



Kontakt

Cornelia Riedel,
Pressesprecherin
Akademiestraße 6
09599 Freiberg

Telefon: +49(0)3731 39-2355
Mobil: (+49) 0152 - 09 21 43 88
Fax: +49(0)3731 39-2418
E-Mail: [✉ Cornelia.Riedel@zuv.tu-freiberg.de](mailto:Cornelia.Riedel@zuv.tu-freiberg.de)

Prof. Broder Merkel über die Ausbreitung von Radioaktivität

26.04.2011

Autor/en: Prof. Broder Merkel



Seit 21. April darf niemand ohne staatliche Erlaubnis die 20-Kilometer-Sperrzone rund um das Atomkraftwerk Fukushima in Japan betreten. Am 26. April jährt sich die Havarie in Tschernobyl zum 25. Mal. Der Freiburger Wissenschaftler Prof. Broder Merkel schreibt aus diesem Anlass über die Ausbreitung von Radioaktivität und die Schwierigkeiten der Sperrzone um havarierte Kernkraftwerke.

Welche Art der Strahlung tritt in Fukushima aus, wie kann man sie messen und wie breitet sie sich in Luft, Wasser und Boden aus? Bei radioaktiver Strahlung müssen wir grundsätzlich in Alpha- und Beta-, sowie Gamma-, Röntgen- und Neutronen-Strahlung unterscheiden. Alpha-, Beta- und Neutronen-Strahlung haben die höchste Energie und sind damit die gefährlichsten. Jedoch ist die Reichweite von Alpha- und Beta-Strahlen sehr gering. Für Alpha-Teilchen sind es z.B. in Luft nur wenige Zentimeter! Das heißt

zunächst, dass schon Luft uns hinreichend vor Alpha-Teilchen schützt. Hieraus sollte man allerdings nicht schließen, dass der Alpha-Zerfall oder der Beta-Zerfall unproblematisch ist. Eine größere Reichweite hat nur die Gamma- und Röntgen-Strahlung, die sich wie Licht ausbreitet und damit dem Abstandsgesetz folgen. Das Abstandsgesetz beschreibt den Betrag der Abnahme einer physikalischen Größe in Abhängigkeit von der Entfernung zur Quelle oder zum Sender. Das heißt, dass mit der Verdopplung der Entfernung die Energie auf ein Viertel abnimmt. Somit nimmt auch die Gamma- und Röntgenstrahlung schnell mit der Entfernung ab. Röntgen- und Gammastrahlen verhalten sich also nicht anders als das Licht einer Kerze oder die elektromagnetische Strahlung eines Mobil-Telefons.

Was sind die Besonderheiten der Verbreitung von Radioaktivität?

Das eigentliche Problem eines massiven Unfalls in einem Kernkraftwerk liegt aber darin, dass bei einer Havarie radioaktive Partikel und radioaktive Gase frei gesetzt werden und damit die Radioaktivität vom eigentlichen Ort, dem Reaktor, vor allem über die Luft verteilt wird. Diese Verteilung ist einerseits von der Höhe der Emission abhängig: Die Explosion in Tschernobyl hat radioaktive Partikel bis in mehrere Kilometer Höhe emittiert, in Fukushima war das nicht der Fall. Einfluss haben auch die Windrichtung, die Windgeschwindigkeit und weitere Faktoren. Eine radioaktive „Wolke“ mit sehr feinen Partikeln kann z.B. über ein Gebiet geweht werden, ohne große Probleme zu bereiten. Erst wenn es regnet, werden die radioaktiven Gase und Feinstäube ausgewaschen und auf dem Boden deponiert, das ist der sogenannte „Fallout“.

Welche Stoffe werden in der Umwelt bei einer solchen Havarie freigesetzt?

Bei den freigesetzten radioaktiven Gasen und Festsubstanzen einer Kernkraft-havarie sind es vor allem die Radionuklide ^{131}J , Strontium (^{90}Sr) und Cäsium (^{137}Cs), die in großen Mengen auftreten und deshalb zu beachten sind. ^{131}J stellt auf Grund seiner Halbwertszeit von ca. acht Tagen vor allem eine extreme und akute Gefahr unmittelbar nach dem Unglück dar. Nach 20 Halbwertszeiten (also 160 Tagen) ist es quasi nicht mehr messbar und stellt dann auch kein Problem mehr da, weil es sich vollständig in das stabile Edelgas Xenon umgewandelt hat. Deutlich anders ist es mit ^{90}Sr und ^{137}Cs . Diese haben Halbwertszeiten von ca. 30 Jahren, das heißt, nach 30 Jahren hat sich die Radiaktivität erst halbiert, nach weiteren 30 Jahren ist sie bei einem Viertel der ursprünglichen Radioaktivität angelangt. 20 Halbwertszeiten 0 m erst nach ca. 600 Jahren erreicht. In Gebieten mit hohen Fallout-Werten für ^{90}Sr und ^{137}Cs ist einerseits die externe Bestrahlung durch die Beta-Strahlung und begleitende Gamma-Strahlung, aber vor allem die Gefahr der Aufnahme der Radionuklide in den Körper, die Probleme bereitet. Denn wenn Alpha- oder Betastrahler in kritischen Mengen in den menschlichen Körper gelangen, dann befinden sich die Radionuklide in den Zellen und Organen und können dort zu massiven Schäden führen. Diese Aufnahme kann über das Einatmen von Staub, den Kontakt zwischen Hand und Mund und Transferpfade wie z.B. Boden-Pflanze-Mensch oder Boden-Pflanze-Tier-Mensch erfolgen.

Wie breitet sich die Radioaktivität in Böden aus?

Sowohl Strontium als auch Cäsium binden sich sehr gut an Bodenpartikeln und gelangen nur sehr langsam mit einsickerndem Regenwasser nach unten und damit Richtung Grundwasser. In der unmittelbaren Tschernobyl-Region und in allen betroffenen Gebieten Europas befindet sich der überwiegende Teil des Strontium- und Cäsium-Fallouts noch in den obersten 25 Zentimetern des Bodens. Daraus kann abgeleitet werden, dass Grundwasser, mit Ausnahme des unmittelbaren Bereichs des havarierten Reaktors, durch den Fallout nicht oder kaum gefährdet ist. Für oberirdische Gewässer gilt das natürlich nicht, da sie gegen atmosphärischen „Fallout“ völlig ungeschützt sind.

Wie genau wird die Radioaktivität gemessen?

Die Messung von Radioaktivität ist ein Spezialgebiet der Analytik und erfordert sehr spezielle Kenntnisse. Messungen mit einem Geiger-Müller-Zähler (GMZ) geben sicherlich Hinweise auf mehr oder weniger Radioaktivität, aber keine Zahlenwerte, die für die Einschätzung des gesundheitlichen Risikos verwendet werden können, da ein GMZ auch keinerlei Hinweise auf das jeweilige Radionuklid liefert. Es gibt spezielle Messgeräte für die Messung von Alpha-, Beta-, Gamma-, Röntgen- und Neutronen-Strahlung, die aber nicht alle für Messungen im Feld (in der Natur) geeignet sind. Die Messung erfolgt einerseits in Becquerel (Bq): 1 Bq ist ein Zerfall pro Sekunde. Andererseits kann auch die Energie-Dosis gemessen werden in Gray (Gy) pro Zeit. Weder die Messung der Summe aller Zerfälle noch die Messung der Gesamtdosis erlaubt einen Rückschluss auf das Vorhandensein einzelner Nuklide. Dies ist aber extrem wichtig, weil jedes Nuklid ein anderes Gefährdungspotential hat. Die Angabe der Dosis in Sievert pro Zeit statt Gray pro Zeit kann kritisch sein, weil bei der Umrechnung von Gray in Sievert mit Gewichtungsfaktoren gearbeitet wird, dem ein bestimmtes Verteilungsmodell an Radionukliden zu Grunde liegt, dass aber von Fall zu Fall deutlich anders aussehen kann. Eine Möglichkeit, dieses Dilemma aufzulösen, besteht in der Gamma-Spektrometrie, also der Aufnahme des ganzen Gamma- und Röntgenspektrums.

Prof. Merkel, warum halten Sie eine solche Sperrzone für wenig sinnvoll?

Das ergibt sich aus dem bereits Gesagten: Lediglich die direkte Gamma- und Röntgenstrahlung folgt dem Abstandsgesetz und lässt sich mit einem Zirkel auf der Landkarte lösen. Wenn das die einzige Gefahr wäre, dann könnte man den Radius übrigens auch kleiner wählen. Der Windeinfluss ist mit dem Zirkel auf der Karte nicht zu beherrschen, alle Argumente, den Kreis nun größer oder kleiner zu wählen, entbehren damit jeder wissenschaftlichen Grundlage.

Wie sollte aus Ihrer Sicht eine Sperrzone festgelegt werden?

Eine sinnvolle Sperrzone erfordert eine präzise Kartierung der aktuellen Belastung der Böden, aber auch der Gebäude, Verkehrswege usw in dem gesamten Umfeld und mindestens in einem Radius von ca. 150 Kilometern. Diese Kartierung kann durch die Entnahme von Proben im Gelände und die Messung der Radionuklide im Labor oder mittels Gammaskpektrometrie in

z.B. einem Meter Höhe erfolgen. Damit bekommt man ein Spektrum der Gammastrahlung aus einem Umkreis von ca. 10 Metern und kann aus dem Gamma-Spektrum ausrechnen, welche Radionuklide in welchen Konzentrationen vorliegen. Aus tausenden solcher Einzel-Messungen können dann Karten erstellt werden, die ein reales Bild der Belastung der Region um Fukushima ergeben. Erst dann kann eine sinnvolle Sperrzone ausgewiesen und ggf. das Gebiet auch saniert werden.

Bereich: Abteilung 2.3 -
Öffentlichkeitsarbeit

Ansprechpartner: Cornelia Riedel

E-Mail: Cornelia.Riedel@zuv.tu-freiberg.de

