

Um die biologische Strahlenwirkung quantifizieren zu können, brauchen wir zunächst physikalische Größen, die damit im Zusammenhang stehen.

Die biologische Wirkung lässt sich aber nicht allein durch die Energiedosis bestimmen, da die verschiedenen Strahlungsarten unterschiedliche Schäden hervorrufen.

Beschreibe, wie sich die unterschiedlichen Strahlungsarten auf menschliche Zellen auswirken.

Der Qualitätsfaktor wurde für die verschiedenen Strahlungsarten so gut es geht experimentell bestimmt.

4.6 Biologische Strahlenwirkung

Energiedosis

Die Energie, die 1 kg Materie durch Strahlung aufnimmt, ist ein Maß für die **Energiedosis D**:

Äquivalentdosis

Dies berücksichtigt die **Äquivalentdosis H**:

Mit dem Qualitätsfaktor q:

- $q = 1$ für Röntgen-, Gamma- und Betastrahlung
- $q = 5$ für Protonenstrahlung
- $q = 5 - 20$ für Neutronenstrahlung (abhängig von der Energie)
- $q = 20$ für Alphastrahlung

Hier sind die Stufen der Strahlenkrankheit angegeben.

Biologische Wirkung (bei kurzzeitig hoher Strahlenbelastung)

100 mSv: erhöhtes Krebsrisiko
 500 mSv: weiter erhöhtes Krebsrisiko, Unwohlsein, beginnende Strahlenkrankheit
 1000 mSv: akute Strahlenkrankheit (Erbrechen, Sterilität)
 4000 mSv: schwere Strahlenkrankheit (Durchfall, Haarausfall, Blutungen, 50 % Todesrate in einer Woche)
 7000 mSv Todesrate nahezu 100 %

(Die durchschnittliche Gesamtbelastung in Deutschland beträgt pro Jahr etwa 4 mSv.)

Strahlendosen medizinischer Untersuchungen

In der Liste sind typische Strahlendosen medizinischer Untersuchungen aufgeführt.

Röntgen	H in mSv	CT	H in mSv	Szintigraphie	H in mSv
Knochen (Extremitäten)	0,01 – 0,1	Kopf	2 – 4	Schilddrüse	1
Zahn (Panorama)	0,03	Brustkorb	6 – 10	Skelett	3,6
Brustkorb	0,05 – 0,1	Bauch	8 – 20		
Bauch	0,3	Koronarangiographie	10 – 15	PET	
Becken	0,5			PET mit F-18	5 – 10

(Je nach Quelle variieren die Angaben teils erheblich!)

2006 war das Poloniumisotop **Po-210** ($T_{1/2} = 138 \text{ d}$) Gegenstand eines spektakulären Mordfalls. Etwa ein Millionstel Gramm des α – Strahlers wurde dem russischen Ex-Agenten Alexander Litvinenko ($m = 75 \text{ kg}$) ins Essen gemischt. Selbst bei dieser „geringen“ Menge finden $2,2 \cdot 10^7$ Zerfälle pro Sekunde mit $E_\alpha = 5,3 \text{ MeV}$ statt. Dies führte innerhalb von drei Wochen zum Tod.

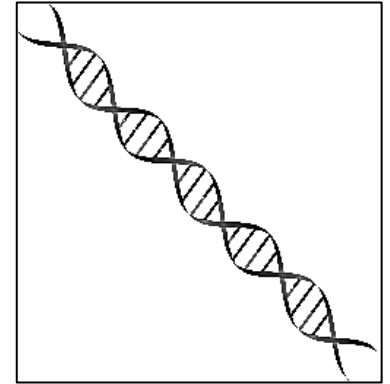
Berechne die Ganzkörper-äquivalentdosis für drei Wochen.

Übungsaufgabe: Poloniumvergiftung ••

Es gibt zwei verschiedene Arten, wie die DNA durch ionisierende Strahlung geschädigt werden kann; einen direkten und einen indirekten Schaden.

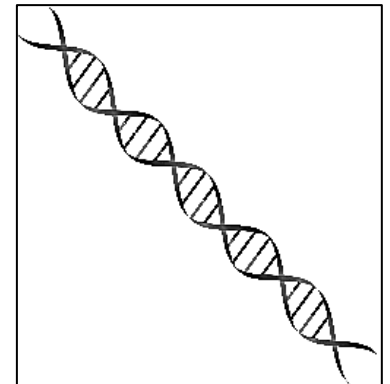
Ionisierende Strahlung und biologische Strukturen

- **Direkter Schaden:**



Der menschliche Körper besteht zum Großteil aus Wasser. Daher treten indirekte Schäden am häufigsten an Wassermolekülen auf.

- **Indirekter Schaden:**



Eine Zelle besitzt verschiedene sehr leistungsfähige Reparaturmechanismen, die dafür sorgen, dass aufgetretene Schäden behoben werden. Nur in ganz wenigen Fällen kommt es zu Mutationen oder zur Entwicklung von Krebs.

Biologische Vorgänge

