



Elektrotechnik in praktischen Übungen

Kopiervorlagen Physik und Technik

Klassen 7–9

Bildquellennachweis

U1, 4 (Mitte: Elektromotor), 14, 15, 16, U3, U4: ArGe Medien im ZVEH;
4 (oben), 5 (unten), 11, 13 (unten): Armin Ruch (Rechte liegen beim Fachverband Elektro- und Informationstechnik Baden-Württemberg);
4 (Mitte Hubmagnet): Conrad Electronic www.conrad.de;
4 (Mitte: Kernspin, Telegraphie, Funk): fotolia

2. Auflage Mai 2021

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 § 52a UrhG: Weder das Werk, noch seine Teile dürfen ohne eine solche Einwilligung eingescannt und in ein Netzwerk eingestellt werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen. Fotomechanische oder andere Wiedergabeverfahren nur mit Genehmigung des Verlages.

Auf verschiedene Seiten dieses Heftes befinden sich Verweise (Links) auf Internetadressen. Haftungsnotiz: Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle wird die Haftung für die Inhalte der externen Seiten ausgeschlossen. Für den Inhalt dieser externen Seiten sind ausschließlich die Betreiber verantwortlich. Sollten Sie daher auf kostenpflichtige, illegale oder anstößige Seiten treffen, so bedauern wir dies ausdrücklich und bitten Sie, uns umgehend per E-Mail (l.mayer@klett-mint.de) davon in Kenntnis zu setzen, damit bei Nachdruck der Nachweis gelöscht wird.

Eine Zusammenarbeit des Fachverbandes Elektro- und Informationstechnik Baden-Württemberg und der Klett MINT GmbH, Stuttgart

Autor: Armin Ruch, Schwäbisch Gmünd

Redaktion: Medienwerk Hanne Lier, Stuttgart
Projektkoordination und Herstellung: Lisa Mayer, Klett MINT GmbH
Projektkoordination FV EIT BW: Steffen Ellinger
Gestaltung und Inhalt: Bettina Herrmann, Stuttgart
Illustration S. 16: Cosmoto GbR
Illustrationen: Stefanie Keidel, Grafische Produktionen Neumann, Rimpar

Inhaltsverzeichnis

Einen E-Motor bauen
Auf einen Blick 2
Zum Arbeitsblatt – Hinweise und Lösungen 2
Arbeitsblatt: Einen E-Motor bauen 3

E-Technik im modernen Haus
Auf einen Blick 6
Zum Arbeitsblatt – Hinweise und Lösungen 6
Arbeitsblatt: E-Technik im modernen Haus 7

Einen Lautsprecher bauen
Auf einen Blick 10
Zum Arbeitsblatt – Hinweise und Lösungen 10
Arbeitsblatt: Einen Lautsprecher bauen 11

Ausbildung und Karriere in den E-Handwerken 14

„Begeisterung wecken“ –
Einführung in das Arbeitsheft

Liebe Lehrerinnen und Lehrer,

wenige Themen im technisch-physikalischen Unterricht bieten so vielseitige Anknüpfungspunkte wie die Elektrotechnik. Dabei wirken Inhalte rund um die Elektrotechnik hoch motivierend, weil der Lebensweltbezug aufgrund der Omnipräsenz im Alltag der Schülerinnen und Schüler einfach hergestellt werden kann. Noch dazu bietet das Elektrohandwerk eine Vielzahl an interessanten und zukunftssicheren Ausbildungsberufen. Diese Vielfalt der Betätigungsfelder ermöglicht es, dass Jungen und Mädchen gleichermaßen eine berufliche Zukunft finden können, die ihren jeweiligen Interessen und Vorlieben entspricht. Voraussetzung dafür ist, dass die Schülerinnen und Schüler ihre Selbstwirksamkeit erkennen und merken, dass Elektrotechnik kein „Buch mit sieben abstrakten Siegeln“ ist, sondern Spaß macht.

Dieses Arbeitsheft setzt die Forderungen des Bildungsplans (Sek I, Baden-Württemberg 2016, Niveau G und M) mit lebensweltrelevanten Unterrichtsinhalten um. In drei Themenbereichen werden Aufgaben vorgestellt, die schülerzentriert sind und ein hohes Maß an Handlungsorientierung bieten.

Jedes Thema beginnt mit einer Lehrerseite, in der Bildungsplanbezüge und Kompetenzen dargestellt sind sowie detaillierte Aufstellungen zum benötigten Material der praktischen Aufgaben. Dabei wurde berücksichtigt, dass vorrangig Alltagsgegenstände zum Einsatz kommen, die entweder ohnehin vorhanden sind oder für relativ geringe Kosten angeschafft werden können. Komplettiert wird die Lehrerseite mit Lösungshinweisen zu allen Aufgaben.

Die eigentlichen Arbeitsblätter sind kleinschrittig aufgebaut und können von den Schülerinnen und Schülern in Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit bearbeitet werden. In allen Projekten wird das Handeln und Tun in den Vordergrund gestellt. Auf schülergerechtem Niveau werden die Kinder und Jugendlichen an „wissenschaftliches“ Arbeiten herangeführt. Aufgrund der hohen Alltagsrelevanz lassen sich über den Fertigungsprozess auch die bildungsplanrelevanten Inhalte gut und von den Schülerinnen und Schülern „unbemerkt“ vermitteln.

Wir wünschen Ihnen und Ihren Schülerinnen und Schülern viel Spaß bei der Arbeit mit diesem Heft.

Verlag und Fachverband Elektro- und Informationstechnik Baden-Württemberg

T. Bürkle

Thomas Bürkle
Präsident Fachverband Elektro- und Informationstechnik Baden-Württemberg

Benny Pock

Dr. Benny Pock
Geschäftsführer Klett MINT GmbH

Einen E-Motor bauen

Auf einen Blick

Bildungsplan und Kompetenzen

- Die Schülerinnen und Schüler (SuS) können
- die Richtung eines elektromagnetischen Feldes bei bekannter Stromrichtung ermitteln.
 - die Verstärkung eines elektromagnetischen Feldes in einem zur Spule gewickelten Leiter erklären und dabei die Verstärkung durch einen Eisenkern nachweisen.
 - unterschiedliche Motoren selber bauen und vergleichen.
 - die Wirkungsweise der selbst gebauten Motoren erklären und die Motoren hinsichtlich ihrer Eignung für technische Anwendungen bewerten.
 - einen einfachen Elektromotor als Generator einsetzen (Fundstelle im Bildungsplan: PH 3.2.4).

Materialliste für die Versuche

- 4,5-Volt-Batterie und AA-Batterie
- kräftige Magnete (z. B. runde Neodyn-Magnete 5 x 8 mm) und Hufeisenmagnet
- Krokodilklemmenkabel
- isolierter Draht oder Kupferlackdraht, 0,5 mm bis 0,8 mm Durchmesser
- dicker Nagel und Holzspieß
- magnetisierbare Nadel (Stopfnadel) und Schraube M5 x 20 mm
- Tesafilm

Zum Arbeitsblatt – Hinweise und Lösungen

Aufgabe 1

Lösung b: Die Kompassnadel richtet sich immer in eine Richtung aus (diese kann im Schulversuch auch von NORD abweichen).
Lösung c: Der Kompass lenkt die Nadel von der ursprünglichen Ausrichtung ab.

Aufgabe 2

Lösung: Die Kompassnadel wird durch das Kabel über der Nadel um bis zu 90 Grad abgelenkt. Die Richtung der Ablenkung ändert sich, wenn man das Kabel unter der Nadel durchführt. **Hinweis:** So kann gezeigt werden, dass es einerseits ein Magnetfeld um das Kabel gibt, wenn Strom hindurchfließt. Andererseits kann gezeigt werden, dass das Magnetfeld ringförmig um den Leiter liegt. Es muss zwischen technischer und physikalischer Stromrichtung unterschieden werden (Rechte-Hand-Regel).

Aufgabe 3

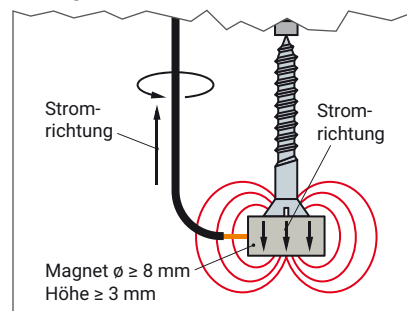
Hinweis: Das ringförmige Magnetfeld wird durch die Wicklungen („Spule“) verstärkt. Es kann Schaltaht oder Kupferlackdraht verwendet werden. Dickerer Draht lässt sich in der Regel besser biegen und hält seine Form als Spule besser. **Lösung:** Als Ergebnis sollte gesichert werden, dass das Magnetfeld durch die Wicklungen (die eine „Spule“ bilden) verstärkt wird und die Spule einen Nord- und einen Südpol hat. Die Wirkung wird durch den Eisenkern weiter verstärkt.

Aufgabe 4

Lösungen: a. Telegraphie, b. Kernspin-Aufnahmen, c. Funkverkehr, d. Elektromotor, e. Hubmagnet

Aufgabe 5

Lösung a:



Lösung b: Der Strom im Magneten erzeugt ein elektromagnetisches Feld, das anders verläuft als das Permanentmagnetfeld. Der Draht erzeugt auch ein Magnetfeld, das sich von dem des Magneten abstößt.

Aufgabe 6

Lösung b: Der Stromfluss in der Spule erzeugt ein elektromagnetisches Feld. Dies führt zu einer Drehung des Rotors durch Abstoßen vom Stator. Im Kommutator kommt es zur Umpolung und das elektromagnetische Feld kehrt sich um. Dadurch stoßen sich Rotor und Stator wieder ab. Es wiederholt sich alles.

Aufgabe 7

Lösung a: Gemeinsamkeiten: bewegliche Spule, starrer Magnet, Stromquelle. Unterschiede: kein Kommutator, Ausrichtung der Spule, Drehrichtung der Achse im Verhältnis zur Spule.

Lösung c: Durch das nur halb abisolierte Kabel wird erreicht, dass die Spule für die halbe Drehung, wo sie sich magnetisch abstoßen soll, mit Strom magnetisiert wird und auf der Seite, wo sie sich magnetisch nicht anziehen soll, wieder ausgeschaltet. Den Rest der Drehung erledigt der Schwung.

Zusätzlicher Versuch

Versuchsbeschreibung: Hänge einen Draht wie eine Schaukel möglichst präzise in das Magnetfeld eines Hufeisenmagneten.

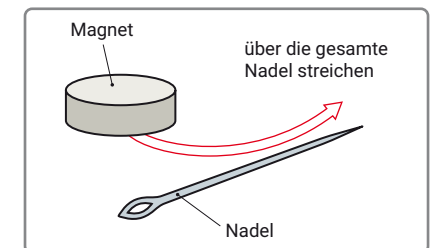
- a. Was passiert, wenn über den Draht Strom fließt? (**Lösung:** Die Schaukel schlägt in eine Richtung aus.)
b. Was passiert, wenn du die Stromrichtung wechselst? (**Lösung:** Die Schaukel schlägt in die andere Richtung aus.)
c. Was passiert, wenn du den Strom von zwei 4,5-V-Batterien parallel schaltest und den Versuch wiederholst? (**Lösung:** Die Schaukel schlägt stärker aus.)
d. Was passiert, wenn du den Strom von zwei 4,5-V-Batterien in Reihe schaltest und den Versuch wiederholst? (**Lösung:** Die Schaukel schlägt so aus wie in Aufgabe a/b)

Arbeitsblatt: Einen E-Motor bauen

Seit Urzeiten müssen Menschen sich in ihrer Umwelt zurechtfinden. Bevor es Hilfsmittel gab, haben sie sich am Stand von Sonne, Mond und Sternen orientiert. Mithilfe der Technik wird die Orientierung immer einfacher. Jedes Smartphone hat heutzutage ein Navigationsgerät integriert, mit dem man jederzeit überprüfen kann, wo man sich befindet und wie man zum Ziel kommt. Das war nicht immer so. Für sehr lange Zeit war der Kompass das beste Hilfsmittel für die Orientierung und auch heute noch wird er eingesetzt, wenn elektronische Geräte nicht verfügbar sind.

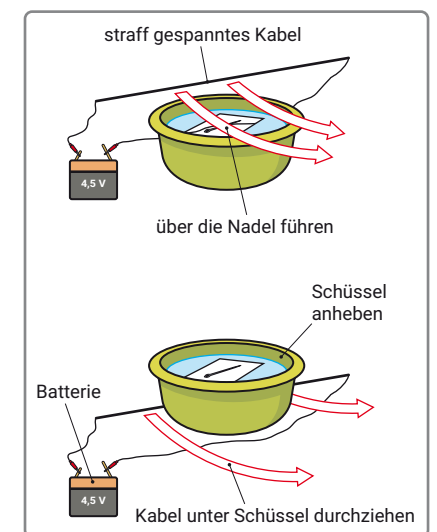
1. Der Kompass ist ein Navigationsmittel, das sich am Magnetfeld der Erde ausrichtet. Man kann ihn aber auch dazu nutzen, andere Magnetfelder nachzuweisen.

- a. Baue einen Kompass, indem du eine Nadel magnetisierst. Dazu musst du mit einem Magneten immer in die gleiche Richtung über die Nadel streichen.
b. Lege die magnetisierte Nadel auf ein Blatt und dieses dann in eine Wasserschale. Dokumentiere, was passiert, wenn du die Nadel drehst und dann loslässt.
c. Was passiert, wenn du dich der Nadel von der Seite mit einem Magneten näherst?



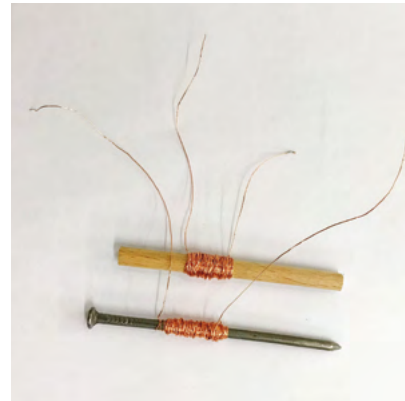
2. Menschen, die sich mit einem Kompass orientieren müssen, wissen, dass man dem Kompass in der Nähe von Stromleitungen nicht trauen darf. Untersuche, woran das liegt.

- a. Schließe ein Kabel mit Krokodilklemmen an eine 4,5-V-Batterie an. Zeichne auf, wie die Kompassnadel reagiert, wenn du das gerade gezogene Kabel über die Nadel führst. Was passiert, wenn du dich der Nadel mit dem Kabel näherst, ohne dass es an die Batterie angeschlossen ist?
b. Beschreibe was passiert, wenn du die Nadel von unten an die Schüssel heranhörst.



Achte darauf, dass die Kabel nicht zu lange an den Batterien angeschlossen bleiben, da es sonst zur Erwärmung von Kabel und Batterien sowie zur schnelleren Entladung der Batterie kommt.

- 3.** Die Erkenntnisse aus den ersten beiden Aufgaben wurden für technische Zwecke weiterentwickelt und es entstand eine sehr sinnvolle Anwendung, die hier nun nachvollzogen werden kann.
- Wickle einen isolierten Draht ordentlich um einen Holzspieß. Zähle dabei die Windungen. Wiederhole dasselbe bei einem Nagel.
 - Schließe die beiden „Spulen“ an deine Batterie an und dokumentiere ihren Einfluss auf deine Kompassnadel.



Schon kleine Kinder lernen beim Spielen, dass sich Magnete anziehen oder abstoßen können. Das liegt an den sich gegenseitig beeinflussenden Magnetfeldern. Was für die Magnete von Kinderspielzeug gilt, ist ebenso für elektrisch erzeugte Magnetfelder gültig. Das Anziehen und Abstoßen von elektrischen Magnetfeldern hat unsere Technik und Zivilisation geprägt wie kaum eine andere technische Errungenschaft.

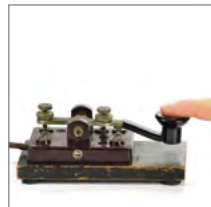
- 4.** Durch Erfindungen, die auf dem Elektromagnetismus beruhen, wurden folgende Errungenschaften überhaupt erst möglich. Ordne die Beschreibungen den Fachbegriffen zu. Übertrage dazu die Beschreibungen in dein Heft und ergänze sie mit dem passenden Fachbegriff als Überschrift:



Hubmagnet



Kernspin-Aufnahmen



Telegraphie



Elektromotor

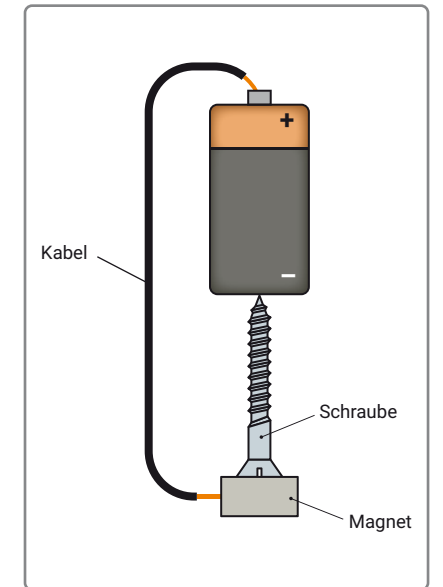


Funkverkehr

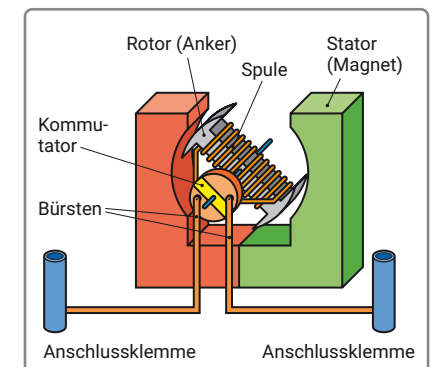
- Mithilfe von elektromagnetischen Schaltungen können Signale zur Kommunikation über sehr, sehr lange Leitungen übertragen werden. Erstmals war es möglich, über große Strecken hinweg schnell zu kommunizieren.
- Mithilfe von elektromagnetischen Signalen können Bilder vom Inneren des Körpers gemacht werden, ohne dass gefährliche Röntgenstrahlen zum Einsatz kommen.
- Informationen werden als elektromagnetische Wellen durch die Luft übertragen und können von bestimmten Empfängern wieder in verständliche Informationen umgewandelt werden.
- Steuerbare elektromagnetische Felder führen zusammen mit einem Permanentmagneten zu einer Rotationsbewegung.
- Schwerste Lasten aus Metall können von Kränen angehoben und abgesetzt werden, ohne dass die Lasten „gegriffen“ werden müssen.

Elektromotoren kommen in den unterschiedlichsten Formen und Größen vor. Es gibt winzige Motoren, die z. B. in Kameras den Zoom einstellen. Industriemotoren können dagegen mehrere Tonnen wiegen. Das Funktionsprinzip ist aber unabhängig von der Größe dasselbe und beruht auf Elektromagnetismus.

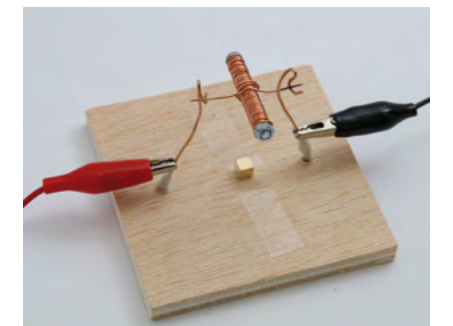
- 5.** Elektromotoren können sehr unterschiedlich aussehen. Der einfachste Motor der Welt ist in der nebenstehenden Abbildung dargestellt: Ein Kabel ist mit dem Pluspol der Batterie verbunden und ein Magnet ist über die Schraube drehend gelagert mit dem Minuspol der Batterie verbunden. Berührt man mit dem Kabel den Magneten, beginnt er sich zu drehen.
- Zeichne die Magnetfelder am Leiter und am Permanentmagneten in die Abbildung ein.
 - Stelle eine Hypothese auf, warum es bei der Umsetzung des nebenstehenden Aufbaus zu einer Bewegung kommt. Überlege, wo sich die Magnetfelder anziehen und abstoßen.
 - Baue den „Motor“ nach und überprüfe deine Hypothese.



- 6.** Auch durch Spulen erreicht man, dass sich elektrischer Strom in Bewegung wandeln lässt.
- Übertrage die Skizze in dein Heft.
 - Stelle eine Hypothese auf, wie es zur Drehung des Rotors kommt. Verwende dabei die Fachbegriffe aus der Skizze.



- 7.** Der abgebildete Motor ist eine Abwandlung des Motors aus der vorigen Aufgabe.
- Vergleiche die Motoren und beschreibe die Unterschiede und Gemeinsamkeiten.
 - Baue den Motor nach und überprüfe die Funktion.
 - Erläutere, warum der Motor nur dann funktioniert, wenn der Spulendraht an den Auflagestellen auf einer Seite komplett und auf der anderen Seite nur zur Hälfte abisoliert ist.



E-Technik im modernen Haus

Auf einen Blick

Bildungsplan und Kompetenzen

- Die Schülerinnen und Schüler (SuS) können
- an Beispielen beschreiben, dass Aussagen in der Physik grundsätzlich überprüfbar sind (Fragestellung, Hypothese, Experiment, Bestätigung beziehungsweise Widerlegung). (Fundstelle im Bildungsplan: PH 3.2.1 M(2))
 - in einfachen Reihenschaltungen und Parallelschaltungen Gesetzmäßigkeiten für die Stromstärke und die Spannung beschreiben.
 - Größenordnungen typischer Leistungen im Alltag ermitteln und vergleichen (z. B. körperliche Tätigkeiten, Handgenerator, Fahrradergometer, Typenschilder, Leistungsmessgerät, Pkw, Solarzelle). (Fundstelle im Bildungsplan: PH 3.2.3 (8))

Materialliste für die Versuche

- Schuhkarton
- Solarplatte z. B. bei Opittec.com „Artikelnummer: 124069“, 200 mA, 0,5 V, 2,79 € Alternativ können in Aufgabe 3 auch Batterien verwendet werden. Diese sind, wie Solarplatten, Gleichstromquellen. Die Batterien dienen dann als Modell gem. Bildungsplan
- (Taschen)lampe
- Geodreieck
- Pappe
- Multimeter
- Kabel

Zum Arbeitsblatt – Hinweise und Lösungen

Aufgabe 1

Lösungen:

- a. Je steiler die Solarplatte* zum Licht steht, desto geringer werden die gemessenen Werte (die konkreten Zahlenwerte hängen von der jeweilige Solarplatte, der Größe des Schuhkartons, der verwendeten Taschenlampe ab).
- b. Die gemessenen Werte reduzieren sich entsprechend zu den Werten aus Aufgabenteil a.
- c. Verbindliche Aussagen über den Grund einer Veränderung von Werten können nur dann getroffen werden, wenn sich nur ein Parameter ändert und sonst alle Bedingungen gleich bleiben.

Aufgabe 2

Hinweise: Die Solarplatten verhalten sich so, wie es von der Reihen- und Parallelschaltung herkömmlicher Stromquellen bekannt ist, z. B. von Batterien.

Lösung a: Reihenschaltung: die Spannung [Volt] addiert sich, die Stromstärke [Ampere] bleibt gleich.

Lösung b: Parallelschaltung: die Spannung [Volt] bleibt gleich, die Stromstärke [Ampere] addiert sich.

Lösung c: Aus a und b folgt: Eine Reihenschaltung mehrerer Platten führt zu einer höheren Gesamtspannung; eine Parallelschaltung mehrerer Platten erhöht die Gesamtstromstärke.

Aufgabe 3

Hinweis a: Eine Lösung kann nicht vorgegeben werden, weil ein konkreter Wert von der individuellen Leistung der verwendeten Platten abhängt.

Lösungen b und c:

Reihenschaltung: Die Spannung ist sechsmal so hoch wie die Spannung einer Einzelplatte, die Stromstärke bleibt gleich.

Parallelschaltung: Die Spannung ist so hoch wie die einer Einzelplatte, die Stromstärke ist sechsmal so hoch wie die einer Einzelplatte.

Schaltung 3 x 2: Die Spannung verdreifacht sich, die Stromstärke verdoppelt sich.

Schaltung 2 x 3: Die Spannung verdoppelt sich, die Stromstärke verdreifacht sich.

Lösung d: Abweichungen entstehen, wenn die Beleuchtung der Platten sich gegenüber der ersten Messung ändert. Außerdem ist es möglich, dass Platten individuelle Unterschiede aufweisen. Der Widerstand der Leitungen kann sich auf die gemessenen Leistungen ebenso auswirken.

Aufgabe 4

Hinweis: Die Angaben der SuS können von der folgenden Musterlösung abweichen. Das hat keinen Einfluss auf die Kernaussage. Die Entfernungen sind Circa-Angaben.

Lösung a: Entfernung von SZ 1 zu Punkt 1: 10 m, zu 2: 4 m, zu 3: 4 m, zu 4: 7 m, zu 5: 15 m, zu 6: 8 m, zu 7: 8 m, zu 8: 11 m. Als Summe ergibt das etwa 71 m.

Lösung b: Schließt man (1, 2, 5 und 6), (3 und 4) sowie (7 und 8) jeweils mit einem Bus an, werden noch etwa 16 + 8 + 11 Meter = 35 m Kabel benötigt.

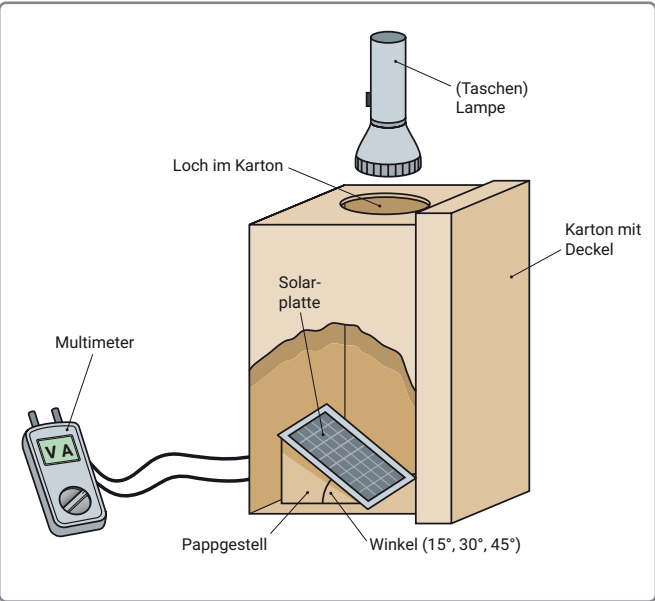
Lösung c: Wenn alle Geräte auf derselben Leitung kommunizieren, ist die Sicherheit sehr wichtig. Kriminelle könnten sich Zugriff auf den BUS verschaffen und damit auf die angeschlossenen Geräte und erfassten Daten zugreifen – bspw. ließe sich die Haustüre öffnen.

Hinweis d: Mit einem Zirkel (10 m maßstabgetreu einstellen) in die Mitte der SZ einstecken und Kreise darum zeichnen. Dabei werden unterschiedliche Bereiche abgedeckt. Es gibt keine beste Position! Jede Position hat Vor- und Nachteile, je nachdem, wo sich der Hausbesitzer mit seiner Fernsteuerung am häufigsten aufhält.

Arbeitsblatt: E-Technik im modernen Haus

Vor etwa 2000 Jahren begannen die Menschen die Energie der Sonne durch Brennspiegel technisch nutzbar zu machen. Zunächst wurden die Sonnenstrahlen als Wärmequelle verwendet (Solarthermie). Als Quelle für elektrischen Strom wird die Energie der Sonne seit der Mitte des 20. Jahrhunderts genutzt (Photovoltaik). Beide Verfahren sind mittlerweile technisch so ausgereift, dass sie wesentlich zur modernen Energieversorgung beitragen.

1. Um die Energie der Sonne optimal zu nutzen, müssen Photovoltaikanlagen nach bestimmten Regeln aufgestellt werden. Um diese Regeln herauszufinden, baue den abgebildeten Versuch auf. Für die Durchführung musst du drei Pappgestelle sowie drei Beschattungspappen fertigen.
- Zeichne mithilfe eines Geodreiecks jeweils zwei rechtwinklige Dreiecke mit den Winkeln 15°, 30° und 45° auf ein Stück Pappe und schneide die Dreiecke aus. Baue drei Gestelle für die Solarplatte aus jeweils zwei gleichen Pappdreiecken (15°, 30° und 45°) und etwas Klebeband. Fixiere eine Solarplatte mithilfe des Klebebands auf dem Pappgestell, ohne die Oberfläche zu verdecken.
- Fertige ein Pappstück von der Größe der Solarplatte und halbiere es. Schneide aus der einen Hälfte wiederum eine Hälfte heraus, sodass du die Solarplatte nun zu 25 %, 50 % und 75 % beschatten kannst.



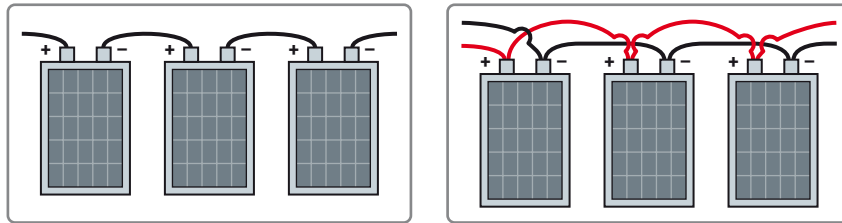
Ermittle, inwieweit der Winkel der Solarplatte zum Licht sowie die Menge des einfallenden Lichts einen Einfluss auf die Leistung der Solarplatte haben. Gehe dabei wie folgt vor:

- a. Übertrage die Tabelle in dein Heft. Miss Stromstärke und Spannung, die deine Solarplatte unter sonst gleichen Bedingungen für die Winkel 0°, 15°, 30° und 45° aufweist und trage die gemessenen Werte in deine Tabelle ein:
- | | Winkel | | | | Beschattung | | | |
|-----------------------|--------|-----|-----|-----|-------------|------|------|------|
| | 0° | 15° | 30° | 45° | 0 % | 25 % | 50 % | 75 % |
| Stromstärke in Ampere | | | | | | | | |
| Spannung in Volt | | | | | | | | |
- b. Miss Stromstärke und Spannung für eine Beschattung von 0 %, 25 %, 50 % und 75 % bei ansonsten gleichen Bedingungen und trage sie mit anderer Farbe in deine Tabelle ein.
- c. Begründe, warum es wichtig ist, dass alle Bedingungen (Parameter) außer derjenigen, die absichtlich verändert wird, gleich gehalten werden.

* In Solarzellen wird Sonnenenergie in elektrische Energie umgewandelt. In einem Solarmodul, wie man es auf Hausdächern sieht, sind mehrere Solarzellen in einer Platte – dem Solarmodul – zusammengefasst. Dieses Modul wird oft auch als Solarpanel bezeichnet. Der Begriff Solarplatte, wie er im Arbeitsblatt verwendet wird, kann als neutraler Überbegriff für Module und Zellen verwendet werden.

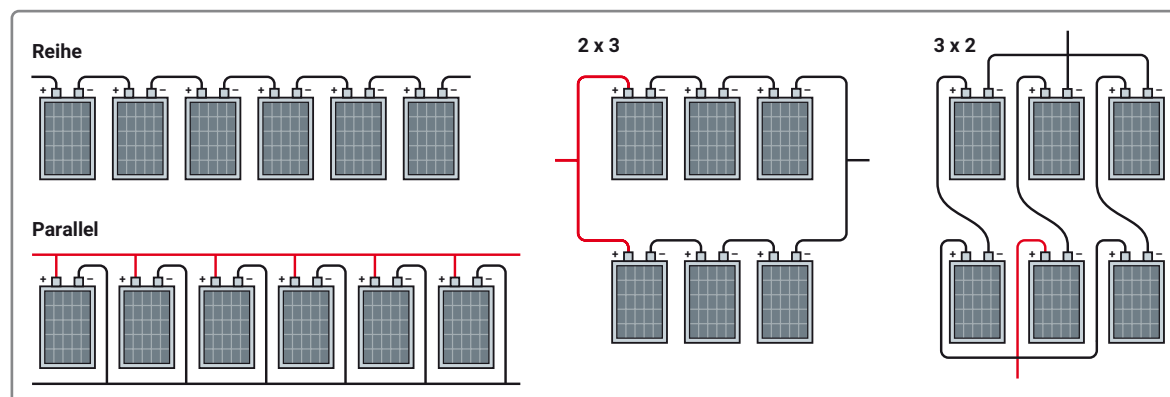
2. Ein Hausbesitzer hat sich eine Photovoltaikanlage gekauft, die aus drei einzelnen Platten besteht. Nun möchte er verstehen, wie die Elektrofachkraft die Platten verbindet, um die Leistung der Anlage an das Stromnetz anzupassen.

- Verbinde die Platten so, dass diese in Reihe geschaltet sind. Miss Spannung und Stromstärke und schreibe diese auf.
- Verbinde die Platten so, dass diese parallel geschaltet sind. Miss Spannung und Stromstärke und schreibe diese auf.
- Wie müssen die Solarplatten verbunden werden, wenn der Hausbesitzer ...
... eine möglichst hohe Spannung erreichen möchte?
... einen möglichst starken Strom benötigt?



3. Die Abbildungen zeigen unterschiedliche Möglichkeiten, wie man sechs Solarplatten miteinander verschalten kann. Sage voraus, wie hoch bei jeder Verschaltung die jeweiligen Leistungswerte sind. Gehe dabei wie folgt vor:

- Miss die Leistung einer einzelnen Solarplatte und nimm diesen Wert als Grundlage.
- Formuliere zu den einzelnen Schaltmöglichkeiten eine Hypothese und berechne, wie sich Spannung und Stromstärke entwickeln werden („Wenn sechs Platten ... geschaltet werden, dann beträgt die Stromstärke ... und die Spannung ...“).
- Überprüfe die Werte aus deiner Hypothese, indem du die Schaltungen nachbaust und misst.
- Es kann sein, dass deine Hypothesen von den wirklichen Werten abweichen. Überlege (auch wenn die Werte gleich sind), woran das liegen könnte.



4. Die Abbildung zeigt den Grundriss eines Hauses mit verschiedenen elektrischen Verbrauchern. In einem intelligent vernetzten Haus „kommunizieren“ Elektrogeräte und weitere elektrische Verbraucher, wie Heizung oder Rollos, miteinander. In diesem sogenannten Smart Home wird eine zentrale Steuerung verwendet, die mit den einzelnen Geräten kommuniziert. Dadurch muss nicht jedes Gerät mit jedem verbunden werden, sondern nur jedes Gerät mit dieser Steuerungszentrale (SZ).

- Berechne, wie viel Meter Kabel notwendig sind, damit alle Geräte mit der Steuerungszentrale 1 (SZ 1) verbunden werden können.

Es besteht die Möglichkeit, alle Geräte mit nur einem Kabel zu verbinden, das von Gerät zu Gerät läuft, solange es auch an einer Stelle mit der Steuerungszentrale verbunden ist. Die Kommunikation erfolgt dann von der SZ an alle Geräte, wobei die SZ die Geräte „beim Namen nennt“ und nur das jeweils angesprochene Gerät reagiert. Man nennt das BUS-Kommunikation.

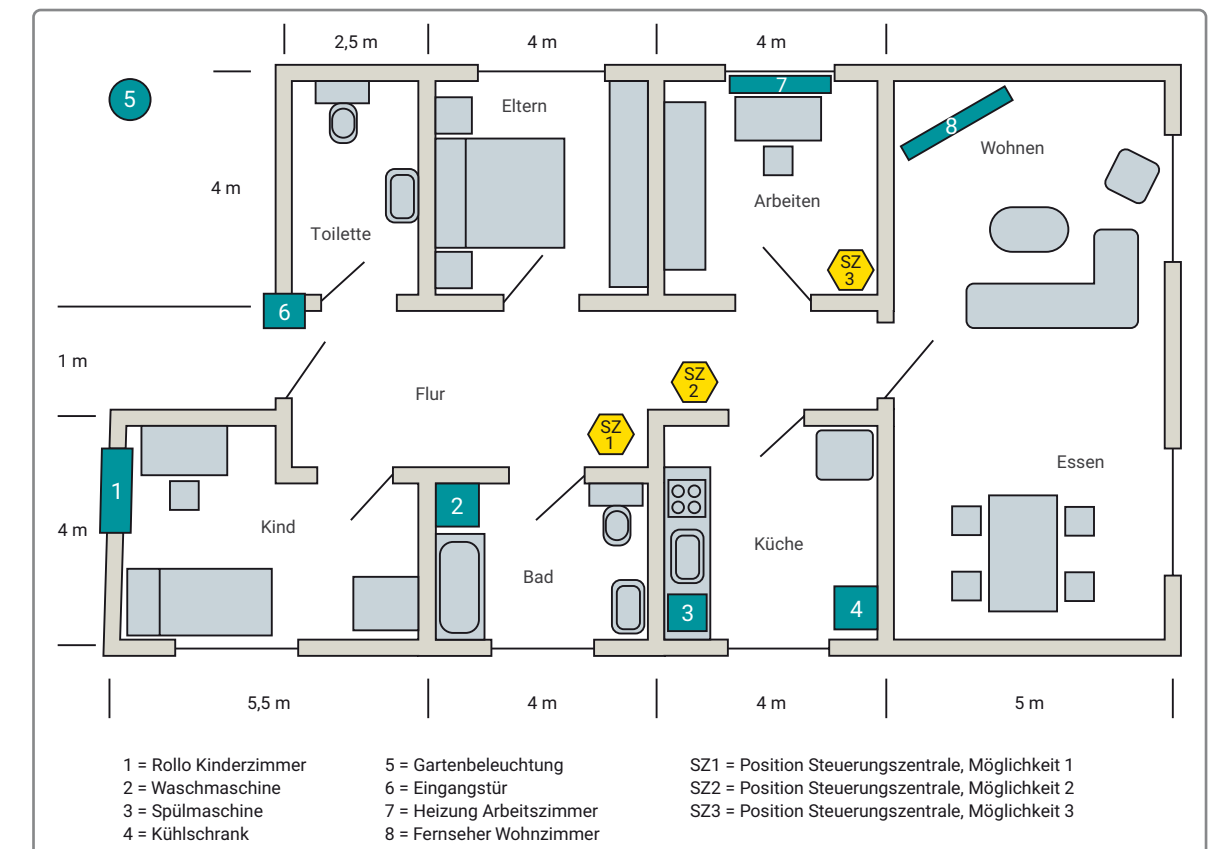
- Berechne, wieviel Meter Kabel im Vergleich zu Lösung a eingespart wird, wenn man für die Kommunikation eine sogenannte „BUS-Leitung“ verwendet.

Der Hausbesitzer möchte auch seine Außenbeleuchtung mit der BUS-Leitung ansteuern.

- Werden BUS-Leitungen außerhalb des Gebäudes installiert, sind damit nach Einschätzung der Polizei Sicherheitsrisiken verbunden. Überlege dir, warum es gefährlich wäre, wenn Kriminelle auf die BUS-Leitung Zugriff hätten.

Der Hausbesitzer möchte seine Installationen gerne drahtlos mit einer Fernsteuerung bedienen, während er sich im Haus bewegt. Zur Kommunikation mit der Steuerungszentrale nutzt er ein Bluetooth-Gerät mit einer Reichweite im Haus von max. 10 m.

- Überlege dir, welcher Ort für die Steuerungszentrale am besten geeignet ist (SZ1, SZ2 oder SZ3). Alle Standorte haben Vor- und Nachteile. (Tipp: benutze hierfür einen Zirkel. Beachte den Maßstab!)



Einen Lautsprecher bauen

Auf einen Blick

Bildungsplan und Kompetenzen

- Die Schülerinnen und Schülern (SuS) können
- Kriterien für die Unterscheidung zwischen Beobachtung und Erklärung beschreiben (Beobachtungen durch Sinneseindrücke und Messungen, Erklärungen durch Gesetze und Modelle) (Fundstelle im Bildungsplan: PH 3.2.1 M(1)).
 - den Aufbau eines Stromkreises unter Vorgabe einer Schaltskizze durchführen sowie Stromkreise in Form von Schaltskizzen darstellen und Stromstärke und Spannung messen (Fundstelle im Bildungsplan: PH 3.2.5 M(5+6)).
 - eine einfache Anwendung des Elektromagnetismus funktional beschreiben (z. B. Elektromagnet, Lautsprecher, Elektromotor) und die magnetische Wirkung einer stromdurchflossenen Spule untersuchen und beschreiben (Fundstelle im Bildungsplan: PH 3.2.4 M(2+3)).

Materialliste für die Versuche

- Pappe (ca. 30 cm x 30 cm)
- Schreibpapier DIN A4
- festes Papier als Boden (DIN A4) sowie als Membran (ca. 10 cm x 10 cm)
- 4 scheibenförmige Dauermagnete (Neodyn; Polung: N/S oben/unten; N/S an den Seiten funktioniert nicht!)
- Klebeband, z. B. Tesa
- Kupferlackdraht, ca. 0,8 mm, 1 m Länge
- 4,5-V-Blockbatterie
- Krokodilklemmen
- MP3-Player oder Ähnliches für das Tonsignal
- Multimeter

Zum Arbeitsblatt – Hinweise und Lösungen

Aufgabe 1

Hinweise: Die Montage des Lautsprechers soll Spaß machen und zu einem schülerzentrierten und handlungsorientierten Unterricht anregen. Gerade die Einfachheit, mit der die Spule gewickelt und die Membran erzeugt wird, sorgen später für einen umso größeren Wow-Effekt. Anstelle von Bastelkleber und Klebefilm kann auch Heißkleber verwendet werden. Hierbei sind die spezifischen Sicherheitsbestimmungen altersabhängig zu berücksichtigen.

Aufgabe 2

Hinweis: Diese Aufgabe ist eine Einführung zum Verständnis des Systems „Lautsprecher“. Die SuS werden gezielt dazu angehalten, die einzelnen Komponenten in ihrer jeweiligen Funktion zu beschreiben.

Lösung: Zu benennen ist neben dem Pappgestell die Membran – wird durch die Spule bewegt, die Spule – bewegt die Membran durch Abstoßen des Dauermagneten, der Dauermagnet – stößt die stromdurchflossene Spule ab, der Ständer – hält die Membran mit der Spule und den Dauermagneten in Position, die Kabel – leiten den Strom zur Spule, die Stromquelle – liefert Spannung. Die Batterie wird später durch ein elektrisches Musikwiedergabegerät (z. B. MP3-Player, Smartphone ...) ersetzt.

Aufgabe 3

Lösungen a und b: Das Magnetfeld der Spule stößt sich vom Magnetfeld des fixierten Dauermagneten ab und bewegt so die Membran nach oben. Die Membran bleibt oben, solange die Spule unter Strom steht.

Lösung c: Eine stromdurchflossene Spule erzeugt ein Magnetfeld.

Lösungen: Aufgabenteile **d** und **e** sollen verdeutlichen, dass man den Ausschlag der Membran über die Stromstärke, aber nicht über die Spannung verändern kann.

Hinweis: Später wird dies aufgegriffen, wenn anhand der Messung der Stromstärke ein Rückschluss auf die Lautstärke getroffen wird.

Aufgabe 4

Hinweise: In dieser Aufgabe werden auf einfachem Niveau Aspekte der Akustik aufgegriffen. Sollte das Niveau E angestrebt werden, ist es möglich, die relevanten Begriffe einzuführen und zu thematisieren. Aber auch ohne die Einführung der Einheit „Hertz“ kann durch reine Beobachtung der Zusammenhang zwischen Frequenz der Membranschwingungen und Tonhöhe erkannt werden. In dieser Aufgabe stehen Beobachtung, klare Beschreibung und Hypothesenbildung im Vordergrund. Apps für das Generieren von Tonsignalen sind

sowohl im Google Playstore für Android-Geräte als auch im App-Store von Apple gratis verfügbar (Stichwort Tongenerator). Diese sollten für den optimalen Einsatz die Tonhöhe/Frequenz und die Lautstärke regelbar machen.

Lösungen: Im Aufgabenteil **a** lässt sich beobachten, dass die Membran mit steigender Tonhöhe schneller schwingt. Zur Verdeutlichung können dazu 3 bis 6 Reiskörner auf die Membran gelegt werden. Im Aufgabenteil **b** sollten die SuS beobachten, dass bei Veränderung der Lautstärke die Membran stärker ausschlägt, wobei die Frequenz gleichbleibt – der Begriff „Frequenz“ kann von den SuS natürlich auch umschrieben werden. Mit den Erkenntnissen aus Aufgabe 3 können die SuS rückschließen, dass die Stromstärke höher sein muss.

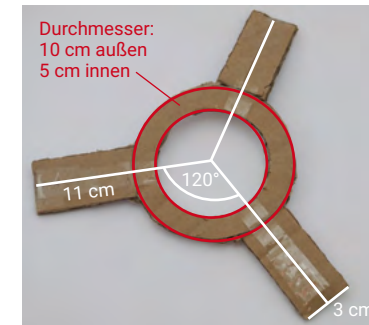
Aufgabe 5

Lösungen a und b: Bei Veränderung der Tonhöhe verändert sich die Frequenz; Stromstärke (und Spannung) bleiben aber gleich. Bei Steigerung der Lautstärke erhöht sich die Stromstärke (die Spannung bleibt gleich).

Hinweis: Die quantitativen Lösungen werden stark konstruktionsabhängig ausfallen; deswegen ist es nicht sinnvoll, Musterlösungen vorzugeben.

Arbeitsblatt: Einen Lautsprecher bauen

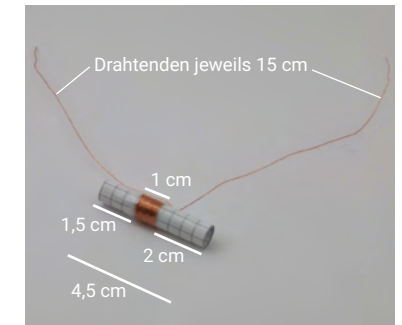
1. Fertige einen Lautsprecher entsprechend der Anleitung.



1. Fertige das Lautsprechergestell. Zeichne dazu den Mittelpunkt ein und miss die drei Beine ab dem Mittelpunkt: 11 cm Länge und 3 cm Breite im 120°-Winkel. Zeichne mit einem Zirkel zwei Kreise um den Mittelpunkt: Radius (Zirkelweite) 5 cm und 10 cm. Schneide die Form sauber aus.



2. Schneide aus dem festen Papier einen Kreis mit einem Durchmesser von 6,6 cm aus. Führe einen geraden Schnitt vom Rand zum Mittelpunkt aus. Klebe die Enden übereinander, so dass ein Trichter entsteht. Dazu sollte ein Bereich von etwa 20° überlappen.



3. Schneide aus einem Blatt Schreibpapier ein Rechteck mit den Maßen 4,5 cm x 8,5 cm. Wickle dieses fest um einen Bleistift und fixiere es mit Klebeband. Wickle den Kupferdraht wie auf der Abbildung gezeigt um die Papierrolle. Fixiere auch den Draht mit Klebeband.



4. Klebe die Papierrolle mit der Drahtspule wie auf der Abbildung gezeigt an die Spitze des Papiertrichters.



5. Schneide einen Streifen 3 cm x 20 cm von dem Schreibpapier ab und wickle ihn fest zu einer 3 cm breiten Rolle mit einem Durchmesser von 5 mm. Fixiere mit Klebeband zunächst die Rolle, dann wie auf der Abbildung gezeigt die vier Magnete an der Rolle.



6. Knicke die drei Beine des Gestells nach unten um. Fixiere den Trichter mit drei Streifen Klebeband straff am Gerüst. **Achtung:** Der Trichter darf das Gestell nicht berühren. Fixiere außerdem die „Magnetrolle“ auf einem festen Blatt Papier, das den Lautsprecherboden bildet.



7. Führe die Magnete in die Röhre auf der Unterseite des Trichters. Die Magnete müssen sich auf der Höhe der Spule befinden. Wenn Trichter, Spulenhalter oder Magnete irgendwo klemmen, muss dies behoben werden. Alle Teile müssen sich frei bewegen können.



8. Entferne die Isolierung vom Kupferdraht und schließe Krokodilklemmen an. Wenn das Gestell nicht von alleine steht, fixiere die Beine mit Klebeband auf dem „Boden“ des Lautsprechers.

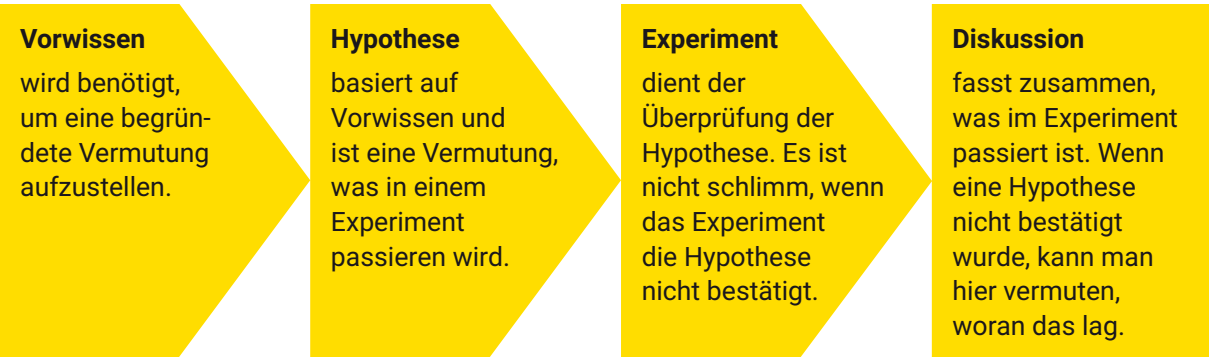


9. Verbinde die Krokodilklemmen mit einem Lautsprecherkabel. Das geht gut mit einem Cinchstecker, wo jeweils eine Krokodilklemme an einen Kontakt angeschlossen wird. Es funktioniert aber auch mit Klinkensteckern, wenn kein Cinchkabel verfügbar ist.

2. Überlege dir für jedes Bauteil, welche Rolle es in dem System „Lautsprecher“ spielt. Fertige hierzu eine Tabelle an, in die du die Bezeichnung des Teils und die Funktion einträgst:

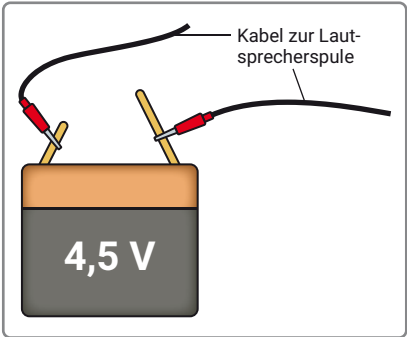
Bezeichnung des Bauteils	Aufgabe / Funktion
Pappgestell	hält die Lautsprecherkonstruktion
...	...

Wenn Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler etwas untersuchen, dann folgen sie dabei nicht etwa ihrem Bauchgefühl oder hoffen auf einen Zufall. Sie entwickeln aus dem, was sie bereits zu dem Thema wissen, eine Idee davon, was vermutlich im Experiment passieren wird. E-Handwerker gehen ganz ähnlich vor, wenn sie beispielsweise die Ursache eines Fehlers suchen. Vermutungen, die aus Vorwissen entwickelt werden, nennt man Hypothesen. Ein Experiment gliedert sich in seiner einfachsten Form in das Aufstellen einer Hypothese, das Überprüfen der Hypothese und das anschließende Beurteilen, wie der Versuch gelaufen ist.



3. Du wirst sehen, dass es gar nicht so schwer ist, Hypothesen zu bilden. Selbst wenn du glaubst das Ergebnis des Versuchs schon zu kennen, ist das richtige Vorgehen wichtig! Bevor du den Lautsprecher ausprobierst, schreibe unbedingt erst deine Vermutungen auf und begründe sie. Sonst würdest du keine Hypothese aufstellen, sondern „nur rumprobieren“.

- a. Stelle eine Hypothese dazu auf, was passiert, wenn du mit den beiden Kabeln den Plus- und den Minus-Pol einer 4,5-V-Blockbatterie berührst.
- b. Nachdem du eine Hypothese aufgestellt hast, musst du sie überprüfen. Beachte dabei, dass du deine Beobachtungen so genau wie möglich aufschreibst. Dabei hilft es oft eine einfache Zeichnung anzufertigen. Beachte aber: eine gute Beschreibung liefert noch keine Erklärung, diese folgt später.

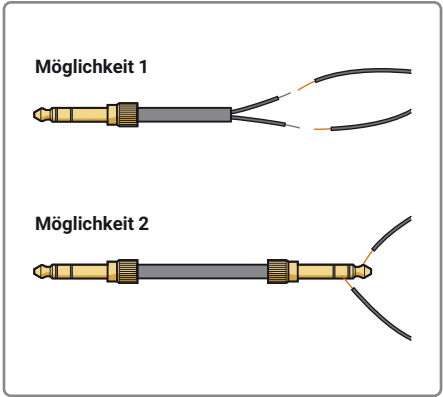


Halte nun die Kabel an die Batterie und beschreibe genau, was dabei passiert.

- c. Überlege dir, wie du deine Beobachtungen aus Aufgabenteil b mit deinem Wissen über die Physik erklären kannst. Diesen erklärenden Teil des Versuchs nennt man „Diskussion“.

- d. Wiederhole das Vorgehen von oben (Hypothesenbildung, Überprüfung, Erklärung) mit einer neuen Fragestellung: Was passiert, wenn du zwei 4,5-V-Batterien in Reihe schaltest?
- e. Wiederhole das Vorgehen von oben (Hypothesenbildung, Überprüfung, Erklärung) mit einer neuen Fragestellung: Was passiert, wenn du zwei 4,5-V-Batterien parallel schaltest?

4. Schließe deinen Lautsprecher an einen Tongenerator an. Das geht z. B. mit einem Smartphone und einer App, in der Töne generiert werden.
- a. Beobachte, was passiert, wenn du die Frequenz von ganz gering zu ganz hoch verschiebst. Übertrage die linke Tabelle in dein Heft und ergänze sie.
- b. Wiederhole den Versuch. Verändere aber diesmal nicht die Tonhöhe, sondern die Lautstärke. Übertrage die rechte Tabelle in dein Heft und ergänze sie.

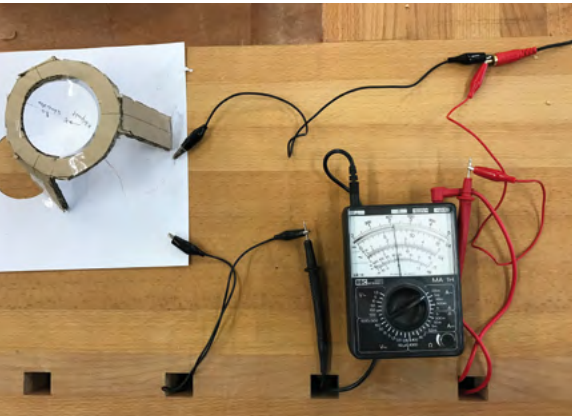


Tonhöhe	Beobachtung
hoch	
mittel	
tief	

Lautstärke	Beobachtung
leise	
mittel	
laut	

5. Baue einen Versuch entsprechend der Abbildung auf.

- a. Übertrage die linke Tabelle in dein Heft und trage die Stromstärke in Ampere ein, wenn du die Tonhöhe veränderst.
- b. Übertrage die rechte Tabelle in dein Heft und trage die Stromstärke in Ampere ein, wenn du die Lautstärke veränderst.



Tonhöhe	Beobachtung
hoch	
mittel	
tief	

Lautstärke	Beobachtung
leise	
mittel	
laut	

Ausbildung und Karriere in den E-Handwerken

Smartphone, Smart Home, Solartechnik Elektromobilität – ohne Elektronik läuft heutzutage nichts mehr! Als E-Zubi kannst du ein Teil dieser aufregenden Welt werden und dafür sorgen, dass alles reibungslos funktioniert. Finde heraus, welcher Weg dorthin der richtige für dich sein könnte.

Seien es die vielfältigen und sich stetig weiterentwickelnden Installationen, das Bauen und Programmieren von Elektromaschinen, die Errichtung von hochwertigen technischen Bürosystemen oder die Wartung von computergesteuerten High-Tech-Anlagen. Im E-Handwerk mit seinen fünf technischen Ausbildungsberufen ist für jeden das Richtige dabei.

An der Schnittstelle zum Kunden setzt du als E-Handwerker/-in die Energieeffizienz und den Klimaschutz praktisch um. Du kreierst Smart Homes, in denen sich die Heizung, die Alarmanlage oder

die Lautsprecher im Schlafzimmer von einem Touchpanel oder über das Smartphone regeln lässt. Und da die bevorstehende, flächendeckende Einführung der Elektromobilität nicht nur E-Fahrzeuge, sondern auch die dazu notwendige Ladeinfrastruktur erfordert, bist du als E-Handwerker auch auf diesem Gebiet als Fachmann/-frau gefragt.

Ab August 2021 habt ihr noch bessere Berufschancen im E-Handwerk. Unsere Ausbildungsberufswelt 4.0 macht es möglich. Mit dem/der Elektroniker*in für Gebäudesystemintegration gibt es dann auch einen komplett „digitalen“ Beruf.

Unabhängig davon, welchen der abwechslungsreichen Ausbildungsberufe du im E-Handwerk wählst: Die beruflichen Zukunftschancen sind gerade in einer zunehmend digitalisierten und vernetzten Welt glänzend – denn ohne Strom läuft fast nichts!



Auf einen Blick

Wer bildet dich aus?

Handwerksbetriebe in der Elektrotechnik, Informationstechnik und im Elektromaschinenbau

Welche Vorteile hat eine Ausbildung in den E-Handwerken?

Im E-Handwerk bist du als Mensch gefragt und von Anfang an dabei: Von der Planung über die Materialdisposition und die Installation bis zur Fertigstellung.

Mit welchen Kunden hast du es zu tun?

Das ist von Betrieb zu Betrieb unterschiedlich. Privatkunden stehen oft im Mittelpunkt. Du kannst aber beispielsweise auch in der Werkstatt des Ausbildungsbetriebs, bei gewerblichen Kunden oder bei öffentlichen Auftraggebern zum Einsatz kommen.

Welche Aufgabenfelder erwarten dich dort?

Neuinstallationen, Renovierungsarbeiten, Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten, Kundenservice u. a.

Mit welchen Themenfeldern hast du es zu tun?

Gebäudetechnik und Digitalisierung (z. B. Smart Home), Beleuchtungsanlagen (z. B. LED), Kommunikationstechnik / Computer-Netzwerke (z. B. W-LAN), Steuerungen (z. B. KNX-Bussysteme), Energieeffizienz (z. B. Wärmepumpen), Erneuerbare Energien (z. B. Solarmodule), Elektromobilität (z. B. Ladeinfrastruktur) u. v. m.

Ausbildung im E-Handwerk



Die Innovativen haben den Durchblick bei Smart Home und Smart Energy.

Elektroniker/-in für Gebäudesystemintegration

Ausbildungsinhalte:

- Smart Home- und Energiemanagementsysteme
- Konzipieren, Programmieren und Parametrieren von Gebäudesystem- und Netzwerktechnik
- Gewerkeübergreifende technische Planung und Integration gebäudetechnischer Systeme



Die Power-Worker sorgen für schlaue Technik – Zuhause und im Bürogebäude.

Elektroniker/-in Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik

Ausbildungsinhalte:

- Systeme der Energie- und Gebäudetechnik
- Installieren und Konfigurieren von Gebäudesystemtechnik
- Energieversorgungsanlagen
- Empfangs- und Breitbandkommunikationsanlagen



Die Kreativen sind technisch begabt und machen Karriere mit Kreativität.

Elektroniker/-in Fachrichtung Automatisierungs- und Systemtechnik

Ausbildungsinhalte:

- Analysieren, Installieren, Verdrahten und Anschließen von maschinen- und antriebstechnischen Systemen
- Integration von Maschinen und Anlagen in IT-Systeme
- Bedienoberflächen und Softwarelösungen konzipieren

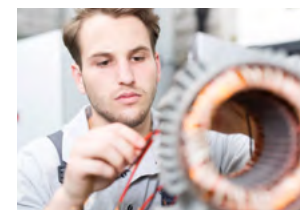


Die Netzwerker sorgen für beste Kommunikation – nicht nur im Office.

Informationselektroniker/-in

Ausbildungsinhalte:

- Analysieren, Installieren, Instandhalten und Optimieren von Systemen der Informations- und Kommunikationstechnik
- Hard- und Software kundenspezifisch anpassen



Die Antreiber planen gerne – und zwar alles, was in Bewegung ist.

Elektroniker/-in für Maschinen und Antriebstechnik*

Ausbildungsinhalte:

- Antriebssysteme und elektrische Maschinen sowie deren Fernüberwachung und Wartung Steuerungs- und Regelungstechnik
- Programmierung von Steuerungen
- Reparieren und Wickeln von E-Motoren



E-ZUBIS 

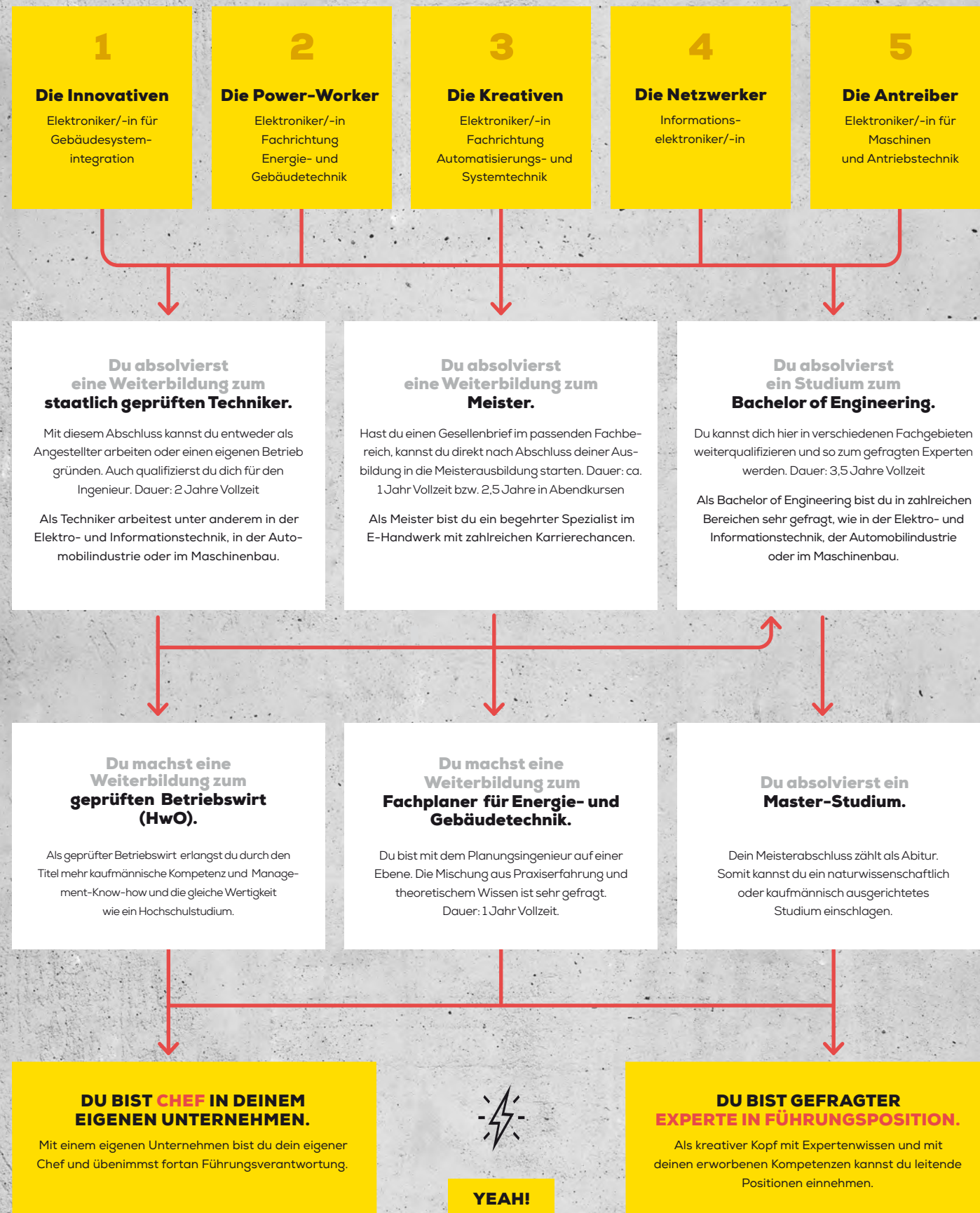
Weitere Informationen zu unseren spannenden Ausbildungsberufen findest du hier:

www.e-zubis.de
www.e-handwerk.org
www.fv-eit-bw.de

*Elektroniker/ in für Maschinen und Antriebstechnik nach Handwerksordnung (HwO)

RICHTIG KARRIERE MACHEN!

Stell die Weichen für deine Zukunft. Eine Ausbildung im E-Handwerk ist der Beginn einer Laufbahn mit unbegrenzten Möglichkeiten. Finde deinen Weg.



Wer wir sind und was wir möchten



Der Fachverband Elektro- und Informationstechnik Baden-Württemberg ist die Dachorganisation der 37 Elektro- bzw. Informationstechniker-Innungen im Land und vertritt als Arbeitgeber- und Wirtschaftsverband die Interessen von rund 7.500 Handwerksunternehmen der Elektrotechnik, der Informationstechnik und des Elektromaschinenbaus. Die knapp 60.000 Beschäftigten der Branche erwirtschaften einen jährlichen Umsatz von rund 7 Milliarden Euro. Über 5.000 junge Menschen werden derzeit in unseren attraktiven, technischen Ausbildungsberufen ausgebildet.

Zudem unterliegt alles was in den E-Handwerken hergestellt oder verbaut wird, einer Liefer-, Finanzierungs- und Abrechnungskette. Unsere Mitgliedsbetriebe bieten daher auch im kaufmännischen Bereich interessante Ausbildungsmöglichkeiten an.

Wir möchten mit unserem Arbeitsheft für das spannende Themenfeld der Elektrizität begeistern, auf komfortable Art praxisnahe Aufgaben für den Physik- und Technikunterricht anbieten und auch einen Teil zur gelingenden Berufsorientierung an allgemeinbildenden Schulen beitragen.

Wir freuen uns, dass unsere Unterrichtsmaterialien schon seit 2017 (1. Auflage) bei Lehrer*innen und Schüler*innen gut ankommen. Gemeinsam mit den Betrieben und Innungen des Elektro- und Informationstechnikerhandwerks stehen wir zu Fragen rund um die Berufsausbildung in den E-Handwerken jederzeit gerne zur Verfügung.

März 2021

T. Bürkle

Thomas Bürkle

Präsident
Fachverband Elektro- und Informationstechnik Baden-Württemberg



Voltastraße 12, 70376 Stuttgart

Telefon: 07 11 / 95 59 06 66

E-Mail: info@fv-eit-bw.de

www.fv-eit-bw.de

 fveitbw

 stromundmehr

 stromundmehr

 Fachverband Elektro- und Informationstechnik BW

Fachverband
Elektro- und Informationstechnik
Baden-Württemberg

