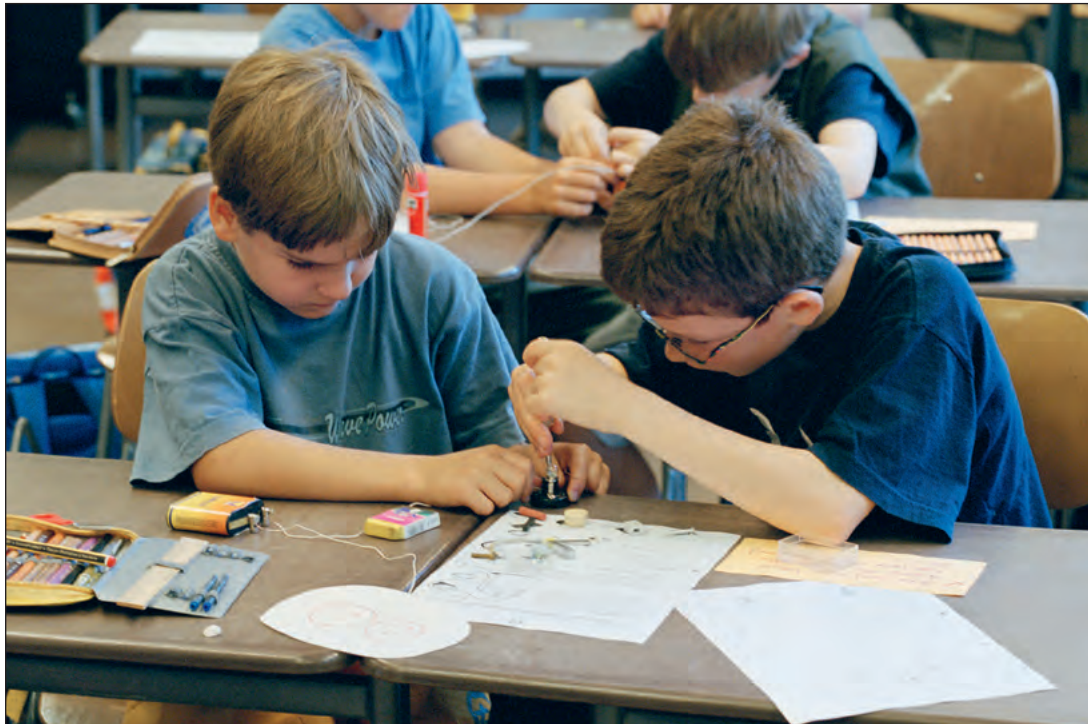


Schüler-Set

Stromkreise



Inhaltsverzeichnis

Experimentierkoffer „Stromkreise“ Best.-Nr. 31772

Der Experimentierkoffer wird für das 3.–4. Schuljahr empfohlen.

Die markierten Kapitel sind in dieser Leseprobe enthalten.

Inhalt

So nutzen Sie diese Handreichung	3	fischertechnik-Bauelemente Aufbauanleitung	23
Experimentieren an Stationen	4	Station 19: Sonja hat zwei Lampen an ihrem Fahrzeug	24
Experimentieren an Stationen und andere Unterrichtsformen	6	Station 20: Sascha und Derya testen sich gegenseitig als Elektriker	24
Einräumplan „Stromkreise“	8	Station 21 und 22: Murats Federtaschenlampe wird noch praktischer / Schalter in unserer Wohnung	25
Materialliste „Stromkreise“	9	Station 24: Vier Schalter, ein und aus	26
So ist's richtig	10	Station 25: Schalter selbst gebaut	26
Die 6 Stromkreise	12	Station 26 und 27: Die Fahrradbeleuchtung	27
Das Konzept	14	Station 28: Wärme aus der Batterie	28
Station 2: Versuche mit Lampe und Batterie	17	Station 30: Siebenmal Lebensgefahr	28
Station 3: Batterie-Test	18	Station 31: Wie schützt man sich vor Stromschlag?	29
Station 4: Der Erfinder der Batterie	18	Station 32: Die Zitterachterbahn	30
Station 6, 7 und 8: Alte Batterien	19	Station 33: Das Roboterspiel	31
Station 11: Warum leuchtet unsere Lampe?	20	Übersicht über die Experimentierkoffer	33
Station 12 und 13: Lampen um uns herum / Eine Lampenausstellung	20	Bestellschein Boxenersatzteile	34–35
Station 15: Katharinas und Phillips Knopflochlampe	21	Text und Gestaltung: Cornelsen Experimenta, Christian Hoenecke	
Station 16: Murats Federtaschenlampe	21	Fotos: Cornelsen Experimenta, Christian Hoenecke (Titel, Seite 5–7)	
Station 17: Janas Feuerschiff	22	Illustrationen: Klaus Müller & Detlef Schüler, Abdruck mit freundlicher Genehmigung von Cornelsen Scriptor	
Station 18: Florian und Eyla machen einen Autobeleuchtungstest	22		

Dieses Werk enthält Vorschläge und Anleitungen für Untersuchungen und Experimente. Vor jedem Experiment sind mögliche Gefahrenquellen zu besprechen. Beim Experimentieren sind die Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht einzuhalten.

Die Webseiten Dritter, deren Internetadressen in diesem Lehrwerk angegeben sind, wurden vor Drucklegung sorgfältig geprüft. Cornelsen Experimenta übernimmt keine Gewähr für die Aktualität und den Inhalt dieser Seiten oder solcher, die mit ihnen verlinkt sind.

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages. Hinweis zu §§ 60 a, 60 b UrhG: Weder das Werk noch seine Teile dürfen ohne eine solche Einwilligung an Schulen oder in Unterrichts- und Lehrmedien (§ 60 b Abs. 3 UrhG) vervielfältigt, insbesondere kopiert oder eingescannt, verbreitet oder in ein Netzwerk eingestellt oder sonst öffentlich zugänglich gemacht oder wiedergegeben werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen.

© 2019 Cornelsen Experimenta GmbH, Berlin

So nutzen Sie diese Handreichung

Der Medienverbund zum Thema „Stromkreise“ besteht aus

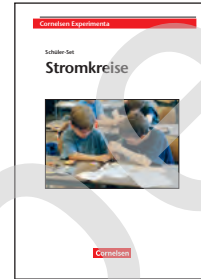
- dem Experimentierkoffer,



- dem Heft aus der Reihe *Experimentieren an Stationen* „Experimentieren mit Strom“



- und der vorliegenden Handreichung.



Die Kopiervorlagen für die **Stationsblätter**, die die Kinder beim Experimentieren begleiten, finden Sie im Heft aus der Reihe *Experimentieren an Stationen* „**Experimentieren mit Strom**“, **alle Versuchsmaterialien für bis zu 15 gleichzeitig arbeitende Schülerpaare in der Box.**

Grundlegende Informationen zur Sache, zur Organisation des Stationsbetriebes und zu den Versuchen können Sie ebenfalls dem Heft „**Experimentieren mit Strom**“ entnehmen, **Ergänzungen** dazu dieser **Handreichung**.

Die Darstellung der Versuche in der vorliegenden Anleitung ist für Lehrer aufbereitet und enthält viele didaktische, technische und organisatorische Hinweise und Erklärungen, die Ihnen als Lehrer /in nützlich sein könnten. Die Reihenfolge der Darstellungen und die Namen entsprechen denen der Schülerstationen.

Den meisten Stationen folgt die Rubrik „**Weitere Versuche**“. In diesem Abschnitt beschreiben wir Varianten und Ergänzungen zur jeweiligen Versuchsanordnung wie sie Kinder selbst in freier Arbeit „erfinden“ – eine Haltung, in der sie bestärkt werden sollen¹.

Sie finden in dieser Lehrerhandreichung auch **Hinweise auf verschiedene Unterrichtsformen, Seite 6**, die mit diesem Medienverbund möglich sind. Alle **Versuchsgeräte an ihrem Ort in der Box sind auf Seite 8** unter Angabe ihrer Namen und Stückzahlen abgebildet.

Zur Erleichterung der Versuchsvorbereitung dienen folgende Angaben:

Stationsblatt, Name des Versuchs _____
und Seite im Heft „Experimentieren mit Strom“ _____

Station 2:
Versuche mit Lampe und Batterie Seite 11

Material:

In Klammern: Nummer der Abbildung _____
der benötigten Teile in der Box auf Seite 8 _____

- 1 Flachbatterie (4)
- 1 Glühlampe (10)

Parallel zum Heft aus der Reihe *Experimentieren an Stationen* „Experimentieren mit Strom“ aus dem Cornelsen Verlag gelesen, soll dieses Heft die Unterrichtsvorbereitung und Durchführung entlasten und so dem pädagogischen Handeln den größtmöglichen Raum eröffnen.

¹ Man sollte sich auch nicht scheuen, einmal Teile aus der Box für eine Vorführung daheim auszuleihen. Nach unserer Erfahrung enttäuschen die Kinder das dabei in sie gesetzte Vertrauen nicht. Eine besondere Würdigung verdienen Transferversuche, die sie am nächsten Tag mitbringen.

Stationsbetrieb, kurz gefasst

Als vorherrschende Sozialform ist Partnerarbeit vorgesehen. Sie führt zwischen den Schülern zu den so wichtigen Gesprächen über den erwarteten Versuchsausgang, über ihre Beobachtungen und über denkbare Erklärungen.

1. Die Schüler wählen – am besten zu zweit – unter den ausgelegten kopierten Stationsblättern frei.



2. Sie bauen den vorgeschlagenen Versuch aus den in der Box angebotenen Geräten und Materialien auf und führen ihn durch.



3. Die Kinder stellen ihre Ergebnisse dar. Dabei folgen sie den Anregungen auf den Stationsblättern, den Verabredungen mit Ihnen oder eigenen Wegen. Danach räumen sie das Experimentiermaterial in die Box zurück und wählen ihr nächstes Stationsblatt.



4. In Gesprächskreisen, Gruppen und „Workshops“ stellen die Schüler dann nicht nur ihre Ergebnisse, sondern auch ihre Versuche vor.

Die Lehrerin hilft behutsam bei der Begriffsfindung, bei der Sicherung und beim Verknüpfen der Beobachtungen und Erkenntnisse untereinander und mit der Umwelt.



Experimentieren an Stationen und andere Unterrichtsformen

Der Lernertrag

Beim Experimentieren an Stationen kommen die Schüler zu altersstufengerechtem Wissen im naturwissenschaftlichen und technischen Bereich. Sie erwerben Fertigkeiten im Experimentieren. Darüber hinaus üben und erweitern sie eine Reihe basaler Kompetenzen: Sie lesen, entnehmen Informationen aus Abbildungen und lesen auch einmal „nach“.



Sie treffen Entscheidungen, besprechen die Vorgehensweise, äußern Vermutungen und Beobachtungen, ziehen Mitschüler ins Gespräch und zu Rate, suchen nach Begriffen und bilden sie. Sie arbeiten zusammen, üben ihre manuelle Geschicklichkeit und stellen ihre Ergebnisse dar.

Eine reizvolle Variante: Der Versuchs-Parcours

Diese Variante lehnt sich an Angebote an, wie wir sie mit den Kindern beim Besuch in technischen Museen, naturwissenschaftlichen Zentren, Exploratorien usw. finden: Hier sind die Versuchsanordnungen bereits aufgebaut, wenn die Besucher eintreten. Schriftliche Anleitungen machen sie nutzbar.

Wer dieser Form Raum gibt – etwa in seinem Klassenzimmer in Form eines internen oder auch Schul-Projekttag – schafft mit der Planung, dem Aufbau und ggf. dem Erstellen eigener Anleitungen vielfältige Lernanlässe. Die einfachste Form besteht darin, dass z. B. je ein Schülerpaar einen Versuch gemäß unserem Stationsblatt vorbereitet, indem es die nötigen Geräte und Materialien gebrauchsfertig neben das Stationsblatt stellt. Da der Aufbau der Experimente nicht mehr erklärt werden muss, können die Schüler auch vereinfachte „Stationsblätter“ und „Laufzettel“ selbst erstellen.



Der Versuchs-Parcours bietet sich auch als eine Form der Präsentation der Ergebnisse einer Stationsarbeit an – als „Mitmach-Ausstellung“, zu der man die Parallelklasse einlädt.

Experimentieren an Stationen und andere Unterrichtsformen

Gruppenarbeit und Demonstrationsversuche

Die hier vorliegenden Materialien lassen sich gut für Gruppenarbeit nutzen. So kann man die verschiedenen Themenschwerpunkte, in die die Stationsblätter eingeordnet sind, als Ganze oder auszugsweise Tischgruppen zuordnen. Die Schüler bearbeiten sie, ggf. nach einer verabredeten Reihenfolge. Schließlich stellen sich alle Gruppen ihre Versuche und Ergebnisse gegenseitig vor. Auf diese Weise



kann man in wenigen (möglichst Doppel-) Stunden arbeitsteilig den ganzen Themenkomplex bearbeiten. Hierbei und auch sonst lohnt es, Versuche in Form des „Demonstrationsversuchs“ durchzuführen, als Schüler- oder auch Lehrereperiment. Die Stationsblätter helfen bei der Vorbereitung – denn der Versuch soll ja überzeugend sein.

Wochenplanarbeit und Unterricht in altersgemischten Gruppen

Macht man Kopien der Stationsblätter in einem Ordner gesammelt zusammen mit der Box zugänglich, so können Kinder leicht einen Versuch auswählen und in ihrer Wochenplanung vormerken. Das gewohnte Vorgehen bei der Ausführung des Plans ist dann durch das Stationsblatt ebenso begünstigt wie die Kontrolle, da es zu den meisten Stationen „Lösungsverstecke“ gibt. In altersgemischten Gruppen wird man wie üblich Kinderpaare bilden, die die nötigen Kompetenzen gemeinsam erbringen. Dabei kann es durchaus sein, dass das Lesen des Stationsblattes als Vorlesen von dem einen Kind, die Versuchsdurchführung aber schwerpunktmäßig zunächst von dem anderen praktiziert wird. Dabei erleben beide, wie Geschriebenes in Handlungen umgesetzt wird.



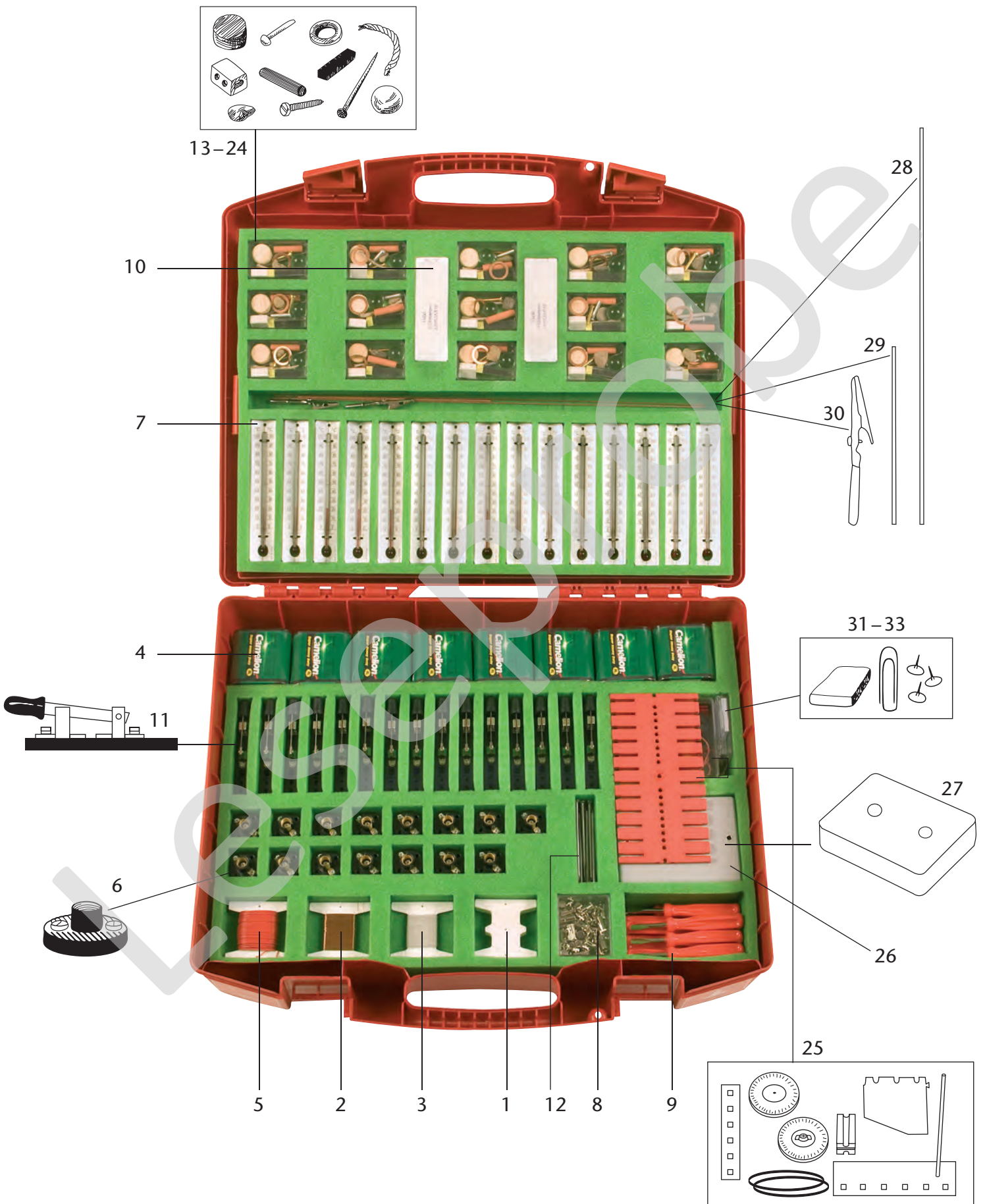
Besondere Lerngruppen

Wer besondere Angebote an naturwissenschaftlich begabte Kinder machen will, wird eine Auswahl an Stationsblättern treffen und diese ggf. noch durch Anregungen zu weiteren Versuchen ergänzen. Dazu finden Sie im Folgenden unter der Überschrift „Weitere Versuche“ eine Reihe von Hinweisen.

Wer Schüler mit besonderem Förderbedarf unterrichtet, kann leicht aus den Stationskarten eine Auswahl treffen und nur diese anbieten. Hilfreich ist dabei zu wissen, dass es genügt, zwei Blätter aus jedem Themenschwerpunkt zu wählen, in die die Übersicht über die Stationen in den Heften *Experimentieren an Stationen* eingeteilt ist.



Einräumplan



Materialliste Experimentierkoffer „Stromkreise“

Der Experimentierkoffer „Stromkreise“ (Bestellnummer 31772) enthält die folgenden Materialien zur Ausstattung von 15 Schülergruppen.

Abb.-Nr.	Anz.	Artikelbezeichnung	Best.-Nr.
1	7	Spulenkörper ¹⁾ , 60 x 60 mm	13510
2	1	Kupferlackdraht ¹⁾ auf Spule (60 m), 0,25 mm Ø	13537
3	1	Heizdraht ²⁾ (grau), umspinnen, auf Spule (20 m), 0,2 mm Ø	13545
4	15	Flachbatterien, 4,5 V	13359
5	1	Isolierdraht ²⁾ (rot) auf Spule (20 m), 0,5 mm Ø	13529
6	15	Lampenfassungen E 10, mit Sockel	13448
7	15	Thermometer, Messbereich -3 °C bis +103 °C	12735
8	32	Polklemmen, 7 mm Ø (in Kunststoffschachtel, Nr. 12727)	13464
9	15	Schraubendreher, isoliert, 110 mm	13481
10	20	Glühlampen, 3,5 V/0,2 A	13430
11	15	Hebelschalter	13499
12	15	Eisennägel, 80 mm	13553
13	15	Sätze Kleinmaterial (in Kunststoffschachtel, Nr. 12662), Inhalt je:	13561
14	1	• Porzellanstück	13650
15	1	• Glaskugel	13677
16	1	• Eisennagel, 55 mm	13685
17	1	• Schnurstück	13669
18	1	• Aluminiumniete, 20 mm	13626
19	1	• Messingschraube, 20 mm	13634
20	1	• Holzscheibe, 20 mm Ø	12590
21	1	• Kohlestab, 30 mm (in Hülse)	13642
22	1	• Stein	12565
23	1	• Kupfering, 20 mm Ø	13588
24	1	• Gummistab, 30 mm Ø	13600
25	1	Satz Bauteile für Fahrzeug aus fischertechnik-Elementen	15760
26	1	Holzbrett, 120 x 90 mm	15771
27	1	Stecksockel, grau, 120 x 90 mm mit 2 Buchsen	512701
28	2	Kupferdrähte, weich, 1,5 mm Ø, Länge 430 mm	512703
29	1	Kupferdrähte, halbhart, 2 mm Ø, Länge 200 mm	512704
30	2	Krokodilklemmen mit Steckerstift	23102
31–33	1	Satz Zusatzmaterial (in Kunststoffschachtel, Nr. 43150), Inhalt:	15770
	10	• Reißnägel mit Kunststoffüberzug	15773
	20	• Büroklammern	12549
	1	• Streifen Klebmasse BluTack	15775

Schriftliches Material:

–	1	Einräumplan „Stromkreise“, DIN A3, laminiert	317723
–	1	Lehrerhandreichung „Stromkreise“, DIN A4	3177251
–	1	Experimentieren an Stationen in der Grundschule „Experimentieren mit Strom“, DIN A4	226924

Für Nachbestellungen von Versuchsmaterialien verwenden Sie bitte den Bestellschein am Ende dieses Heftes oder nutzen Sie unseren Online-Shop www.cornelsen-experimenta.de. Einige der Material-Bezeichnungen auf dem Einräumplan im Deckel des Koffers und im Stationen-Heft unterscheiden sich von den entsprechenden Artikelbezeichnungen unseres Sortiments (siehe oben). Bitte verwenden Sie für die Nachbestellung von Einzelteilen die angegebenen Bestellnummern.

- 1) Die leeren Spulenkörper dienen zur Aufbewahrung des Kupferlackdrahts nach den Elektromagnetversuchen.
2) Der zu den Versuchen benötigte Isolierdraht und Heizdraht sollte nach dem Gebrauch gestreckt und in dem dafür vorgesehenen Langfach der Box aufbewahrt werden.

Stromkreise **So ist's richtig**

Damit Sie sofort erkennen, wo in einem Versuchsaufbau ein Fehler steckt, zeigen wir hier die wesentlichen Details – natürlich so, „wie's richtig ist“. Die am häufigsten vorkommenden – oft durchaus kreativen – Fehlinterpretationen beschreiben wir nur verbal.

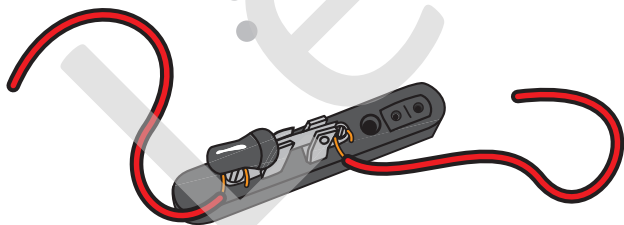
Die Drähte

Es gibt drei Sorten Draht im Experimentierkoffer. Alle drei sind isoliert. Will ein Versuch nicht klappen, so liegt es oft daran, dass die Isolierschicht nicht richtig vom Draht entfernt wurde.

- Beim Leitungsdraht bildet ein Kunststoffmantel die Isolation. Er lässt sich leicht zwischen den Fingernägeln von Daumen und Mittelfinger festhalten und abziehen. Man kann auch die Schere benutzen.
- Der Kupferdraht für den Elektromagneten ist mit einer Lackschicht versehen. Diese muss man an den Enden abkratzen.
- Der Heizdraht ist mit einer Textilfaser umspinnen. Auch sie muss an den Enden entfernt werden.

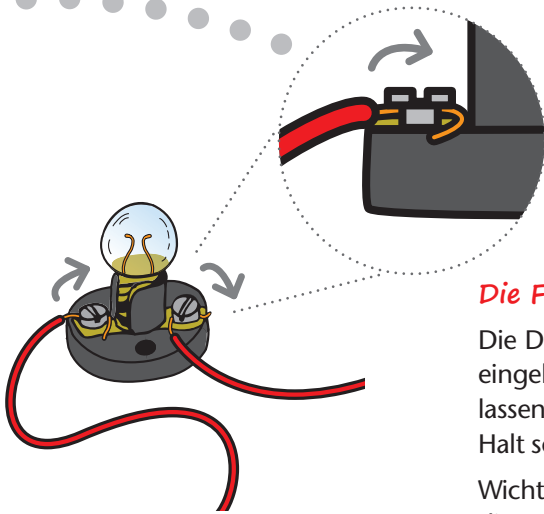
So ist's am einfachsten beim Kupfer- und Heizdraht

Man hält eine (bekanntermaßen ja nicht sehr scharfe) Schulschere aufgeklappt. Nun klemmt man den Draht zwischen der Schneide und dem Daumen ein und zieht den Draht nach unten. Diese Aktion wiederholt man so oft, bis der Draht rundum von seiner Isolierung befreit ist. Beim Kupferdraht erkennt man den Erfolg daran, dass die dunkle Lackoberfläche einem hellen Kupfer-ton gewichen ist. Beim Heizdraht wird statt der weißen Umspinnung ein silberfarbener Draht sichtbar.



Der Hebelschalter

Ähnlich wie bei der Fassung kommt unter jede Schraube ein Drahtende. Einlegen und Festziehen: siehe Fassung.



Die Fassung

Die Drähte werden zwischen dem Kopf der Schraube und dem Blech eingeklemmt. Dabei kann man das abisolierte Drahtende gestreckt belassen oder rund um die Schraube biegen (und so für einen optimalen Halt sorgen).

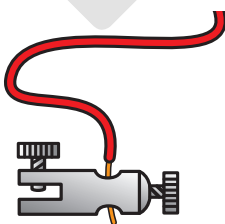
Wichtig ist, dass man den Draht links von der Schraube einlegt. Da man die Schraube im Uhrzeigersinn festdreht, zieht man ihn auf diese Weise an den richtigen Platz.

Die Polklemme

Die Polklemme wird seitlich auf das Polblech geschoben und mit der Rändelschraube fixiert.

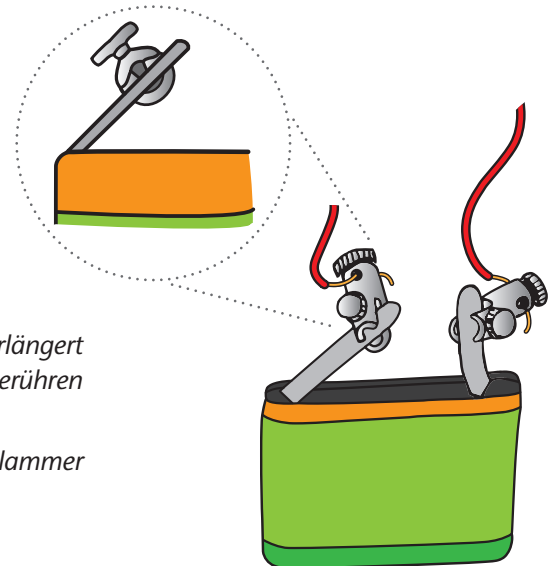
Setzt man sie von vorn auf das Polblech, hält sie zwar auch gut, verlängert die Blechzunge aber so unglücklich, dass die beiden Pole einander berühren und einen starken Kurzschluss erzeugen können. (siehe Seite 13)

Die Polklemme dient nicht dazu, den Draht in Art einer Wäscheklammer am Blech einzuklemmen.

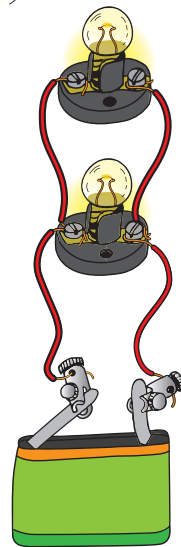
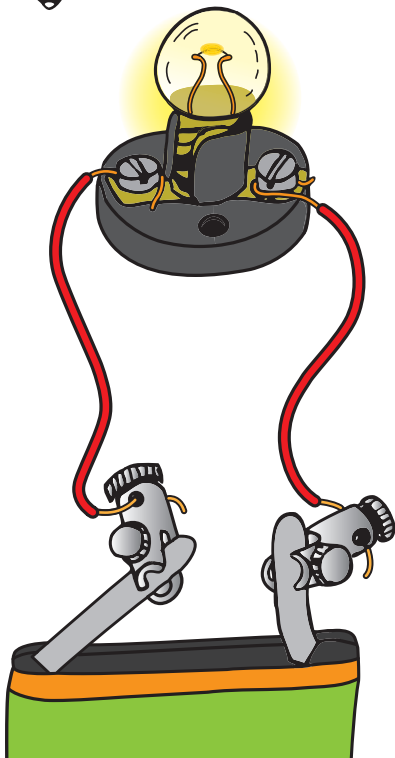


Der Draht wird durch die Bohrung geführt und mit der Rändelschraube an der Stirnseite festgeklemmt.

Das Festklemmen des Drahts zwischen Rändelschraube und Polklemme führt zu keiner dauerhaft festen Verbindung.

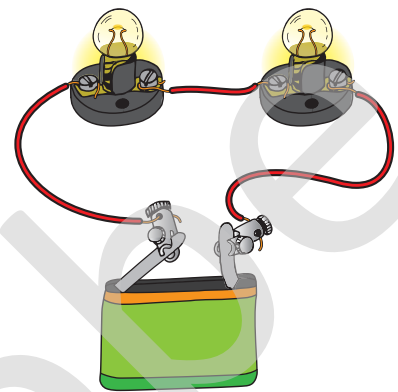


Stromkreise Die 6 Stromkreise – Licht



Parallel-Schaltung

Jede Lampe hat ihren eigenen Stromkreis. Dreht man eine locker, leuchtet die andere weiter.



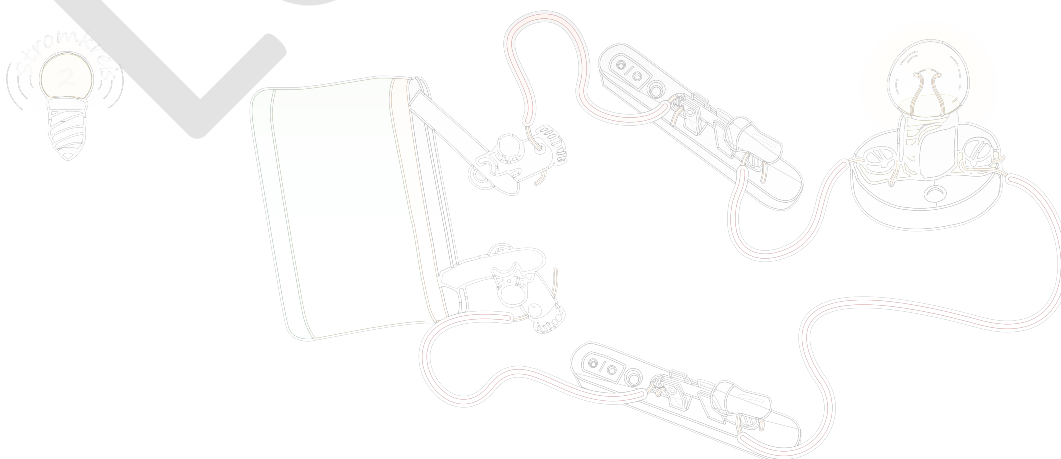
Reihen- oder Hintereinanderschaltung

Die Lampen liegen in einem gemeinsamen Stromkreis. Dreht man eine locker, erlischt auch die andere.

Stromkreise

Die Stationsarbeit trägt den Namen „Experimentieren mit Strom“, der Experimentierkoffer heißt hingegen „Stromkreise“.

Wir stellen auf dieser Doppelseite die sechs verschiedenen Stromkreise vor, die mit der Box grundsätzlich möglich sind. Dass die Kinder dazu Varianten erfinden und zum Beispiel zwei Schalter in einen Stromkreis setzen, eine Hintereinanderschaltung von vier Lampen versuchen, den Magnetversuch mit der Lampe kombinieren oder ... , all diese Formen ändern nichts daran, dass sie auf die hier abgebildeten sechs Stromkreise zurückzuführen sind. Sie zeigen elementar, was sich aus der elektrischen Energie grundsätzlich machen lässt: Licht, Wärme und Bewegung. Insbesondere die Möglichkeit, mit Strom Bewegung erzeugen zu können (ein Eisennagel wird zum Elektromagneten und bewegt einen zweiten, indem er ihn anzieht) findet technisch faszinierende Fortentwicklungen. Dies ist das Grundprinzip des Elektromotors und – in seiner Umkehrung – des Generators zur Stromerzeugung.



1. Die Versuchsgeräte

An der Flachbatterie wurde trotz ihres langsamen Verschwindens aus dem Alltag in Deutschland festgehalten, weil dieser Batterietyp eindeutige Einsichten ermöglicht.

Sie liegt oder steht auf Schülertischen sicher, erlaubt technisch sicheren Anschluss der Drähte und hat genug Kapazität, um mehrere Durchgänge zu gewährleisten.

Polklemmen, Hebelschalter und Fassung sind in ihrer Robustheit und ihrem Zweck eindeutig. Die Kinder erkennen die Funktionen selbst. Im Sinne vieler Rahmenpläne werden hier technische Geräte in ihrer Funktion verstanden.

Auch die Glühlampe wird aus diesen Gründen weiter benutzt. Sie steht in ihrer Schwachstromversion übrigens auch nicht auf der Liste des Typs, der wegen seiner ungünstigen Leistungsbilanz aus den europäischen Haushalten verschwinden soll.

2. Unbedenklichkeit

Mit dem Materialangebot der Box sind nur ungefährliche Versuche möglich, da eine 4,5 V-Alkaline-Batterie als Stromquelle benutzt wird.

Eine Berührung der Polbleche (selbst mit der Zunge, wie es Kinder manchmal machen) ist völlig ungefährlich.

Funkenbildung

Die Funken bei Nichtbeachtung einer Versuchsanleitung führen schlimmstenfalls zum Erschrecken.

Hitzeentwicklung bei Versuchen

Beim Experimentieren mit der Heizdrift wird siegewollt. Der Heizdraht ist so konstruiert, die Kinder

Hitzeentwicklung beim Kurzschluss


Die auf Seite 13 für die Lehrerin vorgestellten Kurzschlüsse führen bei frischen Batterien in etwa 40 Minuten zur völligen Erschöpfung der Batterie. Dabei werden die Polbleche (fühlbar) heiß und auch der Batteriekörper erwärmt sich. Da die Batterie aber einen zusätzlichen Kunststoffmantel hat, ist davon außen nur wenig zu spüren. Schließlich entweicht eine sehr geringe Menge eines unschädlichen Gases kaum hörbar im Inneren der Batterie.

Flüssigkeitsaustritt

Der bei erschöpftem und in diesem Zustand zu lange gelagerten Flachbatterien anderen Typs gelegentlich zu beobachtende Austritt geringer Mengen einer Flüssigkeit (von ungefährlicher Kalilauge) kommt bei unseren Alkaline-Batterien zu 99 % nicht vor. Im sehr unwahrscheinlichen Fall eines solchen Austritts: Nicht in Mund und Augen kommen lassen, einfach mit Wasser abspülen.

Vor Versuchen mit allen anderen Stromquellen

Vor allem natürlich mit dem im Haushalt üblichen 220-Volt-Strom, müssen die Kinder zu Beginn eindringlich gewarnt werden. Zur Erarbeitung dieses Tabus kann die Stationskarte 4 mit herangezogen werden.

Ein Risiko geht von Leuchtstoffröhren und Energiesparlampen aus. Sie gehören zwar nicht zur Box, die Kinder könnten sie aber mitbringen wollen. Mit diesen Mülltonnenzeichen enthalten sie Schadstoffe  und dürfen nicht in die Schule gebracht werden. Die Leuchtstoffröhren zerbrechen zudem leicht und weisen dann scharfe Kanten auf.

Ungefährlich ist auch das Thermometer in der Box. Seine Kapillare enthält eine unbedenkliche Flüssigkeit.

Stromkreise Anleitung zu den Stationen

Station 19:
Sonja hat zwei Lampen an
ihrem Fahrzeug..... Seite 29

Material:

- Wie bei Station 18
- aber:
- 2 Fassungen (6)
- 2 Glühlampen (10)
- 3 oder 4 Leitungsdrähte mit roter Isolierung (5)



Der Einbau einer Beleuchtung in Fahrzeuge (Station 18) lässt immer den Wunsch erwachen, zwei Lampen zu montieren.

Damit ist eine motivierende Situation entstanden, sich mit Reihen- und Parallelschaltung zu beschäftigen. Dabei geht es nicht um die Begrifflichkeit und die fachlich richtige Beschreibung, zumindest zunächst nicht. Es geht um die Erfahrung, dass man zwei Lampen unterschiedlich anschließen kann:

- Mit drei Drähten, an denen man im Stil der Darstellungen auf dem Stationsblatt 11 verfolgen kann, wie der Strom vom Minuspol durch die erste Lampe, von dort in die zweite und dann wieder zurück zur Batterie fließen kann. Die Lampen stehen wie in einer Reihe hintereinander. Logisch: wenn eine Lampe, geht auch die andere aus.
- Mit vier Drähten, die jede Lampe für sich mit den beiden Polen verbindet. Kann man auch „Weg des Stroms“ im Spiel verfolgen. Hier geschieht

Station 20:
Sascha und Derya testen sich
gegenseitig als Elektriker..... Seite 30

Material:

- 1 Flachbatterie (4)
- 2 Polklemmen (8)
- 2 Leitungsdrähte mit roter Isolierung (5)
- 1 Fassung mit Glühlampe (6, 10)
- 1 Schraubendreher (9)



Mit dem doppelseitigen Stationsblatt 20 trainieren die Kinder etwas sehr Wichtiges, die Fehlersuche.

Alle hier abgebildeten Versuche scheinen auf den ersten Blick korrekt zu sein. Da heißt es nicht nur beim zweiten Stromkreis auf Seite 12 „genau hinsehen“!

Lösungen:

Blatt 1:

- Stromkreis 1: Lampe lose gedreht
- Stromkreis 2: Isolierung unter der rechten Schraube verhindert den Kontakt

Blatt 2:

- Stromkreis 1: Glühlampe defekt – Glühdraht gerissen
- Stromkreis 2: Beide Drähte an einem Pol der Batterie angeschlossen
- Stromkreis 3: Beide Drähte zum Kurzschluss zusammen an einer Schraube der Fassung zusammengeführt

Weitere Versuche:

Die Kinder finden sicher noch viele andere „Fehlerschaltungen“ – auch mit Schaltern bei dem hier angeregten Spiel.

Stromkreise Anleitung zu den Stationen

Station 24: Vier Schalter, ein und aus Seite 35

Material:

- Diese Station erfordert eine Kopie
- ein leeres Blatt
- Schere
- Klebstoff

Hier wird auf drei im Haushalt übliche Schaltertypen übertragen, was die Kinder am Hebelschalter aus der Box erkannt haben: Es wird immer eine „Lücke“ in einem Stromkreis geschlossen oder geöffnet.

Beim Fernsehen sind gleich zwei Schalter zu bedenken: Der eine steuert den Fernsehapparat und das Fernsehgerät, der andere steuert den Fernseher.

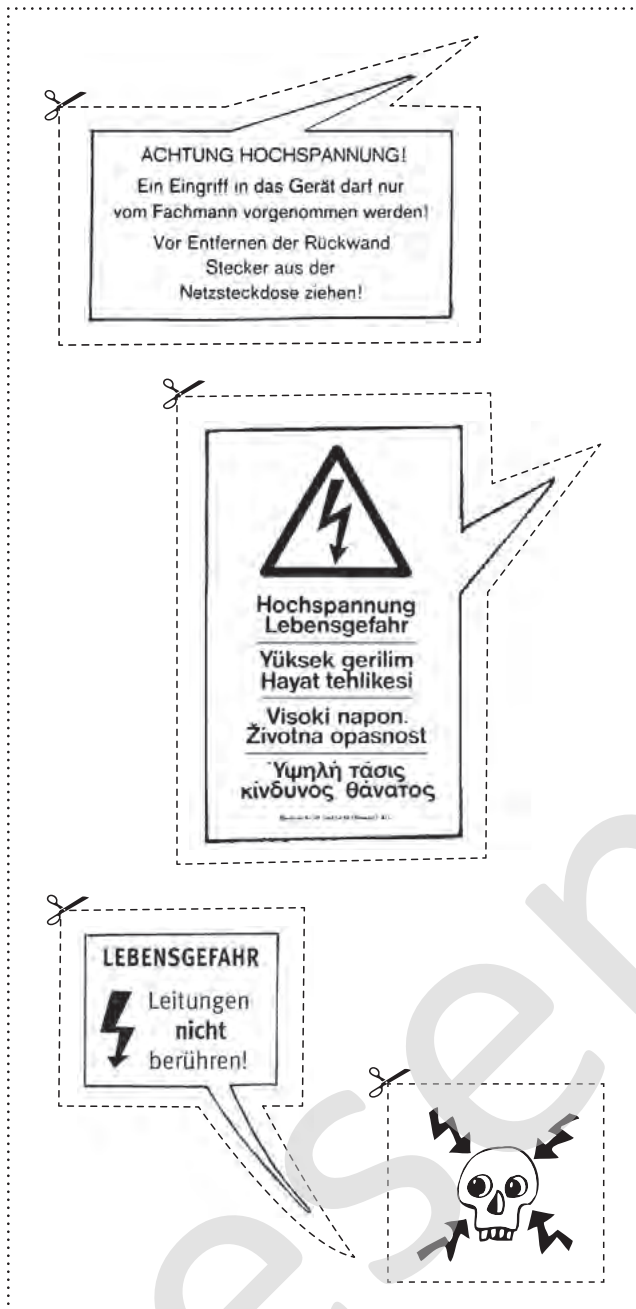
Station 25: Schalter, selbst gebaut..... Seite 36

Material:

- 1 Flachbatterie (4)
- 2 Polklemmen (8)
- 2 Leitungsdrähte mit roter Isolierung (5)
- 1 Fassung mit Glühlampe (6, 10)
- 1 Schraubendreher (9)
- Holzbrett (26)
- Büroklammern (31–33)
- Reißnägel (31–33)
- Klebemasse BluTack (31–33)



In vielen Rahmenplänen wird der Eigenbau von Schaltern vorgeschlagen. Dabei können die Kinder elementare Erfahrungen machen oder anwenden. So regt das Stationsblatt dazu an, zwei verschiedene Schaltertypen auszuprobieren, den Drehschalter und den Taster. Letzterer entspricht dem „Klingelknopf“ und ist durch Fernbedienungen, PC-Tastaturen, elektronische Spielzeuge usw. wohl der am weitesten verbreitete.



Station 31:
Wie schützt man sich vor Stromschlag?..... Seite 44

Material:



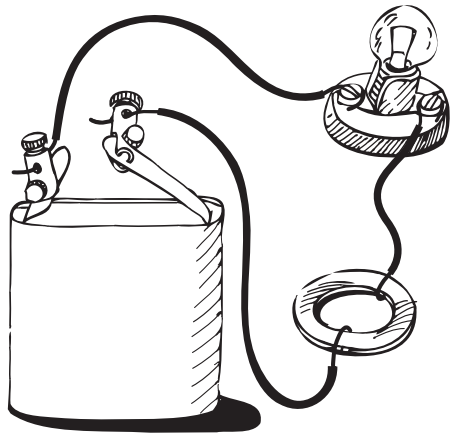
ohne Schalter

- 1 Flachbatterie (4)
- 2 Polklemmen (8)
- 3 Leitungsdrähte mit roter Isolierung (5)
- 1 Fassung mit Glühlampe (6, 10)
- Kleinmaterial in Kunststoffschachtel (13)
- Werkzeuge (die den Fachmann durch Gummiarmierungen oder Kunststoff vor Stromschlägen schützen)

Das klassische Rahmenplanthema „Leiter und Nichtleiter“ wird hier von seinem Umweltbezug her angegangen. Was leitet den Strom nicht und kann uns deshalb vor der Berührung schützen?

Zur experimentellen Beantwortung dieser Frage werden die Stoffe getestet, die in der Kleinmaterialsammlung enthalten sind. Um welches Material es sich handelt, geht aus dem Stationsblatt hervor.

Dort wird auch eine Versuchsanordnung vorgeschlagen. Es ist der Stromkreis mit Lampe und Schalter. An die Stelle des Schalters tritt das jeweils zu testende Material. Zur Prüfung, ob es leitet oder nicht, drückt man einfach die blanken Drahtenden darauf.



Übersicht über die Experimentierkoffer

**Experimentierkoffer
„Stromkreise“
Best.-Nr. 31772**



Der „Klassiker“! Aus einfachen Bauteilen entstehen reizvolle technische Einrichtungen wie Fahrzeugbeleuchtung, Elektromagnet, Wärmequellen oder „Zitterachterbahn“. Die manuelle Geschicklichkeit wird ebenso trainiert wie das genaue Hinsehen.

**Experimentierkoffer
„Wind und Wetter“
Best.-Nr. 8959**



Die Schüler erlernen zuerst motiviert handelnd den Umgang mit Thermometer, Niederschlagsmesser und Windmessgeräten sowie die Beobachtung der Bewölkung, um dann eine Langzeit-Wetterbeobachtung zu beginnen – mit den Messgeräten aus der Box!

**Experimentierkoffer
„Sicherer Umgang mit Feuer“
Best.-Nr. 14200**



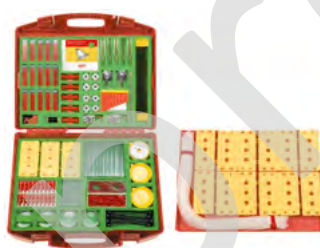
Die Experimente, die mit dieser Box in Stationsarbeit möglich sind, haben alle einen Bezug zu den Fällen, in denen Kinder von Feuer bedroht sein können und belegen die Aussagen in den dazu gehörenden „Geschichten“ von wahren Begebenheiten.

**Experimentierkoffer
„Messen“
Best.-Nr. 31790**



Lehrgang und Messgerätesammlung zugleich: Die Schüler vollziehen die „Erfindung“ von Maßen und Messgeräten nach und erlernen den Umgang mit ihnen. Besonderheiten sind ein selbst zusammengebautes Thermometer, eine Balkenwaage und ein Messschieber.

**Experimentierkoffer
„Klänge und Geräusche“
Best.-Nr. 31720**



Mit dieser Box lässt sich fächerübergreifend das Phänomen Schall bearbeiten. Das Entstehen von Klängen und Geräuschen wird im Hinblick auf ihre Höhe und Intensität untersucht. Vier CDs mit Geräuschen ergänzen die Versuchsgeräte.

**Experimentierkoffer
„Magnet und Kompass“
Best.-Nr. 31756**



An 24 Stationen reizen Versuche zur spielerischen und gedanklichen Auseinandersetzung mit dem Phänomen Magnetkraft, von den schwebenden bis zu den schwimmenden Magneten. Es geht auch um systematisches Forschen und Materialkenntnisse.

**Experimentierkoffer
„Schwimmen und Sinken“
Best.-Nr. 31900**



Die Kinder erkunden verschiedene Phänomene, die mit dem Schwimmen und Sinken zusammenhängen. In gemeinsamen Unterrichtsphasen tragen sie ihre Erkenntnisse zusammen, bis daraus eine allen verständliche Erklärung des Schwimmens gewonnen werden kann.

**Experimentierkoffer
„Luft“
Best.-Nr. 31710**



Die Geräte dieser Box machen Versuche im Zusammenhang mit den klassischen Rahmenplanthemen zum Thema „Luft“ funktionssicher und damit in Stationsarbeit nutzbar. Alltägliche Technik (Luftpumpe, Ventil ...) wird durchschaubar.

**Experimentierkoffer
„Wasser 1“
Best.-Nr. 31802**



Der Kreislauf des Trinkwassers: Wir machen es zum Schmutzträger, um es dann zu „klären“ – und wieder in Umlauf zu bringen. Das Themenheft bietet den sachlichen Hintergrund, der immer wieder experimentell hinterfragt oder belegt wird.

Besuchen Sie uns im Internet unter cornelsen-experimenta.de.
Dort finden Sie weitere Experimentierkoffer und ergänzendes Material.

Bestellschein für Fax oder Post, bitte kopieren

Fax: 0800 435 90 22 (gebührenfrei)

Fax: +49 (0)30 435 902-22

E-Mail: info@cornelsen-experimenta.de

Experimentierkoffer

Stromkreise

Bestellnummer 31772

Cornelsen Experimenta GmbH
Holzhauser Straße 76
13509 Berlin

Name: _____

Schule: _____

Anschrift: _____

Bestelldatum: _____

Unterschrift / Stempel des Auftraggebers

Best.-Nr.	Anzahl	Artikel
12549		Büroklammern (100 Stück)
12662		Kunststoffschachtel, 60/40/18 mm, leer
12727		Kunststoffschachtel, 60/50/32 mm, leer
12735		Thermometer, -3 °C bis +103 °C
13359		Flachbatterie, 4,5 V
13430		Glühlampen, 3,5 V/0,2 A (10 Stück)
13448		Lampenfassung E10, mit Sockel
13456		Ersatzschrauben für Hebelschalter und Lampenfassung (100 Stück)
13464		Polklemme, 7 mm Ø
13481		Schraubendreher, isoliert, 110 mm
13499		Hebelschalter, einpolig
13510		Spulenkörper, 60/60 mm
13529		Isolierdraht auf Spule (20 m)
13537		Kupferlackdraht auf Spule (60 m)
13545		Heizdraht, umspinnen, auf Spule (20 m)
13553		Eisennägel, 80 mm (15 Stück)
13561		Satz Kleinmaterial (in Kunststoffschachtel)

Best.-Nr.	Anzahl	Artikel
15760		Satz Bauteile für Fahrzeug aus fischertechnik-Elementen
15770		Satz Zusatzmaterial in Schachtel (Inhalt: 20 Büroklammern, 10 Reißnägel und 1 Streifen Klebmasse BluTack)
15771		Holzbrett, 120/90 mm
15773		Reißnägel mit Kunststoffüberzug (100 Stück)
15775		Klebmasse BluTack
23102		Krokodilklemmen mit Steckerstift
43150		Kunststoffschachtel, 64/64/15 mm, leer
512701		Stecksockel, grau, 120/90 mm, mit 2 Buchsen
512703		Kupferdraht, weich, 2 mm Ø, Länge 430 mm
512704		Kupferdraht, halbhart, 2 mm Ø, Länge 200 mm

Einfach und bequem bestellen Sie Ersatzteile in unserem Onlineshop unter:
cornelsen-experimenta.de

Bestellschein für Fax oder Post, bitte kopieren

Fax: 0800 435 90 22 (gebührenfrei)

Fax: +49 (0)30 435 902-22

E-Mail: info@cornelsen-experimenta.de**Experimentierkoffer****Stromkreise**

Bestellnummer 31772

Cornelsen Experimenta GmbH
 Holzhauser Straße 76
 13509 Berlin

Name: _____

Schule: _____

Anschrift: _____

Bestelldatum: _____

Unterschrift / Stempel des Auftraggebers

Best.-Nr.	Anzahl	Artikel
-----------	--------	---------

Kleinmaterial, abgepackt:

12565		Steine (100 g)
12590		Holzscheiben, 20 mm Ø (20 Stück)
13588		Kupferringe, 20 mm Ø (10 Stück)
13600		Gummistäbe, 30 mm (20 Stück)
13626		Aluminiumnieten, 20 mm (20 Stück)
13634		Messingschrauben, 20 mm (20 Stück)
13642		Kohlestäbe, 30 mm (10 Stück)
13650		Porzellanstücke (20 Stück)
13669		Schnurstücke (100 Stück)
13677		Glaskugeln (20 Stück)
13685		Eisennägel, 55 mm (40 Stück)

Best.-Nr.	Anzahl	Artikel
-----------	--------	---------

Schriftliches Material:

317723		Einräumplan „Stromkreise“
3177251		Lehrerhandreichung, „Stromkreise“
226924		Experimentieren an Stationen „Experimentieren mit Strom“

Aufbewahrung:

43250		Hartplastikbox, 540/450/150 mm
42944		Einlagewanne, 510/360/40 mm
317721		Schaumstoffeinsatz, 505/350/55 mm
317722		Schaumstoffeinsatz, 515/360/70 mm
317728		Textaufkleber „Stromkreise“, 65/55 mm

Handreichung „Stromkreise“

Bestellnummer 3177251

Leseprobe

Cornelsen Experimenta GmbH
Holzhauser Straße 76
13509 Berlin

Für Bestellungen und Anfragen:
Service **Tel.:** 0800 435 90 20
Telefon: +49 (0)30 435 902-0
Service **Fax:** 0800 435 90 22
Fax: +49 (0)30 435 902-22

E-Mail:
info@cornelsen-experimenta.de

cornelsen-experimenta.de

Experimentieren an Stationen in der Grundschule

CHRISTIAN HOENECKE

Experimentieren mit Strom

3./4. Schuljahr

Kopiervorlagen und Materialien



Passend zur Box
»Stromkreise«

von Cornelsen Experimenta

Cornelsen

Experimentieren mit Strom

Mehr über das Experimentieren an Stationen in der Grundschule finden Sie in:

Christian Hoenecke:

Sachunterricht: Natur und Technik

– *Didaktik und Methodik*

– *Praxishilfen für Physik, Biologie und Chemie in den Klassen 1 bis 4*

ISBN 978-3-589-05089-5

Inhaltsübersicht

Experimentieren an Stationen:	
Ein Weg zum kindgerechten Lernen	1
Sachliche Grundlagen	4
Materialliste und Anmerkungen zu den einzelnen Stationen	6
Übersicht über die Stationen	8
Die Stationen	9

Die markierten Kapitel sind in dieser Leseprobe in Auszügen enthalten.

www.cornelsen.de

Bibliografische Information: Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Dieser Band folgt den Regeln der deutschen Rechtschreibung, die seit August 2006 gelten.

5. 4. 3. 2. Die letzten Ziffern bezeichnen
12 11 10 09 Zahl und Jahr der Auflage.

© 2000 Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG, Berlin
Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt.
Die Kopiervorlagen dürfen für den eigenen Unterrichtsgebrauch in der jeweils benötigten Anzahl vervielfältigt werden. Jede Verwertung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages.

Hinweis zu §§ 46, 52 a UrhG: Weder das Werk noch seine Teile dürfen ohne eine solche Einwilligung eingescannt und in ein Netzwerk eingestellt oder sonst öffentlich zugänglich gemacht werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen.

Redaktion: Gregor Rauh, Berlin

Herstellung: Brigitte Bredow, Berlin

Illustrationen: Klaus Müller, Berlin; Detlev Schüler, Berlin

Gesamtgestaltung: Dagmar & Torsten Lemme, Berlin

Umschlaggestaltung: Bauer + Möhring, Berlin,

unter Verwendung einer Illustration von Klaus Müller

Druck und Bindung: Druckhaus Köthen GmbH, Köthen

Printed in Germany

ISBN 978-3-589-22692-4



Gedruckt auf säurefreiem Papier,
umweltschonend hergestellt aus chlorfrei gebleichten Faserstoffen.

Neben einigen Anregungen stammt auch die Abbildung auf Seite 5 aus dem „Lehrerheft Stromkreise“ des Cornelsen Verlages (Bestell-Nr. 4619; S.9) zur Experimentierbox „Stromkreise“ (Bestell-Nr. 31772) von Cornelsen Experimenta, Berlin (<http://www.cornelsen-experimenta.de>). Wir danken dem Cornelsen Verlag und Cornelsen Experimenta für die freundliche Unterstützung.
Die Stationen 17 und 32 sind angelehnt an Teile der Diferix-Sachkartei des Cornelsen Verlages, Berlin. Wir danken der Grundschulredaktion für die freundliche Unterstützung.
Die Abbildungen des „Batterie-Männchens“ auf Seite 17 wurden uns mit freundlicher Genehmigung von der GRS (Stiftung Gemeinsames Rücknahmesystem Batterien, Hamburg) zur Verfügung gestellt.

Experimentieren an Stationen: Ein Weg zum kindgerechten Lernen

„Experimentieren an Stationen“ folgt den Prinzipien des Lernens an Stationen. Allerdings ist es auf die speziellen Bedingungen des Schülerexperimentes in der Grundschule zugeschnitten: Da alle Versuche grundsätzlich von den Kindern allein ohne Hilfe der Lehrerin durchgeführt werden soll, müssen manche Schritte genauer dargestellt werden, um Risiken auszuschließen.

Aus der Box „Stromkreise“ und den Stationsblättern in diesem Heft können Sie je nach eigener Zielsetzung bis zu 33 verschiedene Stationen aufbauen, die sich alle bereits im Unterricht bewährt haben. Sie können sich auch auf eine Auswahl an Inhalten beschränken und zum Beispiel nur die Stationen eines Themenbereichs anbieten.

Entscheidend ist, dass grundsätzlich **jedes Kind** Gelegenheit hat, seine Station auszuwählen und zu bearbeiten. Im Extremfall wäre also denkbar, dass jedes Kind an einer anderen Station als seine Mitschüler tätig ist. Dabei sollte ihm weitgehend freigestellt sein, ob es einzeln, zu zweit oder in Gruppen arbeiten möchte.

Damit die Kinder auswählen können, muss man der Klasse zunächst einen Überblick über das Lernangebot ermöglichen. Dazu bietet es sich z. B. an, die Stationen schon einige Tage vor der Einführung in das Vorhaben auszulegen und dann in der ersten Stunde die wesentlichen Stationen kurz vorzuführen. Hierbei kann die Übersicht (S.8) eingesetzt werden. Es hat sich auch bewährt, für die erste Begegnung mit dem Material im Unterricht eine Auswahl der wichtigsten Stationen zu treffen und diese auszulosen oder gezielt zuzuordnen.

Obwohl es Stationen geben kann, an denen Kinder in Gruppen arbeiten, weil sie es sollen oder von sich aus wünschen, ist Experimentieren an Stationen als solches **kein** Gruppenunterricht: Dessen Ziele sind andere (z. B. Identifikation der Kinder mit ihrer Gruppe, gemeinsames Produkt, Training von Gruppenarbeitskompetenzen).

Experimentieren an Stationen ist aber auch **keine** Freiarbeit per se, da es ein Angebot innerhalb **eines** Lernbereichs ist und bei festgelegten (Minimal-)Zielen nur eine Auswahl in seinem Rahmen zulässt.

Als eine Art – oder ein Teil – von Wochenplanarbeit **kann** Experimentieren an Stationen genutzt werden, wenn die Stationen über einen längeren Zeitraum zugänglich bleiben und die Kinder sich einen Zeitplan machen, bis wann sie welche Teile wahrnehmen wollen. Den pädagogischen Sinn der Wochenplanarbeit (wie z. B. bei Freinet) erfüllt diese Form allein aber auch nicht voll, weil „Experimentieren mit Strom“ auf das geschlossene, fachlich, thematisch und zeitlich begrenzte Arrangement beschränkt bleibt.

Sie können „Experimentieren mit Strom“ also als Teil Ihrer Wochenplanarbeit anbieten – und dann so verfahren, wie es Ihre Klasse gewohnt ist, also z. B. Pflichtanteile festlegen oder feste Aufgaben zuweisen.

Experimentieren an Stationen und das Prinzip „Offenen Unterrichts“

Experimentieren an Stationen vereint, was sich seit Jahrzehnten im Schulalltag bewährt hat und eine zumindest zeitweilige Abkehr vom Prinzip eines Lernens ermöglicht, bei dem alle Kinder einer Klasse gemeinsam zum selben Zeitpunkt denselben Lernschritt vollziehen.

Zwar gibt die Lehrerin das Angebot durch die Stationen vor, aber dem Kind bleiben doch viele Wahlmöglichkeiten:

- Es kann die Station unter dem Gesichtspunkt ihres Inhalts oder der dort geforderten Arbeitsform wählen.
- Es kann die Reihenfolge und die Wiederholungen von Stationen im Rahmen des Angebots oder die Weildauer an einer Station bestimmen.
- Es kann die Sozialform (wo sie nicht vorgeschrieben ist) und die Art der Hilfe wählen.
- Es kann selbst zum Angebot beitragen, indem es weitere Stationen plant oder gar aus Materialien erstellt, die es selbst mitbringt.
- Es kann teilweise zur Einbeziehung von Eltern oder anderen Klassen kommen.

Somit berücksichtigt das Experimentieren an Stationen Forderungen nach einer maßvollen Öffnung des Unterrichts.

Der hier vorliegende Medienverbund aus Stationsblättern und Versuchsmaterialien ermöglicht Ihnen eine Öffnung in diesem Sinne. Sie bestimmen das Maß, in dem sie erfolgt.

Experimentieren an Stationen: Eine individualisierende Form

Experimentieren an Stationen ist eine Form des individualisierenden Lernens. Experimentieren an Stationen soll

- den individuellen Lernvoraussetzungen (Fähigkeiten, Fertigkeiten, Vorwissen) der Kinder gerecht werden,
- ihnen individuelle Lernwege eröffnen,
- an ihre speziellen Interessen so weit wie möglich anknüpfen,
- die Fähigkeit fördern, sich über ein Lernangebot einen Überblick zu verschaffen und sich entscheiden zu können,
- altersstufengerechte Verantwortung für das eigene Lernen und den Umgang mit dem Lernmaterial üben sowie kooperatives Verhalten und die Fähigkeit, eine Sache bis zum Schluss zu verfolgen (!),
- die Bereitschaft fördern, schulische Anforderungen selbstständig unter Nutzung der bereitgestellten Stationen zu erfüllen und sich dabei selbst zu kontrollieren.

Experimentieren an Stationen nimmt jene Last von der Lehrerin, die das Arrangieren synchronen Lernens mit sich bringt, und verlagert die Schwerpunkte ihrer Arbeit auf die individuelle Betreuung von Kindern – auch von Gruppen.

Es befreit die Lehrerin auch von der Pflicht, jedes Medium, das jedes Kind in einem frontal geführten Unterricht selbst benötigt, in der Anzahl der Kinder zur Verfügung zu stellen. (Es befreit sie allerdings nicht davon, für jedes Kind grundsätzlich ein Medium vorzusehen, aber es dürfen verschiedene sein, teils einmal, teils mehrfach vorhandene.)

Die „Schere“ in den Leistungen, Kenntnissen und Fertigkeiten ist im sachkundlichen Bereich oft besonders groß. Die „Stromkreis“-Thematik ist ein gutes Beispiel dafür. Hier hängen Wissen und Können stark vom außerschulischen Angebot ab. „Experimentieren mit Strom“ stellt Ihnen – zusammen mit der Box „Stromkreise“ – alle schriftlichen Medien und die Grundausstattung an Versuchsmaterialien gesammelt zur Verfügung, mit denen Sie diesen unterschiedlichen Voraussetzungen gerecht werden können.

Einige lerntheoretische Grundsätze zum Experimentieren an Stationen

- Übersicht über den gesamten Lernstoff
- Zielorientierung (Ziele kennen und verfolgen)
- Handelnd lernen (mit dem Kopf, aber auch mit „Herz und Hand“)
- Bewegung beim Lernen
- Vernetzung von Wissen
- Schaffung eines günstigen Lernklimas
- Korrektur, Bestätigung, Hilfe in zeitlich geringem Abstand

Der Medienverbund „Experimentieren an Stationen: Stromkreise“ gibt Ihnen die Möglichkeit, nach diesen (und Ihren weiteren) pädagogischen Überzeugungen zu unterrichten, ohne dass sich dabei der Schwerpunkt Ihrer Arbeit in die Beschaffung und Erstellung von Medien verlagert.

Dass an allen Stationen handelndes, teilweise auch entdeckendes Lernen möglich ist, liegt in der Konzeption des Angebots. Die so oft geforderte Vernetzung von Wissen erfolgt in den zahlreichen Verbindungen zum Vorwissen und zur Umwelt der Kinder wie auch in der Möglichkeit, zusammengehörende Stationen zu entdecken. Die Möglichkeiten, fach- bzw. lernbereichsübergreifend zu arbeiten, sind vielfältig und bereits auf den Stationsarbeitsblättern angelegt.

Anmerkungen zu den Aspekten Bewegung und Wechsel der Sozial- und Arbeitsformen

Die Schule ist in letzter Zeit immer deutlicher darauf hingewiesen worden, dass der Zwang zum langen Stillsitzen dem Lernen nicht förderlich ist.

Umgekehrt ist die Idee, die jede Lehrerin selbst aus eigener Erfahrung kennt, entstanden, dass Bewegung und Wechsel der Sozial- und Arbeitsformen

Ein weiteres wichtiges Merkmal des Experimentierens an Stationen ist der Wechsel der Arbeits- und Sozialformen: Es ist vorteilhaft, sich ein und demselben Lerngegenstand mehrfach und auf unterschiedlichen Wegen zu nähern (z. B. in der Realität, im Bild, im Text, im Gespräch). Es ist aber auch erwiesenermaßen hilfreich, beim Lernen hin und wieder die Sozialform zu wechseln und etwas selbst in Einzelarbeit Erarbeitetes einem Partner mündlich darzustellen oder in einer Gruppe vorzutragen.

Anmerkungen zu den Organisationsformen

Man muss so viele Stationen anbieten, dass jedes Kind seinen Platz findet. Optimal wäre es also, so viele Angebote zu machen, wie man Schüler hat. Nur wenn dies z. B. aus inhaltlichen oder ökonomischen Gründen nicht möglich ist, kann man dadurch Abhilfe schaffen, dass man Stationen zweimal (d. h. an zwei Plätzen identisch) anbietet oder dasselbe Material an einer Station gleich mehrfach auslegt. Möglich ist auch, bestimmte Stationen von vornherein auf Partnerarbeit oder Gruppenarbeit anzulegen und so Material zu sparen.

Die Stationen sollten in der Klasse verteilt, z. B. auf Fensterbänken und Regalen stehend oder in Reichweite hängend, angeboten werden. Möglich ist auch, sie wie ein Bühnenbild auf einer geeigneten großen Fläche nebeneinander auszulegen. Wichtig sind nur

– gute und ungehinderte Überblick und

– freie Zugänge.

Überblick und Zugriff werden erfahrungsgemäß behindert, wenn die Stationen auf Tischen liegen. Sie sollten also nicht auf Tischen aufgestellt sein, an denen Kinder sitzen.

Die Stationen sollten so angeordnet sein, dass sie sich gut überblicken lassen und der Weg von einer Station zur nächsten frei ist.

Die Schüler/innen sind in der Lage, die Stationen selbstständig zu bearbeiten und die Ergebnisse zu präsentieren. Die Lehrer/innen sind in der Lage, die Stationen selbstständig zu bearbeiten und die Ergebnisse zu präsentieren.

Die Schüler/innen sind in der Lage, die Stationen selbstständig zu bearbeiten und die Ergebnisse zu präsentieren. Die Lehrer/innen sind in der Lage, die Stationen selbstständig zu bearbeiten und die Ergebnisse zu präsentieren.

Wer ein Optimum an Fähigkeiten, Fertigkeiten, Kenntnissen, Kompetenzen und Haltungen vermitteln will, wird die jeweils passende Unterrichtsform wählen. Und so ist die Unterbrechung der auf einen längeren Zeitraum angelegten Stationsarbeit durch echte Gruppenarbeitsstunden zur selben Thematik ebenso notwendig wie Stunden gemeinsamen Klassenunterrichts.

Die Versuchsmaterialien in der Box „Stromkreise“ von Cornelsen Experimenta reichen ggf. auch einmal für Klassenunterricht mit Partnerarbeit bei den Versuchen (alle Teile 15-mal) aus.

Sache und Sprache

Die unabdingbare Verbindung von Sache und Sprache muss von der Lehrerin ebenso geknüpft werden, wie sie die Begriffsbildung anstoßen und ständig weiter fördern muss.

Am besten lässt man deshalb innerhalb jeder Stationsarbeit eine Präsentationsphase stattfinden, die am Anfang, am Ende oder auch mitten in dem zur Verfügung stehenden Zeitraum liegen kann. Hier führen wechselnde Kinder (z. B. im Kreis sitzend) ein bis zwei Arbeitsergebnisse vor. Sie zeigen und erklären, was sie gemacht und herausgefunden haben. Dieses Ritual hat neben der Versprachlichung weitere positive Effekte, von denen hier nur zwei genannt werden sollen:

Erstens gewinnen die Zuhörer Interesse an der vorgestellten Station. Zweitens aber können Sie als Lehrerin die „Vortragenden“ ja (rechtzeitig) aussuchen und somit dafür

sorgen, dass die Ihnen wichtigen Stationen nach und nach vorgestellt werden. Auch im Kreisgespräch lassen sich Verknüpfungen herstellen und Akzente setzen.

Eine Verbindung von Sache und Sprache kommt auch durch das Berichtsheft „Mein Buch vom Strom“ in das Lernen. Dieses Heft, das sich bei Kindern durch seine freie Form großer Beliebtheit erfreut, kann zu Hause durch Bilder und Collagen ergänzt werden.

Pflicht- und Zusatzaufgaben

Das Konzept des Experimentierens an Stationen setzt auf Individualisierung und auf das Vertrauen, dass am Ende jedes Kind so viel dazugelernt hat, wie ihm individuell möglich war. So ist durchaus vorstellbar, dass ein Kind alle Angebote wahrgenommen und vielleicht darüber hinaus noch etwas Eigenes eingebracht hat, während ein anderes nur die Hälfte bearbeitet hat.

Falls Sie nun festlegen möchten, welches das für alle Kinder verbindliche Minimum ist, können Sie die Stationen in Pflicht- und Zusatzaufgaben einteilen und z. B. auf den Stationsblättern und der Übersicht kennzeichnen.

Übersicht über die lernbereichsübergreifenden Angebote

- Texte lesen und wiedergeben
- Ein Poster herstellen
- Ein Interview mit einem Erwachsenen durchführen und davon berichten
- Ein Referat halten
- Ein Rollenspiel ausdenken und aufführen
- Ein Spiel gestalten
- Ein Spielzeug umgestalten
- Ein individuelles Sachbuch schreiben

Ausführlichere Hinweise dazu finden Sie in dem Buch von Roland Bauer: *Lernen an Stationen in der Grundschule – Ein Weg zum kindgerechten Lernen* (Cornelsen Verlag Scriptor, ISBN 978-3-589-21108-1).

Unerlässlich ist ein Gespräch über die Gefahren des Stroms, das an Erfahrungen der Kinder, ihr Wissen und Fälle wie auf den zwei Stationsblättern Nr. 30 anknüpft.

Dabei muss ganz deutlich werden: Alle Versuche dürfen nur mit Batterien gemacht werden. Die Steckdosen sind im Klassenzimmer (z. B. symbolisch zukleben) tabu und zu Hause ebenso.

Die Experimentierbox „Stromkreise“

Grundsätzlich ist alles an den Stationen benötigte Material in der Box. Wenn man diese von zwei Kindern verantwortlich betreuen und zu Beginn der Stunden aufstellen und am Ende kontrollieren lässt, entstehen damit keine Schwierigkeiten. Die Kinder lernen schnell, sich angemessen zu „bedienen“.

Station 29: Elektrische Bauteile

1 Satz Bauteile für ein Fahrzeug, Klebemasse (Station 29),
1 Brett, Reißnägel, Büroklammern (Station 25),
1 Stecksockel mit 2 Buchsen, 2 Krokodilklemmen mit Steckerstift, 2 Stück Kupferdraht weich à 45 cm, 1 Stück Kupferdraht halbhart à 20 cm (Station 32).

Die Box hat die Bestellnummer 31772 und kann ebenso wie Ersatzteile (alle Teile sind auch in kleinen Mengen erhältlich, bitte Liste anfordern) bezogen werden über Cornelsen Experimenta, Holzhauser Straße 76, 13509 Berlin,

Sachliche Grundlagen

Die Stromerzeugung

Die Erzeugung des elektrischen Stroms basiert auf bestimmten physikalischen oder chemischen Vorgängen, bei denen Energieumwandlungen stattfinden. Diese erfolgen hauptsächlich mit Hilfe von Generatoren oder galvanischen Elementen.

Generatoren nutzen elektromagnetische Erscheinungen aus, um mechanische Energie in elektrische umzusetzen. Sie werden überall dort eingesetzt, wo große Energiemengen benötigt werden (z. B. Haushaltsstrom) und eine Energiequelle vorhanden ist (z. B. Stauseen, Heizöl, Kohle, Kernkraft). Auch die Drehbewegung des Fahrradreifens erzeugt im Generator des Fahrrads, dem Dynamo, elektrischen Strom.

Die Vorgänge im Batteriestromkreis

In einer Batterie besteht auf Grund chemischer Reaktionen zwischen verwendeten Materialien am Minuspol einen Elektronenüberschuss gegenüber dem Pluspol.

Werden die beiden Pole nun leitend miteinander verbunden, so fließen die überschüssigen Elektronen des

Minuspol zum Pluspol durch den Leiter. Man spricht dann von einem geschlossenen Stromkreis. Obwohl die Richtung des Elektronenflusses von minus nach plus verläuft, setzen die Techniker die Stromrichtung aus Konventionsgründen gerade umgekehrt fest: vom Plus- zum Minuspol.¹ Ein in diesen Elektronenfluss einbezogenes elektrisches Gerät setzt die elektrische Energie je nach seiner Konstruktion in eine andere Energieart (z. B. Licht) um. Der elektrische Strom wird dabei nicht verbraucht, d. h., es gehen dadurch keine Elektronen verloren. Batterien haben nur deshalb eine begrenzte Lebensdauer, weil sich Zink, Salmiaklösung und Braunstein oder andere Stoffe, aus denen moderne Batterien bestehen, bei den chemischen Vorgängen umwandeln.²

Weiterführende Ideen der Kinder

Die Kinder machen sehr bald zusätzliche Vorschläge, wie zum Beispiel den Einbau eines oder mehrerer Schalter in Stromkreise. Hier kann man sie nach Maßgabe des vorhandenen Materials ebenso gewähren lassen wie bei der Realisation von Ideen wie z. B. dem Einbau einer Beleuchtung in ein Haus oder in einen Lampion.

1 Im Hinblick auf die Sekundarstufe sollen bereits Grundschüler den physikalisch richtigen Elektronenfluss lernen.

2 Bei nicht wieder aufladbaren Batterien (im Allgemeinen bei Markenartikeln so oder mit *not rechargeable* beschriftet) lässt sich dieser Prozess nicht erneut in Gang setzen – jedoch bei Akkus.

Stromkreis geschlossen ist, wenn also von einem Pol zum anderen eine geschlossene Anordnung aus leitendem Material besteht. Um ein elektrisches Gerät innerhalb des Stromkreises außer Funktion zu setzen, braucht man den Stromkreis deshalb nur an einer Stelle zu öffnen, d. h. eine Lücke im Leitersystem herzustellen. Das geschieht am zweckmäßigsten mit Hilfe eines Schalters.

Elektrische Schaltungen

Für den Anschluss zweier (oder mehr) Lampen an eine Stromquelle ergeben sich zwei Schaltmöglichkeiten, die Reihen- oder Hintereinanderschaltung und die Parallelschaltung.



Reihen- oder Hintereinanderschaltung

Parallelschaltungen

Reihen- und Hintereinanderschaltung: Bei der Reihenschaltung leuchten beide Lampen dunkler als bei der Parallelschaltung, weil sich die Widerstände addieren und damit die Stromstärke sinkt. Lockert man eine der Lampe in ihrer Fassung, so erlischt auch die andere Lampe.

Parallelschaltung: Hier liegt jede Glühlampe in einem eigenen Stromkreis; die Stromwege verlaufen „parallel“. Man kann deshalb eine der beiden Glühlampen herausdrehen, ohne dass die andere erlischt. Die Lampen leuchten heller als bei der Reihenschaltung.

Leiter und Nichtleiter

Es gibt Materialien, die den elektrischen Strom leiten (Leiter), und solche, die ihn nicht leiten (Nichtleiter oder Isolatoren).

Leiter spielen in der Elektrotechnik eine entscheidende Rolle. Unter ihnen gibt es qualitative Unterschiede: Silber leitet sehr gut (hat einen geringen spezifischen Widerstand), Kupfer leitet fast ebenso gut; Chromnickel und Konstantan dagegen sind schlechtere Leiter, d. h., sie haben höhere spezifische Widerstände.

Nach dem Ohmschen Gesetz ist bei gleichbleibender Spannung die Stromstärke umso geringer, je höher der Widerstand des Leiters ist. Bei gleicher Stromstärke

erwärmt sich ein Draht mit hohem Widerstand stärker als einer mit geringerem Widerstand. Man wird sich also – je nach dem erwünschten Effekt – für ein bestimmtes Leitermaterial entscheiden:

Für Zuleitungskabel verwendet man meist den gut leitenden Kupferdraht, um die Umwandlung in Wärme und damit den Verlust elektrischer Energie so gering wie möglich zu halten. Ein Gerät, das ausdrücklich der Wärmeerzeugung dient, wird man hingegen mit einem schlecht leitenden Draht versehen. Leuchtdrähte in Glühlampen müssen hohe Temperaturen aushalten; sie bestehen deshalb meistens aus dem schwer schmelzbaren Metall Wolfram (Schmelzpunkt: 3350 °C). Damit der Widerstand des Leuchtdrahtes im Verhältnis zu dem Zuleitungskabel groß genug ist, werden für ihn sehr dünne Drähte verwendet (z.T. dünner als ein Menschenhaar). Damit der Leucht draht nicht verbrennt, wird die Luft aus dem Glaskolben gepumpt und dieser (bei Glühlampen ab 40 W) mit einem neutralen Gas (Argon, Krypton) gefüllt. Die bei Glühlampen unerwünschte Wärmeableitung wird durch das Füllgas begünstigt, deshalb verkleinert man die für die unerwünschte Wärmeabgabe wirksame Oberfläche des Leucht drahtes, indem man diesen ein- oder zweimal wendelt. Ein gewendelter Draht beansprucht außerdem nur einen Bruchteil der Länge eines gestreckten Drahtes.

Nichtleiter oder Isolatoren spielen in der Technik ebenfalls eine wichtige Rolle. Sie finden überall dort Verwendung, wo ein Kontakt zwischen zwei leitenden Teilen verhindert werden soll oder aber wo – vor allem bei hohen Spannungen – eine Berührung lebensgefährlich sein könnte. Aus diesem Grunde sind alle elektrischen Geräte sorgfältig isoliert.

Der Elektromagnetismus

Eine weitere wichtige Erscheinung ist die Tatsache, dass um einen stromdurchflossenen Draht herum ein magnetisches Feld entsteht, das dadurch, dass man den Draht zu einer Spule aufwickelt, noch verstärkt werden kann. Fügt man noch einen Eisenkern hinzu, wird die magnetische Kraft weiter konzentriert; es entsteht ein Elektromagnet, der so lange wirksam ist, wie der Draht vom Strom durchflossen wird.

Nach diesem Prinzip arbeiten die meisten elektrischen Geräte, die eine Bewegung erzeugen, also auch der Elektromotor.

Stationenübersicht und Anmerkungen zu den einzelnen Stationen

	Seite		Seite
Übersicht über die Stationen	8	<i>Wichtig ist natürlich die Originalbegegnung, d. h., es sollten möglichst echte batteriebetriebene Geräte vorhanden sein, ob nun die Lehrerin diese mitbringt oder die Kinder.</i>	
Sie sollte in der Hand der Kinder sein. Hier „haken sie ab“, was sie geschafft haben. Man kann die Übersicht beim Kopieren auch stark vergrößern und nur einmal als Poster aushängen. Stationen, die nicht angeboten werden, deckt man beim Kopieren ab.			
Station 1: Mein Buch vom Strom/Liebe Kinder	9	Station 10: Batterien in Autos	19
Das „Buch vom Strom“ kann natürlich in jeder beliebigen Form, also auch als Hefter oder Teil des Sachkundehefters, erstellt werden. Der Brief „Liebe Kinder“ sollte von den Kindern gelesen und eingehend besprochen werden. Wer die darin angeregte Vorgehensweise befolgt, kommt zu optimalen Ergebnissen.		Station 11: Warum leuchtet unsere Lampe? Der Stromkreis I + II	20
Station 2: Versuche mit Lampe und Batterie	11	<i>Dieses Angebot ist für besonders interessierte Kinder gemeint und von seinem Inhalt her wohl kaum verbindlich zu machen. Es belegt einen Vorteil des „Lernens an Stationen“ besonders eindrücklich, den des differenzierten Angebots. Die Berichte zu wiederaufladbaren Batterien und zu Problemen der langen Lagerung von Batterien sollten in irgendeiner Weise ein Forum erhalten: entweder vor der Klasse, vor einer Gruppe ...</i>	
Station 3: Batterie-Test	12	Station 12: Lampen um uns herum	22
Station 4: Alessandro Volta, der Erfinder der „Batterie“	13	Station 13: Eine Lampenausstellung	23
Station 5: Batterien überall	14	<i>Diese Ausstellung ist natürlich umso interessanter, je mehr verschiedene Lampen (Fachbegriff: „Leuchtmittel“) vorhanden sind und je eher die Sammlung einen respektablen Umfang hat. Also: schon mit dem Sammeln beginnen. Damit die Lampen nicht gefährdet sind, sollte man sie in Pappkartondeckeln o.Ä. ausstellen. Leuchtstofflampen dürfen keinesfalls dazugehören. Sie rollen leicht weg, zerbrechen leicht und scharfkantig und sind giftig.</i>	
Station 6: Ein Batterie-Museum	15	Station 14: Wasser Elektrizität erzeugt die Mühlampe	24
<i>Der enormen Vielfalt von Batterien begegnet man am kostengünstigsten in den Rücknahmestellen gebrauchter Batterien. Man findet sie in Super- und Baumärkten, in Recycling-Einrichtungen, aber auch beim Fotohandel und in Apotheken (Hörgerätebatterien!). Das Batterie-Museum sollte schon früh zusammengetragen und dann immer weiter ausgebaut werden, damit ausreichend Anschauungsmittel zur Verfügung stehen.</i>		Station 15: Batterien sind plus und minus	16
Station 7: „Batterien sind plus und minus“	16	Station 16: Batterien sind plus und minus	17
Station 8: Batt-Man	17	<i>Die Kinder können die erstellten Mini-Poster mit nach Hause nehmen, um sie dort zu verwenden. Es kann aber auch an exponierter Stelle in der Schule eine Ausstellung dieser Poster gemacht werden. Die genannte Stiftung GRS (Gemeinsames Rücknahmesystem Batterien) wurde von Batterie- und Elektrogeräteherstellern gegründet, um gemäß der Abfallverordnung (01.10.1998) ein gemeinsames Rücknahmesystem zu etablieren.</i>	

Übersicht über die Stationen

Die von mir bearbeiteten Stationen habe ich mit einem ✓ gekennzeichnet.



Mein Buch vom Strom
 1

Versuche mit Lampe und Batterie
 2

Batterien

Batterie-Test
3

Alessandro Volta, der Erfinder der Batterie
4

Batterien überall
5

Ein Batterie-Museum
6

„Batterien sind plus und minus“
7

Batt-Man
8

Max hat ein Problem
9

Batterien in Autos
10

Kleine Projekte

Katharinas und Philipps Knopf-
lochlampe
15

Murats Federtaschenlampe
16

Janas Feuerschiff
17

Florian und Ayla machen einen
Autobeleuchtungstest
18

Sonja hat zwei Lampen an ihrem
Fahrzeug
19

Die Zitter-Achterbahn
32

Lampen

Lampen um uns herum
12

Eine Lampenausstellung
13

Mister Edison erfindet die
Glühlampe
14

Wärme

Wärme aus der Batterie
28

Wärme aus dem Steckdos
29

Warum leuchtet unsere Lampe? – Der Stromkreis

11

Licht am Fahrrad

Die Fahrrad-Beleuchtung 1:
Rad fahren bei Dunkelheit
26

Die Fahrrad-Beleuchtung 2:
Versuche
27

Murats Federtaschenlampe wird noch praktischer

21

Sascha und Derya testen sich gegenseitig als Elektriker

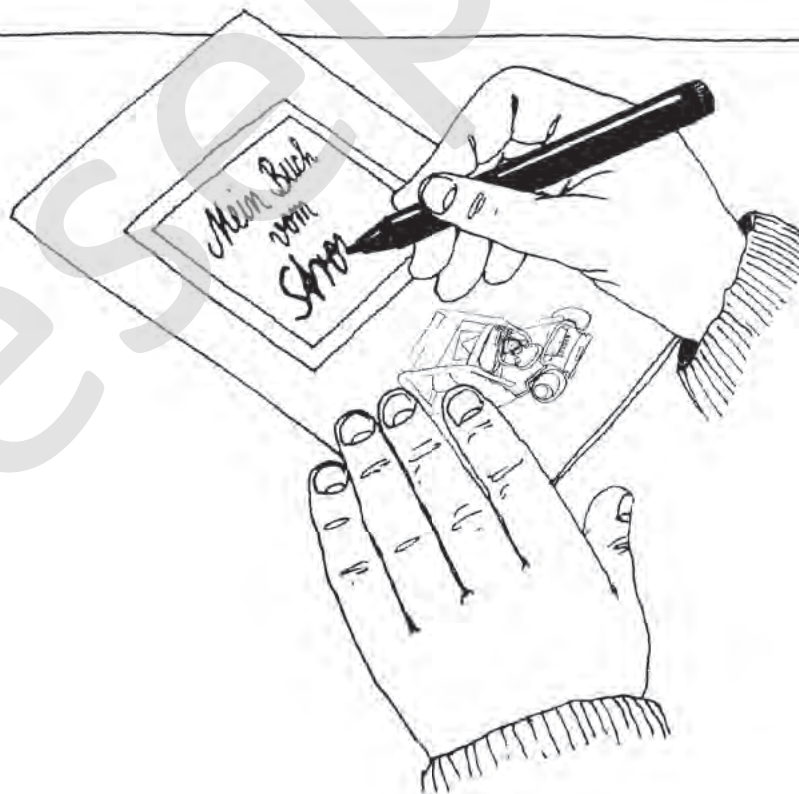
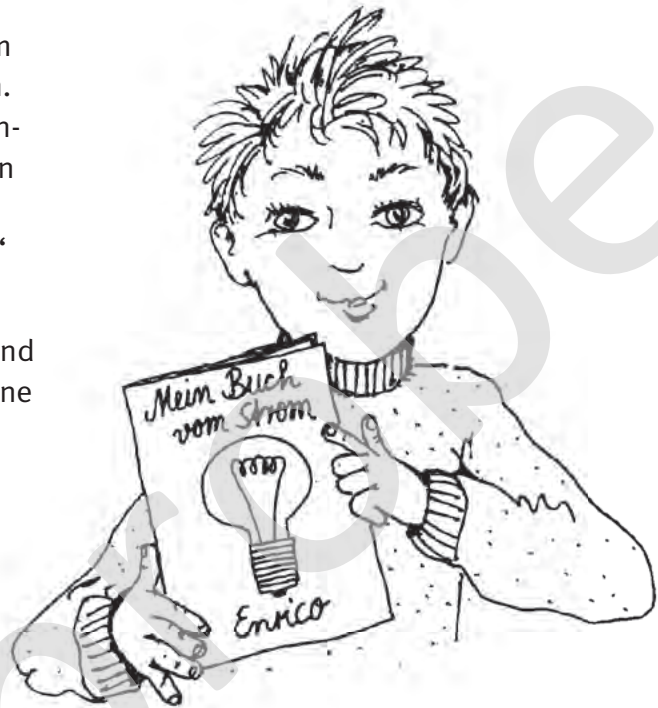
20

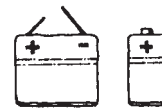
Schalter

Eine Strichliste: Schalter in
unserer Wohnung

Mein Buch vom Strom

- Das ist Enrico mit seinem „Buch vom Strom“. Er hat es selbst geschrieben. Alle Versuche, die er beim Experimentieren mit Strom gemacht hat, stehen darin. Und wie soll dein „Buch vom Strom“ aussehen?
- Lege dir auch ein solches Buch an und trage von Anfang an, Tag für Tag deine Arbeitsergebnisse ein!

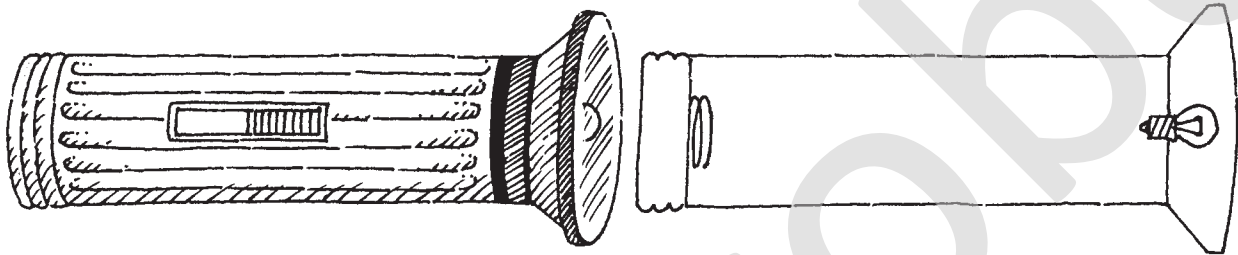




Max hat ein Problem

Max hat aus den abgebildeten Geräten die Batterien herausgenommen, um sie zu untersuchen. Wie soll er sie wieder einlegen?

- Schneide die unten abgebildeten Batterien aus der Kopie genau aus und klebe sie in die Kopie dieser Karte: ... aber richtig herum!

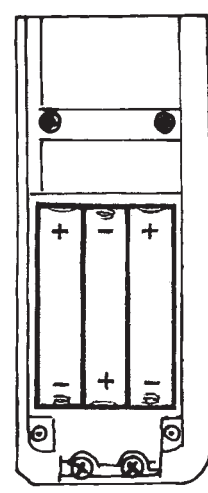
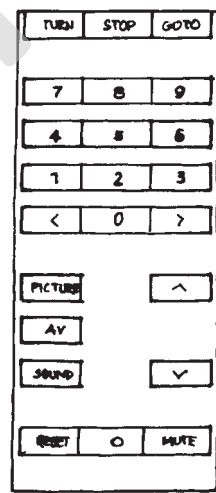
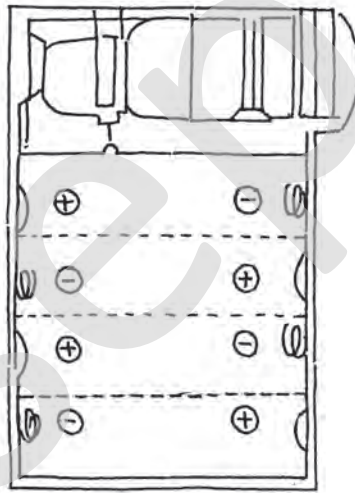
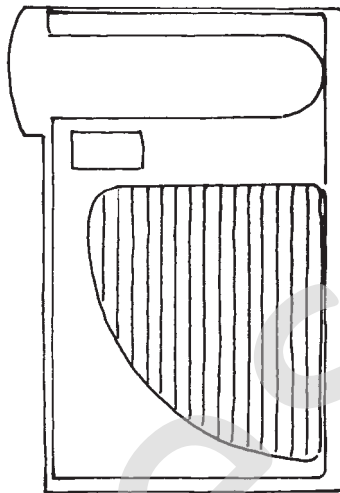


Gerät von vorn:

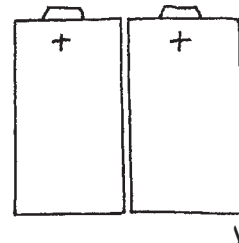
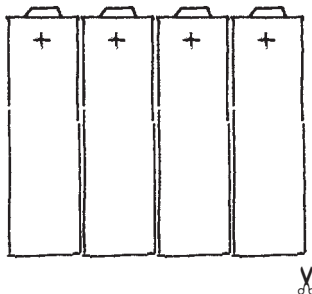
Das offene Batteriefach:

Gerät von vorn:

Das offene Batteriefach:

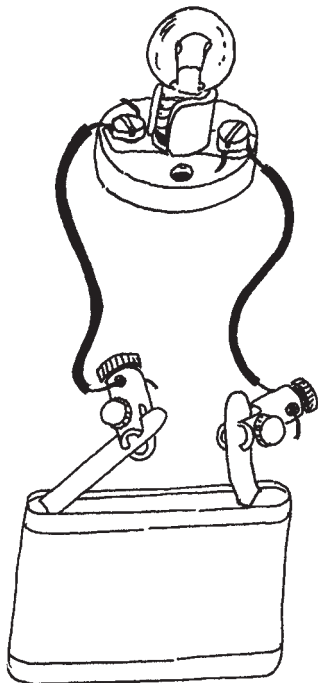


- Bringe von zu Hause Geräte mit, in denen Batterien sind. Zeige den anderen Kindern, wie man sie herausnimmt und wieder richtig einlegt.





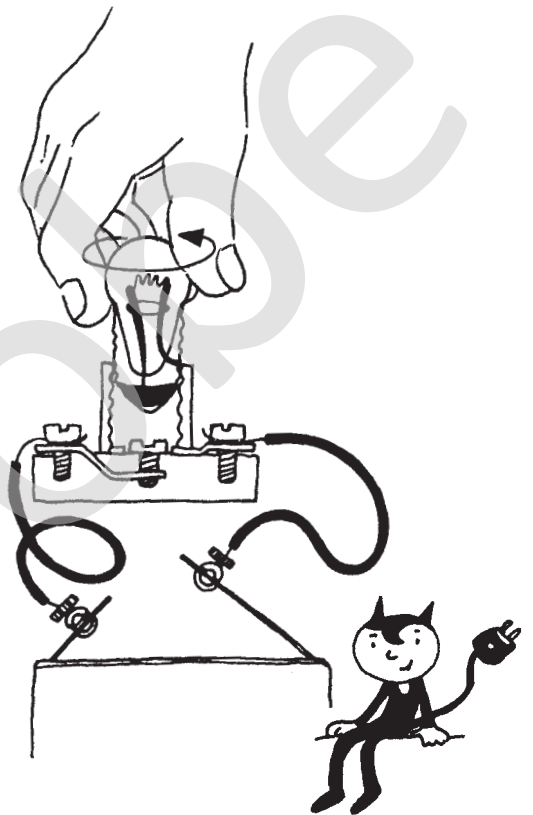
Sascha und Derya testen sich gegenseitig als Elektriker – Blatt 1



Zuerst hat Derya die Lampe ohne Saschas Hilfe richtig angeschlossen. So. Sie leuchtete auch.

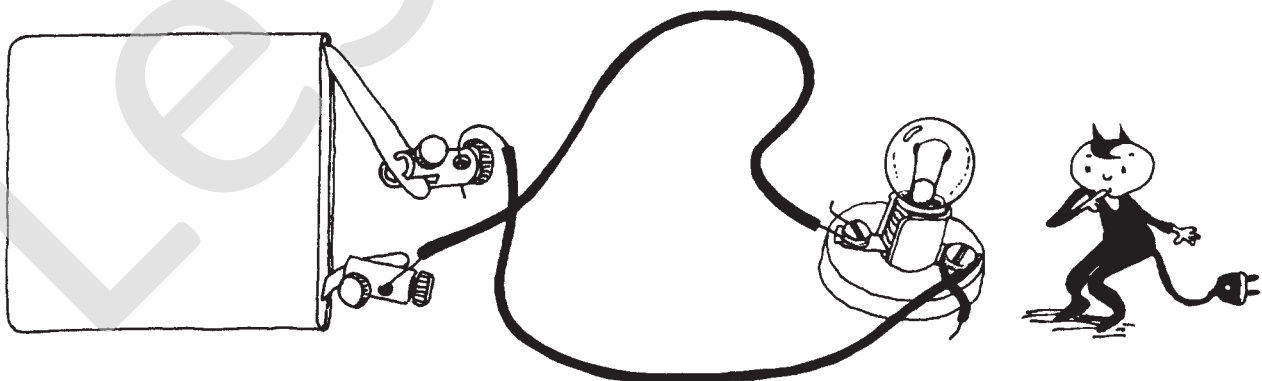
Dann hat Derya die Augen geschlossen und Sascha hat etwas verändert, sodass die Lampe nicht mehr leuchtete, als Derya die Augen wieder aufgemacht hat.

Aber Derya hat bald herausgefunden, was Sascha verändert hatte. Sascha hatte nämlich folgenden „Fehler eingebaut“:



Danach hat Derya *wieder alles in Ordnung gebracht*.

Sascha hat die Augen geschlossen und Derya hat „einen Fehler eingebaut“.



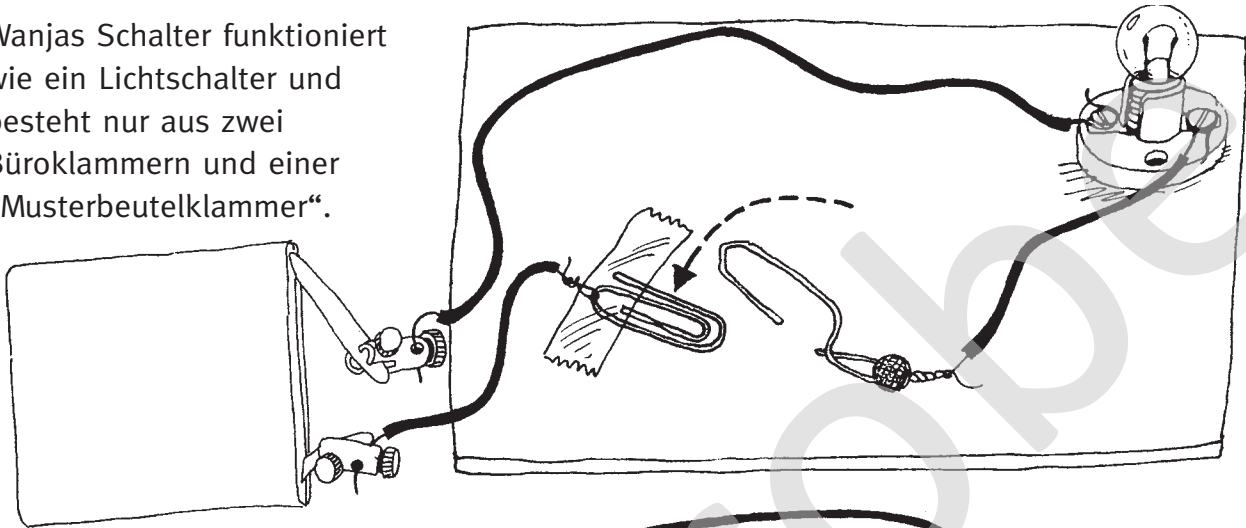
Ihr könnt euch denken, wie es weiterging.

Weitere „Ideen für Fehler“ findet ihr auf dem zweiten Blatt.

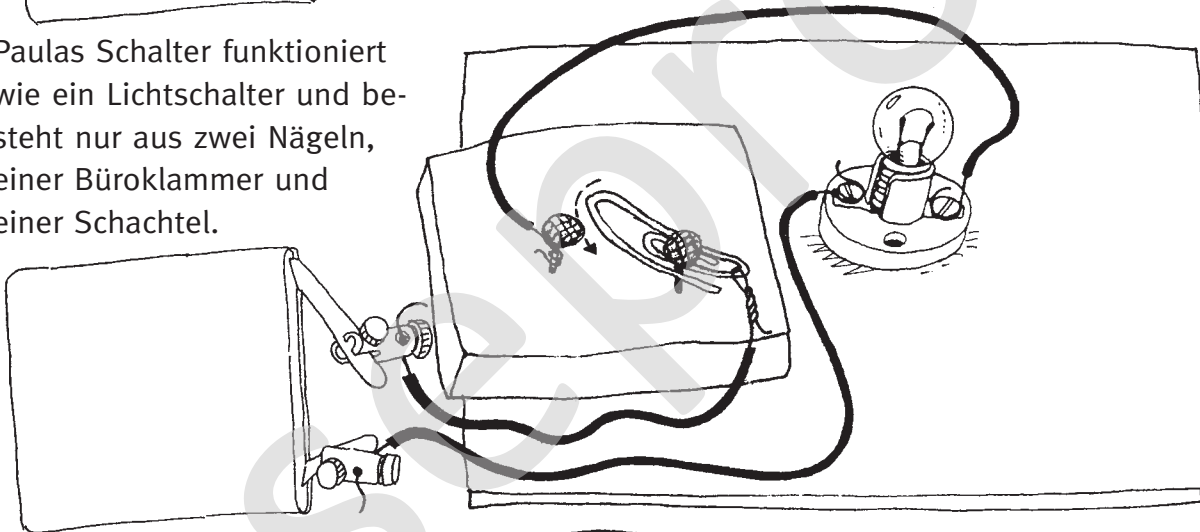
Schalter, selbst gebaut



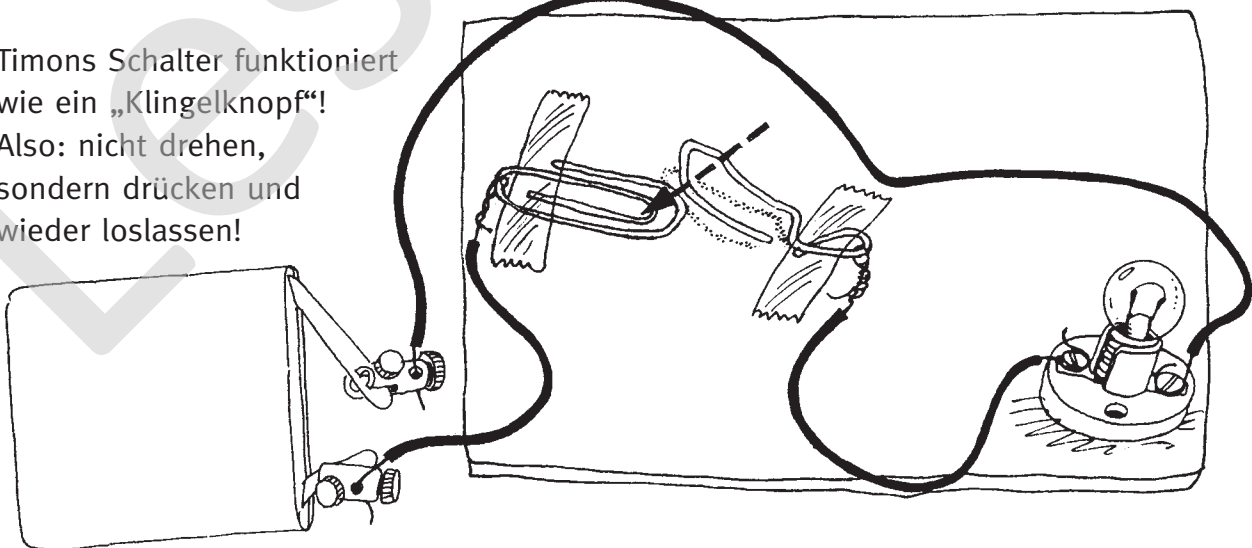
Wanjas Schalter funktioniert wie ein Lichtschalter und besteht nur aus zwei Büroklammern und einer „Musterbeutelklammer“.



Paulas Schalter funktioniert wie ein Lichtschalter und besteht nur aus zwei Nägeln, einer Büroklammer und einer Schachtel.



Timons Schalter funktioniert wie ein „Klingelknopf“! Also: nicht drehen, sondern drücken und wieder loslassen!



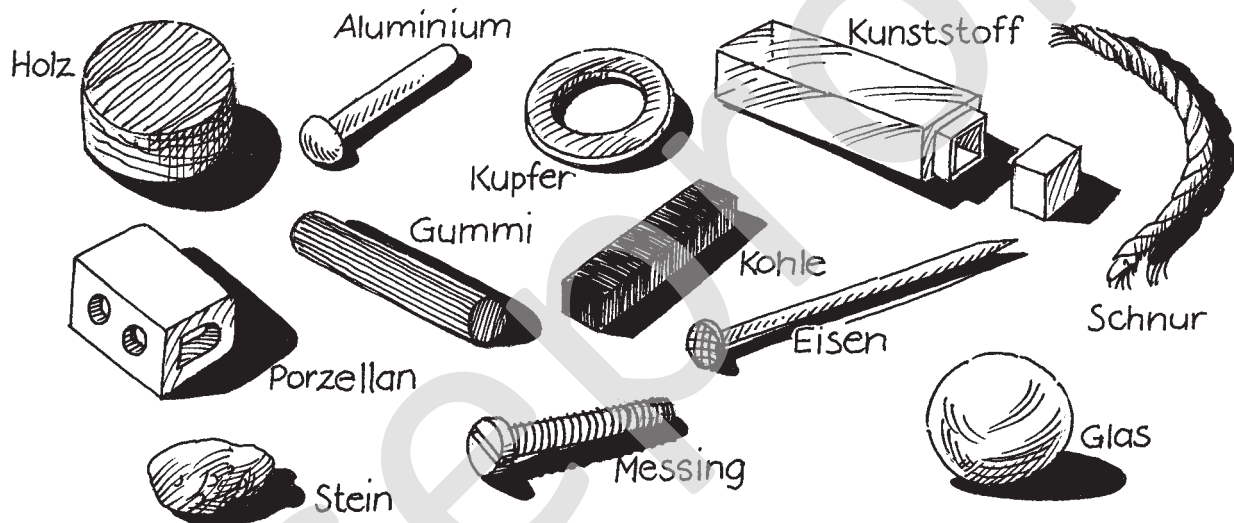


Wie schützt man sich vor Stromschlag? – Blatt 1

Wie man sich vor dem Strom, der ja auch gefährlich sein kann, schützt?
Ganz einfach: indem man die Stromleitungen hinter einem Material versteckt, durch das der Strom nicht geht.

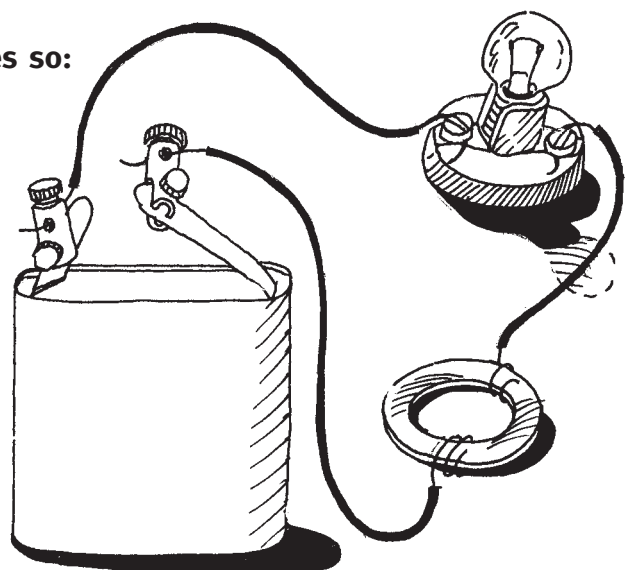
Welche Materialien eignen sich nun dafür?
Woraus soll man Gehäuse von elektrischen Geräten, Umhüllungen von Drähten und Griffen herstellen?

Probiert es mit diesen Materialien:



Probiert es so:

- Schreibe getrennt auf: Material, das Strom leitet, und Material, das Strom nicht leitet.
- Ziehe einen Rahmen um die Materialien, die vor dem Strom schützen.



Experimentieren an Stationen in der Grundschule

Experimentieren an Stationen eignet sich besonders für das kindgerechte Lernen bei sachkundlichen Themen.

Es ermöglicht fächerübergreifendes Arbeiten, handlungsorientiertes, besonders einprägsames Lernen und eine ganzheitliche Betrachtungsweise.

Lehrerinnen und Lehrern bietet dieses Themenheft bereits erprobte Kopiervorlagen und Materialien. Sie helfen den Vorbereitungsaufwand zu verringern.

Der Herausgeber:

Christian Hoenecke war viele Jahre Grundschullehrer und Leiter eines Schulseminars in Berlin. Er entwickelt seit langem Materialien für den differenzierten Unterricht sowie Experimentierboxen. Außerdem veranstaltet er Workshops zu technisch-naturwissenschaftlichen Themen des Sachunterrichts und ist auch Autor dieses Bandes.

Dieses Themenheft

präsentiert Kopiervorlagen und Materialien zum Thema »Experimentieren mit Strom« für das 3. und 4. Schuljahr. Es greift auf die Materialien der Experimentierbox »Stromkreise« von Cornelsen Experimenta zurück, ist aber auch ohne diese verwendbar.

Aus dem Inhalt:

- Versuche mit Lampe und Batterie
- Der Stromkreis
- Schalter, selbst gebaut
- Fahrradbeleuchtung
- Wie schützt man sich vor Stromschlag?

226924

Cornelsen