

Ionisierende (radioaktive) Strahlung

Die Unfälle in Tschernobyl und Fukushima zeigen auf, dass Kernenergie nicht beherrschbar ist. Auf Grund verschiedener Naturereignisse, terroristischer Angriffe oder einfacher Alterung der Materialien kann sich jederzeit und überall in der Welt ein Reaktorunfall wiederholen!

Da es im Bereich der ionisierenden Strahlung verschieden physikalische Größen gibt, wird erst ein kleiner Überblick über die Messgrößen der ionisierenden Strahlung gegeben:

Aktivität:

Als Aktivität bezeichnet man die Anzahl der Zerfallsereignisse pro Zeiteinheit, die in einer Probe eines radioaktiven oder radioaktiv kontaminierten Stoffes auftritt. Angegeben wird die Aktivität üblicherweise in der SI-Einheit Becquerel (**Bq**), ein Becquerel entspricht einem Zerfall pro Sekunde. $Bq = 1s^{-1}$ oder T^{-1} . Mittels eines Dosiskonversionsfaktors kann die Äquivalentsdosis annähernd bestimmt werden.

Einheiten und Messung:

Die "Halbwertszeit" steht für die Zeit, in der die Hälfte einer strahlenden Substanz zerfallen ist. Radioaktive Elemente verhalten sich dabei immer gleich: Für das ²³⁹Plutonium beträgt die Halbwertszeit 24.110 Jahre, es gibt jedoch auch Plutonium-Isotope mit Halbwertszeiten von Tagen oder Monaten. Bei ¹³¹Jod, das in der Medizin eingesetzt wird, dauert es dagegen nur etwas mehr als acht Tage, bis die Hälfte zerfallen ist.

In der Einheit Gray (**Gy**) wird die Energiedosis ionisierender Strahlung angegeben, zum Beispiel auch bei einer medizinischen Bestrahlung. $1G = 1J/kg$.

Nicht damit zu verwechseln sind Angaben in der Einheit Sievert (**Sv**). Auch hier ist zwar die Energiedosis durch ionisierende Strahlung gemeint. Zur Berechnung der Auswirkungen von Strahlung auf lebende Organismen kombiniert man bei dieser Einheit aber die Dosis **mit Richtwerten zur Gewebeempfindlichkeit**. Dazu wird ein Strahlungswichtungsfaktor W_R eingeführt. Dieser wird für jedes Organ oder Gewebe von der Internationalen Strahlenschutzkommission (www.icrp.org) festgelegt. Man spricht auch von Effektiv- und Organdosis. In Sievert geben Fachleute deshalb die Strahlenbelastungen durch die Hintergrundstrahlung aus der Umwelt oder durch Strahlenunfälle an. $1Sv = 1 J/kg$.

Strahlungswichtungsfaktor w_R für einige Strahlungsarten:

Strahlungsart	Wichtungsfaktor w_R
Röntgen- und γ -Strahlung	1
β -Strahlung	1
Langsame Neutronen	5
Schnelle Neutronen	10
α -Strahlung	20
Schwere Ionen	20

Nicht mehr verwendet werden die früher üblichen Einheiten Rem und Rad (abgelöst durch Sievert) $1 \text{ rem} = 0,01 \text{ Sv}$ $1 \text{ rad} = 0,01 \text{ Gy}$.

Ionisierende Strahlung: Was bewirkt sie im Körper?

Alle biologischen Moleküle und auch das im Körper enthaltene Wasser bremsen Strahlung ab. Dabei wird Energie frei. Sie ist für die Wirkung ionisierender Strahlung verantwortlich und löst auch in lebendem Gewebe die bereits beschriebene Veränderung der Ladung von Atomen und Molekülen aus. Die so entstehenden Ionen sind besonders reaktiv. Sie versuchen sofort, chemisch wieder stabile Verbindungen einzugehen - nicht immer die, die für den Körper sinnvoll oder "richtig" sind. So kann ionisierende Strahlung zum Beispiel wichtige Enzyme funktionsunfähig machen oder Zellbausteine zerstören und zum Zelltod führen. Sie kann aber auch an den großen Molekülen der Erbsubstanz DNA Veränderungen hervorrufen, die bei der nächsten Zellteilung an Tochterzellen weitergegeben werden und langfristig zur Entstehung von Krebs beitragen.

Gesunde Zellen sind in der Lage, viele Schäden zu reparieren oder geschädigte Strukturen gezielt abzubauen. Ist die Strahlungsdosis sehr hoch oder das betroffene Gewebe besonders empfindlich, greift dieser natürliche Schutz nicht mehr. Grundsätzlich gilt jedoch: Auch eine sehr geringe Strahlungsdosis kann unter ungünstigen Umständen ausreichen, Gewebe zu zerstören oder eine Tumorentwicklung anzustoßen.

- **Eine untere Grenze oder einen Schwellenwert, unterhalb dessen ionisierende Strahlung unschädlich wäre, gibt es nicht.**

Als Vergleich zur Beurteilung eines Strahlenrisikos kann die natürliche Strahlenbelastung dienen, in Deutschland liegt deren Äquivalentdosis H in der Größenordnung von 1-2 mSv pro Jahr. Die folgenden Grenzwerte gelten für Deutschland (zusätzlich zur natürlichen Strahlung):

Unbedenkliche Dosisleistung	Eingreifrichtwert für langfristige Umsiedlung
1 mSv (1.000 μ Sv) pro Jahr	100 mSv (100.000 μ Sv) pro Jahr
0,02 mSv (20 μ Sv) pro Woche	2 mSv (2.000 μ Sv) pro Woche
0,003 mSv (3 μ Sv) pro Tag	0,3 mSv (300 μ Sv) pro Tag
0,0001 mSv (0,1 μ Sv) pro Stunde	0,01 mSv (10 μ Sv) pro Stunde

Klinische Symptome der Strahlenkrankheit

150 mSv (150.000 μ Sv) als integrierte Dosis

Die maximale erlaubte Jahresdosis für beruflich strahlenexponierte Personen beträgt 20 mSv, über ein Berufsleben dürfen jedoch nicht mehr als 400 mSv zusammenkommen. **Für die normale Bevölkerung sind es 1 mSv** (ohne natürliche Strahlung und medizinische Maßnahmen). Ein ungeborenes Kind darf bis zu seiner Geburt keine höhere Strahlendosis als 1 mSv erhalten.

Radioaktive Partikel

Durch Kernwaffenversuche und Reaktorunfälle kam es in der Vergangenheit zu teilweise erheblichen Freisetzung von radioaktiven Partikeln. Das Problem dieser radioaktiven Partikel ist einmal die Strahlungsdauer, die mittels der Halbwertszeit (HWZ) angegeben wird und besagt in welcher Zeit die Strahlungsenergie auf die Hälfte gesunken ist. Ferner wie und wo werden diese Partikel im Körper aufgenommen und was richten sie in Folge der Strahlung an. Es handelt sich im Wesentlichen um:

- Jod 131** => HWZ: 8 Tage; Speicherung in der Schilddrüse; kann zu Schilddrüsenkrebs und anderen Fehlfunktionen der Schilddrüse führen.
- Cäsium 137** => HWZ: 30 Jahre; Einlagerung in allen Organen; gilt als Krebsauslöser; wird über die Nahrungskette aufgenommen.
- Strontium 90** => HWZ: 28 Jahre; Einlagerung in Zähnen und Knochen; gilt als Leukämieauslöser.
- Plutonium 239** => HWZ: 24.000 Jahre; Gefahr für das Grundwasser; hoch toxisch, gilt als starker Krebsauslöser.

Folgen von Niedrigstrahlung:

Jüngste Studien über Niedrigstrahlung ergaben:

- ◆ genomische Instabilität
- ◆ Erbgutmutationen
- ◆ gehäufte Missbildungen
- ◆ Zellalterung
- ◆ Verschiedene Nichtkrebserkrankungen

Nachfolgend eine Aufstellung die zeigt, bei welchen Belastungen mit entsprechenden Folgen zu rechnen ist:

7000 mSv => Tödliche Dosis bei 100 % der bestrahlten Personen !!!

4000 mSv => Tödliche Dosis bei über 50 % der bestrahlten Personen, wenn sie in kurzer Zeit aufgenommen wurde (wenige Tage) !

400 mSv => Strahlendosis pro Stunde am 15. März 2011 in Fukushima ...

250 mSv => erzeugte akute Strahlenkrankheit wenn sie in kurzer Zeit (= 1 Tag) aufgenommen wird. Übelkeit, Erbrechen, Haarausfall, Hautschäden ...

100 mSv => Jahresdosis, die bei 1 % der Personen sicher Krebs auslöst ...

10 mSv => Durchschnittliche Dosis bei einer Ganzkörper-Computertomografie (je Untersuchung) ...

2,5 mSv => Durchschnittliche Jahresdosis laut UNO-Bericht ...

1,2 mSv => Durchschnittliche Dosis beim Röntgen der Wirbelsäule ...

Zusammenstellung Dr. C. Scheingraber - 30.9.2012