



Arbeitsblatt Zu Nr. __2_a	Untere Atmosphäre (Troposphäre)	Klasse / Kurs	Datum
	Stoffe, Licht und Spektroskopie	Name	

Der Zusammenhang von Licht, Absorption und Farbe



Sichtbares Licht ist elektromagnetische Strahlung in einem bestimmten Wellenlängenbereich. Es besteht aus winzigen "Energiepaketen", den Lichtquanten oder Photonen. Entsprechend der Wellenlänge enthalten die Lichtquanten eine bestimmte Energie.

Treffen je gleich viele Lichtquanten aller sichtbaren Wellenlängen auf unser Auge, so sehen wir weißes Licht. Desgleichen sieht ein Körper weiß aus, wenn er alle Lichtquanten weißen Lichtes gleichmäßig reflektiert.

Mit Hilfe eines Prismas oder eines optischen Gitters (ganz viele dünne parallel liegende Linien, z.B. einer CD) können die Wellenlängen in unterschiedlichen Winkeln durchgeleitet bzw. reflektiert werden. Wir sehen dann ein Spektrum, in dem alle Farben nach Energiegehalt sortiert nebeneinander liegen.

Wird aber ein Teil des Lichtes bestimmter Energie absorbiert, so sehen wir die komplementäre Farbe des absorbierten Lichtes.

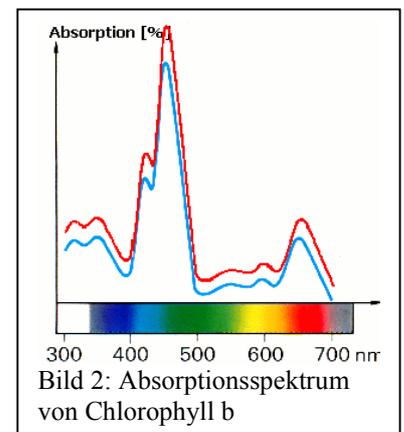
A1 Ordnen Sie den jeweiligen Spektren die entsprechend sichtbare Farbe zu.

Spektren	Resultierende Farbe
rot gelb grün blau violett	Weiß
	Gelb
	Orange
	Rot
	Purpur
	Blau
	Grün

IR | 700 | 600 | 500 | 400 nm | UV

Viele Stoffe in der Natur erscheinen uns farbig, doch die meisten absorbieren in mehreren Wellenlängenbereichen und dort auch noch unterschiedlich stark. (Siehe Bild 2) Die Absorptionsspektren sind stoffspezifisch und ermöglichen uns deren Identifizierung. Dennoch sind manchmal 2 Stoffproben, die dieselben Inhaltsstoffe besitzen, in der Farbhelligkeit unterschiedlich.

A2 Stellen Sie eine These auf, woran der "Helligkeitsunterschied" der zwei Proben liegen könnte, begründen Sie die These und skizzieren Sie ein etwas "dunkleres" Chlorophyll b Spektrum in Bild 2 hinein.



Wenn in der Probe die Konzentration des gelösten absorbierenden Stoffes größer ist, als in der anderen, so werden auch mehr Lichtquanten von derselben Wellenlänge absorbiert. Da an der anderen Seite aus der Probe somit weniger Lichtquanten austreten, wirkt die Probe dunkler.



Arbeitsblatt Zu Nr. 2__b	Untere Atmosphäre (Troposphäre)	Klasse / Kurs	Datum
	Stoffe, Licht und Spektroskopie	Name	

Grundlagen der Spektrometrie

Technisch wird die Spektroskopie verwendet, um Stoffe zu identifizieren. So kann man die verschiedenen Stoffe im Labor mit einem Photometer (auch Spektrometer genannt) untersuchen, um sie dann in Satellitenmessungen der Erdatmosphäre wiederfinden zu können. (Siehe im Internet bei Espere im Bereich "Untere Atmosphäre/Mehr/1.Oxidation/Messtechnik" darin das Atmosphären-Spektrum der GOME Satelliten.)

Die Laborgeräte sind entsprechend des Schemas von Bild 3 aufgebaut:

Bild 3: Aufbau eines Photometers

A: Lichtquelle; **B:** Monochromator (Prisma oder optisches Gitter); **C:** Blende; **D:** Küvette mit der zu untersuchenden Probe; **F:** Photosensor; **G:** Messverstärker mit geeichter Anzeige und Angabe der EXTINKTION (Auslöschung)

I_0 : Lichtintensität vor der Probe
 I : Lichtintensität nach der Probe

Der Messwert EXTINKTION (**E**) gibt das Verhältnis der durchgelassenen (I) zur ankommenden (I_0) Lichtintensität an. Je nach Gerät und Einstellung erfolgt die Messwertangabe in Prozent oder logarithmisch.

$$E = \lg \frac{I_0}{I} \quad \left| \quad E = \frac{I_0 \cdot 100}{I} \%$$

An einem Photometer sind oft viele Parameter einstellbar. So kann man zwischen verschiedenen Lampen wählen, besonders bei den Geräten, die auch im UV-Bereich messen können. Die Öffnungsweite der Blende, die Stellung des Monochromators (und damit die gemessene Lichtfarbe), die Probentemperatur, und die Messverstärkung sind einstellbar. Die Schichtdicke der Probe lässt sich durch Verwendung von Küvetten unterschiedlicher Geometrie verändern. Sie bleibt aber bei baugleichen Küvetten konstant.

- A3 Was muss im Photo-(Spekto-)meter ganz exakt und kontinuierlich verstellt werden, um ein Spektrum, wie es im Bild 2 dargestellt ist, aufzunehmen? Begründen Sie Ihre Aussage:

Die Stellung des Monochromators muss dazu ganz exakt und kontinuierlich verstellt werden, damit die Absorption aller Wellenlängen des Lichtspektrums nacheinander gemessen werden kann.

Die Wissenschaftler Johann Heinrich Lambert (1728-1777) und August Beer (1825-1863) fanden bei photometrischen Messungen das nach Ihnen benannte LAMBERT-BEERSCHE GESETZ:

$$E = \varepsilon \cdot d \cdot c$$

E : Extinktion; **ε :** molarer Extinktionskoeffizient (Stoffkonstante, die abhängig von der eingestellten Wellenlänge und vom eventuell vorhandenen Lösungsmittel ist.); **d :** Schichtdicke der durchstrahlten Probe; **c :** Konzentration der absorbierenden Substanz in der Probe.

- A4 Interpretieren Sie Ihre These aus Aufgabe 2 unter Berücksichtigung des Lambert-Beerschen Gesetzes. Welche Proportionalität zur Extinktion lässt sich experimentell herstellen und nutzen?

Die These ist eigentlich bestätigt. Sie muss jedoch hinsichtlich der Schichtdicke erweitert werden. Bei konstanter Schichtdicke d (festgelegt durch die Küvette) ist die Extinktion ("Dunkelheit") proportional zur Konzentration. (ε ist eine Konstante.) Diese Proportionalität lässt sich experimentell leicht herstellen und nutzen.

- A5 Diskutieren Sie Ihre Ergebnisse aus den Aufgaben A3 und A4!