

Die Ursache der Farben von Stoffen

Licht

Es ist bis heute nicht klar, was Licht wirklich ist. In einigen Experimenten misst man eine Energiestrahlung, die auf magnetische als auch auf elektrisch geladene Körper wirkt. Weil die auf diese Körper wirkende Kraft periodisch schwankt, spricht man von einer elektromagnetischen Welle. In anderen Experimenten verhält sich Licht wie ein Teilchenstrahl. Lichtteilchen werden Photonen genannt. Die Geschwindigkeit von Licht ist in jedem Fall ca. 300'000'000 m/s.

Frequenz und Wellenlänge

Frequenz [f] (Schwingungen pro Sekunde) und Wellenlänge [λ] (Distanz zwischen zwei Wellenbergen) stehen zueinander in folgender Beziehung:

$$\lambda = \frac{300'000'000}{f}$$

Die Energie des Lichtes

Licht kann unterschiedliche Energien besitzen. Als elektromagnetische Welle hängt seine Energie von der Anzahl Schwingungen ab, die die Welle pro Sekunde ausführt (Frequenz). Eine hohe Frequenz bedeutet hohe Energie. Es gibt elektromagnetische Wellen, die eine noch höhere Energie besitzen als sichtbares Licht. Dazu gehört die UV-Strahlung oder die Röntgenstrahlung. Weniger Energie als sichtbares Licht besitzen die Wärmestrahlung (Infrarot) oder die Radiowellen. Auch sichtbares weisses Licht ist nicht von einheitlicher Energie. Sichtbare elektromagnetische Wellen von unterschiedlicher Energie unterscheidet unser Auge durch die Farbe des Lichts. Sichtbares weisses Licht enthält alle Farben. z.B.

hohe Energie

mittlere Energie

niedrige Energie

Die drei Grundfarben

Die farbempfindlichen Zellen unseres Auges erkennen nicht alle Farben des Lichtes, sondern nur Grün, Blau und Rot. Das Gehirn kann aber durch Kombination der drei Farben alle anderen Farben erzeugen. Man nennt diese drei Farben deshalb Grundfarben. Alle drei Grundfarben zusammen ergeben weiss.

Komplementärfarben

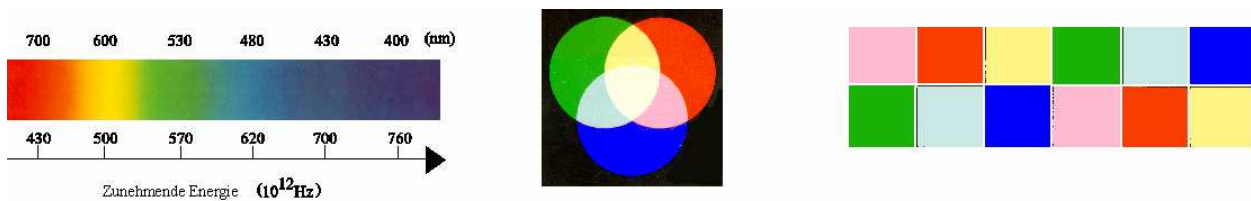
Zwei Lichtfarben, welche zusammen weiss ergeben, nennt man Komplementärfarben. Ist eine der Komplementärfarben zugleich Grundfarbe, so muss die andere aus einer Mischung der beiden verbleibenden Grundfarben bestehen. Komplementärfarben liegen im Farbkreis einander gegenüber.

Viele Erkenntnisse über den Aufbau der Elektronenhülle von Stoffteilchen erhält man über die Messung der Farbe von Stoffen.

Farben sind eng verknüpft mit Licht. Ohne Licht keine Farben. Tatsächlich sind alle Stoffe im Dunkeln farblos. Werden sie mit einem farbigen Licht beleuchtet, haben sie nicht die gleiche Farbe wie in weissem Sonnenlicht. Ein rot-violetter (magenta) Stoff, mit grünem Licht bestrahlt, ist schwarz! Offenbar "verschluckt" ein rot-violetter Stoff grünes Licht.

In einem Regenbogen ist sehr schön zu sehen, dass weisses Sonnenlicht aus vielen verschiedenen Farben zusammengesetzt ist. Es enthält unter anderen auch die grüne Farbe. Wird diese grüne Farbe, welche für den Weisseindruck des Sonnenlichtes notwendig ist, entfernt, dann verbleiben alle anderen Lichtfarben, welche zusammen aber Magenta ergeben.

Ein magenta farbener Gegenstand muss folglich aus weissem Sonnenlicht den grünen Anteil absorbieren ("aufnehmen"). Der Rest des einfallenden Lichtes wird als Magenta reflektiert. Licht ist eine Form von Energie, wobei die verschiedenen Farben unterschiedliche Energien besitzen. Violett ist die energiereichste, Rot die energieärmste sichtbare Farbe. Noch energiereicher als Violett ist Ultraviolett. Diese Farbe können wir mit unseren Augen aber nicht mehr wahrnehmen. Das gesamte Farbspektrum mit den relativen Energien der Farben:



Ein Stoff, der blaues Licht absorbiert, benötigt die Lichtenergie des blauen Lichtes, um Elektronen von einer besetzten Schale in eine unbesetzte Schale zu befördern, die noch weiter vom Kern entfernt ist. Wenigstens energetisch verhalten sich die Elektronen wie Satelliten auf einer Umlaufbahn. Je grösser die Distanz zum Kern ist, um so energiereicher das Elektron. Eine Lichtabsorption findet dann statt, wenn die Energie des Lichts (bestimmte Farbe) genau der Energiedifferenz zwischen der besetzten Schale und einer unbesetzten Schale entspricht. Bei den meisten Stoffteilchen ist diese Energiedifferenz so gross, dass sie keiner Farbe aus dem sichtbaren Spektrum entspricht. Der Stoff absorbiert dann UV-Licht. Uns erscheint er farblos, weil vom sichtbaren weissen Licht nichts fehlt. Bei glatter Oberfläche (Glas) durchdringt das Licht den Stoff ungehindert, er erscheint uns farblos/transparent. Weiss erscheint er uns, wenn eine rauhe Oberfläche oder viele kleine Körnchen das Licht in alle möglichen Richtungen reflektieren. Der angeregte Zustand des Stoffteilchens ist natürlich kein stabiler. Über kurz oder lang fällt das Elektron in seine angestammte Schale zurück. Dabei wird die aufgenommene Energie meistens als Wärme wieder freigesetzt (schwarze Körper erwärmen sich im Licht stärker als weisse). In einigen Fällen wird jedoch die überschüssige Energie in Form von Licht abgegeben. Man unterscheidet dabei zwischen den beiden folgenden Erscheinungen:

Fluoreszenz: Nach der Lichtabsorption springt das Elektron unter Aussenden von Licht sofort wieder in seine angestammte Schale zurück;

Phosphoreszenz: Der Übergang vom angeregten Zustand in den Grundzustand ist behindert und findet erst nach einiger Zeit (bis Stunden) statt.

In beiden Fällen entspricht die Farbe des abgestrahlten nie der Farbe des absorbierten Lichtes, weil das Elektron über mehrere Zwischenstufen zurück in den Grundzustand fällt.