

## Licht und Farbe

### I) Entstehung des Lichtes

#### **T** Was ist Licht ??

Diese Frage prägte und prägt seit Jahrhunderten die Arbeit von zahllosen Theoretikern und Experimentalphysikern ebenso wie die von Philosophen !

Der Streit, ob Welle oder Teilchen, hatte seine Ursache in einer zu stark vereinfachenden Sicht der Dinge und wird heute als mehr oder weniger beigelegt betrachtet. Wir in der Welt des Makrokosmos verwenden je nach Erscheinung jenes Modell, welches das Phänomen am einfachsten beschreibt !

Licht entsteht in Form von Einzelphotonen in der Hülle von Atomen beim Übergang eines Elektrons auf ein niedrigeres Energieniveau ( → Teilchenmodell ! ).

Die Energiedifferenz zwischen den beiden Niveaus wird in Form eines Photones abgestrahlt und es gilt die Beziehung  $E = h \cdot f$  ( → Wellenmodell ! ).

Der Eindruck "**Farbe**" ist zwar zum Teil von der Frequenz der Photonen abhängig, entsteht aber ausschließlich im Gehirn des Betrachters ! Der Eindruck ist daher von Mensch zu Mensch ( aber auch von Auge zu Auge ! ) mehr oder weniger unterschiedlich ! ( → "Auge", NWL 6 )

**E1** Schließe die vorliegenden 12 V - Leuchtstoffröhren an den Trafo an  
**Achtung** : Vorschaltgerät verwenden, 12 Volt !!

**F1** Nenne mindestens 3 verschiedene Alltagsprozesse, bei denen sichtbares Licht freigesetzt wird :

.....  
.....  
.....

### II) Spektrum und Spektralanalyse

**T** Die Summe sämtlicher Photonen / Frequenzen, die ein Atom abstrahlen kann, nennt man **Emissionsspektrum** und dieses ist für jedes Element spezifisch und einzigartig ! Ebenso kann das Element ( gilt auch für Moleküle ) genau diese Frequenzen auch dadurch absorbieren, dass Elektronen auf höhere Energieniveaus gehoben werden. Bestrahlt man also ein Element ( Molekül ) mit weissem Licht, fehlen diese Frequenzen im durchgehenden Licht und es entsteht ein **Absorptionsspektrum**.

Mit Hilfe der sogenannten **Spektralanalyse** kann man daher Elemente ( Moleküle ) eindeutig identifizieren ( Chemie, Astronomie, .... ).



Spektralanalysen kann man auf **zwei Arten** durchführen:

### **a) Brechung im Prisma**

Unterschiedliche Frequenzen ( Wellenlängen, Farben ) werden unterschiedlich stark gebrochen. Daher entsteht beim Durchgang des Lichtes durch ein Prisma ein aufgefächertes Spektrum.

- E2** Betrachte ein beliebiges leuchtendes Objekt durch das bereitliegende Geradsichtprisma. Versuche anschließend, mit Hilfe des zur Verfügung stehenden großen Kunststoffprismas und des Overheadprojektors einen "Regenbogen" an die Saaldecke zu projizieren.

**Skizziere den Strahlengang auf der Rückseite !**

- F2** Welche Farbe wird am stärksten gebrochen ?      Antwort : .....

### **b) Beugung am Gitter**

Trifft Licht auf ein Spaltgitter, entsteht durch die Welleneigenschaften des Lichtes auf Grund von Beugung und Interferenz hinter dem Gitter ein Streifenmuster aus hellen Maxima und dunklen Minima, die für jede Wellenlänge jeweils eine andere Lage haben. Dadurch kommt es, ausgehend von einem weissen Hauptmaximum, beiderseits zur Ausbildung von aufgefächerten und auswertbaren Spektren.

Es gilt die Beziehung  $\sin \alpha = \frac{n \cdot \lambda}{d}$  für die jeweiligen Maxima

$n$  = Ordnungszahl,  $d$  = Gitterkonstante ( d.h. Abstand der Gitterspalten )

- E3/P** Zerlege mit Hilfe der zur Verfügung stehenden Schülerübungsgeräte ( Lampe, Schlitzblende, Gitter mit 300 Strich/mm, Schirm, Stativmaterial, Maßband ) in einem laut Vorlage aufgebauten Experiment weisses Licht in Spektralfarben. Ermittle die Wellenlängen einiger wichtiger Farben des Spektrums und berechne mit  $c = \lambda \cdot f$  auch die jeweils dazugehörenden Frequenzen !

Rot:  $\lambda = \dots\dots\dots$        $f = \dots\dots\dots$

Grün:  $\lambda = \dots\dots\dots$        $f = \dots\dots\dots$

Blau:  $\lambda = \dots\dots\dots$        $f = \dots\dots\dots$



**E4** Betrachte die bereitliegenden Leuchtstoffröhren durch das Strichgitter, durch das Geradsichtprisma oder durch ein Handspektroskop ( Selbstbausatz von AstroMedia; [www.astromedia.de](http://www.astromedia.de) ).  
Gib jeweils Farbe und Wellenlänge von 2 wichtigen Anteilen an:

a) Weiße Röhre: .....

b) Gelbe Röhre: .....

c) Blaue Röhre: .....

### **III) Farbmischung**

**T** Man unterscheidet sogenannte Spektralfarben und Mischfarben sowie zwei grundsätzlich verschiedene Mischverfahren - die additive und die subtraktive Farbmischung.

Es gibt mehrere Gründe für die Farben von Stoffen, die nicht selbst leuchten :  
Selektive Absorption und Reflexion, Brechung, Beugung, Interferenz, optische Aktivität, Polarisation, .....

**E/P** Führe folgende Experimente im Stationsbetrieb durch und halte deine Beobachtungen und Antworten in einem Sammelprotokoll fest !

**E5** Bestimme mit Hilfe des aufgebauten Experimentes Wellenlänge und Frequenz des vorliegenden Laserlichtes.

$\lambda =$  .....

$f =$  .....

**E6** Gib die beiden bereitliegenden Gitter abwechselnd zwischen den beleuchteten Spalt und dessen scharfer Abbildung am Schirm. Erkläre die Beobachtung mit Hilfe einer geeigneten Skizze ! Mit welcher Formel kann man die Erscheinungen berechnen ?

**E7** Führe mit dem vorhandenen Computerprogramm ( Java - applet ) Simulationsversuche zu den beiden Arten der Farbmischung durch. Schreibe die drei Grundfarben der additiven und subtraktiven Farbmischung in dein Sammelprotokoll.



- E8** Untersuche mit Hilfe der aufgebauten Anordnung, welche der vorliegenden Materialien optisch aktiv sind. Untersuche auch beliebige andere Materialien. Was bedeutet dieser Begriff eigentlich ?
- E9** Beschreibe die vorgezeigten Experimente "Schattenfarben" und "Polarisationsfarben" sowie die Ursachen deiner Beobachtungen.
- E10** Betrachte eine Kante des Fensterrahmens und den Rand eines färbigen Papierblattes durch ein Prisma. Beschreibe deine Beobachtungen im Protokoll.

Für eine brauchbare Erklärung gibt es **Zusatzpunkte !**

