

Radon

Bernd Laquai, 8.11.2012

Als unsere Erde vor etwa 4,6 Milliarden Jahren entstanden ist, gab es vermutlich eine viel größere Anzahl radioaktiver Elemente. Diejenigen Elemente mit kurzer Halbwertszeit sind aber in der Zwischenzeit längst in stabile Kerne zerfallen. Übriggeblieben sind nur die Elemente, deren Halbwertszeit in der Größenordnung des Erdalters oder länger ist. Davon sind nur 3 in wesentlichen Mengen in der Erdkruste zu finden. Das ist das Kalium-40, das Uran-235 und Uran-238 sowie das Thorium-232, mit Zerfallszeiten von mehr als 4 Milliarden Jahren. Man nennt die radioaktiven Elemente aus der Erdentstehungszeit auch die primordialen Radionuklide. Das natürliche Kalium besteht zum größten Teil aus dem stabilen Kalium-39 Isotop und nur zu 0.0117% aus dem radioaktiven Isotop Kalium-40. Das natürliche Uran besteht zum größten Teil aus Uran-238 und nur zu 0.72 % aus dem Isotop Uran-235, beide sind aber radioaktiv. Das natürliche Thorium besteht fast zu 100% aus dem Thorium Isotop-232.

Das Kalium-40 im natürlichen Kalium zerfällt mit einem Betazerfall zu 10% in das stabile Argon und zu 90% in das stabile Kalzium. Das Uran und das Thorium aber zerfallen über viele radioaktive Elemente hinweg in langen Zerfallsketten in das stabile Blei. Dabei gibt es 3 natürliche Zerfallsketten: die Uran-Radium-Zerfallsreihe, die Uran-Actinium-Zerfallsreihen und die Thorium-Zerfallsreihe. Stoffe, die Uran oder Thorium enthalten, enthalten somit also auch alle in diesen Zerfallsketten auftauchenden radioaktiven Elemente und die daraus resultierende Aktivität ist somit auch deutlich höher als die des Mutternuklids allein.

Bei den schweren Radionukliden mit Massenzahlen über 200 taucht häufig ein Alphazerfall auf, bei Massenzahlen unter 200 erfolgt der Zerfall fast ausschließlich als Betazerfall. Die radioaktiven Elemente der 3 Zerfallsketten sind alle Feststoffe mit einer Ausnahme, dem Radon-222 in der Uran-Radium Reihe und dem Radon-220 (oft auch Thoron genannt) in der Thorium Reihe. Radon (beide Isotope) ist ein geruchs- und farbloses radioaktives Edelgas. Das Radon entsteht beim Zerfall des Radium. Das Radon-220 hat eine Halbwertszeit von 3.8 Tagen und das Radon-222 (Thoron) eine Halbwertszeit von nur 56 Sekunden. Da aber beide gasförmigen Isotope in den Zerfallsketten auftauchen, wird Radon in der Natur laufend aus den ursprünglichen Mutternukliden Uran und Thorium nachgebildet und zwar in etwa mit der Aktivität der Mutternuklide (radioaktives Gleichgewicht).

Während das natürliche Kalium in allen Böden in der Natur mit Konzentrationen im Prozentbereich vorkommt und damit auch das primordiale Kalium-40 Isotop, hat jeder natürliche Boden eine sehr schwache Radioaktivität. Viele Pflanzen nehmen das Kalium auf und damit gelangt diese natürliche Radioaktivität in sehr schwacher Ausprägung auch in die Nahrungsmittel und damit auch in den Organismus. Der Körper hat aber einen regulierten Stoffwechsel und scheidet überschüssiges Kalium wieder aus, so dass die Kalium bedingte Radioaktivität im Körper begrenzt bleibt. Inkorporiertes Uran oder Thorium und deren Zerfallsprodukte verbleiben dagegen lange im Körper und können dort mit der weitaus gefährlicheren Alphastrahlung für eine stärkere Strahlenexposition sorgen als was durch die Betastrahlung des natürlichen Kalium-40 entsteht. Die primordialen Radionuklide Uran und Thorium finden sich auf natürliche Weise in nur sehr geringen Konzentrationen im ppm Bereich im tiefen Urgestein, vor allem im Granit, Basalt, Porphyry, Bims und Tuff.

In etlichen Mittel- und Hochgebirgsregionen tritt das normalerweise tiefliegende Urgestein an die Oberfläche bzw. ist nur von dünnen porösen Böden bedeckt. In diesen Gegenden gelangt dann das Radon vermehrt an die Oberfläche. Da im Laufe des weiteren Zerfalls des Radons auch Gammastrahlung freigesetzt wird, ist die Gamma-Ortsdosisleistung in diesen Gebieten auch sichtbar erhöht /1/. Deswegen bilden die Karten, welche die Gamma-Ortsdosisleistung zeigen, typischerweise die granitischen Gebirgsregionen deutlich ab. In Deutschland sind das im Wesentlichen der Schwarzwald, die Oberpfalz, das Erz- und das Fichtelgebirge. Auch auf Karten, welche die Radonkonzentration in der Bodenluft zeigen (meist in 1-2m Tiefe gemessen) kann man deutlich die granitischen Gebirge erkennen, allerdings moduliert die Permeabilität (Porosität) des Bodens die Radon-Konzentration zusätzlich /2/.

Das aus den Böden ausgasende (exhalierende) Radon stellt ein Gesundheitsrisiko dar, wenn es in Häuser eindringen kann und sich dort sammeln kann. Das ist insbesondere bei Kellern mit Naturböden der Fall oder wenn energiesanierte Häuser eine zu luftdichte Gebäudehülle haben. In solchen Fällen entsteht manchmal ein Kamineffekt, der das Radon förmlich aus dem Boden saugt.

Aber auch aus Baumaterialien, die entsprechende Gesteine enthalten, kann das Radon ausgasen und zum Gesundheitsrisiko werden. Deswegen sollte man die Zemente und andere Baumaterialien auf ihren Radionuklidgehalt hin prüfen. Leider erhält man nur selten vom Hersteller entsprechende Angaben.

Da Granite und auch Porphyre wegen ihres dekorativen Aussehens oft als Dekorsteine und Bodenbeläge verkauft werden, kann es auch vorkommen, dass diese auch zur Radonquelle in Wohnräumen werden, wenn sie großflächig verwendet werden. Man sollte deswegen besonders bei den in Wohnräumen verwendeten Graniten darauf achten, dass es sich um wirklich strahlungsarme Granite handelt.

Was das gesundheitliche Risiko anbelangt, ist das Radon selbst nicht das Hauptproblem, als vielmehr seine Zerfallsprodukte. Das Radon ist ein Edelgas, das mit der Atemluft eingeatmet wird, aber wegen seiner chemischen Trägheit keine Reaktionen eingeht und daher auch wieder ausgeatmet wird. Kritisch sind aber seine radioaktiven Zerfallsprodukte Polonium, Wismut und ein Bleiisotop, welche sich beim Zerfallsprozess elektrisch aufladen und sich so an Aerosole (Feinstaub) in der Luft anlagern. Werden die Aerosole eingeatmet werden sie in der Lunge für gewisse Zeit deponiert und geben dort vor allem die gefährliche Alphastrahlungsenergie an die empfindlichen Zellen des Lungenepithels ab. Die Strahlendefekte, die in den Zellen erzeugt werden und vom Immunsystem nicht wieder richtig repariert werden können, stellen ein erhöhtes Risiko für Lungenkreberkrankungen dar. Besonders gefährdet sind Raucher, weil die Gifte im Tabakrauch, die Reparaturleistung des Immunsystems weiter herabsetzen und der Rauch zusätzliche Radionuklide enthält, welche ebenfalls in der Lunge abgelagert werden. Von etwa 40000 Lungenkreberkrankungen in Deutschland werden nach Schätzungen etwa 3000 durch das Radon ausgelöst. Man geht heute davon aus, dass es für das gesundheitliche Risiko des Radons keine Schwelle gibt. Das Risiko steigt linear mit der Dosis und wurde in Studien ab einer Aktivität von 200Bq/m^3 im Hinblick auf Lungenkreberkrankungen als eindeutig erkennbar nachgewiesen. Man schließt aber auch nicht aus, dass es auch ein Radon-Risiko

für Leukämie-Erkrankungen gibt. Die gesundheitliche Thematik ist sehr umfangreich im WHO Handbook on Indoor Radon abgehandelt /4/.

In der EU gibt es bisher nur die Strahlenschutz-Richtlinie 112 für Baustoffe, die auch das Radon bei der Bewertung der Baustoffe berücksichtigt /5/. Für die Hersteller gesetzlich bindend ist diese Richtlinie jedoch bisher nicht.

Darüber hinaus gibt es von der EU die Empfehlung zum Schutz der Bevölkerung vor Radon in Innenräumen, die in der Bundesrepublik bisher aber auch nicht in ein entsprechendes Gesetz umgesetzt wurde /6/. Ein entsprechendes Gesetz wird aber derzeit diskutiert /7/, /8/.

Bei den Landesämtern für Umwelt und beim Bundesamt für Strahlenschutz kann umfangreiche Information zum Stichwort Radon abgerufen werden /9/. Es gibt auch ein Radon-Handbuch für Baufachleute, welches aber kostenpflichtig ist. In der Schweiz ist ein vergleichbares Radon-Handbuch mit Hinweisen für Neubauten und die Sanierung kostenlos im Internet abrufbar /10/. Weiteres Infomaterial erhält man vom Kompetenzzentrum für Forschung und Entwicklung zum Radonsicheren Bauen und Sanieren e.V /11/

Ansonsten gibt es noch viel mehr umfassende Informationen zu Radon im Internet, leider ist dieses Thema in der Öffentlichkeit Deutschlands aber trotzdem sehr wenig bekannt. In anderen Ländern dagegen gibt es gesetzliche Grenzwerte (z.B. Schweiz, Schweden) und es werden auch wesentlich mehr Aktionen von Regierungsseite durchgeführt um die Bevölkerung aktiv aufzuklären.

/1/ Karte der Gamma-Ortsdosisleistung in Deutschland

http://www.radon-info.de/shtml/karten_odl.shtml

/2/ Karte der Radon Konzentration in der Bodenluft Deutschlands

http://www.radon-info.de/shtml/karten_bl.shtml

/3/ Die terrestrische Strahlung durch natürlich radioaktive Elemente in Gesteinen und Böden
Joachim Kemski, Ralf Klingel, 1996

<http://www.kemski-bonn.de/downloads/TerrStr.pdf>

/4/ WHO Handbook on Indoor Radon

http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241547673_eng.pdf

/5/ Radiological Protection Principles concerning the Natural Radioactivity of Building Materials, European Commission, Radiation protection 112, 1999

http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation_protection/doc/publication/112.pdf

/6/ Commission Recommendation on the protection of the public against indoor exposure to radon (90/143/Euratom)

http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/doc/legislation/90143_en.pdf

/7/ RADONSCHUTZKONFERENZ vom 25. bis 26. Juni 2012 in Bad Schlema

<http://www.radiz.de>

/8/ European Alara Network <http://www.eu-alara.net/>

/9/ Radon Broschüren des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft
<http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/11158/>

/10/ Radon Handbuch Schweiz
http://www.climate.unibe.ch/~joos/vorlesung/PBL_Radon/Radonhandbuch-d%5B1%5D.pdf

/11/ Kompetenzzentrum für Forschung und Entwicklung zum Radonsicheren Bauen und Sanieren e.V.
<http://www2.htw-dresden.de/~Radon/kora/druck.htm>