

Science Escape Game

Vorwort: Dieses Dokument ist ein kleines Escape Game Spiel für zu Hause. Ihr bekommt eine Challenge, die ihr im Team oder allein errätseln könnt. Weiter unten findet ihr mögliche Lösungen für die Challenge. Das Physik-Schullabor der Universität Hamburg, Light & Schools, und der Exzellenzcluster CUI: Advanced Imaging of Matter wünschen viel Spaß beim Experimentieren!

Dein Vorbild, Prof. Lisa Kareem, will demnächst eine Assistenz einstellen und du möchtest diese Stelle natürlich unbedingt haben. Nur wenn du dieses Rätsel löst, darfst du überhaupt auf eine Einladung zum Vorstellungsgespräch hoffen!

Finde heraus, wie sich die Regenbogenfarben des weißen Lichtes der Sonne oder einer Lampe sichtbar machen lassen. Sei kreativ und versuche Haushaltsgegenstände zu benutzen. Es gibt verschiedene Lösungswege.

Mögliche Lösung Nr. 1:

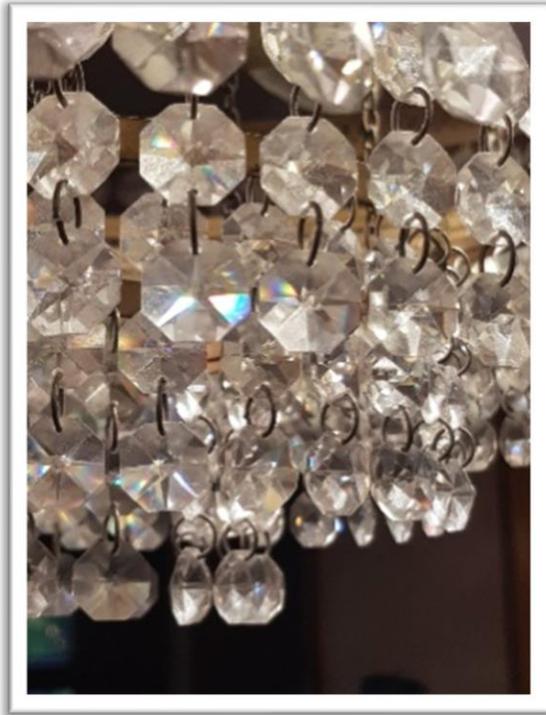


Abbildung 1: Aufspaltung des weißen Lichtes in seine Farben mit Hilfe eines Glaskörpers (UHH/Light & Schools, B. Besner)

Wenn du weißes Licht durch einen Glaskörper, wie dem aus der Abbildung 1, sendest werden die Regenbogenfarben sichtbar. Um zu verstehen, wie das möglich ist, schaue dir Abbildung 2 an. Wenn Licht sich von einem optisch dünneren Medium in ein optisch dichteres Medium bewegt, z.B. von Luft in Glas, dann werden die verschiedenen Farben des Lichtes unterschiedlich abgelenkt. Der Grund hierfür ist, dass sich die unterschiedlich farbigen Lichtstrahlen mit verschiedenen Geschwindigkeiten im Glas ausbreiten. In dem Beispiel in Abbildung 2 ist rotes Licht schneller als blaues Licht. Die Natur hat es so eingerichtet, dass beide gleichzeitig unten ankommen. Deswegen wird das blaue Licht stärker abgelenkt als das rote Licht. In der Fachsprache heißt dieses Phänomen **Lichtbrechung**.

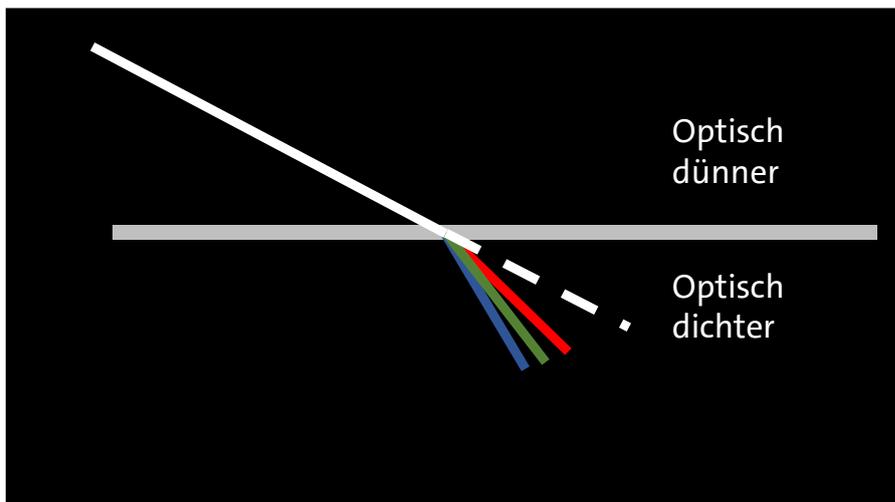


Abbildung 2: Prinzip der Lichtbrechung. Weißes Licht wird in seine Bestandteile aufgeteilt. (UHH/Light & Schools, B. Besner)

Mögliche Lösung Nr. 2:

Wenn du mit Wasser und Seife Seifenblasen erzeugst und auf diese weißes Licht fallen lässt, so entsteht hier ein Regenbogeneffekt, wie er in Abbildung 3 zu sehen ist. Die Erklärung dafür ist etwas komplizierter. Um das zu verstehen, müssen wir Licht als eine Welle beschreiben. Wieso wir Licht als eine Welle beschreiben können, kann z.B. im Doppelspaltexperiment erkundet werden. In Abbildung 4 ist gezeigt, wie Licht als Strahl oder als Welle beschrieben wird.



Abbildung 3:
 Aufspaltung des weißen Lichtes in seine Farben mit Hilfe einer Seifenblase.
 (UHH/Light & Schools, F. Teutloff)

Rotes Licht
 beschrieben als....

Strahl



Welle von
 der Seite
 angeschaut



Welle von
 oben
 angeschaut
 (Der Strich
 zeigt einen
 Wellenberg)

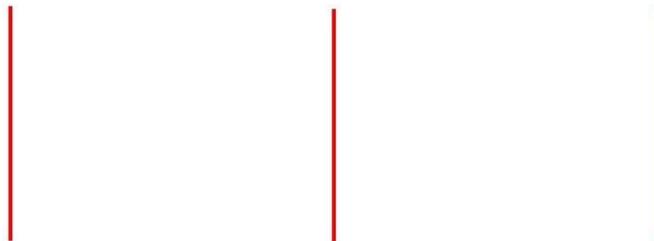


Abbildung 4: Beschreibung von Licht (UHH/Light & Schools, B. Besner)

Die Seifenblasen haben außen einen dünnen Film, welcher wenige Nanometer bis mehrere Mikrometer dick ist¹. Um zu verstehen, wie die Regenbogenfarben durch die Seifenblase entstehen, betrachten wir Abbildung 5.

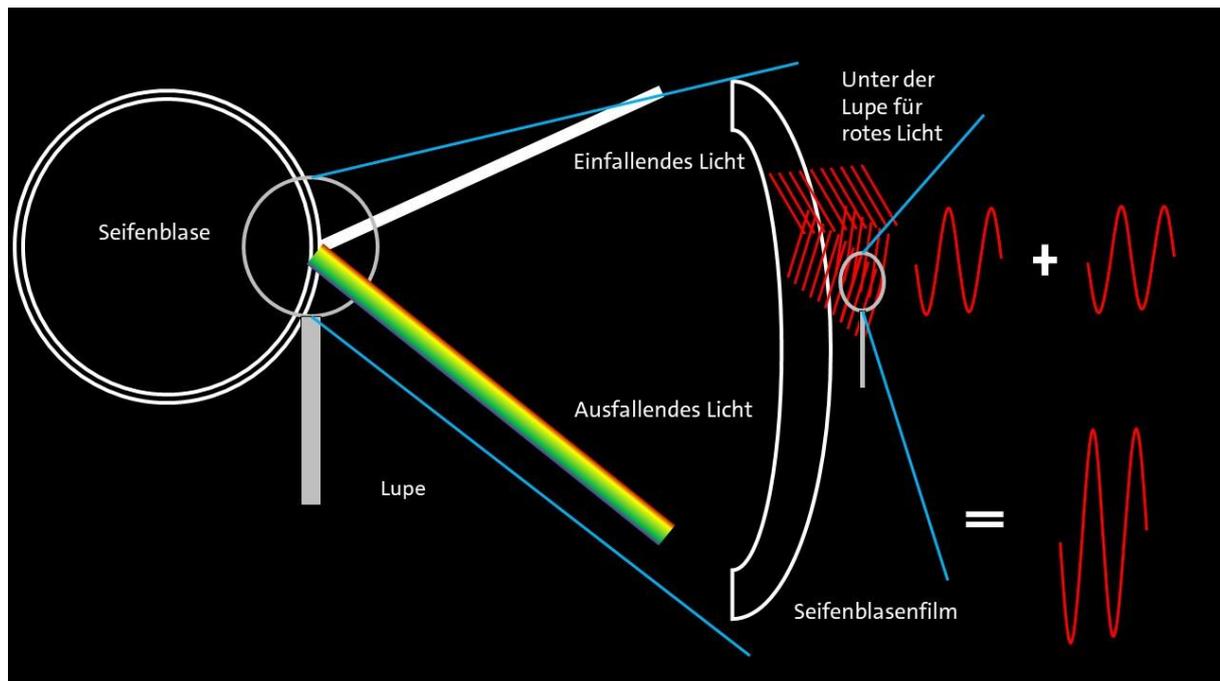


Abbildung 5: Überlagerung des Lichtes nach der Reflexion am Seifenblasenfilm. Auf der rechten Seite ist schematisch die gegenseitige Verstärkung von zwei roten Lichtwellen gezeigt (UHH/Light & Schools, B. Besner)

Trifft die Lichtwelle auf den Film, so entstehen neue Wellen an der Vorder- und Rückseite des Films. Betrachten wir das Aufeinandertreffen der beiden Wellen unter der Lupe, z.B. für rotes Licht, so sehen wir, dass sich diese Lichtwellen verstärken können. Diese Verstärkung passiert für die unterschiedlichen Farben an verschiedenen Stellen. Dadurch erscheint die Seifenblase, je nachdem von wo wir sie anschauen, in anderen Farben. Vielleicht wundert ihr euch, warum ihr keine Farben seht, wenn ihr die Blase von vorne anschaut. Das liegt daran, dass das Licht, welches direkt durch die Blase geht, viel heller ist als das Licht, welches an dem Film entsteht. Somit überdeckt in diesem Fall das weiße Licht die Farben¹.

¹ Vgl. Ralf Stannarius; Die Physik der Seifenblasen; Physik Journal 16; 2017; Nr. 12; S. 46; Copyright Wiley-VCH GmbH. Reproduced with permission.

Mögliche Lösung Nr. 3:



Abbildung 6: Aufspaltung des weißen Lichtes in seine Farben mit Hilfe einer CD. (UHH/Light & Schools, F. Teutloff)

Lässt man Licht auf die Rückseite einer CD, DVD oder Blu-Ray Disk fallen und schaut im richtigen Winkel darauf, werden die Regenbogenfarben, wie in Abbildung 6 gezeigt, sichtbar. Die Aufspaltung in die Farben wird durch die vielen Rillen in der CD verursacht.

In Abbildung 7 ist dargestellt, was passiert, wenn grünes Licht auf eine CD trifft. An den Erhöhungen und Vertiefungen der CD, hier in grau dargestellt, entstehen neue Wellen. Die Wellenberge sind in grün und die Täler in schwarz gezeichnet. (Bei den Kreisen handelt es sich also nicht um eine CD, sondern um Wellen.) In der Fachsprache sprechen wir von **Beugung**, wenn wie hier eine Welle auf ein Objekt trifft und dort eine neue Welle entsteht. Dabei muss das Objekt in der Größenordnung der Wellenlänge sein. In Abbildung 7 ist die Beugung an zwei Erhöhungen der CD exemplarisch aufgezeigt. Mit den roten Strichen sind zwei Stellen markiert, an denen sich die Lichtwellen gegenseitig verstärken. Der Ort der abgelenkten Linie hängt von der Farbe des Lichtes ab. Somit findet eine derartige Verstärkung für verschiedene Farben an unterschiedlichen Orten statt. Das Regenbogenmuster bei der Betrachtung der CD wird also durch die gegenseitige Verstärkung von Lichtwellen erzeugt.

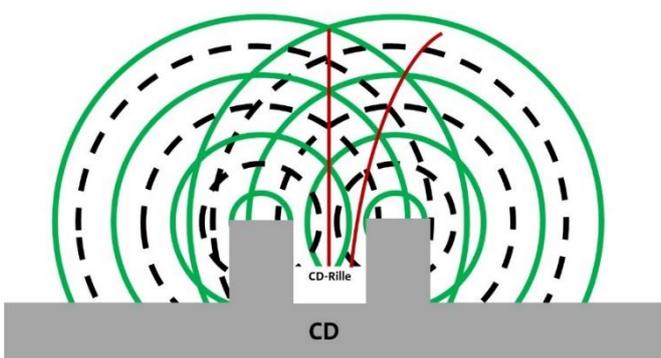


Abbildung 7: Überlagerung der grünen Lichtwellen an der CD. Die CD ist in grau dargestellt. Die grünen Kreise markieren die Wellenberge und die schwarzen die Wellentäler. Die roten Linien zeigen eine Verstärkung an. (UHH/Light & Schools, B. Besner)

In Abbildung 8 ist dieses verdeutlicht. Sonnenlicht fällt auf die CD und wir können bei einer Betrachtung der CD von der Seite die unterschiedlichen Farben beobachten.

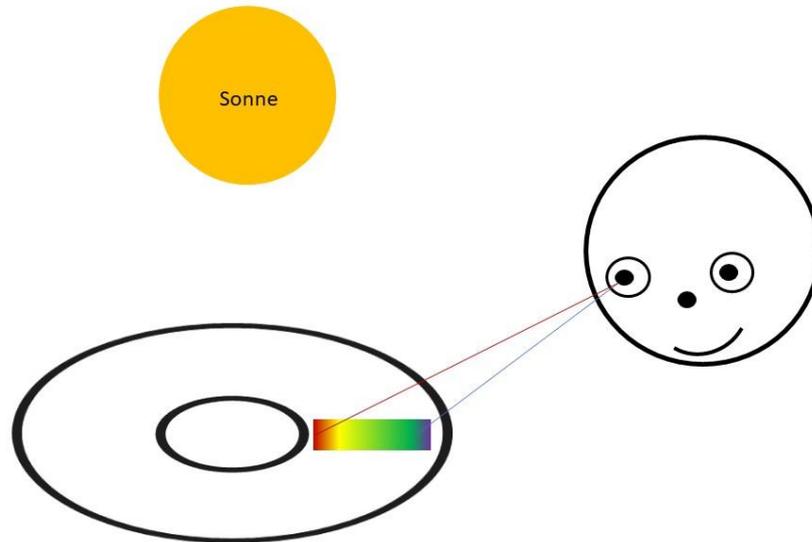


Abbildung 8: Das Licht der Sonne trifft auf die CD. Durch die Beugung an der CD wird das Farbmuster sichtbar.² (UHH/Light & Schools, B. Besner)

Hierbei handelt es sich nur um drei von vielen weiteren Möglichkeiten, weißes Licht in die Regenbogenfarben aufzuspalten. Wenn du einen anderen Weg gefunden hast, versuche einzuordnen, ob es sich um Brechung, Beugung oder einen ganz anderen Effekt handelt.

Science Escape Game

Kontakt: Eileen Schwanold (eileen.schwanold@uni-hamburg.de), Bastian Besner (bbesner@physnet.uni-hamburg.de) und Felix Teutloff

² Angelehnt an Prof. Dr. Dieter Heuer, Andreas Reiser und Oliver Gößwein; ChemgaPedia; http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ph/14/ep/einfuehrung/wellenoptik/interferenz2.vlu/Page/vsc/de/ph/14/ep/einfuehrung/wellenoptik/i2_gitter3.vscml.html (abgerufen am 18.03.2021); Copyright Wiley-VCH GmbH. Reproduced with permission.