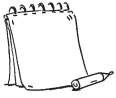




Raum mit guter Verdunkelungsmöglichkeit und ohne Rauchmelder (soweit möglich)



1 Laserpointer, 1 Nebelmaschine (alternativ: Kreidestaub oder Deo-Pumpzerstäuber)

Durchführung:

- Eine Frage, die nicht klar zu beantworten ist, wird gestellt.
- Es gibt kurz Zeit zum Nachdenken, wobei sich die Schüler nicht mit ihren Nachbarn austauschen sollen.
- Alle Schüler stimmen gleichzeitig ab (z. B. JA = linker Arm, NEIN = rechter Arm).
- Das Abstimmungsverhalten wird diskutiert.
- Die Frage wird so verändert, dass sie klar zu beantworten ist.

Beispiel:

- Die Frage lautet beispielsweise: „Ist Licht sichtbar?“ Diese Frage ist unsinnig, weil es gute Gründe für beide möglichen Antworten gibt. „JA“ ist sinnvoll, da Licht unter bestimmten Bedingungen wahrnehmbar ist; „NEIN“ ist bei IR- und UV-Licht korrekt.
- Die anschließende Diskussion kann um einen Gedanken erweitert werden: Mit einem Laserpointer wird an die Wand geleuchtet, mit der anderen Hand auf den (nicht sichtbaren) Strahl gedeutet. Hierzu kann die folgende Frage gestellt werden: „Befindet sich hier unter meinem Finger Licht?“
- Der Laserstrahl kann mit kleinsten Partikeln in der Luft sichtbar gemacht werden, z. B. mit einer Nebelmaschine, mit Kreidestaub oder mit fein zerstäubtem Wasser. Der Raum muss dafür jedoch gut abgedunkelt sein.
- Am Ende wird die ursprüngliche Frage konkretisiert: „Unter welchen Bedingungen können wir Licht wahrnehmen?“



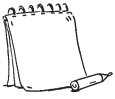
© Michael Pohl; MEV-Verlag

Weitere Hinweise:

- Beachten Sie die aktuell gültigen Sicherheitsregeln zum Einsatz von Lasern im Unterricht!
- Durch den Nebel könnte ein Rauchmelder ausgelöst werden!
- Mit diesem Einstieg wird eine hohe kognitive Aktivierung erreicht. Er ist gut geeignet, um das Vorwissen und die Vorstellungen der Schüler sichtbar zu machen.



Internet



1 Computer mit Beamer und Lautsprecher

Durchführung:

- Es wird ein Ausschnitt aus einem Film gezeigt, bei dem mithilfe eines Tricks ein Effekt gezeigt wird, der physikalisch nicht möglich ist.
- Es schließt sich eine Diskussion an, die den Effekt aus physikalischer Sicht erörtert.
- Für die Diskussion eignet sich z. B. ein Placemat: Die Schüler bilden Gruppen, notieren aber zunächst in Einzelarbeit ihre Gedanken auf je einer Seite eines Blattes. Daran schließt sich ein Austausch in der Gruppe an und die Formulierung eines gemeinsamen Ergebnisses. Dieses wird abschließend für die ganze Klasse präsentiert.

Beispiel:

- Es wird der Trailer eines Science-Fiction-Films gezeigt, in dem Laserschwerter zu sehen sind, z. B. Star Wars. Auch Laserstrahlen von kämpfenden Raumschiffen könnten zu sehen sein.
- Im Anschluss an den Filmausschnitt nimmt man in jede Hand einen Laserpointer und versucht den Kampf nachzustellen – verborglich versteht sich.
- Die Schüler diskutieren mithilfe eines Placemats, inwiefern der Film mit einer falschen Vorstellung von Licht und Sichtbarkeit arbeitet.



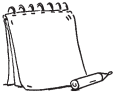
© Digipic; Fotolia.com

Weitere Hinweise:

- Beachten Sie die aktuell gültigen Sicherheitsregeln zum Einsatz von Lasern im Unterricht!
- Eine Internetrecherche mit den Begriffen „Star Wars Trailer“ liefert geeignete Filmausschnitte.
- Im Internet findet man zudem verschiedene Vorlagen für Placemats.



Raum mit Verdunkelungsmöglichkeit



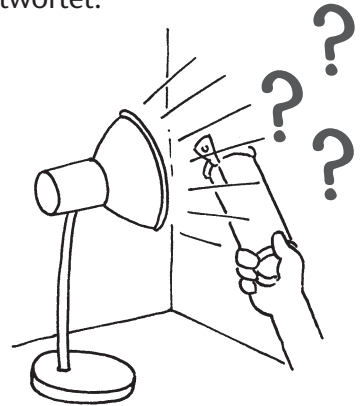
große Klebepunkte, 1 Lampe (z. B. Klemmspot), 1 Hindernis (z. B. Pappe am Stativ), Wollfäden

Durchführung:

- Es wird eine Frage gestellt.
- Die Schüler beantworten die Frage, indem sie einen Klebepunkt an der Tafel an eine bestimmte Stelle kleben.
- Das Abstimmungsverhalten wird in der Klasse diskutiert, die Schülervorstellungen werden so sichtbar gemacht.
- Die Frage wird beantwortet, z. B. mithilfe eines Versuchs.
- Die richtige Lösung wird plausibel gemacht und erklärt.

Beispiele:

- Die Frage lautet: „Wo entsteht der Schatten bei diesem Aufbau?“
- Der Versuch: Auf dem Pult sind eine nicht eingeschaltete Lampe und ein Hindernis (z. B. Stativ mit Kreis aus Pappe) so angeordnet, dass an der Tafel ein Schattenbild entstehen wird.
- Die Schüler kleben ihren Punkt an die Stelle, an der sie das Schattenbild vermuten.
- Die Frage wird durch Einschalten der Lampe beantwortet.
- Das Ergebnis wird plausibel gemacht, indem die Randstrahlen des Schattens mit Wollfäden von der Lampe über das Hindernis zum Schattenbild an der Tafel modelliert werden.
- Möglichkeit eines weiteren Versuchs (Schüler- oder Demonstrationsexperiment): Ein Hindernis wird in den Strahlengang einer Experimentierleuchte mit fünf Spaltöffnungen gebracht. Einzelne Lichtstrahlen treffen auf das Hindernis, andere gehen am Hindernis vorbei.

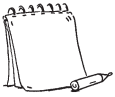


Weiterer Hinweis:

- Wollfäden lassen sich auch zur Erklärung anderer optischer Phänomene verwenden, z. B. bei der Bildentstehung an einer Blende (Lochkamera) oder bei weiteren Schattenbildern (vgl. Einstieg auf der nächsten Seite).



Raum mit Verdunkelungsmöglichkeit



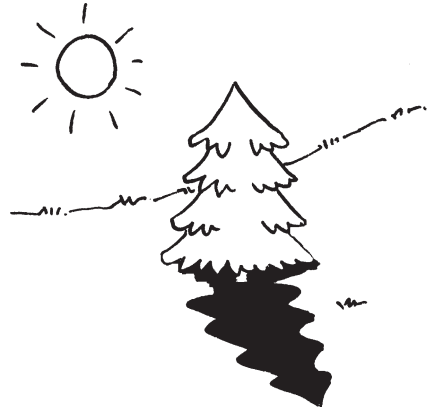
1 Foto zum Thema Schatten, Bauklötze, Teelichter, Wollfäden

Durchführung:

- Ein Foto wird kopiert und ausgeteilt (einmal je Gruppe).
- Zum Foto wird eine Frage formuliert.
Alternative: Die Frage schriftlich auf der Kopie notieren.
- Die Schüler diskutieren die Frage in Gruppen und entwickeln dafür einen Versuchsaufbau.
- Sie erstellen eine Skizze zur Erklärung des Phänomens auf der Modellebene.

Beispiele:

- 1) Das Foto zeigt die Mehrfachschatten von Fußballspielern. Als Frage eignet sich sehr gut eine unsinnige Frage (vgl. Einstieg „*Unsinnige Frage: Ist Licht sichtbar?*“), z. B. „Wie spät ist es?“. Die Frage lässt sich zwar nicht beantworten, sie regt aber dazu an, das Phänomen mit Teelichtern und Bauklötzen zu simulieren. Die Erklärung des Phänomens kann mit Wollfäden erfolgen (vgl. Einstieg „*Spielfilmausschnitt: Laserschwert*“).
- 2) Das Foto zeigt ein Kind bzw. einen Gegenstand mit sehr deutlichem Schattenwurf durch die Sonne. Auch hier eignet sich die unsinnige Frage „Wie spät ist es?“. Auf diese Weise lässt sich sehr gut das Vorwissen zum Sonnenstand in Abhängigkeit von Tages- und Jahreszeit aktivieren.



Weitere Hinweise:

- Bilder für das erste Beispiel findet man über eine Internetrecherche mit den Begriffen „Fußball Flutlicht“.
- Das zweite Beispiel greift Themen auf, die je nach Bundesland auch im Erdkunde- bzw. Geographieunterricht verankert sein können.



keine besonderen Voraussetzungen



4 Schuhkartons bzw. Kopierkartons, 4 Teelichter, Spiegel, Kamera

Durchführung:

- Der Versuchsaufbau wird gezeigt und erklärt.
- Zu dem Versuchsaufbau wird eine Frage oder eine Problemstellung formuliert.
- Es werden Vermutungen zu der Frage bzw. zu der Problemstellung gesammelt und an der Tafel festgehalten.
- Die Frage wird nicht gleich beantwortet, sondern es folgt ein Versuch, mit dem die Schüler die Frage selber beantworten können. Dieser wird nach Möglichkeit gemeinsam geplant.

Beispiele:

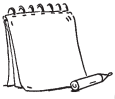
- (1) Auf dem Pult stehen vier Teelichter, verdeckt von beschrifteten Kartons (A–D). Eine Kamera ist auf einen Spiegel an der Tafel gerichtet, über den das Bild einer der vier Kerzen gesehen und projiziert wird. Nur diese Kerze brennt.
- Es werden Vermutungen geäußert, hinter welchem Karton sich die brennende Kerze befindet.
- Die Schüler erhalten Spiegel und Teelichter, um den Versuch nachzubauen.
- (2) Alternativ kann auch mit einer Taschenlampe auf den Spiegel geleuchtet werden. Setzt man einen Kamm in den Strahlengang, wird das Reflexionsgesetz gut sichtbar.
- Der Lichtweg an der Tafel kann mit einem Wollfaden dargestellt werden.

Weiterer Hinweis:

- Es sollte auf einen stabilen Aufbau und genügend Abstand von Flamme und Karton geachtet werden!



keine besonderen Voraussetzungen



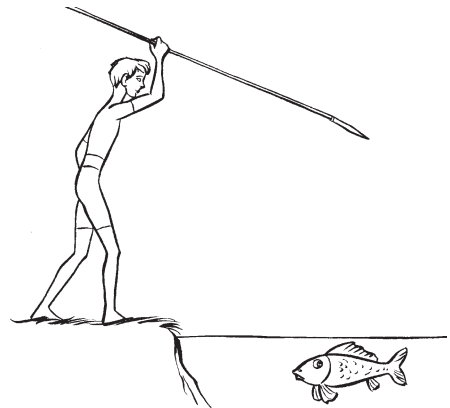
1 durchsichtige Glas- oder Kunststoffwanne (z. B. Küvette $30 \times 8 \times 15 \text{ cm}^3$), Wasser (ca. 10 cm hoher Wasserstand), Stativmaterial, 1 Rohr (ca. 20–30 cm lang, ca. 10 mm Innendurchmesser), 1 Rundholz (8 mm Durchmesser), Münzen

Durchführung:

- Es wird ein Versuchsaufbau gezeigt.
- Der Versuch bzw. der Versuchsaufbau wird in eine kleine Geschichte eingebettet und dabei durchgeführt.

Beispiel:

- Der Versuchsaufbau besteht aus einer mit Wasser gefüllten Wanne. Daneben steht ein Stativ, in dem ein Rohr eingespannt ist, sodass man durch das Rohr hindurch von oben in das Wasser sehen kann.
- Es wird eine Geschichte von Indianern erzählt, die mit Speeren Fische fangen. Da normalerweise keiner der Schüler indianische Vorfahren hat, wird mit Zielfernrohr gefischt. Auch die Fische sehen etwas anders aus, es sind Münzen.
- Die Versuchsdurchführung besteht daraus, dass ein Schüler das Stativ so verschiebt, dass die Münze in der Wanne (der Fisch) durch das Rohr am Stativ (das Zielfernrohr) zu sehen ist. Dann wird der Speer (das Rundholz) abgeschossen (durch das Rohr gesteckt). Wer es schafft, den „Fisch“ mit dem „Speer“ zu erlegen, darf ihn behalten. Sonst erhält der Lehrer den „Fisch“.

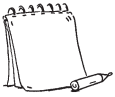


Weitere Hinweise:

- Je flacher der Winkel des Zielfernrohrs ist und je höher das Wasser steht, desto deutlicher verfehlt der Speer sein Ziel.
- In der Regel wird erst beim vierten oder fünften Versuch die Münze getroffen. Man kann daher bedenkenlos mit einer 2 €-Münze beginnen und die „Fische“ dann zunehmend kleiner werden lassen.



Raum ohne Rauchmelder



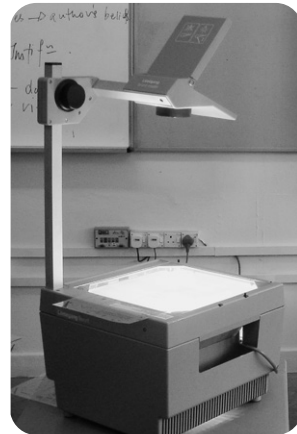
1 Tageslichtprojektor, 1 Zeitung

Durchführung:

- Es wird eine Quizfrage gestellt und vier mögliche Antworten werden zur Auswahl angegeben.
- Die Schüler tippen gleichzeitig, welche Antwort richtig ist. Dazu können z. B. farbige oder nummerierte Karten verwendet werden. Falls Bewegung gewünscht ist, können auch die vier Ecken des Klassenzimmers den Antworten zugeordnet werden.
- Die Quizfrage wird aufgelöst, am besten mithilfe eines Versuchs, der die Antwort gibt.

Beispiel:

- Die Quizfrage lautet: In was lässt sich ein Tageslichtprojektor verwandeln?
- Die möglichen Antworten lauten: A) in eine Bombe; B) in ein Fernglas; C) in ein Feuerzeug; D) in einen Lautsprecher.
- Die Lösung wird mithilfe eines Versuchs gegeben: Das Objektiv mit Umlenkspiegel (also der höhenverstellbare Teil) wird entfernt. Dann strahlt der Projektor an die Decke. Im unteren Teil des Projektors befinden sich Linsen, die das Licht der Lampe bündeln. Ein Blatt Zeitungspapier wird so in den Strahlengang gehalten, dass es sich genau im Brennpunkt befindet. Es fängt dabei Feuer. Richtig ist also Antwort C „Feuerzeug“.



Weitere Hinweise:

- Die Sicherheitsregeln im Umgang mit offenem Feuer sind zu beachten!
- Wenn das Papier entflammt, kann es zur Rauchentwicklung kommen, sodass vorhandene Rauchmelder ausgelöst werden könnten!
- Der Quiz-Effekt kann verbessert werden, indem das Jingle (die Erkennungsmelodie) einer bekannten Quizsendung eingespielt wird oder ein entsprechendes Logo gezeigt wird.

Quelle des Fotos: © <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:OHP-sch.JPG>; mailer_diablo, CC BY-SA 3.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>>, via Wikimedia Commons



keine besonderen Voraussetzungen



4 Linsen pro Gruppe (Brennweiten z. B. – 30 mm, 30 mm, 100 mm, 200 mm), evtl. 1 Blatt Papier als Schirm

Durchführung:

- Es wird eine Problemstellung aufgeworfen, die durch entdeckendes Lernen beantwortet werden kann.
- Es eignen sich nur Phänomene, die sehr deutlich zu beobachten sind, weil sie sonst leicht übersehen werden können. Fehler und Irrwege sollten möglich sein.
- Es findet eine Auswertung der Ergebnisse statt, bei der die oft unsystematischen Beobachtungen strukturiert werden.

Beispiel:

- Die Schüler erhalten verschiedene Linsen.
- Die Fragestellung lautet: „Welche Linse eignet sich am besten, um ein Bild auf die Wand des Physikraums zu zaubern?“
- Folgende Tipps helfen: „Halte die Linsen parallel zur Fensterfront.“/„Variiere den Abstand der Linsen zur Wand“.
- Ziel der Auswertung sind Aussagen zu Sammell- und Zerstreuungslinsen sowie zum Zusammenhang von Bildweite, Bildgröße und Brennweite in Form von je-desto-Aussagen.

Weitere Hinweise:

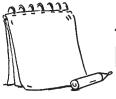
- Als Schirm eignet sich die Wand gegenüber der Fensterfront. Wenn die Schüler sitzen bleiben sollen, kann auch ein Blatt Papier verwendet werden, das parallel zur Fensterfront gehalten wird. Die besten Ergebnisse werden erzielt, wenn es draußen hell und im Raum eher dunkel ist.
- Mit Hilfestellung kann auch der Zusammenhang zwischen Gegenstandsweite und Bildweite entdeckt werden (Personen im Raum bzw. Gegenstände außerhalb des Raums scharf stellen).
- Im Internet werden günstige Linsen aus Acrylglas angeboten. Die hier vorgeschlagenen Linsen kosten ca. 5 € pro Gruppe.



© Edler von Rabenstein; Fotolia.com



keine besonderen Voraussetzungen



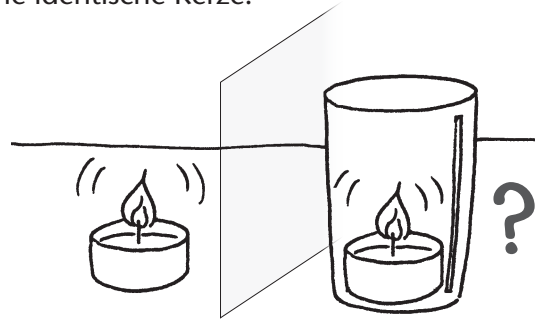
2 Bechergläser, 1 Glasscheibe (ca. DIN A4) mit Halterung, 2 identische Kerzen bzw. Teelichter, 1 Feuerzeug bzw. Streichhölzer

Durchführung:

- Es wird ein Versuch gezeigt, der verblüffend und zunächst nicht erklärbar ist.
- Der Effekt der Magie kann verstärkt werden, indem ein Zaubertuch, ein Zauberstab oder schlicht und einfach „magische Hände“ verwendet werden.

Beispiel:

- In einem Becherglas befindet sich eine Kerze. Davor befindet sich eine Glasscheibe und im gleichen Abstand eine identische Kerze.
- Wird die Kerze vor der Glasplatte angezündet, so wirkt es auf Grund der Reflexion an der Glasplatte, als würde auch die hintere Kerze brennen.
- Nun kann man in das Becherglas mit der Kerze vorsichtig Wasser gießen. Es wirkt, als würde die Kerze auch unter Wasser brennen.
- Der Effekt der Magie lässt sich verbessern, indem die vordere Kerze so verdeckt wird, dass sie für die Schüler nicht sichtbar ist. Dazu muss der ganze Aufbau so gedreht werden, dass die Abdeckung der vorderen Kerze den Blick auf die hintere Kerze nicht verdeckt.

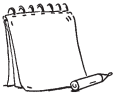


Weitere Hinweise:

- Die Kerze im Becherglas muss am Boden festgeklebt werden, damit sie nicht auf dem Wasser schwimmt. Das geht z. B. mit Wachsklebeplättchen aus dem Drogeriemarkt.
- Die Glasscheibe muss exakt die Mittelsenkrechte der Verbindung der beiden Kerzen darstellen.
- Es empfiehlt sich, eine dünne, gut geputzte Glasscheibe zu verwenden.



keine besonderen Voraussetzungen



1 Blatt Papier

Durchführung:

- Es wird ein Versuch gezeigt oder von den Schülern selber durchgeführt. Der Versuch kommt mit einfachen, leicht zu besorgenden Materialien (oder gar keinen Materialien) aus.
- Als Einstieg eignen sich deutlich sichtbare Phänomene.

Beispiele:

- Der springende Finger: Der Zeigefinger wird auf Augenhöhe nach oben gestreckt. Ein Auge wird geschlossen. Mit dem Finger wird eine Kante verdeckt. Nun wird das andere Auge geschlossen.
Ergebnis: Die Kante ist nicht mehr verdeckt.
- Das schwebende Cocktailwürstchen: Die beiden ausgestreckten Zeigefinger werden waagrecht ca. 10 cm vor die Augen gehalten, so dass sich die Fingerkuppen fast berühren. Dabei wird in die Ferne fokussiert (d. h. nicht auf die Finger Schielen!).
Ergebnis: Es wirkt, als würde zwischen den Fingern ein Cocktailwürstchen schweben.



- Voll daneben: Ein Auge wird geschlossen. Mit jeder Hand wird ein Stift waagrecht auf Augenhöhe gehalten. Nun bewegt man die Stifte zügig aufeinander zu, so dass sich die Spitzen berühren.
Ergebnis: Meistens verfehlen sich die Spitzen, weil man mit nur einem Auge, Entfernungen nicht gut abschätzen kann.

Weitere Hinweise:

- Die Versuche zeigen, dass die beiden Augen unterschiedliche Bilder liefern. Sie werden vom Gehirn zu einem dreidimensionalen Bild zusammenfügt. Wenn sich die Bilder stark unterscheiden oder ein Auge „blind“ ist, so ist das nicht möglich.
- Alle Versuche eignen sich auch zur Auflockerung zwischendurch oder als Wiedereinstieg nach einer kurzen Pause.