

# Ermittlung Atomarer Zusammensetzung durch multispektrales Röntgen

Tobias Kienzler

21.09.2018

# Motivation

- ▶ Unterstützung der Röntgendiagnostik:  
Atomare Zusammensetzung
- ▶ Gängige Detektoren: Komplettes Spektrum absorbiert  
(Ausnahme: DXA)
- ▶ Untersuchung möglicher Adaption existierender Aufbauten

# Grundlagen: Absorption I

- ▶ Absorption elektromagnetischer Strahlung **exponentiell** in Dicke  $d$ , Lambert-Beersches Gesetz:

$$I = I_0 \cdot \exp(-\mu \cdot d)$$

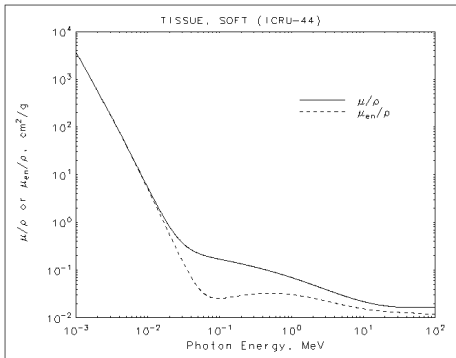
- ▶ Zusammengesetztes Material: Integration (vgl. Hounsfield-Skala im CT)

$$I = I_0 \cdot \exp\left(\int \mu(x) dx\right)$$

- ▶ Massenschwächungskoeffizient  $\mu/\rho$  abhängig von Photonenenergie

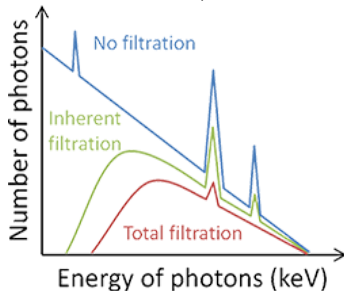
# Grundlagen: Absorption II

- Tabelliert, z.B. <https://www.nist.gov/pml/x-ray-mass-attenuation-coefficients>



# Grundlagen: Röhrenspektrum & Detektor

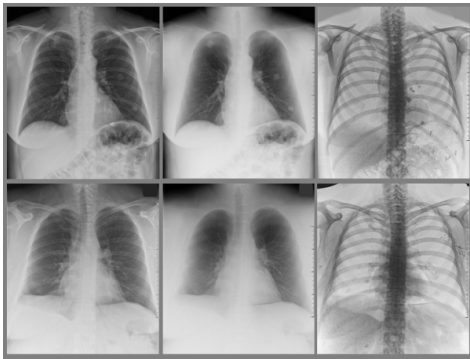
- ▶ Emittiertes Spektrum kontinuierlich, abhängig von Anodenmaterial, Filter und Beschleunigungsspannung



- ▶ Detektor registriert alle Photonen, kein monochromatisches Abfahren einzelner Wellenlängen möglich

# Dual-Röntgen-Absorptiometrie (DXA)

- ▶ Subtraktion zweier Aufnahmen bei unterschiedlicher Energie

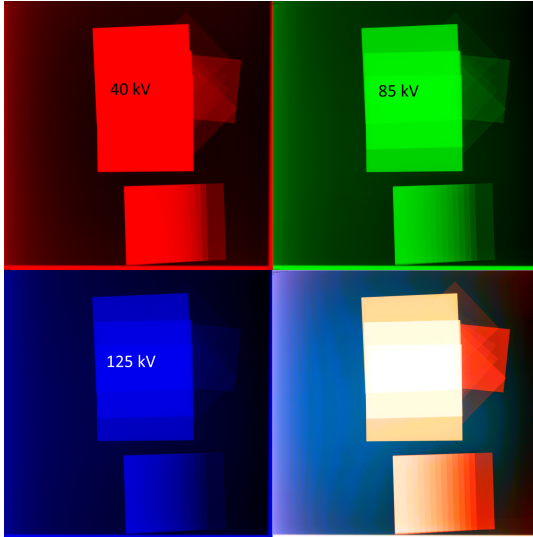


[<http://www.upstate.edu/radiology/education/rsna/radiography/dual.php>]

- ▶ Anwendung z.B. Knochendichtemessung

# Triple-Röntgen-Absorptiometrie

- Analog mit dritter Energie



# Multispektrale Röntgen-Absorptiometrie

- ▶ Mehrere Radiographien bei unterschiedlichen Energien
- ▶ Numerischer Fit mit den wahrscheinlichsten Atomen oder Substanzen (z.B. Knochen, Wasser, Nierensteine)
- ▶ Pixelweise Analyse der geschichteten Zusammensetzung
- ▶ Keine 3D-Information!



# Abschätzung Patientendosis

- ▶ Für optimale Ergebnisse Ausnutzung des vollen Generatorspektrums
- ▶ z.B. 40-125 kV
- ▶ Dosis bei niedriger Spannung relativ hoch
- ▶ Alternative zu Energievariation: verschiedene Filter
- ▶ Abschätzung: ca. 100 Aufnahmen für 100 verschiedene Atomzahlen
- ▶ CXR je 0.1 mSv  $\Rightarrow$  10 mSv, ähnlich CT
- ▶ Reduktion der Dosis durch Reduktion auf wahrscheinlichste Substanzen

# Ausblick

- ▶ Kombination CT oder Parallaxenverschiebung