

3ème Partie : Prinzip der Röntgenbildung & MRT

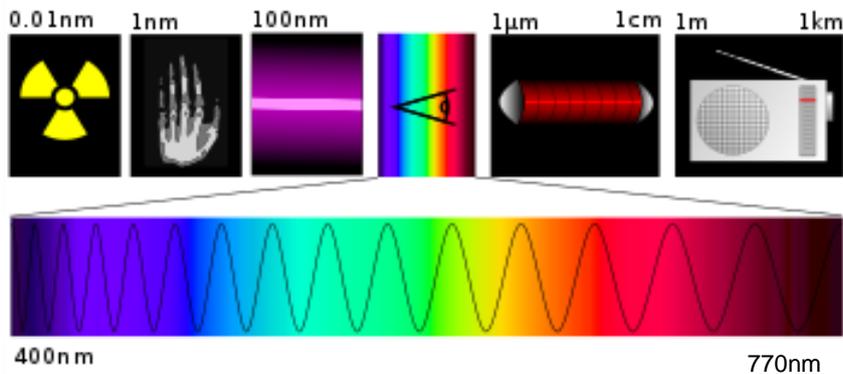
1) Was ist Röntgenstrahlung ?

Röntgenstrahlung ist genau wie Licht eine elektromagnetische Welle allerdings eine unsichtbare. Anders als beim Schall, wo eine Druckvibration sich in einem Medium (Luft, Wasser, Organ) ausbreitet, schwingt bei einer elektromagnetischen Welle das elektrische und magnetische Feld.

Im Vakuum oder Luft beträgt die Ausbreitungsgeschwindigkeit von elektromagnetischen Wellen $c=3 \cdot 10^8 \text{m/s}$. Die Lichtgeschwindigkeit ist die größte Ausbreitungsgeschwindigkeit überhaupt.

Im Sunscreen Lab hatten wir bereits das Spektrum von sichtbarem Licht sowie UVA und UVB untersucht. Wird die Wellenlänge gegenüber UV noch einmal um eine Faktor 100 verkürzt steigt die Energie der Photonen auch um den Faktor 100. Dadurch ist Röntgenstrahlung gefährlicher aber auch durchdringender als UV Licht. Unsere Zellen werden nur durch den Teil der Strahlung geschädigt der absorbiert wird. Im ungünstigen Fall werden durch die ionisierende Wirkung chemische Bindungen in der DNA verändert was zu Krebs führen kann.

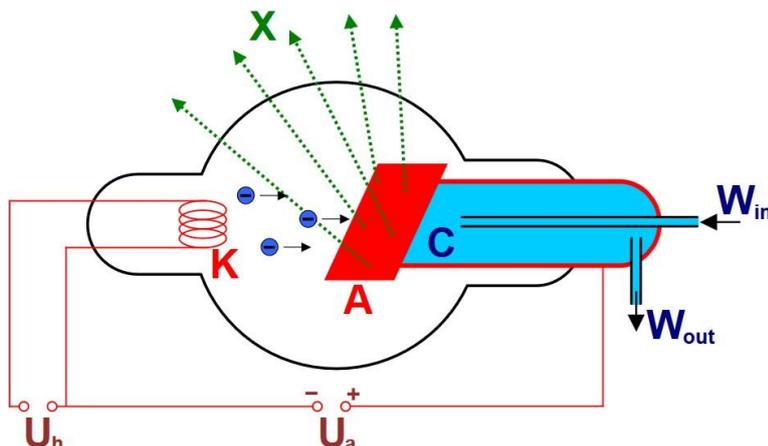
Versuche: Prinzip der Beschleunigung von Elektronen. Ionisierende Wirkung von UV Licht.



2) Prinzip der Röntgenröhre

Röntgenstrahlung entsteht, wenn Elektronen zunächst mit hoher Spannung (10 bis 100 tausend Volt) beschleunigt werden und dann beim Auftreffen auf das Metall des Pluspols ihre Bewegungsenergie als Röntgenphoton abgeben.

Je höher die Beschleunigungsspannung, desto höher die Energie, die beim Abbremsen frei wird und umso „härter“ ist die Röntgenstrahlung. In der Medizin geht es darum so wenig wie möglich Strahlung auf den Menschen wirken zu lassen: das heißt Wellenlänge und Dosis müssen angepasst sein und nur die nötige Fläche wird durchleuchtet.



3) Wie entsteht ein Bild

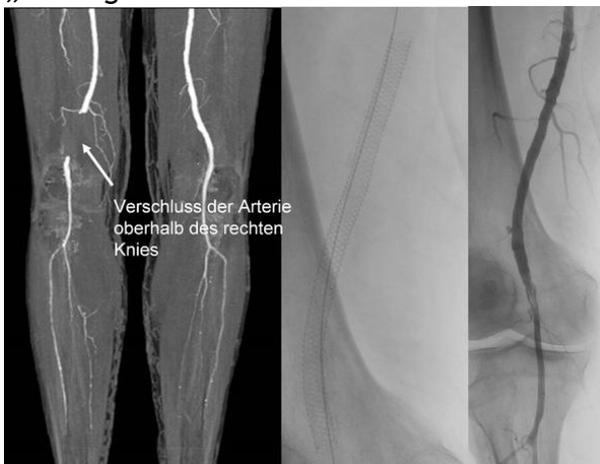
Die Strahlen durchdringen verschiedene Gewebe unterschiedlich. Dichte Strukturen wie Knochen absorbieren die Strahlung und lassen kaum Röntgenstrahlung durch. Der Film oder heute der Bildsensor zeigt einen hellen Bildpunkt wenn wenig Strahlung das „negativ Schwarzweiß Bild“ schwärzt. Je dichter das Gewebe je heller die Abbildung. Demnach sind Knochen hell abgebildet und Bruchstellen wieder transparenter also dunkler. Platten, Nägel, Schrauben dagegen sind sehr hell.



Simple Physics: <https://www.youtube.com/watch?v=f8Nloq6Jtjl>

Gefäße oder hohle Organe (Herz, Magen, Darm, ...) können mithilfe von absorbierenden Kontrastmittel die injiziert oder getrunken werden sichtbar gemacht werden.

Man kann die Gefäße auch (Bild links) „isoliert“ darstellen indem man das „Hintergrundbild“ abzieht oder so dass man auch die Knochen sieht (Bild rechts).



Frage : Überlege welche Bilder positiv und welche negativ dargestellt sind.

RX: <https://www.youtube.com/watch?v=1eICsWBwkjQ>

4) Wie funktioniert die Computertomographie?

Bei der Computertomographie nutzt man Röntgenstrahlen um schichtweise Bilder vom Inneren zu erzeugen. Jedes Schichtbild wird angefertigt, indem ein kleines Röntgengerät um den Patienten bewegt wird und auf der anderen Seite mittels vieler Detektoren die Strahlen aufgenommen werden. Durch die unterschiedliche Gewebestrukturen auf dem Weg des Strahls werden die Röntgenstrahlen verschieden abgeschwächt. Mit einem komplizierten Algorithmus kann der mit dem Gerät verbundene Computer ein Abbild der unterschiedlichen Gewebestrukturen in der Schicht rekonstruieren. Um die dreidimensionale Begutachtung zu ermöglichen, werden mehrere, etwas versetzte Schichten aufgenommen.

CT: <https://www.youtube.com/watch?v=C57bzf5-FM4>

5) Magnet Resonanz Tomographie

Einführung wie läuft es ab. Dabei wird keine Röntgenstrahlung benutzt sondern ein sehr starkes Magnetfeld ca. 3T. Man darf demnach keine Eisen und Metallteile tragen. Auch ein Herzschrittmacher oder Prothesen können durch das Hochfrequenz Elektromagnetische Feld gestört oder erhitzt werden.

[MRT - wie funktioniert das? - YouTube](#)

Foto Knie MRT



Pfeile: Vorderes und hinteres Kreuzband gesund

Ganzkörper MRT



Gesunder Körper und Wirbelsäule ohne Bandscheibenvorfall

Die MRT nutzt die Wirkung von HF Elektromagnetischen Wellen auf in starkem Magnetfeld ausgerichteten Protonen (=Wasserstoffatomkerne). Man misst das Abstrahlen der ausgelenkten Protonen "kreisel" als Maß für die Dichte von Wasserstoff. Die Auswertung ist sehr kompliziert da aus den Signalen der Ort der Abstrahlung bestimmt werden muss.

[Wie funktioniert eigentlich... Magnet-Resonanz-Tomographie \(MRT\) ? - YouTube](#)