

Wechselwirkung der Kernstrahlungen mit der Materie

Absorption und Detektierung der Kernstrahlungen

Dr. László Smeller

Institut für Biophysik und Strahlenbiologie

Semmelweis Universität

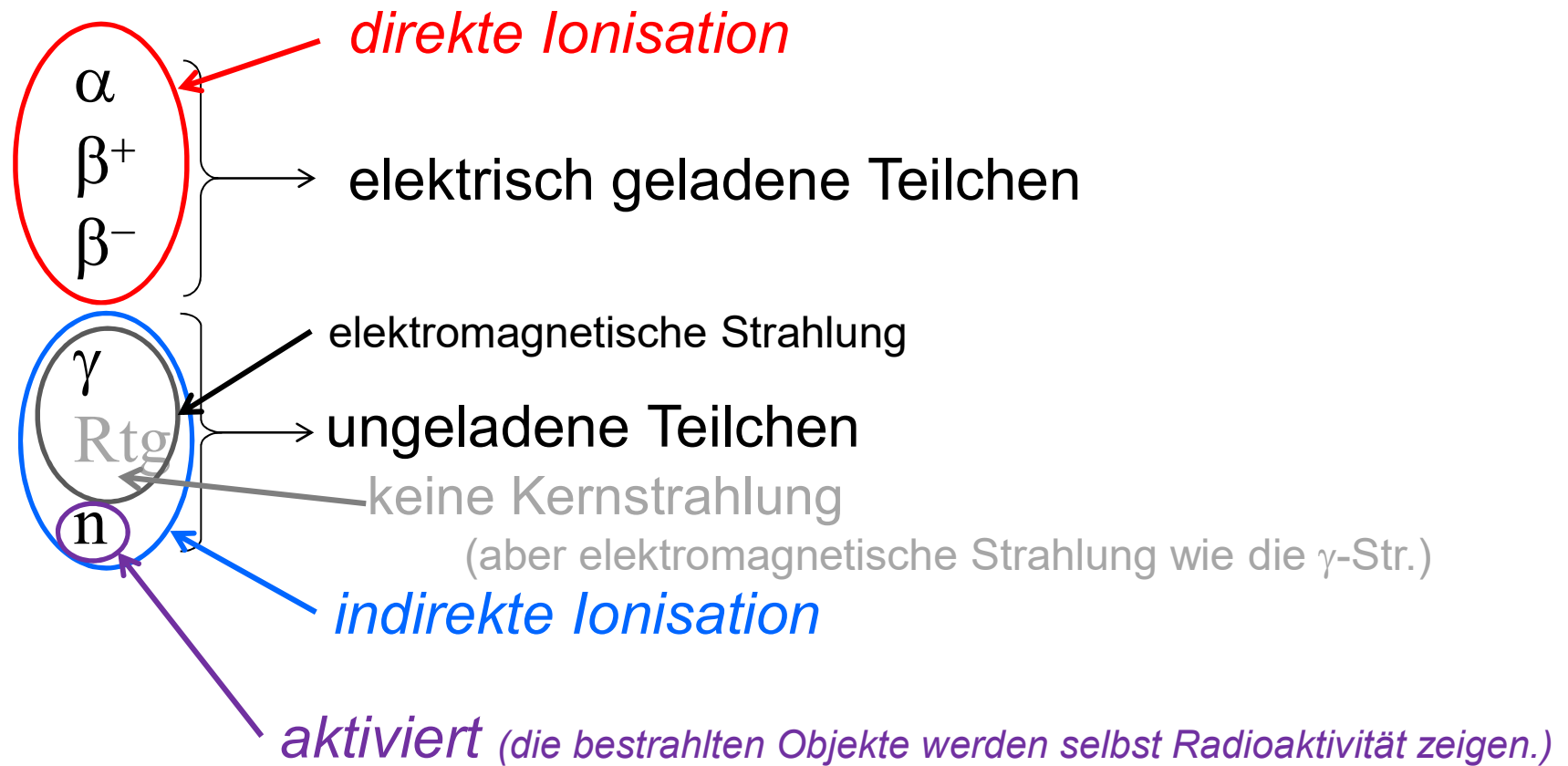


Grundbegriffe

Zur Erinnerung

- Kernstrahlung:
 - Entsteht bei Kernumwandlung (Zerfall).
 - α (He^{2+}), β (e^{-}, e^{+}), γ (el.magn.), n ... Strahlung
- Isotope (gleiche Protonenzahl, unterschiedliche Neutronenzahl)
- Radioaktives Isotop (unstable, zerfällt, strahlt)
- Aktivität ($\text{Bq} = \text{Zerfall/s}$)
- Exponentielles Zerfallsgesetz

1. Wechselwirkung zwischen Strahlungen und Materie.



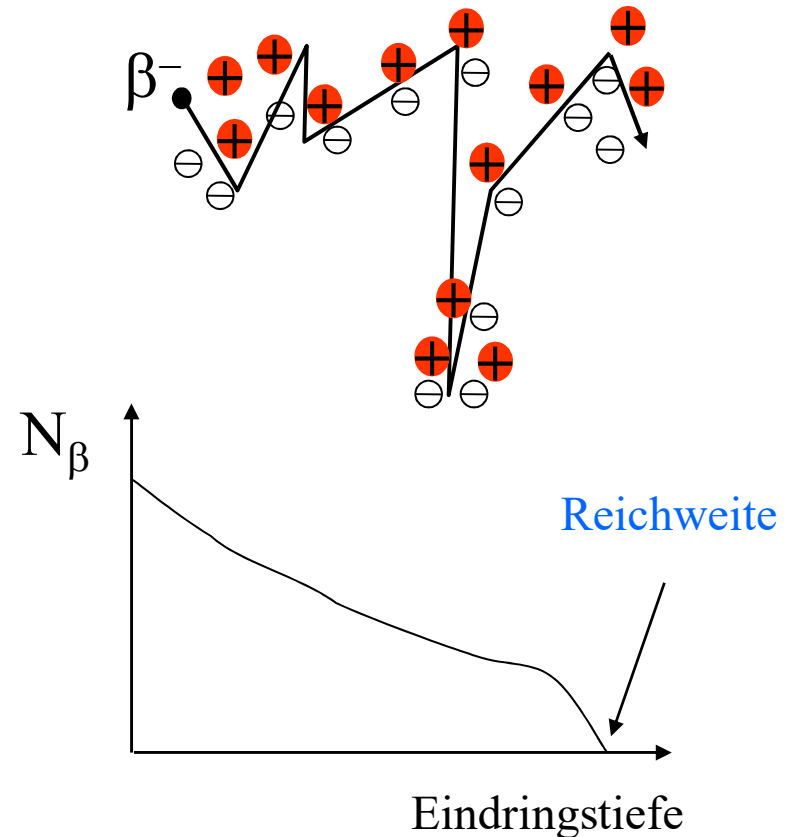
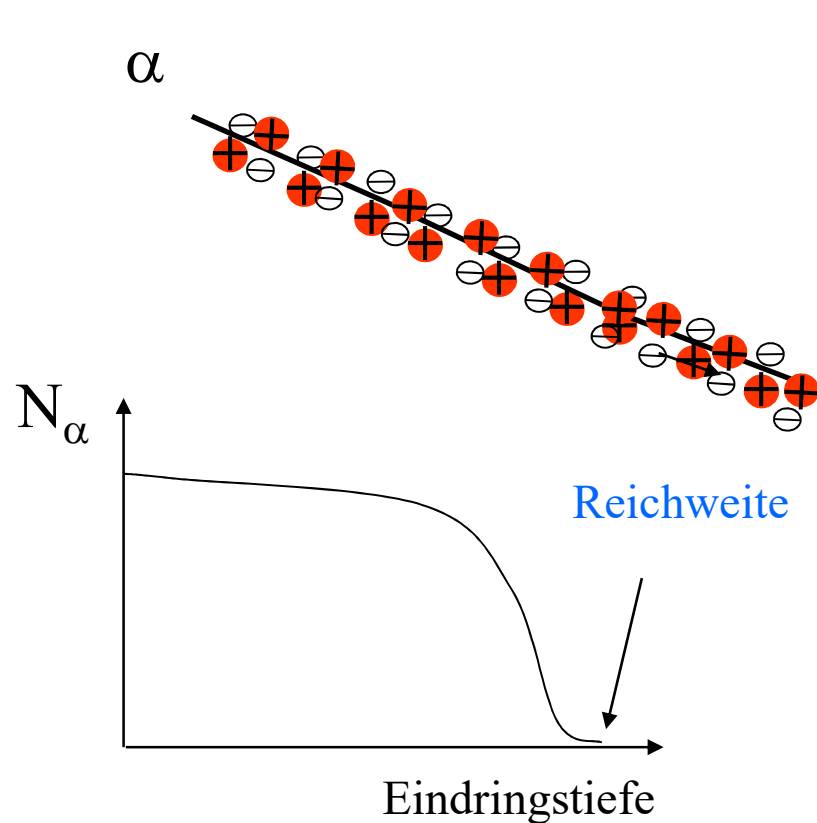
1.1. Absorption der geladenen Teilchen

Die geladene Teilchen ionisieren:

⇒ ihre Energie wird auf einem bestimmten Weg verbraucht. **Reichweite**

α -Strahlung: in Luft *einige cm* in Gewebe *10-100 μm*

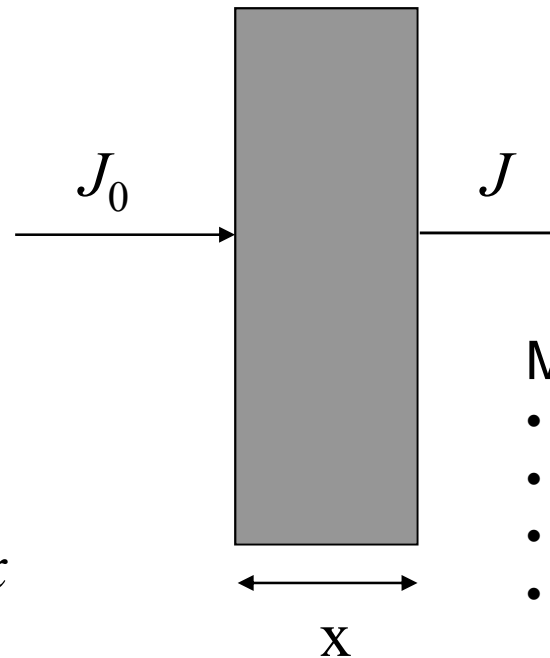
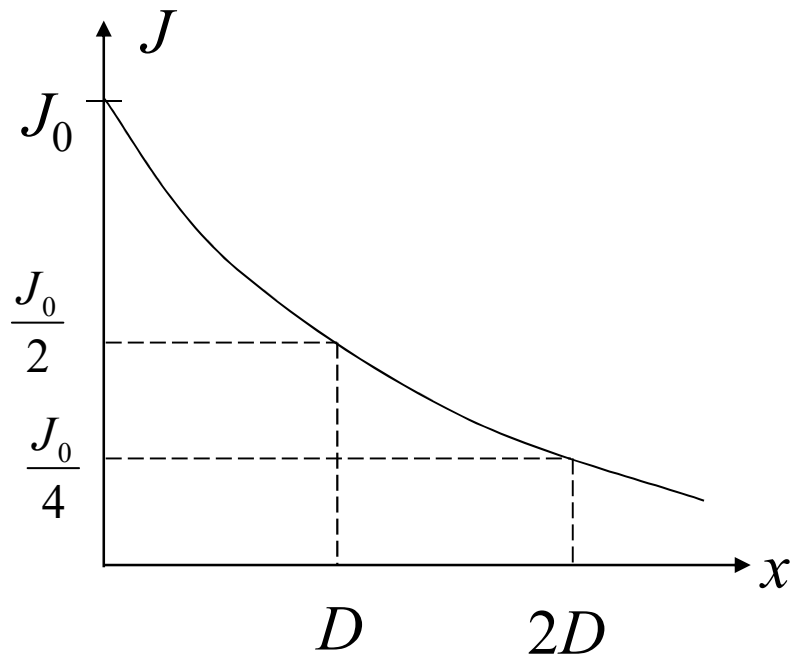
β -Strahlung: in Luft *einige m* in Gewebe *einige cm*



1.2. Absorption der γ - und Röntgenstrahlung

Allgemeines Schwächungsgesetz

$$J = J_0 e^{-\mu x} \quad \mu(\text{Stoffart, Dichte, } E_{\text{Photon}})$$



Mechanismus:

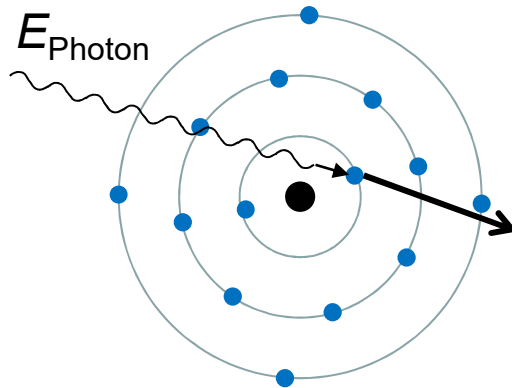
- Photoeffekt
- Compton-Effekt
- Paarbildung
- (elastische Streuung)

Keine Reichweite, keine 100%-ige Absorption!

Faustregeln: $x_{1/10} = 3,33 D$ $x_{1/1000} = 10 D$

Mechanismus der Absorption der γ -Strahlung

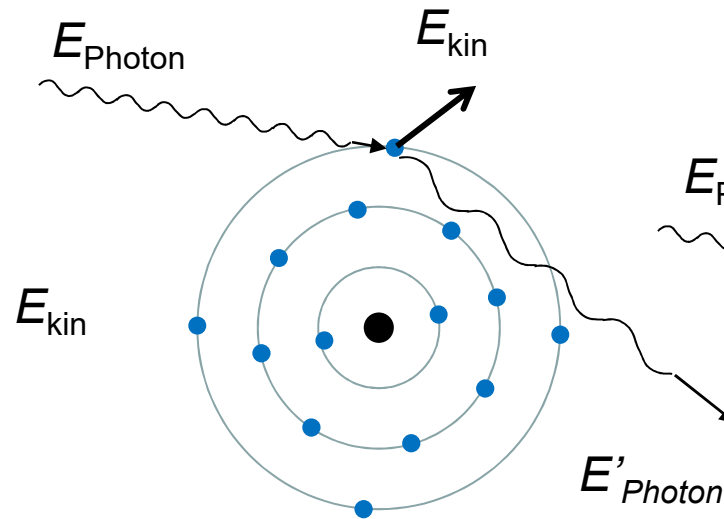
Photoeffekt



$$E_{\text{Photon}} = A + E_{\text{kin}}$$

Typisch bei...
kleinerer Photonenenergie

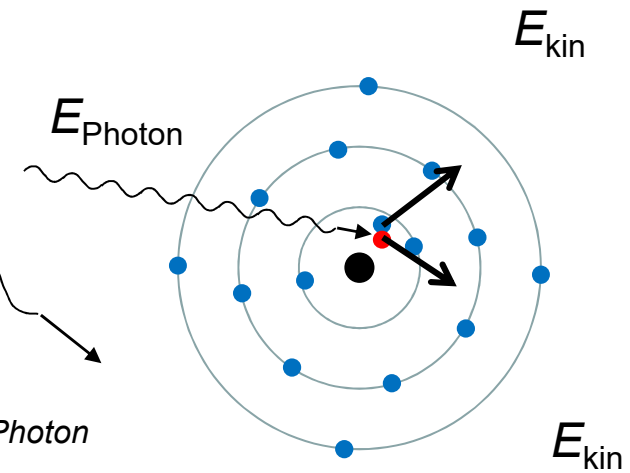
Compton-Effekt



$$E_{\text{Photon}} = A + E_{\text{kin}} + E'_{\text{Photon}}$$

mittlerer Photonenenergie

Paarbildung



$$E_{\text{Photon}} = 2 m_e c^2 + 2 E_{\text{kin}}$$

über 1 MeV

2. Detektierung der ionisierenden Strahlungen

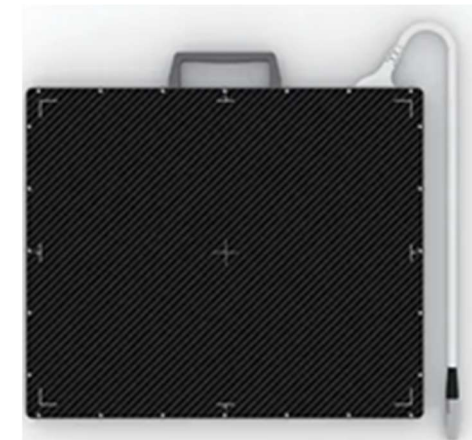
2.1. Szintillation

2.2. Gasionisation

2.3. Thermolumineszenz

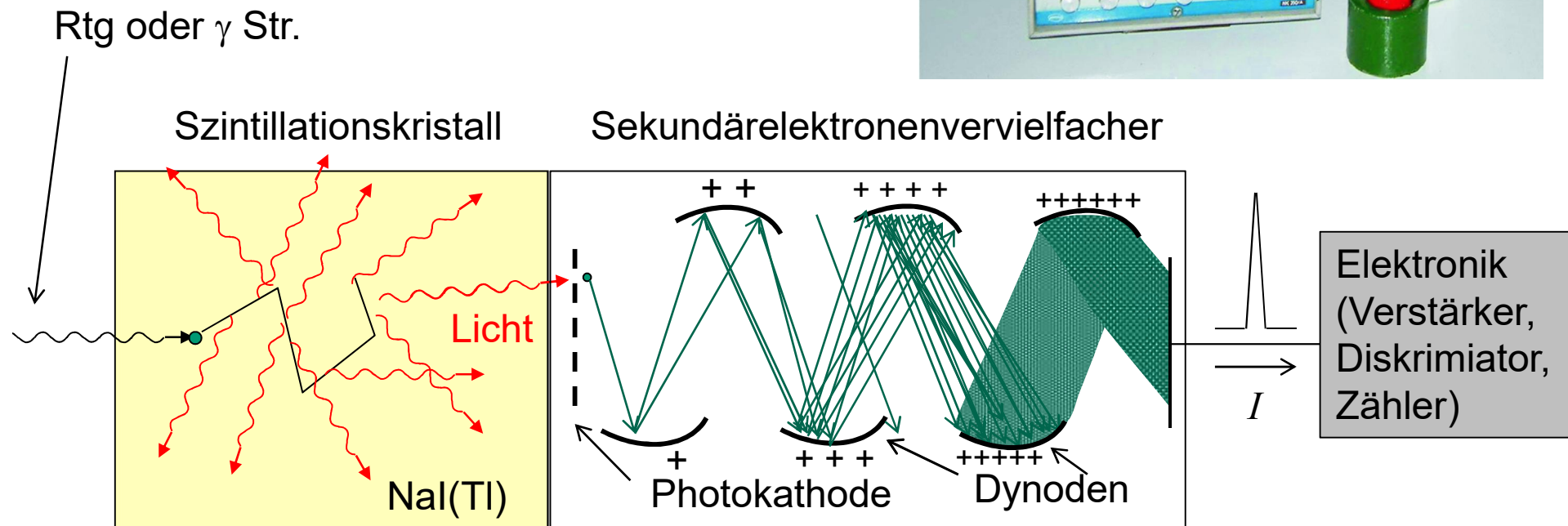
2.4. ~~Photographie~~ ^{obsolet}

2.5. Halbleiter



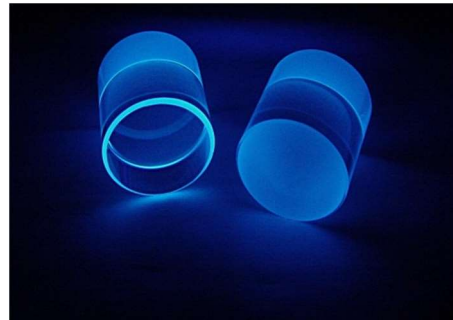
2.1. Szintillation

Szintillationszähler

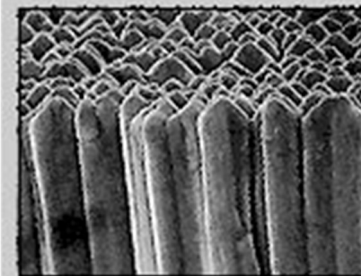
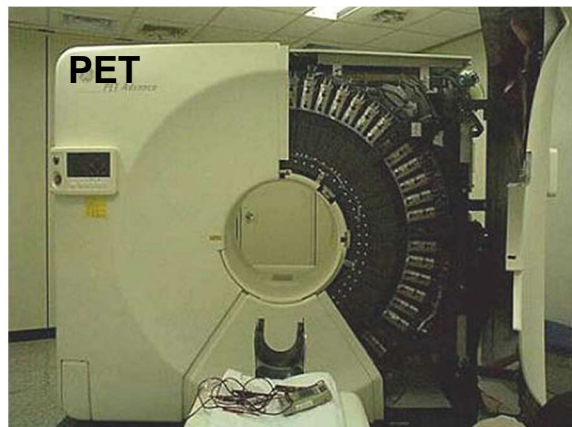


2.1. Szintillation

Verwendung der Szintillation



Herzuntersuchung mit SPECT



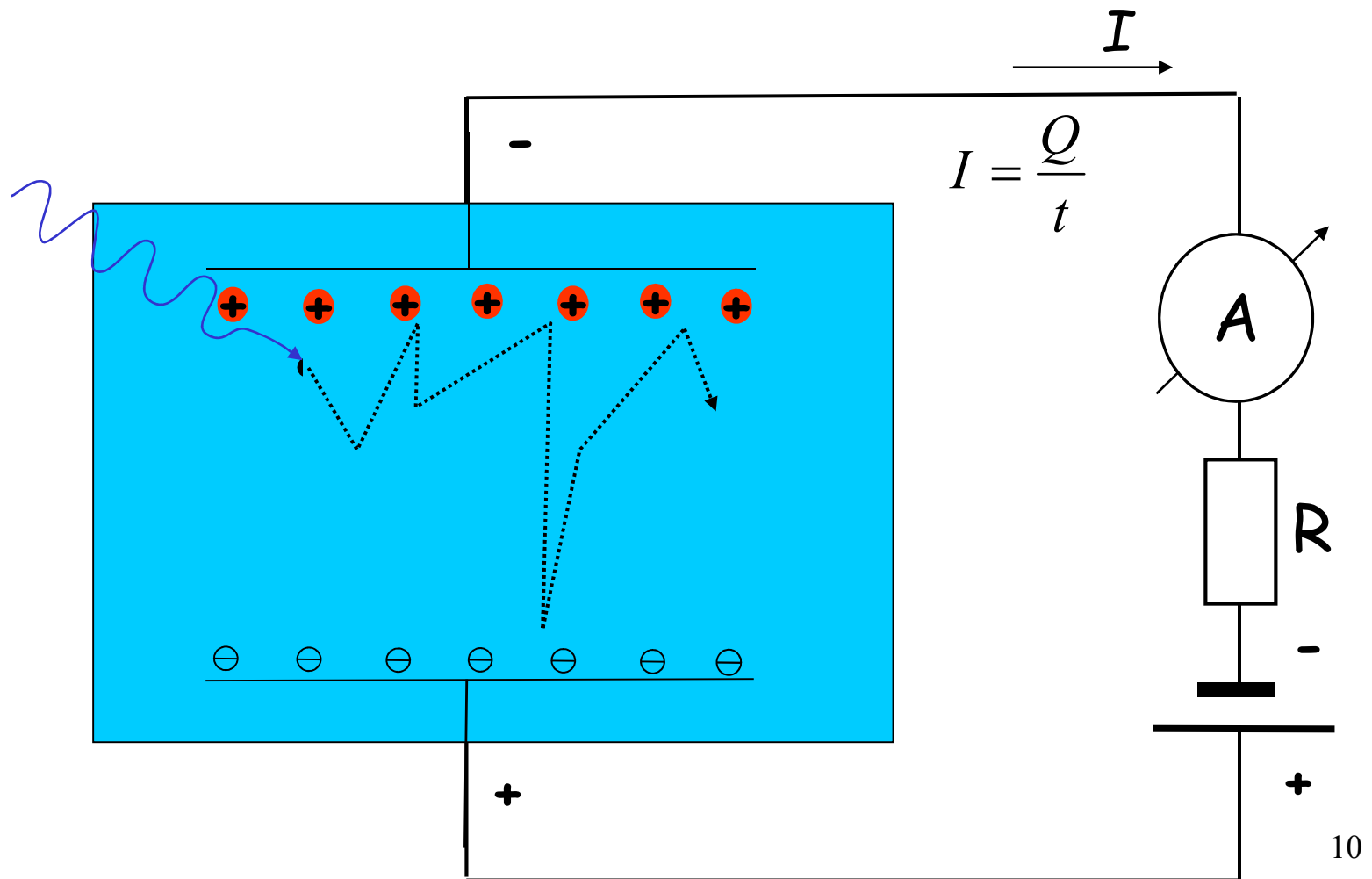
Nadelförmige Kristalle für Abbildung



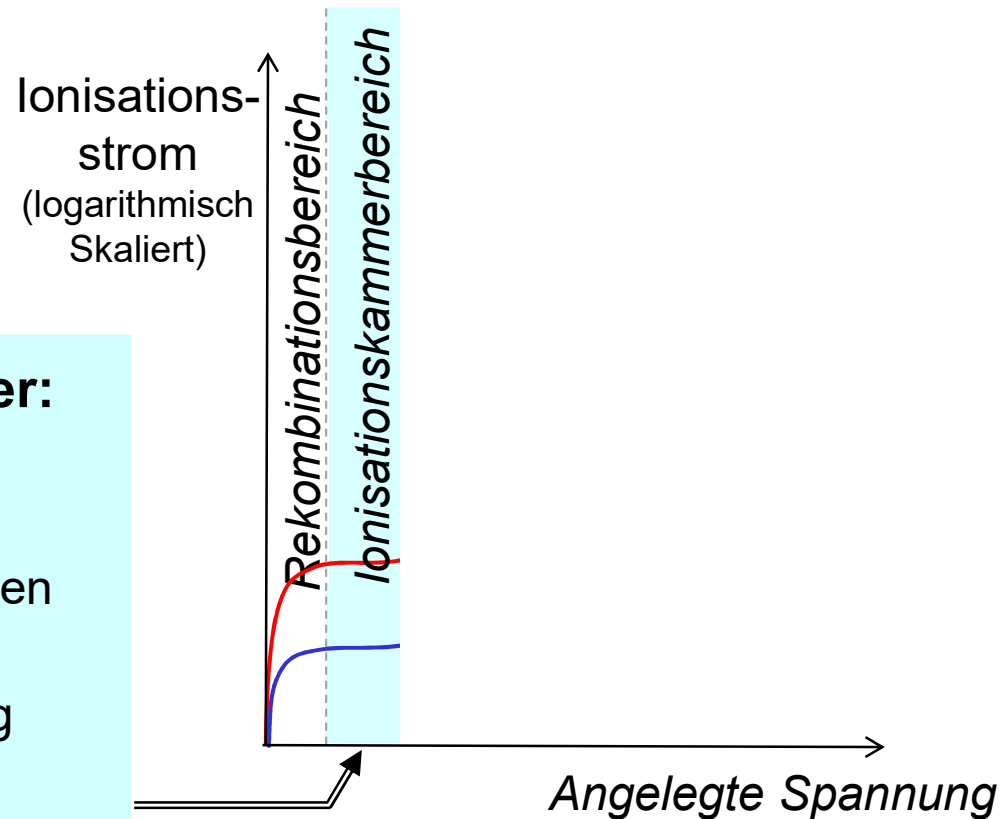
Flüssige Scintillatoren

2.2. Gasionsdetektoren

2.2.1 Ionisationskammer



Strom-Spannung Charakteristik der Ionisationskammer



Ionisationskammer:

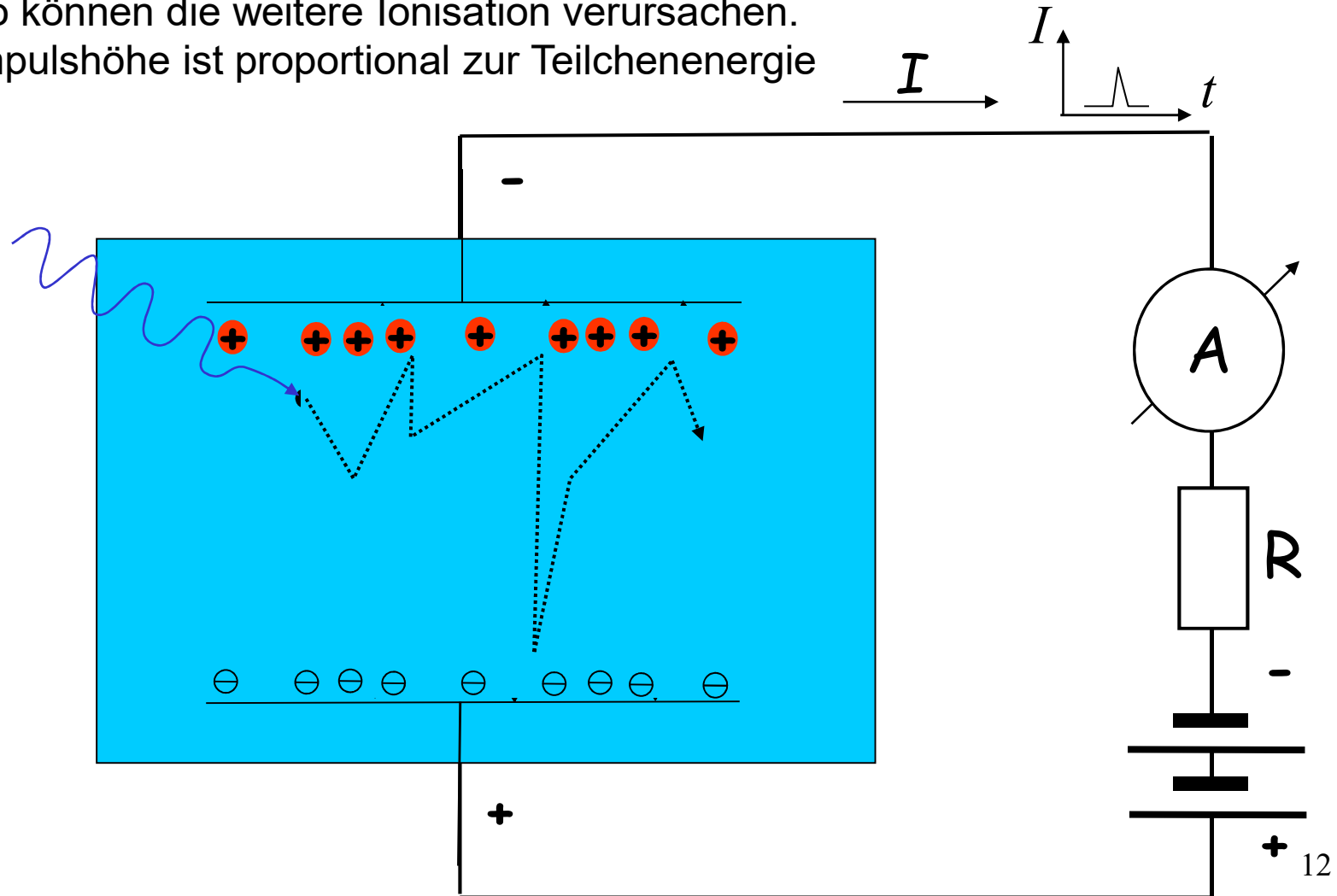
Versammelt alle Ladungen.

Misst den ionisierenden Effekt der Strahlung.

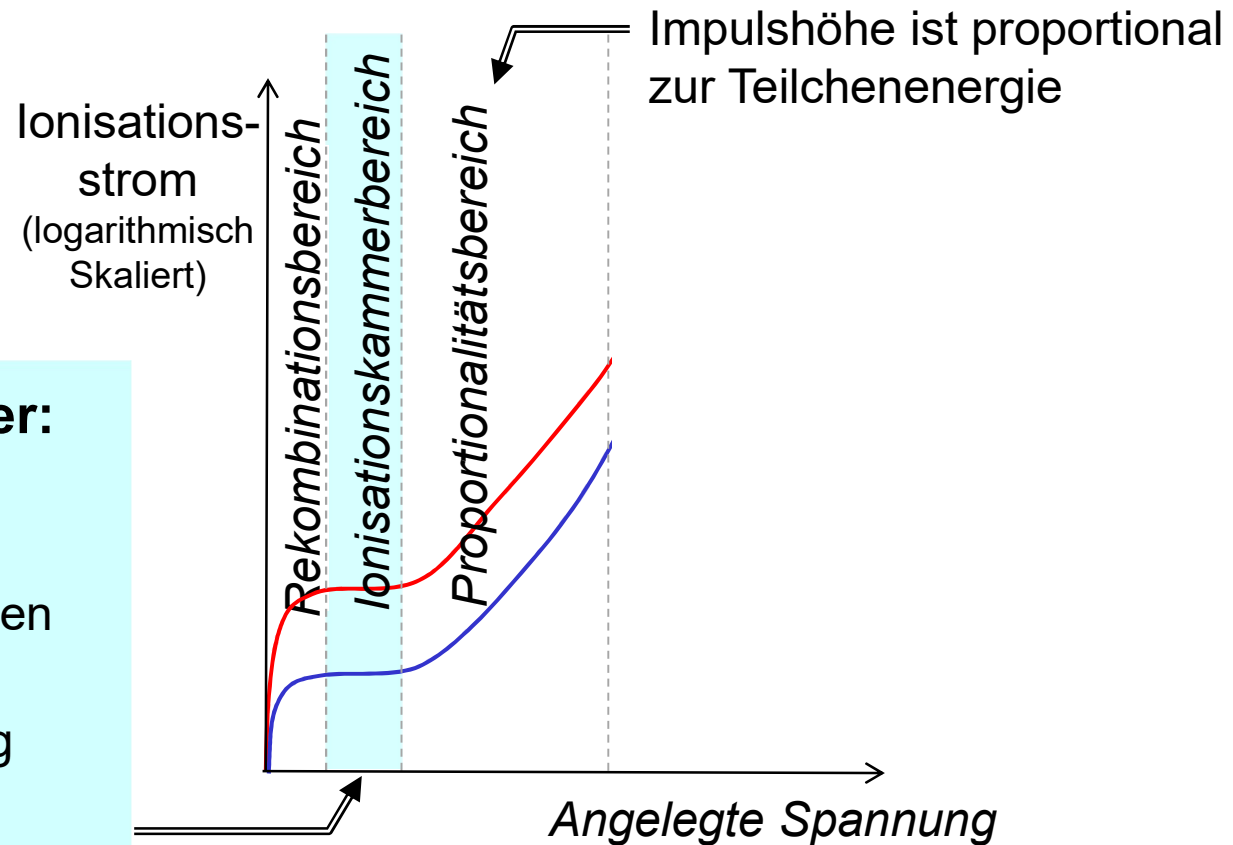
Siehe: Dosismessung

2.2.2. Proportionalzähler (Proportionalitätsbereich)

Durch erhöhte Spannung werden die primäre Ladungen beschleunigt.
So können die weitere Ionisation verursachen.
Impulshöhe ist proportional zur Teilchenenergie



Strom-Spannung Charakteristik der Ionisationskammer



Ionisationskammer:

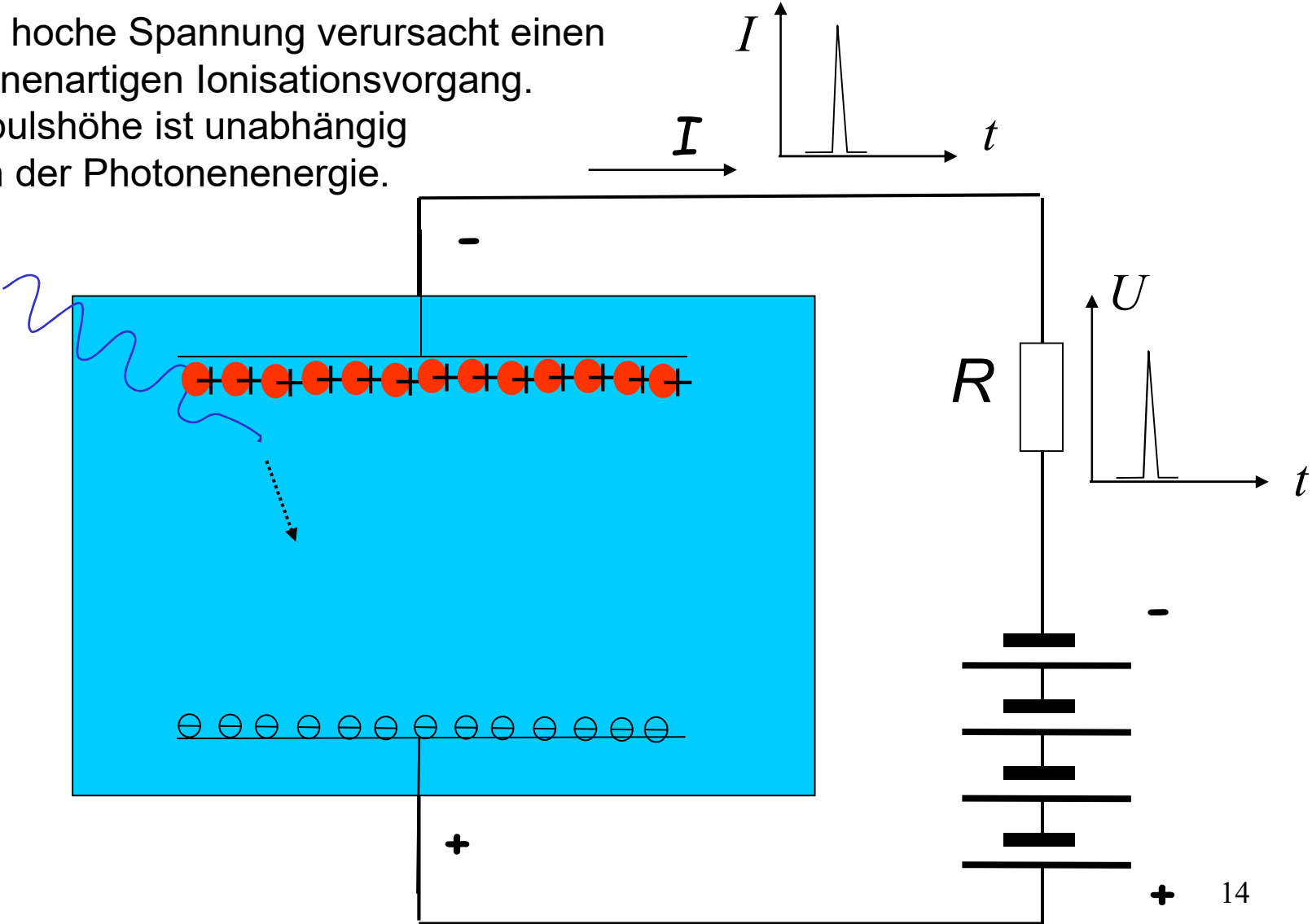
Versammelt alle Ladungen.

Misst den ionisierenden Effekt der Strahlung.

Siehe: Dosismessung

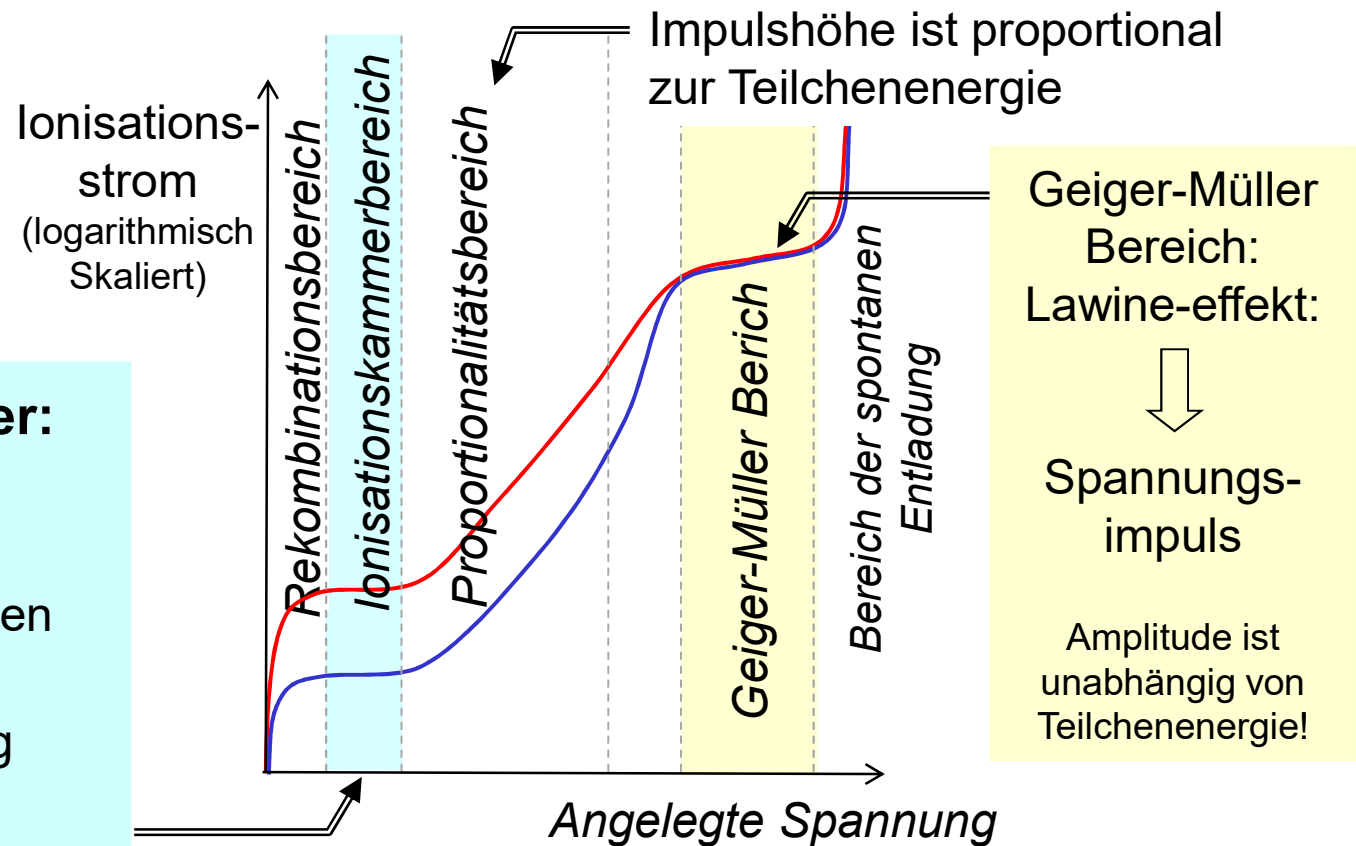
2.2.3. Geiger-Müller Zahlrohr

Die hohe Spannung verursacht einen lavinenartigen Ionisationsvorgang.
Impulshöhe ist unabhängig von der Photonenenergie.

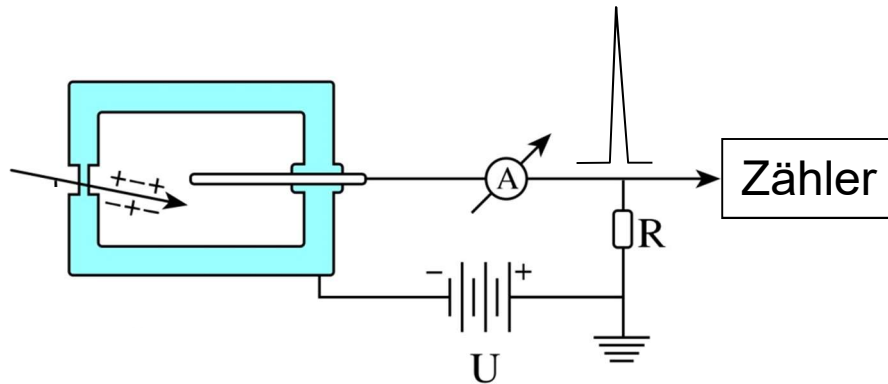


Strom-Spannung Charakteristik der Ionisationskammer

Ionisationskammer:
Versammelt alle Ladungen.
Misst den ionisierenden Effekt der Strahlung.
Siehe: Dosismessung



Geiger-Müller Zahlrohr

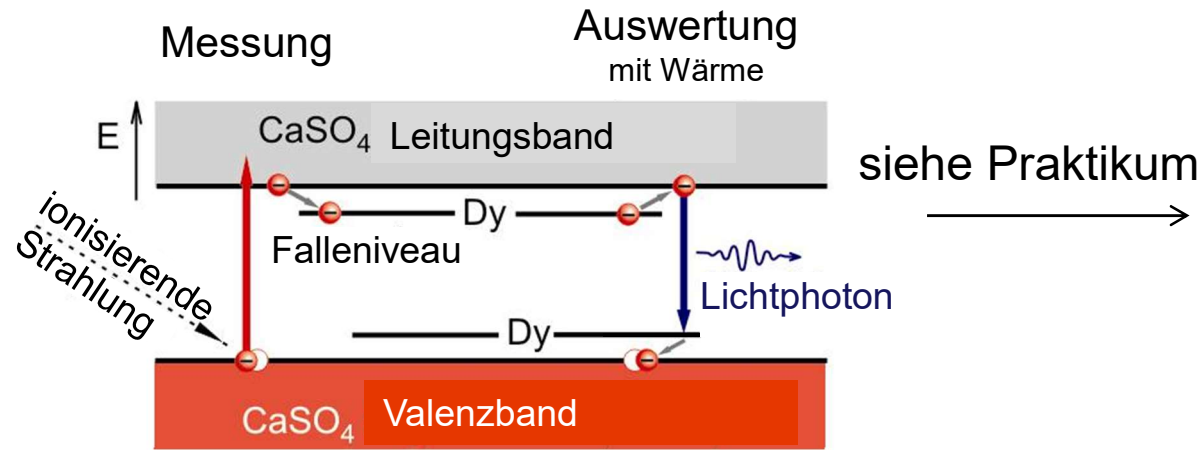


Nachteil:
kleine Empfindlichkeit für γ -Strahlung
Nicht energieselektive Messung

Vorteil: einfache Aufbau
Anwendung: Dosimetrie



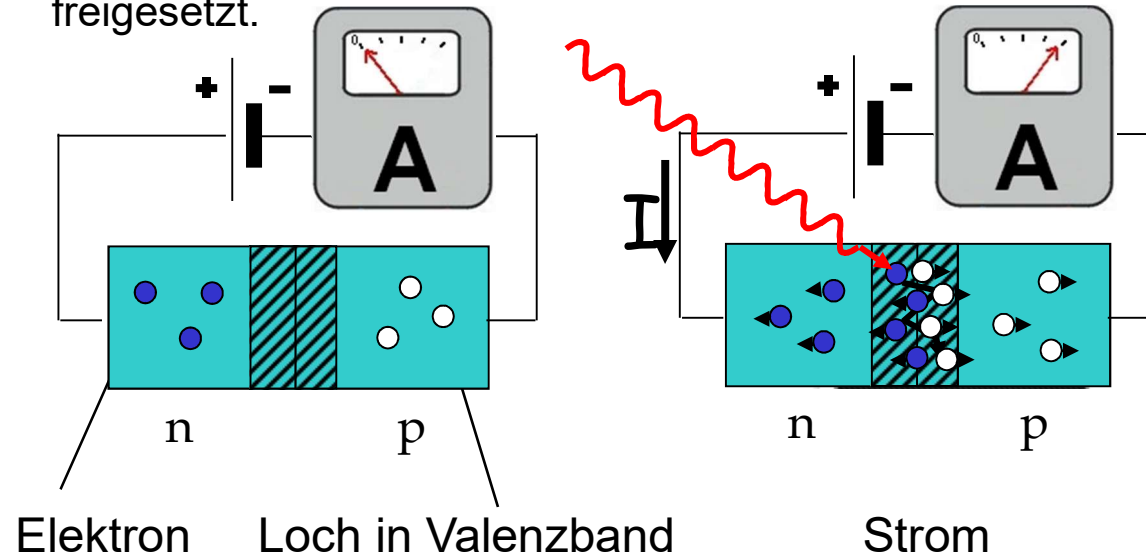
2.3. Termolumineszenz



2.5. Halbleiterdetektor

Prinzip: Halbleiterdiode in Sperrrichtung

Bewegbare Ladungsträgern werden durch der Strahlung freigesetzt.



Diagnostik
Flat panel detektor



Dosi-
meter

