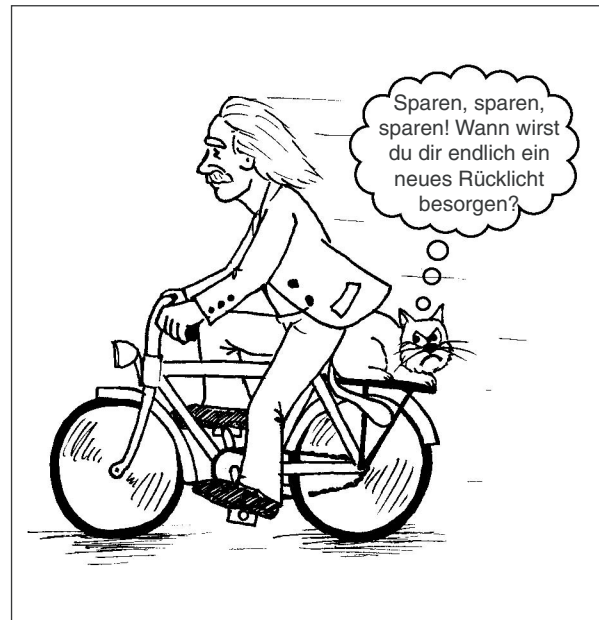


Katzenaugen am Fahrrad, das Rückstrahlerprinzip



Aber was hat das alles mit den Katzenaugen an unseren Fahrrädern und Autos zu tun? In der Verkehrstechnik werden die meist roten Rückstrahler nämlich auch Katzenaugen genannt. Ihre Wirkung ist genau die gleiche wie bei den echten Katzenaugen: Licht, das darauf fällt, wird zurückgestrahlt.

Nun könnte man meinen, dazu reiche auch schon ein ganz normaler Spiegel oder eine Metallfolie. Solche Gegenstände werfen zwar auch das auf sie treffende Licht zurück, aber nur, wenn das Lichtbündel senkrecht auf sie fällt. Das Katzenauge hingegen schickt das Licht immer in genau die Richtung zurück, aus der es kommt. Der Einfallswinkel ist dabei (fast) gleichgültig, denn sonst hätte die Anwendung eines Rückstrahlers auch wenig Sinn. Wann trifft etwa das Licht eines Autoscheinwerfers schon einmal genau senkrecht auf einen Begrenzungsphahl?



2.1 Nenne Anwendungen für Rückstrahler und Rückstrahlerfolien!

2.2 Warum ist es so wichtig, dass Licht immer genau in die Richtung zurückgeworfen wird, aus der es in den Rückstrahler gelangt?

Untersuche einen Fahrradrückstrahler genauer. Beim Betrachten wirst du sicher feststellen, dass dieser aus vielen dreiteiligen Eckenspiegeln zusammengesetzt ist. Solch einen **Tripelspiegel**, wie er auch genannt wird, kann man aus drei Spiegelkacheln nachbauen. Die drei Flächen der Kacheln müssen dabei senkrecht aufeinander stehen.

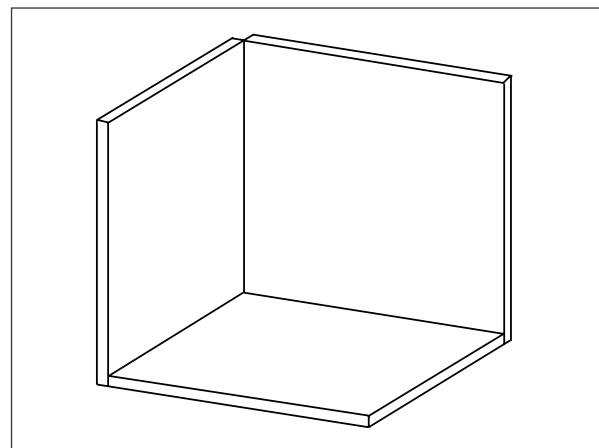


Abb.: Strahlengang beim Tripelspiegel

2.3 Mache dir zunächst anhand eines einzelnen Spiegels klar, dass dieser kein Rückstrahler ist!

2.4 Baue dann einen Tripelspiegel auf. Blicke zunächst aus unterschiedlichen Richtungen hinein. Was stellst du fest?

2.5 Verfolge etliche Lichtstrahlen, die aus beliebigen Richtungen auf diesen Tripelspiegel fallen. Was fällt auf?

2.6 Zeichne einen möglichen Strahlengang in die abgebildete Versuchsanordnung ein. Beschreibe den Vorgang an der Spiegeloberfläche.

2.7 Warum wird ein „echter“ Rückstrahler aus vielen kleinen Tripelspiegeln zusammengesetzt?

Ein Katzenauge für den Mond



Arbeitsblatt 3



Ein „Katzenauge“ auf dem Mond

Im Jahr 1969 hat auch unser Erdmond einen Rückstrahler bekommen. Die Besatzung des Raumschiffs Apollo 11 stellte ihn auf. Er ist $0,25\text{m}^2$ groß und enthält 100 Rückstrahlerteile, nämlich Quarzglas-Tripelspiegel mit einer Kantenlänge von 2cm. Bei der Herstellung musste außerordentlich genau gearbeitet werden, außerdem muss das Material die Temperaturbedingungen, nämlich $-150\text{ }^\circ\text{C}$ in der Nacht und $+135\text{ }^\circ\text{C}$ am Tag, ohne wesentliche Größenveränderung aushalten. Ebenso stellt die ständige Belastung durch UV-Licht und radioaktive Strahlung ein Problem dar. Dafür wurde ein spezielles synthetisches Quarzglas entwickelt.

Die Aufstellung erfolgte zu wissenschaftlichen Zwecken: Der Reflektor dient als Referenzpunkt zur genauen Bestimmung der Entfernung Erd-Mond mit Hilfe der optischen Radarmethode. Gemessen wird die Laufzeit von Laserblitzen, die von der Erde aus zum Mond gesendet und vom Rückstrahler reflektiert werden.

Die Zerstreuung des Laserstrahls durch die Erdatmosphäre bewirkt eine Ausbreitung des Lichtbündels auf dem Mond. Dabei entsteht eine Scheibe von etwa 1,5 km Durchmesser. Der vom Reflektor zur Erde zurückgeworfene Strahl überdeckt auf der Erde dann eine Scheibe von etwa 15 km. Die Lichtintensität ist jedoch immer noch ausreichend, um in der Bodenstation registriert werden zu können. Die Genauigkeit der Entfernungsbestimmung ist erstaunlich, sie liegt im Zentimeterbereich!

Benutzt man zwei Sendestellen auf verschiedenen Kontinenten, etwa Amerika und Afrika, dann lässt sich mit dem gebildeten Dreieck die Entfernung der Kontinente berechnen und der Wert der Kontinentaldrift ermitteln. So bewegen

sich zum Beispiel die Hawaii-Inseln von Japan weg und legen dabei jedes Jahr etwa 10cm zurück. Alfred Wegener, der die Theorie der Kontinentalverschiebung begründete, hätte sich wohl nicht träumen lassen, dass seine Vorstellungen sich mit Hilfe von Lasertechnik und Katzenaugen so glänzend beweisen lassen. Kämpfte er doch viele Jahre mit seiner Theorie gegen die gängige Lehrmeinung.

- 3.1 Fertige eine Skizze für die Messung des Abstandes Erde – Mond an und erkläre, wie das Messverfahren funktioniert. Welche Forschungsinteressen sind mit dem Projekt verbunden?**
- 3.2 Was versteht man unter dem Begriff „Laufzeit“? Erkläre anhand deiner Skizze.**
- 3.3 Der mittlere Abstand Erde – Mond beträgt 384 000 km. Erkläre den Begriff „mittlerer Abstand“.**
- 3.4 Berechne die Laufzeit eines Laserblitzes. Dazu fehlt dir noch ein wichtiger Wert. Welcher? Frage deinen Lehrer danach.**
- 3.5 Was versteht man unter dem Begriff „Kontinentaldrift“? Benutze evtl. ein Lexikon dazu. Vielleicht musst du auch unter dem Begriff „Plattentektonik“ oder „Alfred Wegener“ nachschauen.**
- 3.6 Fertige anhand des Infotextes eine Skizze an, die zeigt, wie die Messung der Kontinentaldrift mit Hilfe des Mondrückstrahlers funktioniert. Benutze dazu die angegebenen Standorte „Hawaii“ und „Japan“. Tipp: Es entsteht ein Dreieck, in dem mindestens ein Winkel zusätzlich gemessen werden muss. Welcher?**



Ein auf den Mond gerichteter Laserstrahl

8

Batterien „à la nature“:

Stromquellen selbst gebaut

Unterrichtsplanung und -vorbereitung

Didaktische Einführung

Sicherlich gehen auch Ihre Schüler ganz selbstverständlich mit Batterien um. Nicht nur bei der Fernbedienung und dem MP3-Player, auch im Unterricht haben sie diese Stromquelle kennen gelernt. In der vorliegenden Einheit werden Batterien selbst gebaut. Die Schüler verwenden dazu primär Materialien aus ihrer Umgebung und prüfen diese auf ihre Gebrauchsfähigkeit. So wird endlich geklärt, aus welchen Teilen Batterien bestehen und wie sie funktionieren. Dies ist ein Praxisthema, das in der Schule meiner Ansicht nach oft zu kurz kommt. Die gängigen Schulbücher enthalten zumeist nur kurze Abschnitte.

Auch wird ein kurzer Blick auf die geschichtliche Entwicklung geworfen: *Alessandro Volta* und sein *Voltaelement* werden besprochen. Ein Lehrertext informiert über moderne Batterieentwicklungen und liefert Material für die mögliche Ausdehnung des Themas. Einige Batterietypen und Kuriosa werden auf den Arbeitsblättern 2 und 3 für die Schüler vorbereitet.

Lernvoraussetzungen

Es werden nur elementare Kenntnisse aus der Elektrizitätslehre benötigt; zum besseren Verständnis der Batteriefunktion und der dazugehörigen chemischen Vorgänge sollte der Ladungsbegriff eingeführt und „Strom als fließende Ladung“ behandelt worden sein.

Arbeitsmaterialien

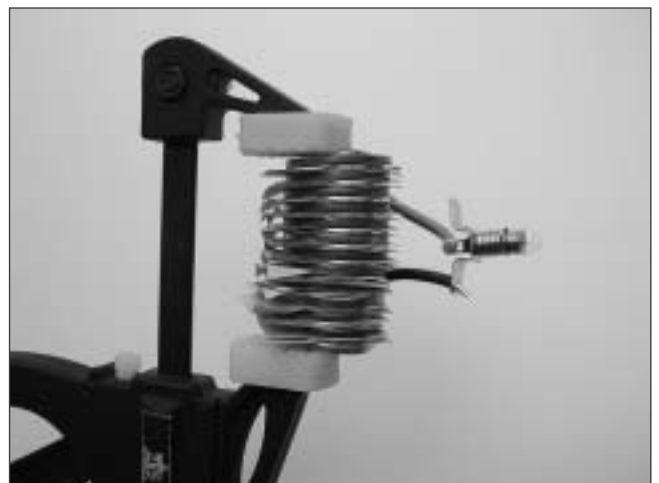
Die benötigten Materialien hängen natürlich davon ab, welche der vorgeschlagenen Batterien Sie mit Ihren Schülern bauen wollen. Die Materiallisten dazu befinden sich auf den entsprechenden Arbeitsblättern. Da möglichst viel Material aus unserem Alltag benutzt werden soll, lassen sich als Elektroden Eisenstifte sowie verzinkte Nägel, Kupferdraht und Kohlestäbe aus der Sammlung bzw. aus dem Zeichengeschäft benutzen. Auch kleine Blechstücke aus verschiedenen Metallen sind möglich. Wenn Sie das *Voltaelement* bereits in die Versuche miteinbeziehen, werden für die Arbeitsblätter keine weiteren Materialien benötigt.

Möglicher Arbeitsablauf

(2 oder mehr Unterrichtsstunden)

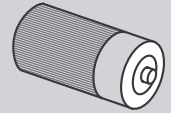
- Motivation: Wie funktioniert eine Batterie? Aus welchen Teilen besteht sie?
- Versuchsblätter: Material für Batterien gibt es überall ...
 - Versuch 1: Batterien aus Obst und Gemüse* (Zitronen, Kartoffel, Tomate ...)
 - Versuch 2: Die Apfelbatterie* (ganzer Apfel, Zellenbau mit geriebenem Apfel)
 - Versuch 3: Die Geldbatterie*
 - Versuch 4: Batterien mit Mensch und Mut*
 - Versuch 5: Der Prototyp einer Batterie: das Voltaelement*
- *Arbeitsblatt 1: Alessandro Volta und seine Volta'sche Säule*
- *Arbeitsblatt 2: Trockenbatterie und Knopfzelle*
- *Arbeitsblatt 3: Die Batterie von Bagdad und moderne Mysterien* (zweifarbige Euromünzen)

Es stehen mehrere Versuchsblätter mit je zwei unterschiedlichen Batterietypen zur Verfügung. Wenn Sie die Unterrichtseinheit als Schülerübung konzipieren, können unterschiedliche Batterien ausprobiert werden. Vielleicht kann eine Schülergruppe bereits das *Voltaelement* aufbauen. Dieser Versuch kann später im Infoteil über *Volta* wieder aufgegriffen werden und die entsprechende Gruppe kann dann berichten. Natürlich müssen Sie nicht alle möglichen Versuche vorbereiten und anbieten, betrachten Sie die Arbeitsblätter als Vorschläge und wählen Sie aus.



Dass man mit Strom Geld machen kann, ist bekannt. In dieser Unterrichtseinheit wird nun gezeigt, dass man Geld auch zur Stromerzeugung nutzen kann. *Foto: Rüdiger Horn*

Die Geldbatterie



Versuch 3

Material

Mehrere 1-, 2- oder 5-Cent-Stücke sowie gleich große Stücke oder Ringe aus Zinkblech oder andere Geldstücke (ohne Kupfer), Schmirgelpapier, einige Stücke Papier (Löschpapier, Küchenrolle, Papiertaschentuch; etwas größer als die Geldstücke), Salz (oder Haushaltessig), ein Becher mit Wasser, Rührlöffel, Gummiringe; außerdem etwas für den Stromnachweis (Magnetnadel als Strommesser, Kopfhörer und/oder kleiner Elektromotor, Lämpchen), evtl. Spannungsmessgerät (Messbereich 0–10 V oder 0–3 V, Gleichspannung), dazu Kabel und Krokodilklemmen.

Die Ströme in diesem Versuch sind sehr klein. Du kannst unbesorgt damit arbeiten; sie stellen keine Gefahr für dich dar.

Versuchsdurchführung

Bevor du mit dem Versuch anfängst, musst du die Geldstücke sorgfältig abschmirgeln und im Becher ein nicht zu starkes Salzwasser herstellen (etwa ein Löffel pro Becher).

Lege nun abwechselnd Geldstücke und Zinkblech übereinander, wobei du zwischen jedes einzelne Metallstück ein Stück Papier einfügst, das du vorher mit Salzwasser tränken musst. Wichtig ist, dass die Batterieteile gut zusammengehalten werden, am besten mit den Fingern einer Hand oder mit einem Gummiring.

Stromnachweis

Verbinde das oberste und unterste Batterieteil mit deinem Stromnachweis-Instrument. Dies geht am besten, indem du die blanken Kabelenden mit den Fingern an deine Batterie presst. Du kannst auch nacheinander verschiedene Möglichkeiten ausprobieren. Leuchtet dein Lämpchen, dreht sich der Motor oder hörst du das Knacken deiner Batterie im Kopfhörer?

Wenn du mit dem Spannungsmessgerät umgehen kannst, dann miss auch die Spannung deiner Batterie.

- 3.1 Führe den Versuch mit einer unterschiedlichen Anzahl von Münzen und verschiedenen Metallkombinationen durch. Welche deiner Batterien erscheint dir am effektivsten? Welche hat die größte Spannung?**
- 3.2 Skizziere deinen Versuch; benutze soweit möglich Schaltsymbole.**
- 3.3 Kannst du den Batterie-Effekt auch nachweisen, wenn du nur Münzen oder nur die gleichen Münzen benutzt? Überlege, welche wichtigen Teile eine Batterie dementsprechend enthalten muss.**
- 3.4 Wie könntest du deine Batterie noch verbessern? Führe den Versuch auch mit Essig durch. Hast du noch andere Ideen?**



Merke!

Eine Batterie besteht immer aus: