

Vorlesung 3. Bachelor-Studienjahr

01.11.2024

# Konventionelle Radiologie

## Grundlagen der Diagnostik und Therapie

Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie

# Lernziele

Grundlagen der konventionellen Röntgenaufnahmen kennen

- Entstehung von Röntgenstrahlen
- Eigenschaften von Röntgenstrahlen
- Detektion von Röntgenstrahlen
- Speicherung und Verteilung von Röntgenaufnahmen

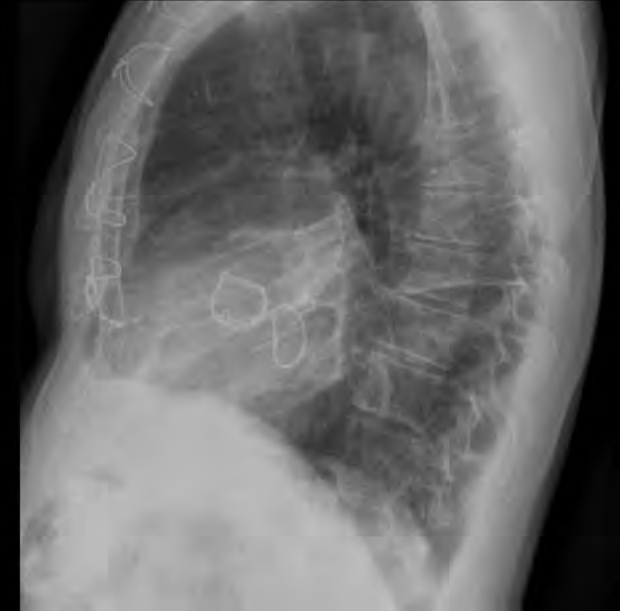
Grundprinzipien des Strahlenschutzes bei konv. Röntgenaufnahmen kennen

## Stellenwert der konventionellen Radiologie am USZ

Untersuchungen im DIR (2018, seitdem eher zunehmend)

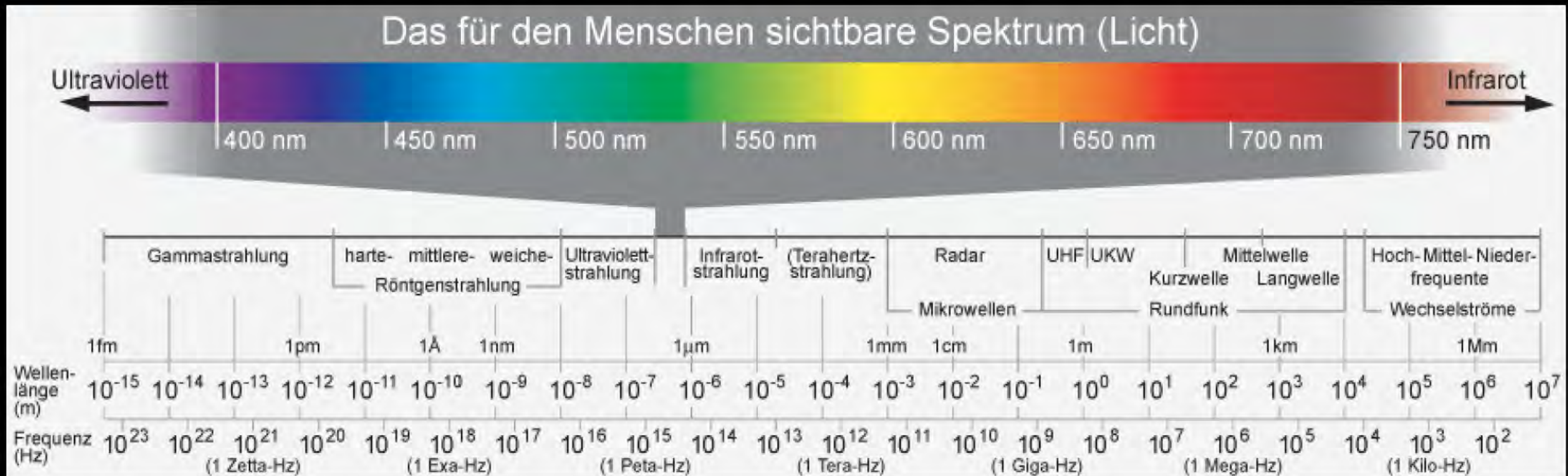
Total ~138'000

Konventionell ~67'000



# Ionisierende Strahlen

- Strahlungen, deren kinetische Energie (bei Teilchen) bzw. Quantenenergie (bei Wellen) ausreicht, um Elektronen aus einem Atom herauszulösen (und so **Ionen** zu erzeugen).
- Erfordert Wellenlängen  $< 200 \text{ nm}$ : Gammastrahlung, Röntgenstrahlung und kurzwelligere Ultraviolettstrahlung
- Wellenlänge von Röntgenstrahlen  $0.01\text{-}15 \text{ nm}$
- Nicht-ionisierend: Radio-, Radar-, und Mikrowellen, Infrarotstrahlung oder sichtbares Licht.





# Übersicht



# Hauptkomponenten



Kippbare Röhre



Verstellbarer Tisch

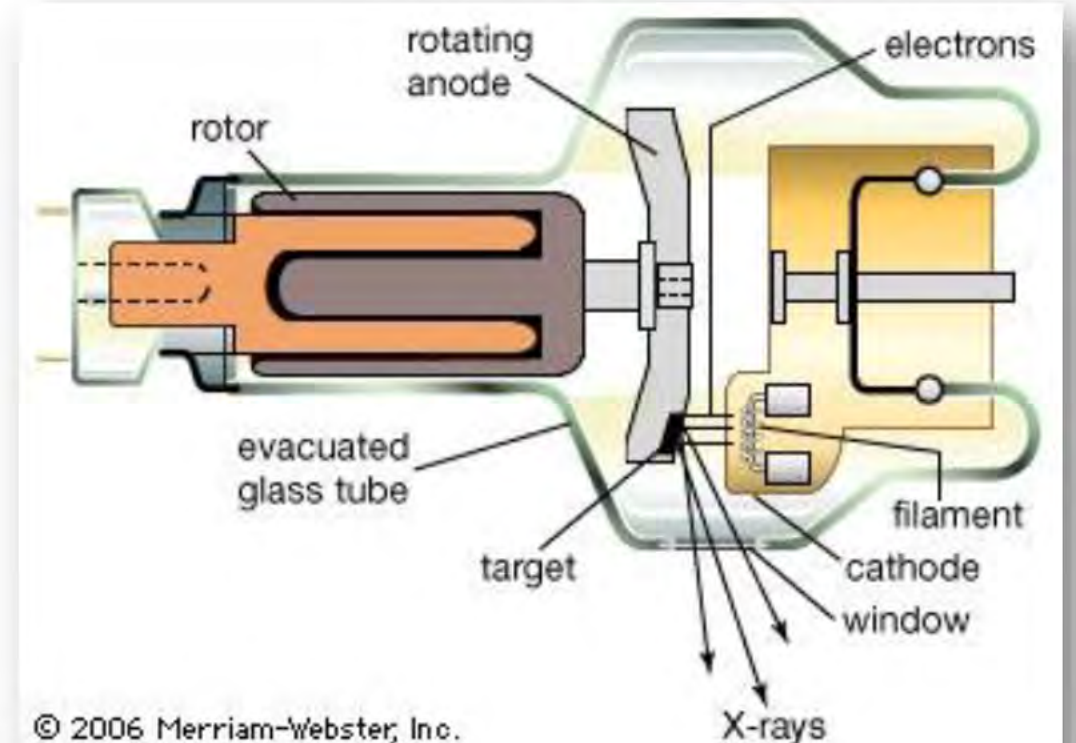
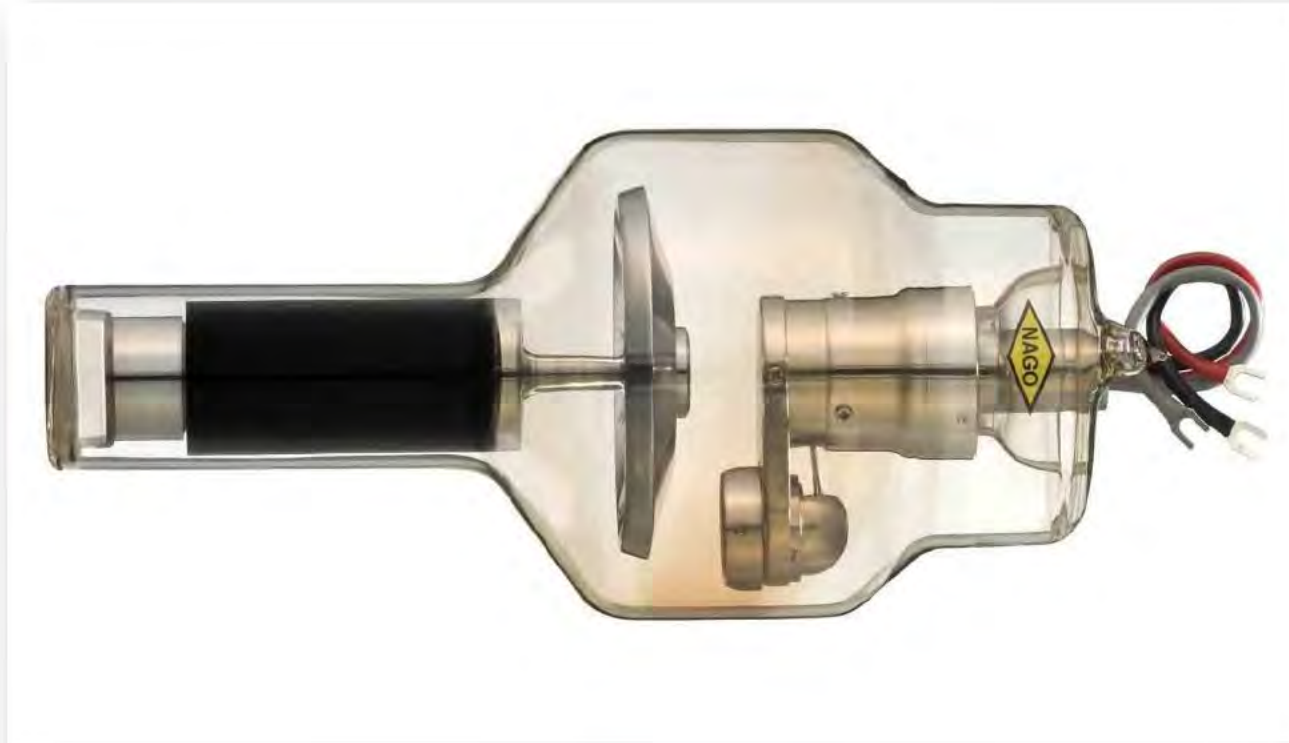


Vertikales Stativ

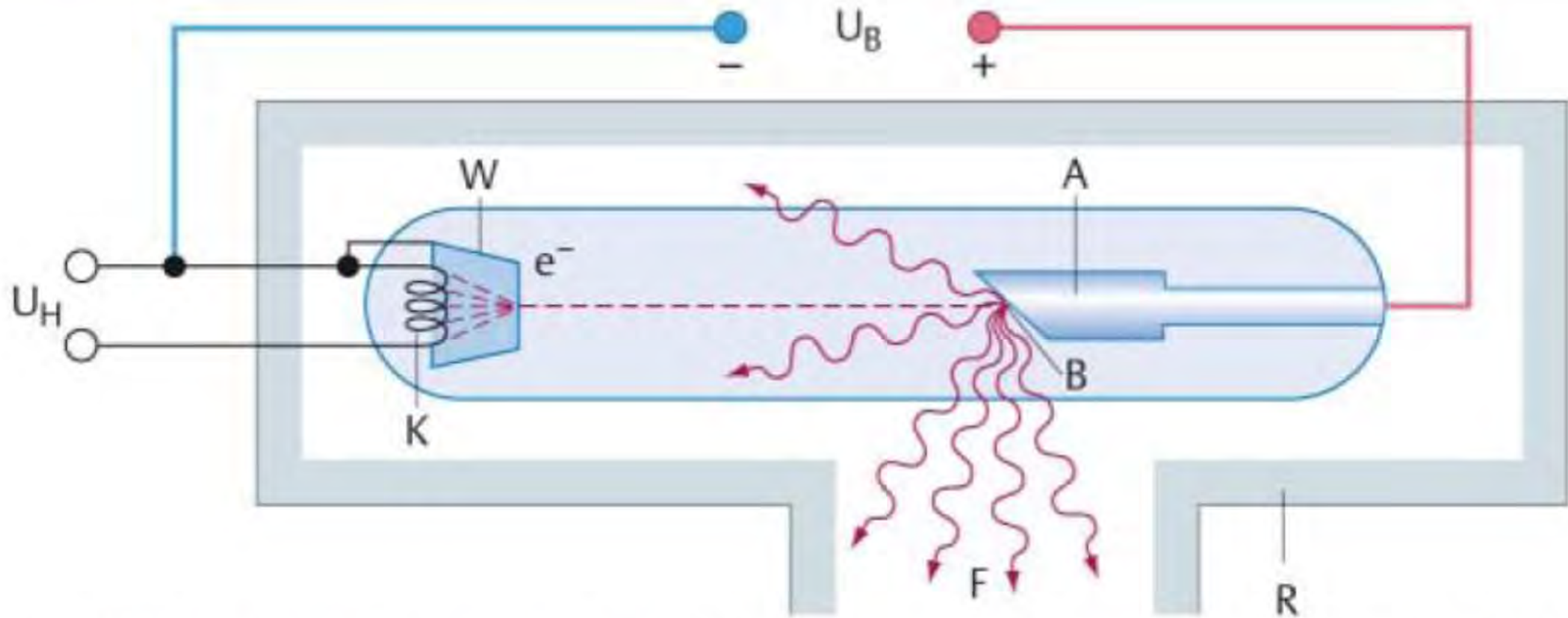




# Röntgenröhre



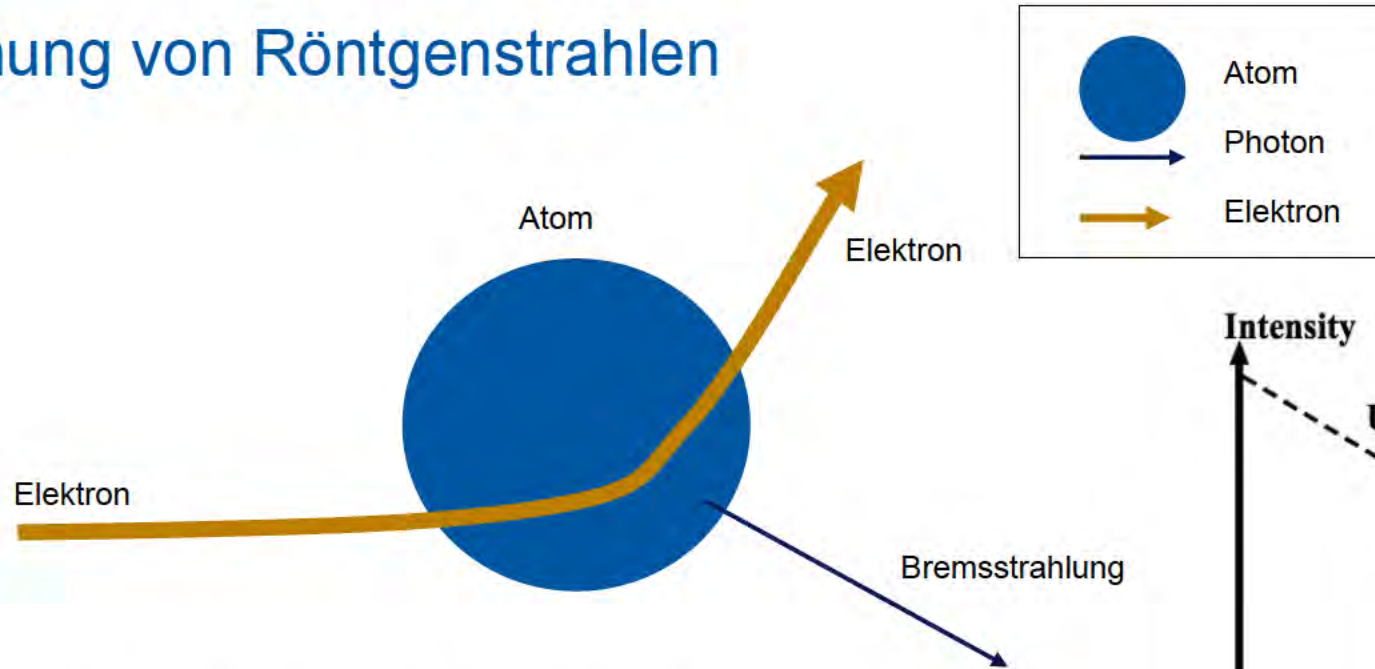
## Röntgenröhre schematisch



$U_B$ : Beschleunigungsspannung,  $U_H$ : Heizspannung, K: Glühkathode, A: Anode, B: Brennfleck, R: Röhrenabschirmung, F: Strahlenaustrittsfenster



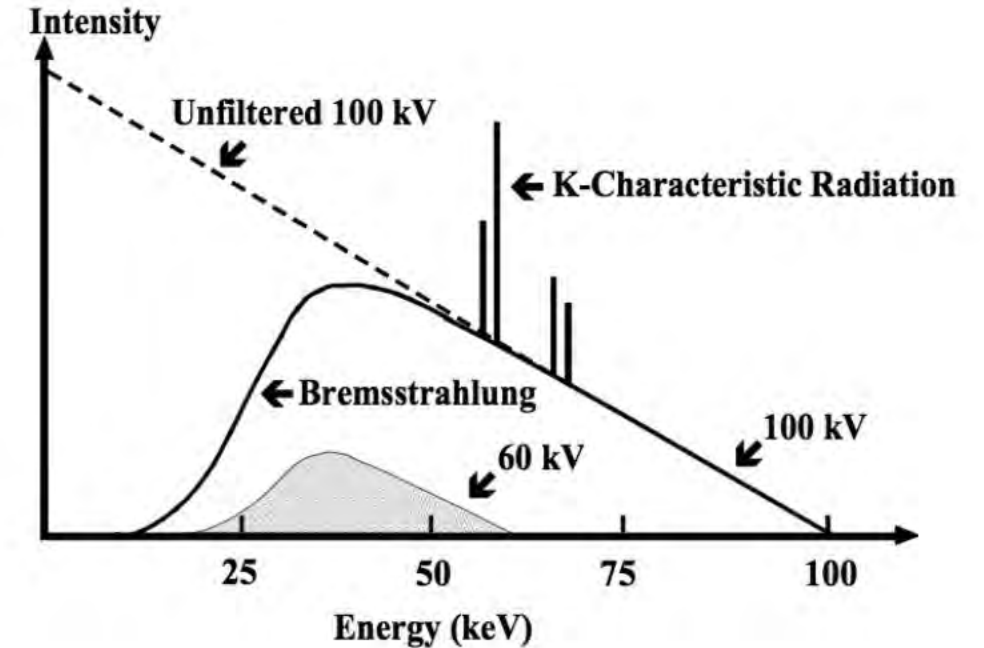
# Entstehung von Röntgenstrahlen



## Wechselwirkung Elektronen-Atomkern

- Anregung
- Ionisation
- Bremsstrahlung

Bei Atomen hoher Ordnungszahl  $Z$ : Abbremsung in der Nähe des Atomkerns:  
Basis für Röntgenstrahlentstehung



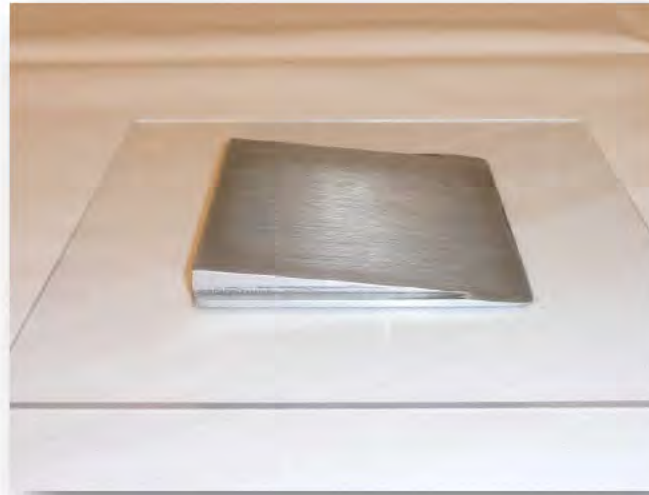
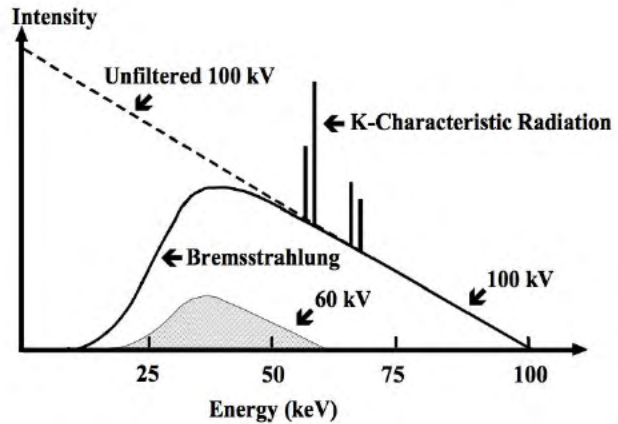
# Blende

- Bleilamellen
- Beschränken den bestrahlten Körperabschnitt
- Reduzieren Streustrahlen



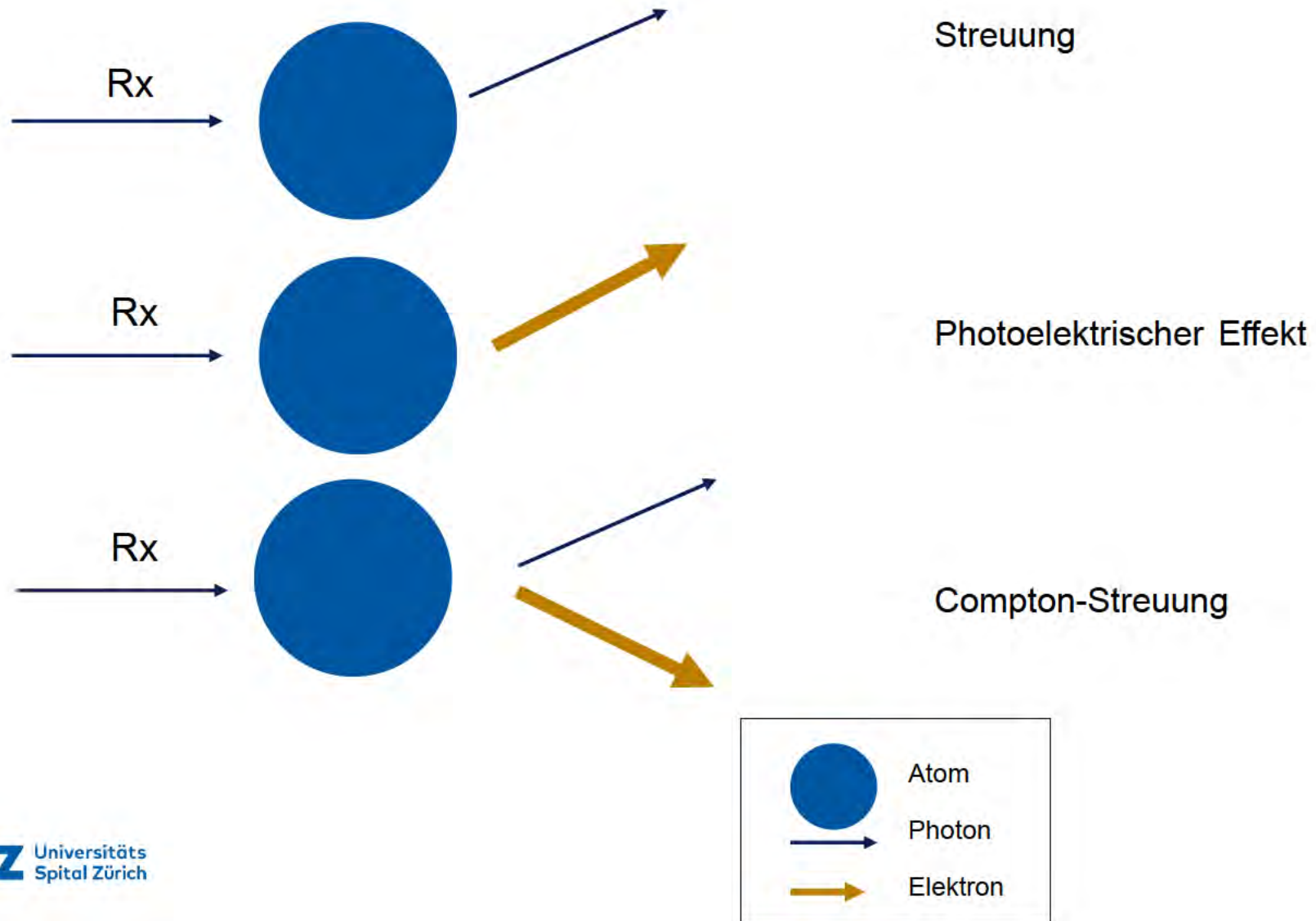
# Filter

- Aluminium
- Reduzieren niederenergetische Strahlen, die nur die Haut belasten würden, aber keinen Beitrag an die Bildinformation leisten
- Zusatzfilter gleichen Formunregelmässigkeiten des Körpers aus

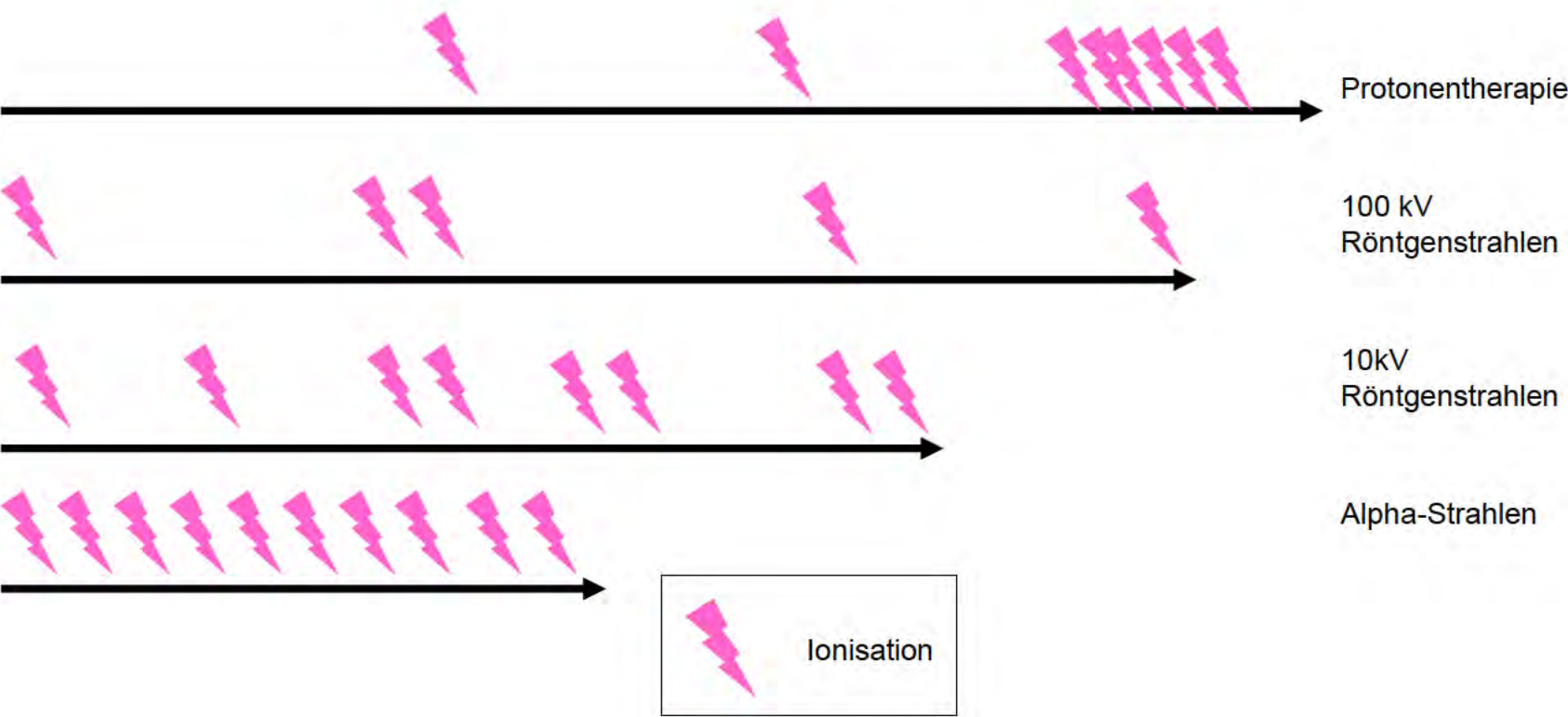




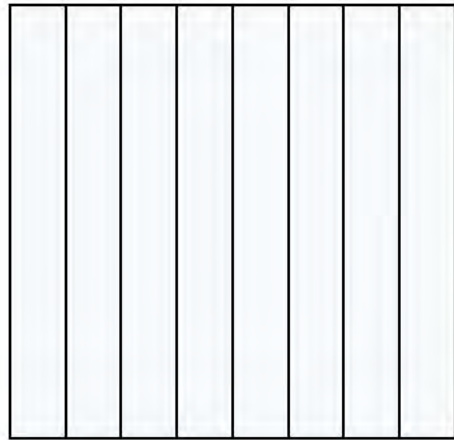
# Interaktion des Röntgenstrahls mit Materie



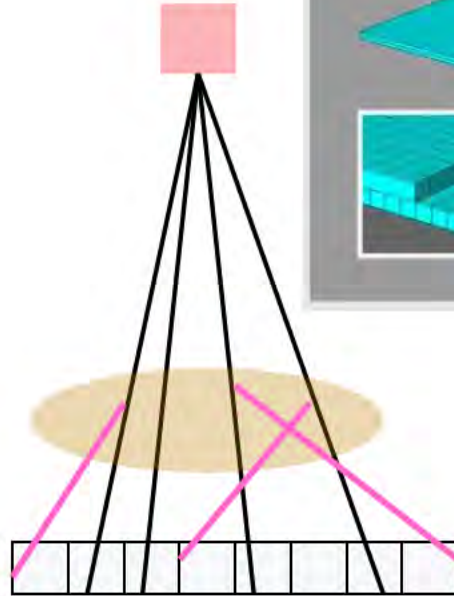
# Linearer Energie-Transfer (LET)



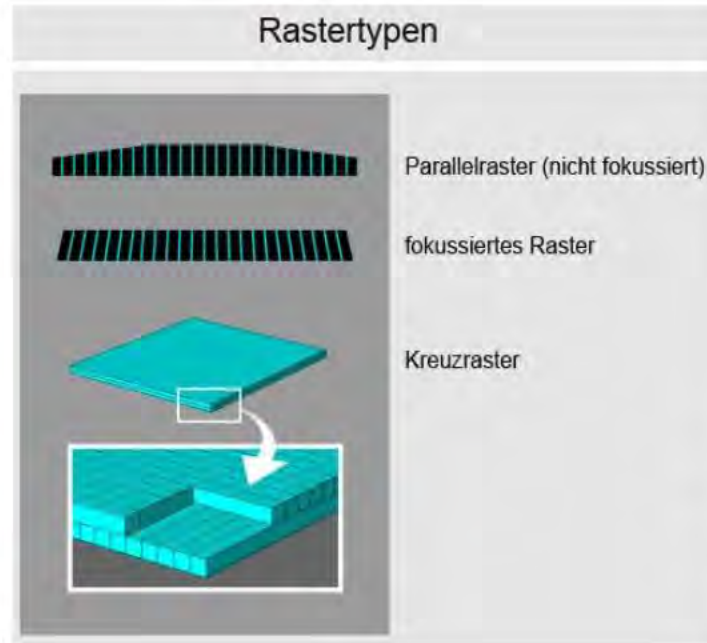
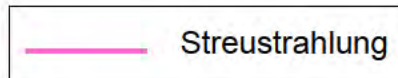
# Streustrahlenraster



Aufsicht



Profil



Bleilamellen / strahlendurchlässiges Material

Reduziert Streustrahlung und damit Bildrauschen

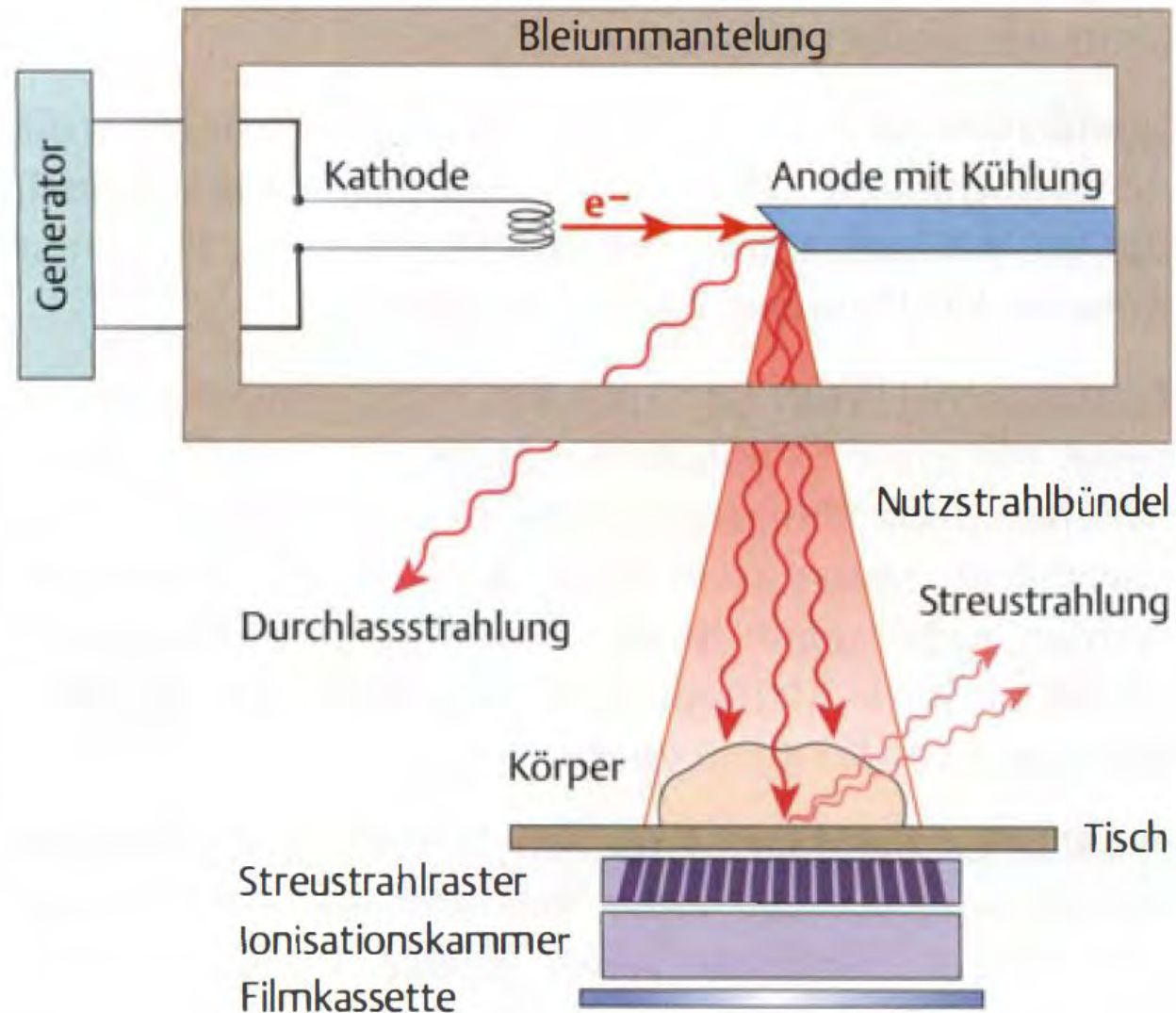
Schräge Streustrahlen werden absorbiert

Wird während Aufnahme bewegt (meistens)

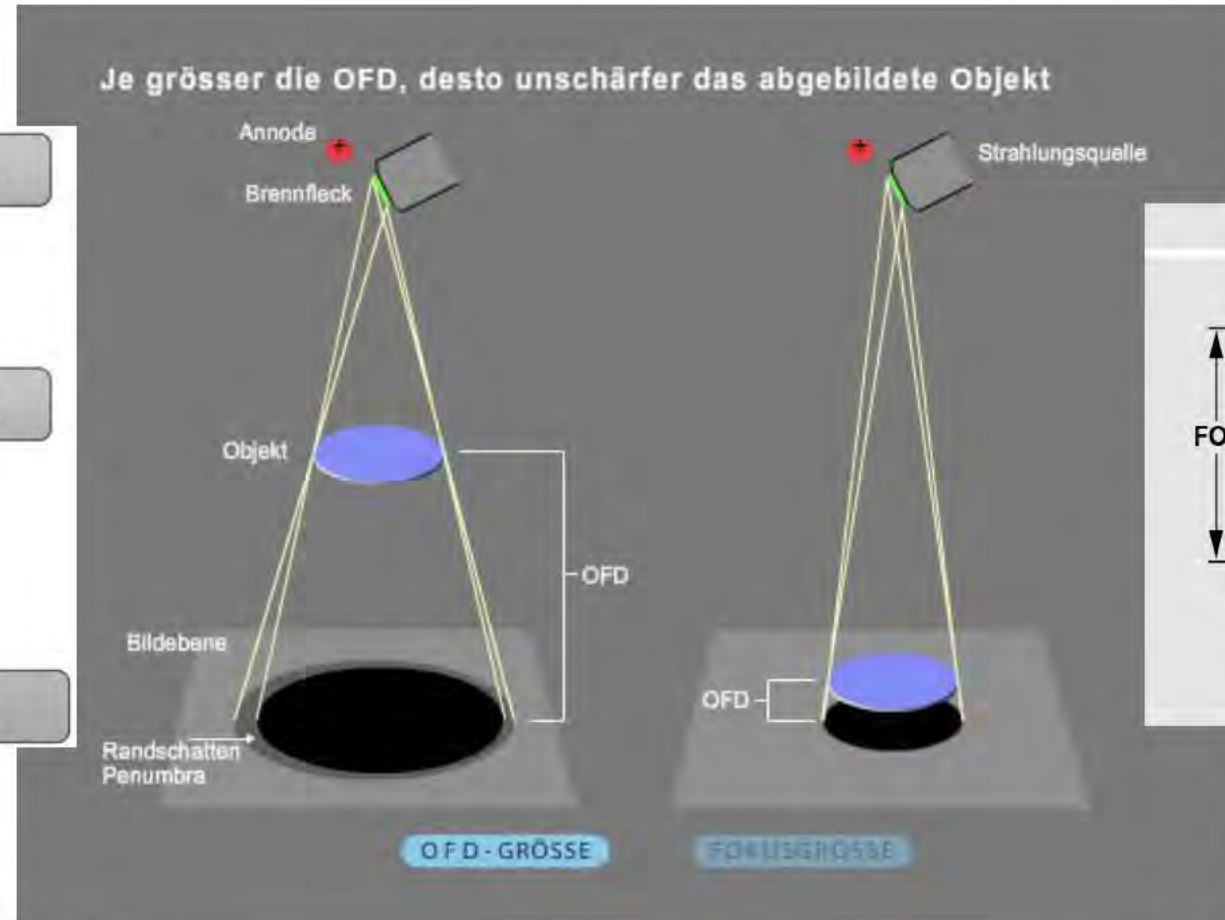
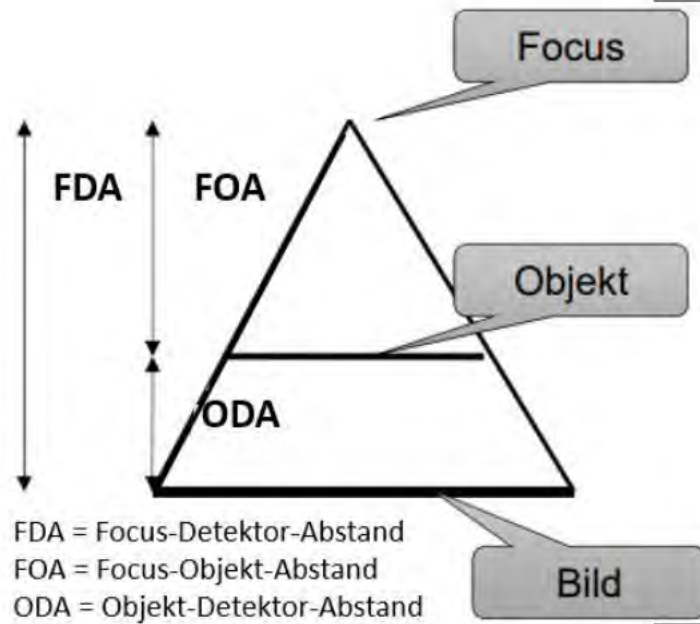
Führt zu einer Dosiserhöhung



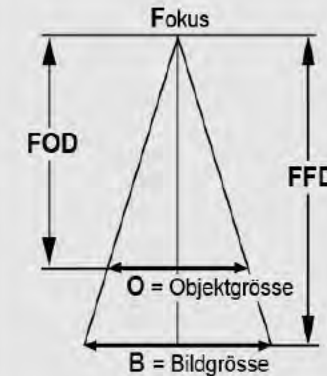
# Aufbau einer Röntgenanlage



# Strahlengeometrie

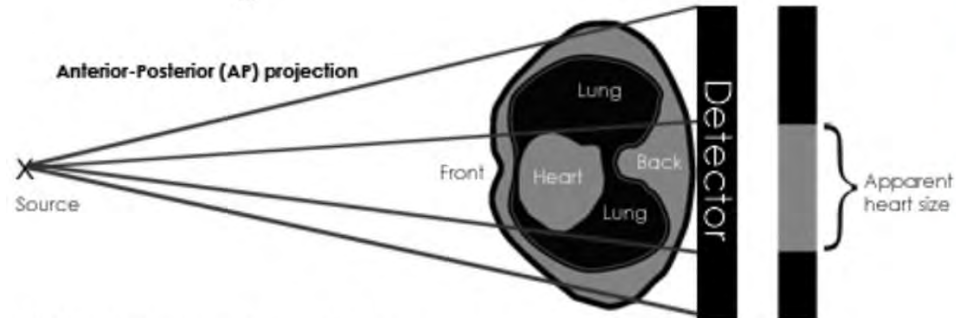


## 1. Grundregel der ZP: Abstandsgesetz



$$M = \frac{B}{O} = \frac{FFD}{FOD}$$

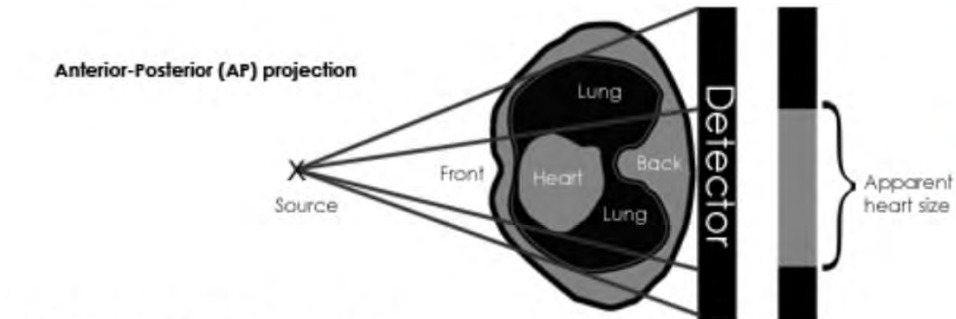
Das Verhältnis der Fokus-Objekt-Distanz (FOD) zu der Fokus-Film-Distanz (FFD) bestimmt den **Vergrösserungsfaktor (M)**



Click image to align with top of page

## Anterior-Posterior (AP) magnification

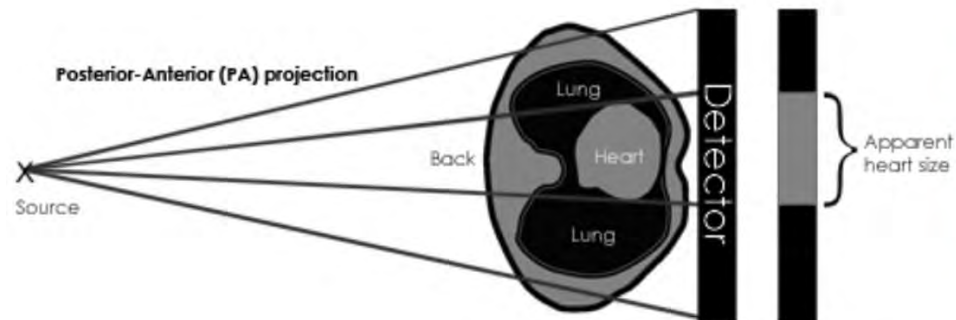
- ♦ The X-ray beam for an anterior-posterior (AP) view of the chest exaggerates heart size as the heart is relatively near to the beam source.



Click image to align with top of page

## Near beam magnification

- ♦ A source that is too near the patient will further exaggerate the size of structures nearest to that source.



## Posterior-Anterior (PA) projection

- ♦ A posterior-anterior (PA) beam view of the chest allows more accurate representation of heart size as the heart is positioned closer to the detector and is therefore less magnified.



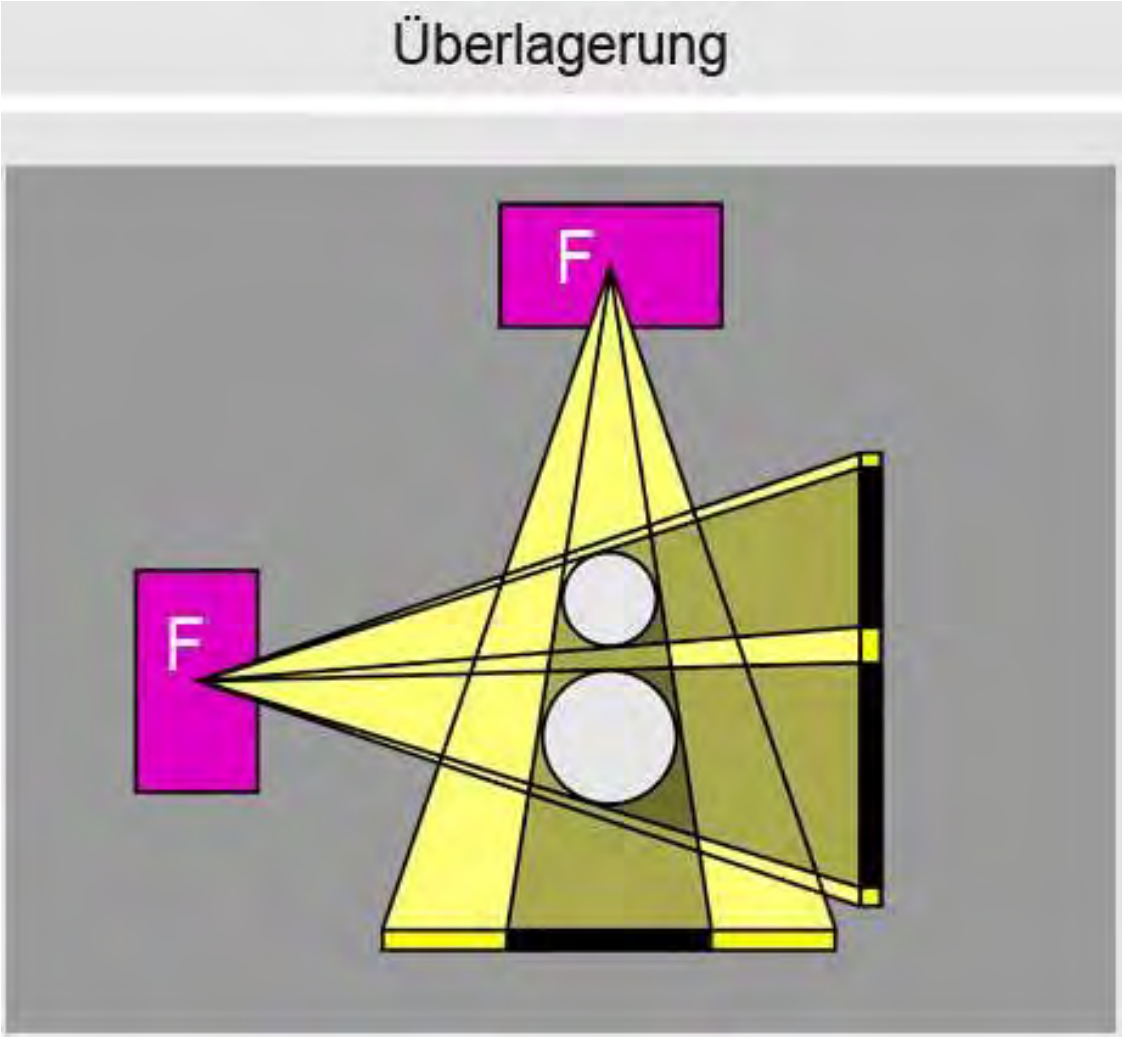
One view



Is no view



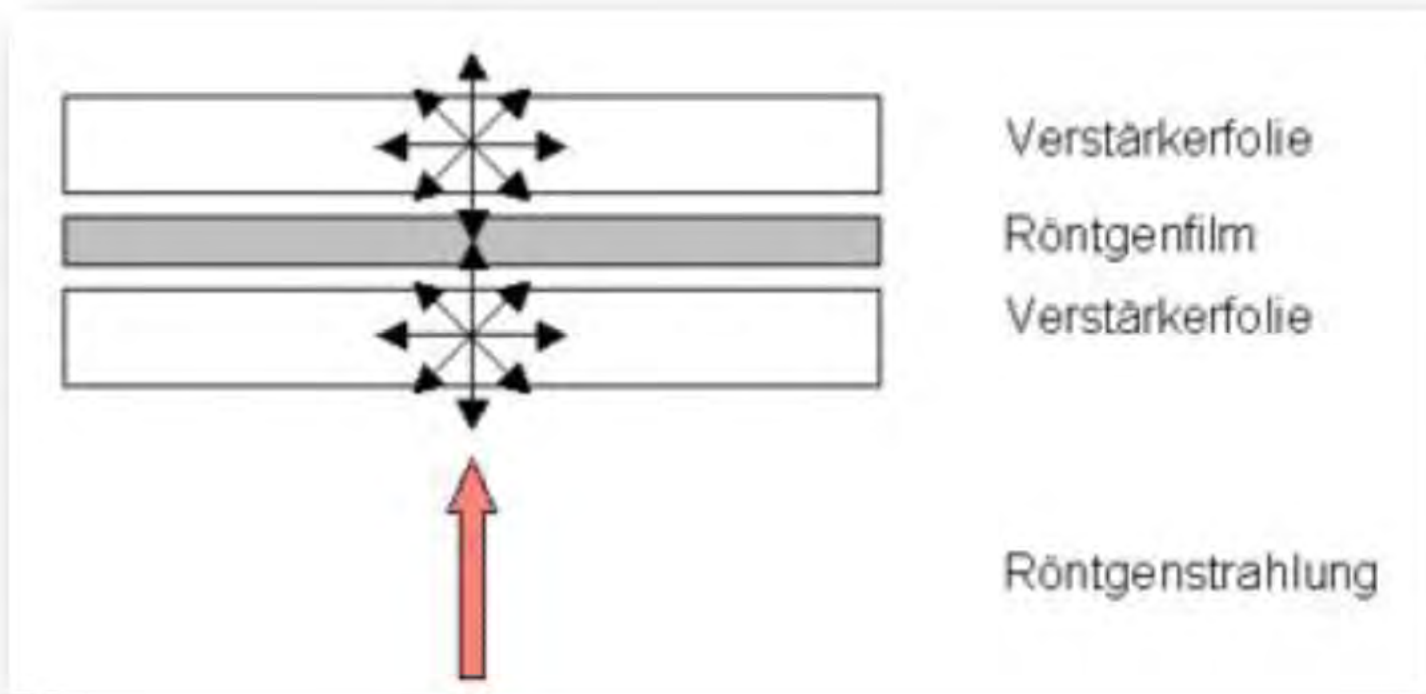
# Strahlengeometrie



*„one plane is no plane“*



## Film-Folienkombinationen (kaum mehr im Gebrauch)





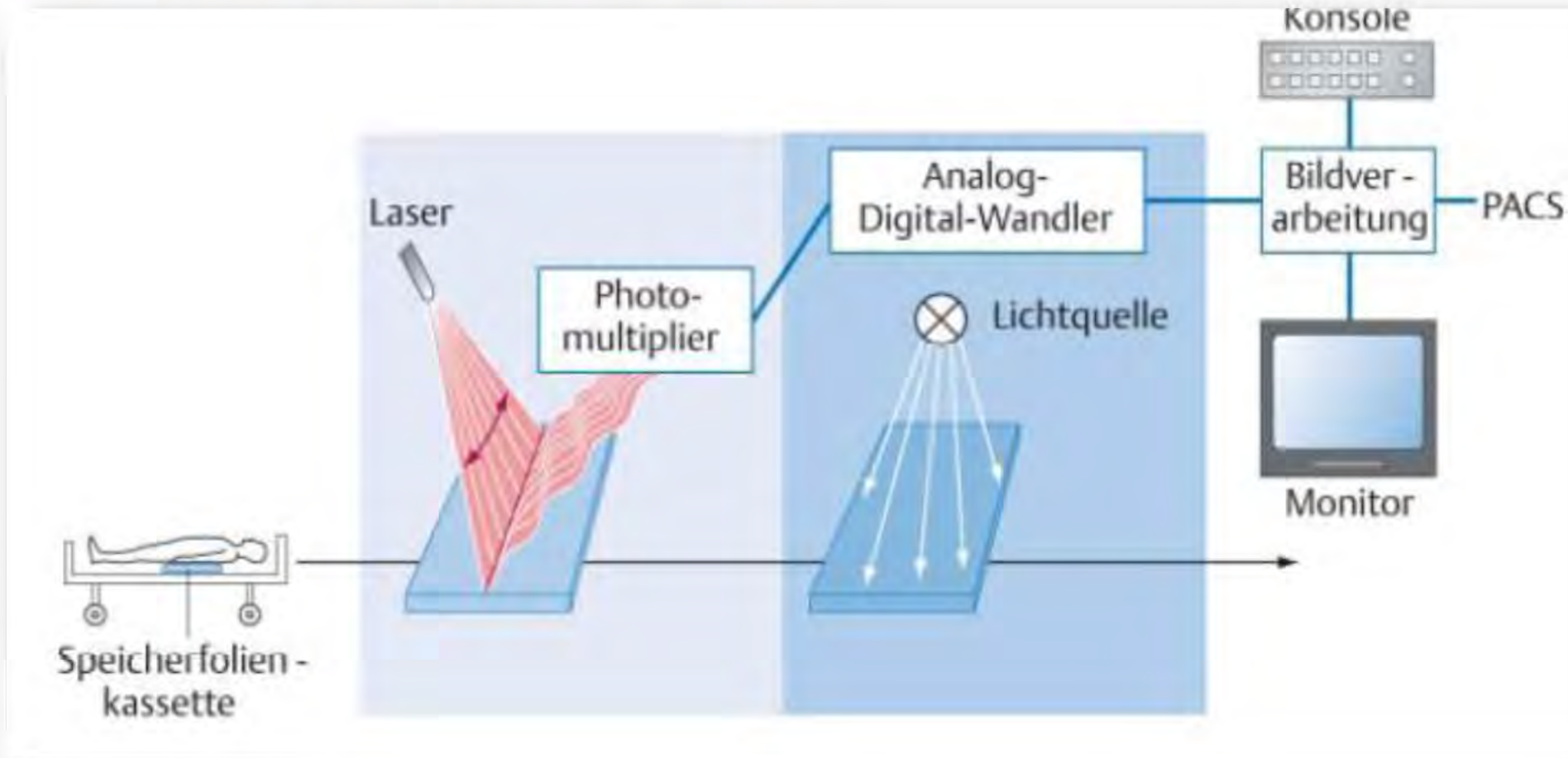
# Computed Radiography (CR) System



# Computed Radiography (CR) System

- Bestehende Röntgenanlage weiter verwendbar
- Anstelle Film-Folien-Kombination: Phosphorplatte mit photostimulierbarem Phosphorpartikeln oder -nadeln
- Exposition führt zu latenter Aufnahme
- Diese wird durch einen Laser ausgelesen (Lesegerät)
- Resultat: digitale Aufnahme, kann nachverarbeitet werden
- Phosphorplatte wird nach Auslesevorgang lichtexponiert und ist dann wieder verwendbar (bis zu mehrere Tausend mal)

# Computed Radiography (CR) System





# Digital Radiography (DR) Systeme



# Digital Radiography (DR) Systeme

- Erfordert in den meisten Fällen neue Anlage
- Hoher Preis
- Anstelle Phosphorplatte: Flachdetektor
- Detektor: Amorphes Silicium (a-Si): Verwandelt Röntgenstrahl in Licht.
- Photodioden erzeugen ein digitales Signal
- Resultat: digitale Aufnahme, kann nachverarbeitet werden
- Bild sofort (<10 sec) sichtbar
- Kein separates Lesegerät notwendig
- Keine Kabel (WLAN in modernen Geräten)

# Picture Archiving and Communication System (PACS)

Voraussetzung: alle Bilddaten digital

Format: DICOM 3\*

Vorteile

- Austauschbarkeit von Bilddaten
- Workflow-Unterstützung (Worklist)
- Vollständige Identifikation und Rückverfolgbarkeit der Aufnahmen

Enge Beziehungen zu RIS (Radiologieinformationssystem), HL7 Standard (HL 7\*\*), jpeg Standard, .....

\*Digital Imaging and Communications in Medicine

\*\*Health Level 7, Datenaustausch im Gesundheitswesen



## Preis (am Beispiel einer Knie-Untersuchung)

<b>Methode</b>	<b>Kosten</b>
Röntgen	CHF 120 (inkl. Patella) / CHF 110 (nur Knie)
MRI	CHF 360
CT	CHF 260
Ultraschall	CHF 130

# Strahlenschutz (Patient)

- Indikationsstellung
- Vermeiden von Wiederholuntersuchungen
- Röntgentechnik (Filter, Strahlenhärte, ...).
- Einblenden
- Bleiabdeckungen
- Fokus-Haut-Abstand möglichst gross
- CR/DR statt alte Film-Folien-Kombination
- Digitale Nachverarbeitung
- Qualitätssicherung

## ALARA

« as low as reasonable achievable »

DR



Bleischutz

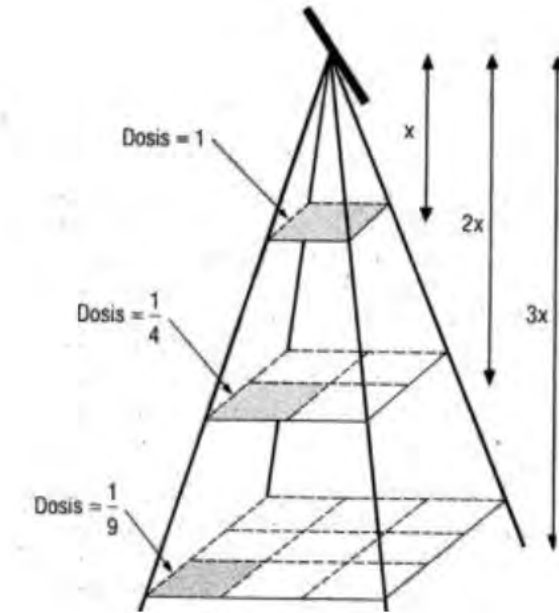


# Strahlenschutz (Personal)

- Raum verlassen
- Falls im Raum: Abstand-Quadrat-Gesetz anwenden
- Dosimetrie
- Bleischürzen/Halsschutz/Bleibrillen/Bleihandschuhe

## Abstandsquadratgesetz

Die Intensität oder Dosis der von einer Strahlenquelle ausgehenden Strahlung verringert sich mit dem Quadrat ihrer Entfernung von der Quelle.







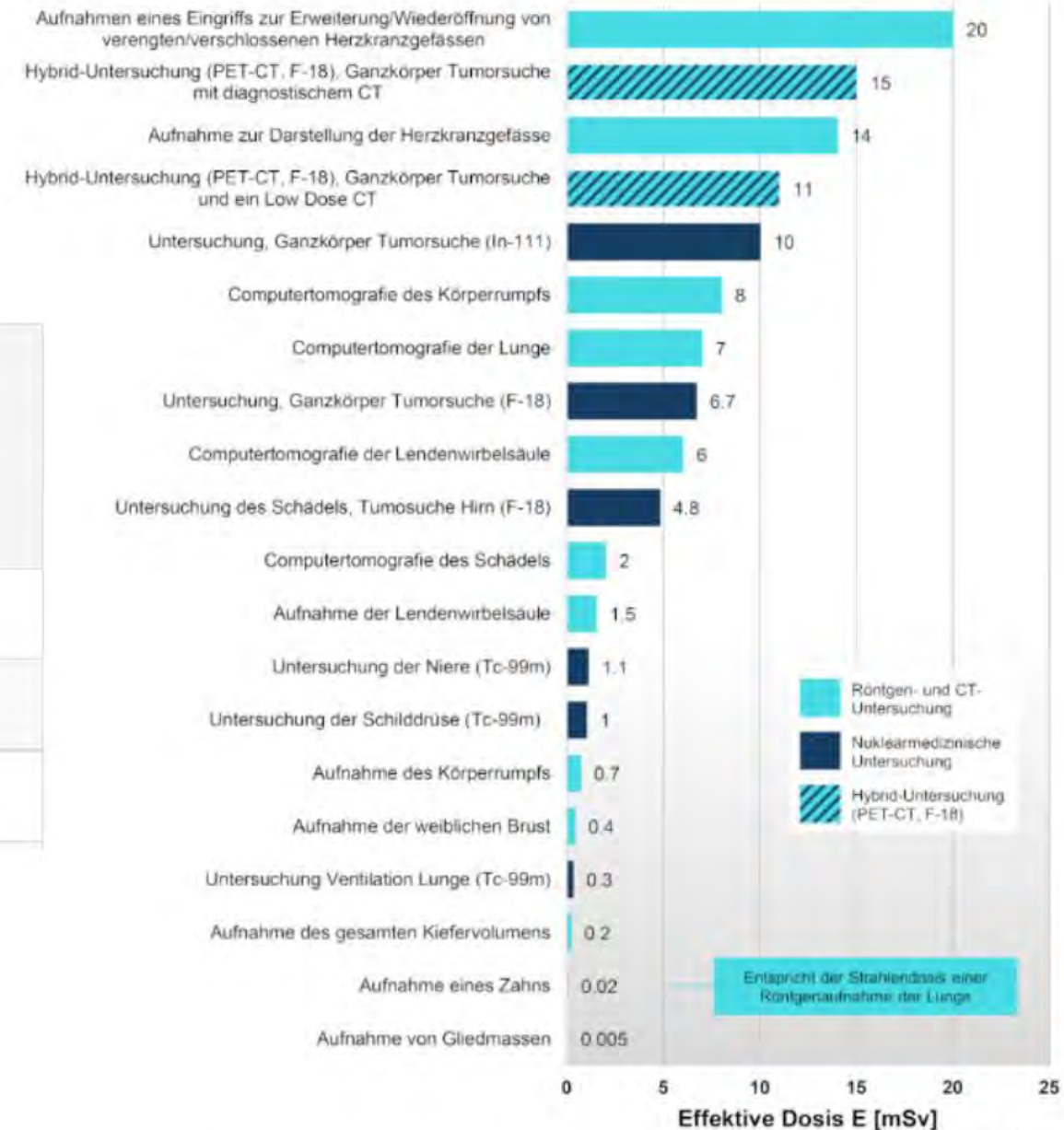
Röntgenaufnahme	Oberflächendosis am Patienteneintritt pro Einzelaufnahme [mGy]	Dosis-Flächen-Produkt [cGy x cm <sup>2</sup> ]
Thorax (pa)	0.15	15
Thorax (lateral)	0.75	60
Lendenwirbelsäule (ap oder pa)	7	235*
Lendenwirbelsäule (lateral)	10	415
Becken (ap)	3.5	250
Schädel (ap oder pa)	2.5	65
Schädel (lateral)	1.5	50

ap: antero-posterior; pa: postero-anterior

\* Die DRW-Angabe für das Dosis-Flächenprodukt bezieht sich auf ein übliches Feld am Patienteneintritt von 30x15cm<sup>2</sup>. Bei grösseren Strahlenfeldern (z.B. ausgeblendete Aufnahme mit Darstellung des Beckenkamms und der Hüftköpfe bei spezifischer, indizierter Fragestellung) resultieren entsprechend höhere Dosis-Flächenprodukte.

# Strahlenschutz

Untersuchung			entspricht x-mal der Strahlendosis einer Röntgenaufnahme der Lunge
R = Röntgenaufnahmen/-untersuchungen N = Nuklearmedizinische Untersuchungen		Dosis [mSv]	
Aufnahme von Gliedmassen	R	0.005	0.25
Aufnahme eines Zahns	R	0.02	1
Aufnahme des gesamten Kiefervolumens	R	0.2	10







### **Physik**

Elektronen in Vakuum beschleunigt  
Auftreffen auf Anode: Röntgenstrahlen

### **Digitalisierung**

Aufnahme/Speicherung/Verfügbarkeit

### **Stärken**

Verfügbarkeit, Geschwindigkeit, Preis

### **Schwächen**

Strahlenbelastung, Weichteilkontrast

### **Indikation**

V.a. Skelett, Thorax