

Das Alpha, Beta und Gamma der Radioaktivität

Autor(en): **Egger, Emmanuel**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bevölkerungsschutz : Zeitschrift für Risikoanalyse und Prävention, Planung und Ausbildung, Führung und Einsatz**

Band (Jahr): **4 (2011)**

Heft 11

PDF erstellt am: **17.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-357929>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Schutz vor erhöhter Radioaktivität

Das Alpha, Beta und Gamma der Radioaktivität

Die schweren Unfälle in Japans Atomkraftwerken haben weltweit Angst und Besorgnis ausgelöst. Die Gefahr der unsichtbaren und schwer fassbaren Radioaktivität wird überall thematisiert. Was aber ist radioaktive Strahlung, wie schadet sie unserem Körper und wie kann man sich dagegen schützen? Eine Übersicht.

Radioaktive Strahlung ist allgegenwärtig, wie etwa die Grafik auf den Seiten 10 und 11 aufzeigt. Physikalisch gesehen ist Radioaktivität die Eigenschaft bestimmter Stoffe, sich ohne äussere Einwirkung umzuwandeln und dabei eine charakteristische Strahlung auszusenden. Wenn diese Stoffe – auch Radionuklide genannt – in der Natur vorkommen, spricht man von natürlicher Radioaktivität.

Sind diese Radionuklide ein Produkt von Kernumwandlungen in Kernreaktoren oder Beschleunigern, so spricht man von künstlicher Radioaktivität.

Alpha-, Beta- und Gamma-Strahlung

Ein Atom besteht aus einem Kern, um den Elektronen kreisen; der Kern selbst besteht aus Protonen und Neutronen. Damit ein Kern stabil ist, muss ein bestimmtes Verhältnis zwischen der Anzahl Protonen und der Anzahl Neutronen vorliegen. Ist ein Überschuss an Protonen oder Neutronen vorhanden, so ist der Kern instabil und verwandelt sich in einen stabileren Kern. Dies geschieht durch Aussendung eines Teilchens oder einer Strahlung. Wir unterscheiden hauptsächlich die drei Arten Alpha-, Beta- und Gamma-Strahlung:

- Bei der Alpha-Strahlung sendet der radioaktive Kern ein sogenanntes Alpha-Teilchen aus. Dieses besteht aus zwei Neutronen und zwei Protonen, es ist der Kern eines Helium-Atoms. Beim Zerfall entsteht ein neuer Kern, der zwei Neutronen und zwei Protonen weniger hat als der ursprüngliche Kern.
- Bei der Beta-Strahlung sendet der radioaktive Kern ein Beta-Teilchen aus. Dieses kann aus einem Elektron mit einer negativen Ladung bestehen. Bei diesem Zerfall entsteht ebenfalls ein neuer Kern, der ein Proton mehr enthält als der ursprüngliche Kern. Dabei bleibt die Summe der Anzahl Protonen und Neutronen im Kern erhalten.
- Ist ein instabiler Kern durch Emission einer Alpha- oder Beta-Strahlung in einen stabileren Zustand übergegangen, kann der neue Kern immer noch instabil sein und durch Emission von Gamma-Strahlung, das ist hochenergetische kurzweilige elektromagnetische Strahlung, in einen stabilen Zustand übergehen.

Messen in Sievert

Um anzugeben, wie stark eine radioaktive Substanz strahlt, benutzt man den Begriff der Aktivität. Diese wird in Becquerel (Bq) gemessen und gibt die Strahlung an, die eine Substanz innerhalb einer bestimmten Zeit durch Zerfall (Kernumwandlung) erzeugt. Ein Becquerel entspricht einem Zerfall pro Sekunde. Die Zeit, in der die Hälfte der Kerne eines Radionuklids zerfällt, nennt man Halbwertszeit. Sie ist eine feste, konstante Eigenschaft eines Nuklids. Verschiedene Nuklide können aber sehr unterschiedliche Halbwertszeiten haben, von 0,000 000 000 000 000 2 (2×10^{-16}) Sekunden bei Beryllium 8 (^8Be) bis zu 2 000 000 000 000 000 000 (2×10^{18}) Jahren bei Bismuth 209 (^{209}Bi).



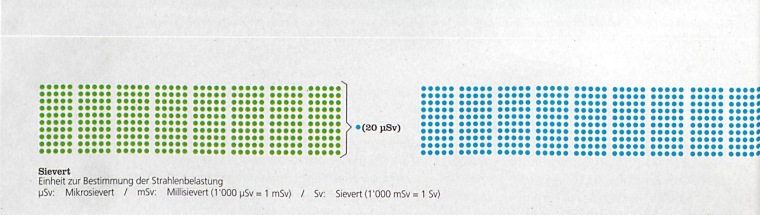
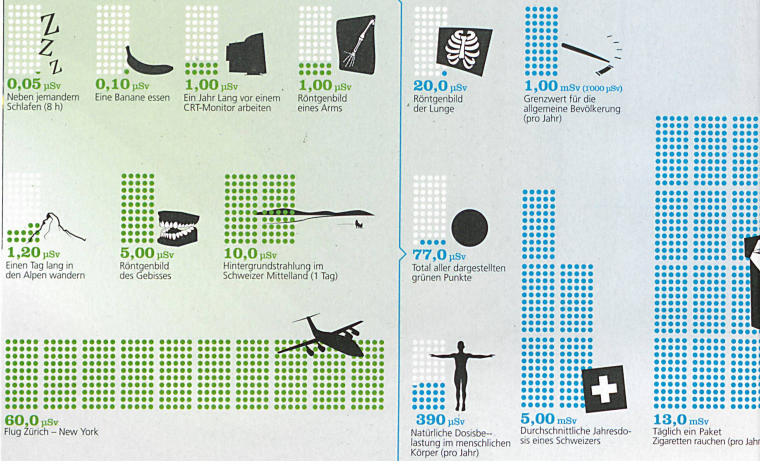
Nach dem KKW-Unfall in Fukushima vom März 2011 musste bei einer grossen Anzahl Menschen die Radioaktivität gemessen werden. Aufgrund der räumlichen Distanz traten in der Schweiz keine Probleme mit erhöhter Radioaktivität auf.

Um die Wirksamkeit der Strahlung auf den Körper anzugeben, benutzt man die Äquivalentdosis. Diese Einheit berücksichtigt die Tatsache, dass Alpha-, Beta- und Gamma-Strahlung unterschiedlich auf den Körper wirken. Jede Strahlungsart wird anhand einer physikalischen Grösse gewichtet, dem sogenannten Strahlenwichtungsfaktor. Gemessen wird die Äquivalentdosis in Sievert (Sv). Sie ergibt sich aus der Multiplikation der Energiedosis mit dem Strahlenwichtungsfaktor. Wenn nicht der ganze Körper eines Menschen bestrahlt wird, berücksichtigt man, dass nicht jeder Körperteil identisch auf Strahlung reagiert, durch die Einführung eines Gewebewichtungsfaktors. Multipliziert man die Äquivalentdosis mit dem entsprechenden Gewebewichtungsfaktor, erhält man die effektive Dosis, die ebenfalls in Sievert angegeben wird. 1 Sievert entspricht 1000 Millisievert (mSv), 1 Millisievert 1000 Mikrosievert (μ Sv).

Strahlungsdauer ist zu berücksichtigen

Um die Auswirkungen von radioaktiver Strahlung auf den Körper genauer einschätzen zu können, ist es wichtig zu wissen, wie lange eine bestimmte Dosis auf den Körper einwirkt. Daher wird die Strahlenbelastung meist in Sievert pro Zeiteinheit gemessen. Zudem hängt die Gefährlichkeit der Strahlung davon ab, welches Gewebe wie stark von der Strahlung betroffen ist. Besonders gefährlich wird die Belastung, wenn sie in kurzer Zeit aufgenommen wird: Bei einigen Menschen lösen bereits einige hundert Millisievert (mSv) körperliche Beschwerden wie Übelkeit und Erbrechen aus. Erste Symptome einer Strahlenkrankheit sind Kopfschmerzen, Übelkeit und Erbrechen. Sie treten wenige Stunden nach Einwirken der Strahlung auf. Als sicher tödliche Dosis gelten 8 Sievert (8000 mSv), wenn sie in kurzer Zeit aufgenommen werden. 1986 starben 47 Mitarbeiter der Rettungsteams, die direkt am zerstörten Reaktor

Dosisbelastungen



Sievert
Einheit zur Bestimmung der Strahlenbelastung
µSv: Mikrosievert / mSv: Millisievert (1'000 µSv = 1 mSv) / Sv: Sievert (1'000 mSv = 1 Sv)

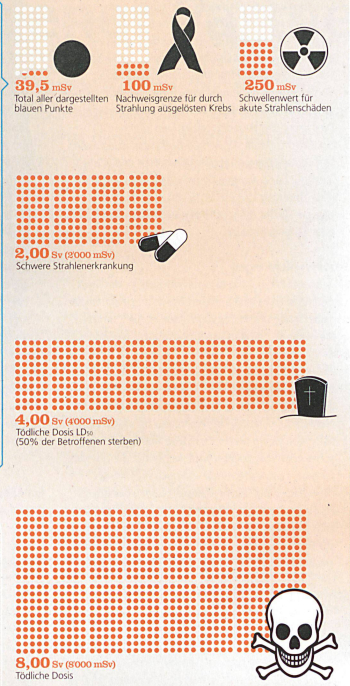
in Tschernobyl tätig waren. Sie wurden mit 6000 mSv verstrahlt. Wesentlich ungefährlicher wird die Strahlendosis, wenn sie über längere Zeiträume aufgenommen wird. So lässt sich unterhalb einer Strahlenbelastung von 100 mSv pro Jahr statistisch nicht mehr erfassen, ob ein Krebs durch Strahlung verursacht wurde; die Erkrankungen verschwinden in der natürlichen Krebsrate der Bevölkerung.

Zum Schutz der Bevölkerung hat der Gesetzgeber Grenzwerte eingeführt; in der Schweiz beträgt der Grenzwert für die allgemeine Bevölkerung (ohne medizinische Untersuchungen, ohne Bodenstrahlung, ohne kosmische Strahlung) 1 mSv pro Jahr. Für beruflich strahlenexponierte Personen gilt ein Grenzwert von 20 mSv pro Jahr. Diese Personen müssen aber während ihrer Tätigkeit ein Dosimeter tragen und werden

regelmässig ärztlich untersucht. Durchschnittlich wird jeder Schweizer mit einer Dosis von etwa 5,5 mSv pro Jahr bestrahlt. Dies beinhaltet die Strahlung aus medizinischen Untersuchungen (etwa 1,2 mSv/Jahr), Radon und Zerfallsprodukte (3,2 mSv/Jahr), die Strahlung durch körpereigene Nuklide (0,35 mSv/Jahr), kosmische Strahlung (0,4 mSv/Jahr) sowie terrestrische Strahlung (0,35 mSv/Jahr).

Radioaktive Wege zum Menschen
Radioaktive Strahlung in der Umwelt kann auf drei verschiedenen Wegen auf den Menschen einwirken:

- Man spricht von *äusserer Bestrahlung*, wenn eine Person der Strahlung einer radioaktiven Quelle aus einer gewissen Distanz ausgesetzt ist. Da Alpha- und Beta-Strahlen in der Luft nur eine begrenzte Reichweite haben – Alpha-Strahlen fliegen bis



etwa 5 cm weit, Beta-Strahlen wenige Zentimeter bis etwa 7 m – spielen bei der äusseren Bestrahlung vor allem Gamma-Strahlen eine Rolle.

- Um *Kontamination* handelt es sich, wenn eine Person direkt in Kontakt mit dem radioaktiven Material kommt, wenn zum Beispiel radioaktiver Staub auf eine Person oder ein Gebiet niedergeht. Dabei spielen vor allem Beta- und Gamma-Strahlen eine Rolle.
- Von *Inkorporation* spricht man, wenn radioaktives Material in den menschlichen Körper eingedrungen ist. Dies kann über Wunden erfolgt sein, durch Einatmen von radioaktiven Partikeln oder durch Essen von kontaminierten Lebensmitteln. Hier sind vor allem Alpha-Strahlen gefährlich, weil sie einen Strahlenwichtungsfaktor von 20 haben, was bedeutet, dass sie 20-mal mehr Schaden verursachen als Beta- oder Gamma-Strahlen.

Schutzvorkehrungen

Bei erhöhter Radioaktivität muss man sich vor der Strahlung schützen, um eine äussere Bestrahlung, Kontamination oder Inkorporation zu vermeiden. Ist die Strahlenquelle bekannt, drängen sich grundsätzlich folgende Massnahmen auf:

- Die Vergrösserung des *Abstands* zur Strahlenquelle ist eine besonders geeignete Schutzmethode. Eine Verdoppelung des Abstands reduziert die Dosisleistung nämlich auf einen Viertel; wenn also bei einem Abstand von einem Meter zur Quelle eine Dosisleistung von 1 mSv/h beobachtet wird, so beträgt die Dosisleistung bei zwei Metern Abstand noch 0,25 mSv/h.
- Bei Nukliden mit kurzen Halbwertszeiten (Minuten bis einige Tage) kann das *Abwarten*, bevor man das kontaminierte Gebiet betritt, einen wirksamen Schutz vor Strahlung bedeuten. Mit jeder vergangenen Halbwertszeit nimmt die Dosisleistung um die Hälfte ab.

- Mit der Einschränkung der *Aufenthaltszeit* in der Nähe der Quelle kann man sich ebenfalls schützen: Wenn eine Aufenthaltszeit von einer Stunde zu einer Dosis von 1 mSv führt, kann durch Reduktion der Aufenthaltszeit auf sechs Minuten die Dosis auf 0,1 mSv beschränkt werden.
- Eine *Abschirmung* zwischen der Strahlenquelle und dem Objekt kann Strahlung je nach Art ebenfalls abschwächen oder vollständig absorbieren. Alpha-Strahlung wird bereits durch ein Blatt Papier vollständig absorbiert, Beta-Strahlung durch eine Fensterscheibe grösstenteils. Gamma-Strahlen hingegen können nur abgeschwächt werden: Eine mehrere Zentimeter dicke Betonmauer schwächt Gamma-Strahlung um einen Faktor 2 ab, d. h. hinter der Mauer misst man nur noch die halbe Dosisleistung wie vor der Mauer. Auch Blei bietet eine wirksame Abschirmung gegen Gamma-Strahlung.
- Ist die Luft mit radioaktivem Staub kontaminiert, gilt es zu vermeiden, dass dieser durch Einatmen oder durch Wunden in den Körper dringt. Hierbei hilft das Tragen von Schutzanzügen und Atemschutzmasken.

Die richtigen Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung einzuleiten und durchzusetzen, ist die Aufgabe der Führungsorgane und Einsatzkräfte. Werden sie rechtzeitig und konsequent durchgeführt, können der Schaden sowie der Aufwand für eine Dekontamination minimiert werden.

Emmanuel Egger

Chef Nuklearfragen, LABOR SPIEZ, BABS

Weiterführende Literatur: Broschüre «Radioaktivität und Strahlenschutz» (Bundesamt für Gesundheit BAG)