

Was passiert mit einem Lichtstrahl, wenn er auf Wasser trifft?

1. Das Phänomen!

Jemand steht hinter einem wassergefüllten Glasgefäß und wenn wir daran vorbei gehen passiert etwas Seltsames. Der Teil der Person hinter dem Wasser verschiebt sich stärker als der Rest des Körpers, der über das Gefäß hinausragt. Obwohl wir die Person ganz sehen scheint es, als ob dieser Teil herausgeschnitten wäre. Je nachdem von wo wir schauen, sehen wir dieses Stück nach links oder rechts versetzt.

2. Der Versuchsaufbau!

Licht ist unsichtbar. Darum bauen wir uns einen Versuch auf, mit dem wir das Licht sichtbar machen können.

- Wir erzeugen einen Lichtstrahl:

Wir verwenden aus unserem Experimentierkasten die Lampe und eine Sammellinse an der wir die Schlitzblende befestigen. Das alles setzen wir auf eine Schiene, so dass sich der Aufbau gut ausrichten lässt. Und Strom brauchen wir natürlich auch!

- Wir machen den Lichtstrahl sichtbar:

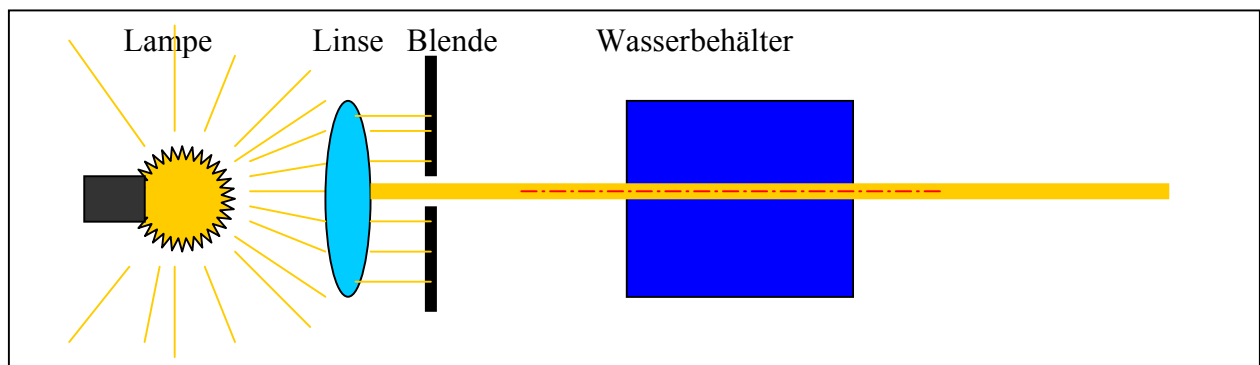
Hinter der Blende befestigen wir den Experimentiertisch und sofort sehen wir einen schmalen Lichtstreifen darauf. Das ist unser Lichtstrahl. Auf den Tisch, mitten in den Lichtstrahl, stellen wir einen kleinen Wasserbehälter. Weil das Wasser darin gelb gefärbt ist sehen wir den Lichtstrahl auch im Wasser.

3. Das Experiment!

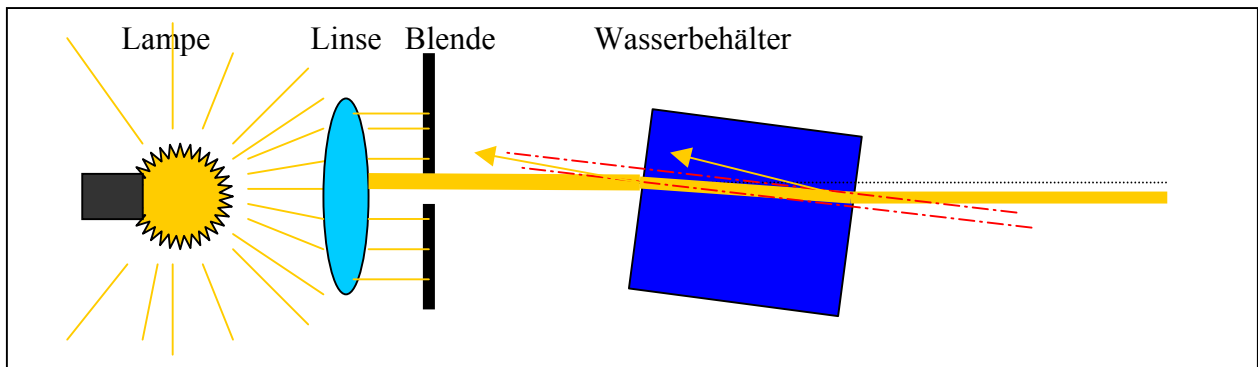
Jetzt tun wir etwas. Wir bewegen den Wasserbehälter ein wenig hin und her oder verdrehen ihn. Wir verändern die Versuchsbedingungen, aber nur an dieser Stelle.

Wir beobachten was passiert.

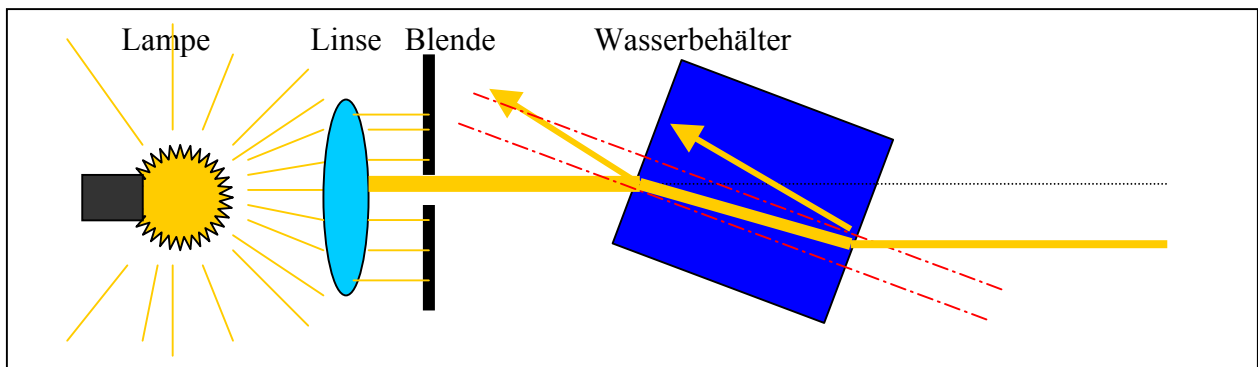
- Wenn der Lichtstrahl genau von vorne auf den Wasserbehälter trifft, dann passiert gar nichts. Das Licht geht einfach durch. Es verläuft immer geradlinig.



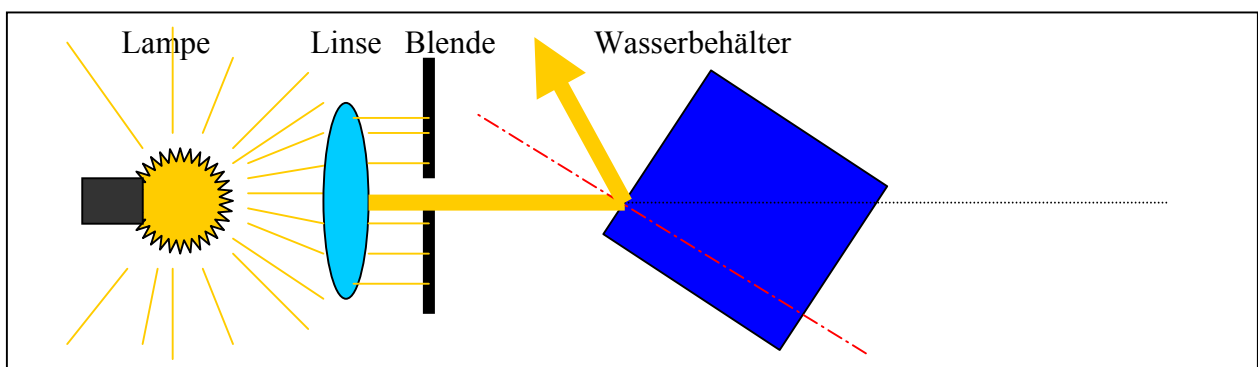
- Wenn wir den Wasserbehälter leicht drehen beobachten wir gleich mehreres:
 1. Der Lichtstrahl macht einen leichten Knick und zwar genau an der Grenze zwischen der Luft und dem Wasser.
 2. Im Wasser verläuft der Lichtstrahl schnurgerade. Er macht also keinen Bogen.
 3. Wo der Lichtstrahl den Wasserbehälter wieder verlässt wird er auch geknickt. Diesmal aber in die andere Richtung.
 4. Hinter dem Wasserbehälter verläuft der Lichtstrahl genau in die gleiche Richtung wie vor dem Behälter. Das Besondere ist, dass der Lichtstreifen etwas versetzt ist.



- Wenn wir den Wasserbehälter etwas weiter drehen sehen wir folgendes:
 1. Der Lichtstrahl wird an der Grenzfläche zwischen Luft und Wasser stärker gebrochen. Der Knick wird also größer.
 2. Der Lichtstreifen hinter dem Behälter verläuft immer noch parallel zu unserer Markierung. Er ist aber noch ein Stück weiter zur Seite verschoben.
 3. Wo der Lichtstrahl gebrochen wird bemerken wir jetzt auch, dass ein Teil des Lichtes reflektiert. Es fällt auch auf, dass der Lichtstrahl hinter dem Wasserbehälter blasser ist als vor dem Behälter.



- Wenn wir den Wasserbehälter noch weiter drehen, wird das ganze Licht reflektiert. Es tritt also kein Licht mehr in das Wasser ein.



4. Die Beobachtung!

Wenn man so ein Experiment macht wird einem oft vieles klar. Man sieht was passiert. Um das Phänomen zu verstehen muss man aber selber nachdenken. Um richtig überlegen zu können macht man sich am besten noch mal klar, was alles von Bedeutung ist.

- Wasser und Luft sind durchsichtig.

Der Physiker sagt: „Wasser und Luft sind lichtdurchlässige Medien.“

- Wasser ist dicker als Luft.

Der Physiker sagt: „Wasser ist verglichen mit Luft das optisch dichtere Medium.“

- Der Knick des Lichtstrahls entsteht genau an der Grenze zwischen Luft und Wasser.

Der Physiker sagt: „Das Licht wird an der Grenzfläche von zwei unterschiedlich dichten, optischen (lichtdurchlässigen) Medien gebrochen.“

- Der Lichtstrahl wird nur gebrochen, wenn er schräg auf die Grenzfläche zwischen Luft und Wasser auftrifft. Wenn der Lichtstrahl schräger auftrifft wird er stärker gebrochen.

Der Physiker sagt: „Je größer der Einfallswinkel des Lichts, desto stärker ist die Lichtbrechung.“

- Beim Wiederaustritt des Lichtstrahls aus dem Wasser verläuft er parallel zum ursprünglichen Verlauf. Die Richtung ist gleich wie vor dem Behälter aber der Lichtstreifen ist etwas zur Seite versetzt.

Der Physiker sagt: „Der Einfallswinkel ist gleich groß wie der Ausfallswinkel.“

5. Die Erklärung!

Können wir uns jetzt erklären, wieso uns ein Teil der Person verschoben erscheint?

So richtig noch nicht, oder? Aber wir haben ein paar Hinweise, die uns zum Nachdenken anregen.

- Der Lichtstrahl wird etwas verschoben, wenn der Wasserbehälter schräg zum Lichteinfall steht. Genau so wird auch der Teil der Person hinter dem Aquarium verschoben, aber nur wenn wir nicht direkt von vorne schauen.
- Je weiter seitlich wir stehen, desto weiter zur Seite verschoben erscheint uns dieser Teil der Person. Das stimmt mit der Beobachtung überein, dass der Lichtstrahl stärker gebrochen wird wenn der Wasserbehälter schräger steht.
- Dass der Lichtstrahl genau parallel zur ursprünglichen Richtung verläuft ist auch wichtig. Wäre das nicht so, dann würden wir den verschobenen Teil nur sehr verzerrt sehen oder könnten ihn gar nicht mehr als Teil der Person erkennen.
- Steht der Wasserbehälter sehr schräg, kann der Lichtstrahl die Grenzfläche nicht mehr durchdringen. Das Licht wird vollständig gespiegelt. Auf der Aquariumwand spiegelt sich also ein Teil des Raumes, der auf unserer Seite des Aquariums liegt. Das beobachtet man auch an einem See, in dem sich die Wolken spiegeln.

6. Was habe ich gelernt?

Manchmal glaubt man, dass man gar nichts verstanden hat. Dieses Problem stellt sich allen denkenden Menschen. Man lernt und studiert und merkt dann hinterher, dass alles nur noch komplizierter wird. Das stimmt aber gar nicht. Ein kluger Mensch wird dadurch erst richtig neugierig. Er merkt wie interessant die Welt um ihn herum ist. Und er stellt weitere Fragen.

Weil sich niemand die Welt als ganzes erklären kann ist es wichtig nur einen kleinen Teil davon anzuschauen. Wir haben auch nur einen bestimmten Teil untersucht. Natürlich will nicht jeder Physiker werden. Manche finden ganz andere Sachen spannend, sogar Mathematik. Für diejenigen aber, die es wissen wollen haben wir noch ein paar Anregungen.

Was erforschen wir zuerst?

Wir haben uns einen Versuch aufgebaut. Aber sehen wir da überhaupt das was wir sehen wollen? An unserem Phänomen war doch gar keine Lampe beteiligt? Das stimmt. Und das ist auch schon die erste Überlegung.

- Wir haben an die Stelle der Person hinter dem Aquarium einfach eine Lampe gesetzt. Weil das nicht genau das gleiche ist, mussten wir in unserem Experiment eine Linse verwenden. Dadurch verlaufen die Lichtstrahlen die vorher in alle Richtungen gestrahlt haben jetzt parallel. Wir haben also ein Lichtbündel.

- Mit der Schlitzblende haben wir das Lichtbündel verändert. Man kann sich so vorstellen, dass man nur einen einzigen Lichtstrahl hat. Dabei vereinfachen wir Physiker. Wir haben ein Modell mit dem sich unser Phänomen einfacher erklären lässt.
- Der Wasserbehälter hat das Phänomen hervorgebracht. Darum untersuchen wir den natürlich ganz gründlich. Wir schauen also zuerst, wie sich der Lichtstrahl verhält wenn kein Wasserbehälter im Weg steht. Dann vergleichen wir das mit unserer Beobachtung wenn der Lichtstrahl auf das Wasser trifft. Wir haben also an einer Stelle in unserem Versuchsaufbau etwas verändert.
- Das machen wir gleich noch einmal. Wir verändern wieder nur an einer Stelle etwas. Wir bewegen den Wasserbehälter. Dadurch können wir beobachten, wie sich diese Veränderung auswirkt.
- Weil wir durch diese Veränderung etwas beobachten das mit dem Phänomen in Zusammenhang stehen könnte, interessiert uns diese Stelle natürlich ganz besonders.

Wie könnten wir weitermachen?

Ein paar Möglichkeiten wie man weiter forschen kann. Für Erklärungen ist hier aber nicht der richtige Platz.

- Wir können statt dem Wasserbehälter auch ein Stück Glas nehmen. Das sollte aber zuerst die Form des Wasserbehälters haben, nämlich rechteckig \square . Dadurch verändern wir das Medium und behalten die Form. Wir sollen ja nur eine Bedingung ändern.
- Jetzt kann man untersuchen welche Bedeutung die Form des Behälters hat. Weil in unseren Experimentierkästen Glaskörper mit verschiedenen Formen sind nehmen wir natürlich die. Wir beobachten den Verlauf des Lichtstrahls in dreieckigen Δ , linsenförmigen $()$, konvexen $|)$ und konkaven $|($ Glastäfelchen. Dabei lässt sich viel erkennen. Manches was vorher vermutet werden musste wird so erfahrbar.
- Es ist auch eine gute Idee unsere Schlitzblende umzudrehen, weil wir auf der gegenüberliegenden Seite drei Schlitze haben. Mit drei parallelen Lichtstrahlen lässt sich vieles entdecken.

Was wollten wir eigentlich erforschen?

Diese Frage ist gar nicht so blöd! Wussten wir den schon am Anfang was wir untersuchen oder ist uns das erst im Laufe des Experimentierens klar geworden.

- Wieso untersuchen wir eigentlich einen Lichtstrahl. Am Anfang hatten wir doch nur das Phänomen mit dem verschobenen Bild.
- Was ist eigentlich ein Bild. Ist das was wir sehen wirklich? Kann man es anfassen oder auf einem Foto festhalten?
- Wenn wir etwas betrachten, was passiert den da? Wie sehen wir? Ist unser Auge wie ein Laser, der unsere Umgebung abtastet? Sendet der Gegenstand den wir sehen Licht aus?

Sind wir durch unsere Experimente dümmer geworden?

Hast du bemerkt, dass wir jetzt viel mehr Fragen haben wie am Anfang? Sind wir durch lernen dümmer geworden? Vielleicht haben wir gar nichts gelernt und uns nur verwirrt?

- Vorher haben wir das Phänomen überhaupt nicht bemerkt. Zumindest haben wir uns nicht darüber gewundert. Sich wundern hat schon etwas mit einem kleinen Wunder zu tun. Die Welt ist für uns zu einem geheimnisvollen Ort geworden.
- Wir können uns das Phänomen nicht genau erklären. Aber wir haben bestimmte Bedingungen erkannt unter denen etwas Ähnliches immer passiert. Wir können jetzt schon Vermutungen anstellen, wann etwas Derartiges vorkommt und in Zukunft noch genauer hinschauen.
- Wenn wir ein anderes Phänomen beobachten das mit Licht zu tun hat dann können wir vielleicht auf unsere bisherigen Beobachtungen zurückgreifen.
- Vielleicht haben wir vorher gar nicht gewusst, dass wir etwas nicht wissen. Weil wir das jetzt aber wissen, wissen wir schon ein bisschen mehr. Allein schon dadurch haben wir etwas gelernt.

Ein Experiment zur Lichtbrechung

- Nimm einen kleinen Topf oder eine große Tasse (die Seiten müssen undurchsichtig sein und der Boden flach).
- Lege ein Geldstück in den Topf, ganz nahe an den Rand.
- Stelle den Topf in die Nähe einer Lampe und zwar so, dass der Schatten des Topfrandes das Geldstück gerade bedeckt.
- Wenn du jetzt Wasser einfüllst wandert der Schatten etwas zurück und das Geldstück wird angeleuchtet (zumindest teilweise).

Mach doch ein Rätsel daraus.

Frage ein paar Freunde: „Wer kann das Geldstück ins Licht rücken, ohne den Topf oder die Lampe zu berühren?“

Fast das selbe Experiment

- Nimm nochmal den selben Topf (natürlich ohne Wasser).
- Lege wieder das Geldstück hinein. Auch wieder nahe an den Rand.
- Statt der Lampe gehst du jetzt mit deinen Augen in Position. Stelle dich so, dass du den Topfboden sehen kannst, das Geldstück aber gerade noch vom Topfrand verdeckt wird.
- Fülle jetzt Wasser ein (besser noch jemand hilft dir damit, weil du deine Position nicht verändern sollst).

Kannst du dir denken was passiert?

Fast schon ein Zaubertrick

- Nimm diesmal ein Glas (eine Flasche geht auch, nur durchsichtig muss sie sein).
- Stelle dein Glas auf ein Geldstück.
- Schau durch die Seite auf das Geldstück.
- Fülle jetzt Wasser ein.

Das Geldstück verschwindet!

Warum?

Warum ist es witzlos wenn man von oben schaut?