



# Photonenhypothese

auch Einsteins *Lichtquantenhypothese* genannt

Vorweg: Diese Themen können wir laut derzeitigem Wissensstand der Physik meist bloß in hypothetischer<sup>1)</sup> Form betrachten und es herrschen hier auch unter Physikern Kontroversen. Vor allem wenn es in den Bereich der Quantenphysik hineinreicht, dort, wo die klassische Newtonsche Physik nicht mehr Gültigkeit besitzt sowie Länge Masse und Zeit „relative Begriffe werden, reicht selbst das Verständnis der Gelehrten nicht mehr aus, denn selbst Richard Feynman<sup>2)</sup> postulierte selbst über diese Themen:

**>>Es gab eine Zeit, als Zeitungen sagten, nur zwölf Menschen verstanden die Relativitätstheorie. Ich glaube nicht, dass es jemals eine solche Zeit gab. Auf der anderen Seite denke ich, es ist sicher zu sagen, niemand versteht Quantenmechanik.“ - Richard Feynman<<**

Frage an den Herrn oder die Frau Physik Professor: „Verstehen Sie das selber, was Sie da von mir abprüfen?“

## Photonen?

Einstein sagt dazu: Licht<sup>3)</sup> der Frequenz  $f$  enthält Energie  $E$  nur in (unteilbaren) Portionen (Quanten) der Größe:

$$E = h \cdot f$$

Diese unteilbaren Energiequanten werden als **Lichtquanten** oder **Photonen** bezeichnet.

$E$  entspricht dabei der Energie in Joule und die Konstante ist das **Plancksche Wirkungsquantum**, oder die **Planck-Konstante**  $h = 6,626\ 070\ 040 \cdot 10^{-34}$  Js, welches das Verhältnis zwischen Energie und Frequenz eines Photons darstellt. Die Energie hängt also nur von der Frequenz  $f$  [Hz] bzw. [ $s^{-1}$ ] ab.

Die Umrechnung der Wellenlänge in eine Frequenz  $f$  erfolgt mit der Formel:

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

Die Lichtgeschwindigkeit<sup>5)</sup> (im jeweiligen Medium, so im Vakuum  $c = 299792458$  m/s) geteilt durch die Wellenlänge ergibt die Frequenz. Und hier kommen wir zum eigentlichen Thema und Problem, dass nämlich für Quanten, die sich mit Lichtgeschwindigkeit „fortbewegen“ aufgrund der speziellen Relativitätstheorie die Newtonschen Gesetze keine Gültigkeit mehr besitzen, da sowohl Länge, Masse und Zeit – sofern man das Verhalten von Lichtquanten beobachten bzw. messen möchte, für die Quanten „relativ“ sind (s. Zeitdilatation, Längenkontraktion u. rel. Massenzunahme).

Wie sollte man also einen Zustand eines Lichtquants mit newtonschen Messmethoden messen können? Dazu haben viele Quantenphysiker viele Versuchsexperimente durchgeführt, wobei das Doppelspaltexperiment<sup>4)</sup> sehr signifikant diese Hypothese veranschaulicht.

## Ist also Licht doch keine Welle, sondern Teilchen?

Die neuen Erkenntnisse dürfen natürlich nicht dazu führen, Licht auf einmal als ein Teilchenphänomen zu betrachten - wie sollten schließlich Phänomene wie Beugung und Interferenz (Doppelspaltexperiment) mit Teilchen erklärt werden?



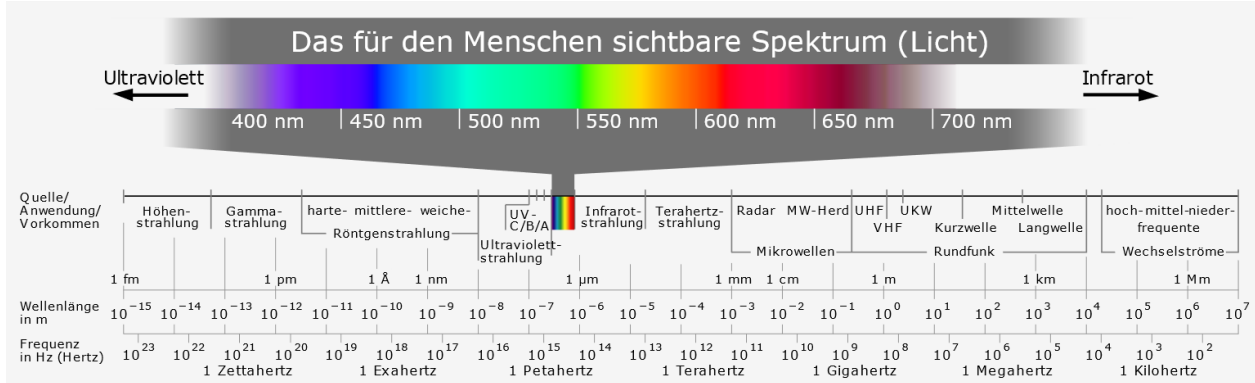
Es zeigt sich jedoch, dass die Wellentheorie allein keine ausreichende Beschreibung für das Wesen des Lichts liefert. Auch Einstein selbst betonte, dass **Photonen nicht als „Lichtteilchen“ verstanden werden sollen**, sondern als **Energieportionen- Quanten** - einer Lichtwelle mit neuartigen Quanteneigenschaften.

**Photonen sind weder Welle noch Teilchen!**

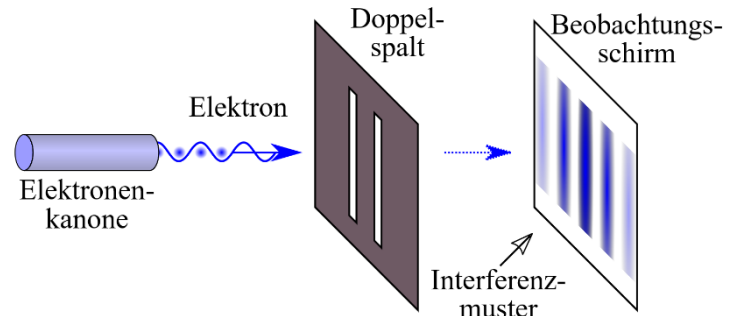
Mit der Photonenvorstellung konnte auch die Entstehung und das Spektrum von der 1895 entdeckten **Röntgenstrahlung** (hochfrequente Strahlung) erklärt werden.

**Weiterführende Erklärungen**

- 1) Eine Hypothese (von altgriechisch ὑπόθεσις *hypóthesis* → spätlateinisch *hypóthesis*, wörtlich ‚Unterstellung‘) ist eine in Form einer logischen Aussage formulierte Annahme, deren Gültigkeit man zwar für möglich hält, die aber bisher nicht bewiesen bzw. verifiziert ist.
- 2) Richard Phillips Feynman war ein amerikanischer Physiker und Nobelpreisträger des Jahres 1965. Feynman gilt als einer der großen Physiker des 20. Jahrhunderts, der wesentliche Beiträge zum Verständnis der Quantenfeldtheorien geliefert hat.
- 3) Licht ist der kleine sichtbare Teil der elektromagnetischen Strahlung. Diese elektromagnetische Strahlung besteht aus schwingenden Energieeinheiten (Quanten) und wird in Wellen (sinusförmige Ausbreitung) von einer Lichtquelle gesendet. Jede Wellenlänge  $\lambda$  gibt einen Farbeindruck. Das Spektrum des Sonnenlichtes weist einen kontinuierlichen Übergang auf: vom kurzwelligen Violett über Blau, Grün, Orange bis zum langwelligen Rot (Wellenlängen von ca. 400-700nm). Außerhalb dieses Bereichs kann das menschliche Auge keine Strahlung „sehen“; Gamma-, Röntgen-, UV- und Infrarotstrahlen sind nicht sichtbar.



4) Beim **Doppelspaltexperiment** lässt man Wellen, zum Beispiel Lichtwellen, durch eine Blende mit zwei schmalen, parallelen Spalten treten. Auf einem Beobachtungsschirm in einer Distanz zur Blende, die sehr viel größer ist als der Abstand  $a$  der beiden Spalte, zeigt sich ein Interferenzmuster (Typisch und charakteristisch für Wellen). Dieses Muster entsteht durch Beugung der Wellenausbreitung am Doppelspalt. Bei monochromatischem Licht (z. B. von einem Laser) besteht dieses Muster auf dem Schirm aus hellen Streifen (Maxima) und dunklen Streifen (Minima). Voraussetzung zur Beobachtung des Interferenzmusters ist, dass die Wellenlänge  $\lambda$  kleiner als der Abstand  $a$  der beiden Spalte ist.



5) neueste Untersuchungen lassen die Hypothese aufkommen, dass selbst die Lichtgeschwindigkeit keine konstante Größe mehr darstellt.