

Physik 9		13.04.2021
Radioaktivität	Biologische Strahlenwirkung	

Radioaktive Strahlung kann aufgrund ihrer hohen Energie und ihrer ionisierenden Wirkung zur Schädigung von Zellen führen. Die unterschiedlichen Mechanismen der Zellschädigung durch radioaktive Substanzen sind aber sehr vielfältig.

Lies dir zunächst den folgenden Text sorgfältig durch:

Marie Curie versuchte als Erste, hoch radioaktive Materialien herzustellen. Obwohl ihr Ehemann Pierre bereits 1903 öffentlich auf mögliche gesundheitliche Gefahren durch die radioaktive Bestrahlung hingewiesen hatte, arbeitete sie über Jahrzehnte hinweg in direktem Kontakt damit. 1934 starb sie an Leukämie, die durch die radioaktive Strahlung ausgelöst wurde.



Radioaktive Strahlung kann beim Auftreffen auf Materie Atome anregen oder ionisieren. Im menschlichen Körper kann dies zur Veränderung einer Zelle führen, z. B. zur Beschädigung von Erbgut im Zellkern.

Das Ausmaß der Schädigung wird durch folgende Faktoren bestimmt:

Art der Strahlung: α -Strahlung verursacht besonders starke Schädigungen, da die Energie der α -Teilchen sehr hoch ist und diese außerdem in sehr kleinen Raumbereichen abgegeben wird (das zeigt auch die leichte Abschirmbarkeit durch Papier). Dies führt dazu, dass innerhalb einer Zelle vergleichsweise viele Ionisationen erfolgen, wodurch die betreffende Zelle mit hoher Wahrscheinlichkeit einen irreparablen Schaden erleidet.

Dauer: Je länger eine Strahlung auf den Körper einwirkt, desto größer ist die Schädigung.

Art der Zelle: Je häufiger sich eine Zelle teilt, desto gefährdeter ist sie. Dazu gehören vor allem Zellen Blut bildender Organe wie Knochenmark, Lymphknoten, Darm, Lunge, die weibliche Brust oder der Embryo im Mutterleib in den ersten vier Wochen.

Die Schädigung einzelner Zellen muss nicht zwangsläufig negative Folgen haben, da Zellen über einen Mechanismus zur Selbstreparatur verfügen. Gelingt die Reparatur nicht, erkennt das Immunsystem unseres Körpers die beschädigten Zellen in der Regel, zerstört sie, scheidet sie aus und ersetzt sie durch neue Zellen. Insbesondere bei starker oder lang andauernder Bestrahlung kann das Immunsystem allerdings mit seiner Aufgabe überfordert sein und Fehler machen, so dass veränderte Zellen nicht erkannt oder nicht wirksam vernichtet werden. Dann treten unmittelbar nach einer Strahlenbelastung oder auch erst viele Jahre später verschiedene so genannte „Strahlenschäden“ auf.

Beantworte nun stichwortartig die folgenden Fragen:

- Wodurch schädigt radioaktive Strahlung biologisches Gewebe?
- Von welchen Faktoren hängt die Schädigung ab?
- Was ist deiner Meinung nach gefährlicher: eine kurzzeitige hohe Strahlenbelastung oder eine lang andauernde Belastung mit geringer Strahlung?

Übertrage den folgenden Eintrag in dein Heft:

Fortsetzung nächste Seite ↘

Physik 9		13.04.2021
Radioaktivität	Biologische Strahlenwirkung	

Biologische Strahlenwirkung

Im menschlichen Körper kann radioaktive Strahlung Atome anregen oder ionisieren. Dies kann zu Veränderungen einer Zelle führen.

Die Schädigung ist abhängig von

- der Art der Strahlung. α -Strahlung verursacht aufgrund ihrer hohen Energie und der großen Masse der Teilchen besonders hohe Schäden in einer Zelle.
- der Dauer der Bestrahlung.
- der Art der Zelle. Je häufiger sich eine Zelle teilt, desto gefährdeter ist sie.

Je höher die Energieaufnahme ist, desto größer ist auch die biologische Wirkung. Als Maß für die von einem Körper aufgenommene Energie verwendet man die **Energiedosis D** :

$$\begin{aligned} \text{Energiedosis} &= \frac{\text{absorbierte Energie}}{\text{Masse des Körpers}} \\ D &= \frac{E}{m} \\ [D] &= 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}} = 1 \text{ Gy} \quad (1 \text{ Gray}) \end{aligned}$$

In der **Äquivalentdosis H** wird zusätzlich die unterschiedliche Wirkung der verschiedenen Strahlungsarten berücksichtigt:

$$\begin{aligned} \text{Äquivalentdosis} &= \text{Bewertungsfaktor} \cdot \text{Energiedosis} \\ H &= q \cdot D = q \cdot \frac{E}{m} \\ [H] &= 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}} = 1 \text{ Sv} \quad (1 \text{ Sievert}) \end{aligned}$$

Strahlungsart	Bewertungsfaktor q
Röntgenstrahlung	1
β -Strahlung	1
γ -Strahlung	1
langsame Neutronen	2,3
schnelle Neutronen	10
α -Strahlung	20

Die durchschnittliche Strahlenbelastung in Deutschland pro Person beträgt ca. 4 mSv = 0,004 Sv. Etwa die Hälfte davon kommt durch die natürliche Strahlung zustande (kosmische Strahlung, Luft, Nahrung, Erdboden). Der Großteil der anderen Hälfte entsteht durch medizinische Anwendungen einschließlich Röntgenuntersuchungen.