

A3 Komplexe Stromkreise

Teilexperiment A3.1 Parallelschaltung

Teilexperiment A3.2 Reihenschaltung

1 Zentrale Fragestellung

Nachfolgend werden die handlungsleitenden Fragestellungen formuliert, die den Teilexperimenten zu Grunde liegen:

- Was passiert, wenn mehrere Glühlampen in den Stromkreis eingebaut werden? (Teilexperiment 1 und 2)
- Wie viele Glühlampen können von einer Batterie zum Leuchten gebracht werden? (Teilexperiment 1 und 2)
- Wie müssen die Lampen geschaltet werden, damit sie gleich hell leuchten? (Teilexperiment 1)

2 Hintergrund

2.1 Lehrplanrelevanz

Die Experimente zu komplexeren Stromkreisen bauen auf den Vorerfahrungen auf, die die Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren mit einfachen Stromkreisen gewonnen haben. Sie gewinnen ein tieferes Verständnis über die Bedeutung der einzelnen Bauelemente im Stromkreis. Sie erwerben weiteres Wissen über einfache kausale Zusammenhänge, mit denen die Abhängigkeit der Bauelemente in einem Stromkreis beschrieben werden kann. Mehrere hintereinander geschaltete Glühlampen leuchten jeweils weniger hell als eine Lampe. Mehrere parallel geschaltete Glühlampen leuchten gleich hell, die Batterie wird dabei aber schneller leer.

Themen bzw. Begriffe

Parallelschaltung, Reihenschaltung, komplexe Schaltungen, Schaltskizze, verzweigter/unverzweigter Stromkreis

2.2 Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- unterscheiden Reihen- und Parallelschaltung im Aufbau und in ihrer Konsequenz für die Eigenschaften der Gesamtschaltung.
- wissen, wie sich die einzelnen Komponenten in einer Reihen- bzw. Parallelschaltung gegenseitig beeinflussen.

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:

- Sowohl die vorab zu besorgenden also auch die im Kasten mitgelieferten Geräte und Materialien sind ausgelegt für das Experimentieren **einer** Schülergruppe von maximal **fünf** Kindern. Insgesamt reicht das Material für **zehn** Schülergruppen.
- Einige der elektronischen Bauelemente liegen in unterschiedlichen Ausführungen im Kasten vor, wie z. B. Leitungen (Kabel mit Krokodilklemmen oder Schaltlitze), 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 die verschiedenen Ausführungen erkunden, die Bauelemente ihrer Funktion zuordnen und 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.
- Bei Parallel- und Reihenschaltung sollten Sie sich rein auf die phänomenologische Beobachtung beschränken. Eine Erklärung, weshalb die Lampen so leuchten, wie sie es tun, ist nur dann möglich, wenn man über Vorstellungen zum Zusammenhang zwischen Spannung – Stromstärke – Widerstand verfügt bzw. energetische Betrachtungen durchführt. Das lässt sich zwar auf einer qualitativen Ebene diskutieren, doch derartige Überlegungen gehen über die Lehrpläne hinaus.

4.1 A3.1 Parallelschaltung

4.1.1 Geräte und Materialien

Mitgeliefert

Materialien	Anzahl	Nr. der Box
Batterie	6	5
Batteriehalter	2	6
Glühlampe, 3,5 V	3	15
Glühlampenfassung	3	15
Kabel mit Krokodilklemmen	6	8
Zusatzexperiment		
Kabel mit Krokodilklemmen	1	8
Schiebeschalter	1	14

4.1.2 Organisatorisches

Räumlichkeiten	im Unterrichtsraum an einem einfachen Tisch
Zeitbedarf	ca. 30 Minuten Das Telexperiment 2 sollte direkt im Anschluss durchgeführt werden.
Durchführungsvarianten	Der Stromkreis mit einer Glühlampe wird von der Lehrkraft aufgebaut. Der Umbau auf Parallelschaltung wird vorgeführt. Die Schülerinnen und Schüler bauen dann selbst eine Parallelschaltung.
Sicherheitshinweise	siehe Handbuchordner „Sicherheitshinweise zum Thema Energie“

4.1.3 Das Telexperiment im Erklärungszusammenhang

In einer Parallelschaltung ist jedes Bauteil (hier jede Glühlampe) direkt mit der Spannungsquelle verbunden. Der Stromkreis enthält Verzweigungen. Jedes Bauelement hat seinen eigenen Stromkreis.

Alle Bauelemente werden von der gleichen Spannung versorgt. Deshalb leuchten im Experiment beide Glühlampen genauso hell wie im Stromkreis mit einer Lampe. Die Stromstärke teilt sich an den Bauelementen entsprechend deren Widerständen auf.

Wird der Stromfluss nach einer Verzweigung für eine der beiden Glühlampen unterbrochen, so hat das keine Auswirkungen auf die andere Glühlampe.

Hinweise:

- Die Glühlampen in diesem Experiment haben alle den gleichen Widerstand.
- Eine zusammenfassende Darstellung der wichtigsten physikalischen Grundlagen zum Thema Spannung, Strom und elektrischer Widerstand finden Sie im Handbuchordner in der Handreichung „Elektrischer Strom und Energie – Physikalische Grundlagen“, Kapitel 3 – 5.




4.1.4 Vorkenntnisse und Schülervorstellungen erfragen

Parallelschaltungen sind zwar im Alltag sehr üblich (z. B. Mehrfachsteckdosenleiste, Fahrradbeleuchtung mit Dynamo), können aber für manche Schülerinnen und Schüler der genannten Altersstufe im Gegensatz zur Reihenschaltung schwerer zu verstehen sein. Sie sollen daher zunächst nur einfache Erfahrungen damit machen.

Die Schülerinnen und Schüler sollten bereits einfache Stromkreise kennengelernt haben.

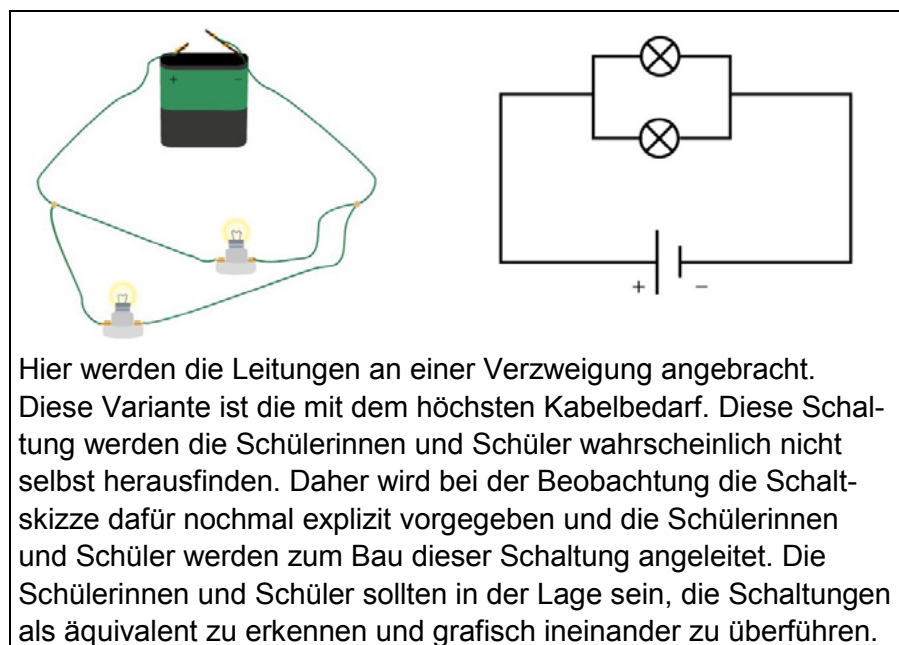
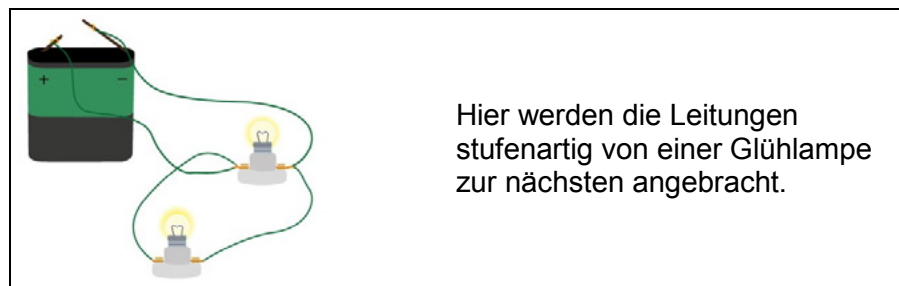
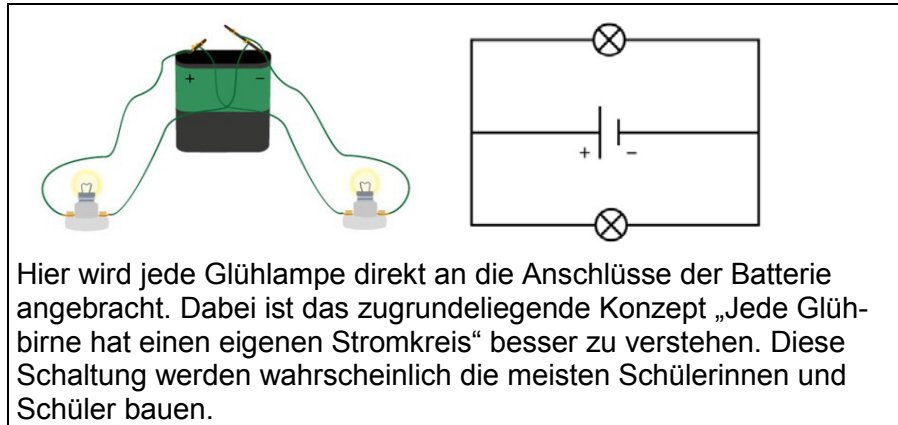
4.1.5 Der Forschungskreis



Wichtige Aspekte und Hinweise zu den einzelnen Prozessschritten des Forschungskreises im Schülerexperiment:

<p>Die Forschungsfrage</p> 	<p>Zu der in der Schüleranleitung formulierten Forschungsfrage sind folgende Alternativen möglich:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Was passiert, wenn zwei Glühlampen mit einer Spannungsquelle versorgt werden? ▪ Kann man mit einer Batterie zwei Glühlampen gleich hell leuchten lassen?
<p>Ideen und Vermutungen sammeln</p> 	<p>Mögliche Vermutungen könnten sein:</p> <p>Zur Forschungsfrage:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Eine Batterie kann nur eine Lampe zum Leuchten bringen.“ ▪ „Klar muss das gehen. In unserem Lampenschirm im Wohnzimmer brennen auch alle Lampen gleich hell.“ ▪ „Die eine Batterie ist zu schwach, man bräuchte eine stärkere.“ <p>Zum Experiment:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Wofür brauche ich so viele Kabel?“ ▪ „Ich baue einen Stromkreis aus den Kabeln und den Lampen und achte darauf, dass jede Lampe an die Batterie angeschlossen ist.“ ▪ „Mit mehreren Lämpchen und Kabeln ist es ganz schön schwierig einen geschlossenen Stromkreis zu bauen.“ <p>Leiten Sie von den Vermutungen zum Experiment über.</p>
<p>Experimentieren</p> 	<p>Aufbau des Experiments:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Der Vergleichs-Stromkreis hat den Zweck, die Helligkeit der Lampen im Experimentier-Stromkreis besser damit vergleichen zu können. ▪ Sollten Sie andere Materialien verwenden als die in der Materialliste angegebenen, so achten Sie darauf, dass durchgängig baugleiche Glühlampen mit gleicher Spezifikation eingesetzt werden und auch die gleiche Batteriestärke verwendet wird. Ein Vergleich der beiden Stromkreise ist sonst nicht möglich.

Durchführung:


- Manche Schülerinnen und Schüler werden spontan auch eine Reihenschaltung bauen.
- Bei einer Parallelschaltung gibt es mehrere Möglichkeiten, die Verkabelung anzubringen. Trotz des unterschiedlichen Aussehens sind sie funktional gleichwertig.
- Alle gebauten Schaltungen dokumentieren die Schülerinnen und Schüler mit Schaltskizzen.



<p>Beobachten und dokumentieren</p> 	<p>Wichtigste Beobachtungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die beiden Glühlampen im Experimentier-Stromkreis mit der Parallelschaltung leuchten <u>genauso hell, wie</u> die Lampe im Vergleichs-Stromkreis. ▪ Die Schülerinnen und Schüler sollen die vorgegebene Schaltung nachbauen (Schaltskizze vorhanden), falls sie diese beim Experimentieren nicht herausgefunden haben. <p>Eine weitere Beobachtung kann sein, dass im Experimentier-Stromkreis eine Glühlampe mit unverminderter Helligkeit (verglichen mit dem Vergleichs-Stromkreis) weiter leuchtet, wenn man die andere herausdreht.</p>
<p>Auswerten und reflektieren</p> 	<p>Zu erwartende Ergebnisse:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Parallelschaltung entspricht hinsichtlich der Verkabelung zwei einzelnen Stromkreisen. Um zu dieser Erkenntnis zu gelangen können die Schülerinnen und Schüler die Stromkreise mit dem Finger nachfahren. 2. Durch das Herausdrehen einer Glühlampe wird nur der Stromkreis unterbrochen, in dem sich die Lampe befindet. Der Strom kann aber über den zweiten Stromkreis zurück zur Batterie fließen. Das Lämpchen in diesem Stromkreis leuchtet also. Es macht keinen Unterschied, welche Lampe man herausdreht. Es wird so vertieft, was einen Stromkreis ausmacht. <p>Rückbezug zur Anlassgeschichte: Die Verkabelung der Lampen in Mias Puppenhaus ist also eine Parallelschaltung.</p>

4.1.6 Weiterführende Informationen


In der Schüleranleitung

<p>So kannst du weiterforschen</p> 	<p>Zur Vertiefung können die Schülerinnen und Schüler einen Schalter integrieren und beobachten, was er bewirkt – je nachdem, an welcher Stelle er eingebracht wird:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wird er vor der Verzweigung eingebaut, so schaltet er alle Lampen ein/aus. ▪ Wird der Schalter nach einer Verzweigung eingebracht, so schaltet er nur die Lampe ein/aus, die unmittelbar dahinter folgt. <p>Die Verkabelung der Beleuchtung in Gebäuden ist auch eine Parallelschaltung. In jedem der parallelen Stromkreise ist ein Schalter mit eingebaut, sodass man z. B. das Licht im Bad ausschalten kann und es im Flur weiterbrennt. Lediglich die Sicherung ist als Schalter vor den Verzweigungen eingebaut. Wird dieser Schalter ausgeschaltet, so funktioniert gar keine Beleuchtung.</p>
---	---

4.1.7 Technikbezug

In der Schüleranleitung

Die Parallelschaltung, wie sie die Schülerinnen und Schüler in diversen Experimenten untersucht haben, entspricht der Standardverkabelung sowohl bei der Stromverteilung über die Fernstromtrassen als auch im Ortsnetz und in jedem einzelnen Haushalt. Obwohl im Alltag ständig präsent, ist das den meisten gar nicht bewusst.

<p>Der Technik auf der Spur</p> 	<p>In der Schüleranleitung werden folgende Fotos gezeigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ als Alltagsbezug: Lichterkette mit Leuchtdioden ▪ als weiterführende Idee: Ortsveränderliche Mehrfachsteckdosenleiste mit einem Schalter an TV-Audioanlage. <p>Die Schülerinnen und Schüler sollen sich mit dem Einsatzzweck und der Funktionsweise der gezeigten Geräte auseinandersetzen und den Bezug zur Parallelschaltung herstellen. Durch das Anfertigen von Schaltskizzen überprüfen sie ihr Wissen.</p>
--	---

Lichterketten kennen alle Schülerinnen und Schüler als Weihnachtsschmuck. Die Lehrkraft sollte darauf hinweisen, dass früher oft auch Lichterketten in Reihenschaltung verwendet wurden (weniger Kabelverbrauch) und was der Vorteil der modernen Parallelketten ist (funktionsfähig auch bei Ausfall einzelner Lampen). **Mehrfachsteckdosenleisten** kennen alle Schülerinnen und Schüler aus dem Alltag. Die interne Verkabelung als Parallelschaltung ist allerdings weniger bekannt. Aus ihren Gleichstrom-Experimenten wissen die Schülerinnen und Schüler, dass bei Parallelschaltung allen elektrischen Geräten dieselbe Spannung zur Verfügung steht. Dass dies auch bei der Steckdosenleiste im Haushalt der Fall ist, könnten die Schülerinnen und Schüler unter Anleitung der Lehrkraft verifizieren, indem sie die Spannungsangaben auf den Typplaketten verschiedener Elektrogeräte auswerten. Egal ob z. B. Fön, Glühlampe, Stabmixer oder Staubsauger – auf allen steht 230 Volt. Da mehrere dieser Geräte gleichzeitig eingesteckt und betrieben werden können, müssen sie alle dieselbe Spannung bekommen, also parallel geschaltet sein. Thematisieren Sie in Zusammenhang mit der Mehrfachsteckdose auch das Thema Energiesparen: So lassen sich Geräte (Fernseher, Radios usw.) vollständig vom Netz trennen. Bei vielen Geräten fließt nämlich Strom, sobald sie am Netz angeschlossen sind (Standby-Modus).

Die Lösungen zu den in der Schüleranleitung gestellten Fragen entnehmen Sie bitte dem Lösungsblatt im Handbuchordner. Im Medienpaket „Experimento | 8+: Der Technik auf der Spur“, das auf dem Medienportal vorhanden ist, finden Sie weitere fachliche Informationen in einer Sachinformation und einer Linkliste zusammengestellt. In diesem Medienpaket sind auch der Arbeitsauftrag als ausgearbeitetes Arbeitsblatt und die einzelnen Fotos vorhanden.

Sonstiges

Verhalten der Parallelschaltung bei Überlastung: Egal ob im Fernstromnetz, im Verteilungsnetz oder im Haushalt: Werden zu viele elektrische Geräte parallel geschaltet, dann sinkt wegen Überlastung der Spannungsquelle die Spannung oder die Leitungen werden bei zu hohem Stromfluss zu heiß. Im Haushalt löst die Sicherung aus, um Brand zu vermeiden, im Fern- oder Verteilungsstromnetz kommt es zum sog. „Blackout“.

4.2 A3.2 Reihenschaltung

4.2.1 Geräte und Materialien

Mitgeliefert

Materialien	Anzahl	Nr. der Box
Batterie	6	5
Batteriehalter	2	6
Glühlampe, 3,5 V	3	15
Glühlampenfassung	3	15
Kabel mit Krokodilklemmen	3	8
Zusatzexperiment		
Kabel mit Krokodilklemmen	2	8
Schiebeschalter	2	14

4.2.2 Organisatorisches

Räumlichkeiten	im Unterrichtsraum an einem einfachen Tisch
Zeitbedarf	ca. 30 Minuten Das Telexperiment 1 sollte vorab durchgeführt werden.
Durchführungsvarianten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es wird nur mit einem Stromkreis gearbeitet. Zunächst wird der Stromkreis mit einer Lampe aufgebaut. Dann wird die zweite Lampe eingebaut. ▪ Der Stromkreis mit einer Glühlampe wird von der Lehrkraft aufgebaut. Der Umbau auf Reihenschaltung wird vorgeführt. Die Schülerinnen und Schüler bauen dann selbst eine Reihenschaltung.
Sicherheitshinweise	siehe Handbuchordner „Sicherheitshinweise zum Thema Energie“

4.2.3 Das Telexperiment im Erklärungszusammenhang

Die Schülerinnen und Schüler schalten zwei Glühlampen in Reihe.

Fachlicher Hintergrund

In einer Reihenschaltung ist der „Ausgang“ des einen Bauelements (hier eine Glühlampe) mit dem „Eingang“ des nächsten Bauelements (wieder eine Glühlampe) verbunden. Es gibt keine Verzweigungen im Stromkreis.

Hinweis: Der Techniker sagt auch „in Reihe“ oder „seriell“ geschaltet, veraltet ist der Begriff „Serienschaltung“.

In einer Reihenschaltung werden alle Bauelemente von gleich starkem Strom durchflossen. Die Spannung teilt sich an den Bauelementen entsprechend deren Widerständen auf. Deshalb leuchten beide Glühlampen schwächer, als wenn nur eine Glühlampe im Stromkreis wäre.

Hinweise:




- Die Glühlampen in diesem Experiment haben alle den gleichen Widerstand.
- Eine zusammenfassende Darstellung der wichtigsten physikalischen Grundlagen zum Thema Spannung, Strom und elektrischer Widerstand finden Sie im Handbuchordner in der Handreichung „Elektrischer Strom und Energie – Physikalische Grundlagen“, Kapitel 3 – 5.



4.2.4 Vorkenntnisse und Schülervorstellungen erfragen

Nur wenige Schülerinnen und Schüler bringen bereits die Vorstellung mit, dass zwei Glühlampen an einer Batterie schwächer leuchten als eine allein. Bei veralteten Lichterketten für den Weihnachtsbaum konnten sie vielleicht einmal beobachten, dass die gesamte Lichterkette erlosch, wenn man ein Lämpchen herausdreht hat. Ansonsten kommt die Reihenschaltung in den elektrischen Stromkreisen, mit denen wir es im Alltag zu tun haben, kaum noch vor. Die Schülerinnen und Schüler sollten bereits Erfahrungen mit einfachen Stromkreisen haben.

4.2.5 Der Forschungskreis


Wichtige Aspekte und Hinweise zu den einzelnen Prozessschritten des Forschungskreises im Schülerexperiment:

<p>Die Forschungsfrage</p> 	<p>Zu der in der Schüleranleitung formulierten Forschungsfrage sind folgende Alternativen möglich:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Was passiert, wenn zwei Glühlampen mit einer Spannungsquelle versorgt werden? ▪ Wie hell leuchten Glühlampen, wenn du zwei davon in einen Stromkreis einbaust?
<p>Ideen und Vermutungen sammeln</p> 	<p>Mögliche Vermutungen könnten sein:</p> <p>Zur Forschungsfrage:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Die Batterie versorgt alle Lämpchen gleichzeitig, also leuchten auch alle gleich hell.“ ▪ „Ein Lämpchen leuchtet schwächer.“ <p>Zum Experiment:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Man braucht viel weniger Kabel als bei der Parallelschaltung.“ <p>Leiten Sie von den Vermutungen auf das Experiment über.</p>
<p>Experimentieren</p> 	<p>Aufbau des Experiments:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Schaltskizze ist deshalb vorgegeben, damit die Schülerinnen und Schüler bei diesem Experiment nicht wieder die Parallelschaltung bauen. Die Herausforderung liegt darin, dass die Schülerinnen und Schüler einen Stromkreis anhand einer Schaltskizze aufbauen. ▪ Weitere Hinweise, siehe Teilexperiment 1. <p>Durchführung:</p> <p>Keine besonderen Hinweise.</p>

Beobachten und dokumentieren 	Wichtigste Beobachtungen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die beiden Lampen im Experimentier-Stromkreis leuchten <u>schwächer, als</u> die eine Lampe im Vergleichs-Stromkreis. ▪ Im Stromkreis mit der Reihenschaltung leuchtet keine Lampe mehr, sobald man eine locker schraubt oder ganz entfernt.
Auswerten und reflektieren 	Zu erwartende Ergebnisse: <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Reihenschaltung entspricht einem Stromkreis. Wenn man eine Lampe herausdreht, ist dieser Stromkreis unterbrochen und es fließt kein Strom mehr. Es ist egal, welche Lampe man herausdreht. 2. Nachteil der Lichterkette mit Reihenschaltung: Die gesamte Kette leuchtet nicht, wenn eine Lampe herausgedreht bzw. kaputt ist. Bei der Parallelschaltung leuchten die restlichen Lampen weiter. In moderneren Lichterketten sind Reihenschaltung und Parallelschaltung der Lämpchen kombiniert (Details siehe Kapitel 4.1.7). <p>Weisen Sie die Schülerinnen und Schüler darauf hin, dass diese Methode des „Ausschaltens“ (also eine Lampe herausdrehen und alles geht aus) im Alltag nicht durchgeführt werden sollte. Immer den Schalter betätigen, oder falls es keinen gibt, den Stecker ziehen.</p>

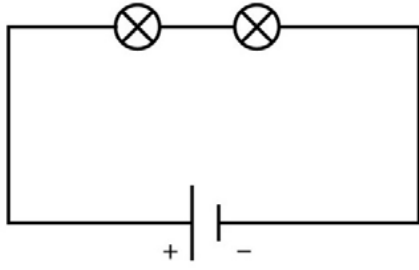
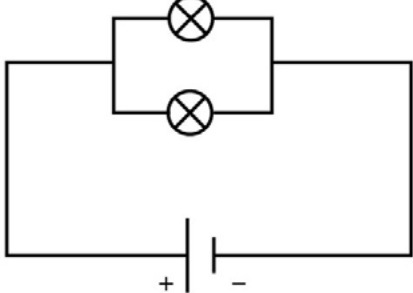
4.2.6 Weiterführende Informationen

In der Schüleranleitung

So kannst du weiterforschen 	<p>Die Reihenschaltung wird um zwei Schalter ergänzt. Die Schülerinnen und Schüler können diese an beliebiger Stelle im Stromkreis integrieren (vor oder zwischen den Lampen), die Wirkung ist immer gleich: Der Stromkreis ist komplett unterbrochen, sobald ein Schalter geöffnet ist; keine der beiden Lampen wird mehr leuchten. Ein Strom fließt nur dann, wenn beide Schalter geschlossen sind. In der Technik findet das Prinzip der Reihenschaltung von Schaltern Anwendung, um z. B. die Sicherheit von elektronischen Geräten zu erhöhen. Eine vertiefte Reflexion über Vor- und Nachteile von Reihenschaltung bietet sich an, wenn die Schülerinnen und Schüler schon das Teilerperiment mit der Parallelschaltung gemacht haben (siehe Teilerperiment 1).</p>
---	---

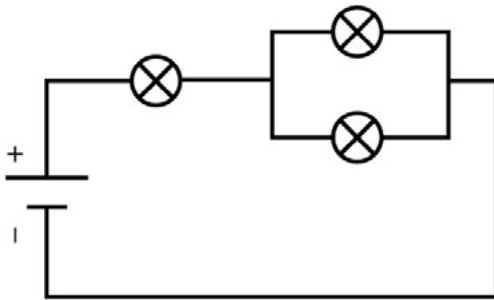
Sonstiges

- Die Schülerinnen und Schüler ergänzen die Reihenschaltung um weitere, baugleiche Glühlampen. Sie könnten auch eine stärkere Batterie nehmen, dann würden alle Glühlampen wieder heller leuchten. Um eine stärkere Batterie zu erhalten, kann man Batterien in Reihe schalten (siehe Experiment A4.1).
- Es ist empfehlenswert, abschließend zum Thema Reihen- und Parallelschaltung mit der gesamten Klasse über die beobachteten Unterschiede zu reflektieren (siehe Tabelle).

	Reihenschaltung	Parallelschaltung
Schaltskizze (mit Glühlampen)		 <p>(eine von 3 möglichen Varianten)</p>
Stromkreis	unverzweigt; die Bauelemente befinden sich in einem gemeinsamen Stromkreis.	verzweigt; jedes Bauelement hat seinen eigenen Stromkreis.
Spannung	An jedem Bauelement liegt nur ein Teil der Spannung an.	An jedem Bauelement liegt die gleiche Spannung an.
Strom	Durch jedes Bauelement fließt der gleiche Strom.	Der Strom teilt sich auf die parallelen Stromkreise auf.
Im Vergleich zum einfachen Stromkreis mit nur einer Glühlampe leuchten ...	alle Lampen weniger hell.	alle Lampen gleich hell.
Schalter im Stromkreis	schaltet alle Bauelemente ein/aus.	Je nachdem, wo der Schalter eingebaut wird, schaltet er alle Bauelemente ein/aus oder nur das Bauelement im Teilstromkreis.
Vorteile	Die Batterie hält genauso lange wie bei einem Bauelement.	Ist ein Bauelement kaputt oder fehlt, werden die anderen trotzdem mit Strom versorgt.
Nachteile	Ist ein Bauelement kaputt oder fehlt, dann wird kein Bauelement mehr mit Strom versorgt.	Die Batterie wird schneller leer als mit einem Bauelement.
Anwendungen in der Technik	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lampen: Lichterkette (veraltet) ▪ Schalter: Sicherungsschalter (z. B. an einer Waschmaschine oder am Mikrowellenherd), Sicherungen im Stromkasten 	Lampen: Lichterketten, Fahrradbeleuchtung, Puppenhaus-Beleuchtung

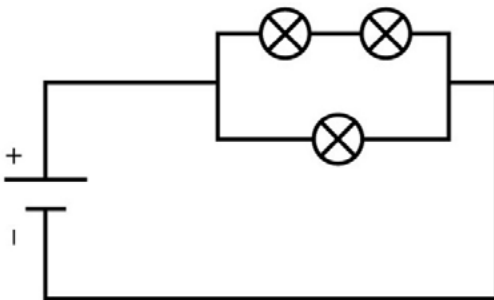
- Zur weiteren Vertiefung können die Schülerinnen und Schüler eine kombinierte Reihen- und Parallelschaltung konstruieren. Sie sollen Vorhersagen zur Helligkeit der Glühlampen machen. Bei dieser Aufgabe werden die Unterschiede zwischen Reihen- und Parallelschaltung noch stärker verankert. Aufgrund der Komplexität des Themas benötigen die Schülerinnen und Schüler sicher Hilfestellung.

Für die Schaltung gibt es folgende Möglichkeiten:



Beobachtung:

- Alle Glühlampen leuchten schwächer als die Lampe im Vergleichs-Stromkreis.
- Die parallelgeschalteten Lampen leuchten nicht so hell wie die in Reihe geschaltete Lampe.
- Die parallel geschalteten Lampen leuchten gleich hell.



Beobachtung:

- Nur die untere Glühlampe leuchtet so hell wie die im Vergleichs-Stromkreis.
- Die beiden oberen Lampen leuchten nicht so hell wie die untere.