

A4 Batterien kombinieren

1 Zentrale Fragestellung

Die handlungsleitende Fragestellung zum Experiment lautet: Was passiert, wenn die Batterie im Stromkreis zu schwach oder zu stark ist?

2 Hintergrund

2.1 Lehrplanrelevanz

Das Thema „elektrischer Stromkreis“ ist fest in den Lehrplänen der Grundschule verankert. Sie lassen jedoch eine große Bandbreite in der Behandlung des Themas zu. Vor allem wenn die Schülerinnen und Schüler sehr interessiert sind, bietet sich eine Vertiefung und Ausweitung des Themas an. Durch die schrittweise und experimentelle Auseinandersetzung mit der Parallel- und Reihenschaltung von Spannungsquellen, vollziehen die Schülerinnen und Schüler weitere Schritte zum Verständnis von Alltagsbegegnungen und Alltagsphänomenen. Eine besonders wertvolle Erkenntnis hierbei ist, dass Bauelemente und Spannungsquellen sinnvoll aufeinander abgestimmt werden müssen. Die Einhaltung von Sicherheitsbestimmungen und die Dokumentation von Ergebnissen in Form eines Protokolls werden ebenfalls weiter vertieft.

Themen bzw. Begriffe

Reihenschaltung, Parallelschaltung

2.2 Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler lernen, wie man die Spannungsquellen (Batterieanzahl) auf den Bedarf der elektrischen Geräte anpassen kann.

3 Ergänzende Informationen zum Experiment

Zur Vorbereitung bzw. zur Vertiefung dieses Experiments finden Sie ergänzende Medien auf dem Medienportal der Siemens Stiftung: <https://medienportal.siemens-stiftung.org>

4 Durchführung

Hinweise:

- Die aufgelisteten Materialien sind ausgelegt für das Experimentieren **einer** Gruppe von maximal **fünf** Schülerinnen und Schülern.
- Einige der elektronischen Bauelemente können in unterschiedlichen Ausführungen vorliegen, wie z. B. Leitungen (Kabel mit Krokodilklemmen oder Schalltitz), Lampen (Glühlampen oder LED), Schalter usw. Es steht Ihnen frei, alternativ zu den in der Materialliste angegebenen Materialien den Schülerinnen und Schülern auch andere, gleichwertige Bauelemente zur Verfügung zu stellen. Die Schülerinnen und Schüler können sich mit den verschiedenen Ausführungen beschäftigen, die Bauelemente ihrer Funktion zuordnen und sie sachgerecht einsetzen.
- Als Spannungsquellen werden bei Experimento | 8+ nur Batterien und Solarzellen verwendet. Diese sind aufgrund der geringen Gleichspannung für die Schülerinnen und Schüler ungefährlich.

4.1 Benötigte Materialien

Material	Anzahl
Aluminiumfolie	1 Stück
Batterie	7
Batteriehalter	1
Glühlampe, 3,5 V und 6 V	je 2
Glühlampenfassung	2
Isolierklebeband	1
Kabel mit Krokodilklemmen	6

Material Zusatzexperiment	Anzahl
Abisolierzange	1
Elektromotor	2
Pflanzenclip (als Halterung für den Elektromotor)	2
Propeller	2
Schaltlitze	4 Stück

4.2 Organisatorisches

Räumlichkeiten	im Unterrichtsraum, an einem einfachen Tisch
Zeitbedarf	ca. 45 Minuten
Durchführungsvarianten	Bei der Verwendung von Schaltlitze: Zum Schließen des Stromkreises die Drähte mit Isolierklebeband an den Batterien festkleben. Das Experiment mit der 6-V-Lampe dient der Vertiefung der Erkenntnisse mit der 3,5-V-Lampe. Es ist optional und kann zur Differenzierung eingesetzt werden.
Sicherheitshinweise	siehe Handbuchordner „Sicherheitshinweise zum Thema Energie“ Die Glühlampen wurden so ausgewählt, dass sie der schrittweisen Erhöhung der Spannung standhalten. Die Anzahl der Batterien in der Reihenschaltung sollte aber nur Stück für Stück erhöht werden.

4.3 Das Experiment im Erklärungszusammenhang

Die Schülerinnen und Schüler schalten Batterien in Reihe. Sie lernen den Nutzen dieser Schaltung kennen und was sie dabei beachten müssen.

Fachlicher Hintergrund

Im Experiment A3 wurden Glühlampen in Reihe und parallel geschaltet. Diese Arten von Schaltungen sind auch für Batterien möglich. Folgende Angaben auf einer Batterie sind dabei wichtig:

- Spannungswert („Bemessungsspannung“) in Volt [V]
- Polung (angegeben durch ein Plus- und ein Minussymbol)

Die **Reihenschaltung** von Batterien wird in zahlreichen batteriebetriebenen Geräten eingesetzt, um eine höhere Spannung als die Spannung der einzelnen Batterie zu erzielen. Die Gesamtspannung der in Reihe geschalteten Batterien ist gleich der Summe der Spannungen der einzelnen Batterien. Eine Reihenschaltung von Batterien liegt z. B. auch in dem Batteriehalter vor, der bei Experimento | 8+ verwendet wird: Drei in Reihe geschaltete 1,5-V-Batterien liefern eine Gesamtspannung von 4,5 Volt.

Beim Aneinanderreihen der Batterien muss auf die Polung geachtet werden. Die Spannungen addieren sich nur dann, wenn der Pluspol der einen Batterie mit dem Minuspol der nächsten Batterie verbunden wird.



Abb. 1: Schaltskizze einer Reihenschaltung von 2 Batterien.

Werden bei der Reihenschaltung gleichnamige Pole in Kontakt gebracht, dann hat das keinen spannungsverstärkenden Effekt. Vielmehr kann es zu Ausgleichsströmen zwischen den einzelnen Batterien kommen, falls sie nicht dieselbe Spannung und denselben Ladungszustand haben. Die Batterien entladen sich dann eventuell, obwohl das angeschlossene elektrische Gerät nicht funktioniert (z. B. Lampe nicht leuchtet, Motor sich nicht dreht).

Bei der **Parallelschaltung** von Batterien (siehe Zusatzexperiment) wird Pluspol mit Pluspol und Minuspol mit Minuspol verbunden. Die Spannungen addieren sich nicht. Die Gesamtspannung ist gleich der Spannung einer einzelnen Batterie. Die parallelgeschalteten Batterien haben beim gleichen angeschlossenen elektrischen Gerät eine längere Lebensdauer als eine einzelne Batterie.

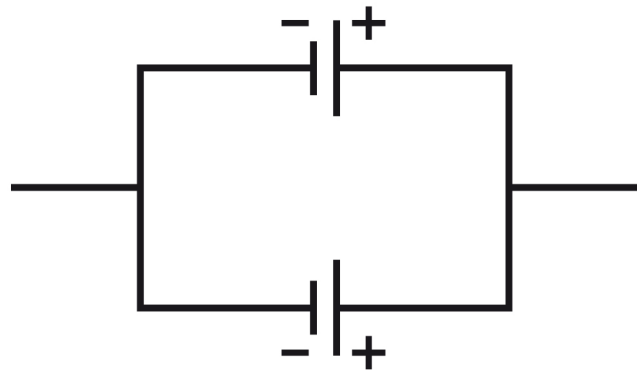


Abb. 2: Schaltskizze einer Parallelschaltung von 2 Batterien.

Hinweis: Eine zusammenfassende Darstellung der wichtigsten physikalischen Grundlagen zum Thema Strom finden Sie im Handbuchordner in der Handreichung „Elektrischer Strom und Energie – Physikalische Grundlagen“.

4.4 Vorkenntnisse und Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler erfragen





Die Schülerinnen und Schüler kennen zusammengeschaltete Batterien bereits aus ihrem Alltag, z. B. wenn sie die Batterien einer Fernbedienung oder einer Taschenlampe austauschen. Durch dieses Experiment erfahren sie, was dieses Zusammenschalten bewirkt, nämlich eine höhere Spannung. Ein Indiz für die höhere Spannung ist die Helligkeit der angeschlossenen Glühlampe. Dies kann man durch dieses Experiment sehr gut zeigen.



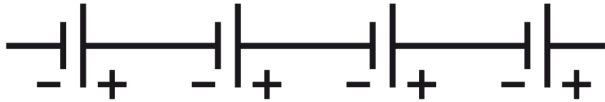
Die Schülerinnen und Schüler könnten sich im Vorfeld oder im Laufe des Experiments fragen, ob eine zu hohe Spannung die Glühlampe zerstören kann. Das „Zerstören“ stellen sich Kinder gerne als Explosion vor. Bei ausreichend Material und Vorwissen der Lehrkraft kann zur Demonstration eine Glühlampe an eine ausreichend hohe Spannung angeschlossen oder alternativ ein Video gezeigt werden. Dieses Vorgehen kann Schülerängste abbauen, weil sie dadurch einschätzen können, was sie bei einer „Zerstörung“ der Glühlampe erwartet (Aufblitzen beim Durchschmelzen des Glühdrachts; mit einem Platzen des Glaskörpers ist nicht zu rechnen).

Die Schülerinnen und Schüler sollten bereits einen einfachen Stromkreis kennengelernt haben.

4.5 Der Forschungskreis


Wichtige Aspekte und Hinweise zu den einzelnen Prozessschritten des Forschungskreises im Experiment für Schülerinnen und Schüler:

Problem/Phänomen erkennen 	Damit eine ausreichend hohe Spannung erzeugt wird, um zum Beispiel ein Gerät zum Laufen zu bringen, müssen Batterien manchmal in Reihe geschaltet werden, so dass sich ihre Spannung addiert.
Die Forschungsfrage 	Zu der in der Anleitung für Schülerinnen und Schüler formulierten Forschungsfrage sind folgende Alternativen möglich: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wie kannst du in dem von dir gebauten Stromkreis eine höhere Spannung erreichen?
Ideen und Vermutungen sammeln 	Mögliche Vermutungen könnten sein: Zur Forschungsfrage: <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Je mehr Batterien, desto heller leuchten die Lampen.“ ▪ „Die Glühlampe leuchtet immer gleich stark, egal wie viele Batterien man anschließt.“ ▪ „Die 6-V-Lampe leuchtet immer fast doppelt so hell wie die 3,5-V-Lampe.“ Zum Experiment: <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Wenn zu viele Batterien an der Glühlampe angeschlossen sind, könnte sie explodieren. Dürfen wir das ausprobieren?“ ▪ „Wie soll das denn gehen? Die Batterien kann ich doch ohne Batteriehälter gar nicht zusammenstecken.“ ▪ „Wackelkontakte sind unpraktisch, das Licht würde flackern. So kann man das Experiment nicht auswerten.“ Leiten Sie von den Vermutungen auf das Experiment über.
Experimentieren 	Aufbau des Experiments: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Batterien müssen in der richtigen Polung zusammengeschaltet werden (Pluspol an Minuspol). ▪ Zwischen den Pluspol der einen und den Minuspol der nächsten Batterie kann festgeknüllte Aluminiumfolie eingebaut werden. Aluminium leitet Strom. So vermeidet man Wackelkontakt. ▪ Leisten Sie gegebenenfalls Hilfestellung beim Aneinanderfügen der Batterien. Hier ist Partnerarbeit erforderlich: Einer drückt die Batterien nah zusammen, der andere klebt sie straff mit Isolierklebeband fest.

	<p>Durchführung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Verständnisfrage: Warum kann man das Experiment nicht durchführen, indem man den Batteriehalter sukzessive auffüllt? (Antwort: Wenn nicht alle Batterien eingelegt sind, ist der Stromkreis nicht geschlossen.) ▪ Die 6-V-Lampe leuchtet bei 1 – 3 Batterien allgemein schwächer als die 3,5-V-Lampe. Der Zusammenhang zwischen nötiger Betriebsspannung und Angaben auf dem Bauelement wird deutlich.
<p>Beobachten und dokumentieren</p> 	<p>Mit jeder Batterie, die in Reihe hinzugeschaltet wird, leuchtet die Glühlampe heller.</p> <p>Zu erwartende Ergebnisse:</p> <p>3,5-V-Lampe:</p> <p>1 Batterie: deutlich weniger hell</p> <p>2 Batterien: weniger hell</p> <p>3 Batterien: gleich hell</p> <p>4 Batterien: gleich hell</p> <p>Analog für das Experiment mit der 6-V-Lampe. Bei 4 Batterien wird die 6-V-Lampe jedoch nochmal heller leuchten als mit 3 Batterien.</p>
<p>Auswerten und reflektieren</p> 	<p>Zu erwartende Ergebnisse:</p> <p>(Lösung Schülerfragen)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mit zwei, drei und vier Batterien leuchtet die Lampe heller als mit einer Batterie, weil mehr <u>Spannung</u> zur Verfügung steht. 2. Wenn man 5 – 10 Batterien in Reihe an die Lampe schaltet, wird die Lampe irgendwann zerstört, da die Spannung zu hoch wird. 3. Schaltskizze:  <p>Abb. 3: Schaltskizze einer Reihenschaltung von 4 Batterien.</p> <p>Reflexion:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler vergleichen unter Anleitung der Lehrkraft die Reihenschaltung von Batterien und Glühlampen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Glühlampen: Die Spannung wird auf die Glühlampen aufgeteilt, die Lampen leuchten weniger hell als eine Lampe alleine. ▪ Batterien: Die Spannungen der Batterien addieren sich. Eine Glühlampe leuchtet heller als mit nur einer Batterie. <p>Rückbezug zur Anlassgeschichte:</p> <p>Du hast jetzt gelernt, dass deine Fernbedienung nur mit zwei 1,5 Volt-Batterien funktioniert, weil sonst die Spannung zu gering ist.</p>

4.6 Weiterführende Informationen

In der Anleitung für Schülerinnen und Schüler

<p>So kannst du weiterforschen</p> 	<p>Die Schülerinnen und Schüler bauen eine Parallelschaltung mit zwei Batterien auf und stellen fest, dass sich der Motor genauso schnell dreht, als wäre nur eine Batterie angeschlossen. Bei der Reihenschaltung der Batterien läuft der Motor schneller. Um die Frage zu beantworten, welcher Motor länger läuft, muss das Experiment über einen längeren Zeitraum laufen. Der Motor, der an der Parallelschaltung hängt, läuft länger (etwa doppelt so lang).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Leisten Sie Hilfestellung bei der parallelen Verkabelung der Batterien. Verwenden Sie Schaltlitze und kleben sie diese an den Polen fest. ▪ Der Pflanzencлип dient als Halterung für den Motor.
---	--

Sonstiges

Wichtig für den täglichen Umgang mit elektronischen Bauelementen ist, dass Bauelemente und Batteriespannung aufeinander abgestimmt sind. Ist die Batteriespannung für die Bauelemente zu klein, dann funktionieren sie nicht wie vorgesehen (z. B. leuchtet eine Glühlampe dann nur schwach). Ist dagegen die Batteriespannung zu groß, können die Bauelemente beschädigt werden (die Glühlampe z. B. brennt durch). Bei der Planung von Stromkreisen sind die Spannungswerte dafür eine gute Richtlinie: Die jeweiligen Spannungswerte in Volt [V] sind auf allen Batterien und nahezu allen Bauelementen angegeben. Beispiel: Für eine Glühlampe mit einer angegebenen Spannung von 3,5 V ist eine Batterie mit 1,5 V nur schwach ausreichend, eine Batterie oder Batteriekombination mit insgesamt 3 V ideal, und eine Batterie oder Batteriekombination mit 9 V kann diese Glühlampe zerstören.

Im Alltag muss man auf die Voltangaben z. B. beim Laden von Akkus achten. Der Akku eines Smartphone hat eine andere Betriebsspannung als der Akku eines Notebooks. Liefert das Ladegerät die falsche Spannung, kann der Akku zerstört werden.