

Optik – Die Physik des Lichts

Das Licht ist eine komplexe Erscheinung und kann im Wesentlichen mit vier Modellen beschrieben und erklärt bzw. sein Verhalten vorausgesagt werden.

- Licht als Strahl (Geometrische Optik)
- Licht als Welle (Elektromagnetische Strahlung)
- Licht als Teilchen (Energieteilchen bzw. Photonen)
- Licht als Strahlungsenergie

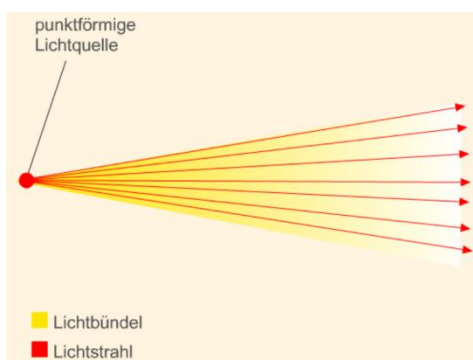
Die verschiedenen Lichtmodelle sind kein Widerspruch, sondern perfekte Ergänzung

Diese vier Modelle stehen jedoch in keinem Widerspruch, sondern beschreiben die physikalischen Eigenschaften des Lichts als exakte Naturgesetze. Welches Modell bzw. welche Theorie jeweils bevorzugt angewendet wird, hängt davon ab, unter welchen Bedingungen auf die Eigenschaften des Lichts geschaut wird bzw. welche Phänomene gerade im Interesse des Betrachters liegen. Konstruiert man z. B. optische Objektive für Kameras, lassen sich diese nach den Gesetzmäßigkeiten der geometrischen Optik (Licht als Strahl) exakt berechnen. Will man allerdings dabei für höchste Abbildungsschärfe sorgen, wird auch der Wellencharakter des Lichts berücksichtigt. Denn wenn auch die Masse des Lichts geradlinig als Strahlenbündel durch das Objektiv fällt, kommt es zusätzlich durch den Wellencharakter an den Kanten der Objektivblende zu Beugungserscheinungen, was ein unscharfes Zusatzbild erzeugt. Der Objektivkonstrukteur wird also das Objektiv nach den Gesetzen der Strahlenoptik berechnen, allerdings Lichtstärke und Blendenbereich zusätzlich nach den Gesetzen der Wellenoptik optimieren.

Ähnlich ist es auch bezüglich des Teilchencharakters des Lichts. Betrachtet man z. B. die Ausbreitung des Lichts in Festkörpern, lässt sich das problemlos als Wechselwirkung der elektromagnetischen Welle mit den Elektronenhüllen der Atome beschreiben. Will man jedoch wissen, warum ein Teil des Lichts in Festkörpern auch stets „verschluckt“ wird, erklärt dies exakt der Teilchencharakter des Lichts. Durch Stöße der Photonen mit den Gitterschwingungen des Festkörpers wird die Lichtenergie letztlich in Phononen d. h. Wärme umgewandelt.

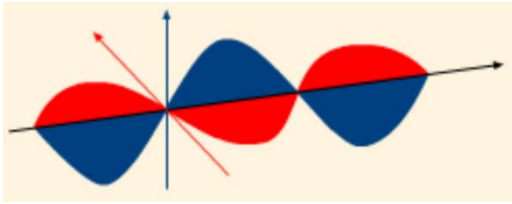
Die Strahlenoptik

Die Strahlenoptik geht von der geradlinigen Ausbreitung des Lichts aus, d. h. der Verlauf folgt geometrischen Gesetzen. Auch Richtungsänderungen des Lichts durch Brechung erfolgen stets unter definierten Winkeln. Daher wird dieser Teilbereich der Optik auch als „geometrische Optik“ bezeichnet.



Dieses Modell eignet sich gut dazu, Erscheinungen wie die Schattenbildung, Reflexion, Streuung und die Brechung von Licht zu beschreiben. In der praktischen Anwendung beschäftigt sich die Strahlenoptik mit dem Weg des Lichts an optischen Bauteilen wie Spiegeln, Linsen und Prismen sowie deren Anwendung in optischen Geräten (Mikroskop, Fernrohr, Fotoapparat usw.).

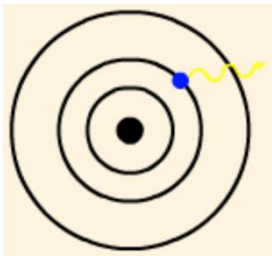
Die Wellenoptik



Anhand anderer physikalischer Untersuchungen lässt sich ebenso zeigen, dass es sich bei Licht um elektromagnetische Wellen (Transversalwellen) handelt.

Unter anderem zeigt sich diese Lichteigenschaft bei der Wellenoptik nach dem Huygens'schen Prinzip. Dies besagt, dass jeder von Licht getroffene Punkt Ausgangspunkt einer Elementarwelle ist. Die von jedem Punkt ausgehenden Elementarwellen überlagern dann zu neuen Wellenfronten. Phänomene wie die Beugung von Licht an schmalen Spalten, Interferenz und Polarisierung lassen sich nach diesem Wellenmodell erklären.

Die Quantenoptik

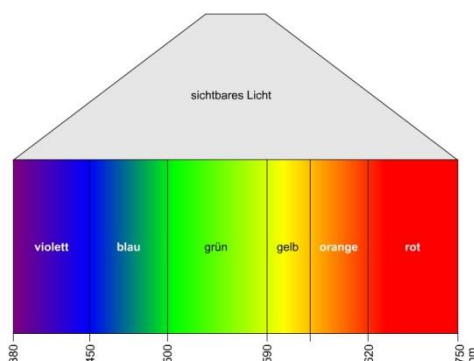


Dieses Modell ermöglicht es z. B., das von der Sonne kommende Licht als einen ständigen Strom von Photonen zu deuten. Der berühmte Physiker Albert Einstein entwickelte 1905 die Idee vom Teilchencharakter des Lichts.

Laut dem Lichtquanten- oder Photonenmodell besteht Licht aus einem Strom von Energieportionen (Photonen), die sich wie Teilchen verhalten.

Dieses Teilchen-Verhalten zeigt sich darin, dass Licht in bestimmten Situationen nur jeweils mit bestimmten Wellenlängen (= Energie) entsteht. Auch der Photoeffekt zeigt den Energieteilchen-Charakter des Lichts: Nur Licht jeweils bestimmter Wellenlänge kann Elektronen aus Festkörpern auslösen. Der Teilchen- und Wellencharakter des Lichts schließen einander nicht aus, sondern ergänzen sich. Man spricht deshalb heute oft vom Teilchen-Welle-Dualismus.

Der Energiecharakter des Lichts



Licht transportiert zwar Energie, wird aber in der Physik nicht als eigene Energieform behandelt, sondern als Teilbereich des elektromagnetischen Spektrums der Strahlungsenergie zugeordnet. Mit $E = h \cdot \nu$ hat Albert Einstein die Formel vorgegeben, nach der exakt bestimmt werden kann, welche Energie die Photonen eines Lichts bestimmter Frequenz bzw. Wellenlänge besitzen