

Biologische Wirkung ionisierender Strahlung

Wie wirkt ionisierende Strahlung auf Lebewesen?

- Komplexe Reaktionskette aus physikalischen, chemischen und biologischen Prozessen
- Wenn ionisierende Strahlung auf den Körper trifft, werden aus Molekülen Elektronen herausgeschlagen
- Moleküle verändern ihren Aufbau → „Freie Radikale“ entstehen → verbinden sich mit anderen Molekülen
- Zellbausteine werden geschädigt

Ausmaß von Strahlenschäden

- Nicht jede Strahlenexposition führt zu einem Strahlenschaden
- DNA besonders sensibel für Strahlung → Beschädigung / Mutation des Erbgutes führt zu beschädigten Tochterzellen
- Wenn Keimzellen betroffen sind, können Strahlenschäden vererbt werden
- Organismus verfügt über Abwehrmechanismen, um Schäden an der DNA zu reparieren → Erst bei Versagen der Abwehrsysteme entstehen Schäden

Beispiele für Strahlenschäden

- Zelltod → Extreme Veränderungen, die lebensunfähig machen
- Mutationen → Veränderungen der Zelle
- Tumore → Ungehinderte Zellteilung mutierter Zellen
- Strahlenkrankheit → Übelkeit, Schwindel, Blutungen, Haarausfall, Kreislaufversagen, Zerstörtes Knochenmark, Koma, Tod

Strahlenexposition

- Je mehr Moleküle ionisiert oder angeregt werden, desto eher tritt ein Strahlenschaden auf

- **Energiedosis D** mit $D = \Delta W / \Delta m$

$$[D] = 1 \text{ Gray} = 1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$$

ΔW : Energie der Bestrahlung

Δm : Masse des absorbierenden Körpergewebes

Strahlenart und -energie	Strahlen-Wichtungsfaktor w_R
Photonen, aller Energien	1
Elektronen, Myonen, alle Energien	1
Neutronen	
< 10 keV	5
10 keV bis 100 keV	10
> 100 keV bis 2 MeV	20
> 2 MeV bis 20 MeV	10
> 20 MeV	5
Protonen > 2 MeV	5
Alphateilchen, Spaltfragmente, schwere Kerne	20

- Strahlenarten haben unterschiedliche biologische Wirkungen → Je größer die Ionisationsdichte, desto stärker wirkt die Strahlung

Beispiel zur unterschiedlichen Wirkung

- Alpha-Teilchen erzeugen in einer Zelle 104 bis 105 Ionenpaare
- Beta-Teilchen erzeugen nur 10 bis 100 Ionenpaare
- Bei gleicher Energiedosis D wirkt Alpha-Strahlung stärker, da bei höherer Ionisationsdichte Selbstheilungsaussichten schlechter sind

Größen zur Erfassung von Strahlenexposition

- **Organdosis H_T** mit $H_T = w_R * D_T$

$$[H_T]: 1 \text{ Sievert} = 1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg}$$

- **Strahlungs-Wichtungsfaktor w_R**

- **Effektive Dosis E** = $\sum w_T * H_T$ [in Sv]

- **Gewebe-Wichtungsfaktor w_T**

Neue Strahlenschutzgrößen

• Gewebe-Wichtungsfaktoren w_T

• Keimdrüsen	0,20
• Knochenmark (rot)	0,12
• Dickdarm	0,12
• Lunge	0,12
• Magen	0,12
• Blase	0,05
• Brust	0,05
• Leber	0,05
• Speiseröhre	0,05
• Schilddrüse	0,05
• Haut	0,01
• Knochenoberfläche	0,01
• Andere Organe oder Gewebe	0,05

10/01/2015

Air Crew Dosimetry - Fachhochschule Hannover - U.J. Schrewe

26

Erfassung der biologischen Strahlenwirkung

- **stochastische Strahlenwirkung:** nach Jahren, Energiedosis bestimmt Eintreten, aber nicht Schwere der Erkrankung (z.B. Krebs)
- **deterministische Strahlenwirkung:** Schweregrad steigt mit Energiedosis, oftmals existiert Dosischwelle (darunter keine Krankheitssymptome)