

Strahlenphysik

Elektromagnetisches Spektrum

Die Röntgenstrahlung gehört zu den elektromagnetischen Wellen. In diesen Wellen sind elektrische und magnetische Felder aneinander gekoppelt. Diese Kopplung führt dazu, dass Energie transportiert wird. Im Vakuum breiten sie sich mit Lichtgeschwindigkeit aus. An einem Rezeptor oder mit einem Detektor können diese Wellen nachgewiesen werden.

Die Wellenlängen können sehr unterschiedlich sein, womit sich auch die Eigenschaften der Wellen ändern. Je größer die Wellenlänge ist, desto geringer ist ihr Energietransport. Röntgenstrahlen haben eine Wellenlänge im kurzwelligen Bereich von 10^{-8} – 10^{-11} Meter und sind somit energiereiche elektromagnetische Wellen. Alle elektromagnetischen Wellen sind unsichtbar, im Spektrum von ca. 380–780 nm befindet sich das sog. sichtbare Licht. Dessen Wechselwirkung mit Materie kann von unseren Sinnen wahrgenommen werden. Elektromagnetische Wellen im Infrarotbereich, die langwelliger als das sog. sichtbare Licht sind, werden als Wärme empfunden. Im kurzwelligeren Spektrum kann ab dem Bereich der ultravioletten Strahlung eine Schädigung des Körpers eintreten, z. B. ein Sonnenbrand.

Bei sehr kurzwelligen Strahlen ist die Energie groß genug, um Elektronen aus dem Atom herauszulösen, also eine ionisierende Wirkung zu entfalten. In Abb. 3.1. ist das Spektrum der elektromagnetischen Wellenlängen dargestellt.

Wellenlängen
und
Eigenschaften



Abb. 3.1
Das elektromagnetische Spektrum

Eigenschaften von Röntgenstrahlen

Wie alle elektromagnetischen Wellen, so haben auch Röntgenstrahlen besondere physikalische Eigenschaften. Durch diese ist es möglich, einen Film durch einen Körper hindurch zu belichten. Wilhelm Conrad Röntgen hat im Jahr 1895 die „X-Strahlen“ entdeckt und bereits im selben Jahr die Hand seiner Gattin geröntgt, was als erstes Röntgenbild in der Geschichte gilt. Heute werden die Strahlen als Röntgenstrahlen bezeichnet und für die Diagnostik und Therapie genutzt.

Im Folgenden werden die Eigenschaften von Röntgenstrahlen im Einzelnen dargestellt.

Ionisation

Röntgenstrahlen können Luft und Gase ionisieren, das heißt, es werden ein oder mehrere Elektronen aus einem neutralen Atom herausgelöst, sodass dieses dann positiv geladen ist (Abb. 3.2).

Absorption und Streuung

Die Strahlen werden beim Durchdringen von Materie geschwächt. Dabei können sie ganz absorbiert werden, gestreut werden oder den Körper einfach durchlaufen (Abb. 3.3).

Absorption

Bei der Absorption wird vom Photoeffekt gesprochen. Dieser ist definiert als das Herauslösen von Elektronen aus Metalloberflächen durch Photonen oder die Anhebung eines Elektrons in eine höhere, energie-

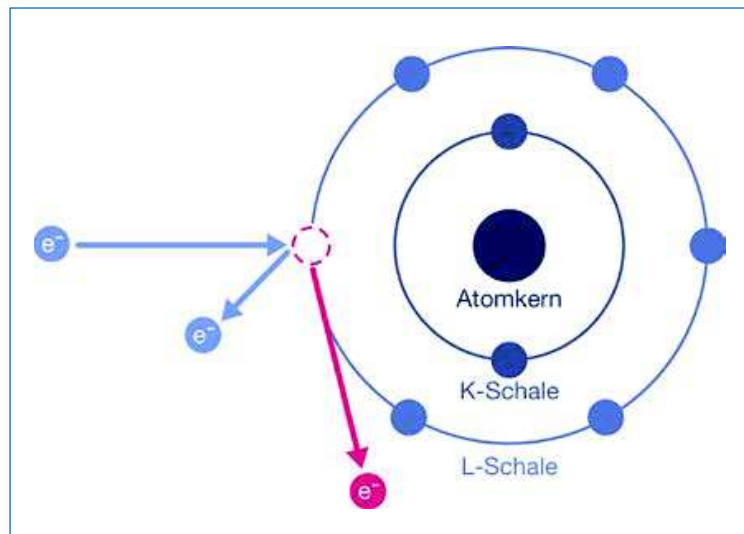


Abb. 3.2
Ionisation

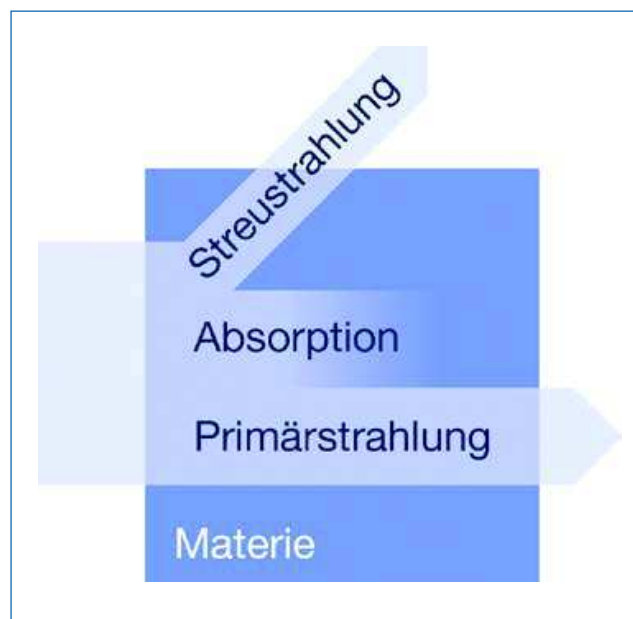


Abb. 3.3
Streuung, Absorption und
Durchstrahlung

reichere Schale. Photonen sind die Elementarteilchen des elektromagnetischen Feldes. Dieser Effekt spielt in der Röntgendiagnostik vorwiegend bei Röntgenstrahlen mit niedriger Energie eine Rolle. Er hat seine größte Wirkung bei einer Röhrenspannung von unter 50 kV. Neben dem Photoeffekt (Abb. 3.4) hat der Compton-Effekt Bedeutung. Beim Compton-Effekt werden nur Elektronen der äußeren Schale herausgelöst, somit bleibt noch Energie übrig, die in eine andere Richtung gestreut wird (Abb. 3.5). Streustrahlung kann auf den Bildempfänger aus allen Richtungen auftreffen, weshalb das Bild an Kontrast verliert. Der Compton-Effekt ist vermehrt im Bereich ab 60kV zu beobachten.