

# Visuelle Wahrnehmung

Markus Reichl

23. Mai 2018

## **Inhaltsverzeichnis**

# 1 Geschichte

„Wie bei allen komplizierten Naturphänomenen versuchten die Physiker auch beim Licht eine Beschreibung durch möglichst einfache, mechanische Modelle. Im Altertum glaubte man an ‚Sehstrahlen‘, die vom Auge ausgehen und die Außenwelt abtasten. Genauere Vorstellungen vom Wesen des Lichtes kamen um 1670 auf.“ [physik1]

Innerhalb kurzer Zeit wurden zwei konkurrierende Theorien aufgestellt:

- Isaac Newton vertrat die **Teilchentheorie**, nach welcher das Licht aus kleinsten Teilchen, sogenannten Korpuskeln besteht. Diese werden von Körpern reflektiert und vom menschlichen Auge wahrgenommen. Die Theorie wurde auch als Korpuskeltheorie bekannt.
- Christian Huygens dagegen stellte eine **Wellentheorie** auf, wobei er die Ausbreitung von Licht mit jener von Schall- oder Wasserwellen verglich. Anhand des Huygensschen Prinzips war auch ihm eine Erklärung der bekannten Eigenschaften des Lichtes möglich.

Erst 1802 gelang Augenarzt und Physiker Thomas Young der Beweis zur Wellentheorie, durch die Entdeckung der **Interferenz** an Lichtwellen.

James Maxwell stellte dazu 1864 die **elektromagnetische Lichttheorie** auf, welche später durch Heinrich Hertz bestätigt und von Hendrik Lorentz erweitert wurde. Man kam zudem zur Erkenntnis, dass das sichtbare Licht nur einen kleinen Teil aller elektromagnetischen Wellen darstellt.

## 1.1 Dualismus

Im Jahr 1888 beobachtete Hans Hellwachs bei der Bestrahlung einer Metallplatte mit UV-Licht, einen Verlust an negativer Ladung. Dieses Auslösen von Elektronen wurde als Photoeffekt (Abschnitt ??) bekannt und stand mit der Wellentheorie des Lichtes in Konflikt.

Albert Einstein wagte 1905 eine Erklärung, indem er auf die Hypothese Max Plancks zurückgriff, dass Körper Strahlung nur in Paketen transportieren. Er bestätigte damit die Teilchennatur des Lichtes und erhielt dafür 1921 den Nobelpreis in Physik.

Damit stellte sich natürlich die Frage, wie diese Erkenntnisse mit der Wellennatur des Lichtes vereinbaren lässt. Physiker Max Born formulierte dazu auf Basis des **Doppelspaltexperiments** folgenden Zusammenhang:

„Die Lichtintensität (das Quadrat der Amplitude) ist proportional zur Wahrscheinlichkeit, in einem bestimmten Raumbereich ein Photon anzutreffen.“ [physik2]

## 2 Photon

Das Photon ist ein Elementarteilchen und Übermittler der elektromagnetischen Wechselwirkung. Nach Max Planck bilden Photonen die Energiepakete elektromagnetischer Strahlung, weshalb sie auch Lichtquanten genannt werden.

Das plancksche Wirkungsquantum ( $h$ ) ist das Verhältnis von Energie ( $E$ ) und Frequenz ( $f$ ) eines Photons.

$$E = hf$$

$E$  ... Energie

$h$  ... Plancksches Wirkungsquantum

$f$  ... Frequenz

Der Relativitätstheorie nach wirkt sich jede Änderung ( $\Delta$ ) der Energie ( $E$ ) auch auf die Masse ( $m$ ) aus.

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2} = \frac{hf}{c^2}$$

$\Delta m$  ... Masseänderung

$\Delta c$  ... Lichtgeschwindigkeit

Diese Masse „bewirkt, dass Photonen von Gravitationsfeldern abgelenkt werden und dabei Energie verlieren oder gewinnen können.“ [**ulm:photon**]

Eine Masse hat ein Photon nicht, da es sich stets mit Lichtgeschwindigkeit fortbewegt. Diese Eigenschaft kann über das Impulserhaltungsgesetz bewiesen werden.

$$m = \frac{\vec{p}}{\vec{v}} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 0$$

$$p = mc = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

### 2.1 Photoeffekt

### 3 Lichtenergie

## 4 Visuelles System

## 4.1 Wahrnehmung

## 4.2 Schädigung

