

Name	OSZ-Körperpflege Wilmersdorf		Klasse:
	Physik: 4. Fachsemester	Skript zum Thema Optik (Teil II)	Datum:

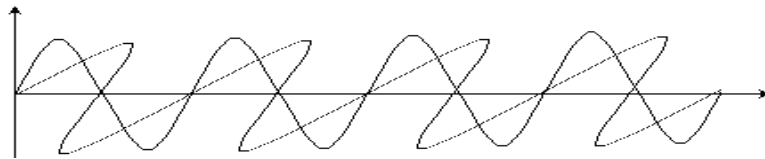
Optik

Das Wesen des Lichtes

I. Licht besteht aus Wellen.



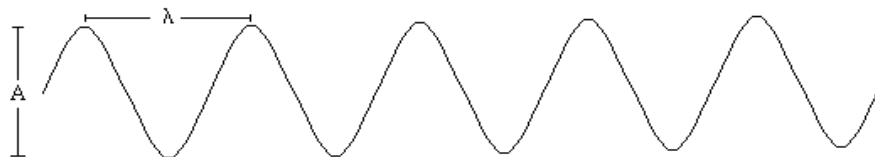
Natürliches Licht schwingt in vielen unterschiedlichen Schwingungsebenen.



Polarisiertes Licht hat nur eine Schwingungsebene.

Man erzeugt es z.B., indem natürliches Licht durch einen Polarisationsfilter geschickt wird.

Meßgrößen der Lichtwelle:



Die Amplitude (A)

ist die maximale Auslenkung einer Schwingung der Lichtwelle - vom tiefsten Punkt (Wellental) bis zum nächst gelegenen höchsten Punkt (Wellenberg).

Die Wellenlänge λ (Lambda)

ist die Länge einer Schwingung der Lichtwelle z.B. von einem Wellenberg bis zum nächsten.

Die Frequenz ν (Nü)

ist die Anzahl der Schwingungen in einer vorbestimmten Zeiteinheit, z.B. die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde
 $\Rightarrow \left[\frac{1}{s} \right]$

Mathematische Beziehungen der Meßgrößen zueinander

Der Betrag der Lichtenergie ist von dessen Frequenz abhängig!

$$E \sim \nu$$

Licht hoher Frequenz (z.B. Violett) hat damit eine größere Energie als Licht geringer Frequenz (z.B. rot). In der Zahntechnik verwendet man Strahlung besonders hoher Energie (UV = Ultraviolett $\Rightarrow$ noch höhere Frequenz als violettes Licht)

Durch Einfügung des Proportionalitätsfaktors h wird aus der Proportionalität eine Gleichung:

$$= h \cdot \nu$$

h ist das sogenannte
Größe hier keine Rolle spielt.

Plancksche Wirkungsquantum - es ist ein Festwert, dessen

Wellenlänge und Frequenz des Lichtes sind einander umgekehrt proportional!
(Je kleiner die Wellenlänge, desto größer die Frequenz)

$$\nu \approx \frac{1}{\lambda}$$

Auch hieraus wird wieder eine Gleichung, wenn ein Proportionalitätsfaktor eingefügt wird.
In diesem Falle ist der Faktor die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum c .

c hat den Wert 300000 $\frac{km}{s}$

Die daraus erhaltliche Formel lautet also:

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

II. Licht besteht aus Wellen.

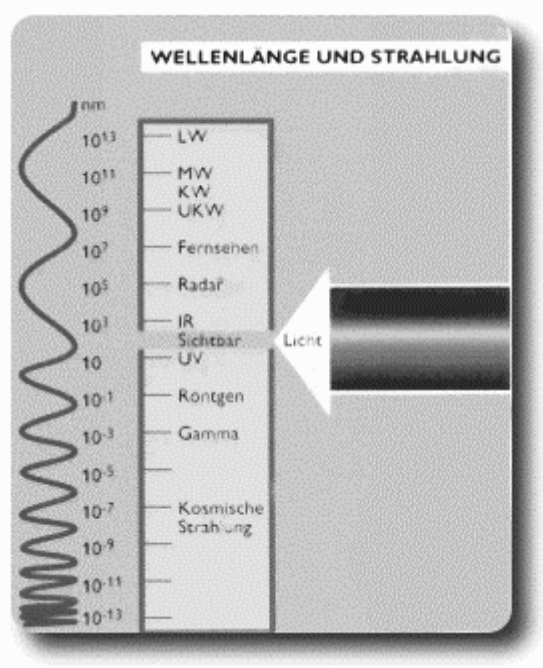
Die Lichtteilchen (=Lichtquanten) werden z.B. von einem chemischen Stoff ausgesendet, der vorher durch Energie in einen „angeregten Zustand“ versetzt wurde. Bei der Anregung (z.B. in einer Bunsenbrennerflamme) wird ein Elektron von seiner normalen Schale auf eine höhere Schale angehoben. Im Bruchteil einer Sekunde fällt es wieder zurück und sendet dabei die überschüssige Energie in Form eines Lichtquants einer ganz charakteristischen Farbe aus.

Licht hat **gleichzeitig!** Wellennatur und Teilchennatur. Man spricht vom **Welle-Teilchen-Dualismus**, eine Tatsache, die man nicht verstehen kann. Je nach Verhalten des Lichts wendet der Naturwissenschaftler das eine oder das andere Modell an.

Grundlagen der Farbenlehre

Natürliches Licht ist nicht nur ein Gemisch von Wellen unterschiedlicher Polarisationssebenen sondern auch unterschiedlicher Wellenlängen. Die **Wellenlänge bestimmt die Farbe** des Lichtes.

Das sichtbare Licht ist allerdings nur ein kleiner Ausschnitt aus dem großen Spektrum elektromagnetischer Strahlung. Bei nicht sichtbarer Strahlung (z.B. UV-Strahlung) darf man nicht von Licht sprechen. Licht ist nur der sichtbare Ausschnitt aus dem Spektrum!



Funktion eines Prismas

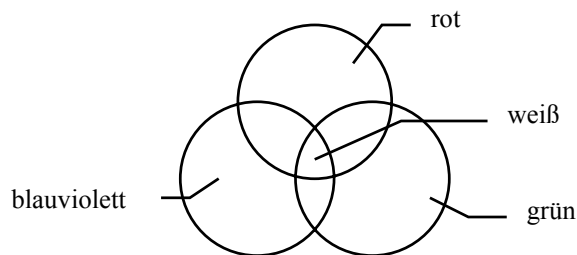
Licht unterschiedlicher Wellenlänge wird im gleichen Medium verschieden stark gebrochen, langwelliges Licht (z.B. rot; ca. 700nm) weniger stark als kurzwelliges (z.B. blau; ca. 400nm). Durch die Form des Prismas wird das Lichtspektrum gespreizt.

Farbmischung

Man unterscheidet **additive** und **subtraktive** Farbmischung.

Additive Farbmischung

Die Mischung aller Wellenlängen des natürlichen Lichts ergibt weiß. Das Spektrum des weißen Lichts läßt sich in die 3 Grundfarben-Blöcke rot, blau und grün zerlegen, die durch Überlagerung (Addition) wieder weiß ergeben.



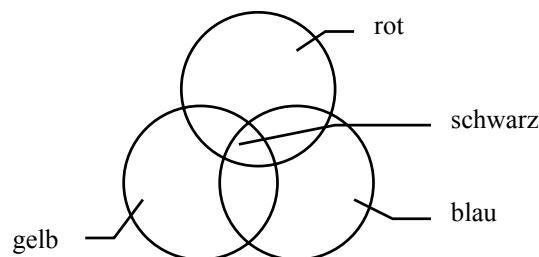
So entsteht auch das Fernsehbild aus 3 Strahlen in den Grundfarben. Durch Mischung in der richtigen Farbindensität sind alle natürlichen Farben erreichbar.

Wie entsteht die Farbe eines Körpers?

Farbige Körper absorbieren einen Teil des Lichtspektrums. Es erscheint der restliche Anteil des Spektrums, die **Komplementärfarbe** (=Gegenfarbe). Ein Körper, der das gesamte Lichtspektrum absorbiert, erscheint schwarz.

Subtraktive Farbmischung

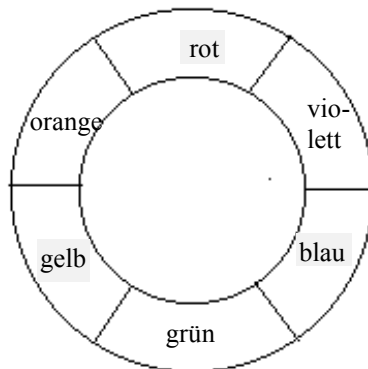
Die 3 Grundfarben rot, blau und gelb entstehen durch Absorption je eines Teils des Lichtspektrums; überlagert absorbieren sie alles $\Rightarrow$ schwarz



Farbkreise

Der Goethesche Farbkreis

Goethe war nicht nur literarisch ein großer Geist seiner Zeit, sondern er hat sich auch intensiv mit den Naturwissenschaften und anderen Geisteswissenschaften beschäftigt. Neben vielen Reisebeschreibungen und kristallographischen Betrachtungen hat sich besonders seine **Farbenlehre** bis in die heutige Zeit gehalten, ja man kann sagen, **sie ist die Grundlage der heutigen Farbskalen.**



Die Farben rot, gelb und blau sind die Grundfarben des Goetheschen Farbkreises. Sie werden **Primärfarben** genannt. Zwischen diesen stehen die jeweiligen Mischfarben, die **Sekundärfarben**, die sich immer aus 2 Primärfarben ergeben. Die im Farbkreis gegenüberliegenden Farben sind **Komplementärfarben**.

Es existieren viele weitere mögliche Farbkreise, die jedoch grundsätzlich auf demselben Aufbauprinzip beruhen!

Der Farbraum

Farbdimensionen (Farbqualitäten)

Der Farbkreis berücksichtigt nur eine Farbdimension – den Farbton. Farben setzen sich jedoch aus insgesamt 3 Dimensionen zusammen:

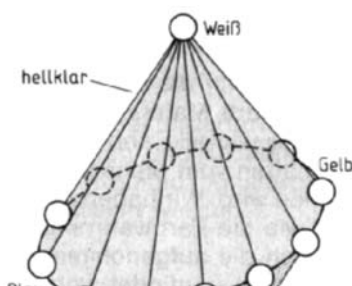
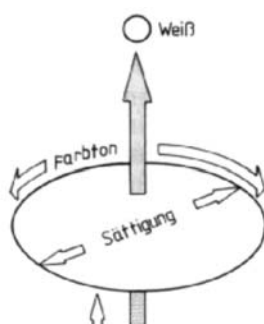
- dem Farbton
- der Farbhelligkeit
- der Farbintensität

Definitionen:

Farbton: Empfindungsqualität, mit der dem Beobachter die entsprechende Wellenlänge der sichtbaren elektromagnetischen Strahlung bewußt wird. Ein Farbton (rot, grün, orange etc.) existiert nur durch die Empfindung eines Beobachters!

Farbhelligkeit: Gibt den Weiß- bzw. Schwarzanteil einer Farbe an.

Farbintensität: Gibt die Reinheit bzw. Stärke eines Farbtons an. Die Farbintensität ist vergleichbar mit der Konzentration eines wasserlöslichen Farbstoffes in einem wassergefüllten Behälter.



Aus dem prinzipiellen Schema lassen sich unterschiedliche Farbraummodelle entwickeln. Im Vitapan 3-D-Master-System wird zum Beispiel der Farbraum als Kugelraum dargestellt.

Optische Effekte am Zahn

Transparenz:	= Durchscheinbarkeit = Verhältnis von durchscheinendem Licht zum gestreuten Licht
Transluzenz:	= Lichtdurchlässigkeit (trans = hindurch; Lux = Licht)
Opaleszenz:	= Streuung von Licht in trüben Material langwelliges (rotes, gelbes) Licht wird weniger gestreut als kurzwelliges (blaues, violettes) Licht. $\Rightarrow$ Körper (z.B. Zahn) wirkt gelb-rötlich bei Betrachtung gegen das Licht Beim Zahn: Schmelz opalisiert
Fluoreszenz:	Umwandlung von kurzwelliger (unsichtbarer) UV-Strahlung in langwelliges (sichtbares) blaues Licht $\Rightarrow$ der Körper erscheint bei UV-Bestrahlung bläulich Beim Zahn: Dentin fluoresziert
Opazität:	= Lichtundurchlässigkeit (Kehrwert der Transparenz)
Phosphoreszenz:	= verzögerte Abgabe von Licht nach Bestrahlung (Nachleuchten im Dunkel) Beim Zahn: Dentin phosphorisiert (wenig)
Luminiszenz:	= Leuchten eines Stoffes / Körpers durch Umwandlung anderer Energieformen in Licht (Leuchten „aus eigener Kraft“)

Beispiele:

Elektroluminiszenz	(z.B. Glühlampe, Glimmlampe)
Photoluminiszenz	(durch elektromagnetische Strahlung)
Radioluminiszenz	(durch Radioaktivität)
Reibungsluminiszenz	(beim Zerstören bestimmter Kristalle)
Chemiluminiszenz	(z.B. Phosphor)
Beachte: Phosphor phosphorisiert nicht	
Bioluminiszenz	(Glühwürmchen, Leuchtkäfer)

Farbe und Temperatur

Jeder warme Körper ($T \neq 0$) strahlt elektromagnetische Wellen ab. Die Wellenlänge der abgegebenen Strahlung nimmt mit der Temperatur des Körpers ab ($\Rightarrow v \uparrow$). Beginnend mit einer bestimmten Temperatur liegt die Wellenlänge des abgestrahlten Lichtes im sichtbaren Bereich.

Schwarzer Strahler

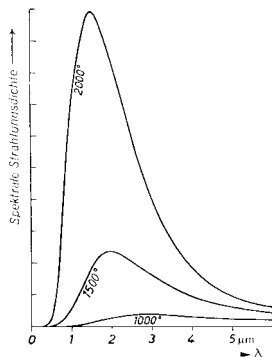
Körper, der die gesamte auftreffende Lichtstrahlung absorbiert und keine Strahlung reflektiert ist schwarz. Trotzdem strahlt dieser Körper AKTIV Wärmestrahlung ab – Er wird daher auch als SCHWARZER STRAHLER bezeichnet.

Die Energie und damit die Frequenz der Wärmestrahlung eines schwarzen Strahlers hängt nur von seiner Temperatur ab. Man kann einem Farbton daher auch eine Temperatur in K zuordnen, die sogenannte FARBTEMPERATUR.

Ein schwarzer Körper sendet nie Licht genau einer Wellenlänge aus sondern ein Frequenzspektrum mit mehr oder weniger großer Bandbreite.

Definition der Farbtemperatur

Diejenige in Kelvin gemessene Temperatur des schwarzen Körpers, bei der die Farben (genauer die Helligkeitsverhältnisse der Wellenlängen im sichtbaren Licht) des schwarzen und des untersuchten Körpers gleich sind. Die wirkliche Temperatur eines reflektierenden Körpers weicht immer von der Farbtemperatur ab.



Abhängigkeit der
Strahlungsdichte und –frequenz
von der Temperatur eines
schwarzen Strahlers