

A2 Leiter und Isolatoren

Teilexperiment A2.1 Was sind Leiter und Isolatoren?

Teilexperiment A2.2 Heißer Draht

1 Zentrale Fragestellung

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

- Wie kann man einen Stromkreis schließen und unterbrechen? (Teilexperiment 1)
- Welche Stoffe sind Leiter, welche Isolatoren? (Teilexperiment 1)
- Welche Rolle spielen Leiter und Isolatoren bei der Konstruktion elektrischer Geräte? (Teilexperiment 2)

2 Hintergrund

2.1 Lehrplanrelevanz

Die elektrische Leitfähigkeit zählt neben Siedetemperatur, Schmelztemperatur, Farbe, Geruch, Wärmeleitfähigkeit, Dichte und Geschmack zu den Kenneigenschaften eines Stoffes. Kenntnisse zur Leitfähigkeit von Stoffen gehören zum Grundwissen über Strom und Elektrizität. Man benötigt diese Kenntnisse im Alltag und für das Verständnis aller elektrotechnischen Anwendungen. Verfügen die Schülerinnen und Schüler bereits über Grundwissen zum Schalter, so kann ein Wissenstransfer zu den Experimenten A1.1 bis A1.3 Einfache Stromkreise erfolgen.

Themen bzw. Begriffe

Isolator, Kenneigenschaft, (elektrischer) Kontakt, Leiter, (elektrische) Leitfähigkeit, Metall, Nichtleiter, Schalter, Schaltlitze, Stoffe, Stromkreis

2.2 Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- können Stoffe auf ihre Eigenschaft als Leiter bzw. Nichtleiter hin einschätzen.
- können angeben, für welche Komponenten eines elektronischen Gerätes leitendes bzw. nichtleitendes Material nötig ist.
- übertragen ihr Wissen, indem sie Lösungen für eine technische Fragestellung finden.

3 Ergänzende Informationen zum Experiment

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

4 Durchführung

Hinweise:

- Die aufgelisteten Materialien sind ausgelegt für das Experimentieren einer Gruppe von maximal **fünf** Schülerinnen und Schülern.
- Einige der elektronischen Bauelemente können in unterschiedlichen Ausführungen vorliegen, wie z. B. Leitungen (Kabel mit Krokodilklemmen oder Schaltlitz), Lampen (Glühlampen oder LED), Schalter usw. Es steht Ihnen frei, alternativ zu den in der Materialiste 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.

4.1 Teilexperiment A2.1 Was sind Leiter und Isolatoren?

4.1.1 Benötigte Materialien

Material	Anzahl
Batterie	3
Batteriehalter	1
Glühlampe, 3,5 V oder 6 V	1
Glühlampenfassung	1
Kabel mit Krokodilklemmen	3
Leitende und nichtleitende Gegenstände aus verschiedenen Stoffen (z.B. Kunststofflöffel, Metalllöffel, Bleistift, Nagel, Stoffreste, Glasstab, Holzstäbchen)	möglichst vielfältig

Material Zusatzexperiment	Anzahl
Leitungswasser	100 ml
Löffel, klein	1
Messbecher, 100 ml	1
Salz (kleiner Löffel, gestrichen voll)	1

4.1.2 Organisatorisches

Räumlichkeiten	im Unterrichtsraum, an einem einfachen Tisch
Zeitbedarf	ca. 45 Minuten
Sicherheitshinweise	siehe Handbuchordner „Sicherheitshinweise zum Thema Energie“

4.1.3 Das Teilexperiment im Erklärungszusammenhang

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen Stoffe auf die Eigenschaft elektrisch leitend bzw. nichtleitend.

Fachlicher Hintergrund

Bezüglich der Leitfähigkeit für elektrischen Strom werden Stoffe in drei Kategorien eingeteilt: Leiter, Halbleiter und Isolatoren. In einem Leiter kann Strom fließen, in einem Isolator nicht. Bei einem Halbleiter kann man die Leitfähigkeit über weite Bereiche verändern. In elektrischen Geräten und Schaltungen spielen alle drei Stoffkategorien eine Rolle.

Als **Leiter** werden vor allem Metalle verwendet und, z. B. als leitender Draht in einem Stromkabel, eingesetzt. **Isolatoren** werden immer dann verwendet, wenn man den Stromfluss verhindern will. Ein einfaches Beispiel dafür aus dem Alltag: Kunststoffe sind Isolatoren und schützen als Ummantelung bei stromdurchflossenen Kabeln vor Stromschlägen.

Um zu verstehen, wie die Leitfähigkeit in einem Stoff zustande kommt, muss man seinen atomaren Aufbau kennen. Grundsätzlich benötigt ein Stoff, damit er elektrisch leitfähig ist, **bewegliche Ladungsträger**. Als Ladungsträger kommen negativ geladene Elektronen oder Ionen (positiv oder negativ geladene Atome) in Frage. Eine zusammenfassende Darstellung der wichtigsten physikalischen Grundlagen hierzu finden Sie im Handbuchordner in der Handreichung „Elektrischer Strom und Energie – Physikalische Grundlagen“, Kapitel 2.

Im Zusatzexperiment wird die elektrische Leitfähigkeit einer Salzlösung getestet. Salze bestehen aus positiv und negativ geladenen Ionen. Befindet sich das Salz im festen Aggregatzustand, so haben die Ionen einen festen Platz; die Voraussetzung „beweglich“ ist also nicht gegeben. Bringt man das Salz aber zur Schmelze oder löst es in Wasser, so sind die Ionen frei beweglich und können sich gerichtet bewegen, wenn eine Spannung anliegt: Es fließt Strom. Eine Lösung mit Ionen wird als „Elektrolyt“ bezeichnet.

4.1.4 Vorkenntnisse und Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler erfragen

Welche Stoffe sind zum Schließen des Stromkreises geeignet? Die meisten Schülerinnen und Schüler haben bereits die Vorstellung, dass Metalle den Strom leiten, denn sie kennen den metallischen Kern eines Kabels. Vielleicht hat der ein oder andere auch schon einmal gehört, dass jemand einen starken Stromschlag erlitten hat. Fragen Sie nach, wie es dazu kam. Sicher können die Schülerinnen und Schüler auch die Frage beantworten, weshalb man die Haare nicht in der Badewanne föhnen sollte. In diesem Zusammenhang ist es für die Schülerinnen und Schüler auch wichtig zu wissen, dass sie einen Stromschlag bekommen, wenn sie im See schwimmen und ein Blitz in das Gewässer einschlägt (Lebensgefahr!). Das liegt daran, dass im Seewasser Mineralien gelöst sind, die das Wasser zu einem elektrischen Leiter machen. Ebenso wie durch das Seewasser fließt dann der elektrische Strom durch den menschlichen Körper, da auch dieser elektrisch leitend ist.

In ländlichen Gebieten kennen die Schülerinnen und Schüler evtl. Fischzuchtbecken mit Blitzableiter. Im Unterschied zum Aufenthalt in Gewässern ist der Aufenthalt in einem geschlossenen PKW aus Metall bei einem Gewitter sicher (Stichwort „Faradayscher Käfig“).

Wichtig ist auch, den Begriff „Stoff“ einzuführen. Er ist von der bisherigen Vorstellung, es handle sich hierbei um Textilien, abzugrenzen. Der Begriff „Stoff“ wird der Bezeichnung „Material“ vorgezogen, da ein Material mehrere, nebeneinanderstehende Stoffe bezeichnen kann, z. B. bei einem Bauelement.

4.1.5 Der Forschungskreis

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

Problem/Phänomen erkennen 	In diesem Experiment geht es um das Phänomen, dass manche Stoffe Elektrizität leiten, andere jedoch nicht.
Die Forschungsfrage 	Zu der in der Anleitung für Schülerinnen und Schüler formulierten Forschungsfrage sind folgende Alternativen möglich: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Was kann passieren, wenn du ein Messer in einen Toaster steckst, der noch läuft? ▪ Welcher Gegenstand wäre ungefährlicher, um deinen Toast aus dem Toaster zu holen? ▪ Welche Gegenstände leiten Strom, welche Gegenstände leiten Strom nicht? ▪ Wie kann man überprüfen, ob ein Stoff leitend oder nichtleitend ist?
Ideen und Vermutungen sammeln 	Mögliche Vermutungen könnten sein: Zur Forschungsfrage: <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Metalle leiten den Strom.“ ▪ „Kunststoff (Plastik) leitet den Strom nicht.“ ▪ „Glas leitet den Strom nicht.“ ▪ „Wasser leitet den Strom.“ ▪ „Der Mensch leitet den Strom/leitet ihn nicht.“ Zum Experiment: <p>„Ich bau einen Stromkreis und klemme den Gegenstand dazwischen. Wenn die Lampe leuchtet, ist der Stoff leitend.“</p> <p>Leiten Sie von den Vermutungen zum Experiment über.</p>

Experimentieren 	<p>Aufbau des Experiments:</p> <p>Nach dem Aufbau des Prüfgeräts gemäß der Anleitung kann gefragt werden, warum die Lampe nicht leuchtet und was man tun müsste, damit sie leuchtet: Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass das Prüfgerät ein unterbrochener Stromkreis ist.</p> <p>Durchführung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Der erste Testgegenstand sollte ein Nagel aus Eisen sein, die restlichen Gegenstände können in beliebiger Reihenfolge getestet werden. ▪ Bevor die Schülerinnen und Schüler mit dem Testen beginnen, äußern sie zu jedem Gegenstand/Stoff eine Vermutung über dessen Leitfähigkeit und notieren diese mit einem Kreuz in der Tabelle. ▪ Bei der Integration der Gegenstände in den Stromkreis können Schwierigkeiten auftreten. Beispielsweise lässt sich ein Glasstab schwer in die Krokodilklemmen einklemmen. Die Schülerinnen und Schüler werden aber schon beim Probieren mit dem Nagel feststellen, dass es ausreicht, wenn der Gegenstand mit den Krokodilklemmen berührt wird. (Oder es wird Schaltlitze verwendet.) ▪ Schnelle Schülerinnen und Schüler können zusätzlich zu den vorgegebenen Materialien auch Alltagsgegenstände testen, z. B. aus dem Federmäppchen einen Radiergummi oder einen Kugelschreiber. Aus Sicherheits- und Hygienegründen sollen keine Gegenstände am Körper getestet, sondern vorher abgelegt werden, z. B. Gürtelschnallen oder Schmuck.
Beobachten und dokumentieren 	<p>Die Schülerinnen und Schüler notieren ihre Beobachtungen in der Tabelle: Bei welchen Gegenständen und Stoffen hat die Lampe geleuchtet und bei welchen nicht.</p> <p>Zu erwartende Messergebnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Lampe leuchtet bei allen Gegenständen aus Metall. ▪ Die Lampe leuchtet nicht bei: Textilien, Plastikplättchen, Glasstab, Holzstäbchen, Kunststoffstift. ▪ Die Schülerinnen und Schüler sprechen über ihre Erfahrungen, die sie während des Experiments gemacht haben.

Auswerten und reflektieren 	<p>Zu erwartende Ergebnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Stoffe, die den Strom leiten: alle Gegenstände aus Metall → Leiter ▪ Stoffe, die den Strom nicht leiten: Textilien, Plastikplättchen, Glasstab, Holzstäbchen, Kunststoffstift. → Nichtleiter/Isolatoren <p>Transfer:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Lehrkraft zeigt die mitgebrachten Gegenstände. Die Schülerinnen und Schüler bestimmen den Stoff, aus dem die Gegenstände sind und stellen eine Hypothese bezüglich der Leitfähigkeit auf. Im Anschluss testen sie den Gegenstand mit dem Prüfgerät (Nachweis). ▪ Die Schülerinnen und Schüler können durch ihre Kenntnisse zur Stoffeigenschaft Leiter/Isolator den Aufbau eines Stromkabels (Metalldraht mit Kunststoffummantelung) begründen. <p>Rückbezug zur Anlassgeschichte:</p> <p>Du weißt jetzt, warum du kein Messer in den laufenden Toaster stecken darfst: Da das Metall Strom leitet, könntest du einen Stromschlag bekommen. Das wäre gefährlich für deine Gesundheit.</p>
--	--

4.1.6 Weiterführende Informationen

In der Anleitung für Schülerinnen und Schüler

So kannst du weiterforschen 	<p>Das Experiment zeigt, dass auch eine wässrige Salzlösung den Strom leiten kann. Die Leitfähigkeit wird durch Ionen bestimmt.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Je nachdem welche Glühlampe verwendet wird (3,5 V oder 6 V), muss weniger oder mehr Salz zugegeben werden. ▪ Je nach Salzgehalt des Leitungswassers kann es sein, dass die Lampe auch ohne Zugabe von Salz leuchtet. Lassen Sie trotzdem einmal Salz hinzugeben, denn das verstärkt den Effekt. <p>Aufgrund der Leitfähigkeit von Wasser wird davor gewarnt, elektrische Geräte damit in Berührung zu bringen (siehe Abschnitt 4.1.4). Die Messungen können auch auf weitere Flüssigkeiten, wie z. B. Apfelsaft, oder auch auf feuchte Erde ausgeweitet werden (auch als Arbeitsauftrag für zu Hause).</p>
---	---

Sonstiges

- Destilliertes Wasser besitzt eine extrem geringe elektrische Leitfähigkeit, die im Schulexperiment normalerweise nicht gezeigt werden kann.
- Ein wichtiger Leiter, der nicht zur Gruppe der Metalle gehört, ist Graphit. Auch hier sind freie Elektronen für die Leitfähigkeit verantwortlich. Graphit wird häufig als Material für elektronische Bauelemente eingesetzt. Die Leitfähigkeit von Graphit kann beispielsweise an einem beidseitig angespitzten Bleistift oder der Mine eines Druckbleistiftes überprüft werden.
- Auch Gase können unter bestimmten Voraussetzungen, z. B. unter Hochspannung, Strom leiten (siehe Blitzschlag).

4.1.7 Wertebzug

<p>Deine Meinung ist gefragt</p> 	<p>Bei der Diskussion um Werte in diesem Experiment kann die Lehrkraft einen Impuls geben oder eine Dilemmageschichte erzählen. Beides dient als Hinführung zu einer Reflexionsdiskussion. Wichtig ist, dass der Bezug zu Werten im Experiment hergestellt werden kann. Entweder können lernprozessbezogene Werte (z. B. zuverlässiges Arbeiten in Gruppen) oder gegenstandsbezogene Werte (z. B. Umgang mit der Ressource Papier) diskutiert werden. In der Anleitung für Schülerinnen und Schüler werden für A2.1 Was sind Leiter und Isolatoren? gegenstandsbezogene Werte angesprochen.</p> <p>Gegenstandsbezogenes Dilemma:</p> <p>Am Ende der Anleitung für Schülerinnen und Schüler lässt sich ein gegenstandsbezogenes Dilemma zu den Werten Verantwortungsübernahme aber auch Eigenaktivität einbauen. Die Schülerinnen und Schüler sollen ihre Meinungen dazu äußern.</p> <p>Kabel-Dilemma: Nach der Schule spielst du gerne mit deinem großen Bruder Florian im Keller. Ihr wollt euch heute ein Lager bauen. Während du schon beginnst, alte Laken auf dem Boden zu verteilen, bemerkt Florian zwei Kabel, die in der Ecke aus der Wand hängen. Florian sagt: „Lass uns die mal genauer ansehen!“ Du findest das aber gefährlich. Florian ist genervt. „Du bist so ein Angsthase und Spaßverderber!“</p> <p><i>Überlege dir: Was würdest du tun?</i></p> <p>Mögliche Äußerungen der Schülerinnen und Schüler für und gegen das Ansehen der Kabel:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; padding: 5px;">Gründe für das Ansehen der Kabel</th><th style="text-align: center; padding: 5px;">Gründe gegen das Ansehen der Kabel</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Schülerinnen und Schüler können eine Bestandsaufnahme der Kabel vornehmen, bei der die Gesundheit nicht gefährdet wird. ▪ Sie können eine Begrenzung des Schadens ermöglichen. </td><td style="padding: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Es kann gefährlich sein, wenn diese nicht isoliert sind. </td></tr> </tbody> </table> <p>Ziel:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler sollen darüber reflektieren, wie sie verantwortungsvoll und eigenaktiv mit dieser Situation umgehen können. Dabei werden die Werte Verantwortungsübernahme aber auch Eigenaktivität angesprochen.</p>	Gründe für das Ansehen der Kabel	Gründe gegen das Ansehen der Kabel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Schülerinnen und Schüler können eine Bestandsaufnahme der Kabel vornehmen, bei der die Gesundheit nicht gefährdet wird. ▪ Sie können eine Begrenzung des Schadens ermöglichen. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es kann gefährlich sein, wenn diese nicht isoliert sind.
Gründe für das Ansehen der Kabel	Gründe gegen das Ansehen der Kabel				
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Schülerinnen und Schüler können eine Bestandsaufnahme der Kabel vornehmen, bei der die Gesundheit nicht gefährdet wird. ▪ Sie können eine Begrenzung des Schadens ermöglichen. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es kann gefährlich sein, wenn diese nicht isoliert sind. 				

	<p>Alternative:</p> <p>Zu der in der Anleitung für Schülerinnen und Schüler formulierten Geschichte sind auch Impulsaussagen oder Impulsfragen geeignet, um eine Diskussion anzuregen. Die Werte bleiben gleich.</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Impulsbild:
	<ul style="list-style-type: none">▪ Impulsfrage: Welche Gefahren gibt es, wenn Kabel lose herumhängen? <p>Hinweise:</p> <p>Schülerinnen und Schüler sollen über Werte reflektieren und ihre Meinungen vertreten. Es kann sein, dass mehrere Werte angesprochen werden.</p>

4.2 Teilexperiment A2.2 Heißer Draht

4.2.1 Benötigte Materialien

Material	Anzahl
Batterie	3
Batteriehalter	1
Kabel mit Krokodilklemmen	3
Schere	1
Schraubendreher (Kreuzschlitz)	1
Schuhkarton oder Karton ähnlicher Größe	1
Silberdraht*	1 x 15 cm, 1 x 60 cm
Summer	1
Trinkhalm	1 – 2

* Statt eines Silberdrähtes, kann ein Kupferdraht mit einem Durchmesser von 1,5 bis 2,0 mm genutzt werden.

4.2.2 Organisatorisches

Räumlichkeiten	im Unterrichtsraum, an einem einfachen Tisch
Zeitbedarf	ca. 90 Minuten
Durchführungsvarianten	Alternativen zum Schuhkarton: Holzbrett, dickere Styroporplatte Alternative zum Summer: Glühlampe in Lampenfassung
Sicherheitshinweise	siehe Handbuchordner „Sicherheitshinweise zum Thema Energie“ Vorsicht beim Bohren der Löcher mit dem Schraubendreher.
Aufräumen	Drahtstücke wieder glatt biegen und aufräumen.

4.2.3 Das Teilexperiment im Erklärungszusammenhang

Die Schülerinnen und Schüler konstruieren ein Geschicklichkeitsspiel. Sie beobachten daran, dass Isolatoren für die Realisierung elektrischer Geräte notwendig sind.

Fachlicher Hintergrund

Der Heiße Draht ist ein Geschicklichkeitsspiel. Die einfache Spielregel ist in der Anleitung für Schülerinnen und Schüler erklärt. Der Heiße Draht besteht zu einem großen Teil aus einer nicht-isolierten Leitung (blanker Draht), die zu einem gewundenen Pfad verbogen wurde. Nur rechts und links sind zwei kleine Stücke mithilfe eines Trinkhalms isoliert (siehe Abbildung in der Anleitung für Schülerinnen und Schüler). Jede Berührung des blanken Drahtes mit der Schlinge, die an einem Prüfgerät montiert ist, führt dazu, dass der Stromkreis des Prüfgeräts geschlossen wird. Es kommt zu einer Reaktion des Signalgebers (Summer ertönt oder Glühlampe leuchtet).

Nur an den mit den Trinkhalmen isolierten Abschnitten des Drahts gibt es bei Berührung kein Signal. Diese Abschnitte kann man z. B. dazu nutzen, die Schlinge bei einem Spielerwechsel abzulegen („ausruhen“), ohne dass man dadurch das Signal auslöst. Daran lässt sich die Notwendigkeit von Isolatoren für einen sicheren Stromfluss anschaulich selbst erfahren.

4.2.4 Vorkenntnisse und Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler erfragen

Das Augenmerk der Schülerinnen und Schüler wurde in den bisherigen Experimenten vor allem auf leitende Stoffe gerichtet. In diesem Teilexperiment erkennen sie durch die Konstruktion einer

Anwendung die Notwendigkeit, auch Isolatoren einzusetzen; ohne Isolator würde bei einer Ablage der Schlinge sonst ständig ein Ton erklingen!

An das Teilexperiment 1 anknüpfend kann der Aufbau eines Stromkabels aus einem Leiter und einem Isolator besprochen werden. Die isolierende Verkleidung an Stromschaltern und Steckdosen kann thematisiert werden. Im Niederspannungsbereich wird oftmals das Gehäuse als elektrischer Leiter verwendet. Anhand von Beispielen wie Auto, Fahrrad, Föhn, Staubsauger usw. können die Schülerinnen und Schüler befragt werden, was jeweils zutrifft: isolierende oder leitende Eigenschaft. Zwei Beispiele: Die Karosserie der meisten Autos ist in den Stromkreis eingebunden und auch der Rahmen eines Fahrrads fungiert als Leiter für die Beleuchtung.

Die Schülerinnen und Schüler sollten einen einfachen Stromkreis und Schalter kennengelernt haben und wissen, welche Stoffe leiten und welche nicht.

4.2.5 Der Forschungskreis

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

Problem/Phänomen erkennen 	In diesem Experiment soll den Schülerinnen und Schülern veranschaulicht werden, wann ein Stromkreis geschlossen ist und welche Konsequenzen dies hat.
Die Forschungsfrage 	Zu der in der Anleitung für Schülerinnen und Schüler formulierten Forschungsfrage sind folgende Alternativen möglich: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wenn du an Leiter und Isolatoren denkst: Welche Stoffe eignen sich für den „Heißen Draht“ und die Schlinge?
Ideen und Vermutungen sammeln 	Mögliche Vermutungen könnten sein: Zur Forschungsfrage: <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Für die Drähte eignen sich Metalle, z. B. Kupfer, Silber, Eisen, ...“ ▪ „Der Summer kann den Platz der Glühbirne einnehmen.“ ▪ „Der Summer kann den Platz der Batterie einnehmen.“ ▪ „Auf die Stromquelle kann nicht verzichtet werden.“ Zum Experiment: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Schülerinnen und Schüler könnten vermuten, dass sie einen Stromschlag bekommen können, wenn sie die Drähte/die Batterie berühren. Die Batterie ist hierfür allerdings zu schwach. Was könnte man aber machen, damit man auch bei einer stärkeren Spannung keinen Stromschlag bekommt? (Antwort: Isolierband um die Stellen wickeln, die man berührt.) ▪ Die Schülerinnen und Schüler könnten auch vermuten, dass sie, wenn die Schlinge am Draht hängt (z. B. bei einem Spielerwechsel), die Apparatur immer von der Batterie abklemmen müssen, damit nicht ständig ein Ton zu hören ist. Leiten Sie von den Vermutungen zum Experiment über.

Experimentieren 	<p>Aufbau des Experiments:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Schülerinnen und Schüler können das Prüfgerät aus dem Teil-experiment 1 direkt verwenden und benötigen deutlich weniger Zeit. Nur die Lampe muss gegen den Summer ausgetauscht werden. ▪ Anschluss Summer an Batteriehalter: Schwarzes Kabel an Minuspol, rotes Kabel an Pluspol. ▪ Die Schlinge muss eine kleine Öffnung haben, damit man sie problemlos am Heißen Draht einhängen kann. ▪ Der Draht ist recht sperrig und schwer zu verbiegen. Leisten Sie gegebenenfalls Hilfestellung. ▪ Von sich aus werden die Schülerinnen und Schüler zunächst nicht auf die Verwendung von Ausruhpunkten (Trinkhalm-Stückchen) kommen. Führen Sie sie darauf hin: Z. B. brauchen sie dann die Schlinge nicht aushängen, damit kein Dauersummen ertönt, wenn sie am Ziel angekommen sind. <p>Durchführung:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler einer Gruppe führen einen Wettbewerb durch. Wer ist am geschicktesten im Umgang mit der selbst gebauten Apparatur? Der Wettbewerb kann auf die anderen Gruppen ausgeweitet werden (Austausch der Apparaturen unter den Gruppen).</p>
Beobachten und dokumentieren 	<p>Die Schülerinnen und Schüler erfahren durch die Eigenkonstruktion, dass an bestimmten Teilen Isolatoren benötigt werden, z. B. als Ausruhpunkte. Durch Vergleich der verschiedenen Gruppen können sie Ideen austauschen und ihre eigene Konstruktion optimieren.</p>
Auswerten und reflektieren 	<p>Am Beispiel der Trinkhalme bei der Konstruktion machen sich die Schülerinnen und Schüler bewusst, welche Bedeutung nichtleitende Stoffe für elektrische Anwendungen haben.</p> <p>Lösung:</p> <p>Der Trinkhalm ist ein <u>Isolator</u>, weil er aus <u>Kunststoff</u> ist. Wenn die Schlinge den Heißen Draht an dieser Stelle berührt, entsteht <u>kein</u> leitender Kontakt. Der Stromkreis ist <u>unterbrochen</u> und der Summer <u>ertönt nicht</u>.</p> <p>Rückbezug zur Anlassgeschichte:</p> <p>Du hast jetzt gelernt, warum ein Geräusch ertönt, sobald die Schlinge den Draht berührt: Der Stromkreis schließt sich, sobald die metallene Schlinge an den Draht gelangt. Und sobald sich der Stromkreis schließt, ertönt das Geräusch.</p>

4.2.6 Weiterführende Informationen

In der Anleitung für Schülerinnen und Schüler

So kannst du weiterforschen 	Die Schülerinnen und Schüler sollen den Schwierigkeitsgrad des Spiels variieren. Folgende Parameter kommen hierfür in Frage: <ul style="list-style-type: none">▪ Größe der Schlinge: Je kleiner, desto schwieriger wird es.▪ Form des Heißen Drahts: Je mehr und je enger die Biegungen sind (z. B. ein Looping), desto schwieriger wird es.▪ Länge des Heißen Drahts: Je länger der Draht ist, desto schwieriger wird es.▪ Anzahl der Ruhepunkte: Auf dem Heißen Draht können kleine Trinkhalmstücke verteilt werden als Ruhepunkte auf der Strecke.▪ Weitere Möglichkeiten für die Konstruktion von Ausruhpunkten: Isolierband, muss evtl. im Anschluss wieder entfernt werden.
---	---

Sonstiges

Zur Vertiefung des Themas Leitfähigkeit kann die Lehrkraft vorgeben, Alufolie statt Draht zu verwenden. Je nachdem, wie sorgfältig diese gefaltet oder geknöpft wird, ist die Leitfähigkeit der Konstruktion größer oder kleiner, bzw. die Reaktion (Summer oder Leuchten der Lampe) mehr oder weniger stark ausgeprägt. Es kann besprochen werden, dass es nicht nur qualitative Unterscheidungen gibt (leitend/nichtleitend), sondern auch quantitative Unterschiede (Grad der Leitfähigkeit); veranschaulicht durch die unterschiedliche Salzkonzentration in Wasser (siehe Teilexperiment 1 „So kannst du weiterforschen“).

4.2.7 Technikbezug

Isolatoren haben eine wichtige technische Bedeutung:

- Sie schützen Lebewesen vor Stromschlägen. Aus diesem Grund sind z. B. im Haushalt alle Kabel, die den Strom leiten, immer isoliert (meist mit Kunststoff).
- Sie trennen elektronische Bauelemente voneinander. Häufig werden Keramik oder Porzellan als Isolator eingesetzt. Zeigen Sie Bauelemente, z. B. Glühbirnenfassung, oder weisen Sie auf die Isolatoren von Hochspannungsleitungen hin.
- Sie verhindern Kurzschlüsse.