

Teilchen-Strahlung - elektromagnetische Strahlung

Eine Teilchenstrahlung bezeichnet man im engeren Sinn schnell bewegte Atome, Ionen oder Elementarteilchen mit von null verschiedener Ruhemasse. Als Beispiel für eine Teilchenstrahlung ist die Alpha-Strahlung. Hier handelt es sich um schnell fliegende Heliumatome (zwei Protonen und zwei Neutronen). Die Reichweite ist allerdings sehr kurz aber in diesem Bereich gefährlich, da sie ionisierende Wirkung haben.

Eine weitere Teilchenstrahlung ist die Beta-Strahlung. Hier handelt es sich um schnell fliegende Elektronen. Die Reichweite ist schon bedeutend länger und haben auch eine ionisierende Wirkung.

Die Gamma-Strahlung ist eine sehr hochfrequente elektromagnetische Strahlung. Die Reichweite der Gamma-Strahlung kann mehrere hundert Meter betragen und ist wegen der ionisierenden Wirkung für den menschlichen Körper sehr gefährlich.

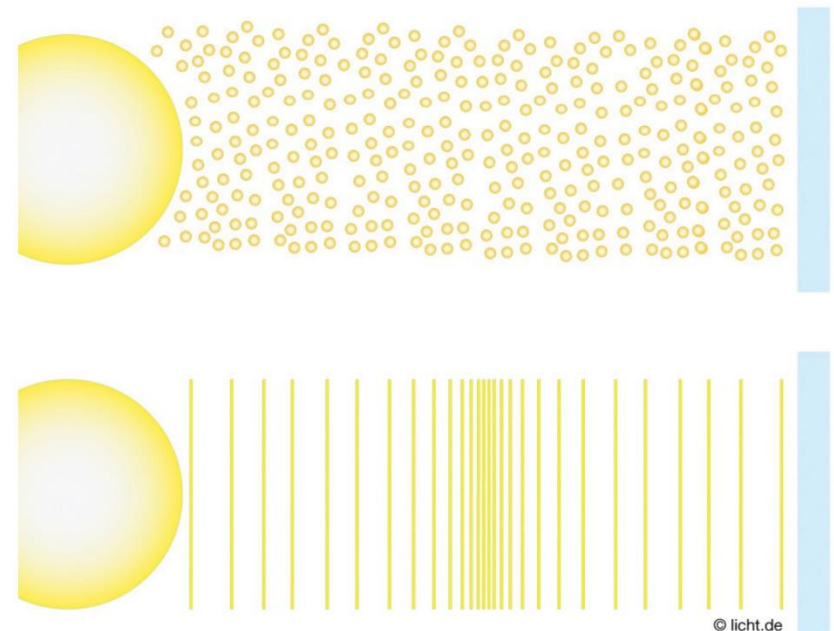
In der Physik kann man nach den Erkenntnissen der Quantenmechanik nicht mehr zwischen Teilchen und Welle unterscheiden. Man bezeichnet dies als Welle-Teilchen-Dualismus. Selbst für sichtbares Licht gibt es Experimente die beweisen, dass es eine elektromagnetische Welle ist, dargestellt durch Photonen, die eine Ruhemasse von Null haben. Deswegen können Photonen nie eine Geschwindigkeit von Null annehmen, sondern immer mit der Lichtgeschwindigkeit $c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$ fortbewegen.

Es gibt aber auch Experimente die beweisen, dass es sich um einen Teilchenstrom handelt. Beides schließt sich gegenseitig nach unserem Verständnis aus, aber dennoch ist es so.

Wenn man sich mit der Strahlung befasst, muss man grundlegende Kenntnisse über Wellenlänge λ , der Frequenz f und der Energie E bzw. deren Einheiten haben.

Die Wellenlänge λ und die Frequenz f sind durch die Formel $\lambda = \frac{c}{f}$ verknüpft.

c ist die Lichtgeschwindigkeit mit $3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$.



Zur Erklärung der physikalischen Eigenschaften von Licht werden heute sowohl das Korpuskular- (= Teilchen) als auch das Wellenmodell genutzt.

© licht.de

Die Energie lässt sich nur aus den Kenntnissen der Quantenmechanik herleiten. Max Planck hat das Planck'sche Wirkungsquantum oder Planck-Konstante entdeckt. Die Konstante hat einen Wert von $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Joule sekunden}$. (1 Joule ist gleichzusetzen mit 1 Wattsekunde Ws)

Jetzt lässt sich die Energie berechnen zu $E = h \cdot f$.

Als Beispiel wird die Energie von sichtbarem Licht bei einer Wellenlänge von $\lambda = 600 \text{ nm}$.

$$E = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

$$E = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{Ws}^2 \cdot \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{600 \cdot 10^{-9} \text{m}} = 3.313 \cdot 10^{-19} \text{Ws}$$

Man erkennt, dass das Ergebnis zahlenmäßig etwas unhandlich ist.

Deswegen hat man gerade in diesem Bereich eine andere Einheit für die Energie eingeführt. Es ist die Einheit Elektronenvolt eV .

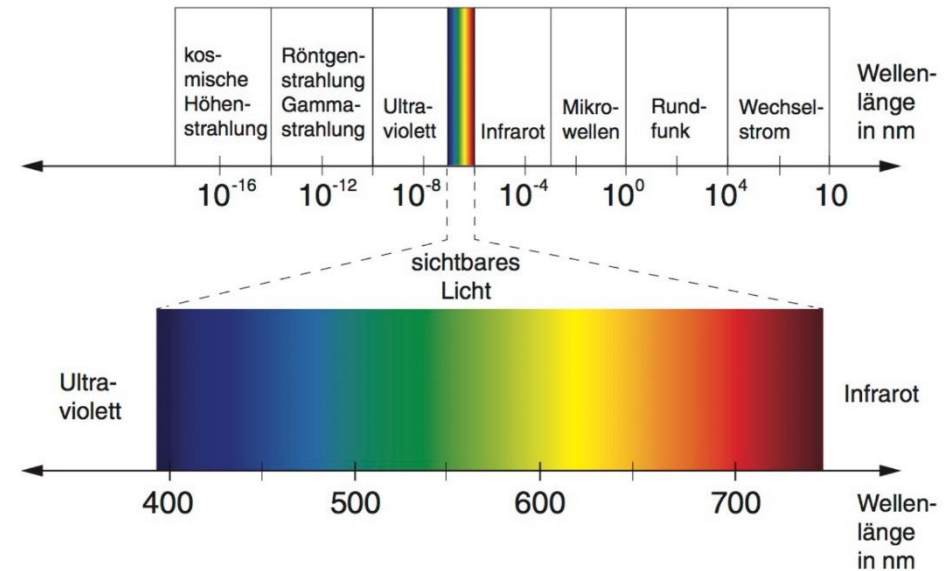
Was kann man sich darunter vorstellen? Da Wellenstrahlung und Teilchenstrahlung gleichzusetzen ist, stellt man sich vor, dass ein Elektron mit seiner Ladung $Q = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{As}$ gerade eine Spannung $U = 1 \text{ Volt}$ durchläuft. Dummerweise muss auch die Einheit Volt definiert werden. Um es kurz zu machen

$$1 \text{ Volt} = \frac{1 \text{ Watt}}{1 \text{ Ampere}}$$

Also ergibt sich $1 \text{ eV} = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{Ws}$

Ergebnis: sichtbares Licht hat eine Energie von $E = 2.07 \text{ eV}$

Spektrum des Lichts

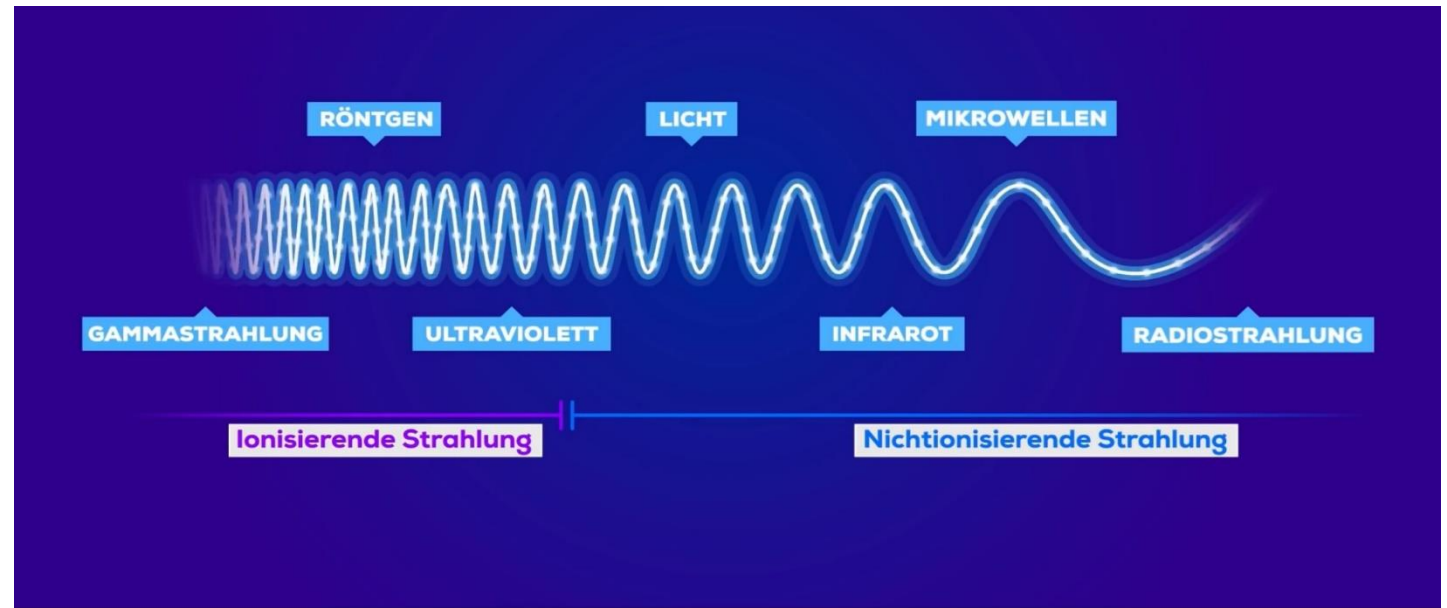


© licht.de

Licht ist der für das Auge sichtbare Teil der kosmischen Strahlung. Im elektromagnetischen Spektrum umfasst der Bereich des Lichts Wellenlängen von etwa 380 nm bis 780 nm. An das sichtbare Licht grenzen die Bereiche der Infrarot- (Wellenlängen zwischen 780 nm und 1 nm) und Ultraviolettstrahlung (Wellenlängen zwischen 10 nm und 380 nm).

Nebenstehende Abbildung zeigt die Strahlung bei sehr hohen Frequenzen (Gammastrahlung) bis hin zur Radiostrahlung bei relativ niedrigen Frequenzen.

Gammastrahlung, Röntgenstrahlung und Ultraviolettstrahlung sind ionisierende Strahlungen und potentiell gefährlich. Deswegen muss man z.B. bei Röntgenstrahlung die Dosis sehr gering sein und Schutzmaßnahmen ergreifen. Auch bei der UV-Strahlung ist zu beachten, dass die Belastungsdauer gering bleibt.



Infrarotstrahlung oder Wärmestrahlung liegt in einem Wellenlängenbereich von $\lambda = 8 \dots 15 \mu m$. Berechnet man die Energie z.B. bei $\lambda = 10 \mu m$, dann ergibt sich ein Wert von $E = 0.124 \text{ eV}$. Dies ist nur das 0.06-fache der Energie von sichtbarem Licht.

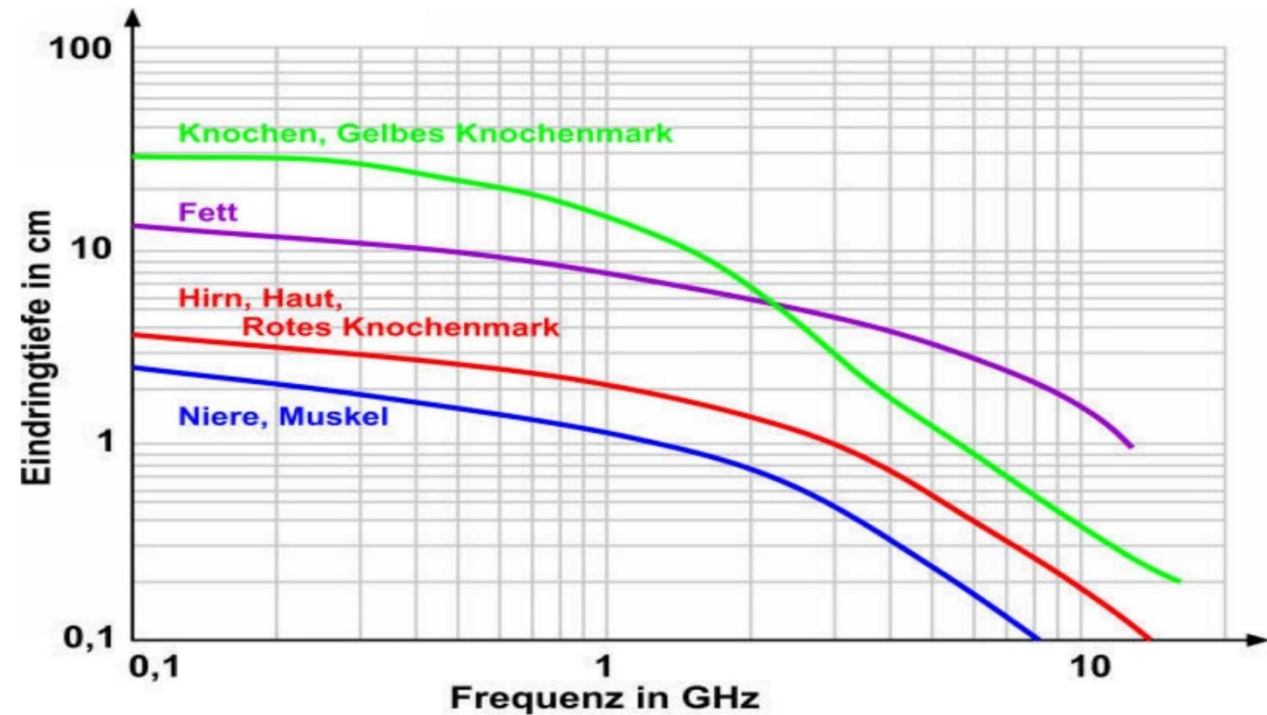
Bei welcher Frequenz ist eigentlich die Mobilfunkstrahlung? Darunter fällt Handy-Strahlung, WLAN-Strahlung, Bluetooth. Hier liegt die Frequenz f bei $0.8 \dots 6 \text{ GHz}$. Berechnen wir bei dieser Frequenz die Energie, dann ergibt sich $E = 0.0000248 \text{ eV}$! Der Wert liegt etwa um den Faktor 100000 unter dem des sichtbaren Lichtes!!!!

Wie schaut es mit dem neuen 5G-Standard aus? Hier liegt die Frequenz f bis zu 27.5 GHz . Berechnen wir hier die Energie, dann ergibt sich $E = 0.000113 \text{ eV}$! Bei 5G braucht man auf Grund der höheren Frequenz und der kürzeren Reichweite deutlich mehr Sendestationen. Dafür kann man aber die Sendeleistung auch deutlich senken. Außerdem wird bei 5G ein Beam-Forming angewandt. Das heißt: Wenn jemand nicht telefoniert, wird er auch nicht angestrahlt. Die elektromagnetische Strahlung wird nur zielgerichtet wie mit einer Taschenlampe ausgesendet. 5G ist besser als alles andere vorher.

Ein weiterer Aspekt ist die Eindringtiefe in das Gewebe. Untere Abbildung zeigt, dass die Eindringtiefe jenseits von 10 GHz unter 0,1 cm liegt und die inneren Organe erst gar nicht erreicht. Mikrowellenstrahlung bewirkt nur eine Wärmewirkung an der Oberfläche. Dass die Wärmewirkung nicht zu hoch wird, gibt es Grenzwerte. Mikrowellenstrahlung darf auf Grund der Grenzwerte den Körper nicht um mehr als 0,02 Grad erwärmen. Man beachte, dass der Temperaturunterschied des Körpers zwischen morgens und abends ca. 0,5 Grad beträgt, also wesentlich mehr. Die lokale Erwärmung, also am Ohr, darf nicht mehr als 0,5 Grad betragen. Fühlt man eine höhere Temperatur, dann kommt diese vom Akku des Handy. Also, jede Wärmflasche am Ohr bewirkt eine höhere Temperatur.

Ein interessanter Beitrag von Quarks (Terra X Lesch & Co).

Hier der entsprechende [Link](#).



Ganz am Rande

In der Physik kennt man mittlerweile alle möglichen Strahlungsarten, alle quantenmechanische Effekte, man weiß um die Krümmung des Raumes durch Gravitation, man kennt Gravitationswellen und vieles mehr. Was es nicht gibt sind Erdstrahlen durch Wasseradern.