


Unterrichtsmaterial

Unterrichtsvorschlag

Einführung	Die Lehrperson führt in die Arbeit ein. Mögliche Themen: Messfehler, Zeichnen des Funktionsgraphen/ Ausgleichskurven → Literatur, ggf. physikalischer Hintergrund
Stationen	Die Experimente werden in Stationen angeboten und sollten selbstständig und eigenverantwortlich durchgeführt werden (z.B. Anregung durch Arbeitsblätter). 
Abschluss im Klassenverband	Jede Gruppe präsentiert ihre Ergebnisse aus der Arbeit an einer Station.

Benötigtes Material und Experimente

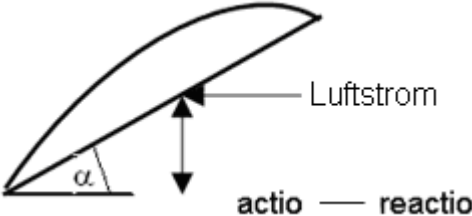
Station 1: *Experiment Tunnel*

Abhängige Größen	Abstand Lichtquelle und Beleuchtungsstärke
Zusammenhang	Die Beleuchtungsstärke nimmt mit dem Abstand von der Lichtquelle etwa quadratisch ab.
Material	Beleuchtungsstärkenmessgerät (Lux-Meter), verschiedene Pappröhren gleichen Durchmessers, Fenster mit Tageslicht (Ort der Fensterscheibe dient als Ort der Lichtquelle) 
Durchführung	Die Pappröhren werden dicht auf die Fensterscheibe gehalten. An die andere Seite wird dicht der Sensor des Lux-Meters gesteckt. Die Beleuchtungsstärke kann direkt auf dem Display abgelesen werden. 

Fächerübergreifender Hintergrund	<p>Eine Lichtquelle (Sonne, Lampe usw.) sendet Licht von bestimmter Lichtstärke (Strahlstärke) aus. Empfänger (Auge, Photodiode usw.) empfindet eine bestimmte Beleuchtungsstärke/ Helligkeit.</p> <p>Mit dem Helligkeitsmessgerät (Lux-Meter) lässt sich die Beleuchtungsstärke in Lux (lx) messen. Luxmeter haben eine ähnliche Hellempfindlichkeit wie das menschliche Auge. Sie messen nicht wie energiereich die Strahlung ist, sondern wie hell die Beleuchtung dem menschlichen Auge erscheint. Dabei erscheint Licht derselben Energie, aber unterschiedlicher Farbe unterschiedlich hell (vgl. unten). Die Messung erfolgt mit Hilfe von Silizium-Dioden, die in Sperrrichtung geschaltet sind. Bei Lichteinfall fließt Strom, dessen Stärke ein Maß für die Beleuchtungsstärke ist. Unter der Beleuchtungsstärke versteht man das Verhältnis des auf eine Fläche fallenden Lichtstroms zum Flächeninhalt der Fläche. Eine Fläche von 1 m², auf die 1 Watt monochromatisches gelbgrünes Licht (Wellenlänge 550 nm) fällt, wird als Beleuchtungsstärke von 680 lx empfunden, während nur etwa 0,1 lx empfunden werden, wenn Licht rot (750 nm) ist.</p> <p>Beispiele für Beleuchtungsstärken:</p> <ul style="list-style-type: none">- Sonniger Sommertag im Freien: ca. 100000 lx- Bedeckter Himmel im Sommer: ca. 20000 lx- Trüber Wintertag: ca. 3000 lx- Gute Arbeitsbeleuchtung: ca. 1000 lx- Gute Straßenbeleuchtung: ca. 40 lx- Vollmondnacht: ca. 0,25 lx. <p>Eine richtige Beleuchtung kann Unfälle vermeiden helfen. Je nach Arbeit werden von den Normgremien 100 bis 250 lx, bei Präzisionsarbeiten mindestens 1000 lx gefordert.</p> <p>Die Beleuchtungsstärke/ Helligkeit hängt auch von der Entfernung der Lichtquelle ab. Die Beleuchtungsstärke nimmt quadratisch mit der Entfernung ab.</p>
Realitätsbezug	Fahrt in einen Tunnel, dessen Ende nicht sichtbar ist; Entfernung von einer Lampe (Straßenlaterne, Schreibtischlampe usw.)


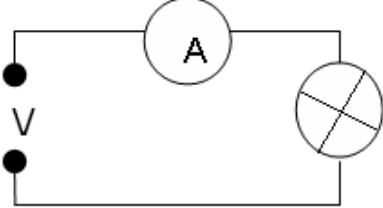
Station 2:
Experiment: *Tragfläche*

Abhängige Größen	Anstellwinkel einer (Trag-)Fläche und Auftriebskraft	
Zusammenhang	Abschnittsweise kann ein kubischer Zusammenhang angenähert werden.	
Material	<p>Eine bewegliche Tragfläche. Dies kann durch ein einfaches Holzgestell mit aufgeklebter Pappe realisiert werden (vgl. Abbildung). Ein Geodreieck zur Messung der eingestellten Winkel, ein Fön zur Erzeugung des Luftstroms, eine Waage.</p>	
Durchführung	Die Tragfläche wird auf einen bestimmten Neigungswinkel eingestellt und die Winkelgröße mit dem Geodreieck gemessen. Mit dem Fön wird waagrecht (immer aus derselben Position) in Richtung Tragfläche (Pappe) geblasen. Die Massendifferenz wird an der Waage abgelesen.	

<p>Fächerübergreifender Hintergrund</p>	<p>Die drei grundlegenden Gesetz der Mechanik sind die Newtonschen Axiome (Axiom: als wahr angenommenes Gesetz – bis zu seiner Widerlegung):</p> <p>Das erste besagt, dass ein Körper entweder in Ruhe bleibt oder sich geradlinig gleichförmig (mit konstanter Geschwindigkeit) bewegt, solange keine äußeren Kräfte auf ihn wirken.</p> <p>Das zweite besagt, dass die Kraft F bei einem Körper der Masse m die Beschleunigung a bewirkt mit $F = ma$.</p> <p>Im Zusammenhang mit diesem Experiment interessiert insbesondere das <i>dritte Newtonsche Axiom</i>, das besagt, dass zu einer Kraft stets eine Gegenkraft mit demselben Betrag und entgegengesetzter Richtung wirkt (Merkregel: <i>actio = reactio</i>). Hiermit lässt sich verstehen, warum ein Flugzeug fliegt: Durch die spezielle Form und Ausrichtung der Tragflächen wirkt eine Kraft auf die vorbeiströmende Luft. Sie wird nach unten abgelenkt; die Gegenkraft wirkt dann auf die Tragflächen nach oben (vgl. vereinfachte Darstellung in der Abbildung). Form und Stellung (gekennzeichnet durch den Anstellwinkel α) der Tragfläche sind neben der Geschwindigkeit des Flugzeugs entscheidend für die „dynamische Auftriebskraft“, die bei der Bewegung des Flugzeugs entsteht.</p>  <p>Auftrieb im Experiment: Im Experiment wird der Tragflügel sehr vereinfacht durch eine gerade Pappe idealisiert nachgebaut (wenn man auf im Handel angebotene aerodynamische Experimentiertragflügel verzichten will). Der Tragflügel wird auf einer Waage positioniert und die Masse gemessen. Die vorbeiströmende Luft (hier durch einen Föhn simuliert) bewirkt eine kleinere Masse. Dass die Massendifferenz ein Maß für den Auftrieb ist, zeigt das zweite Newtonsche Gesetz (vgl. oben).</p>
<p>Realitätsbezug</p>	<p>Fliegen, Gleitschirmfliegen, Paragleiten, Drachenfliegen, Flugzeug</p>

(Zum Experiment *Tragfläche*)


Station 3:
Experiment *Glühlampe*

Abhängige Größen	Elektrische Spannung und Stromstärke	
Zusammenhang	Die Stromstärke nimmt mit der Spannung zu, allerdings ist der Zusammenhang nicht proportional. Der Zusammenhang hängt individuell vom jeweils eingesetzten Bauteil (Glühlampe usw.) ab. Ggf. kann hier ein Wurzel-Zusammenhang festgestellt werden.	
Material	Netzgerät mit variabler Spannung (bis 12 V), Multimeter, 3 Kabel, Glühlampe mit Halterung	
Durchführung	Die Bestandteile werden zu einem Stromkreis zusammengebaut (Abbildung). Die Spannung wird verändert und die Stromstärke jeweils gemessen. Die unterschiedliche Helligkeit bzw. Wärme wird beobachtet.	
		

<p>Fächerübergreifender Hintergrund</p>	<p>Die elektrische Spannung ist ein Maß für den Unterschied in den Ladungsverteilungen. Am „Minuspol“ herrscht ein Elektronenmangel gegenüber dem Elektronenüberschuss am „Pluspol“.</p> <p>Ist der dazwischen liegende Stromkreis geschlossen, fließt ein Strom zum Ladungsausgleich (Um einen Kurzschluss zu vermeiden ist ein Verbraucher, zum Beispiel eine Glühbirne zwischen zu schalten). Wenn ein Strom fließt, brennt die Glühbirne. Bei einer größeren Stromstärke leuchtet die Glühbirne heller.</p> <p>Für Bauteile, die sich in einem Stromkreis befinden, lässt sich jeweils der Widerstandswert R aus dem Quotienten aus Spannung U und Stromstärke I bestimmen: $R = \frac{U}{I}$</p> <p>Für bestimmte Bauteile (z.B. ein Konstantendraht oder ein auf konstanter Temperatur gehaltener Eisendraht) gilt das Ohmsche Gesetz. Es besagt, dass der Widerstand konstant ist, d.h. dass Stromstärke und Spannung proportional zueinander sind.</p> <p>Für eine zwischengeschaltete Glühlampe gilt das Ohmsche Gesetz nicht. (Bei einer Glühlampe wird die elektrische Energie/ Strom in Strahlungsenergie umgewandelt. Der innere Metalldraht leuchtet, d.h. die Metallatome werden angeregt). Mit steigender Spannung nimmt der Widerstand zu. Ursache ist die Temperaturzunahme, die eine erhöhte Teilchenbewegung in der Lampe bedeutet.</p>
<p>Realitätsbezug</p>	<p>Elektrische Geräte in Haushalt und Industrie usw.</p>

(Zum Experiment: *Glühlampe*)

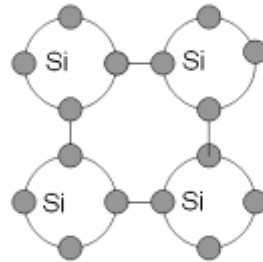
Station 4: Experiment *Verdunkelung*

Abhängige Größen	Beleuchtungsstärke und Widerstand	
Zusammenhang	Der Widerstand nimmt mit der Beleuchtungsstärke ab.	
Material	<p>Ein abdunkelbarer Raum (Klassenraum mit Rollos oder dichten Vorhängen), Fotowiderstand und Widerstandsmessgerät, Beleuchtungsstärkemessgerät (Luxmeter)</p> 	
Durchführung	Der Raum wird unterschiedlich stark abgedunkelt. Die Helligkeit wird mit einem Luxmeter festgestellt. Dann wird jeweils der Widerstand eines Fotowiderstands gemessen. (Luxmeter und Widerstand in dieselbe Messrichtung ausrichten).	
Fächerübergreifender Hintergrund	<p>(Zum Begriff der Beleuchtungsstärke vgl. Experiment Tunnel oben).</p> <p>Ein <i>Fotowiderstand</i> besteht aus Halbleitermaterial. Im Folgenden wird kurz und anschaulich in einer Modellvorstellung erklärt, was ein <i>Halbleiter</i> ist und was Lichteinfall bei einem Halbleiter bewirkt.</p>	

Halbleiter

Halbleiter sind Materialien, die einen hohen Widerstand haben. Bei Lichteinfall wird der Widerstand geringer. Dies lässt sich für die Messung der Beleuchtungsstärke nutzen.

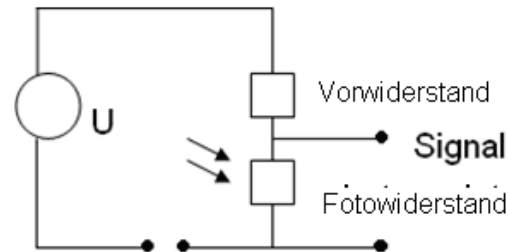
Die feste Bindung ergibt sich durch die Anzahl der Bindungselektronen von Halbleitern, nämlich 4 (vgl. Abbildung: Jedes Elektron findet einen Partner: die Bindung ist stabil in einer so genannten Brückenbindung). Typische Halbleitermaterialien sind Silicium (Si) und Germanium (Ge).



Aufbau eines Si-Kristalls: Jedes der vier Außenelektronen findet einen Partner (feste Brückenbindung).

Fotowiderstand:

Ein Fotowiderstand besteht aus Halbleitermaterial. Bei Lichteinfall werden Elektronen aus der Bindung ausgelöst, so dass der Widerstand sich verringert und bei Anlegen einer Spannung ein Strom fließen kann.



Der Lichteinfall auf den Fotowiderstand bewirkt eine Abnahme des Widerstands.
Die Größe des Widerstands hängt von der Beleuchtungsstärke ab.

Realitätsbezug

Fotowiderstände werden z.B. genutzt, um bei Einbrechen der Dämmerung Lampen einzuschalten. Dazu wird ein bestimmter Widerstandswert als Maß für die Beleuchtungsstärke festgelegt.

Arbeitsblätter

Die Untersuchung des funktionalen Zusammenhangs bzw. die Hypothesenbildung sollte angeregt werden, etwa durch einen Impuls aus dem Alltag. Dabei sollte der naturwissenschaftliche Hintergrund wiederholt und/ oder erarbeitet werden. Weiterhin sollte vor Versuchsbeginn eine Auseinandersetzung mit dem ausgelegten Material stattfinden:

Was lässt sich verändern?

Welche Größe ändert sich, wenn eine bestimmte Größe verändert wird?

Welchen Zusammenhang vermutest du?

Grundsätzlich steht über jedem Experiment die allgemeine Aufgabe:

Beschreibe den Zusammenhang zwischen Größe ... und Größe ...

Überprüfe: Bestätigt der Zusammenhang deine Vermutung?

Beschreibe die besonderen Eigenschaften des Zusammenhangs.

Arbeitsblätter zum Selbstgestalten und zu ausgewählten Stationen finden sich in dem E-Book "Experimente zum Funktionsbegriffserwerb" von Astrid Beckmann, erschienen im Aulis-Verlag, Köln 2006.

Die folgenden Impulse wurden ebenfalls diesem Buch entnommen.

Impulse zu den Stationen

Impuls

Tunnel

Stell dir vor, du gehst oder fährst in einen langen Tunnel. Du siehst nicht das andere Ende. Wie verändert sich die Helligkeit (Beleuchtungsstärke) ohne Berücksichtigung der Fahrzeugbeleuchtung?

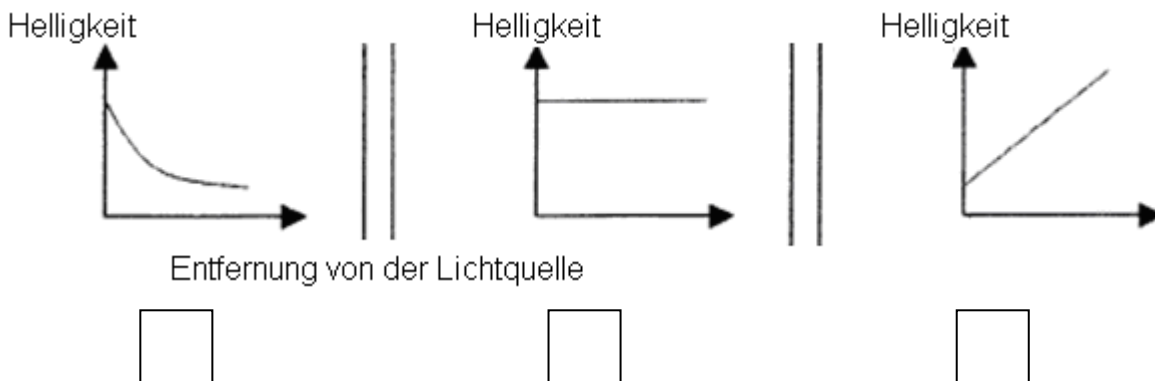


Sprecht in der Gruppe darüber.

Nimm nun ein Papprohr. Halte es an das Fenster (das Fenster stellt die Lichtquelle dar – Sonnenlicht). Beobachte die Helligkeit. Nimm nun ein Papprohr mit anderer Länge und halte es an das Fenster. Beobachte die Helligkeit. Vergleiche.

Sprecht in der Gruppe darüber.

Welches Diagramm trifft wohl am ehesten zu? Kreuze an und vergleiche nach Beendigung des Experiments, ob du richtig vermutest hast.



Allgemeine Aufgabe

Beschreibe den Zusammenhang zwischen dem Abstand von der Lichtquelle und der Beleuchtungsstärke.

Überprüfe: Bestätigt der Zusammenhang eure Antwort zu obiger Frage?

Beschreibe die besonderen Eigenschaften des Zusammenhangs.

Impuls

Tragfläche

Ist dir schon einmal aufgefallen, dass bei einem Flugzeug die Tragflächen etwas schräg angestellt sind. Das hat einen bestimmten Grund:

Wenn ein Flugzeug fliegt, strömt ständig Luft gegen die Tragflächen. Durch die Schrägstellung wird die gegenströmende Luft nach unten Richtung Erde gedrückt: Zu jeder Kraft gibt es aber auch eine Gegenkraft. Die Gegenkraft ist hier also nach oben gerichtet. Man spricht auch von Auftrieb. Der Auftrieb bewirkt, dass das Flugzeug fliegt.



(Airbus 380)
(Quelle: www.pixelquelle.de, ID 92677, Fotograf :Spibo)

Der Auftrieb hängt von der Form und der Stellung der Tragflächen sowie von der Geschwindigkeit des Flugzeugs ab.

Vermute:

Bei welcher Tragflächenstellung ist der Auftrieb wohl am größten?



Position A



Position B



Position C

Diskutiert die dargestellten sowie weitere Tragflächeneinstellungen in der Gruppe. Begründet jeweils eure Vermutungen.

Zur Information: Der Winkel zwischen der Waagerechten und der Tragfläche heißt Anstellwinkel.

Allgemeine Aufgabe:

Beschreibe den Zusammenhang zwischen Anstellwinkel der Tragfläche und Auftrieb.
Überprüfe: Bestätigt der Zusammenhang eure Vermutungen. Beschreibe die besonderen Eigenschaften des Zusammenhangs.

Impuls

Glühlampe

Wir alle nutzen selbstverständlich viele elektrischen Geräte (vergleiche Abbildungen).



Um sie betreiben zu können, benötigen wir elektrischen Strom.

Zur Information:

Unter elektrischem Strom versteht man das Fließen von Ladungen. Die Stromstärke hängt von der Anzahl der fließenden Ladung pro Zeit ab. Die Stromstärke wird kurz mit I abgekürzt. Elektrische Ströme werden durch *elektrische Quellen* erzeugt. Elektrische Quellen sind gekennzeichnet durch eine elektrische Spannung U (entspricht einem Ladungsunterschied). Durch Schließen des Stromkreises wird der Ladungsunterschied ausgeglichen. Es fließt ein Strom. Die Stromstärke hängt von der elektrischen Quelle ab, aber auch von dem angeschlossenen Gerät.

Steckst du zu Hause ein Bügeleisen, einen Computer oder eine Glühlampe in die Steckdose, ergeben sich unterschiedliche Stromstärken, obwohl immer eine Spannung von 230 V anliegt.

Andererseits: Wenn du die elektrische Quelle änderst (oder die Spannung an der Quelle), ändert sich die Stromstärke, auch wenn immer das gleiche elektrische Gerät angeschlossen ist.

Im Experiment kannst du die zweite Situation nachspielen.

Mache dich mit den Bestandteilen vertraut (Netzgerät als variable elektrische Quelle, Glühlampe als immer gleiches Gerät und Messgerät für die Stromstärke).

Allgemeine Aufgabe:

Beschreibe den Zusammenhang zwischen der elektrischen Spannung und der Stromstärke bei konstantem zwischengeschaltetem Widerstand.

Überprüfe: Bestätigt der Zusammenhang eure obige Vermutung?

Beschreibe die besonderen Eigenschaften des Zusammenhangs.

Impuls

Verdunkelung

Straßenlaternen oder Lampen an Hauseingängen schalten sich oft ein, wenn es draußen anfängt zu dämmern. Die „Information“ über die Helligkeit/ Beleuchtungsstärke wird über einen Fotowiderstand gewonnen. Bei einem kleinen Widerstand fließt ein Strom (siehe: Zur Information).

Welcher Zusammenhang besteht dann zwischen Beleuchtungsstärke und Widerstand?

Diskutiert dies in der Gruppe



Allgemeine Aufgabe:

Beschreibe den Zusammenhang zwischen Beleuchtungsstärke und Widerstand.
Überprüfe: Bestätigt der Zusammenhang eure obige Vermutung?
Beschreibe die besonderen Eigenschaften des Zusammenhangs.