

Grundlagen: Ionisierende Strahlung, ihre Messung und ihre biologische Wirkung

1. Was versteht man unter ionisierender Strahlung bzw. „Radioaktivität“?

Ionisierende Strahlen sind schnell fliegende sub-atomare Teilchen (Protonen, Neutronen, Heliumkerne, Elektronen) sowie sehr durchdringende elektromagnetische Wellenpakete. Sie kommen aus dem Kosmos oder entstehen hier auf der Erde beim Zerfall von radioaktiven Atomen wie Uran, Thorium, Radium, Radon, Kalium-40. Solche Strahlen (Alpha-, Beta- und/oder Gammastrahlen) sind energetischer als Licht und UV-Strahlung und können in den Molekülen der Materie Elektronen herausschlagen (Ionisation) und die Anordnung der Atome im Molekül verändern.

2. Wie wird ionisierende Strahlung gemessen?

Die Strahlendosis wird als Energiemenge (Joule) pro Masseinheit der bestrahlten Materie (kg) gemessen. Eine absorbierte „Energiedosis“ von 1 Joule/kg wird „Gray“ genannt.

Im Bereich des Strahlenschutzes verwendet man die „effektive Dosis“ als Masseinheit für die Wahrscheinlichkeit, dass diese Exposition später zu einem Krebs führt. Die „effektive Dosis“ ist die Energiedosis (in Gray) gewichtet einerseits für die Art der Strahlen und andererseits für die Empfindlichkeit der getroffenen Organe. Die „effektive Dosis“ wird in Sievert (Sv) ausgedrückt. Im Falle einer Ganzkörperbestrahlung durch Gamma- oder Röntgenstrahlen gilt einfach:

$$1 \text{ Sievert} = 1 \text{ Gray} = 1 \text{ Joule/kg.}$$

Verwandte Masseinheiten:

$$1 \text{ Millisievert (mS)} = 0,001 \text{ Sv}$$

$$1 \text{ Mikrosievert (}\mu\text{S)} = 0,000001 \text{ Sv}$$

3. Welche Auswirkungen hat ionisierende Strahlung bzw. „Radioaktivität“ auf den Mensch?

Man unterscheidet zwischen den kurzfristigen *deterministischen* Auswirkungen einer Bestrahlung, die erst oberhalb eines bestimmten Schwellenwerts auftreten, und den langfristig in Erscheinung tretenden *probabilistischen* Risiken, für die es vermutlich keine Dosis-Schwelle gibt. Bei den strahlenbedingten deterministischen Auswirkungen (zum Beispiel Organschäden und Verbrennungen) nimmt die *Schwere* des Schadens proportional zur Dosis zu. Bei den sogenannten probabilistischen Auswirkungen (zum Beispiel Krebs, Leukämie, oder genetische Missbildungen bei den Nachkommen einer bestrahlten Person) nimmt dagegen die *Eintretenswahrscheinlichkeit* proportional zur Dosis zu. Aufgrund dieser Erkenntnisse wurde der moderne Strahlenschutz aufgebaut.

4. Kann ionisierende bzw. radioaktive Strahlung Krebs auslösen?

Wenn ein DNS-Molekül als Träger unserer genetischen Information von Strahlen getroffen wurde, kann dies mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit, die allerdings im Alltag sehr gering ist, zu einer Krebsvorstufe führen. Wird diese Fehlinformation nicht repariert – wozu bei sich schnell teilenden Zellen wie Blutkörperchen die Zeit möglicherweise nicht ausreicht - entsteht eine erste Krebszelle, die sich dann vermehrt und Krebs verursacht.

5. Wie gross ist das Krebsrisiko infolge ionisierender Strahlung?

Auf der Basis der LSS (Die „Life Span Study“ ist die grösste je durchgeführte epidemiologische Studie und untersucht – immer noch – die Auswirkungen der Atombombenabwürfe über Hiroshima und Nagasaki) und auf Basis der epidemiologischen Studie der Morbus-Bechterew-Patienten konnte das strahlenbedingte Krebsrisiko quantifiziert werden. Es beträgt ca. 5 bis 10% pro Sievert (Sv). Ein Rechenbeispiel: Wenn 50'000 Personen je eine Dosis von 0,2 Sv aufgenommen haben, erhöht sich das Krebsrisiko bei diesen Personen um 1 bis 2%. (0,2 Sv entspricht einem Fünftel des Risikos von 5 bis 10% bei 1 Sv.) 1 bis 2% von 50'000 Personen bedeuten rund 500 bis 1'000 zusätzliche Krebsfälle, die auf die Strahlung zurückzuführen sind.

6. Ab welcher Dosis verursacht ionisierende Strahlung gesundheitliche Schäden?

Es gibt keine Dosis-Schwelle, unterhalb welcher man ganz sicher wäre, dass kein Krebs entstehen wird. Denn die Wahrscheinlichkeit, dass so etwas passiert, ist proportional zur Dosis. Das bedeutet: Je kleiner die Dosis, desto kleiner ist die Wahrscheinlichkeit, dass diese Dosis später eine Mitschuld an einer Krebsentstehung haben könnte.

7. Welche gesundheitlichen Schäden verursacht ionisierende Strahlung?

Ionisierende Strahlung verursacht im Körper Zellveränderungen, die bei einer normalen Dosis mit fast 100-prozentigem Erfolg von der Zelle selbst repariert werden. Wird das DNS-Molekül einer Zelle mehrmals von Strahlen getroffen, kann eine Mutation entstehen, die nicht mehr reparierbar ist. Damit kann diese Zelle später eine erste Krebszelle werden. Normalerweise wird diese gefährliche Veränderung entdeckt und die Zelle wird „gekillt“ und eliminiert.

8. Was versteht man unter „natürlicher Strahlung“?

Die natürliche Strahlung kommt aus dem Kosmos und aus dem Zerfall der natürlichen radioaktiven Atome, die sich in der Erdkruste (Uran, Thorium) und auch in den Lebewesen (Kalium-40) befinden. Die natürliche Strahlung besteht somit aus einer dauernden und überall vorhandenen „Dusche“ von schnell fliegenden und durchdringenden Teilchen und Wellenpaketen, die den menschlichen Körper aus allen Richtungen bestrahlen. Wenn so ein Strahl zufällig das DNS-Molekül einer Zelle trifft, entsteht eine lokale Veränderung im Molekül, die aber mit fast 100-prozentigem Erfolg von der Zelle repariert wird.

9. Wie kann man sich vor radioaktiver Strahlung schützen?

Der Schutz gegen ionisierende Strahlen muss sich der Gefährdungssituation anpassen. Gegen eine externe radioaktive Quelle ist eine Abschirmung angebracht. (Zum Beispiel eine dicke Mauer, ein dickwandiger Behälter, eine Bleischürze, ein Zivilschutzraum, etc.). Gegen zu viel Radon in den Räumen ist eine geeignete Lüftung das Richtige. Gegen die Inhalation von radioaktiven Aerosolen schützt ein Mund- und Nasenfilter oder noch besser eine Gasmasken. Um die Aufnahme von kontaminierten Lebensmitteln zu vermeiden, ist eine gute Überwachung der Lebensmittel das Richtige.