Strahlenschutz-Belehrung Siegen

Claus Grupen

Inhalt:

- Dosisgrössen und Effektivdosis
- natürliche Strahlenbelastung
- Wirkung auf den Organismus
- Effekte niedriger Dosen
- Grenzwerte
- Strahlenschutzbereiche
- Messgeräte
- Quellen
- Aktivität und Dosisleistung
- praktische Hinweise
- Verantwortung im Strahlenschutz

Dosis

- Energiedosis $D = \Delta E / \Delta m$
- Einheit Gray: J/kg = Gy
- alte Einheiten
  - Ionendosis, Einheit Röntgen
  - 1 Röntgen = 1 esu $/cm^3$ Luft
  - rad = roentgen absorded dose
  - 1 Gy = 100 rad
- Äquivalentdosis $H = Q \cdot D$; Einheit Sievert (Sv)
- Qualitätsfaktor Q
  - Q = 1 für β, γ, μ
  - Q = 5 bis 20 für Neutronen, je nach Energie
  - $< 10keV$: 5; $10 - 100keV$: 10
  - $100keV - 2MeV$: 20
  - $2 - 20MeV$: 10; $> 20MeV$: 5
  - Q = 5 für Protonen
  - Q = 20 für α und Spaltfragmente
- alte Einheit: rem, 1 Sv = 100 rem

Effektivdosis

- Äquivalentdosis bei Teilkörperbestrahlung
- $H = \Sigma w_i H_i$
- w_i - Wichtungsfaktoren für Organ i
- H_i - Teilkörperdosen im Organ i

- Keimdrüsen	0.20
- rotes Knochenmark	0.12
- Lunge	0.12
- Dickdarm	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	0.05

natürliche Strahlenbelastung

- natürlich (Durchschnittswerte)

  - kosmische Strahlung 0.35 mSv/a
  - terrestrische Strahlung 0.50 mSv/a
  - Ingestion 0.35 mSv/a
  - Inhalation 1.20 mSv/a

  - Summe 2.4 mSv/a

- zivilisationsbedingt

  - Röntgendiagnostik 0.7 mSv/a
  - Nuklearmedizin 0.1 mSv/a
  - Naturwissenschaft und Technik 0.1 mSv/a
  - Tschernobyl $\approx$ 0.5 mSv/1986
  - Tschernobyl $<$ 0.05 mSv/a

- Jede Zelle des Körpers wird einmal pro Jahr getroffen
- Training des Immunsystems!

Wirkung auf den Organismus

- Ionisation
- Aufbrechen von Molekülen
- Erzeugung freier Radikale

- akute Schäden (dosisproportional)
  - unter 0.25 Sv: keine sichtbaren Effekte
  - $\approx$ 1 Sv: Übelkeit, Erbrechen
  - $\approx$ 2 Sv: Blutungen, Durchfall
    10% Mortalität
  - 4.5 Sv: letale Dosis (50 % Mortalität)

- Spätschäden (stochastisch)

- genetische Schäden (stochastisch)

Effekte niedriger Dosen

- **umstritten**
- Erhöhung des Krebsrisikos (5 % pro Sv)
  - vermutlich überschätzt
  - vor 1985: Annahme 1.3 % pro Sv
- Mutationsrisiko (rezessiv vererbt)
- **Hormesis ?**
- keine Korrelation mit erhöhten natürlichen Dosen
- Dosiseffektkurve linear oder quadratisch ?
- StrSchV: Annahme linearer Relation

Grenzwerte

- alte Grenzwerte (vor Herbst 2000)
  - Sperrbereich $\geq 3mSv/h$
  - Kontrollbereich $\geq 5mSv/a$
    - Kategorie A: $\geq 15mSv/a$, $\leq 50mSv/a$
    - Kategorie B: $< 15mSv/a$
    - Berufslebensdosis $< 400mSv$
  - betrieblicher Überwachungsbereich
    $\geq 5mSv/a$, $\leq 15mSv/a$
    dauernder Aufenthalt
  - ausserbetrieblicher Überwachungsbereich
    $\geq 0.3mSv/a$, $\leq 1.5mSv/a$
    dauernder Aufenthalt
  - normale Bevölkerung $\leq 0.3mSv/a$
- neue StrSchV (ab Herbst 2000)
  - Sperrbereich $\geq 3mSv/h$
  - Strahlenexponierte Personen $\geq 1mSv/a$
    - Kategorie A: $\geq 6mSv/a$, $\leq 20mSv/a$
    - Kategorie B: $\geq 1mSv/a$, $\leq 6mSv/a$
    - Berufslebensdosis $< 400mSv$
  - normale Bevölkerung $\leq 1mSv/a$

Messgeräte

- **Filmdosimeter**
- Austausch und Entwicklung monatlich
- Füllhalterdosimeter

- Ionisationskammern
- Fingerringdosimeter
  - Thermolumineszenzdosimeter
  - Radiophotolumineszenzdosimeter

- Dosiswarner
- Dosisleistungswarner

- spezielle Geräte für Neutronen

Quellen

- ^{207}Bi β-Eichstrahler (EC)
- ^{90}Sr reiner β-Strahler
  zerfällt in ^{90}Y und dann in ^{90}Zr
- ^{137}Cs β-Strahler mit Konversionslinie
  emittiert auch γ-Strahlung (662 keV)
- ^{60}Co β-Strahler
  emittiert zwei energiereiche γ's
- unbekannter Strahler: schwer auszumachen
- Freigrenzen
  - ^{207}Bi alt: $5 \cdot 10^5$Bq neu: $1 \cdot 10^6$Bq
  - ^{90}Sr alt: $5 \cdot 10^4$Bq neu: $1 \cdot 10^4$Bq
  - ^{137}Cs alt: $5 \cdot 10^5$Bq neu: $1 \cdot 10^4$Bq
  - ^{60}Co alt: $5 \cdot 10^4$Bq neu: $1 \cdot 10^5$Bq
- ^{90}Sr, ^{137}Cs, ^{60}Co je 10μ Ci = 370 kBq
- ^{207}Bi 1μ Ci = 37 kBq
- Fazit: schwache Quellen
  unterhalb oder in der Nähe der Freigrenze

Aktivität und Dosisleistung

- **nicht einfach zu berechnen**

- ohne Abschirmung: $\dot{H} = \frac{\Gamma_H \cdot A}{r^2}$
- Γ_H - Dosiskonstante
- α: vollständige Abschirmung in der obersten Hautschicht Achtung: Ingestion unbedingt vermeiden

- β: Abschirmung durch Luft nicht vernachlässigbar
- Reichweite
  - 100 keV: 12 cm Luft
  - 500 keV: 120 cm Luft
  - 1 MeV: 3 m Luft

- γ: am leichtesten berechenbar, aber langreichweitig!
- γ-Dosiskonstanten 0.2 bis 0.5 $\frac{mSv \cdot m^2}{GBq \cdot h}$

- Beispiel: ^{60}Co 370 kBq: 0.1 μSv/h in 1 m Abstand

praktische Hinweise

- **Quellen immer unter Kontrolle halten**
- **Ausleihbuch führen**
- **Diebstahl unmöglich machen**
- **nicht benutzte Quellen verschliessen**

- Strahlenbelastung so gering wie sinnvoll möglich halten
  - ALARA
  - Quellen nicht unnütz handhaben
  - starke Quellen nur mit Pinzette handhaben
  - Abstand halten
  - Abschirmen
  - nicht essen
  - nicht trinken
  - nicht rauchen!
  - Hände waschen (dekontaminieren)

Verantwortung im Strahlenschutz

- bei Problemen:
- Strahlenschutzbeauftragten informieren: Grupen

- bei grösseren Problemen:
- Strahlenschutzbeauftragten mit zentraler Funktion informieren: Werthenbach

- bei riesengrossen Problemen
- Strahlenschutzverantwortlicher: Kanzler

- sicherheitstechnisch bedeutsame Ereignisse
- Störfälle
- Unfälle

- → **melden**