

## Strahlentherapie

**Strahlentherapie: Anwendung der schädigende Wirkung der ionisierenden Strahlungen für Zerstörung der (hauptsächlich Tumor-) Geweben.**

Fragen zu besprechen:

1. Welcher Strahlungstyp soll angewendet werden?
2. Welche Dosis anzuwenden?
3. Wie kann diese Strahlung hergestellt werden?
4. Wie kann die Strahlung das Zielorgan erreichen (so daß die andere Gewebe nicht beschädigen)?

### 1. Art der Strahlung

$\alpha$ ,  $\beta$ ,  $e^-$ ,  $\gamma$ , Rtg, n, p ....

Elektron

Photon

$\alpha$ : Kleine Reichweite (in Geweben  $\approx \mu\text{m}$ )

Direkt in das Tumorgewebe eingegebene  
 $\alpha$ -strahlendes Isotop (zB. zum Antikörper gebunden)

$\beta$ , beschleunigtes  $e^-$ : beide sind Elektronen, aber:

Kontinuierliche Energieverteilung  
 $E_{\text{max}}$  hängt von Isotopart  
mit gleicher und leicht kontrollierbarer Energie

$\beta^-$

beschleunigtes  $e^-$

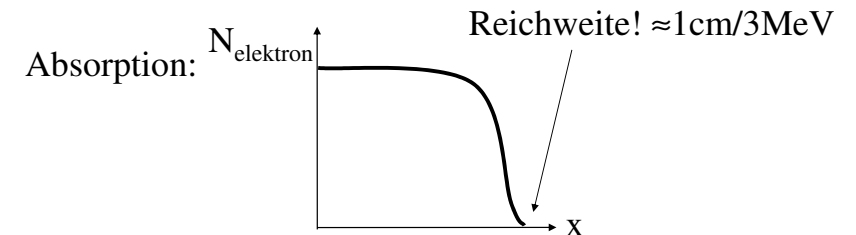
Typische Energie

einige MeV  
(zu niedrig)

10-20 MeV

Herstellung der Elektronenstrahlung:

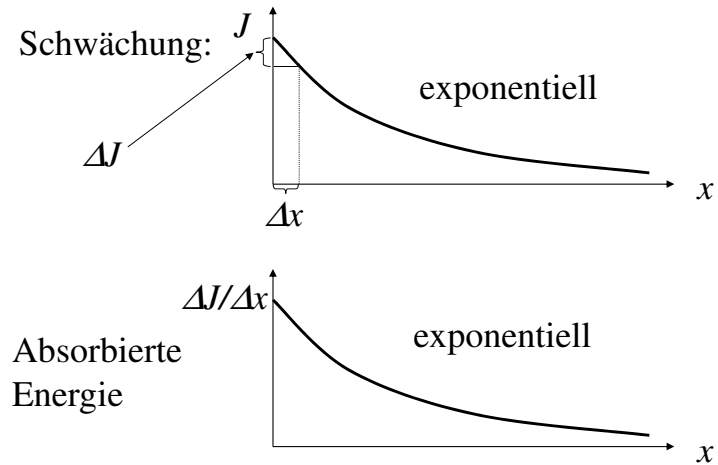
- Betatron
- Linearbeschleuniger



6-21 MeV  $\Rightarrow$  2-7 cm Tumoren nahe der Körperoberfläche

## $\gamma$ -Strahlung und Röntgenstrahlung

ihre Herstellungen und Spektren sind unterschiedlich!

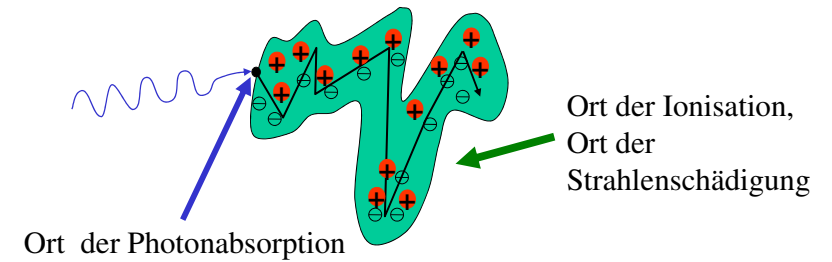


Ort der Photonabsorption

$\neq$

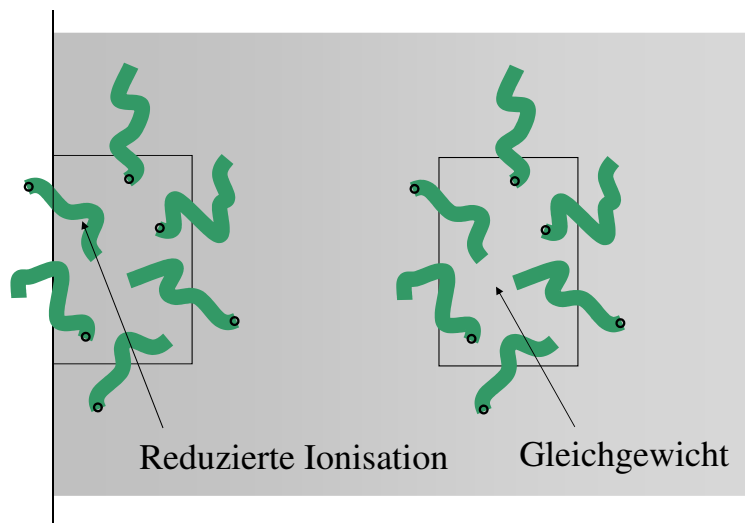
Ort der Strahlenschädigung!

**Strahlenschädigung:** Ionisation  $\Rightarrow$  unerwünschte Ionen  $\Rightarrow$  schädigende biochemische Prozesse  
 $\Rightarrow$  Ort der Strahlenschädigung = Ort der Ionisation

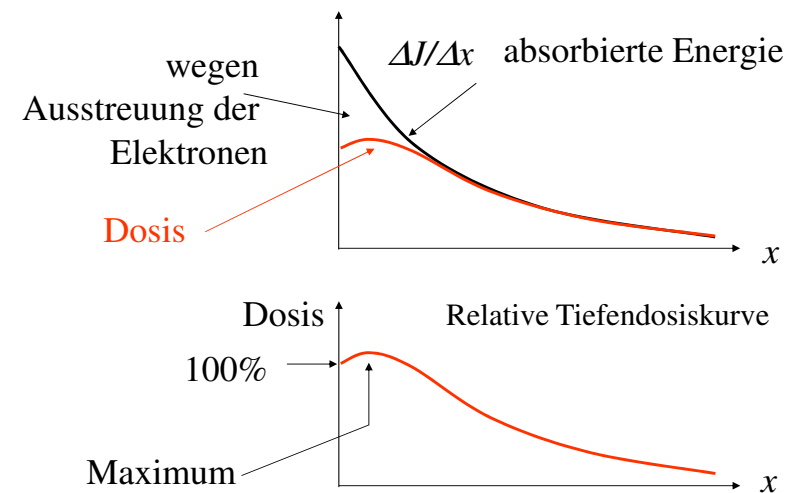


Körperoberfläche

Gewebe



Relative Tiefendosis



$\gamma$ -strahlendes Isotop: zB.  $^{60}\text{Co}$   $E_\gamma \approx \text{MeV}$ ,  
typisch angewendete Aktivität: TBq

### Hochenergetische Röntgenstrahlung

Herstellung:

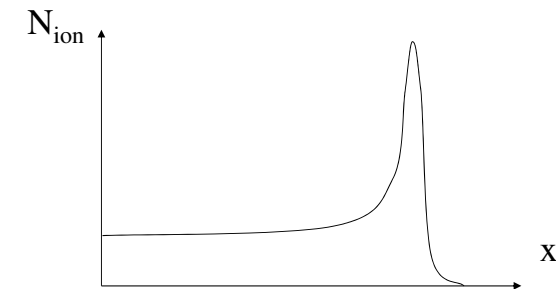
Abbremsung der beschleunigten Elektronen in einem Anodematerial (Target).

Wie in einem Röntgenröhre, aber die Beschleunigung wird in mehreren Schritten mit einem speziellen Gerät (zB. Linearbeschleuniger) durchgeführt.

### Protonenstrahlung

Ideal, aber sehr teuer

Teilcheneschleuniger  $\Rightarrow$  variierbare Teilchenenergie  
mehrere 100 MeV  $\Rightarrow$  Eindringtiefe  $\sim 10\text{-}20\text{ cm}$



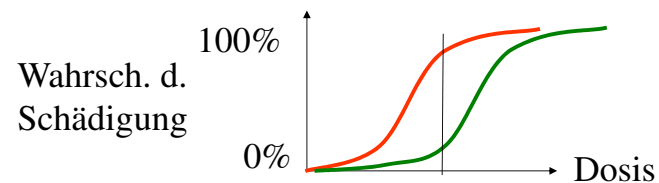
### 2. Dosis:

10x der Dosis was bei einer Ganzkörperbestrahlung tödlich wäre.

Aber: - Lokalisiert!

-Fraktionierung

- Die schnell wachsende Gewebe sind empfindlicher gegen Strahlenschädigung.



### 3. Herstellung der Strahlungen

$e^-$ : Linearbeschleuniger

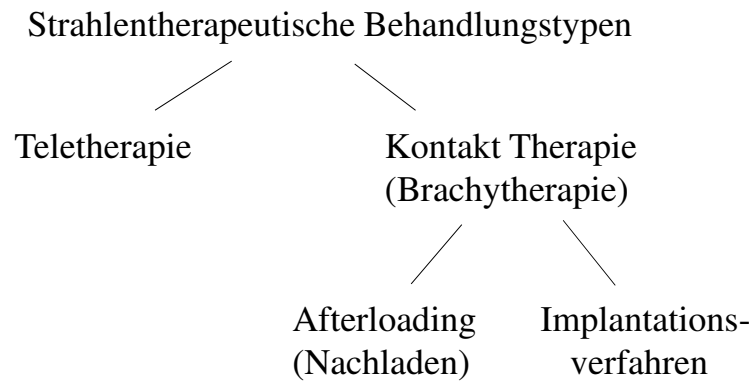
Rtg: Elektronenbeschleuniger + Anode

Proton: Teilchenbeschleuniger (Zyklotron)

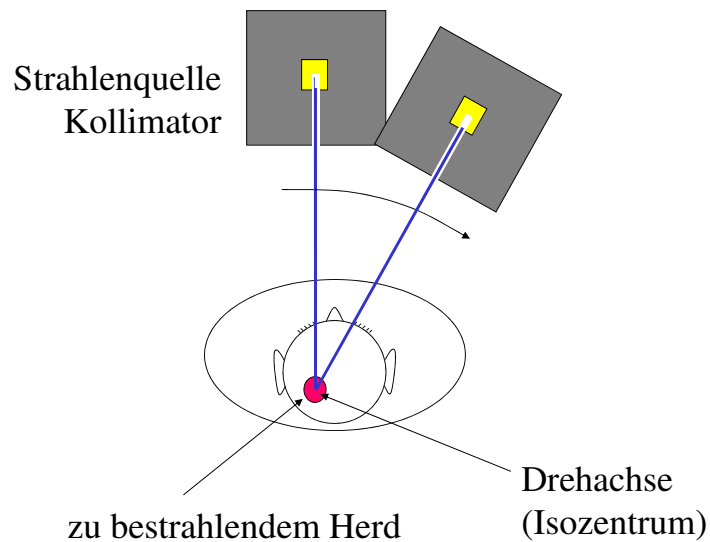
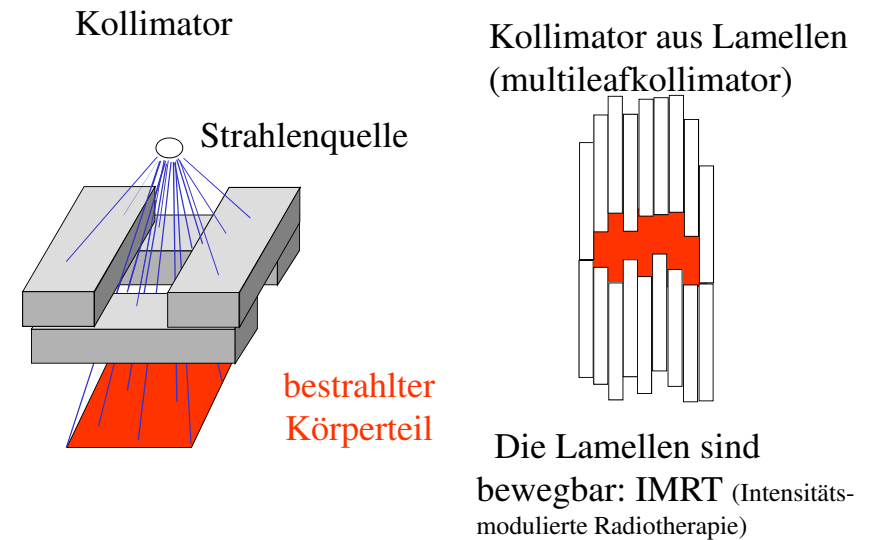
Linearbeschleuniger

Zyklotron

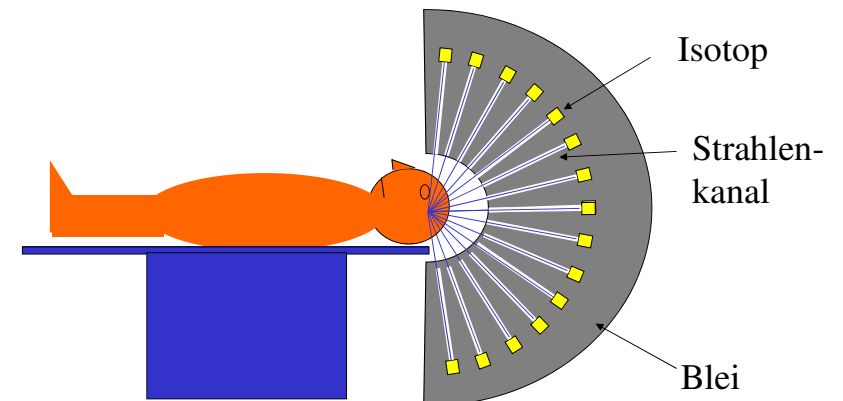
#### 4. Wie kann die Strahlung das Zielorgan erreichen?

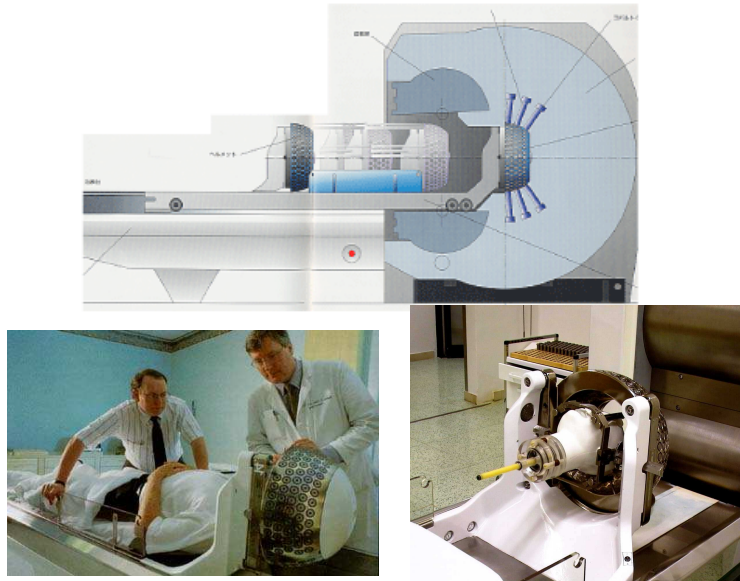


#### Teletherapie



Statt Umdrehung von einer Strahlenquelle: viele Strahlenquellen (Isotope) strahlen gleichzeitig aus unterschiedlichen Richtungen auf ein kleines Zielvolumen: **Gamma-Messer (Gamma Knife)**





## Gamma-Messer (Gamma-Knife):

200 Isotope

Gesamtaktivität ~100 TBq

Nur der Patient wird bewegt (mit Bett)  
Schießen mit mm Genauigkeit.

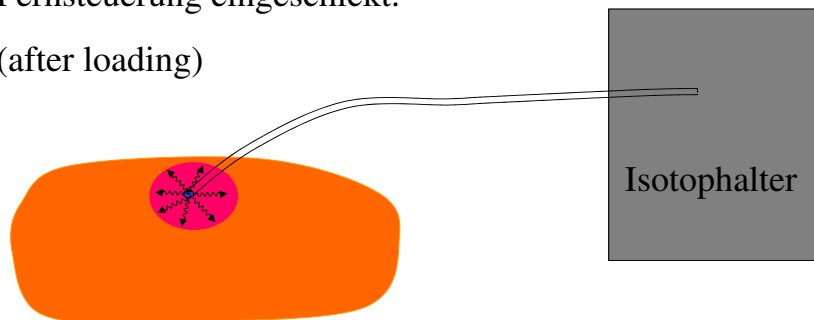
Entwickelt für Gehirntumoren

## Kontakttherapie (Brachytherapie)

$$D \sim J \sim \frac{1}{r^2}$$

Das Isotop wird in den Körper mit Fernsteuerung eingeschickt.

(after loading)



## Brachytherapie mit Isotopimplantate

- Prostata

- $^{125}\text{I}$

$T_{1/2}=60\text{Tage}$

Photonen-  
energie=35 keV

