

# Das Photon

## Das Problem mit der Welle

Licht, das haben wir gesehen, verhält sich bei einem Gitter oder kleinen Löchlein wie eine Welle. Es gibt *Interferenzen*, das heißt, an einigen Stellen wird es hell, weil immer Wellenberge und Täler zugleich von verschiedenen Stellen ankommen. An anderen Stellen wird es dunkel. Dort treffen Berge auf Täler und Täler auf Berge.

Die Orte der Helligkeit 1. Ordnung haben wir berechnet mit unseren Tangens und Sinusformeln. Jede Farbe hat demnach eine andere Wellenlänge. Nun hat man nichts gefunden, in was die Wellen auftauchen können außer einfach Raum, auch leerer Raum, also Vakuum.

Man hat gefolgert, dass es eine elektromagnetische Welle ist, so wie Radiowellen aber mit wahnsinnig hoher Frequenz, so um die 1 000 000 000 000 000 Schwingungen pro Sekunde ( $10^{15}$  Hz).

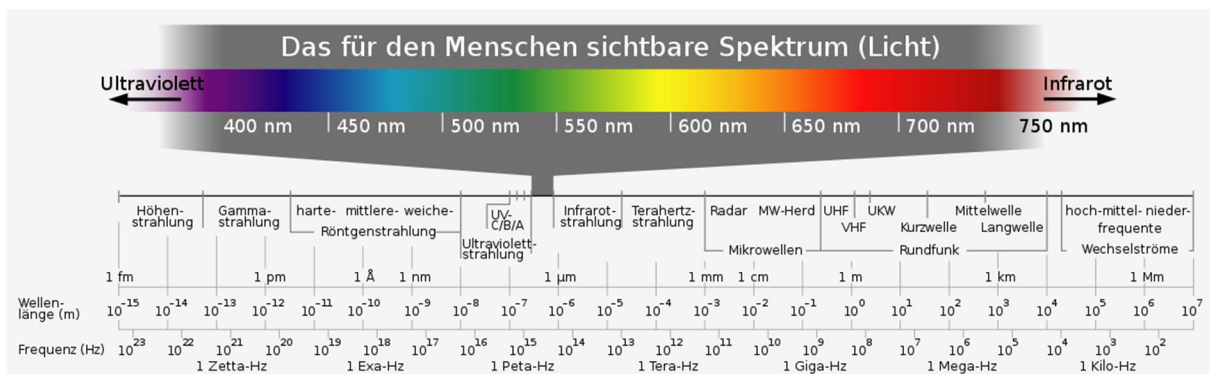


Abbildung 1: Spektrum der elektromagnetischen Strahlung

Nun gibt es ein Problem. Schaust Du auf ein fotografisches Negativ durch ein Mikroskop, so siehst du folgendes Bild links:

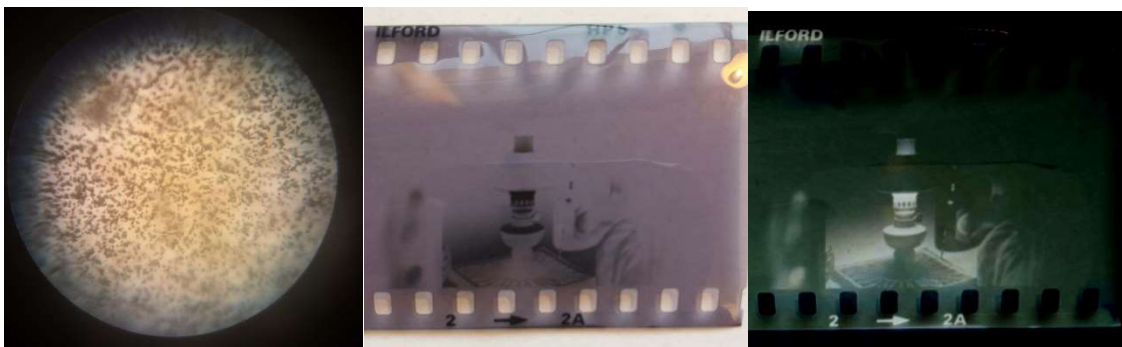


Abbildung 2: links Negativ unter dem Mikroskop, mitte das Negativ, rechts mit umgedrehter Helligkeit

Ein Schwarzweißfoto besteht aus lauter kleinen Silberkörnchen in einer Gelatineschicht. Sie sind so klein, dass man sie mit bloßem Auge nicht erkennt und wirken schwarz. Bei manchen sehr grobkörnigen Bildern sieht man sie allerdings auch mit bloßem Auge. Sie sind bei wenig Helligkeit aufgenommen.

Auf dem Film befindet sich Silberbromid oder Silberchlorid. Das ist lichtempfindlich. Wird nämlich ein Film belichtet, so wird an den Stellen mit Helligkeit vereinzelt das Silberbromid zersetzt und Silber ausgeschieden. Und zwar umso mehr, je heller es ist. Die Silberkörnchen sind zunächst viel zu klein, wenn der Film noch nicht entwickelt ist, sieht man nichts, es sei denn, man belichtet stundenlang. In

den Anfangstagen mussten die Personen dann auch lange stillsitzen, mit Kopfstützen. Das war eine Geduldsprobe.

Schließlich erfand man das Entwickeln: Im Entwickler wird noch mehr Silberbromid umgesetzt und das abgeschiedene Silber lagert sich an den Körnchen an und diese wachsen, bis eine zunehmende Schwärzung entsteht. Da wo es hell war, wird das Negativ nun dunkel. Bei wenig Licht gibt es wenig Körnchen. Man entwickelt länger und die Körnchen werden größer, es sind aber weniger: das Bild ist grobkörnig.

Reines Silberbromid wird nun allerdings nicht von rotem Licht mit großer Wellenlänge zersetzt, die Chemiker sagen reduziert. Auch nicht, wenn man es heller und heller macht. Sogenannte panchromatische Filme wurden deshalb mit speziellen Stoffen lichtempfindlich auch für rotes und gelbgrünes Licht gemacht.

Warum gibt es ein Problem mit der Welle. Willst du, dass eine Welle stärkere Wirkung hat und mehr Energie transportiert, kannst du sie einfach größer machen. Man steigert die Intensität. Das nützt bei rotem Licht nichts. In einer Dunkelkammer zum Entwickeln von Papierbildern kann man ruhig rotes Licht anschalten. Kleinste Intensitäten von blauem Licht schwärzen aber sogleich das Fotopapier. Die punktuelle Wirkung von Licht ist also von der Wellenlänge abhängig. Diese punktuelle Wirkung nennt man nun ein Photon.

Jetzt greifen wir wieder zu einem Vergleich: ein Modell, dass erstmal nichts mit Licht zu tun hat, aber sich teilweise so verhält.

Eine Welle kann ein Haus am Strand wegschwemmen, wenn man sie nur hoch genug macht. Es kommt auf die Intensität an. Das macht Licht nicht.

Ein einzelnes Geschoss kann eine Wand durchdringen, wenn es nur schnell und schwer genug ist, auch wenn es klein ist. Schaumgummibälle können das nicht, selbst wenn man ganz viele nimmt. Licht verhält sich also wie Teilchen, schwächere für Rot und stärkere für Blau, wenn es chemische Bindungen auflöst oder Elektronen aus Metallen freisetzt. Es wirkt wie ein kleines Partikel oder Korpuskel, ein winziges Teilchen. Man nennt es Teilchennatur.

Jetzt hat man zwei Modelle, die unterschiedliche Eigenschaften haben:

1. Die Welle bei der Ausbreitung
2. Das Teilchen bei der Wirkung

Darüber war man zunächst sehr unglücklich. Was soll jetzt gelten?

Morgen lösen wir den Widerspruch.

Bildernachweis:

Abbildung1: By Horst Frank - Horst Frank and Jailbird,original SVG version:

<http://www.zeitmaschinisten.com/svg/Spektrum.svg>, CC BY-SA 3.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=556405>

Lizenz

[https://commons.wikimedia.org/wiki/Commons:GNU\\_Free\\_Documentation\\_License,\\_version\\_1.2](https://commons.wikimedia.org/wiki/Commons:GNU_Free_Documentation_License,_version_1.2)

Abbildung2: Vom Autor Florian Schulz