

Bildgebende Verfahren in der Medizin - Biologische Wirkung ionisierender Strahlung -

Grundgrößen und Einheiten der Dosimetrie

$$\text{Quantendosis} = \frac{\text{Zahl der Quanten}}{\text{mm}^2}$$

$$\frac{\text{Strahlungsenergie}}{\text{mm}^2} = \frac{\text{Strahlungsleistung} \cdot \text{Belichtungszeit}}{\text{mm}^2} = \frac{\text{Zahl der Quanten} \cdot \text{Energie der Quanten}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{Einheit: } \frac{\text{J}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{Teilchenflussdichte } \phi = \frac{\text{Zahl der Teilchen}}{\text{Fläche (senkrecht)} \cdot \text{Zeit}} = \frac{d^2N}{dA \cdot dt}$$

$$\text{Teilchenfluenz } \Phi = \frac{\text{Zahl der Teilchen}}{\text{Fläche (senkrecht)}} = \frac{dN}{dA} = \int \phi dt$$

$$\text{Energieflussdichte } \psi = \frac{\text{durchtretende Energie}}{\text{Fläche (senkrecht)} \cdot \text{Zeit}} = \frac{d^2E}{dA \cdot dt}$$

$$\text{Energiefluenz } \Psi = \frac{dE}{dA} = \int \psi dt$$

$$\text{Ionendosis } J = \frac{\text{in einer Messkammer gebildete Ladungsmenge}}{\text{Masse des Gases in der Messkammer}} = \frac{dQ}{dm} \quad \text{Einheit: } \frac{\text{C}}{\text{kg}} = \frac{\text{As}}{\text{kg}}$$

$$\text{Ionendosisleistung } J = \frac{dJ}{dt} \quad \text{Einheit: A/kg}$$

$$\text{Kerma } K = \frac{dE_{tr}}{dm} = \frac{\text{bei der ersten Wechselwirkung übertragene kinetische Energie}}{\text{Masse}}$$

$$\text{Energiedosis } D = \frac{\text{in der Probe deponierte Energie}}{\text{Masse der Probe}} \quad \text{Einheit Gy: Gray} \quad 1\text{Gy} = \frac{1\text{J}}{\text{kg}}$$

$$\text{Energiedosisleistung } \dot{D} = \frac{\text{Energiedosis}}{\text{Zeit}} = \frac{dD}{dt} \quad \text{Einheit: } \frac{\text{Gy}}{\text{sec}}$$

$$\text{Äquivalentdosis } H = q \cdot D$$

Q = strahlenabhängiger Bewertungsfaktor (Röntgenstrahlung q=1)
Einheit Sv : Sievert

$$\text{Äquivalentdosisleistung } \dot{H} = \frac{dH}{dt}$$

$$\text{Einheit: } \frac{\text{Sv}}{\text{sec}} \text{ oder } \frac{\text{Sv}}{\text{h}}$$

Dosis, Kontrast und Detailerkennbarkeit

$$K^* = \frac{\Delta N}{N}$$

$$N = \bar{N} \pm \sqrt{N}$$

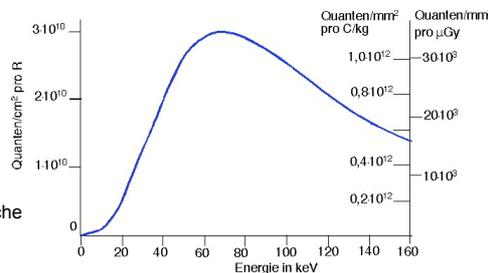
$$\sigma = \sqrt{N}$$

$$\Delta N \geq \kappa \cdot \sigma = \kappa \cdot \sqrt{N} \quad \kappa \text{ typisch } 5$$

$$K_{\min}^* = \frac{\kappa}{\sqrt{N}} = \frac{\kappa}{\sqrt{n \cdot d}}$$

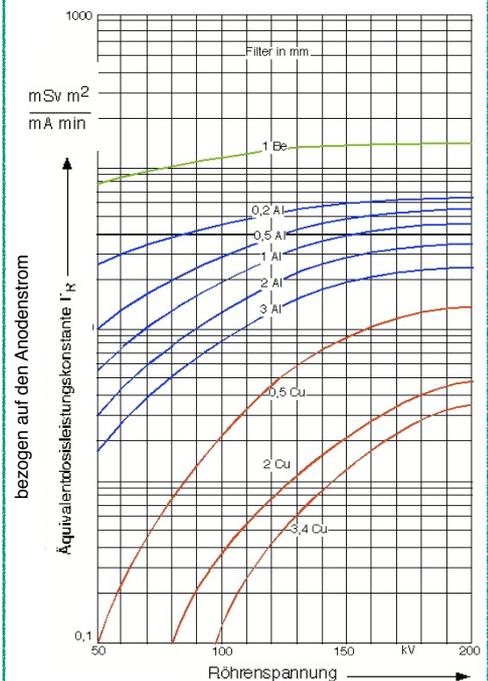
K^* = Kontrast
 ΔN = Differenz der Quantenzahl in benachbarten Pixeln des Bildes
 N = Mittlere Quantenzahl in benachbarten Pixeln

Umrechnungsfaktor Quantenzahl/mm² pro μGy (Luftkerma) als Funktion der Quantenenergie



n = Zahl der Quanten pro Fläche
 d = Kantenlänge eines Pixels
 K_{\min}^* = minimaler Kontrast

Äquivalentdosisleistungskonstante



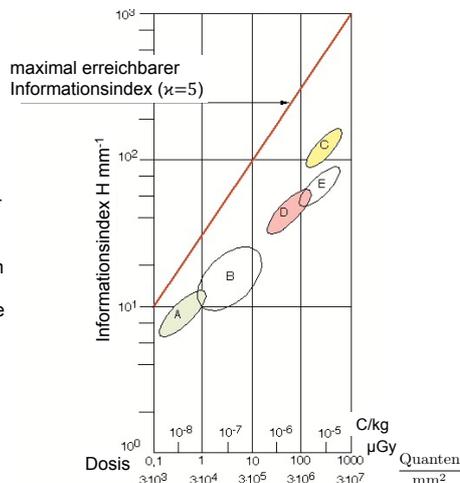
$$\dot{H} = \Gamma_R \cdot \frac{1}{r^2}$$

mit: r = Abstand Röhre-Patient
 Γ_R = Äquivalentdosisleistungskonstante

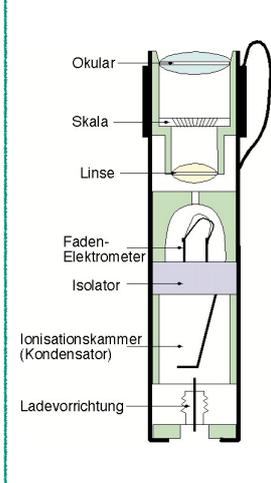
Informationsindex als Funktion der Quantenzahl/mm²

$$H = \frac{1}{K_{\min}^*} \cdot \frac{1}{d_{\min}}$$

- A: Röntgenbildverstärker
- B: Verstärkerfolien-Kombination
- C: Einfacher Röntgenfilm
- D: Xerographie
- E: Computertomographie



Stabdosismeter



Verständnisfragen

- Erläutern Sie die Funktionsweise eines Stabdosismeters?
- Bestimmen Sie für den Fall DQE = 1 die minimale Energiedosis, die für eine Röntgenaufnahme mit 1% Kontrast ($\Delta N/N$) und 0,25 mm x 0,25 mm Pixelfläche nötig ist. Nehmen Sie für die Unterscheidbarkeit einen Wert $\kappa = 6$ an, die mittlere Quantenenergie beträgt 100 keV.
- Welche Energiedosis und welche Äquivalentdosis bekommt ein Mensch ab, der sich im Abstand von 0,5 m von einer Röntgenröhre (1 mm Aluminium Filter) befindet, die mit 100 kV und 2 mA betrieben wird? Die integrierte Belichtungszeit beträgt 3 s.
- Was ist der Unterschied zwischen den Einheiten Gray und Sievert, warum benötigt man beide?
- Warum erhält man bei einer Röntgenaufnahme auch für Organe, die sich nicht im Strahlengang befinden eine merkliche Energiedosis.