

Praktischer Stationenzirkel zur Elektrizitätslehre

Jörg Wassermann, Wermelskirchen

Gerade im Anfangsunterricht an der weiterführenden Schule muss das Fach Physik (im Rahmen des fachübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts) durch **praktisches Handeln, Ausprobieren und Forschen** die Schüler zu genau diesen Tätigkeiten motivieren und anleiten. Die Elektrizitätslehre bietet hierzu die Möglichkeit, indem Ihre Schüler mit einfachen Geräten verschiedene Schaltkreise realisieren, instandsetzen, verbessern und damit verstehen lernen.



Foto: J. Wassermann

I/D

Bauteile, die man für den Stationenzirkel benötigt.

Selbst experimentieren!

Der Beitrag im Überblick

Klasse: 5/6

Dauer: 15 Stunden

Ihr Plus:

- ✓ Stationenzirkel
- ✓ Binnendifferenzierung
- ✓ geeignet für NAWI, NWT
- ✓ Experimente
- ✓ Alltagsbezug
- ✓ Tipps aus der Praxis

Inhalt:

- Elektrizitätslehre:
Stromkreis, Schaltplan, Glühlampe, Leuchtdiode, Reihenschaltung, Parallelschaltung, UND-Schaltung, ODER-Schaltung, Knoten in Schaltungen, Anwendungen

Fachliche und didaktisch-methodische Hinweise

Dieser Stationenzirkel basiert auf einem von Schülern selbst gebauten Experimentier-Set, dessen Zusammenstellung 1997 von Bernd Heepmann veröffentlicht und u. a. im Rahmen von Lehrerfortbildungen des Landes NRW in einer Überarbeitung verbreitet wurde.

Das vorgestellte Selbstbau-Set kostet, je nach Umfang, ab 6 Euro für die Minimalausstattung und unter 15 Euro für das Gesamtpaket (Stand 12/2017). Die Kabel mit den Krokodilklemmen wirken zunächst teuer, lohnen sich aber: sie sind schnell und zuverlässig anzuschließen und ihre Funktion ist sofort ersichtlich.

Falls Sie bislang den Einsatz von Selbstbau-Sets gescheut haben, finden Sie hier zunächst viele **Tipps aus der Praxis**, die die Vorbereitung und Durchführung erleichtern.

Das Material ist für den flexiblen Einsatz im Unterricht gedacht. Die inhaltsbezogenen Kompetenzen aus den Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz können nur zum Teil abgedeckt werden, weil dies den Umfang dieses Beitrags sprengen würde.

Ablauf

Die vorliegenden Arbeitsaufträge eignen sich aufgrund der einfachen Formulierungen und der vorgenommenen **Binnendifferenzierung** für Schüler ab Klasse 5. Schüler, die noch lernen müssen, wie sie ihr Heft ordentlich führen, finden Hilfestellungen in Form von **Kontrollkarten**. Gute bzw. zügig arbeitende Schüler werden durch optionale Forschungsaufträge (**Expertenkarten**) gefördert und gefordert, schwächere werden durch **Tipps** unterstützt.

Die Unterrichtsreihe gliedert sich in mehrere Phasen. Zunächst müssen die Schüler ihr Material selbst zusammenbauen. Hierdurch gehen sie mit dem Material anschließend sorgfältiger um und passen besser darauf auf. Dann beginnt die eigentliche Arbeitsphase, in der die Schüler an den Stationen in ihrem eigenen Tempo lernen können.

Vorbereitung der Unterrichtsreihe

Fragen Sie Ihre Fachkollegen in den Parallelklassen, ob Sie die Reihe gemeinsam vorbereiten und durchführen möchten. So erzielen Sie Synergieeffekte beim Arbeitsaufwand, bei den Kosten und beim Finden von Optimierungsmöglichkeiten.

Materialbeschaffung

Zunächst planen Sie den Umfang des für die Schüler zu beschaffenden Materials und damit gleichzeitig den Kostenrahmen. Die **Minimalvariante** besteht aus drei Lichtquellen, vier Schaltern, Kabeln und einer Stromquelle. Glühlampen sind in der Handhabung unkomplizierter und leichter verständlich, LEDs stellen den moderneren Alltagsbezug her, weshalb in diesem Beitrag beides Berücksichtigung findet.

Motor und Summer werden in Bezug auf die inhaltsbezogenen Kompetenzen nicht unbedingt gebraucht, wirken aber motivierend. Ein Haartrockner lässt sich durch den Motor besser darstellen als durch eine weitere Lampe, der Summer dient z. B. als Türklingel. Deshalb empfiehlt es sich, zumindest drei bis fünf Exemplare als Ausleihgeräte bereitzuhalten.

Wenn Sie einzelne Teile, z. B. die Stromquelle, durch Geräte aus der Sammlung oder durch einfachere Geräte ersetzen möchten, achten Sie darauf, dass die Kabel über die notwendigen Schnittstellen verfügen. Gegebenenfalls müssen sich Sicherheitsstecker/-buchsen, Bananenstecker/-buchsen, Krokodilklemmen und/oder lose Drahtenden schnell miteinander verbinden lassen.

Wenn Sie das Material beschaffen, lohnt es sich, beim Vergleich verschiedener Anbieter darauf zu achten,

- inwiefern sich die Bauform der Artikel unterscheidet (z. B. Länge der Federstreifen für die Schalter, Qualität der Batterien),
- ob die angegebenen Preise bereits die Mehrwertsteuer enthalten,
- ob und in welchen Formen Mengenrabatte angeboten werden und
- wie der Händler Versandkosten staffelt.

Ab vier Klassen kann es sich auch rechnen, verschiedene Produkte bei verschiedenen Händlern zu bestellen, wenn die jeweiligen Mindestbestellmengen erreicht werden.

Bestellen Sie ruhig ein bisschen zu viel. Manche Schüler verlieren etwas, andere entladen trotz Warnung ihre Batterie oder haben Spaß daran, mit einer Reihenschaltung mehrerer Batterien oder einem mitgebrachten 9-V-Block ihre Glühlampe durchbrennen zu lassen.

Auf **CD-ROM 50** finden Sie die Excel-Datei „Stück-Planung.xls“, die Ihnen die Planung der Materialbeschaffung erleichtert.

I/D

Bezug zu den Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz

Allg. physikalische Kompetenz	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schüler ...	Anforderungsbereich
K 5	... dokumentieren Durchführung, Beobachtung und Ergebnisse ihrer Arbeit (Schaltpläne und Phänomene),	I
K 4	... beschreiben Geräte (Aufbau von Glühlampe und Leuchtdiode),	I/II
F 1, F 3, F 4, E 7, E 8, K 1, K 5	... planen und bauen einfache elektrische Schaltungen auf (Reihenschaltung, Parallelschaltung, UND-Schaltung, ODER-Schaltung, Wechselschaltung sowie Schaltungen aus dem Alltag),	I–III
F 3, F 5, E 7, K 1, K 5, K 7	... führen einfache Experimente nach Anleitung durch (Erweiterung/Veränderung von Schaltungen und ihre Auswirkungen) und werten sie aus, ... nutzen diese Kenntnisse zur Lösung von Aufgaben und Problemen,	I/II
B 2, K 7	... vergleichen und bewerten Schaltungen und ihre Schaltpläne auf ihre Funktionalität und Gültigkeit in Bezug auf die gestellten Anforderungen (Fehler finden, Schaltungen vereinfachen).	I–III

Für welche Kompetenzen und Anforderungsbereiche die Abkürzungen stehen, finden Sie auf der **CD-ROM 50**.

Hinweise zu den Bausteinen

Kabel mit den Krokodilklemmen haben sich als schnellste Möglichkeit bewährt, die Bausteine miteinander zu verbinden. Sechs Kabel sind mindestens nötig, damit ein Schüler eine Parallelschaltung mit drei Lampen selbst erstellen kann. Wenn mehr benötigt wird, empfiehlt sich eine Partner- oder Gruppenarbeit.

Ab und zu lösen sich Kabel und Stecker voneinander. Hier können Sie, als kundiger Lehrer, ggf. mit LötKolben, Abisolierzange, Zange und Lötzinn selber reparieren, bevor das Kabel entsorgt wird.

Materialübersicht

M 1	SV	Vertauschte Pole im Stromkreis
	⌚ V: 2 min ⌚ D: 15 min	<input type="checkbox"/> Batterie <input type="checkbox"/> LED mit Vorwiderstand <input type="checkbox"/> 2 Kabel <input type="checkbox"/> Glühlampe <input type="checkbox"/> Summer für Experten <input type="checkbox"/> Motor
M 2	Ab ⌚ D: 15 min	Fehler im Schaltplan
M 3	SV, Ab	Die Glühlampe
	⌚ V: 1 min ⌚ D: 10 min	<input type="checkbox"/> Glühlampe <input type="checkbox"/> Arbeitsblatt zu M 3
M 4	SV, Ab	Die Leuchtdiode
	⌚ V: 2 min ⌚ D: 10 min	<input type="checkbox"/> Batterie <input type="checkbox"/> 2 Kabel <input type="checkbox"/> LED mit Vorwiderstand <input type="checkbox"/> Arbeitsblatt zu M 4
M 5	SV, Ab	Die Leuchtdiode in der Schaltung
	⌚ V: 1 min ⌚ D: 15 min	<input type="checkbox"/> Batterie <input type="checkbox"/> 2 Kabel <input type="checkbox"/> LED-Baustein (m. Vorwiderstand) <input type="checkbox"/> Schraubendreher
M 6	SV	Reihenschaltung: die Lichterkette
	⌚ V: 1 min ⌚ D: 20 min	<input type="checkbox"/> Batterie <input type="checkbox"/> Motor <input type="checkbox"/> 3 Glühlampen <input type="checkbox"/> 4 Kabel
M 7	SV	Parallelschaltung: die Mehrfachsteckdose
	⌚ V: 1 min ⌚ D: 20 min	<input type="checkbox"/> Batterie <input type="checkbox"/> 6 Kabel <input type="checkbox"/> 3 Fassungen mit Glühlampen <input type="checkbox"/> Motor
M 8	SV	UND-Schaltung: Sicherheit geht vor!
	⌚ V: 1 min ⌚ D: 15 min	<input type="checkbox"/> Batterie <input type="checkbox"/> 2 Schalter <input type="checkbox"/> 1 Lampe oder 1 Motor <input type="checkbox"/> 4 Kabel
M 9	SV	ODER-Schaltung: Wenn viele etwas wollen
	⌚ V: 1 min ⌚ D: 15 min	<input type="checkbox"/> Batterie <input type="checkbox"/> 2 Schalter <input type="checkbox"/> 1 Lampe oder Summer <input type="checkbox"/> 5 Kabel
M 10	SV	Knoten in der Schaltung?
	⌚ V: 1 min ⌚ D: 10 min	<input type="checkbox"/> Batterie und 6 Kabel <input type="checkbox"/> 1 Umschalter <input type="checkbox"/> 1 Lampe <input type="checkbox"/> 1 Motor
		Vertiefungskarte zu M 10
	⌚ V: 1 min ⌚ D: 10 min	<input type="checkbox"/> Batterie und 6 Kabel <input type="checkbox"/> 2 Schalter <input type="checkbox"/> 1 Lampe und 1 Motor <input type="checkbox"/> LED mit Vorwiderstand
M 11	Ab ⌚ D: 15 min	Schaltungen und Schaltpläne für Experten
M 12	SV	Der Haartrockner
	⌚ V: 1 min ⌚ D: 15 min	<input type="checkbox"/> Batterie <input type="checkbox"/> Motor <input type="checkbox"/> 2 Schalter <input type="checkbox"/> Glühlampe oder <input type="checkbox"/> 6 Kabel LED-Baustein
M 13	SV	Die Wechselschaltung
	⌚ V: 1 min ⌚ D: 15 min	<input type="checkbox"/> Batterie <input type="checkbox"/> 2 Glühlampen oder <input type="checkbox"/> 2 Umschalter LED-Baustein <input type="checkbox"/> 5 Kabel

M 1 Vertauschte Pole im Stromkreis

Unsere Geräte haben alle zwei elektrische Anschlüsse. Ist es egal, welcher von den beiden Anschlüssen an den Pluspol und welcher an den Minuspol angeschlossen wird? Finde es an dieser Station heraus!

Schülerversuch

⌚ Vorbereitung: 2 min

Durchführung: 15 min

Materialien

- | | |
|------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Batterie | <input type="checkbox"/> LED mit Vorwiderstand |
| <input type="checkbox"/> Glühlampe | <input type="checkbox"/> 2 Kabel |
| <input type="checkbox"/> Motor | <input type="checkbox"/> Summer für Experten |

Versuchsdurchführung

1. Notiere die Überschrift im Heft und schreibe den Einleitungstext oben ab.
2. Baue einen Stromkreis mit einer Lampe auf, sodass die Lampe leuchtet. Vertausche dann die beiden Kabel an der Batterie.

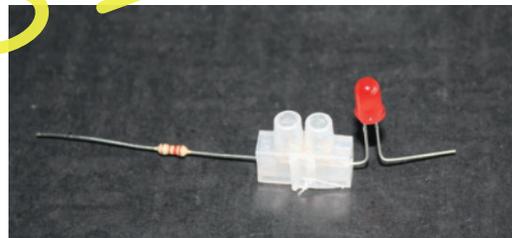
Beobachte, ob sich dadurch an der Glühlampe etwas ändert. Notiere dies als *Beobachtung 1*.

3. Ersetze die Lampe durch den Motor, sodass sich der Propeller dreht. Vertausche dann die Anschlüsse an der Batterie.

Schau genau hin, ob durch das Vertauschen der Kabel etwas anders ist als vorher. Notiere dies als *Beobachtung 2*.

4. Tausche den Motor gegen den LED-Baustein mit Vorwiderstand aus. Schließe die beiden Klemmen an die beiden Enden des Bausteins an. Leuchtet die LED? Vertausche jetzt auch hier die beiden Kabel an der Batterie.

Notiere die *Beobachtung 3* und schreibe dazu den folgenden Merksatz auf.



LED-Baustein

Foto: Ulf Clotz



Merke: Das Schaltzeichen für die LED muss im Schaltplan richtig herum eingetragen sein.

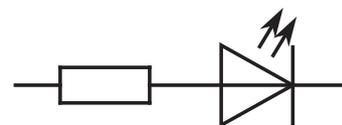
5. Zeichne den Schaltplan für die Schaltung mit der LED. Beachte dabei den Infokasten unten und natürlich auch die Regeln für Schaltpläne.

6. Für die Schnellen gibt es die **Expertenkarte** zu Material **M 1**.

Wichtig: Das Schaltzeichen für die Leuchtdiode muss richtig herum in den Schaltplan eingezeichnet werden.

Merkhilfe: Stell dir vor, dass das Schaltzeichen ein Größer-als-Zeichen > enthält. Die größere Seite wird mit dem Pluspol verbunden (denn Plus „ist größer“ als Minus). In unserem Fall geht es links ab dem Widerstand zum Pluspol der Batterie und rechts zum Minuspol.

Wenn du deine LED andersherum in die Lüsterklemme geschraubt hast, ist bei dir auch das Schaltzeichen umgekehrt, also mit einem Kleiner-als-Zeichen.



Die Lüsterklemme verbindet die beiden Teile nur und hat deshalb kein eigenes Schaltzeichen.

M 3 Die Glühlampe

Im Jahr 1801 zeigte Louis Jacques Thénard, dass Metalldrähte glühen können, wenn Strom durch sie hindurchfließt. 1835 wurde die erste Glühlampe präsentiert. Insgesamt dauerte es fast 80 Jahre, bis Glühlampen in großen Mengen hergestellt werden konnten. Unsere Glühlampe funktioniert nach dem gleichen Prinzip.



Louis Jacques Thénard

Foto: Wikimedia Commons, CC-BY SA 3.0

Schülerversuch ⌚ Vorbereitung: 1 min Durchführung: 10 min

- Materialien**
- Glühlampe
 - Arbeitsblatt zu M 3

Aufgaben

1. Nimm die weiße Glühlampe aus dem Set und sieh sie dir genau an.
2. Zu dieser Station gehört das Arbeitsblatt zu M 3. Klebe es in dein Heft. Trage dann darin die folgenden 8 Begriffe an den richtigen Stellen ein.

3. Der Glaskolben könnte entfernt werden. Dann wäre die Glühlampe kaputt, man sähe aber viel besser, wie die Glühlampe aufgebaut ist. Das sollst du natürlich nicht selber ausprobieren, weil du deine Lampen noch brauchst. Rechts siehst du ein Bild.

Die Glühlampe kann dann immer noch zum Leuchten gebracht werden, allerdings leuchtet sie nicht hell und nicht lange, weil der Glühdraht schnell durchbrennt.



Glühlampe mit zerstörtem Glaskolben

Foto: Ulf Clotz

Der Glühdraht besteht aus dem Material *Wolfram* und ist sehr dünn. Wenn er beim Glühen mit Luft in Verbindung kommt, kommt es zu einer chemischen Reaktion, die den Draht nach kurzer Zeit zerstört. Deshalb befindet sich im Glaskolben keine Luft, sondern ein Schutzgas.

Notiere eine Zusammenfassung, wofür der Glaskolben wichtig ist.

Nein, es heißt nicht Glühbirne – es gibt kein Leucht-Obst!

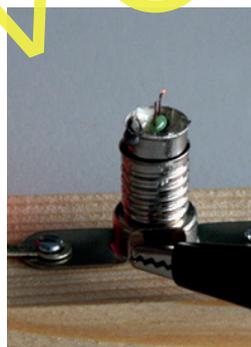


Foto: Ulf Clotz

Siehst du den glühenden Punkt? Nach wenigen Sekunden brennt der Glühdraht durch.



Der Seitenkontakt ist zwar aus Metall, aber nicht in Verbindung mit dem Glühdraht.
 Die Zwischenschicht ist nicht aus Metall, aber zwischen Metall und Glühdraht.
 Die Begriffe für die drei Linien auf der linken Seite haben nichts mit Metall zu tun.

Tipp

I/D

M 6 Reihenschaltung: die Lichterkette

Lichterketten, wie sie bei Partys oder auch an Weihnachtsbäumen aufgehängt werden, bestehen aus vielen Glühlampen, die an einem Kabel entlang aufgereiht sind. Oft ist es so, dass alle Lampen nicht mehr leuchten, wenn nur eine davon kaputtgeht oder aus der Fassung gedreht wird.



Foto: J. Wassermann

Schülerversuch ⌚ Vorbereitung: 1 min Durchführung: 20 min

Materialien

- | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Batterie | <input type="checkbox"/> 4 Kabel |
| <input type="checkbox"/> 3 Glühlampen | <input type="checkbox"/> Motor |

Lichterkette

Versuchsdurchführung und Aufgaben

1. Baue mit dem Set ein Modell für eine Lichterkette aus zwei Lampen (du brauchst hierfür genau 3 Kabel). Notiere Überschrift und Einleitungssatz:

Reihenschaltung: die Lichterkette

In einer Reihenschaltung werden mehrere Geräte in Reihe (hintereinander wie in einer Kette) an die Stromquelle angeschlossen.

2. Ergänze deine Reihenschaltung um eine dritte Lampe und das vierte Kabel. Zeichne den Schaltplan zu dieser Schaltung mit drei Lampen in dein Heft.
3. Schraube irgendeine Lampe aus der Fassung. Drehe sie wieder fest und löse eine andere. Notiere:

Beobachtung 1: Wenn eine einzige Lampe defekt ist oder fehlt, dann ...

4. Baue nun nacheinander eine Schaltung mit einer Lampe, danach Reihenschaltungen mit zwei und mit drei Lampen auf. Hängt die Helligkeit der Lampen davon ab, aus wie vielen Lampen der Stromkreis besteht? Notiere:

Beobachtung 2: Wenn nacheinander immer mehr Lampen in Reihe geschaltet werden, dann ...

5. Schalte eine Lampe mit dem Motor in Reihe. Notiere:

Beobachtung 3: Wenn Motor und eine Lampe in Reihe geschaltet werden, dann dreht sich der Motor _____ und die Lampe leuchtet _____ im Vergleich zur Schaltung ohne das andere Gerät.

6. Für die Experten: gibt es eine **Expertenkarte**.

Tipps

- Zu 1. Falls du Probleme hast, findest du den Schaltplan auf **Tippkarte 1**.
- Zu 4. Das kannst du besser vergleichen, wenn ihr in einer Gruppe die verschiedenen Schaltungen gleichzeitig aufbaut. Ihr müsst aber immer die gleiche Batterie benutzen.
- Zu 5. Wenn du Probleme hast, für deine Beobachtungen die richtigen Worte zu finden, gibt es den kompletten Text und Hilfsbausteine auf der **Tippkarte 2**. Wähle die richtigen aus.



M 10 Knoten in der Schaltung?

Es gibt Schaltungen, bei denen sich der Strom an einer Stelle aufteilt oder wieder zusammenfließt. Dort kommen mehrere Kabel zusammen. Solche Stellen nennt man **Knotenpunkte**, die im Schaltplan durch einen dicken Punkt gekennzeichnet werden.

Schülerversuch ⌚ Vorbereitung: 1 min Durchführung: 10 min

Materialien	<input type="checkbox"/> 1 Lampe	<input type="checkbox"/> 6 Kabel
<input type="checkbox"/> Batterie	<input type="checkbox"/> 1 Motor	<input type="checkbox"/> 1 Umschalter

Aufgaben

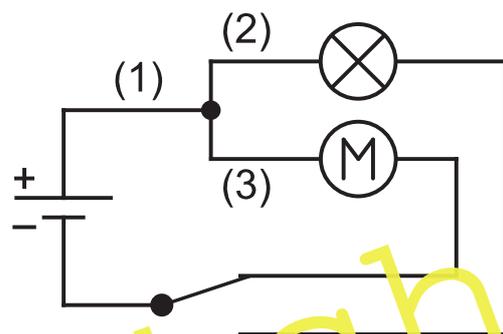
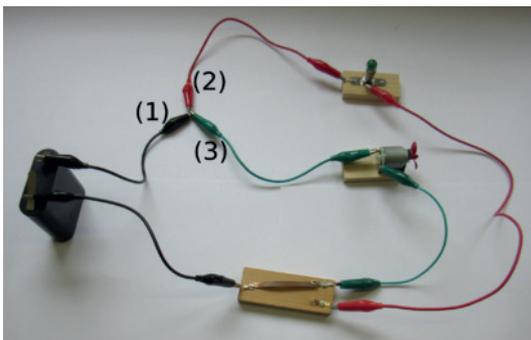


Foto und Grafik: J. Wassermann

I/D

1. Auf dem Foto siehst du eine Schaltung, die genau wie in der Schaltskizze aufgebaut wurde. Der Knotenpunkt wurde durch die Verbindung von drei Kabeln erzeugt. Baue die Schaltung genauso nach.

Notiere im Heft die Überschrift und den Merksatz, zeichne den Schaltplan ab.

Merke: An Knotenpunkten teilt sich der Strom. Durch die Lampe und durch den Motor fließt dann jeweils nur ein Teil des Stroms.

2. Du kannst die gleiche Schaltung auch mit weniger Kabeln aufbauen:

Entferne Kabel (1). Wo musst du dann die Enden der Kabel (2) und (3) anschließen, damit der Stromkreis trotzdem funktioniert? Notiere:

Ohne Kabel 1 liegt der Knotenpunkt an _____.

Beachte: Der Knotenpunkt ist immer noch da, aber er befindet sich jetzt dort, wo vorher das andere Ende von Kabel 1 war. Der Schaltplan bleibt deshalb gleich!

Baue Kabel 1 anschließend wieder ein wie im Foto.

3. Entferne nun nacheinander jeweils Kabel (2) und (3) aus deiner Schaltung. Gehe so vor wie in Aufgabe 2. Wo liegt jeweils der Knotenpunkt? Baue das Kabel (2) wieder ein, bevor du Kabel (3) entfernst. Notiere

Ohne Kabel 2 liegt der Knotenpunkt an _____.

Ohne Kabel 3 liegt der Knotenpunkt an _____.

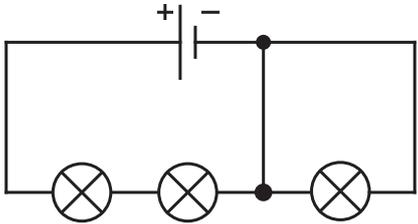
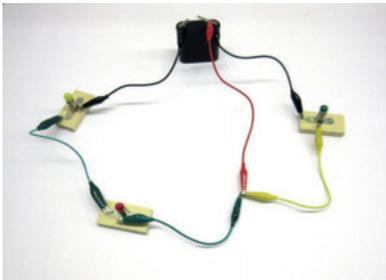
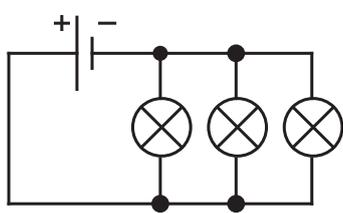
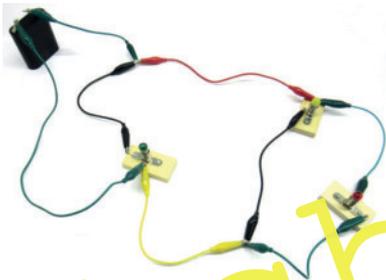
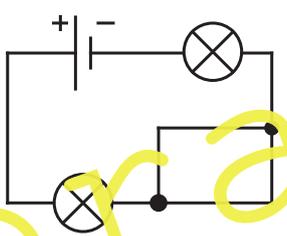
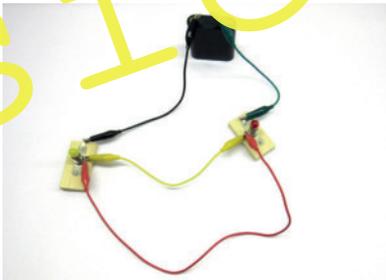
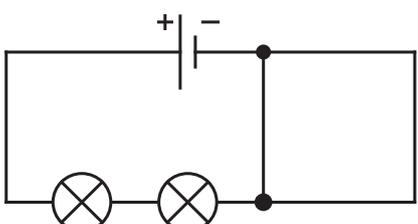
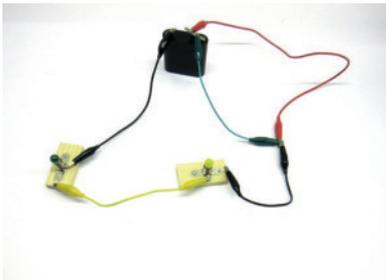
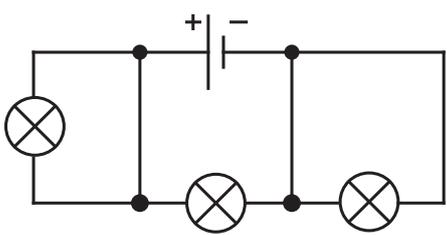
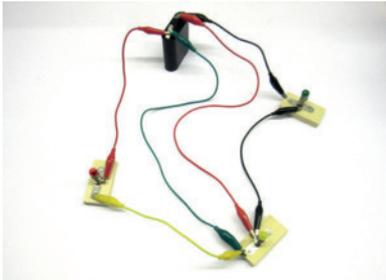
Um ein Kabel zu sparen, kann der Knotenpunkt also verschoben werden.

4. Noch nicht verknotet? Dann bearbeite die Vertiefungskarte mit noch einem Beispiel.

Tipp

Trage jeweils das Richtige ein: „der Batterie“, „der Lampe“, „dem Motor“.

M 11 Schaltungen und Schaltpläne für Experten – Fortsetzung

<p>c)</p> 	<p>6)</p>  <p>Foto und Grafik: J. Wassermann</p>
<p>d)</p> 	<p>4)</p>  <p>Foto und Grafik: J. Wassermann</p>
<p>e)</p> 	<p>2)</p>  <p>Foto und Grafik: J. Wassermann</p>
<p>f)</p> 	<p>3)</p>  <p>Foto und Grafik: J. Wassermann</p>
<p>g)</p> 	<p>5)</p>  <p>Foto und Grafik: J. Wassermann</p>

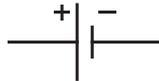
Voransicht

I/D

Ergänzende Karten zu M 2 und M 6

**Tippkarte 1 zu M 2**

1. Jede Regel wird insgesamt zweimal verletzt.
2. Sechsmal ist ein Schaltzeichen falsch gezeichnet. Hier sind noch einmal die richtigen:



3. Falls nötig, schaue dir noch einmal die Regeln für Schaltpläne an (Tippkarte 2).

**Tippkarte 2 zu M 2: Regeln für Schaltpläne**

- (R1) Zeichne die Kabel mit geraden Linien (nutze ein Lineal!).
- (R2) Verläuft ein Kabel „um die Ecke“, dann zeichne einen rechten Winkel (nutze ein Geodreieck!).
- (R3) Die Schaltzeichen für elektrische Geräte haben die Linien für die beiden Anschlüsse genau gegenüber.
- (R4) Zeichne einen Schaltplan so übersichtlich wie möglich.

Beachte: Nutze beim Zeichnen die Linien des karierten Papiers.

**Kontrollkarte zu M 6**

Das kommt ins Heft:

Reihenschaltung: die Lichterkette

In einer Reihenschaltung werden mehrere Geräte in Reihe (hintereinander wie in einer Kette) an die Stromquelle angeschlossen.

(Schaltplan für **drei** Lampen)

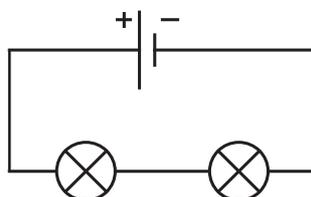


Beobachtungen:

1. Wenn eine einzige Lampe defekt ist, dann ...
2. Wenn nacheinander immer mehr Lampen in Reihe geschaltet werden, dann ...
3. Wenn Motor und eine Lampe in Reihe geschaltet werden, dann dreht sich der Motor _____ und die Lampe leuchtet _____ im Vergleich ohne das andere Gerät.

**Tippkarte 1 zu M 6**

Schaltplan für zwei Lampen:



I/D

Erläuterungen und Lösungen

■ Dieser Stationenzirkel ist so konzipiert, dass Sie nicht jeden Arbeitsauftrag für das Heft der Schüler kopieren müssen. In Klassenstärke kopieren müssen Sie lediglich **M 5** sowie die Arbeitsblätter zu **M 3** und **M 4**. Es gibt deshalb konkrete Aufforderungen, was ins Heft eingetragen werden soll. Außerdem erlauben es die Kontrollkarten, dass die Schüler nach dem Bearbeiten einer Station selbstständig überprüfen können, ob sie alles ins Heft geschrieben haben. So ist verbindlich festgelegt, was im Heft stehen muss.

M 1 Vertauschte Pole im Stromkreis

■ Die Leuchtdiode wird noch genauer in Station **M 4** untersucht. Hier geht es vor allem um die Entdeckung, dass sich die Geräte in ihrem Verhalten unterscheiden, wenn sie andersherum in den Stromkreis eingebaut werden.

Zur Expertenkarte: Hier wird das DIN-Schaltzeichen für einen Summer/Schnarrer verwendet, das in Bezug auf die Polung keinen Anhaltspunkt gibt.

Lösungen

Bei der Glühlampe ändert sich nichts, der Motor dreht sich in die andere Richtung und die Leuchtdiode bleibt dunkel, wenn sie falsch herum angeschlossen wird. Die Schaltpläne finden Sie, wie auch die Lösung zum Summer, auf den Material-Karten.

M 2 Fehler im Schaltplan

■ Die Erfahrung zeigt, dass verschiedene Schüler beim Zeichnen von Schaltplänen immer wieder die gleichen Fehler produzieren. Hier sollen die Schüler **typische Fehler** entdecken, benennen und anschließend nicht mehr machen. Sie können das Blatt für jeden Schüler kopieren, dann können die Schüler die Fehler auch mit einem Rotstift auf dem Blatt markieren.

Lösungen

- Das Schaltzeichen für die Lampe hat zu viele Linien und links von der Batterie ist eine Lücke im Kabel.
- Das Schaltzeichen der Batterie ist an einer Ecke (hat die Anschlüsse nicht gegenüber) und um die Glühlampe herum gibt es keine rechten Winkel.
- Das Schaltzeichen der Glühlampe ist falsch und die Kabel sind unübersichtlich (haben viel mehr Ecken als nötig).
- Bei der Batterie sind + und – vertauscht. Es gibt Winkel ungleich 90 Grad.
- Das Schaltzeichen der Batterie ist falsch (zu weit auseinander) und es ist unübersichtlich.
- Eine Glühlampe ist auf der Ecke (Anschlüsse nicht gegenüber) und die Striche bei der Batterie sind gleich lang (Schaltzeichen falsch).
- Das Schaltzeichen der Batterie ist falsch und die untere Linie wurde nicht mit Lineal gezeichnet.