden dabei mehrere Gase gebildet werden. Bei Alphastrahlung wird die Korrosionsverstärkung im wesentlichen auf die Bildung von Wasserstoffsuperoxid zurückgeführt. Zweifellos spielen aber auch andere Gase eine Rolle. Das Verhalten dieser Gasmischungen ist nur unzureichend bekannt. Abfallbehälter, in denen flüssige oder feuchte Stoffe enthalten sind, können auch von innen korrodieren.

Über Korrosionsprozesse unter Strahlung ist relativ wenig bekannt; sicher ist, dass unter Bestrahlung die Korrosionsvorgänge beschleunigt werden. Die Beschleunigung ist insbesondere dann erheblich, wenn die an der Korrosion beteiligten Flüssigkeiten (z.B. Salzlaugen) freigesetzte Radionuklide (z.B. Alphastrahler) und durch Aktivierung entstandene Radionuklide (Cl-36) enthalten. Für gesättigte Salzlaugen (NaCl) führen die erwähnten Prozesse im Vergleich zu Wasser zu besonders starker Gasbildung. Die Kinetik der ineinandergreifenden Teilreaktionen ist weitgehend unbekannt. Neben Wasserstoff entsteht u.a. auch Chlorgas. Das Gasgemisch von Wasserstoff und Chlor ist als Chlorknallgas bekannt ist.

Alle bei der Gasbildung primär entstandenen Produkte sind chemisch sehr reaktiv und sind dadurch in der Regel Starter für eine Vielzahl von Reaktionsketten (Folge- und Verzweigungsreaktionen) im Nahfeldbereich und darüber hinaus. Auswirkungen auf die Korrosion der Behälter sind unvermeidbar. Das reale komplexe Reaktionsgeschehen im Nahfeld eingelagerter Gebinde ist bis zur Stunde nicht untersucht. Wird das radioaktive Inventar als Folge durchkorrodierter Behälter freigesetzt, entsteht durch die Vielfalt an Radionukliden strahlenchemisch und physikalischchemisch eine neue aber noch komplexere Situation. Verstärkung und Wechselwirkung von Gasbildungen und Korrosionsvorgängen sind unter solchen realen Bedingungen bisher nicht untersucht. Ein Abklingen dieser Prozesse ist wegen der langen Halbwertszeiten und der Reaktionsdynamik erst in Jahrhunderten zu erwarten. Die in einigen Modellrechnungen angenommenen Gleichgewichtsbetrachtungen sind völlig realitätsfern.

Resümee: Ein solches System versiegelt und sich selbst überlassen entwickelt chemisch, strahlenchemisch und langfristig auch geochemisch eine Eigendynamik, die prinzipiell nicht prognostizierbar, geschweige denn beeinflussbar ist. Die von der Atommülllagerung ausgehenden Gefahren werden systematisch und gezielt heruntergespielt. Die unter dem Einfluss der Atomlobby zustande gekommenen Gesetze und Verordnungen zur Sicherheit und zum Strahlenschutz berücksichtigen nicht den gegenwärtigen Stand von Wissenschaft und Technik.

Rolf Bertram, Göttingen 27.05.2013