

Menschlicher Körper - Sehen

Welche Farben sieht man im Dunkeln?

Die Schülerinnen und Schüler entdecken, dass die Augen in der Dämmerung keine Farben, sondern nur Unterschiede in der Helligkeit wahrnehmen können.

Zyklus: 2 - 4

Dauer: 20 Minuten

Benötigtes Material:

- Zeichenpapier in verschiedenen Farben
- Klebeband oder Magnete
- Tafel mit umklappbaren Seitenflügeln
- Forschungsblatt (siehe PDF weiter unten) oder Notizheft



Sicherheitshinweise

Dieses Experiment ist ungefährlich.

Praktische Tipps

Die Aktivität kann eingebettet werden in ein Projekt zu den 5 Sinnen.

Das Experiment muss in einem Klassenzimmer durchgeführt werden, das komplett abgedunkelt werden kann - so weit, dass Hell-Dunkel-Kontraste der Papierbögen erkennbar sind, aber ihre Farben nicht oder nur schwer. Die Kinder sollten daher bei der Vorbereitung (Anbringen der bunten Papierbögen an der Tafel) nicht im Raum sein. Sollte es mit DIN A4-Papierbögen nicht klappen, kann man es mit kleineren farbigen Blättern oder Zetteln versuchen, die weiter voneinander weg an die Tafel angebracht werden.

Sollte es mit DIN-A4-Papierbögen nicht funktionieren, könnt ihr es mit kleineren farbigen Blättern oder Zetteln versuchen, die weiter voneinander weg an die Tafel angebracht werden.

Hast du weitere praktische Tipps, kannst du uns [hier](#) kontaktieren.

Ablauf

Um dich mit dem Ablauf und dem Material vertraut zu machen, ist es wichtig, dass du das Experiment im Vorfeld einmal durchführst.

Möchtest du die Kinder das Experiment dokumentieren lassen? Am Ende dieses Artikels (über der Infobox) findest du ein Forschungsblatt (PDF mit zwei A4 Seiten), welches die Kinder hierfür nutzen können.

Schritt 1: Stellt eine Frage und formuliert Hypothesen

Möglicher Einstieg:

Der Unterrichtsbeginn findet im abgedunkelten Raum statt: Schließe die Rollläden fast vollständig und mache das Licht aus. Gib den Kindern etwas Zeit, sich an die Dunkelheit zu gewöhnen. Bitte die Kinder nun, einen bestimmten Gegenstand zu finden (z. B. den Tafelschwamm), den du im Voraus von seinem gewohnten Platz auf eine andere Stelle gelegt hast.

Nachdem diese Aufgabe erledigt worden ist, kannst du das Licht wieder anschalten, mit den Kindern aufgetretene Schwierigkeiten besprechen, und die Frage dieser Einheit stellen: Welche Farben sieht man im Dunkeln?

Lasse die Kinder Hypothesen (Behauptungen, Vermutungen) aufstellen. Zeichnet und notiert eure Hypothesen und/oder haltet sie an der Tafel fest. Teilt sie mit der Klasse und begründet eure Überlegungen. Die richtige Antwort zu finden ist hier nebensächlich. Es geht vielmehr darum Ideen zu entwickeln und herauszufinden, was die Kinder bereits wissen.

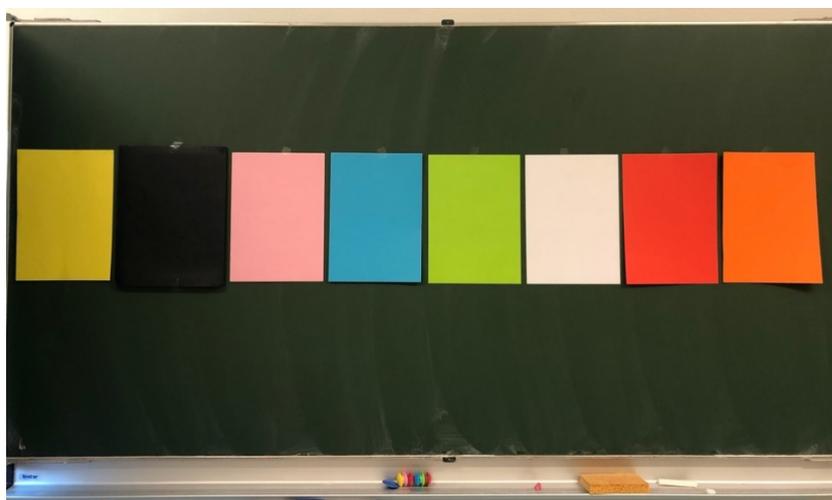
Mögliche Hypothesen:

- Schwarz und Weiß sind im Dunklen leichter zu erkennen.
- Im Dunkeln erkennt man überhaupt keine Farben.
- Helle Farben erkennt man leichter im Dunkeln. (Diese Hypothese überprüft ihr im Experiment.)

Schritt 2: Führt das Experiment durch

Um herauszufinden, welche Farben gut im Dunkeln zu erkennen sind, versuchen die Kinder die Farben von verschiedenfarbigen Papierbögen im Dunkeln zu bestimmen.

Vorbereitung ohne die Kinder: Befestige die bunten Papierbögen an der Tafel und verdecke sie dann (z. B. mit den Seitenflügeln der Tafel). Die Kinder sollten bei dieser Vorbereitung nicht im Raum sein.



- a. Bitte die Kinder, ihr Forschungsblatt und einen Bleistift griffbereit zu haben. Erkläre während dieser Phase die Aufgabenstellung: Im Tafelinneren sind verschiedenfarbige Zeichenblätter befestigt. Die Kinder sollen sich die einzelnen Zeichenblätter anschauen und die Namen der Farben in der richtigen Reihenfolge auf das Forschungsblatt niederschreiben.
- b. Schalte das Licht aus, öffne die Tafel und gib den Kindern die nötige Zeit, ihre Vermutungen zu notieren.
- c. Verdecke die Papierbögen anschließend wieder und schalte das Licht an.

Schritt 3: Beobachtet was passiert

Lasse die Kinder berichten, was sie beobachtet haben. War die Aufgabe schwierig? Welche Farben waren problemlos zu erkennen? Bei wie vielen Farben sind die Kinder sich unsicher?

Öffne nun die Tafel und lasse die Kinder ihre Vermutungen mit den Farben der tatsächlich vorhandenen Papierbögen vergleichen. Die Kinder werden feststellen, dass die schwarzen und weißen Zeichenblätter leicht zu erkennen sind. Wahrscheinlich haben sie beim Zuordnen der anderen Farben aber Schwierigkeiten und erkennen keine Farben, sondern unterschiedliche Grautöne. Nicht umsonst heißt es: Nachts sind alle Katzen grau.

Schritt 4: Erklärt das Ergebnis

Das menschliche Auge reagiert auf Farb- und Helligkeitsreize. Auf der Netzhaut gibt es dafür zwei verschiedene Arten von Sehzellen: die Stäbchen und die Zapfen. Mithilfe der Zapfen können wir unterschiedliche Farben unterscheiden, sie arbeiten aber nur bei genügend Licht. In der Dämmerung arbeiten die Zapfen schlechter und in der Dunkelheit arbeiten die Zapfen gar nicht. Die Stäbchen dagegen arbeiten auch, wenn die Lichtverhältnisse nicht optimal sind; sie sind sehr lichtempfindlich. Mit den Stäbchen erkennen wir aber keine Farben, sondern nur Unterschiede in der Helligkeit (hell, dunkel). In der Dämmerung, wenn es nicht ganz hell, aber auch noch nicht ganz dunkel ist, sind Zapfen und Stäbchen aktiv. In der Dämmerung können wir hellere Farben wie Weiß, Gelb und Hellgrün noch gut erkennen, da diese Farben mehr Licht reflektieren. Deshalb ist es auch besser, abends helle Kleidung zu tragen. Dunklere Farben werden in der Dämmerung schlechter wahrgenommen und erscheinen weniger farbig. Rote Farbtöne sehen schneller grau aus als blaue und grüne Farbtöne.

Eine detailliertere Erklärung und weitere Infos findest du in der **Infobox**.

Und hier ist ein gutes Video, das einfach erklärt wie unser Auge funktioniert: [Das Auge - So sehen wir! - YouTube](#)

Anmerkung: Du musst als Lehrperson nicht alle Antworten und Erklärungen bereits kennen. Es geht in dieser Rubrik „Ideen für den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Grundschule“ vielmehr darum den Kindern die wissenschaftliche

Methode (Frage - Hypothese - Experiment - Beobachtung/Fazit) näher zu bringen, damit sie lernen diese selbstständig anzuwenden. Ihr könnt die Antwort(en)/Erklärung(en) in einem weiteren Schritt gemeinsam in Büchern, im Internet oder durch Experten-Befragung erarbeiten.

Oft werfen das Experiment und die Beobachtung (Schritt 2 & 3) neue Fragen auf. Nimm dir die Zeit auf diese Fragen einzugehen und Schritt 2 und 3 mit Hinblick auf die neugewonnenen Erkenntnisse und mit anderen Variablen zu wiederholen.

Hintergrundwissen

Die Farbwahrnehmung des Menschen ist von zwei unterschiedlichen Arten von Fotorezeptoren im Auge abhängig, den sogenannten Zapfen und Stäbchen. Bei ausreichender Helligkeit werden über drei verschiedene Zapfenarten unterschiedliche Farben gesehen (photopisches Sehen, Tagessehen oder Zapfensehen). Mit zunehmender Dunkelheit können die Lichtreize aber nicht mehr gut über die Zapfen wahrgenommen werden. Die Lichtreize werden dann vorwiegend von den Stäbchen verarbeitet (skotopisches Sehen, Nachtsehen oder Stäbchensehen). Die Stäbchen sind im Vergleich zu den Zapfen sehr lichtempfindlich. Die von ihnen aufgenommenen Reize werden nicht als Farben, sondern als relativ hell, bzw. als relativ dunkel interpretiert. Daher erscheinen farbige Gegenstände bei schwächer werdendem Licht weniger farbig und zunehmend grau.

Es gibt drei Arten von Zapfen, die sogenannten Blau-Zapfen, Grün-Zapfen und Rot-Zapfen. Die Bezeichnungen gehen auf den Beitrag der drei Zapfenarten für bestimmte Farbwahrnehmungen zurück. Verschiedene Farben werden von verschiedenen Wellenlängen des Lichts verursacht. Wellenlängen werden in nm (1 Nanometer = 10^{-9} Meter) gemessen. Für das menschliche Auge sind nur Wellenlängen zwischen 380-780nm sichtbar. Wellen mit einer Wellenlänge von 380-430nm werden vom menschlichen Auge als lila wahrgenommen, Wellen mit einer Wellenlänge von 640-780nm als rot. Dazwischen liegen Wellen in den Farben Blau, Grün, Gelb, und Orange.

Zapfen reagieren in einem bestimmten Wellenlängenbereich auf einfallendes Licht und besitzen einen Punkt, das sogenannte Absorptionsmaximum, an dem sie am empfindlichsten sind. Der Wellenlängenbereich, in dem die Blau-Zapfen aktiv sind, liegt zwischen 400-500nm, das Absorptionsmaximum liegt bei 420nm. Der Wellenlängenbereich, in dem die Grün-Zapfen aktiv sind, liegt zwischen 450-630nm, das Absorptionsmaximum liegt bei 530nm. Der Wellenlängenbereich, in dem die Rot-Zapfen aktiv sind, liegt zwischen 500-700nm, das Absorptionsmaximum liegt bei 563nm.

Die Wahrnehmung unterschiedlicher Farben beruht auf einer Mischung der verschiedenen Aktivierungen der drei Zapfenarten durch die Wellenlängen des einfallenden Lichts. Die Bereiche, in denen die verschiedenen Zapfenarten aktiv sind, überlappen. Die vom menschlichen Auge wahrgenommene Farbe hat nur bedingt etwas mit der Farblichkeit des Absorptionsmaximums einer Zapfenart zu tun. Die sogenannten Rot-Zapfen beispielsweise sind bei 563nm am aktivsten. Diese Wellenlänge entspricht einem gelb-grünem Farbton. Dennoch tragen die Rot-Zapfen am meisten zu der

Rotwahrnehmung bei, da ihr Wellenlängenbereich von allen Zapfenarten am weitesten im langwelligen (roten) Bereich liegt.

Stäbchen sind bei Lichtreizen mit einer Wellenlänge von 500nm am aktivsten. Anders als bei den Zapfen entsteht aber keine Farbwahrnehmung, da es keine unterschiedlichen Stäbchenarten gibt. Für das Farbsehen interpretiert das Gehirn die von unterschiedlichen Wellenlängen ausgelösten Reize von zwei oder drei Zapfen. Alle Stäbchen hingegen sind bei derselben Wellenlänge aktiv und liefern identische Reize. Diese Lichtreize werden als unterschiedliche Grautöne interpretiert.

Zwischen dem photopischen und dem skotopischen Sehen liegt das sogenannte mesotopische Sehen, das Sehen in der Dämmerung. Wahrscheinlich ist die Situation im Klassenraum eher mit der Dämmerung vergleichbar als mit fast vollständiger Dunkelheit, die vielleicht schwer herzustellen ist. Beim Dämmerungssehen sind die Zapfen schon weniger aktiv und die Stäbchen nehmen Reize auf. Auch Stäbchen reagieren in einem bestimmten Wellenlängenbereich auf einfallendes Licht und besitzen ein Absorptionsmaximum, an dem sie am empfindlichsten sind. Das Absorptionsmaximum der Stäbchen liegt bei 500nm, also in einem kürzeren Wellenlängenbereich als die Grün-Zapfen, aber in einem deutlich längeren Wellenbereich als die Blau-Zapfen. Durch die Reizverarbeitung von den Stäbchen im Dämmerlicht verändert sich die Wahrnehmung der Helligkeit von Farben: kurzwelliges Licht (Blau- und Grüntöne) werden als heller wahrgenommen, langwelliges Licht (Rottöne) werden als dunkler wahrgenommen. In der Dämmerung erscheinen Rottöne schon recht grau, während Blautöne und Grüntöne noch hell erscheinen. Wenn im Klassenraum gute Dämmerungsbedingungen herzustellen sind, kann es sein, dass die Kinder ein rotes Blatt als dunkelgrau wahrgenommen haben, die Farbe eines blauen oder grünen Blattes aber noch recht gut erkennen konnten.

Manche Tiere können im Dunkeln sehr gut sehen, wie beispielsweise Katzen oder Eulen. Bei vollkommener Dunkelheit sehen allerdings auch Katzen und Eulen nichts. Ihr gutes Sehvermögen bei Restlicht liegt unter anderem an der Anzahl der Zäpfchen auf der Netzhaut: ein Waldkauz hat davon 56.000, beim Menschen sind es 38.000. Die Augen von Eulen sind im Vergleich zum Rest des Gesichtsfeldes sehr groß. Wie beim Menschen weiten sich auch bei Katzen und Eulen bei zunehmender Dunkelheit die Pupillen, um möglichst viel Lichtreize einzufangen. Bei viel Lichteinfall sind die Pupillen von Katzen nur schmale Schlitze, bei Dunkelheit sind die Pupillen weit geöffnet. Darüber hinaus haben Katzen und andere nachtaktive Tiere hinter der Netzhaut eine reflektierende Schicht, das sogenannte tapetum lucidum (lat. leuchtender Teppich). Diese Schicht reflektiert das einfallende Licht, so dass es ein zweites Mal auf die Netzhaut fällt und den Lichtreiz verstärkt. Die Schicht selbst hat häufig eine grünlich-blaue Farbe. Daher leuchten die Augen von Katzen auch, wenn sie nachts von einem Scheinwerfer angestrahlt werden. Aber auch tagsüber wirken die Augen von Katzen durch die Reflektion besonders klar und leuchtend.

Geckos besitzen ausschließlich Zapfen. Tagaktive Geckos haben daher ein gut ausgeprägtes Farbsehen. Aber auch nachtaktive Geckos wie der Helm Kopfgecko haben ausschließlich Zapfen. Diese haben sich aber so verändert, dass Helm Kopfgeckos auch nachts damit sehen können. Sie sind länglicher als Zapfen und damit von der Form her

den Stäbchen ähnlicher. Helmkopfgeckos können daher auch bei Dunkelheit sehr gut Farben erkennen.

<https://www.science.lu/de/nachtaktive-tiere/wie-koennen-tiere-im-dunkeln-sehen>

Erweitertes Experiment

Wie verändern sich farbige Gegenstände in buntem Licht?

Die Kinder können weiter experimentieren: Wie werden die Farben der einzelnen Papierbögen wahrgenommen, wenn sie mit buntem Licht angestrahlt werden, z. B. mit einer von einer grünen, roten oder gelben Folie bedeckten Taschenlampe?

Weiße Gegenstände reflektieren alle (verschieden farbigen) Wellenlängen des (weißen) Lichts, darum erscheinen sie weiß. Schwarze Gegenstände reflektieren kein Licht, sie absorbieren alle Wellenlängen, daher erscheinen sie schwarz. Ein roter Gegenstand reflektiert nur den roten Anteil von weißem Licht, ein blauer Gegenstand reflektiert nur den blauen Anteil von weißem Licht. Alle anderen Wellenlängen werden absorbiert. Eine rote Lichtquelle sendet nur langwelliges rotes Licht aus. Wird ein blauer Gegenstand mit rotem Licht beleuchtet, trifft kein blaues Licht auf den Gegenstand, das von der Oberfläche reflektiert werden könnte. Der Gegenstand erscheint daher deutlich dunkler. Genauso wirkt ein roter Gegenstand deutlich dunkler, wenn er mit blauem Licht beleuchtet wird. In dem blauen Licht ist kein rotes Licht enthalten, das von der blauen Oberfläche reflektiert werden könnte.

Zum Konzept dieser Rubrik: Wissenschaftliche Methode vermitteln

Die Rubrik „Ideen für naturwissenschaftlichen Unterricht in der Grundschule“ wurde in Kooperation mit dem Script (Service de Coordination de la Recherche et de l'innovation pédagogiques et technologiques) ausgearbeitet und wendet sich hauptsächlich an Lehrkräfte der Grundschule. Das Ziel der Rubrik ist es, dich als Lehrperson mit kurzen Beiträgen dabei zu unterstützen, die naturwissenschaftliche Methode zu vermitteln. Hierzu ist es nicht nötig, dass du bereits alles über das jeweilige Naturwissenschafts-Thema weißt. Sondern vielmehr, dass du ein Umfeld schaffst, in dem die Kinder experimentieren und beobachten können. Ein Umfeld, in dem die Kinder lernen Fragen und Hypothesen zu formulieren, Ideen zu entwickeln und durch Beobachtung Antworten zu finden.

Wir strukturieren unsere Beiträge daher auch immer nach demselben Schema (Frage, Hypothese, Experiment, Beobachtung/Fazit),* wobei das Experiment entweder selbständig in der Klasse durchgeführt wird oder durch Abspielen eines Videos vorgezeigt wird. Dieses Schema kann eigentlich für alle wissenschaftlichen Themen angewendet werden.

Mit dem Hintergrundwissen liefern wir weiterführende Erklärungen, damit sich interessierte Lehrkräfte informieren können und aufkommende Fragen beantworten können. Außerdem besteht so die Möglichkeit, dass die Kinder selbständig auf science.lu die Erklärung recherchieren.

Wir hoffen, dass unsere Beiträge behilflich sind und von dir in der Schule genutzt werden können. Wir freuen uns über Feedback und Anregungen und sind gerne bereit, unsere Beiträge stetig zu optimieren. [Hier](#) kannst du uns kontaktieren.

**In der Praxis läuft der wissenschaftliche Prozess nicht immer so linear ab. Der Einfachheit halber gehen wir in dieser Rubrik jedoch immer linear vor.*

Ausflugsziele in Luxemburg und Umgebung zu diesem Thema

Am Luxembourg Science Center in Differdange werden interaktive Experimentierstationen und Science-Shows zum Thema Optik angeboten. Webseite: <https://www.science-center.lu>; Tel: +352 288 399-1

Im Park Sënnesräich in Lullange (bei Winrange) werden Experimentierstationen zu den 5 Sinnen angeboten, darunter auch zum Thema Sehsinn. Webseite: <https://www.sennesraich.lu>; Tel: +352 99 47 84 45.

[Hier](#) findest du weitere Links zu Wissenschaftskommunikatoren und Workshop-Anbietern.

Bietet Deine Institution auch pädagogische Aktivitäten in diesem Bereich an und möchtest du auf science.lu verlinkt werden, nimm bitte [hier](#) Kontakt mit uns auf.

SciTeach Center: Forschend-entdeckendes Lernen & Experimentiermaterial

Im [SciTeach Center](#) können sich Lehrkräfte Info-, Experimentier- und Expositionsmaterial ausleihen und mit dem kinderzentrierten „forschend- entdeckenden“ Lernen vertraut machen.

Während unsere Rubrik darauf abzielt, den Kindern die naturwissenschaftliche Methode anhand einer Anleitung näher zu bringen, geht es beim Konzept vom schülerzentrierten forschend-entdeckenden Lernen darum, den Kindern selbst mehr Gestaltungsmöglichkeiten zu geben. Du gibst als Lehrperson nur ein paar Materialien oder Fragen vor. Die Kinder entscheiden dann selbst, wofür sie sich interessieren oder was sie ausprobieren wollen. Als Lehrperson begleitest und unterstützt du sie dabei.

Im SciTeach Center soll das Kompetenzzlernen im naturwissenschaftlichen Unterricht gefördert werden. Um dieses Ziel zu erreichen, bietet das SciTeach Center Lehrkräften die Möglichkeit, gemeinsam mit anderen Lehrkräften und dem wissenschaftlichen Personal des SciTeach Centers neue Ideen und Aktivitäten für ihren naturwissenschaftlichen Unterricht zu entwickeln. Durch diese Zusammenarbeit soll auch das Vertrauen in den eigenen Unterricht gestärkt und mögliche Ängste gegenüber freiem Experimentieren abgebaut werden. Betreut werden die Veranstaltungen von wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen der Universität Luxemburg sowie von zwei Lehrerinnen.

Auch interessant:

[Wie Tiere im Dunkeln sehen](#)

[Wie Tiere sich nachts zurechtfinden](#)

[Haben Insekten Lieblingsfarben?](#)

[Wéi mir duerch Faarwen am Alldag getäuscht ginn. \(Video\)](#)

[Panda-Club: Looss dech net täuschen - Online Workshop mam Prof. Dr. Illu Sioun](#)

[Looss eng Mënz verschwannen](#)

Autoren: Marianne Schummer (script), Olivier Rodesch (script), Insa Gülzow (scienceRelations)

Fotos: FNR

Redaktion: Michèle Weber (FNR)

Konzept: Jean-Paul Bertemes (FNR), Michelle Schaltz (FNR); Joseph Rodesch (FNR), Yves Lahur (script)

Überarbeitung: Tim Penning, Thierry Frenz (SCRIPT)

Quellen

<https://www.biotopia.net/de/10-german/297-sinn-sehen-optischetaeusungen>

<https://www.abc.net.au/science/articles/2005/12/12/1523473.htm>