

Radioaktive Strahlungsarten – Charakteristika, Schutzmöglichkeiten und biologische Wirkungen

Autor Dr. med. S. Kober Oktober 25

Es gibt **drei Hauptarten ionisierender radioaktiver Strahlung – Alpha-, Beta- und Gamma-Strahlung** – sowie **Neutronenstrahlung** als Sonderform. Jede Strahlungsart unterscheidet sich in ihrer **physikalischen Natur, Eindringtiefe, biologischen Wirkung** und den **Schutzmaßnahmen**.

1. Alpha-Strahlung (α)

Physikalische Eigenschaften

- **Teilchenart:** Heliumkerne (2 Protonen + 2 Neutronen)
- **Ladung:** +2
- **Masse:** relativ groß → geringe Reichweite
- **Entstehung:** beim Zerfall schwerer Nuklide wie Uran-238, Radium-226, Radon-222, Polonium-210

Durchdringungsvermögen

- Sehr gering: bereits ein Blatt Papier oder wenige **Zentimeter Luft** reichen zur vollständigen Abschirmung.
- **Dringt nicht durch die Haut**, aber gefährlich, wenn radioaktive Stoffe **eingeatmet oder verschluckt** werden (z. B. Radon, Polonium).

Biologische Wirkung

- Hohe **Ionisationsdichte (LET)** → starke lokale Gewebeschädigung, falls im Körper.
- Beispiel: Radon-Zerfallsprodukte lagern sich in den Bronchien ab → Alphastrahlen schädigen das Epithel → erhöhtes Lungenkrebsrisiko.

Schutzmaßnahmen

- **Abschirmung:** Papier, dünne Folie oder Luft genügen.
- **Wichtiger: Inhalation oder Aufnahme vermeiden** (Atemschutz, geschlossene Systeme, gute Belüftung).
- **Schutzprinzip:** Dicht geschlossene Behälter, Fernbedienungstechniken, Atemschutzmasken.

2. Beta-Strahlung (β)

Physikalische Eigenschaften

- **Teilchenart:** Elektronen (β^-) oder Positronen (β^+)
- **Ladung:** -1 oder $+1$
- **Entstehung:** Umwandlung von Neutronen oder Protonen im Atomkern.

Durchdringungsvermögen

- **Mittlere Reichweite:** einige **Millimeter bis Zentimeter in Gewebe**, wenige **Millimeter Metall oder Kunststoff** reichen zur Abschirmung.

Biologische Wirkung

- Schädigt Haut und oberflächliche Gewebe (β -Verbrennungen).
- Besonders kritisch bei **offenen Strahlenquellen** (z. B. medizinische oder industrielle Isotope).

Schutzmaßnahmen

- **Abschirmung:** Plexiglas, Kunststoff oder Aluminium (nicht Blei, da Sekundärstrahlung erzeugt wird).
- **Schutzprinzip:** Abstand halten, Aufenthaltszeit minimieren, Strahlenquelle abschirmen.

3. Gamma-Strahlung (γ)

Physikalische Eigenschaften

- **Art:** hochenergetische elektromagnetische Strahlung (Photonen).
- **Entstehung:** Begleitstrahlung bei Kernumwandlungen, nach α - oder β -Zerfall.
- **Keine Masse, keine Ladung** \rightarrow hohe Durchdringungsfähigkeit.

Durchdringungsvermögen

- Sehr groß:
 - mehrere **Meter Luft**
 - **Millimeter bis Zentimeter Blei** oder **Zentimeter bis Dezimeter Beton** zur wirksamen Abschirmung nötig.

Biologische Wirkung

- Durchdringt den ganzen Körper → kann innere Organe ionisieren und DNA schädigen.
- Hauptquelle für externe Strahlenexposition.

Schutzmaßnahmen

- **Abschirmung:** Blei, Eisen, Beton oder Wasser.
 - **Abstand und Aufenthaltszeit** entscheidend (Strahlenschutzdreieck: *Zeit – Abstand – Abschirmung*).
 - **Dosimeterüberwachung** in strahlenexponierten Berufen.
-

4. Neutronenstrahlung (n)

Physikalische Eigenschaften

- **Teilchenart:** Neutronen (neutral, aus dem Kern)
- **Entstehung:** bei Kernspaltungen, in Reaktoren oder bei speziellen Isotopenquellen.

Durchdringungsvermögen

- Sehr hoch – wird **nicht elektrisch abgebremst**, sondern durch **Kollisionen mit leichten Atomkernen (z. B. Wasserstoff)**. Es entsteht dann am häufigsten Gamma-Strahlung – bei Neutroneneinfang auch Alpha-Strahlung.

Biologische Wirkung

- Indirekt ionisierend (durch Kernreaktionen), sehr **biologisch wirksam**.
- Kann neue radioaktive Isotope erzeugen („aktivieren“ von Material).

Schutzmaßnahmen

- **Abschirmung:** Wasser, Paraffin, Beton oder Bor-haltige Materialien (enthalten viele Wasserstoffkerne).
- **Schutzprinzip:** Abstand, Zeitreduktion, Neutronenmoderatoren.

Anmerkung von Jochen Michels:

Zu den ebenfalls beobachteten positiven Wirkungen von Strahlung ist eine Ergänzung angefragt.