

IPN Curriculum Physik

Unterrichtseinheiten für die Orientierungsstufe

Unterrichtseinheit OS 1

Der elektrische Stromkreis

Didaktische Anleitungen

O. J. C. 15. 1980 - Ph
+ 6 10.0

**Institut für die Pädagogik
der Naturwissenschaften an
der Christian - Albrechts-
Universität Kiel
- Bibliothek -**

11114 C



Ernst Klett Verlag Stuttgart

Herausgeber: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel (IPN).
Das Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) an der Universität Kiel, 23 Kiel 1,
Olshausenstraße 40 - 60, wurde als überregionales Forschungsinstitut mit Mitteln der Stiftung
Volkswagenwerk gegründet. Es wird seit 1973 vom Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft
und vom Land Schleswig-Holstein finanziell getragen.

Verantwortlich für die vorliegende Fassung:
Reinders Duit und Hans Niedderer

Verantwortlich für die Erprobungsfassungen der Einheit:
Hans Niedderer, Christoph v. Rhöneck und Reinders Duit

An der Überarbeitung des Tests zur vorliegenden Einheit hat mitgearbeitet:
Kurt Riquarts

An der Endredaktion der Einheit waren beteiligt:
Günter Berndt, Christoph v. Rhöneck
und die Verlagsredaktion Physik

1. Auflage

1 5 4 3 2 1 | 1977 76 75 74

Die letzte Zahl bezeichnet das Jahr dieses Druckes.

© Ernst Klett Verlag, Stuttgart 1974

Nach dem Urheberrechtsgesetz vom 9. Sept. 1965 i. d. F. vom 10. Nov. 1972 ist die Vervielfältigung oder Übertragung urheberrechtlich geschützter Werke, also auch der Texte, Illustrationen und Graphiken dieses Buches, nicht gestattet. Dieses Verbot erstreckt sich auch auf die Vervielfältigung für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – mit Ausnahme der in den §§ 53, 54 URG ausdrücklich genannten Sonderfälle –, wenn nicht die Einwilligung des Verlages vorher eingeholt wurde. Im Einzelfall muß über die Zahlung einer Gebühr für die Nutzung fremden geistigen Eigentums entschieden werden. Als Vervielfältigung gelten alle Verfahren einschließlich der Fotokopie, der Übertragung auf Matrizen, der Speicherung auf Bändern, Platten, Transparenten oder anderen Medien.

Zeichnungen: Franz Lutz
Schreibsatz und Offsetdruck: Ernst Klett, Stuttgart
ISBN 3-12-775420-5

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. ALLGEMEINE ZIELE UND AUFBAU der Unterrichtseinheit	5
1.1. Überblick über die Ziele der Einheit	5
1.1.1. Allgemeine Ziele	6
1.1.2. Prozeßziele	10
1.1.3. Konzeptziel: Anschlußbedingungen	12
1.1.4. Konzeptziel: Stromkreisvorstellung	13
1.2. Aufbau der Unterrichtseinheit	17
1.2.1. Unterrichtsabschnitte	17
1.2.2. Einige Alternativen zum Aufbau der Unterrichtseinheit	19
1.2.2.1. Kürzungen	19
1.2.2.2. Alternative Reihenfolgen der Unterrichtsabschnitte	20
1.2.2.3. Methodische Varianten und Ergänzungen	20
2. ENTWÜRFE EINZELNER UNTERRICHTSABSCHNITTE	22
2.1. <u>Erster Unterrichtsabschnitt:</u> Anschlußstellen von Quellen und Verbrauchern - Schaltzeichen und Schaltskizzen	22
2.1.1. Sachstruktur	22
2.1.2. Ziele	26
2.1.3. Benötigte Hilfsmittel	27
2.1.4. Anregungen und Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts	28
2.1.5. Versuche	34
2.2. <u>Zweiter Unterrichtsabschnitt:</u> Leiter und Nichtleiter - leitende Verbindung - Kurzschluß	36
2.2.1. Sachstruktur	36
2.2.2. Ziele	41
2.2.3. Benötigte Hilfsmittel	42
2.2.4. Anregungen und Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts	44
2.2.5. Versuche	51
2.3. <u>Dritter Unterrichtsabschnitt:</u> Bedingungen für den Anschluß von Verbrauchern an Quellen	55
2.3.1. Sachstruktur	55
2.3.2. Ziele	57
2.3.3. Benötigte Hilfsmittel	57
2.3.4. Anregungen und Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts	58
2.3.5. Versuche	61

	Seite
2. 4.	<u>Vierter Unterrichtsabschnitt:</u> 62
	Anwendung der Anschlußbedingungen: Die beiden leitenden Verbindungen zum Fahrradrücklicht
2. 4. 1.	Sachstruktur 62
2. 4. 2.	Ziele 63
2. 4. 3.	Benötigte Hilfsmittel 64
2. 4. 4.	Anregungen und Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts 64
2. 4. 5.	Versuche 68
2. 5.	<u>Fünfter Unterrichtsabschnitt:</u> 70
	Der innere Aufbau von Batterie und Glühlampe - Der elektrische Stromkreis
2. 5. 1.	Sachstruktur 70
2. 5. 2.	Ziele 72
2. 5. 3.	Benötigte Hilfsmittel 74
2. 5. 4.	Anregungen und Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts 75
2. 5. 5.	Versuche 84
2. 6.	<u>Sechster Unterrichtsabschnitt:</u> 88
	Schalter
2. 6. 1.	Sachstruktur 88
2. 6. 2.	Ziele 91
2. 6. 3.	Benötigte Hilfsmittel 92
2. 6. 4.	Anregungen und Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts 93
2. 6. 5.	Versuche 98
2. 7.	<u>Siebenter Unterrichtsabschnitt:</u> 101
	Die Voltangabe auf Quellen und Verbrauchern
2. 7. 1.	Sachstruktur 101
2. 7. 2.	Ziele 103
2. 7. 3.	Benötigte Hilfsmittel 104
2. 7. 4.	Anregungen und Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts 104
2. 7. 5.	Versuche 108
3.	SCHÜLERHEFT 113
4.	TESTMATERIAL UND TESTERGEBNISSE 153
4. 1.	Testheft und Antwortbogen 155
4. 2.	Auswerteanweisung 181
4. 3.	Testergebnisse 188
4. 3. 1.	Tabelle mit Testergebnissen 189
4. 3. 2.	Testergebnisse bezüglich der Konzeptziele 194
5.	LITERATUR 198
6.	GERÄTELISTE 200
7.	SACHSTRUKTURDIAGRAMM aller Unterrichtsabschnitte 202

I. Allgemeine Ziele und Aufbau der Unterrichtseinheit.

1.1. Überblick über die Ziele der Einheit

In der vorliegenden Unterrichtseinheit kann unserer Ansicht nach neben der Vermittlung von Kenntnissen über den elektrischen Stromkreis eine Reihe von Prozeßzielen und allgemeinen Zielen gefördert werden. Diese allgemeinen Ziele wollen wir vorerst als "Berücksichtigung und Förderung von eigenen Interessen und Fähigkeiten der Schüler", "Kompensation von Sprachschwierigkeiten" und "Umweltorientierung" kennzeichnen, wir werden sie im folgenden näher erläutern.

Zuvor aber möchten wir noch darauf hinweisen, daß diese allgemeinen Ziele, und zwar insbesondere "Berücksichtigung und Förderung von eigenen Interessen und Fähigkeiten der Schüler" und "Umweltorientierung" entscheidenden Einfluß auf die Konstruktion der Sachstruktur dieser Einheit, d. h. auf die Auswahl der physikalischen Begriffe und Inhalte, gehabt haben.

So haben wir - abweichend von der traditionellen Konzeption des geschlossenen elektrischen Stromkreises - einen anderen Ansatz gewählt. Anstelle des eher abstrakten und modellhaften Stromkreisbegriffes treten zunächst konkrete Begriffe wie z. B. "Anschlußstelle", "leitende Verbindung" u. a., die konkrete Gegenstände und Handgriffe bezeichnen und die nach den Erfahrungen der Erprobungen geeignet sind, ein erfolgreiches Handeln der Schüler beim Aufbau von für sie interessanten Schaltungen zu fördern. Dieser eher handlungsorientierten Sachstruktur wird allmählich und behutsam eine Modellvorstellung des elektrischen Stromes zur Seite gestellt, die das Einordnen und Behalten der Einzelheiten erleichtern soll.

Die "Umweltorientierung" ist bei der Konstruktion der Sachstruktur insbesondere durch die drei im folgenden genannten Maßnahmen berücksichtigt worden. Erstens erwerben die Schüler ihre Kenntnisse in Versuchen mit einfachen Umweltgeräten (wie z. B. Flachbatterien, Glühlämpchen in nicht fertig montierten Fassungen, Fahrraddynamo, Fahrradrücklicht u. a.). Zweitens werden die erworbenen Kenntnisse auf Umweltbeispiele (z. B. Fahrradbe-

leuchtung, Aufbau eines Verlängerungskabels) angewendet. Drittens werden die Schüler mit den Gefahren des elektrischen Stromes bekannt gemacht.

1.1.1. Allgemeine Ziele

Die im folgenden genannten allgemeinen Ziele haben - wie schon erwähnt - die Konstruktion der Sachstruktur, aber auch die Gestaltung des Unterrichtsmaterials mitbestimmt. Ihre Realisierung im Unterricht hängt aber ganz entscheidend von der Einstellung und Unterrichtsgestaltung des Lehrers ab.

Zu: "Berücksichtigung und Förderung von eigenen Interessen und Fähigkeiten der Schüler"

Die Verfolgung dieses allgemeinen Zieles einerseits und die Konstruktion im wesentlichen eines Unterrichtsverlaufes und eines Schülerheftes andererseits stehen z. T. im Widerspruch zueinander, da es nicht möglich ist, in einem solchen Unterrichtssystem alle möglichen Interessen oder Fähigkeiten der Schüler zu berücksichtigen.

In dem von uns hier vorgelegten Unterrichtsmaterial haben wir uns bemüht, einige Voraussetzungen zu schaffen, daß eigene Interessen der Schüler verfolgt und die Fähigkeiten der einzelnen Schüler berücksichtigt werden können.

- Erstens haben wir überall dort, wo es möglich war, Schülerversuche vorgesehen. Die Schüler können bei diesen Versuchen weitgehend selbständig arbeiten und so auch selbständig Probleme erkennen und Lösungsmöglichkeiten dazu verfolgen (s. auch Prozeßziel "Erkennen einer Aufgabe und Suchen eines Lösungsweges", S.11).

Die Schülerversuche ermöglichen nicht nur Eigentätigkeit der Schüler, sie stoßen, wie die Erfahrungen der Erprobungen gezeigt haben, auch auf ein großes Interesse der Schüler. Darüber hinaus ist es möglich, bei Schülerversuchen das Zusammenarbeiten und das gegenseitige Helfen beim Lösen von Problemen zu üben.

- Zweitens haben wir uns bemüht, alternative Unterrichtsverläufe zu kennzeichnen, die der Lehrer gehen kann, um den Interessen und Fähigkeiten seiner Schüler zu entsprechen. Wir erwarten, daß die übersichtliche Darstellung der Sachstruktur in einem Blockdiagramm das Auffinden solcher alternativen Unterrichtsverläufe erleichtert, da in diesem Diagramm abzu-

lesen ist, welche sachstrukturellen Voraussetzungen jeweils benötigt werden.

- Drittens haben wir bei der Konstruktion und der Überarbeitung dieser Einheit versucht, solche Themen aufzunehmen, die auf das Interesse der Schüler stoßen und die von Schülern dieser Altersstufe erfaßt werden können. Nach den Erfahrungen der Erprobungen werden die Interessen der Schüler etwa in folgender Richtung liegen:

- funktionierende elektrische Schaltungen selbst aufbauen (d. h. etwas zum Leuchten, zum Laufen, zum Arbeiten bringen);
- Anwendungsschaltungen auf- oder zusammenbauen (z. B. Puppenhausbeleuchtung, Ampelanlage, Fahrradbeleuchtung);
- Schaltungen mit Schalter aufbauen;
- elektrische Geräte zerlegen und untersuchen (z. B. Taschenlampe, Verlängerungskabel).

- Viertens haben wir das Schülerheft so angelegt, daß die Arbeitsblätter im ersten Teil in verschiedener Weise vom Lehrer eingesetzt werden können. Soweit es möglich war, haben wir weiterhin leere Seiten im Heft gelassen, die der Lehrer für von unserem Vorschlag abweichende Notizen nutzen kann.

Diese im Curriculummaterial angelegten Möglichkeiten zur Förderung des oben genannten Zieles können aber nur Voraussetzung für eine entsprechende Unterrichtsführung durch den Lehrer sein.

Wir schlagen deshalb vor, daß der Lehrer die Schüler im Unterricht, dort, wo es ihm möglich erscheint, ihre eigenen Interessen verfolgen läßt, sie also z. B. auch Schaltungen ausprobieren läßt, die nicht im Unterrichtsverlauf vorgesehen sind. Schwierigkeiten bei der Realisierung solcher Schülerinteressen (z. B. fehlendes Material oder fehlende Unterrichtszeit) sollten mit den Schülern diskutiert werden. In diesem Zusammenhang ist beim Einstieg in diese Unterrichtseinheit eine günstige Gelegenheit vorhanden, mit den Schülern zu diskutieren, welche Interessen sie auf dem Gebiet des elektrischen Stromkreises haben bzw. welche Dinge sie im Unterricht gerne untersuchen möchten.

Wie weit es möglich ist, die Unterrichtsaktivitäten und ihre Reihenfolgen von den Interessen und Fähigkeiten der Schüler mitbestimmen zu lassen, konnte

noch nicht systematisch erprobt werden. Da die Unterrichtsaktivitäten aber nicht alle aufeinander aufbauen (s. 1.2.), scheint es uns in gewissem Umfang möglich zu sein, die Reihenfolgen von Unterrichtsaktivitäten umzustellen und so dem jeweiligen Unterrichtsverlauf anzupassen (s. 1.2.2.).

Zu: "Kompensation von Sprachschwierigkeiten"

Die Kompensation von Sprachschwierigkeiten ist ein allgemeines Ziel, das letztlich zu mehr Chancengleichheit beitragen soll, indem auch Schülern Möglichkeiten eröffnet werden, ihre speziellen Fähigkeiten unter Beweis zu stellen, die nicht über gute sprachliche Ausdrucksmöglichkeiten verfügen. Unserer Ansicht nach kann die vorliegende Einheit einen - wenn auch im Gesamtumfang aller Unterrichtsfächer gesehen sicherlich bescheidenen - Beitrag zu diesem Ziel liefern.

Wir haben uns entsprechend diesem Ziel bemüht, die vorgesehenen sprachlichen Formulierungen von Versuchsergebnissen in ihrer Anzahl möglichst zu begrenzen und in ihrer Formulierung möglichst einfach zu halten. Weiterhin haben wir beim Test versucht, soweit es in einem schriftlichen Test möglich ist, auch andere als sprachliche Fähigkeiten zu erfassen. So lassen wir die Schüler verschiedenartige Schaltungen mit Quelle und Verbraucher nicht in ihrer Funktionsweise beschreiben, sondern auf ihre Funktionsfähigkeit beurteilen und lassen die Schüler zwischen gezeichneten Quellen und Verbrauchern richtige Verbindungen einzeichnen.

Schließlich dienen auch die Schülerversuche diesem Ziel, da die Schüler mit Geräten selbst umgehen können und so selbst zu Lösungen von Problemen kommen können.

Im Unterricht kann das Ziel der Kompensation von Sprachschwierigkeiten durch die folgenden Maßnahmen gefördert werden:

- Andere als sprachliche Kommunikationsformen sollten im Unterricht ausdrücklich anerkannt werden (zum Beispiel eine funktionierende Schaltung zeigen, den Aufbau einer Schaltung vormachen, ähnliche Geräte von zu Hause mitbringen).
- Die Vorteile der Benutzung einer Fachsprache (zum Beispiel Namen für die Anschlußstellen von Quellen und Verbrauchern) sollten den Schülern ausführlich erläutert werden (Vorteile: kürzere und genauere Bezeichnung von

wichtigen Teilen oder Merkmalen; bessere Möglichkeiten für die Schüler, eigene Vorschläge anderen Schülern mitzuteilen).

- Wenn Schüler ein Problem gelöst, zum Beispiel eine Schaltung richtig aufgebaut haben, entsteht bei ihnen im allgemeinen das Bedürfnis, den Mitschülern ihren Erfolg mitzuteilen. Dieses Mitteilungsbedürfnis sollte genutzt werden, um zur sprachlichen Formulierung anzureizen und diese damit zu fördern.

Zu: "Umweltorientierung"

Wie schon erwähnt, hat der Aspekt der Umweltorientierung bei der Konstruktion dieser Unterrichtseinheit - insbesondere bei der Auswahl der physikalischen Begriffe und Inhalte, der Auswahl von Schülerübungsgeräten und der Auswahl von Anwendungsbeispielen - eine wichtige Rolle gespielt. Darüber hinaus erwarten wir, daß die Schüler die Kenntnisse über den elektrischen Stromkreis in ihrer Umwelt verwenden können, daß diese Kenntnisse also zur "Bewältigung von Lebenssituationen" beitragen.

Ganz wesentlich erscheinen uns dabei die Teile der Unterrichtseinheit, die sich mit den Gefahren des elektrischen Stromes beschäftigen. Es sind dafür die folgenden Unterrichtselemente vorgesehen:

- Anschluß eines Lämpchens 3,8 V an die Steckdose (Gefahr der Steckdose).
- In einem Versuch erfahren die Schüler, daß schon das Berühren einer Quelle von 12 Volt unangenehm sein kann.
- Es wird gezeigt, daß Wasser ein Leiter ist, und es wird auf die Gefahren hingewiesen, die mit der Leitfähigkeit von Wasser verbunden sind.
- Berichte über Unfälle mit dem elektrischen Strom im Schülerheft.
- Information über die Bedeutung des Schutzkontaktes im Schülerheft.

Über die Vermeidung von Unfällen hinaus hat die Einheit sicherlich für einige Schüler dadurch Bedeutung, daß sie mit dem in der Einheit erworbenen Wissen einfache elektrische Schaltungen (z. B. bei einer elektrischen Modelleisenbahn oder einer Puppenhausbeleuchtung) herstellen können, oder daß sie eine defekte Fahrradbeleuchtung reparieren können.

Schließlich aber dürfte die Einheit für alle Schüler insofern wichtig sein, als der elektrische Strom in unserer Gesellschaft eine sehr große Rolle spielt. Um diese Bedeutung zu erkennen, sind unserer Ansicht nach einige Grund-

kenntnisse über den elektrischen Stromkreis hilfreich, die auch in dieser Einheit vermittelt werden. Aufbauend auf diesen Kenntnissen wird dann im weiteren Verlauf des IPN Curriculum Physik in der Einheit 8.3. "Elektrizitätswirtschaft" ausführlich auf die Probleme der Erzeugung und des Verbrauchs elektrischer Energie eingegangen.

1.1.2. Prozeßziele

Die wichtigsten Prozeßziele, die in dieser Einheit angestrebt werden können, haben wir in der folgenden Übersicht zusammengestellt.

In der ersten Spalte haben wir die allgemeine Formulierung der Prozesse aufgenommen, wie sie in der von uns gewählten Zusammenstellung allgemeiner Prozesse nach KLOPFER (siehe Lehrerbegleitheft) gegeben ist.

Die zweite Spalte enthält Beispiele für Zielformulierungen dieser Einheit. In der dritten Spalte finden sich einige Unterrichtsaktivitäten, die unserer Ansicht nach zur Förderung der Prozeßziele wichtig sind.

Wir schlagen vor, daß sich der Lehrer je nach Einschätzung der Klasse auf das Wort Vermutung oder das Wort Hypothese festlegt. Es könnte sein, daß durch die Einführung des Wortes Hypothese als neuer Terminus der entsprechende Prozeß an Bedeutung gewinnt.

Zuordnung zum Schema nach Klopfer	Beispiel einer Zielformulierung	Unterrichts-Aktivitäten
Erkennen einer Aufgabe und Suchen eines Lösungsweges	Z 3: Die Schüler sollen bei der Aufgabe, eine funktionierende Schaltung herzustellen, möglichst selbständig (z. B. in Diskussionen) zu Vermutungen kommen, ob einfache Schaltungen mit Batterie, Dynamo, Lämpchen, Rücklicht und Summer funktionieren, und diese Vermutungen in Versuchen überprüfen können. (Entsprechend Z 10, Z 17, Z 32)	<ul style="list-style-type: none"> - Festellen Interessen d. Schüler - Präzisieren dieser Interessen u. Prüfung der Realisierungsmöglichkeiten - Planen von Versuchen - Formulieren u. Diskutieren von Vermutungen (Hypothesen)
Beobachten u. Messen	Z 11: Die Schüler sollen Versuche zur Untersuchung von Leitern sowie zum Begriff Kurzschluß selbständig durchführen und dabei die benötigten Gerätesachgerecht behandeln. (Entsprechend Z 4, Z 29)	<ul style="list-style-type: none"> - Durchführung der Versuche in Gruppen
Interpretieren von Daten und Formulieren v. Verallgemeinerungen	Z 6: Die Schüler sollen einfache Schaltungen mit Batterie, Dynamo, Lämpchen, Rücklicht und Summer beschreiben und dabei die Bezeichnungen f. d. Anschlußstellen verwenden.	<ul style="list-style-type: none"> - Beschreiben d. Ergebnisse - Verallgemeinern mit Hilfe d. Fachsprache
Aufstellen, Überprüfen und Revidieren von Theorien und Modellvorstellungen	(Die Veränderung der Beschreibung der Anschlußbedingungen - erst zwei Anschlußstellen, dann das Schema in Block 20, dann die Formulierung mit Hilfe des geschlossenen elektrischen Stromkreises - könnten hier als Beispiele genannt werden) Z 26: Die Schüler sollen verschiedene Modellvorstellungen über den elektrischen Strom aufstellen, diese Modellvorstellungen diskutieren und erkennen, daß ein Phänomen unter Umständen mit verschiedenen Modellvorstellungen erklärt werden kann.	<ul style="list-style-type: none"> - Revidieren von Vorstellungen oder Beschreibungsarten

1.1.3. Konzeptziel: Anschlußbedingungen

Die wichtigsten Konzeptziele dieser Einheit betreffen die Bedingungen zum Anschluß elektrischer Verbraucher an elektrische Quellen (Anschlußbedingungen) und eine zugehörige Stromkreisvorstellung (vgl. 1.1.4.).

Bei der Entwicklung der hier zugrundegelegten Sachstruktur wurde das Vorverständnis der Schüler in folgender Weise berücksichtigt:

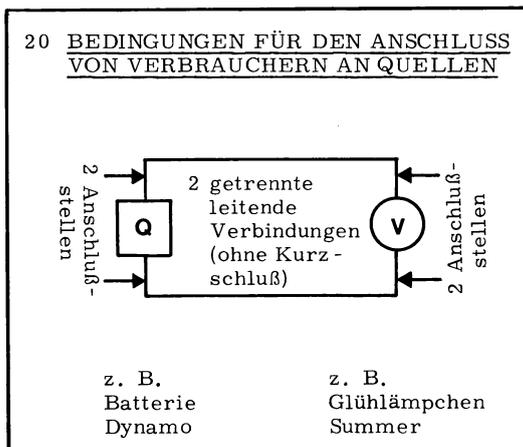
- Das Hauptinteresse der Schüler ist nach den Erprobungserfahrungen auf funktionierende elektrische Schaltungen gerichtet und darauf, diese Schaltungen selbst herstellen zu wollen.
- Die Vorkenntnisse der Schüler sind durch eine Reihe falscher Vorstellungen geprägt, d. h. die Schüler probieren Schaltungen aus, die nicht zum Erfolg führen. (So ist in der Regel nicht bekannt, daß ein Dynamo, eine Monozelle, ein Lämpchen ohne Fassung und ein Rücklicht ebenfalls an zwei Anschlußstellen angeschlossen werden müssen.)
- Die Schüler besitzen zwar (Modell-)vorstellungen über den elektrischen Strom, sie stellen aber keine Verbindungen zwischen diesen Vorstellungen und ihrem Handeln beim Herstellen von Schaltungen her.

Die Sachstruktur sollte also Aussagen von folgender Form enthalten:

"Wenn man A macht, dann funktioniert die Schaltung (bzw. funktioniert nicht)."
Dabei müssen in A hauptsächlich diejenigen Bedingungen mit Hilfe entsprechender Begriffe formuliert werden, die den Schülern ein erfolgreiches Handeln beim Herstellen funktionierender Schaltungen ermöglichen. In A müssen also Begriffe vorkommen, die sich auf konkrete Handgriffe und Objekte, die bei der Handlung wichtig sind, beziehen. Solche Begriffe sind:

- Anschlußstelle (man muß immer mindestens zwei Anschlußstellen an Quelle und Verbraucher anschließen)
- Leiter bzw. Nichtleiter (Verbindungen zwischen Quelle und Verbraucher dürfen ausschließlich Leiter enthalten)
- leitende Verbindung (man braucht zwei leitende Verbindungen zwischen Quelle und Verbraucher, die aus beliebigen Leitern zusammengesetzt sein können)
- Kurzschluß (die leitenden Verbindungen müssen getrennt, ohne Kurzschluß verlaufen)
- Voltangabe (Quelle und Verbraucher müssen etwa gleiche Voltangabe haben, damit der Verbraucher richtig arbeiten kann).

Zusammengefaßt können diese Anschlußbedingungen in folgendem Schema dargestellt werden:



1.1.4. Konzeptziel: Stromkreisvorstellung

Bei der traditionellen Einführung des elektrischen Stromkreises werden die konkreten Versuchsergebnisse und eine Modellvorstellung in der Formulierung des geschlossenen Stromkreises zusammengefaßt. Nach den ersten Experimenten steht die Modellvorstellung eines geschlossenen Stromkreises fest. Gegen dieses Verfahren sprechen folgende Gründe:

- die Schüler können, wie empirische Untersuchungen während der Erprobungen gezeigt haben, eine Stromkreisvorstellung kaum für das konkrete Handeln und Beurteilen im Zusammenhang mit elektrischen Schaltungen nützen.
- aus Versuchsergebnissen können Modellvorstellungen nicht gefolgert werden. Es ist nur umgekehrt möglich, mit einer subjektiv angenommenen Modellvorstellung Versuchsergebnisse vorherzusagen oder sie zu erklären. Diese Erkenntnis stellt einen ersten Beitrag für eine kritische Einschätzung der Bedeutung physikalischer Aussagen insofern dar, als auch subjektive Komponenten bei der Erkenntnisgewinnung berücksichtigt werden müssen.
- Die Schüler bringen sehr verschiedenartige Vorstellungen über den elektrischen Strom in den Unterricht mit, die höchstens unzuweckmäßig aber nicht

falsch sind, da mit ihnen Teilbereiche von Erscheinungen durchaus befriedigend erklärt werden können. Wir halten es für unzulässig, sie ohne nähere Erläuterung durch die "üblichen Vorstellungen" zu ersetzen.

Dazu ein Beispiel aus unseren Erprobungen in einem 6. Schuljahr:

Wir kamen im Verlauf der Diskussion auf die Frage, ob der Strom beim Durchlaufen eines Lämpchens verbraucht würde. Wir ließen die Schüler einige Zeit diskutieren und stellten dann die Frage, ob es eine Möglichkeit gäbe, diese Frage durch ein Experiment zu entscheiden. Von einem Schüler kam der Vorschlag, ein zweites Lämpchen hinter das erste zu schalten. Voraussage: Das zweite Lämpchen würde nicht leuchten. Alle Schüler außer einem hielten diese Vermutung für richtig! Dann wurde das Experiment durchgeführt. Alle Schüler hielten die vorher aufgestellte Vermutung für eindeutig widerlegt und eine Schülerin fragte spontan, was wir denn dann bezahlen. Die subjektive Komponente bei diesem Versuchsergebnis ist klar: Die vor dem Experiment stattgefundene Diskussion hatte bewirkt, daß die Schüler das schwächere Leuchten beider Lämpchen nicht bemerkt hatten, da sie diese Möglichkeit in ihrer Hypothese gar nicht vorgesehen hatten. Wäre diese Möglichkeit in Erwägung gezogen worden, so hätte das schwächere Leuchten beider Lämpchen zu dem Schluß führen können, daß nun der halbe Strom im ersten Lämpchen und die andere Hälfte im zweiten Lämpchen verbraucht würde. Dasselbe Experiment hätte also in diesem Fall zu einer Bestätigung der Modellvorstellung über den Verbrauch des Stromes in einem Lämpchen (analog zum Benzinmotor) geführt!

Wenn trotzdem Modellvorstellungen über den elektrischen Strom in dieser Unterrichtseinheit diskutiert und gebildet werden sollen, so hat dies folgende Gründe:

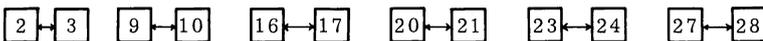
- Die Schüler haben ein großes Bedürfnis nach solchen "tieferehenden" Modellvorstellungen,
- vermutlich erleichtern solche Modellvorstellungen die Einordnung und das Behalten der Einzelheiten,
- das Modelldenken und damit die Einsicht in die begrenzte Reichweite und Objektivität wissenschaftlicher Aussagen soll vorbereitet werden.

Wie Untersuchungen während der Erprobungen gezeigt haben, sind bei den Schülern vor dem Unterricht vielfach Vorstellungen über den elektrischen

Strom vorhanden, die vom Verbrauch oder von einer chemischen Reaktion des Stromes ähnlich den Vorgängen im Benzinmotor ausgehen. Eine erste Vorstellung geht z. B. davon aus, daß der Plus- und Minusstrom in getrennten Leitungen zum Verbraucher gelangen und dort eine Reaktion durchführen, die sich z. B. im Leuchten einer Glühlampe äußert. Eine andere Vorstellung sieht den einen Draht als Hinleitung für den unverbrauchten Strom (vgl. Benzin), den anderen Draht als Rückleitung für den verbrauchten Strom (vgl. Abgase). Solche Vorstellungen können durch Experimente in diesem Unterricht nicht eindeutig widerlegt werden (vgl. das Beispiel oben). Es scheint uns sinnvoll, diese Stromvorstellungen an mehreren Stellen im Unterricht, insbesondere aber im 5. Unterrichtsabschnitt, kurz aufzugreifen und auf die durchgeführten Experimente anzuwenden. Der Lehrer sollte die übliche Vorstellung zum Vergleich anbieten und im Gespräch klarmachen, daß hier nicht zwischen richtig und falsch zu entscheiden ist. Eine vom Lehrer anzubietende Stromvorstellung könnte etwa die folgende sein:

Der elektrische Strom besteht aus bewegten Elektronen. Diese kann man sich als winzig kleine Kugeln vorstellen, welche sich durch den Draht "schlängeln" und durch ihre Bewegung Wirkungen hervorrufen, z. B. die Erwärmung des Drahtes in der Glühlampe. Die Elektronen fließen von der Quelle in einem Draht hin zum Verbraucher, durch den Verbraucher hindurch, durch den anderen Draht zurück zur Quelle und durch die Quelle hindurch (geschlossener Stromkreis). Sie werden dabei in ihrer Art nicht verändert, sondern verrichten auf ihrem Weg Arbeit.

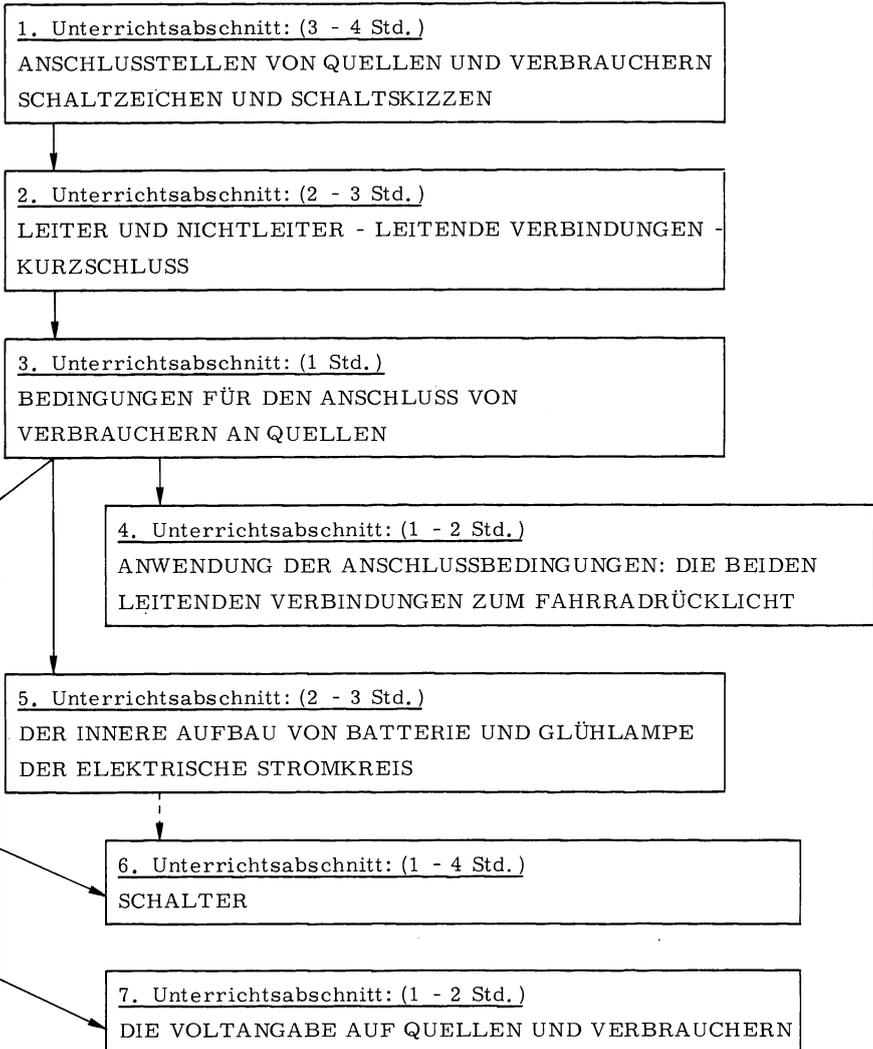
Wir schlagen vor, solche Stromvorstellungen durch entsprechende Formulierungen an mehreren Stellen im Unterricht parallel zu den Anschlußbedingungen zu erarbeiten. Dies ist nach unserem Vorschlag insbesondere an den Stellen möglich, an denen den Anschlußbedingungen eine Stromvorstellung zur Seite gestellt wird. Diese Stellen haben wir im Sachstrukturdiagramm der gesamten Einheit, das am Ende dieses Heftes zu finden ist, durch eine dicke Umrandung der entsprechenden Blöcke gekennzeichnet. Es handelt sich dabei um die folgenden Blöcke:



Die naheliegende Idee, die Stromkreisvorstellungen durch einen Vergleich mit einem Wassermodell zu unterstützen, hat sich in unseren Erprobungen als nicht günstig herausgestellt. Die Schüler haben zunächst Schwierigkeiten, das Wassermodell als solches zu durchschauen. Sie brauchen dafür ziemlich lange Zeit, bevor es ihnen so geläufig ist, daß es ihnen eine Hilfe zum Verständnis des elektrischen Stromes bietet. Außerdem tritt die Übertragung als zusätzliches und deutlich erschwerendes Problem hinzu. Wir weisen darauf hin, daß in einer späteren Unterrichtseinheit (9.1. : Modelle des elektrischen Stromkreises und des Atoms) diese Fragen zu einem gewissen Abschluß gebracht werden sollen.

1.2. Aufbau der Unterrichtseinheit

1.2.1. Unterrichtsabschnitte



Das Diagramm gibt einen Überblick über die 7 Unterrichtsabschnitte der Einheit und deren Abhängigkeiten.

Ein Pfeil zwischen zwei Unterrichtsabschnitten bedeutet, daß im Unterrichtsvorschlag der vorliegenden Unterrichtseinheit wesentliche Inhalte aus dem Abschnitt vorausgesetzt werden, von dem der Pfeil ausgeht. Wie weiter unten näher erläutert (s. 1. 2. 3.) sind aber auch andere Reihenfolgen der Unterrichtsabschnitte möglich, als durch die Pfeile angedeutet. Das Diagramm ist so angelegt, daß die Abschnitte, die weggelassen werden können, ohne den weiteren Ablauf der Unterrichtseinheit zu beeinflussen, nach rechts eingerückt sind. Der gestrichelte Pfeil zwischen Abschnitt 5 und 6 bedeutet, daß die Funktion eines Schalters mit dem Begriff "elektrischer Stromkreis" beschrieben werden kann, wenn der 5. Unterrichtsabschnitt vorher unterrichtet worden ist. Steht der Begriff "elektrischer Stromkreis" nicht zur Verfügung, kann die Funktionsweise eines Schalters auch mit dem Begriff "leitende Verbindung" (aus Unterrichtsabschnitt 2) beschrieben werden.

Die Anzahl der in der Erprobung durchschnittlich benötigten Unterrichtsstunden ist jeweils in Klammern angegeben.

Soll die Unterrichtseinheit in der hier vorgeschlagenen Form vollständig unterrichtet werden, so sind dafür etwa 16 Unterrichtsstunden vorzusehen. Ist aus dem Sachunterricht der Grundschule bereits einiges Wissen über den Stromkreis vorhanden, so kann sicherlich vieles in kürzerer Zeit unterrichtet oder aber auch ganz weggelassen werden.

Die vorliegende Unterrichtseinheit ist aus den Erprobungsfassungen zweier Einheiten über den elektrischen Stromkreis, die am Anfang und am Ende des 5. Schuljahres erprobt wurden, entstanden. (Unterrichtseinheiten 5.1. und 5.5. der Erprobungsfassungen.) Erscheinen dem Lehrer 16 Unterrichtsstunden über den Stromkreis hintereinander zu lang, so kann er diese Einheit auch in zwei Teilen unterrichten. Wir empfehlen dann, die Einheit nach dem 4. Unterrichtsabschnitt zu teilen. Der Test zu dieser Einheit - er besteht aus zwei Teilen - ist so angelegt, daß eine solche Teilung möglich ist. Der erste Testteil bezieht sich auf die ersten vier Unterrichtsabschnitte, der zweite Teil auf die Abschnitte 5 - 7.

1.2.2. Einige Alternativen zum Aufbau der Unterrichtseinheit

1.2.2.1. Kürzungen

Wie schon durch die Stellung der Unterrichtsabschnitte im Diagramm auf Seite 17 angedeutet, sind verschiedene Kürzungen möglich.

Als "Grundkurs" der Einheit bleiben die Unterrichtsabschnitte 1 und 2 übrig. Dieser Grundkurs behandelt die wichtigsten Anschlußbedingungen von (elektrischen) Verbrauchern (wie z. B. Lämpchen und Klingel) an (elektrische) Quellen (wie z. B. Batterie, Dynamo, Transformator). Für einen solchen Grundkurs sind je nach Vorwissen der Schüler etwa 4 bis 7 Unterrichtsstunden vorzusehen. Dieser Grundkurs kann in verschiedener Weise mit den weiteren angebotenen Unterrichtsabschnitten erweitert werden.

Der dritte Abschnitt ergänzt den Grundkurs durch eine formale Zusammenfassung der Anschlußbedingungen in einer allgemeinen Schaltskizze und durch eine Stromvorstellung, die in Block 21 des Sachstrukturdiagramms beschrieben ist.

Der vierte Unterrichtsabschnitt dient der Zusammenfassung und Vertiefung der in den ersten zwei bzw. drei Abschnitten erworbenen Kenntnisse. Die beiden leitenden Verbindungen zum Fahrradrücklicht stellen dabei für die Schüler dieser Altersstufe ein relativ schwieriges und komplexes Problem dar.

Auf den fünften Unterrichtsabschnitt sollte man nach Möglichkeit nicht vollständig verzichten. Einerseits bringt er eine Erweiterung der Kenntnisse über Batterie und Lämpchen und andererseits erweitert er die Anschlußbedingungen der ersten beiden Unterrichtsabschnitte sowie die Stromvorstellung des dritten Abschnittes durch den Begriff des elektrischen Stromkreises. Zumindest sollten die leitende Verbindung durch die Glühlampe und der Begriff elektrischer Stromkreis erarbeitet werden. Verzichtet man darauf, auch zu zeigen, daß durch eine Batterie eine leitende Verbindung besteht, so müssen die Blöcke 27 und 28 des Sachstrukturdiagramms entsprechend umformuliert werden. Dies ist aber ohne Schwierigkeiten möglich.

Der sechste Unterrichtsabschnitt über Schalter kann gegenüber unserem Vorschlag sehr stark gekürzt werden. Steht nur wenig Zeit zur Verfügung, kann man sich auf die Erklärung der Funktion und das Einbauen einiger weniger Schalter beschränken.

Der siebente Unterrichtsabschnitt erweitert die in Block 20 des Sachstrukturdiagramms beschriebenen Anschlußbedingungen von Verbrauchern an Quellen durch eine weitere Anschlußbedingung, die Voltangabe.

1.2.2.2. Alternative Reihenfolgen der Unterrichtsabschnitte

Gemäß den allgemeinen Zielen dieser Unterrichtseinheit (vgl. Seite 6 f) sollte sich die Reihenfolge der Unterrichtsinhalte auch aus dem Unterrichtsverlauf ergeben. Beispielsweise kann man Teilprobleme, die von den Schülern im Umgang mit Schaltungen entdeckt werden, aufgreifen und näher klären, bevor sie in unserem Unterrichtsvorschlag vorgesehen sind.

Weiterhin kann als Einstieg in diese Unterrichtseinheit unserer Ansicht nach jedes Teilproblem, das in den Abschnitten 1, 2, 4, 5, 6 und 7 behandelt wird, dienen. So kann man z. B. - wie im Unterrichtsvorschlag des ersten Abschnittes vorgesehen - damit beginnen, die Schüler einfache Schaltungen herstellen zu lassen. Dann aber kann man zuerst das Problem Leiter - Nichtleiter klären und erst die im ersten Unterrichtsabschnitt vorgesehenen Anschlußbedingungen (zwei Verbindungen zwischen den Anschlußstellen) behandeln.

Der sechste Unterrichtsabschnitt (Schalter) kann schon nach dem zweiten, dritten oder vierten Abschnitt behandelt werden.

Der siebente Abschnitt (Voltangabe) kann nach dem ersten, zweiten oder dritten Abschnitt durchgeführt werden.

1.2.2.3. Methodische Varianten und Ergänzungen

Das Gebiet des elektrischen Stromkreises eröffnet eine Fülle von methodischen Varianten und Ergänzungsmöglichkeiten des hier vorgeschlagenen Unterrichtsverlaufes.

So kann man das Problem der Fahrradbeleuchtung aus dem vierten Unterrichtsabschnitt auch als Einstieg in die gesamte Unterrichtseinheit verwenden (s. S. 64).

Weiterhin kann man im Rahmen der ersten beiden Abschnitte die Funktionsweise einer Taschenlampe behandeln bzw. die Schüler in Taschenlampen eingebaute Fehler suchen oder beseitigen lassen. Diese Ergänzung haben wir während der ersten Kieler Erprobungen durchgeführt.

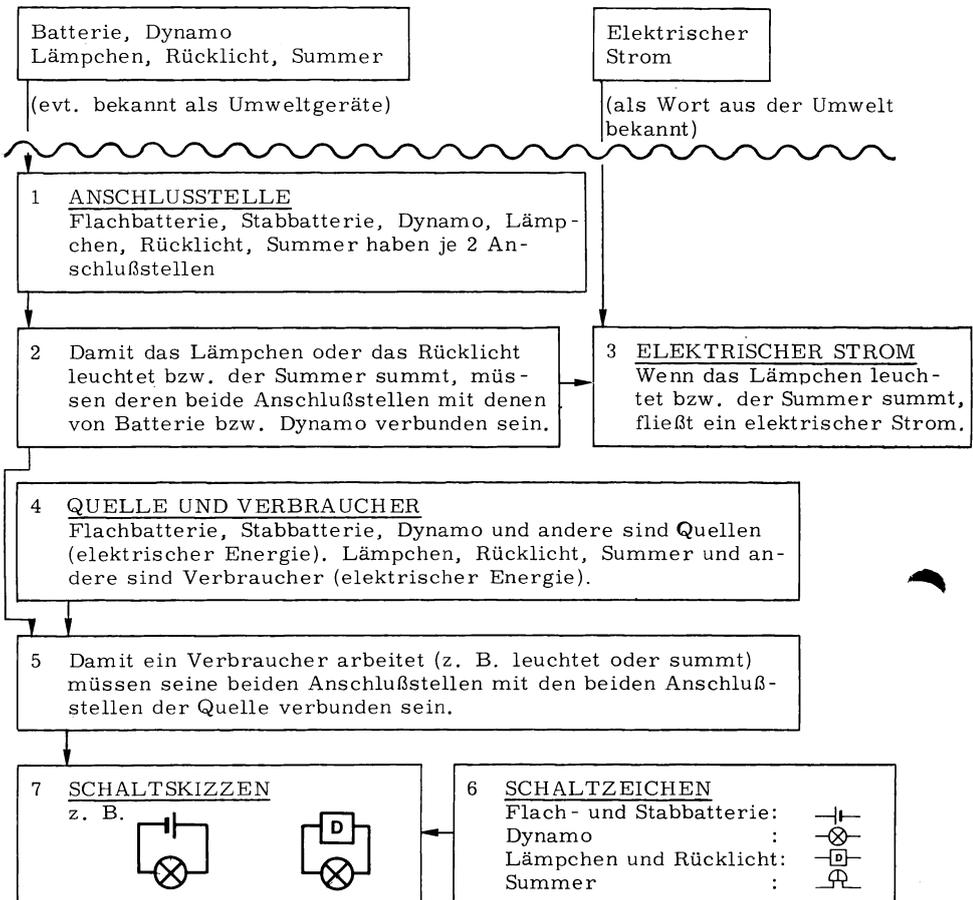
Eine Möglichkeit mehr handwerklich-konstruktive Fähigkeiten der Schüler z. B. in Zusammenarbeit mit dem Werkunterricht, auszunutzen, ergibt sich bei der Behandlung der Schalter. Über den in den Anregungen und Hinweisen zum sechsten Unterrichtsabschnitt vorgeschlagenen Selbstbau von Schaltern hinaus kann eine Reihe von komplexen Schaltungen mit Schaltern - z. B. eine Ampelanlage oder eine Puppenhausbeleuchtung - aufgebaut werden.

2. Entwürfe einzelner Unterrichtsabschnitte

2.1. Erster Unterrichtsabschnitt

ANSCHLUSSTELLEN VON QUELLEN UND VERBRAUCHERN SCHALTZEICHEN UND SCHALTSKIZZEN

2.1.1. Sachstruktur



Anmerkungen zur Sachstruktur:

Wie an anderer Stelle näher erläutert (siehe Seite 12) sind Anschlußbedingungen elektrischer Geräte ein wesentliches Kennzeichen des von uns vorgeschlagenen Stromkreisbegriffes. Infolgedessen beginnen wir unseren Unterrichtsvorschlag damit, daß die Schüler in eigenen Versuchen herausfinden, wie man einen Verbraucher (ein Lämpchen, ein Lämpchen in Fassung, ein Fahrradrücklicht, einen Summer) an eine Quelle (eine Stabbatterie, eine Flachbatterie, einen Dynamo) anschließen muß, damit der Verbraucher arbeitet.

Die Sachstrukturdarstellung gibt in diesem Fall den Verlauf des Unterrichtsvorschlages in den "Anregungen und Hinweisen zur Gestaltung des Unterrichts" nur unvollständig wieder. Für diesbezügliche Informationen sei deshalb auf den Unterrichtsvorschlag (siehe Seite 28) verwiesen.

Zu Block 1 und Block 2:

Die in Block 1 genannten Geräte haben wir nach den folgenden Gesichtspunkten ausgewählt: erstens werden nur solche Geräte benutzt, die von den Schülern in eigenen Versuchen verwendet werden können; zweitens sollten die Geräte aus der Umwelt der Schüler stammen, also den Schülern schon zum Teil bekannt sein; drittens sollten mit ihnen Versuche unterschiedlicher Schwierigkeit möglich sein. Zum letztgenannten Aspekt sei insbesondere auf die unterschiedliche Schwierigkeit beim Erkennen der richtigen Anschlußstellen der Geräte hingewiesen. Am einfachsten ist das Erkennen der Anschlußstellen bei der Flachbatterie und bei dem Lämpchen in Fassung. Etwas schwieriger wird dies schon beim Lämpchen ohne Fassung, da das Gewinde eine Doppelfunktion (Befestigung des Lämpchens in der Fassung und Anschlußstelle) hat. Relativ schwierig ist es für die Schüler dieser Altersstufe die beiden Anschlußstellen von Dynamo und Fahrradrücklicht zu erkennen, da bei diesen Geräten das gesamte Gehäuse die zweite Anschlußstelle bildet.

Die Versuche dieses Unterrichtsabschnittes können entweder mit blanken Drähten oder aber mit isolierten Drähten (mit blanken Enden) durchgeführt werden.

Blanke Drähte haben unserer Ansicht nach den Vorteil, daß erstens den Schülern sehr deutlich wird, welches Material die Verbindung zwischen den Anschlußstellen herstellt und daß es zweitens bei den Versuchen vorkommen kann, daß die Schüler einen Kurzschluß herstellen. An diese Erfahrungen kann dann später günstig angeschlossen werden.

Der Vorteil isolierter Drähte dagegen besteht darin, daß die Versuche sicherer durchgeführt werden können und daß Fehler (wie z. B. Kurzschlüsse) vermieden werden.

Experimentierschnüre mit Krokodilklemmen sollten nur dann verwendet werden, wenn die Schüler schon Kenntnisse über den einfachen Stromkreis (z. B. aus der Grundschule) besitzen und es hier nur darauf ankommt, diese Kenntnisse zu festigen.

Zu Block 3:

Obwohl bei dem von uns in dieser Einheit vorgeschlagenem Stromkreisbegriff die Anschlußbedingungen elektrischer Geräte im Vordergrund stehen, halten wir es dennoch für wichtig, dem Schüler auch eine Vorstellung von dem elektrischen Strom zu vermitteln, zumal das Wort elektrischer Strom jedem Schüler aus der Umwelt vertraut ist. Durch die in Block 3 gegebene Umschreibung wird das Leuchten des Lämpchens bzw. das Summen des Summers als Indiz dafür genommen, daß ein elektrischer Strom fließt. Damit ist dem Schüler eine erste Modellvorstellung des Stromes gegeben. Diese Vorstellung wird im Verlaufe der Einheit mehrfach aufgenommen und behutsam erweitert (siehe auch S. 13f).

Zu Block 4:

Die Kennzeichnung der beiden Arten elektrischer Geräte (Quelle und Verbraucher) durch möglichst treffende Begriffe ist ein schwieriges Problem, da Begriffe gefunden werden müssen, die - unter anderem - fachlich richtig sein müssen und bei Schülern möglichst wenige falsche Vorstellungen hervorrufen. Die in einigen Lehrwerken verwendeten Begriffe Stromquelle und Stromverbraucher haben wir deshalb nicht verwendet, da z. B. eine Batterie nicht als Quelle des elektrischen Stromes, sondern als Quelle elektrischer Energie bezeichnet werden kann und da z. B. in einem Lämpchen nicht der elektrische Strom, sondern elektrische Energie verbraucht wird. Vom "Verbrauch elektrischer Energie" zu sprechen, ist übrigens insofern korrekt, als die Energieform "elektrische Energie" bei der Umwandlung in eine andere Energieform "verbraucht" wird.

Wir haben in den Erprobungsfassungen der vorliegenden Unterrichtseinheit die Begriffe (elektrische) Energiequelle und (elektrischer) Energieverbrau-

cher verwendet. Diese Begriffe scheinen uns fachlich in Ordnung zu sein, es ergibt sich aber die Schwierigkeit, daß die Schüler diese Begriffe nur als Vokabeln ohne weiteren Inhalt lernen können, solange der Energiebegriff noch nicht zur Verfügung steht. Wir haben uns deshalb entschlossen, in dieser Unterrichtseinheit zunächst nur von Quelle und Verbraucher zu sprechen. Wie in Block 4 in Klammern angedeutet, beabsichtigen wir, diese Begriffe später (in der Unterrichtseinheit OS 2 "Arbeit und Energie") durch den Zusatz "elektrischer Energie" zu präzisieren. Wenn die Schüler schon hier danach fragen, was in der Quelle "erzeugt" bzw. im Verbraucher "verbraucht" wird, so schlagen wir vor, den Begriff elektrische Energie zu nennen und darauf zu verweisen, daß dieser Begriff im folgenden Unterricht erläutert wird.

Zur näheren Kennzeichnung der Begriffe kann auch von "elektrischen Quellen" und "elektrischen Verbrauchern" gesprochen werden.

Im Hinblick auf Energieumwandlungen wäre eine Verwendung des Begriffes "Umwandler elektrischer Energie" anstelle von "Verbraucher elektrischer Energie" sicherlich zweckmäßiger. Wir haben uns dennoch für "Verbraucher" entschlossen, da den Schülern dieser Begriff aus ihrer Umwelt bekannt ist.

Die Begriffe Quelle und Verbraucher werden im Unterrichtsvorschlag dieser Einheit nur durch Beispiele verdeutlicht, auf eine sprachliche Kennzeichnung haben wir verzichtet. Erscheint eine solche sprachliche Kennzeichnung für die Schüler nötig, schlagen wir die folgenden Umschreibungen vor:

Quellen sind elektrische Geräte, die z. B. ein Lämpchen zum Leuchten bringen können.

Verbraucher sind elektrische Geräte, die arbeiten, wenn sie z. B. an eine Batterie angeschlossen werden.

Zu Block 5:

Die Schaltzeichen wurden, soweit möglich, der DIN-Norm entsprechend gewählt¹⁾. Im Hinblick auf die im 3. Unterrichtsabschnitt angestrebte Verallgemeinerung der Anschlußbedingungen in einem Schema mit den Symbolen  für Quellen und  für Verbraucher haben wir für den Dynamo das folgende Symbol gewählt: 

Achtung: Der kurze Blechstreifen der Batterie entspricht dem langen Strich im Schaltzeichen, der lange Blechstreifen dem kurzen Strich. 

1) Siehe DIN-Taschenbuch 7: Schaltzeichen und Schaltpläne für die Elektrotechnik; 5. Aufl., Berlin, Köln, Frankfurt 1973.

2.1.2. Ziele des ersten Unterrichtsabschnitts

Konzeptziele

- Z 1 Damit ein Verbraucher arbeitet (z. B. ein Lämpchen leuchtet oder ein Summer summt), müssen seine beiden Anschlußstellen mit den beiden Anschlußstellen der Quelle verbunden sein.

Die Schüler sollen ...

- verschiedene funktionierende Schaltungen mit Stabbatterie, Flachbatterie, Dynamo, Lämpchen, Fahrradrücklicht und Summer herstellen.
- solche Schaltungen zeichnen und beschreiben.
- die Anschlußstellen der oben genannten Geräte zeigen und benennen.
- bei der Beschreibung der Funktionsweise verschiedener Schaltungen den Begriff "elektrischer Strom" richtig verwenden.
- Lämpchen, Fahrradrücklicht und Summer als Beispiele für Verbraucher angeben.
- Stabbatterie, Flachbatterie und Dynamo als Beispiele für Quellen angeben.

(Blöcke 1, 2, 3, 4 und 5; Items 1, 3, 4, 8, 12, 13)

- Z 2 Schaltzeichen und Schaltskizzen

Die Schüler sollen ...

- für Stabbatterie, Flachbatterie, Dynamo, Lämpchen, Fahrradrücklicht und Summer den Gegenstand, Namen und das Schaltzeichen einander zuordnen.
- Versuchsaufbau, Zeichnung und Schaltskizze einander zuordnen.
- eine Schaltskizze nach einem Versuchsaufbau, nach einer Schaltung oder zu einem bestimmten Zweck anfertigen.

(Blöcke 6 und 7; Items 14, 5, 16)

Prozeßziele

- Z 3 Erkennen einer Aufgabe und Suchen eines Lösungsweges

Die Schüler sollen bei der Aufgabe, eine funktionierende Schaltung herzustellen, möglichst selbständig (z. B. in Diskussionen) zu Vermutungen kommen, ob einfache Schaltungen mit Batterie, Dynamo, Lämpchen, Rücklicht und Summer funktionieren, und diese Vermutungen in Versuchen überprüfen.

- Z 4 Versuche umsichtig und zielgerecht durchführen

Die Schüler sollen Versuche mit Batterie, Dynamo, Lämpchen, Rücklicht und Summer selbständig durchführen, dabei diese Geräte sachgerecht behandeln und weitere Geräte (z. B. Schraubenzieher) sachgerecht verwenden können.

- Z 5 Interpretieren von Versuchsergebnissen
Die Schüler sollen bei den Versuchen mit einfachen Schaltungen die Versuchsergebnisse (Schaltung funktioniert oder funktioniert nicht) in Hinblick auf ihre Vermutungen möglichst selbständig beschreiben.
- Z 6 Beschreibung von Gegenständen und Vorgängen in physikalischer Ausdrucksweise
Die Schüler sollen einfache Schaltungen mit Batterie, Dynamo, Lämpchen, Rücklicht und Summer beschreiben und dabei die Bezeichnungen für die Anschlußstellen verwenden.

2.1.3. Für den ersten Unterrichtsabschnitt benötigte Hilfsmittel

Seite 2 - 9 des Schülerheftes¹⁾

Für die Versuche V 1 und V 2 die folgenden Geräte:

für Demonstrationen:

- 1 Lämpchen 3,8 V/0,3 A oder 6 V/3 W (Lämpchen brennen beim Versuch durch)
- 1 Fassung mit Buchsen
- 4 Experimentierschnüre
- 1 Schalter (für 220 V, 2polig)

für jeden Schüler:

- 1 Flachbatterie 4,5 V
- 1 Lämpchen 3,8 V/0,3 A
- 1 Illuminationsfassung E 10
- 2 blanke Drähte } 20 - 30 cm lang
- 2 isolierte Drähte }
- 2 Batterieklemmen
- 1 Schraubenzieher

für je 2 Schüler:

- 1 Dynamo
- 1 Fahrradrücklicht
- 1 Summer oder Klingel
- (1 Rücklichtkabel)

1) Alle Hinweise auf Seiten im Schülerheft beziehen sich auf die Seitenzahlen des Schülerheftes, nicht auf die unten stehenden Zahlen der durchgehenden Numerierung in diesem Heft.

2.1.4. Anregungen und Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts

Die Reihenfolge der unten durch Großbuchstaben gekennzeichneten Unterrichtsaktivitäten wird zum Teil nicht mit der tatsächlichen zeitlichen Reihenfolge im Unterrichtsverlauf übereinstimmen, sondern zumindest die ersten vier Aktivitäten (von V 2 "Anschluß von Lämpchen, Lämpchen in Fassung, Fahrradrücklicht und Summer an Stabbatterie, Flachbatterie und Dynamo" bis "Der elektrische Strom") werden sich häufiger abwechseln. So wird man z. B. erst Schaltungen mit Batterie und Lämpchen herstellen lassen, die Anschlußstellen von Batterie und Lämpchen zeigen und benennen, die Anschlußbedingungen für diesen Fall formulieren und evtl. schon bei diesem Beispiel den Begriff "Elektrischer Strom" einführen. Anschließend wird man vielleicht ähnlich bei anderen Schaltungen vorgehen.

Im Mittelpunkt unseres Unterrichtsvorschlages stehen Experimente mit einfachen elektrischen Geräten, die von den Schülern selbst durchgeführt werden können. Es sollte also das eigene Tun der Schüler im Vordergrund stehen, auf Verbalisierungen sollte nur insoweit Wert gelegt werden, als es zur Beschreibung der Schaltungen nötig erscheint. Wir empfehlen, als Hefteinträge lediglich eine Beschreibung des Begriffes elektrischer Strom etwa im Sinne von Block 3 des Sachstrukturdiagramms und eine Beschreibung der Anschlußbedingungen etwa im Sinne von Block 5 des Sachstrukturdiagramms vorzunehmen.

Verwendung des Arbeitsteils des Schülerheftes

Wir haben uns bemüht, den ersten Teil des Schülerheftes dieses Abschnittes (S. 4 - 9) so zu gestalten, daß der Unterrichtsverlauf möglichst wenig festgelegt wird. Die von uns angebotenen "Arbeitsblätter" können vom Lehrer in vielfältiger Weise verwendet werden. Die Seiten 4 - 6 des Schülerheftes über den Anschluß elektrischer Geräte können z. B. zur Wiederholung und Zusammenfassung in der Stunde oder als Hausaufgabe oder aber auch bei der Durchführung der Versuche durch die Schüler etwa in folgender Weise verwendet werden: Die Schüler kreuzen vor einem Versuch bei jeder Schaltung ihre Vermutung darüber an, ob diese Schaltung funktioniert oder nicht (ob z. B. ein Lämpchen leuchtet oder nicht) und führen dann den Versuch zur Überprüfung ihrer Vermutung durch.

Gefahren des elektrischen Stromes

Es ist sehr wichtig, daß der Lehrer die Schüler eindringlich auf die Gefahren des elektrischen Stromes hinweist. Gerade die eigenen Versuche z. B. mit Batterie und Lämpchen können die Schüler allzuleicht darüber hinwegtäuschen, daß der Umgang mit elektrischen Geräten z. B. im Haushalt sehr gefährlich sein kann. Man sollte deshalb die Schüler darauf aufmerksam machen, daß zwar mit einer Batterie Versuche harmlos sind, daß aber schon bei Spannungen von etwa 15 Volt (wobei der Begriff Volt selbst nicht weiter erläutert zu werden braucht) ein ähnlicher Umgang gefährlich werden kann. Wir schlagen vor, an geeigneter Stelle dieses Abschnitts - aber schon in der ersten Unterrichtsstunde - den Text auf Seite 2 und 3 des Schülerheftes mit den Schülern gemeinsam zu lesen und den folgenden Versuch durchzuführen.

V 1 EIN LÄMPCHEN ZERPLATZT, WENN ES AN EINE STECKDOSE
DL ANGESCHLOSSEN WIRD

Ein Lämpchen 3,8 V (oder 6 V) wird an eine Steckdose angeschlossen. Das Lämpchen brennt im allgemeinen mit großem Knall durch, dabei verschmort das Gewinde und evtl. fliegt der Glaskolben weg. (Bitte unbedingt die Hinweise zur Durchführung dieses Versuches auf Seite 34 beachten).

Andere mögliche Einstiege in die Unterrichtseinheit

Außer den im folgenden vorgeschlagenen Einstiegen gibt es noch eine große Anzahl weiterer. Als Beispiele möchten wir zwei erwähnen, die beide von einem komplexen Gerät ausgehen.

- In Taschenlampen werden einige möglichst verschiedene Fehler eingebaut. Die Schüler versuchen, diese Fehler zu beheben.
- Ein Fahrradrücklicht und ein Dynamo werden an ein Fahrrad montiert, und es wird versucht, das Rücklicht zum Leuchten zu bringen (siehe auch Unterrichtsabschnitt 4).

Beide Einstiege scheinen - wie einige Erprobungen gezeigt haben - sehr reizvoll zu sein, wenn es gelingt, die Schüler durch diese sachbezogenen Einstiege nachhaltig zu motivieren. Ein solcher Einstieg über ein komplexes Gerät birgt aber die Gefahr, daß die Schüler an ganz anderen Einzelheiten dieser Geräte Interesse zeigen, so daß der Unterricht nur mit Mühe auf das vom Lehrer beabsichtigte Thema zurückzuführen ist.

V 2 ANSCHLUSS VON LÄMPCHEN, LÄMPCHEN IN FASSUNG, FAHR-
G 1 RADRÜCKLICHT UND SUMMER AN STABBATTERIE, FLACHBAT-
TERIE UND DYNAMO

Für die Durchführung dieses Versuchs sind eine Reihe von Varianten möglich. Welche dieser Möglichkeiten man wählt, wird dabei wesentlich davon abhängen, welche Vorerfahrungen die Schüler z. B. aus dem Sachkundeunterricht der Grundschule mitbringen. Einige dieser Möglichkeiten sind:

- Die Schüler erhalten ohne weitere Anregungen nur zwei Geräte (z. B. Flachbatterie und Lämpchen). Meist beginnen sie sehr schnell mit den beiden Geräten zu experimentieren und zu untersuchen, unter welchen Bedingungen das Lämpchen leuchtet. Anschließend erhalten die Schüler dann die übrigen Geräte.

Dieses Verfahren erscheint insbesondere für solche Schüler geeignet zu sein, die noch nicht über Wissen über den Stromkreis verfügen, da es möglich ist, die Schwierigkeit der Anschlüsse vorzugeben.

- Die Schüler haben Zugang zu allen Geräten und werden aufgefordert, ihre Schaltungen nach den Zeichnungen auf Seite 4 - 6 des Schülerheftes aufzubauen (siehe Anmerkungen zur Benutzung des Arbeitshefts, S. 28)
- Im arbeitsteiligen Gruppenunterricht werden die verschiedenen Kombinationen der elektrischen Geräte ausprobiert.

Bei allen diesen Möglichkeiten sollten die Prozeßziele Z 3 bis Z 5 beachtet werden (vgl. auch S.11). Das bedeutet u. a., die Schüler möglichst selbständig planen und arbeiten zu lassen. Evtl. wird es nötig sein, daß die Schüler dabei ihre Schaltungen erst auf einem Blatt skizzieren und dann realisieren. Für solche Skizzen konnte im Schülerheft kein Platz gelassen werden, es müssen also einige lose Blätter verwendet werden.

KG+TB ANSCHLUSSTELLEN ZEIGEN UND BENENNEN

An geeigneter Stelle des Versuches V 2 werden die Schüler aufgefordert, zu zeigen bzw. zu beschreiben, wie man ein Lämpchen, ein

Lämpchen in Fassung, ein Rücklicht oder einen Summer an eine Stabbatterie, eine Flachbatterie oder einen Dynamo anschließen muß. Dabei kann man das Gespräch auf die Anschlußstellen lenken, sie von den Schülern zeigen und beschreiben lassen und sie anschließend mit Namen benennen. Diese Namen sollten in großen Tafelzeichnungen (bzw. Zeichnungen auf Overhead-Folien) der Geräte festgehalten werden. Die Namen der Anschlußstellen können auf S. 7 des Schülerheftes eingetragen werden.

Wir schlagen folgende Namen für die Anschlußstellen vor:

Flachbatterie:	langer und kurzer Blechstreifen
Stabbatterie:	Metallkappe und Zinkbecher
Dynamo:	Rändelmutter und (gesamtes) Gehäuse
Glühlämpchen:	Fußpunkt und Gewinde
Fassung:	Klemmschrauben
Fahrradrücklicht:	Rändelmutter und (gesamtes) Gehäuse
Summer:	Klemmschrauben

KG ANSCHLUSSBEDINGUNGEN FORMULIEREN

Mit den Namen für die Anschlußstellen können nun die von den Schülern gegebenen Beschreibungen ihrer Anschlüsse formuliert werden. Eine Verallgemeinerung, wie sie z. B. in Block 2 des Sachstrukturdiagrammes (s. S. 22) gegeben ist ("Damit das Lämpchen oder das Rücklicht leuchtet bzw. der Summer summt, müssen deren beide Anschlußstellen mit denen von Batterie bzw. Dynamo verbunden sein.") sollte behutsam erst im Verlaufe des Versuches V 2 angestrebt werden.

KG+HE DER ELEKTRISCHE STROM

S. 8 An geeigneter Stelle des Versuches V 2 kann man den Bedingungen für den Anschluß elektrischer Geräte eine erste Stromvorstellung anfügen.

Wenn das Lämpchen oder das Rücklicht leuchtet bzw. der Summer summt, fließt ein ELEKTRISCHER STROM.

Es sollte hier noch nicht versucht werden, den Schülern eine genauere Vorstellung vom elektrischen Strom selbst zu geben, da der Schwerpunkt des ersten Unterrichtsabschnittes auf dem Entdecken der Anschlußbedingungen liegt.

KG QUELLE UND VERBRAUCHER

Um zu einer Zusammenfassung der Versuche von V 2 zu kommen, empfiehlt es sich, die dort benutzten Geräte in zwei Gruppen einzuteilen. Den Schülern bereitet diese Einteilung im allgemeinen keine Schwierigkeiten. Es genügt deshalb, die Begriffe Quelle und Verbraucher an die Tafel zu schreiben und die in V 2 vorkommenden Geräte diesen Begriffen zuzuordnen. Haben die Schüler bereits die Seiten 2 und 3 des Schülerheftes gelesen, so sind ihnen die beiden Begriffe bereits begegnet.

KG+HE VERALLGEMEINERUNG DER ANSCHLUSSBEDINGUNGEN MIT
S. 8 QUELLE UND VERBRAUCHER

Die während V 2 erarbeiteten Formulierungen der Anschlußbedingungen können mit den Begriffen Quelle und Verbraucher folgendermaßen verallgemeinert werden (s. auch Block 5 des Sachstrukturdiagrammes, S. 22).

Damit ein Verbraucher arbeitet (z. B. leuchtet oder summt), müssen seine beiden Anschlußstellen mit den beiden Anschlußstellen der Quelle verbunden sein.

KG SCHALTZEICHEN UND SCHALTSKIZZE

Während des Versuches V 2 haben die Schüler sicherlich einige Schaltungen auf einem Blatt Papier oder an der Tafel gezeichnet. Die Einführung von Schaltzeichen und Schaltskizzen kann deshalb damit motiviert werden, daß mit ihnen eine Schaltung sehr viel einfacher dargestellt werden kann.

Folgende Schaltzeichen sind vorgesehen (sie sind auf S. 8 des Schülerheftes eingetragen):

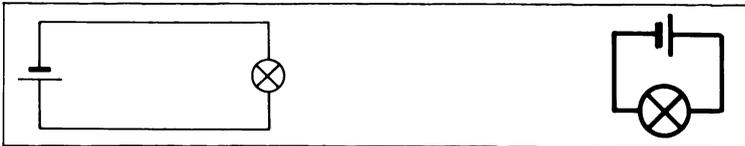
TB

Dynamo	
Stabbatterie und Flachbatterie	
Lämpchen, Lämpchen in Fassung und Rücklicht	
Summer	

Es sollte deutlich darauf hingewiesen werden, daß verschiedenartige Geräte (z. B. Stab- und Flachbatterie oder Lämpchen und Rücklicht) das gleiche Schaltzeichen haben können.

Es ist darauf zu achten, daß Schaltskizzen immer mit geraden Linien und rechtwinklig gezeichnet werden und keine figürlichen Darstellungen von Geräten enthalten.

TB



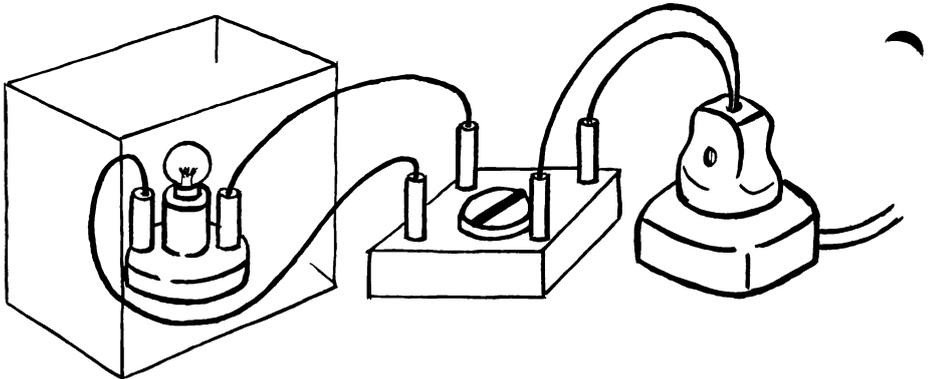
Auf Seite 9 des Schülerheftes finden sich Aufgaben zur Zuordnung von gezeichnetem Versuchsaufbau zur Schaltskizze und umgekehrt.

2.1.5. Versuche des ersten Unterrichtsabschnitts

Versuch V 1	Ein Lämpchen zerplatzt, wenn es an eine Steckdose angeschlossen wird	DL
----------------	---	----

Geräte:

- 1 Lämpchen 3,8 V/0,3 A oder 6 V/3 W
- 1 Fassung mit Buchsen
- 3 Experimentierschnüre
- 1 Schalter für 220 V (2-polig)
- 1 Karton oder dgl.



Durchführung

ACHTUNG: Bei diesem Versuch werden nicht alle Teile (z. B. die Fassung) vollständig berührungssicher sein. Deshalb bitte die folgenden Hinweise unbedingt beachten:

1. Eine möglichst berührungssichere Fassung E 10 verwenden. Die Fassung sollte zumindest 2 Buchsen für Stecker der Experimentierschnüre besitzen. Nicht die Illuminationsfassungen benutzen.
2. Einen zwei-poligen Schalter verwenden.
3. Erst das Lämpchen an den Schalter anschließen. Darauf achten, daß der Schalter geöffnet ist. Dann den Schalter an die Steckdose anschließen.
4. Da beim Versuch der Glaskolben des Lämpchens zerplatzen kann, sollte ein Karton oder dgl. über das Lämpchen gestülpt werden.
5. Am Schalter einschalten. Dabei "brennt" die Sicherung durch. Deshalb bitte vorher prüfen, an welche Sicherung die Steckdose angeschlossen ist.

Der Versuch funktioniert mit einem 3,8 V Lämpchen. Ein 6 V Lämpchen hat allerdings den Vorteil, daß der Knall i. a. lauter ist und das Lämpchen häufiger zerplatzt.

Versuch V 2	Anschluß von Lämpchen, Lämpchen in Fassung, Fahrradrücklicht und Summer an Stabbatterie, Flachbatterie und Dynamo	G 1, G 2
----------------	---	-------------

Geräte:

Für jeden Schüler:

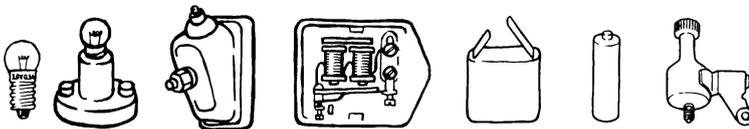
- | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| 1 Flachbatterie 4,5 V | 2 blanke Drähte (20 - 30 cm lang) |
| 1 Lämpchen 3,8 V/0,3 A | 2 isolierte Drähte |
| 1 Illuminationsfassung E 10 | 2 Batterieklemmen |
| | 1 Schraubenzieher |

Für je 2 Schüler:

- 1 Dynamo
- 1 Rücklichtkabel
- 1 Fahrradrücklicht
- 1 Summer oder Klingel

Für jede Klasse:

- einige Stabbatterien 3 V¹⁾



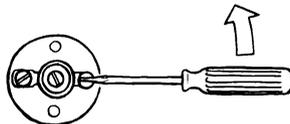
Durchführung:

Der Gerätesatz ist so eingerichtet, daß für jeden Schüler Versuche mit Batterie und Lämpchen (z. B. bei der Untersuchung von Leiter und Nichtleiter) möglich sind.

Für die Befestigung eines Drahtes unter der Rändelmutter bei Dynamo und Rücklicht bzw. unter dem Klemmschraube bei Fassung und Summer sollten die folgenden Hinweise gegeben werden:

- a) Schraube bzw. Rändelmutter lockern, nicht ganz herausdrehen
- b) am Ende des Drahtes einen Haken biegen (↶), eine Öse (⌚) ist nicht nötig
- c) Haken unter die Schraube bzw. Mutter ziehen
- d) festschrauben.

Bei neuen Fassungen kann es leicht vorkommen, daß die Klemmschrauben so fest sitzen, daß sie von den Schülern nicht gelöst werden können. Dann kann entsprechend der Skizze zum Lösen auch der kleine Schraubenzieher der Schüler verwendet werden.



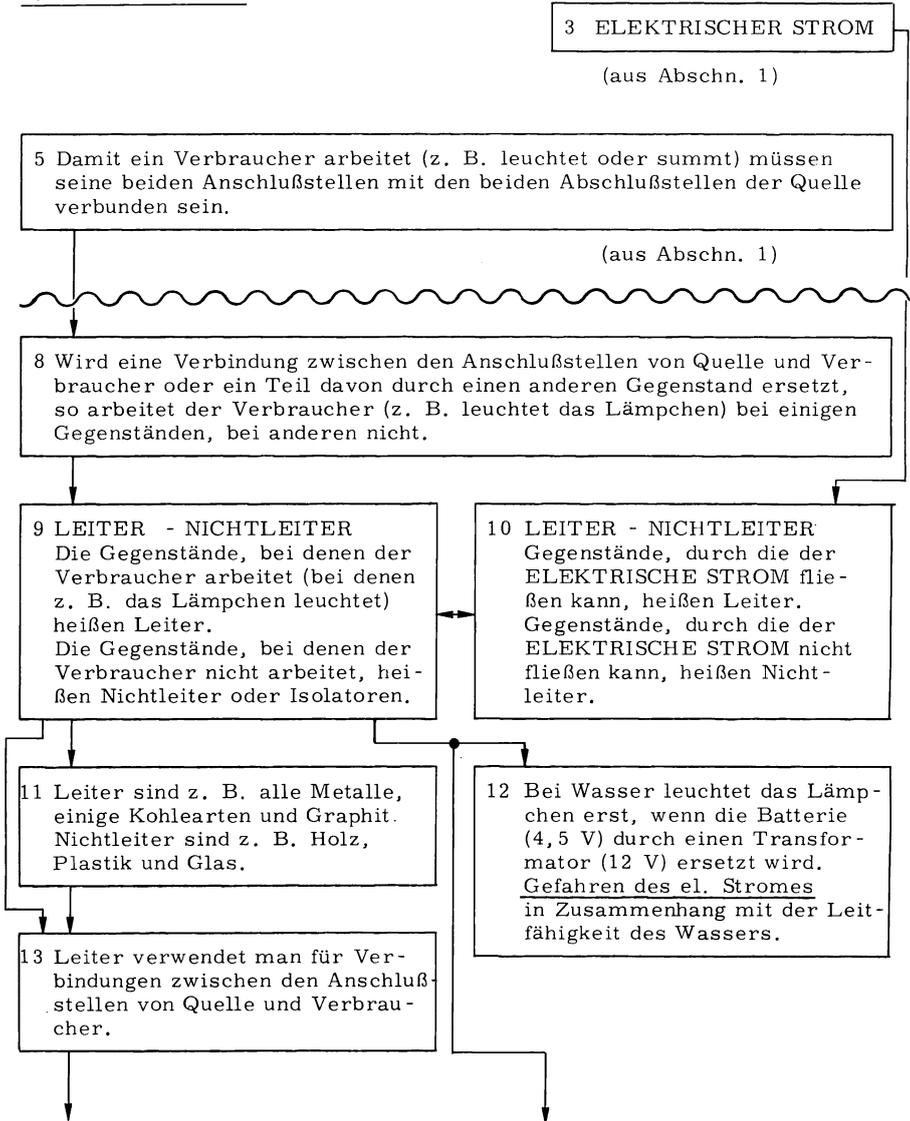
1) Um den Gerätesatz dieser Einheit nicht zu teuer werden zu lassen, haben wir 3 V Stabbatterien nur für Demonstrationen im Gerätesatz aufgenommen. Für diesen Versuch wäre es aber günstig, wenn zumindest einige weitere Stabbatterien vorhanden wären.

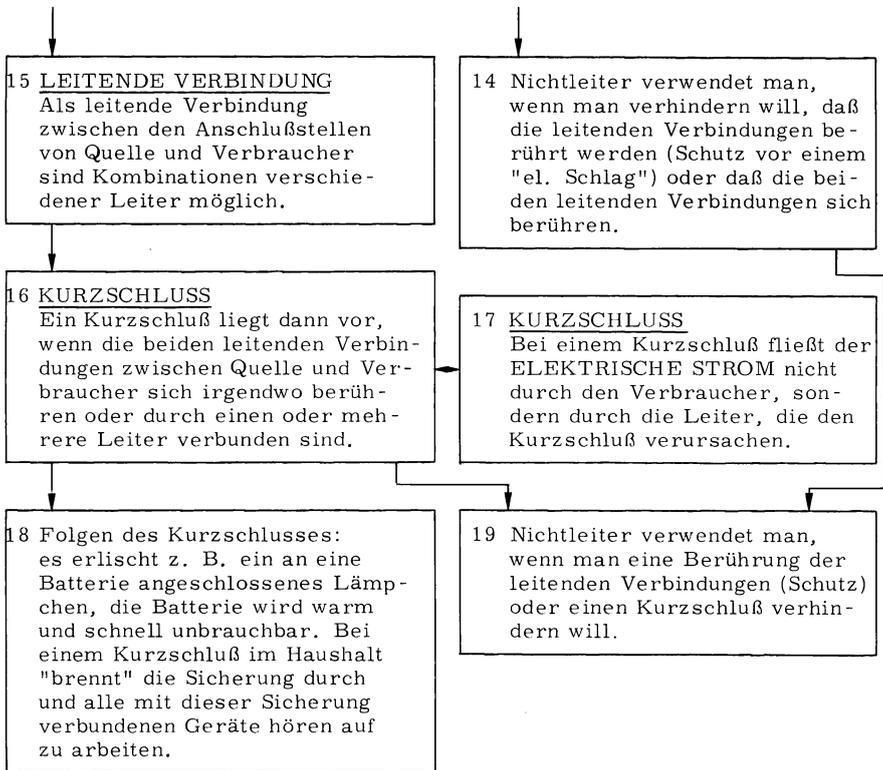
2.2. Zweiter Unterrichtsabschnitt

LEITER UND NICHTLEITER - LEITENDE VERBINDUNGEN

KURZSCHLUSS

2.2.1. Sachstruktur





Anmerkungen zur Sachstruktur:

zu den Begriffen Leiter und Nichtleiter

In den beiden Umschreibungen der Begriffe "Leiter" und "Nichtleiter" drücken sich die schon verschiedentlich genannten Aspekte unserer Stromkreis-konzeption aus. Die in Block 9 gegebene Umschreibung führt die Begriffe auf Beobachtungen zurück, die in Versuchen gemacht werden können. Es ist ein Verfahren angegeben, wie Leiter und Nichtleiter unterschieden werden können. Block 10 koppelt die so an Beobachtungen eingeführten Begriffe an den in Block 3 definierten Begriff "elektrischer Strom". Der doppelte Pfeil zwischen Block 9 und Block 10 bedeutet, daß die beiden Umschreibungen einander äquivalent sind.

Eine Unterscheidung zwischen Leiter und Nichtleiter ist strenggenommen nicht möglich, da für alle Gegenstände eine von Null verschiedene Leitfähigkeit angegeben werden kann, d. h. da durch alle Gegenstände - wenn zum Teil auch nur sehr wenig - Strom fließen kann. Üblicherweise versteht man aber unter Leitern solche Stoffe, die für elektrische Leitungen geeignet sind und unter Nichtleitern solche Stoffe, die als Schutz vor Berührung elektrischer Leitungen oder zur Vermeidung eines Kurzschlusses verwendet werden (siehe auch Block 13 und Block 14). Die Unterscheidung in Leiter und Nichtleiter erscheint uns deshalb für die Orientierungsstufe ausreichend zu sein, zumal noch keine Meßinstrumente zur Verfügung stehen, mit denen die unterschiedliche Leitfähigkeit näher bestimmt werden könnte.

Im Falle des Wassers führt die einfache Unterscheidung zwischen Leitern und Nichtleitern zu Schwierigkeiten. Die Schüler können aus ihren eigenen Versuchen mit Batterie und Lämpchen nur schließen, daß Wasser ein Nichtleiter ist, da das Lämpchen nicht leuchtet. Die Leitfähigkeit des Wassers spielt aber im Zusammenhang mit den Gefahren des elektrischen Stromes eine große Rolle. So darf man z. B. elektrische Geräte nicht mit nassen Händen anfassen! Es ist deshalb in diesem Fall nötig, die einfache Unterscheidung zwischen Leitern und Nichtleitern aufzugeben und Wasser als einen (schlechten) Leiter in einem entsprechenden Versuch nachzuweisen.

Die zweite in Block 14 genannte Verwendung von Nichtleitern (Vermeidung der Berührung der beiden leitenden Verbindungen zwischen den Anschlußstellen von Quelle und Verbraucher) bereitet die Behandlung des Kurzschlusses (siehe Block 16) vor und wird anschließend mit dem Begriff Kurzschluß (siehe Block 19) formuliert.

Zum Begriff leitende Verbindung

Der Begriff leitende Verbindung präzisiert den bisher verwendeten Begriff Verbindung (siehe z. B. in Block 5 und Block 8) durch den neu eingeführten Begriff Leiter. Er ist zentral für die im weiteren Verlauf der Unterrichtseinheit folgende Verallgemeinerung der Anschlußbedingungen (siehe dritter Unterrichtsabschnitt).

Zum Begriff Kurzschluß

Unter einem Kurzschluß versteht man im allgemeinen, daß die beiden Anschlußstellen einer elektrischen Energiequelle (z. B. einer Batterie, eines

Transformators) direkt mit einem Leiter verbunden werden, dessen elektrischer Widerstand sehr klein gegenüber dem Innenwiderstand der Energiequelle ist. So spricht man z. B. von "Kurzschlußspannung" bei Transformatoren oder von "Kurzschlußstrom" bei Batterien.

Im Bemühen eine Umschreibung des Begriffes Kurzschluß zu finden, die von den Schülern der Orientierungsstufe verstanden werden kann, haben wir in den Erprobungsfassungen dieser Unterrichtseinheit anschließend an die oben genannte Definition eines Kurzschlusses folgende Umschreibung verwendet:

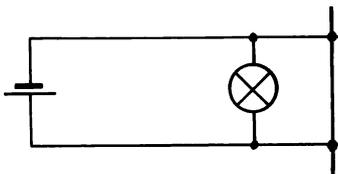
"Ein Kurzschluß liegt dann vor, wenn die beiden Anschlußstellen einer Quelle direkt durch einen oder mehrere Leiter verbunden sind." Diese Umschreibung hat sich in den weiteren Erprobungen der Einheit als ungünstig erwiesen. Insbesondere ergibt sich die folgende Schwierigkeit: Da nicht genau beschrieben werden kann, was unter einer direkten Verbindung zwischen den Anschlußstellen der elektrischen Energiequelle zu verstehen ist, bezeichnen viele Schüler auch die direkte leitende Verbindung durch eine Glühlampe (siehe Unterrichtsabschnitt 5) als Kurzschluß. Man muß dann also quasi zwischen einem "erwünschten" und einem "nicht erwünschten" Kurzschluß unterscheiden.

Wir haben uns unter Verwendung einer Anregung aus den Erprobungen des Curriculum entschlossen, die in Block 16 formulierte Umschreibung vorzuschlagen. In dieser Formulierung wird der Kurzschluß zwar nicht zu einer Eigenschaft der Energiequelle allein, sondern zu einer Eigenschaft der gesamten Schaltung. Sie erscheint uns aber für die Belange dieser Unterrichtseinheit ausreichend zu sein, da es um die Funktion von Schaltungen bzw. um Anschlußbedingungen elektrischer Geräte geht. Diese Definition scheint uns darüber hinaus gut geeignet, bei Schaltungen Kurzschlüsse zu vermeiden oder in Schaltungen Kurzschlüsse zu erkennen.

Aus den Erprobungen dieser Unterrichtseinheit berichteten eine Reihe von Lehrern, daß ein Verständnis der Vorgänge des Kurzschlusses mit einer Stromvorstellung erleichtert werden könne und machten dazu den Vorschlag, vor Behandlung des Kurzschlusses eine solche Vorstellung (z. B. Wassermodell) zu erarbeiten. Wir meinen, daß die von uns vorgeschlagene "Stromvorstellung" (siehe Block 3) und die damit gegebene Umschreibung des Begriffes Kurzschluß (siehe Block 17) für die Belange dieser Unterrichtseinheit ausreicht, da mit ihrer Hilfe ausgedrückt werden kann, daß der Strom

bei einem Kurzschluß nicht mehr durch den Verbraucher fließt (ein Lämpchen leuchtet z. B. nicht mehr), sondern durch die Leiter, die den Kurzschluß verursachen.

Bei einer näheren Erklärung des Kurzschlusses mit Hilfe einer Stromvorstellung sollte man die Formulierung vermeiden, daß der Strom den "kurzen" Weg nimmt. Es kann nämlich auch vorkommen, daß der Weg des "Kurzschlußstromes" geometrisch länger ist (siehe Skizze)!



Wir empfehlen, solche Kurzschlußschaltungen, wie sie in der Skizze dargestellt sind, nur dann zu behandeln, wenn sie von den Schülern gebracht werden, da sich die von uns vorgeschlagene Umschreibung auf den - in der Praxis bedeutsamsten - Fall beschränkt, daß die beiden leitenden Verbindungen zwischen Quelle und Verbraucher durch einen oder mehrere Leiter verbunden werden.

In der Umwelt ist der Begriff Kurzschluß sehr eng mit dem Begriff Sicherung verknüpft, da z. B. im Haushalt meistens von einem Kurzschluß gesprochen wird, wenn die Sicherung "durchbrennt". Wir haben deshalb entsprechende Folgen eines Kurzschlusses (Block 18) mit aufgenommen. Dabei braucht aber die Funktion der Sicherung nicht genauer behandelt zu werden.

2.2.2. Ziele des zweiten Unterrichtsabschnitts

Konzeptziele

Z 7 Leiter und Nichtleiter

Die Schüler sollen ...

- experimentell untersuchen, ob ein Gegenstand ein Leiter oder ein Nichtleiter ist.
- die Begriffe Leiter und Nichtleiter wie folgt umschreiben: ein Leiter läßt den elektrischen Strom durch, er leitet den Strom; ein Nichtleiter läßt den Strom nicht durch, er leitet den Strom nicht.
- Metalle und Kohle als Beispiele für Leiter und einige Stoffgruppen (z. B. Kunststoffe, Holz, Glas, Porzellan) als Beispiele für Nichtleiter nennen.
- Wasser als (schlechten) Leiter bezeichnen und die Bedeutung der Leitfähigkeit des Wassers im Zusammenhang mit den Gefahren des elektrischen Stromes erläutern können.
- Beispiele für die Verwendung von Leitern als Verbindung zwischen den Anschlußstellen von Quelle und Verbraucher angeben können.
- Beispiele für die Verwendung von Nichtleitern als Schutz vor dem elektrischen Strom und zur Vermeidung eines Kurzschlusses angeben können.
- die Funktion von Leitern und Nichtleitern in einem Verlängerungskabel beschreiben.

(Blöcke 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18 und 19; Items 2, 6, 10, 20, 21, 28, 37)

Z 8 Leitende Verbindung

Die Schüler sollen ...

- 2 mehrteilige leitende Verbindungen zwischen Quelle und Verbraucher herstellen.
- angeben, daß für die beiden leitenden Verbindungen zwischen den Anschlußstellen von Quelle und Verbraucher Kombinationen verschiedener Leiter möglich sind.
- die 2 leitenden Verbindungen in technischen Geräten (z. B. einem Verlängerungskabel) zeigen oder beschreiben.

(Blöcke 13 und 15; Items 5, 11, 35, 36, 40)

Z 9 Kurzschluß

Die Schüler sollen ...

- einfache Schaltungen mit Kurzschluß als nicht-funktionsfähig bezeichnen und den Kurzschluß als Ursache nennen.
- den Begriff Kurzschluß wie folgt umschreiben:
"Ein Kurzschluß liegt dann vor, wenn die beiden leitenden Verbindungen zwischen Quelle und Verbraucher sich irgendwo berühren oder durch einen oder mehrere Leiter verbunden sind."
- angeben, daß bei einem Kurzschluß der elektrische Strom nicht mehr durch den Verbraucher fließt, sondern durch die Leiter,

die die beiden leitenden Verbindungen zwischen Quelle und Verbraucher verbinden, also durch die Leiter, die den Kurzschluß verursachen.

- Folgen des Kurzschlusses beschreiben (z. B. die Sicherung "brennt" durch; die Batterie wird warm; das Lämpchen leuchtet nicht mehr; die Drähte werden warm).

(Blöcke 16, 17 und 18; Items 7, 17, 18, 19)

Prozeßziele

Die folgenden Prozeßziele Z 10, Z 11 und Z 12 sind die gleichen wie Z 3, Z 4 und Z 5 im ersten Unterrichtsabschnitt.

Z 10 Erkennen einer Aufgabe und Suchen eines Lösungsweges

Die Schüler sollen angeregt durch vorangegangene Erfahrungen mit einfachen elektrischen Schaltungen Probleme erkennen, die mit Leiter/Nichtleiter und Kurzschluß zusammenhängen. Sie sollen darauf hin zu Vermutungen kommen und diese Vermutungen in Versuchen überprüfen.

Z 11 Versuche umsichtig und zielgerecht durchführen

Die Schüler sollen Versuche zur Untersuchung von Leitern und Nichtleitern sowie zum Begriff Kurzschluß selbständig durchführen und dabei die benötigten Geräte sachgerecht behandeln.

Z 12 Interpretieren von Versuchsergebnissen

Die Schüler sollen bei den Versuchen zur Untersuchung von Leitern und Nichtleitern sowie zum Begriff Kurzschluß ihre Versuchsergebnisse in Hinblick auf ihre Vermutungen möglichst selbständig beschreiben.

Z 13 Anwendung physikalischer Kenntnisse

Die Schüler sollen die Begriffe Leiter/Nichtleiter und Kurzschluß zur Erklärung der Funktion von Teilen elektrischer Geräte (z. B. eines Verlängerungskabels) anwenden. (S. auch Z 7)

2.2.3. Für den Unterrichtsabschnitt benötigte Hilfsmittel

Seite 10 - 15 sowie ggf. S. 32, 33 und 34 des Schülerheftes

Für die Versuche V 3 bis V 7 die folgenden Geräte:

Für Demonstrationen:

- 1 Becherglas ca. 0,5 - 1 l, gefüllt mit Wasser
- 2 Elektroden (z. B. Streifen aus Aluminiumblech)
- 3 Experimentierschnüre mit Krokodilklemmen
- 1 Transformator 12 V
- 1 Lämpchen 3,8 V/0,1 A
- 2 neue Batterien 4,5 V
- 4 Batterieklemmen
- 4 blanke Drähte
- 2 Lämpchen 3,8 V in Fassung

Für jeden Schüler:

- 1 Flachbatterie mit Batterieklemmen
- 3 blanke Drähte
- 2 isolierte Drähte oder Experimentierschnüre
- 1 Schraubenzieher
- 1 Lämpchen in Fassung

Für je 2 Schüler:

- 1 Dynamo
- 1 Fahrradrücklicht
- 1 Summer oder Klingel
- 1 3-adriges Kabelstück ca. 20 cm lang

2.2.4. Anregungen und Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts

Unterrichtsbeobachtungen und Analysen von Testergebnissen haben gezeigt, daß die Begriffe Leiter und Nichtleiter zentral für das Stromkreiskonzept sind, das die Schüler in dieser Einheit erwerben. Diese zentrale Stellung äußert sich z. B. darin, daß die Schüler einen sehr engen Zusammenhang zwischen den Begriffen Leiter/Nichtleiter und Elektrischer Strom herstellen. So sind z. B. die Schüler, die auf Leiter und Nichtleiter bezogene Testaufgaben lösen, eher in der Lage auch Testaufgaben zu lösen, die mit dem Begriff Elektrischer Strom zusammenhängen, als andere Schüler. Darüber hinaus ist die Untersuchung von Leitern und Nichtleitern ein Teil der Einheit, in dem die Schüler mit sehr großem Interesse mitarbeiten.

In diesen Unterrichtsabschnitt bieten sich die folgenden beiden Einstiege an: Erstens kann man von der durch Block 8 des Sachstrukturdiagramms (s. S. 36) gekennzeichneten Situation ausgehen: Eine Verbindung zwischen Quelle und Verbraucher wird unterbrochen, und es wird gefragt, mit welchen Gegenständen diese Lücke geschlossen werden kann.

Zweitens kann man von der Aufgabe ausgehen, einen Verbraucher in großer Entfernung von der Quelle anzuschließen. Man kann dabei die Frage aufwerfen, aus welchen Gegenständen bzw. Stoffen diese Verbindungen bestehen können.

Der sich aus diesen beiden Einstiegsmöglichkeiten ergebende Versuchsaufbau (V 3) ist der gleiche.

Entsprechend dem Prozeßziel Z 10 sollte man möglichst an Erfahrungen der Schüler mit einfachen elektrischen Schaltungen aus dem ersten Unterrichtsabschnitt anknüpfen und dort beim Anschluß aufgetretene Probleme aufgreifen.

Wir schließen in unserem Unterrichtsvorschlag die Behandlung des Begriffs Kurzschluß an die Behandlung der Begriffe Leiter und Nichtleiter an, da dann eine nähere Kennzeichnung der Gegenstände möglich ist, die den Kurzschluß verursachen. Will man auf diese nähere Kennzeichnung verzichten, kann man den Begriff Kurzschluß auch vor den Begriffen Leiter und Nichtleiter behandeln.

V 3 UNTERSUCHUNG VON LEITERN UND NICHTLEITERN

G 1 Nachdem die Problemstellung etwa im Sinne der obengenannten Einstiegsmöglichkeiten umrissen ist, sollten die Schüler möglichst selbständig Gelegenheit erhalten, viele Gegenstände zu untersuchen. Die Ergebnisse der Versuche können auf Seite 10 des Schülerheftes festgehalten werden. Da im Gerätesatz dieser Einheit für jeden Schüler eine Batterie (4,5 V), ein Lämpchen in Fassung und Drähte vorgesehen sind, kann jeder Schüler diesen Versuch alleine durchführen.

KG DEFINITION VON LEITER UND NICHTLEITER

Anschließend werden die von den Schülern untersuchten Gegenstände z. B. an der Tafel zusammengetragen und den beiden Spalten die Begriffe Leiter und Nichtleiter zugeordnet.

TB

Das Lämpchen leuchtet bei	Das Lämpchen leuchtet nicht bei
.	.
.	.
.	.
.	.
.	.
<u>Leiter</u>	<u>Nichtleiter</u> (Isolatoren)

HE Die Begriffe Leiter und Nichtleiter (Isolator) werden in das Schülerheft übernommen.

S. 10

Um den Schülern die Verbindung der Begriffe Leiter/Nichtleiter und Elektrischer Strom zu erleichtern, sollte etwa die folgende Klärung angestrebt werden.

HE

S. 10

Gegenstände, durch die der ELEKTRISCHE STROM fließen kann, heißen Leiter.
Gegenstände, durch die der ELEKTRISCHE STROM nicht fließen kann, heißen Nichtleiter.

KG WELCHE STOFFGRUPPEN SIND LEITER, WELCHE NICHTLEITER?

Von den an der Tafel bzw. in den Schülerheften stehenden Leitern und Nichtleitern ausgehend, kann man nun Leiter und Nichtleiter in Stoffgruppen ordnen.

HE

S. 11

Leiter sind z. B. alle Metalle, einige Kohlearten und Graphit. Nichtleiter sind z. B. Plastik, Holz und Glas.
--

V 4

DL

WASSER IST EIN (SCHLECHTER) LEITER

Wenn die Schüler in ihren eigenen Versuchen auch Wasser untersucht haben, mußten sie es unter "Nichtleiter" einordnen, da beim Wasser das Lämpchen nicht geleuchtet hat. Wie oben erläutert (s. S. 38), erscheint es uns aber notwendig, nachzuweisen, daß Wasser ein - wenn auch schlechter - Leiter des elektrischen Stromes ist. Dazu wird ein Lämpchen 3,8 V über ein mit Elektroden versehenes und mit Wasser gefülltes Gefäß an einen Transformator (12 V) angeschlossen.

Auf die Bedeutung der Leitfähigkeit des Wassers sollte ausführlich eingegangen werden. Dazu einige Anregungen:

- Mit feuchten Händen darf man kein elektrisches Gerät anfassen, das an eine Steckdose angeschlossen ist.
- Mit feuchten Händen darf man eine Sicherung nicht auswechseln bzw. eine automatische Sicherung nicht wieder hineindrücken.
- Mit feuchten Tüchern dürfen keine elektrischen Geräte gereinigt werden, die noch an eine Steckdose angeschlossen sind.
- Auch feuchte oder nasse Gegenstände, wie z. B. feuchtes Holz oder feuchtes Papier leiten den elektrischen Strom.

Die mit der Leitfähigkeit des Wassers zusammenhängenden Gefahren sind für die Schüler auf Seite 32 des Schülerheftes zusammengefaßt.

KG

VERWENDUNG VON LEITERN UND NICHTLEITERN

Um die Schüler anzuregen, auch in ihrer Umwelt die Bedeutung von Leitern und Nichtleitern zu erkennen, kann man sie nun auffordern, solche Gegenstände zu nennen, bei denen es wichtig ist, daß sie den

Strom leiten bzw. nicht leiten (z. B. Drähte im Kabel, Stifte von Steckern, das Innere einer Fassung; die Kabelisolierung, ein Schraubenziehergriff, das Äußere eines Steckers).

Bei Leitern ist hauptsächlich ihre Verwendung als Verbindung beim Anschluß von Verbrauchern an Quellen wichtig.

Man sollte anhand der Beispiele auf S. 11 des Schülerheftes den Begriff LEITENDE VERBINDUNG erläutern. Dabei ist insbesondere herauszuarbeiten, daß zur Verbindung von Quelle und Verbraucher mehrere verschiedenartige Leiter verwendet werden können.

Nichtleiter verhindern erstens, daß man die beiden leitenden Verbindungen zwischen Quelle und Verbrauchern z. B. mit den Händen berührt (Schutz vor den Gefahren des elektrischen Stromes) und sie verhindern, daß die beiden leitenden Verbindungen sich berühren und so einen Kurzschluß verursachen. Die Verwendung von Nichtleitern zur Vermeidung eines Kurzschlusses kann als Überleitung zur Einführung des Begriffes Kurzschluß benutzt werden. Im Anschluß an die Einführung dieses Begriffes werden die beiden Aspekte der Verwendung von Nichtleitern wieder aufgegriffen und anhand des Aufbaues eines Verlängerungskabels verdeutlicht. Im 2. Teil des Schülerheftes wird auf Seite 33 die Verwendung von Nichtleitern dargestellt. Auf einen entsprechenden Hefteintrag kann deshalb hier verzichtet werden. Auf Seite 15 des Schülerheftes ist allerdings Platz dafür vorhanden.

Der Aufbau eines Verlängerungskabels kann auch schon hier behandelt werden, wenn man bei der Erklärung des Aufbaus auf den Begriff Kurzschluß verzichtet.

V 5
DL

BEI EINEM KURZSCHLUSS IN EINER SCHALTUNG AUS BATTERIE UND LÄMPCHEN ERLISCHT DAS LÄMPCHEN, DIE BATTERIE WIRD WARM UND SCHNELL UNBRAUCHBAR

Wir schlagen vor, als Einstieg in das Problem des Kurzschlusses bei einer funktionierenden Schaltung aus Batterie, Lämpchen und blanken Verbindungsdrähten diese beiden Verbindungsdrähte zu verdrillen oder mit einem anderen Leiter zu verbinden. Dabei kann man auf die bei der Verwendung von Nichtleitern schon genannte

Vermeidung der Berührung der beiden Drähte eingehen. Dann sollte man an entsprechende Erfahrungen und Beobachtungen, die die Schüler bei ihren Schaltungen mit verschiedenen Quellen und Verbrauchern gewonnen haben, anknüpfen, damit den Schülern das Problem des Kurzschlusses bei einer Schaltung bewußt wird (s. Z 10).

Dabei kann schon herausgearbeitet werden, daß ein Kurzschluß dann vorliegt, wenn die beiden leitenden Verbindungen zwischen Quelle und Verbraucher durch einen oder mehrere Leiter verbunden sind (s. Block 16 des Sachstrukturdiagramms auf Seite 37).

Bei der Besprechung der Schülerbeobachtungen und Schülererfahrungen mit Kurzschlüssen bei Schaltungen sollten Parallelen zum Versuch V 5 gezogen werden: Der Verbraucher arbeitet nicht mehr (z. B. ein Lämpchen erlischt); die Batterie wird warm.

Um den Schülern deutlich zu machen, daß bei einem Kurzschluß die Batterie schnell unbrauchbar wird, sollte man etwa 30 bis 40 Minuten nach Beginn von V 5 zeigen, daß das Lämpchen nur noch schwach oder gar nicht mehr leuchtet, wenn der Kurzschluß entfernt wird.

V 6 KURZSCHLÜSSE IN SCHALTUNGEN MIT STABBATTERIE, FLACHG1, G2 BATTERIE, DYNAMO, LÄMPCHEN, LÄMPCHEN IN FASSUNG, RÜCKLICHT UND SUMMER

Damit die Schüler den Kurzschluß möglichst umfassend kennenlernen, empfiehlt es sich, sie in einige Schaltungen selbst Kurzschlüsse einbauen zu lassen. Dabei kann man unter Umständen verschiedenen Gruppen arbeitsteilig den Auftrag geben, in Schaltungen mit verschiedenen Kombinationen von Quelle und Verbraucher Kurzschlüsse herzustellen.

KG WORAN ERKENNT MAN EINEN KURZSCHLUSS?

Anknüpfend an V 6 können nun in den Schaltungen auf S. 12 des Schülerheftes oder in entsprechenden Tafelskizzen die Leiter farbiger gekennzeichnet werden, die den Kurzschluß verursachen. Weiterhin sollte herausgearbeitet werden, daß immer dann, wenn ein Kurzschluß vorliegt, der Verbraucher aufhört zu arbeiten, aber daß nicht unbedingt ein Kurzschluß vorliegen muß, wenn der Verbraucher in einer Schaltung nicht arbeitet.

Die bisher erworbenen Kenntnisse über den Kurzschluß können nun mit Hilfe einer Stromvorstellung vertieft werden. Dazu kann man entsprechend Block 17 des Sachstrukturdiagramms auf S.37 erarbeiten, daß bei einem Kurzschluß der elektrische Strom nicht mehr durch den Verbraucher fließt (der Verbraucher arbeitet nicht mehr!), sondern durch die Leiter, die den Kurzschluß verursachen.

HE
S. 13

Ein Kurzschluß liegt dann vor, wenn die beiden leitenden Verbindungen zwischen Quelle und Verbraucher sich irgendwo berühren oder durch einen oder mehrere Leiter verbunden sind.
Bei einem Kurzschluß fließt der elektrische Strom nicht mehr durch den Verbraucher, sondern durch die Leiter, die den Kurzschluß verursachen.

KG FOLGEN DES KURZSCHLUSSES

Anknüpfend an Umweltkenntnisse der Schüler über den Kurzschluß und an das Ergebnis von V 5 kann man die Folgen eines Kurzschlusses auf S. 13 des Schülerheftes etwa wie folgt zusammenfassen:

HE
S. 13

Wenn ein Kurzschluß bei einer Batterie vorliegt, so erlischt ein angeschlossenes Lämpchen, die Batterie wird warm und schnell unbrauchbar.
Bei einem Kurzschluß im Haushalt schmilzt die Sicherung durch und alle mit dieser Sicherung verbundenen Geräte hören auf zu arbeiten.

V 7
G2

UNTERSUCHUNG EINES VERLÄNGERUNGSKABELS

Als Zusammenfassung des Unterrichtsabschnitts schlagen wir die Untersuchung eines Verlängerungskabels vor.

Dabei könnte man wie folgt verfahren:

- a) Die Schüler schließen mit einem Verlängerungskabel ein Lämpchen an eine Flachbatterie an. Dabei erkennen sie, daß je zwei der drei Drähte eine leitende Verbindung herstellen.

- b) Sie untersuchen das Kabel genauer und tragen in eine Schnittzeichnung auf S. 14 des Schülerheftes mit verschiedenen Farben Leiter und Nichtleiter ein.
- c) Die Funktion der Nichtleiter im Kabel wird erarbeitet: Die Isolation der einzelnen Drähte verhindert, daß sich diese Drähte berühren. Damit wird also ein Kurzschluß im Kabel verhindert. Der Kunststoffmantel, der die drei Drähte umschließt, schützt einerseits diese Drähte und deren Isolierung vor Beschädigungen und verhindert andererseits, daß man einen inneren Draht berührt, wenn dessen Isolation defekt ist.

Auf S. 34 des Schülerheftes ist den Schülern erläutert, warum ein Verlängerungskabel drei Drähte besitzt und wie man einen Stecker fachgerecht an ein Verlängerungskabel anschließt. Man kann darauf auch an dieser Stelle näher eingehen.

Seite 15 des Schülerheftes ist freigelassen worden. Dort können Ergänzungen oder Vertiefungen eingetragen werden.

2.2.5. Versuche des zweiten Unterrichtsabschnitts

Versuch V 3	Untersuchung von Leitern und Nichtleitern	G 1
----------------	---	-----

Geräte:

- 1 Flachbatterie mit Batterieklemmen
- 1 Lämpchen in Fassung
- 3 blanke oder isolierte Drähte oder 3 Experimentierschnüre (mit Krokodilklemmen)
- 1 Schraubenzieher



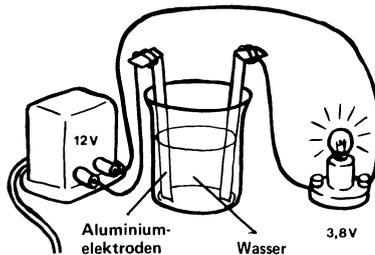
Durchführung:

Die Schüler untersuchen mit der skizzierten Schaltung verschiedene Gegenstände und tragen ihre Ergebnisse auf S. 10 des Schülerheftes ein.

Versuch V 4	Wasser ist ein (schlechter) Leiter	DL
----------------	------------------------------------	----

Geräte:

- 1 Becherglas ca. 0,5 - 1 l gefüllt mit Wasser
- 2 Elektroden (z. B. Streifen aus Aluminiumblech)
- 3 Experimentierschnüre
- 1 Transformator 12 V
- 1 Lämpchen 3,8 V/0,1 A in Fassung
- 1 Batterie 4,5 V



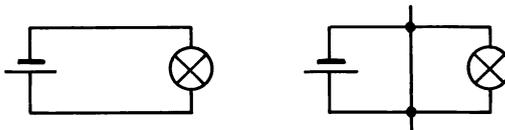
Durchführung:

Das Lämpchen wird zunächst an eine Batterie 4,5 V angeschlossen. Dabei leuchtet das Lämpchen nicht. Dann wird es an den Transformator 12 V angeschlossen. Ein Lämpchen 3,8 V/0,1 A leuchtet hell auf, ein Lämpchen 3,8 V/0,3 A leuchtet nur schwach auf. Die Elektroden sollten möglichst große Fläche besitzen und nicht zu weit voneinander entfernt sein. Der Versuch funktioniert auch - allerdings nur bei kleinem Abstand der Elektroden - mit zwei Kohleelektroden.

Versuch V 5	Bei einem Kurzschluß in einer Schaltung aus Batterie und Lämpchen erlischt das Lämpchen, die Batterie wird warm und schnell unbrauchbar	DL
----------------	---	----

Geräte:

- 2 neue Batterien 4,5 V
- 4 Batterieklemmen
- 4 blanke Drähte
- 2 Lämpchen 3,8 V in Fassung



Durchführung:

Die beiden Lämpchen werden an die Batterien angeschlossen. Wenn die Batterien beide neu sind, leuchten die Lämpchen etwa gleich hell. Bei einer Schaltung werden die beiden blanken Drähte durch einen Leiter verbunden oder sie werden verdreht.

Nach etwa 30 - 40 Minuten wird der Kurzschluß entfernt. Das Lämpchen in der "Kurzschlußschaltung" leuchtet nur noch ganz schwach oder überhaupt nicht mehr. Das andere Lämpchen leuchtet deutlich heller. Während des Versuchs werden die Temperaturen der beiden Batterien verglichen.

Versuch V 6	Kurzschlüsse in Schaltungen mit Stabbatterie, Flachbatterie, Dynamo, Lämpchen, Lämpchen in Fassung, Rücklicht und Summer	G1, G2
----------------	--	-----------

Geräte: (wie V 2)

Für jeden Schüler:

- 1 Flachbatterie 4,5 V
- 1 Lämpchen 3,8 V in Fassung
- 2 blanke Drähte
- 2 isolierte Drähte
- 2 Batterieklemmen
- 1 Schraubenzieher

Für je 2 Schüler:

- 1 Dynamo
- 1 Fahrradrücklicht
- 1 Summer oder Klingel

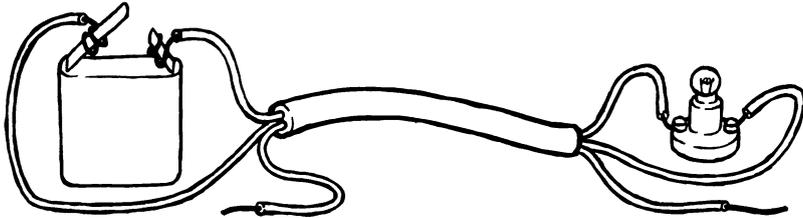
Durchführung:

Wie in den "Anregungen und Hinweisen zur Gestaltung des Unterrichts" auf S. 48 erläutert, bauen die Schüler in verschiedene Schaltungen mit den genannten Geräten Kurzschlüsse ein.

Versuch V 7	Untersuchung eines Verlängerungskabels	G2
----------------	--	----

Geräte:

- 1 Batterie 4,5 V mit Batterieklemmen
- 1 Lämpchen 3,8 V in Fassung
- 1 3-adriges Kabelstück (ca. 20 cm lang)



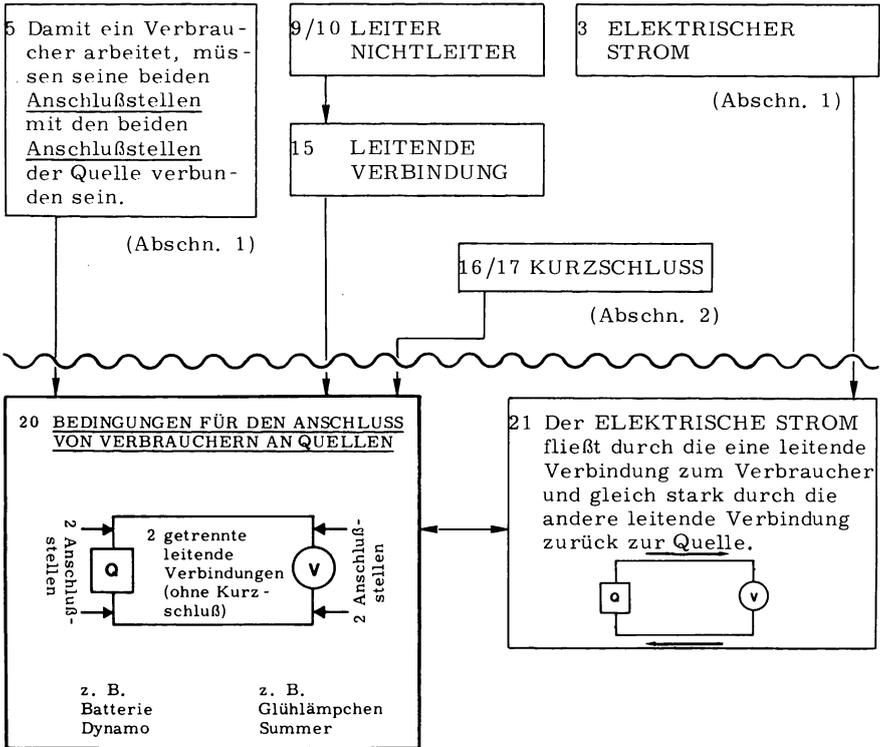
Durchführung:

1. Das Lämpchen wird mit je 2 der drei Drähte des Kabels an die Batterie angeschlossen.
2. Der Aufbau des Kabels wird näher untersucht und in einer Schnittzeichnung auf Seite 14 des Schülerheftes Leiter und Nichtleiter farblich gekennzeichnet.

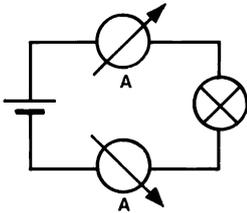
2.3. Dritter Unterrichtsabschnitt

BEDINGUNGEN FÜR DEN ANSCHLUSS VON VERBRAUCHERN AN QUELLEN

2.3.1. Sachstruktur



In diesem Unterrichtsabschnitt wird versucht, die Bedingungen für den Anschluß von Verbrauchern an Quellen, die in den ersten beiden Abschnitten erarbeitet worden sind, in einem allgemeinen Schema (s. Block 20) zusammenzufassen. Block 21 ergänzt diese Anschlußbedingungen durch eine Stromvorstellung.



Wir schlagen vor, die bisher verwendete Stromvorstellung dadurch zu erweitern, daß in einem Versuch (s. Skizze) gezeigt wird, daß der elektrische Strom auf dem "Hinweg" durch die eine leitende Verbindung zum Verbraucher und auf dem "Rückweg" durch die andere leitende Verbindung zur Quelle gleich groß ist.

Der vorgeschlagene Versuch unterstützt die in Block 21 beschriebene Stromvorstellung zwar sehr wirkungsvoll und wird von den Schülern i. a. ohne weiteres als "Beweis" akzeptiert, ohne nähere Erläuterungen handelt es sich aber nur um einen "Schauversuch" ohne Beweiskraft. Insbesondere sind folgende Punkte - zumindest kurz - zu klären:

1. Die Meßinstrumente zeigen an, daß ein elektrischer Strom fließt: man verwendet nur ein Meßinstrument in der Schaltung. Immer wenn das Lämpchen leuchtet, wenn also nach der Definition von Block 3 des Sachstrukturdiagramms ein Strom fließt, schlägt das Instrument aus.
2. Der Ausschlag der Instrumente ist ein Maß für die Stärke des elektrischen Stromes: man schraubt in eine Schaltung von Batterie und Lämpchen und Meßinstrument nacheinander ein Lämpchen 3,8 V/0,3 A und 12 V/0,2 A ein. Das Lämpchen 3,8 V leuchtet hell - das Instrument schlägt stark aus. Das Lämpchen 12 V leuchtet nur schwach - der Zeigerausschlag ist nur klein.
3. Die Richtung des Ausschlages gibt die Richtung des elektrischen Stromes an: in einer Schaltung aus Batterie, Lämpchen und Meßinstrument wird die Batterie umgepolt - das Instrument schlägt nach der anderen Seite aus.

Es ist zu beachten, daß der beschriebene Versuch zwar mit Flachbatterie und Stabbatterie funktioniert, nicht aber mit dem Dynamo, da der Dynamo eine Wechselspannungsquelle ist!

2.3.2. Ziele des dritten Unterrichtsabschnitts

Konzeptziel

Z 14 Bedingungen für den Anschluß von Verbrauchern an Quellen

Die Schüler sollen ...

- den Anschluß von Verbrauchern an Quellen gemäß dem Schema von Block 20 des Sachstrukturdiagramms (S. 55) beschreiben können: man braucht zwei getrennte leitende Verbindungen (ohne Kurzschluß) zwischen den beiden Anschlußstellen des Verbrauchers und den beiden Anschlußstellen der Quelle.
- eine Stromvorstellung zur Erläuterung des allgemeinen Schemas von Block 20 verwenden können: der elektrische Strom fließt durch die eine leitende Verbindung zum Verbraucher und durch die andere leitende Verbindung gleich stark zurück zur Quelle.

(Blöcke 20 und 21; Items 22, 23, 24, 25, 26, 27)

Prozeßziel

Z 15 Formulierung von Verallgemeinerungen aufgrund aufgefundener Zusammenhänge

Die Schüler sollen die in den beiden ersten Unterrichtsabschnitten erworbenen Kenntnisse über den Anschluß von Verbrauchern an Quellen in dem Schema von Block 20 verallgemeinern.

2.3.3. Für den Unterrichtsabschnitt benötigte Hilfsmittel

Seite 16 und 17 des Schülerheftes.

Für Versuch V 8 die folgenden Geräte

Für Demonstrationen:

- 1 Batterie 4,5 V
- 1 Lämpchen 3,8 V/0,3 A in Fassung
- 1 Lämpchen 12 V/3 W
- 4 Experimentierschnüre
- 2 Demonstrationsamperemeter (Drehspulgerät!) (0,3 - 1 A) möglichst mit Nullpunkt in der Mitte
- Stativmaterial

Ggf. einige Geräte des Versuchs V 2 zur Verdeutlichung der Anschlußbedingungen. Geräte dazu siehe Seite 35!

2.3.4. Anregungen und Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts

Im Zentrum dieses Unterrichtsabschnitts steht eine Zusammenfassung der in den ersten beiden Abschnitten erarbeiteten Anschlußbedingungen. Wir schlagen vor, diese Anschlußbedingungen im Schema von Block 20 des Sachstrukturdiagramms (s. S. 55) zu verallgemeinern. Allerdings sollte man dabei sehr behutsam vorgehen, da die Erprobungen gezeigt haben, daß nicht alle Schüler diese Verallgemeinerung ohne Schwierigkeiten erfassen können.

Man kann das Schema - wie hier vorgesehen - mit einigen Hilfen des Lehrers von den Schülern selbst erarbeiten lassen. Zeigt sich dabei aber, daß die Schüler nur unter Schwierigkeiten "mitgehen", sollte man das Schema vorgeben und es dann anhand einiger Beispiele verdeutlichen.

Dieser Unterrichtsabschnitt kann auch an anderer Stelle dieser Unterrichtseinheit eingesetzt werden. So ist es z. B. möglich, diesen und den folgenden Unterrichtsabschnitt (Fahrradrücklicht) zu vertauschen oder das Schema von Block 20 und die erläuternde Stromvorstellung von Block 21 im 5. Unterrichtsabschnitt im Zusammenhang mit dem elektrischen Stromkreis zu behandeln.

Schließlich kann man auch auf die Erarbeitung des Schemas verzichten und nur eine Formulierung anstreben, wie sie unten als Hefteintrag vorgeschlagen wird.

KG BEDINGUNGEN FÜR DEN ANSCHLUSS VON VERBRAUCHERN AN QUELLEN

Um die Anschlußbedingungen gemeinsam mit den Schülern herauszuarbeiten, kann der Lehrer mehrere Quellen (Stabbatterie, Flachbatterie und Dynamo), einen Verbraucher (z. B. ein Rücklicht) und mehrere Leiter (z. B. Drähte und Blechstücke) bereit halten. Durch folgende Denkanstöße kann das Wesentliche von den Schülern selbst gefunden werden:

1. "Was kann man tun, um das Rücklicht zum Leuchten zu bringen?"
Die Schüler zählen daraufhin verschiedene konkrete Möglichkeiten auf. Durch die folgende Frage kann man dann die Schüler auffordern, die Anschlußbedingungen allgemeingültig zu formulieren.

2. "Was muß man in jedem Fall tun, um dieses Rücklicht zum Leuchten zu bringen?"

Immer wenn die Antwort der Schüler noch unzureichend ist, sollte der Lehrer eine andere Möglichkeit demonstrieren.

Dazu ein Beispiel:

Ein Schüler antwortet auf die zweite Frage: "Man muß zwei Drähte von den Anschlußstellen der Batterie zu den Anschlußstellen des Rücklichts führen."

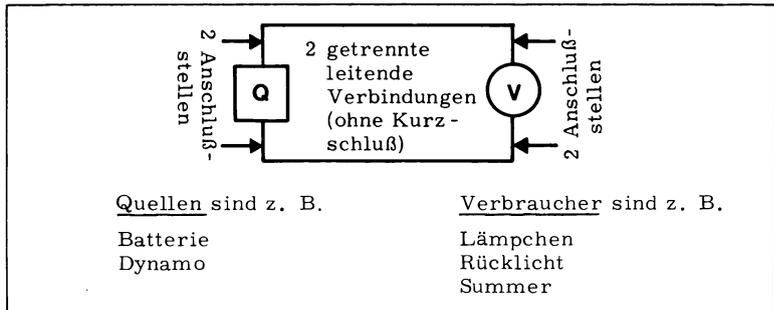
Daraufhin macht der Lehrer den Versuch mit zwei Blechstreifen und fordert die Schüler auf, eine allgemeinere Antwort zu suchen.

Um zu einer Darstellung der Zusammenhänge in einem Schema zu kommen, kann der Lehrer nun die Zeichen für Quelle \boxed{Q} und Verbraucher $\bigcirc V$ in einem Abstand voneinander an die Tafel zeichnen. Dann können die Bedingungen

- 2 Anschlußstellen an der Quelle
- 2 Anschlußstellen am Verbraucher
- 2 getrennte leitende Verbindungen (ohne Kurzschluß)

in diese Zeichnung und im Schülerheft eingetragen werden.

TB
HE
S. 16



Die Anschlußbedingungen können anschließend in folgender Weise formuliert und im Schülerheft notiert werden.

HE

Wenn man einen Verbraucher an eine Quelle anschließen will, braucht man 2 leitende Verbindungen zwischen den beiden Anschlußstellen der Quelle und den beiden Anschlußstellen des Verbrauchers, die getrennt, d. h. ohne Kurzschluß verlaufen.

Wenn es nötig erscheint, können mit den bisher im Unterricht verwendeten Quellen und Verbrauchern Schaltungen aufgebaut und daran das erarbeitete Schema geübt werden. Im Schülerheft auf Seite 17 können die Schüler die verschiedenen Teile einer Schaltung aus Batterie und Rücklicht einer Zeichnung des Schemas zuordnen.

V 8
DL

DER ELEKTRISCHE STROM, DER DURCH DIE EINE LEITENDE VERBINDUNG ZUM VERBRAUCHER FLIESST, IST GENAU SO GROSS WIE DER STROM, DER DURCH DIE ANDERE VERBINDUNG ZUR QUELLE ZURÜCKFLIESST

Dieser Versuch dient dazu, die in Block 21 des Sachstrukturdiagramms auf Seite 55 umrissene Stromvorstellung zu verdeutlichen. Bei der Durchführung sollten die Hinweise beachtet werden, die auf Seite 13 ff und 56 gegeben werden.

HE
S. 16

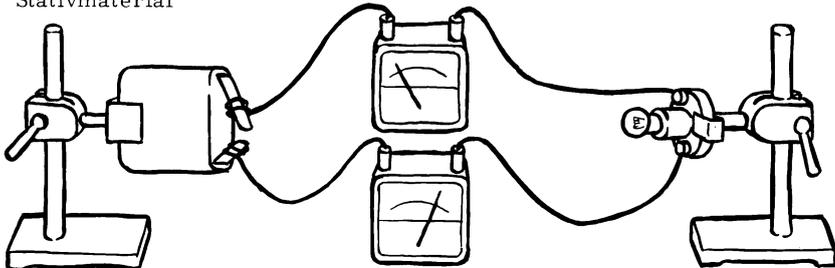
Der elektrische Strom fließt durch die eine leitende Verbindung zum Verbraucher und durch die andere leitende Verbindung gleich stark zur Quelle zurück.

Auf Seite 17 des Schülerheftes ist so viel Platz gelassen, daß dort auch eine ausführliche Beschreibung des Versuchs V 8 eingetragen werden kann.

Versuch V 8	Der elektrische Strom, der durch die eine leitende Verbindung zum Verbraucher fließt, ist genau so groß wie der Strom, der durch die andere leitende Verbindung zur Quelle zurückfließt	DL
----------------	---	----

Geräte:

- 1 Batterie 4,5 V
- 1 Lämpchen 3,8 V/0,3 A mit Fassung
- 1 Lämpchen 12 V/3 W
- 4 Experimentierschnüre
- 2 Demonstrationsamperemeter (Drehspulgerät) (Meßbereich 0,3 - 1 A)
möglichst mit Nullpunkt in der Mitte
- Stativmaterial



Durchführung:

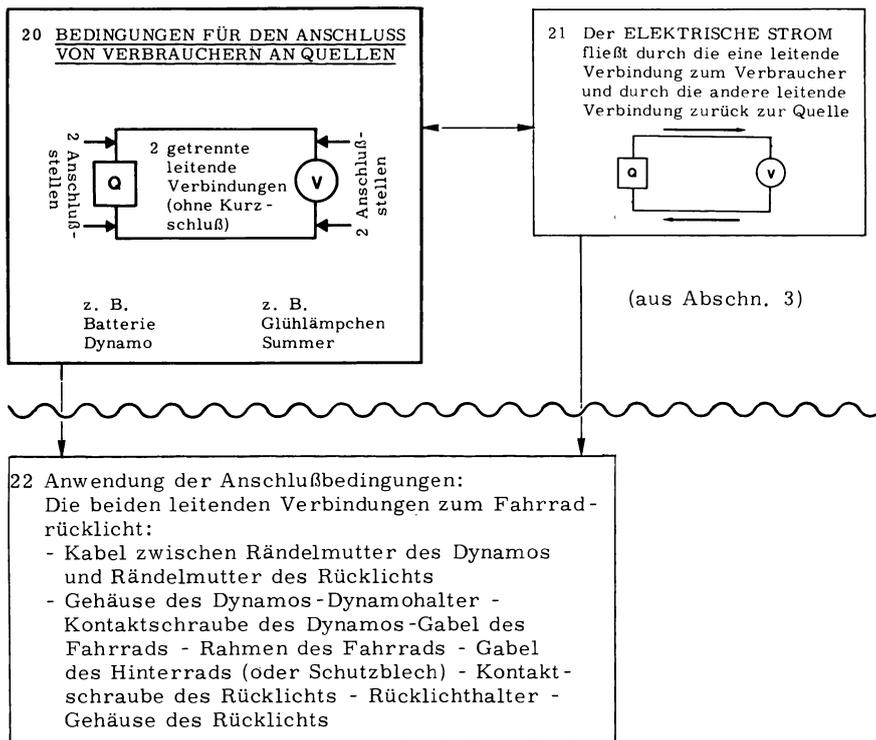
1. In die Schaltung aus Batterie und Lämpchen wird 1 Meßinstrument eingebaut. Es wird gezeigt, daß das Instrument immer dann ausschlägt, wenn das Lämpchen leuchtet, wenn also ein elektrischer Strom fließt.
2. In die Fassung werden nacheinander ein Lämpchen 3,8 V und 12 V geschraubt. Das 3,8 V Lämpchen leuchtet hell - der Ausschlag des Instruments ist groß. Das 12 V Lämpchen leuchtet nur schwach - der Ausschlag des Instrumentes ist klein. Damit ist an einem Beispiel gezeigt, daß das Instrument anzeigt, "wieviel" Strom fließt.
3. In einer Schaltung aus Batterie, Lämpchen und Meßinstrument wird die Batterie umgepolt. Dabei schlägt auch das Instrument in die andere Richtung aus.
4. Wie oben skizziert werden die beiden Meßinstrumente nun so eingebaut, daß sie nach verschiedenen Seiten ausschlagen.
Vor Beginn des Versuchs ist darauf zu achten, daß beide Instrumente genau auf "Null" stehen, damit sich ein gleich großer Ausschlag ergibt. Sind die Ausschläge dennoch etwas verschieden, kann man die Instrumente austauschen.
5. Die leitenden Verbindungen kann man nun an verschiedenen Stellen unterbrechen und zeigen, daß dann das Lämpchen erlischt und die Ausschläge beider Instrumente auf "Null" gehen.

2.4. Vierter Unterrichtsabschnitt

ANWENDUNG DER ANSCHLUSSBEDINGUNGEN:

DIE BEIDEN LEITENDEN VERBINDUNGEN ZUM FAHRRADRÜCKLICHT

2.4.1. Sachstruktur



Die in Block 22 genannte Kontaktschraube hat die Funktion, den Lack des Fahrrads zu durchstoßen, damit eine sichere leitende Verbindung zwischen Gehäuse und Fahrradgabel hergestellt wird.

2.4.2. Ziele des vierten Unterrichtsabschnitts

Konzeptziel

Z 16 Die beiden leitenden Verbindungen zum Fahrradrücklicht

Die Schüler sollen ...

- die beiden leitenden Verbindungen zum Fahrradrücklicht beschreiben und in eine vorbereitete Zeichnung eines Fahrrads mit Farbe einzeichnen.
- die Funktion einiger Leiter und Nichtleiter beim Anschluß des Fahrradrücklichts beschreiben.
- erklären, wie bei der Fahrradbeleuchtung ein Kurzschluß auftreten kann und wie er verhindert wird.
- die Teile der Fahrradbeleuchtung (Dynamo, Rücklicht, leitende Verbindungen) dem allgemeinen Schema für den Anschluß von Verbrauchern an Quellen (siehe Block 20) zuordnen.
- am Fahrrad oder an einer Zeichnung des Fahrrades zeigen, wie der elektrische Strom vom Dynamo zum Rücklicht und zurück fließt.
- die Teile eines Fahrrades und eines Fahrradmodells ("Stativfahrrad") einander zuordnen.

(Block 22; Item 11)

Prozeßziele

Z 17 Aufstellen einer Hypothese über den Ausgang eines Versuchs und Entwurf eines Planes für eine Untersuchung.

Die Schüler sollen Vermutungen formulieren können, warum (in einem gegebenen Fall) ein Fahrradrücklicht nicht leuchtet, und Versuche zur Überprüfung ihrer Vermutungen vorschlagen können.

Z 18 Anwendung physikalischer Kenntnisse

Die Schüler sollen die in den ersten Unterrichtsabschnitten erworbenen Kenntnisse unter anderem über Leiter - Nichtleiter und Kurzschluß bei der Erklärung des Anschlusses eines Fahrradrücklichtes anwenden.

Sie sollen dabei das in Abschnitt 3 erarbeitete allgemeine Schema für den Anschluß von Verbrauchern an Quellen (siehe Block 20) anwenden.

2.4.3. Für den Unterrichtsabschnitt benötigte Hilfsmittel

Seite 18 und 19 des Schülerheftes

Für die Versuche V 9 und V 10 die folgenden Geräte für Demonstrationen

- 1 Fahrrad (möglichst neu, ohne Dynamo und Rücklicht)
- 1 Dynamo } mit Halter zum Festschrauben an der
- 1 Rücklicht } Gabel des Vorder- bzw. Hinterrades
- 2 Rücklichtkabel
- 1 großer Schraubenzieher
- 1 kleiner Schraubenzieher
- 1 Batterie 4,5 V
- Tesafilm oder ähnl. (farbig)
- Stativmaterial

2.4.4. Anregungen und Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts

Der Anschluß eines Fahrradrücklichts dient zur Wiederholung und Festigung der in den ersten beiden Unterrichtsabschnitten erworbenen Kenntnisse und zur Anwendung des im 3. Abschnitt erarbeiteten Schemas für den Anschluß von Verbrauchern an Quellen. Für diese Aufgaben erscheint uns das Problem der Fahrradbeleuchtung gut geeignet, da es sich - im Gegensatz zu den einfachen Schaltungen, die bisher behandelt wurden - um ein relativ komplexes Problem handelt und da viele Schüler mit diesem Problem bei ihren eigenen Fahrrädern schon etwas zu tun hatten.

Während eine Reihe von Lehrern bei den Erprobungen diese Möglichkeit der Wiederholung begrüßten und über ein großes Interesse ihrer Schüler berichteten, empfanden andere Lehrer diesen Abschnitt als überflüssig, da er inhaltlich nichts neues bringt. Wir empfehlen, nach den Kenntnissen und Interessen der Schüler zu entscheiden, ob es lohnend ist, diesen Abschnitt durchzuführen. Er kann ohne Beeinträchtigung des weiteren Unterrichtsverlaufs weggelassen werden.

Der Abschnitt kann auch vor der Erarbeitung des allgemeinen Schemas für den Anschluß von Verbrauchern an Quellen im 3. Unterrichtsabschnitt eingesetzt werden. Weiterhin ist es möglich, das Problem der Fahrradbeleuchtung als Einstieg in die gesamte Unterrichtseinheit zu wählen. Wie diesbezügliche Erfahrungen in den ersten Kieler Erprobungen gezeigt haben, ist mit einem guten Erfolg dieses Einstiegs zu rechnen, wenn es gelingt, die

Schüler von den vielen möglichen Aspekten, unter denen ein Fahrrad betrachtet werden könnte (z. B. Antrieb, Bremsen), auf das Problem der Fahrradbeleuchtung zu lenken.

V 9 DIE BEIDEN LEITENDEN VERBINDUNGEN ZUM FAHRRADRÜCK- DL/DS LICHT

An ein möglichst neues Fahrrad sollten Dynamo und Rücklicht montiert werden.

Um den Schülern bewußt zu machen, daß die zweite leitende Verbindung aus Teilen des Fahrrads (z. B. Gabel und Rahmen) besteht, sollte man die Kontaktschrauben am Halter von Dynamo und Rücklicht entfernen. Hat man beide Geräte vorsichtig befestigt (ohne den Lack zu beschädigen), so leuchtet das Rücklicht auch bei richtigem Anschluß nicht. Durch das Einschrauben der Kontaktschrauben wird dann deutlich, daß eine leitende Verbindung zur Fahrradgabel geschaffen werden muß.

Die Schüler sollten aufgefordert werden, Vorschläge zu machen, wie man Dynamo und Rücklicht anschließen muß, damit das Rücklicht leuchtet, wenn man das Dynamorädchen dreht. Die Vorschläge sollte zunächst der Lehrer ausführen, um bei der Montage von Dynamo und Rücklicht den Lack nicht zu beschädigen. Wenn das Rücklicht nicht leuchtet, kann man die Schüler entsprechend Z 17 auffordern, Vermutungen zu äußern, warum das Rücklicht nicht leuchtet und diese Vermutungen in Versuchen nachzuprüfen.

TB+HE In einer Tafelzeichnung oder in der Zeichnung des Schülerhefts können die beiden leitenden Verbindungen eingetragen und farbig gekennzeichnet werden.
S. 18

TB+HE
S. 18

Die beiden leitenden Verbindungen zwischen Dynamo und Rücklicht
eines Fahrrads

1. Verbindung (zwischen Rändelmutter des Dynamos und Rändelmutter des Rücklichts)

KABEL

2. Verbindung (zwischen Gehäuse des Dynamos und Gehäuse des Rücklichts)

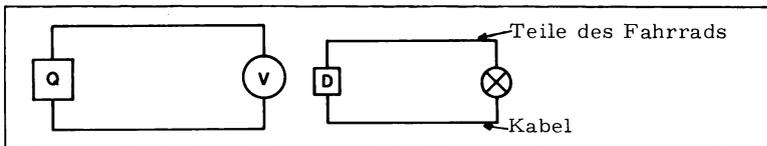
Dynamohalter - Kontaktschraube des Dynamos -
Vorderradgabel - Rahmen - Hinterradgabel - Kontaktschraube des Rücklichts - Rücklichthalter

Wird zum Anschluß ein Rücklicht ohne Halter verwendet, das am Schutzblech befestigt wird, so ist die 2. leitende Verbindung entsprechend zu verändern: Schutzblech - Befestigungsschraube des Rücklichts.

KG ANWENDUNG DES SCHEMAS ÜBER ANSCHLUSSBEDINGUNGEN AUF DEN ANSCHLUSS DES RÜCKLICHTS AN DEN DYNAMO

Soll das im 3. Unterrichtsabschnitt erarbeitete Schema über den Anschluß von Verbrauchern an Quellen auf den Anschluß des Fahrradrücklichts angewendet werden, so kann man zunächst dieses Schema an die Tafel zeichnen und dann dem Schema die entsprechenden Teile der Fahrradbeleuchtung zuordnen.

TB+HE
S. 18



KG WIE FLIESST DER ELEKTRISCHE STROM VOM DYNAMO ZUM RÜCKLICHT?

Am Fahrrad, in der Zeichnung des Fahrrads und in der obenstehenden Schaltskizze sollte gezeigt werden, wie der elektrische Strom durch die beiden leitenden Verbindungen fließt.

KG BEDEUTUNG EINIGER NICHTLEITER BEI DER FAHRRADBELEUCHTUNG

Um die Begriffe Nichtleiter und Kurzschluß zu wiederholen, kann man die Bedeutung einiger Nichtleiter am Fahrrad besprechen:

1. Die Isolierung des Kabels und der Lack des Fahrrads verhindern einen Kurzschluß.
2. Bei alten Fahrrädern ist häufig das Schutzblech angerostet. Da Rost ein Nichtleiter ist, leuchtet das Rücklicht dann nicht mehr.

V 10 EIN MODELL FÜR DIE FAHRRADBELEUCHTUNG: DL/DS DAS STATIVFAHRRAD

Um die erworbenen Kenntnisse über die beiden leitenden Verbindungen zum Fahrradrücklicht zu sichern und zu vertiefen, können nun an einem Modell der Fahrradbeleuchtung die wesentlichen Teile der leitenden Verbindungen noch einmal deutlich hervorgehoben werden. Dazu werden die Teile des "Stativfahrrads" und die entsprechenden Teile des Fahrrads einander zugeordnet.

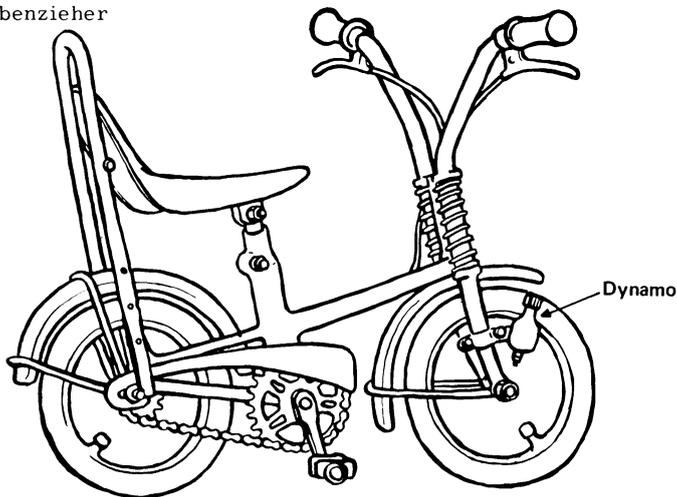
Dynamo mit Halter und Kontaktschraube, Rücklicht mit Halter und Kontaktschraube sowie Kabel sind bei beiden "Fahrrädern" gleich. Es entsprechen sich: Rahmen und Stativquerstange; Gabel und senkrechte Stativstange; Lack und Tesafilm, der um die Stativstange gewickelt wird. Ergebnisse dieses Versuchs können auf Seite 19 des Schülerheftes eingetragen werden. Diese Seite kann weiterhin dazu dienen, andere Anwendungsbeispiele der Anschlußbedingungen (z. B. Aufbau einer Taschenlampe) zu notieren.

2.4.5. Versuche zum vierten Unterrichtsabschnitt

Versuch V 9	Die beiden leitenden Verbindungen zum Fahrrad- rücklicht	DL/ DS
----------------	---	-----------

Geräte:

- 1 Fahrrad (möglichst neu, ohne Dynamo und Rücklicht)
- 1 Dynamo } mit Halter zum Festschrauben an der Gabel
- 1 Rücklicht } des Vorder- bzw. Hinterrads
- 2 Rücklichtkabel
- 1 großer Schraubenzieher
- 1 kleiner Schraubenzieher
- 1 Batterie



Durchführung:

Die Kontaktschrauben am Dynamo- und Rücklichthalter werden zunächst entfernt, damit beim Montieren von Dynamo und Rücklicht der Lack noch nicht beschädigt wird.

Um die Vermutungen der Schüler überprüfen zu können, sind eventuell einige weitere Geräte wie z. B. Lämpchen und Drähte nötig.

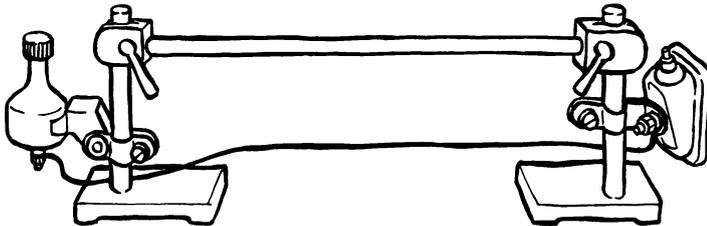
Anstelle des Rücklichts mit Halter, das an der Hinterradgabel befestigt wird, kann auch ein Rücklicht verwendet werden, das am Schutzblech befestigt wird. Dabei ist allerdings zu beachten, daß das alte Rücklicht eventuell schwer zu entfernen ist, da es häufig angerostet ist.

Das oben aufgeführte 2. Rücklichtkabel dient dazu, mit 2 Rücklichtkabeln eine Verbindung herzustellen, wenn die Schüler diesen Vorschlag machen. Die Batterie dient zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit des Lämpchens im Rücklicht.

Versuch	Ein Modell für die Fahrradbeleuchtung:	DL/
V 10	Das Stativfahrrad	DS

Geräte:

- | | |
|---|----------------------------|
| 1 Dynamo mit Halter | zum Festschrauben an einer |
| 1 Rücklicht mit Halter | Stativstange |
| 2 Rücklichtkabel | |
| 1 großer Schraubenzieher | |
| 1 kleiner Schraubenzieher | |
| Tesafilm oder ähnl. (farbig) | |
| Stativmaterial (3 Stativstangen, 2 Stativfüße, 2 Kreuzmuffen) | |



Durchführung:

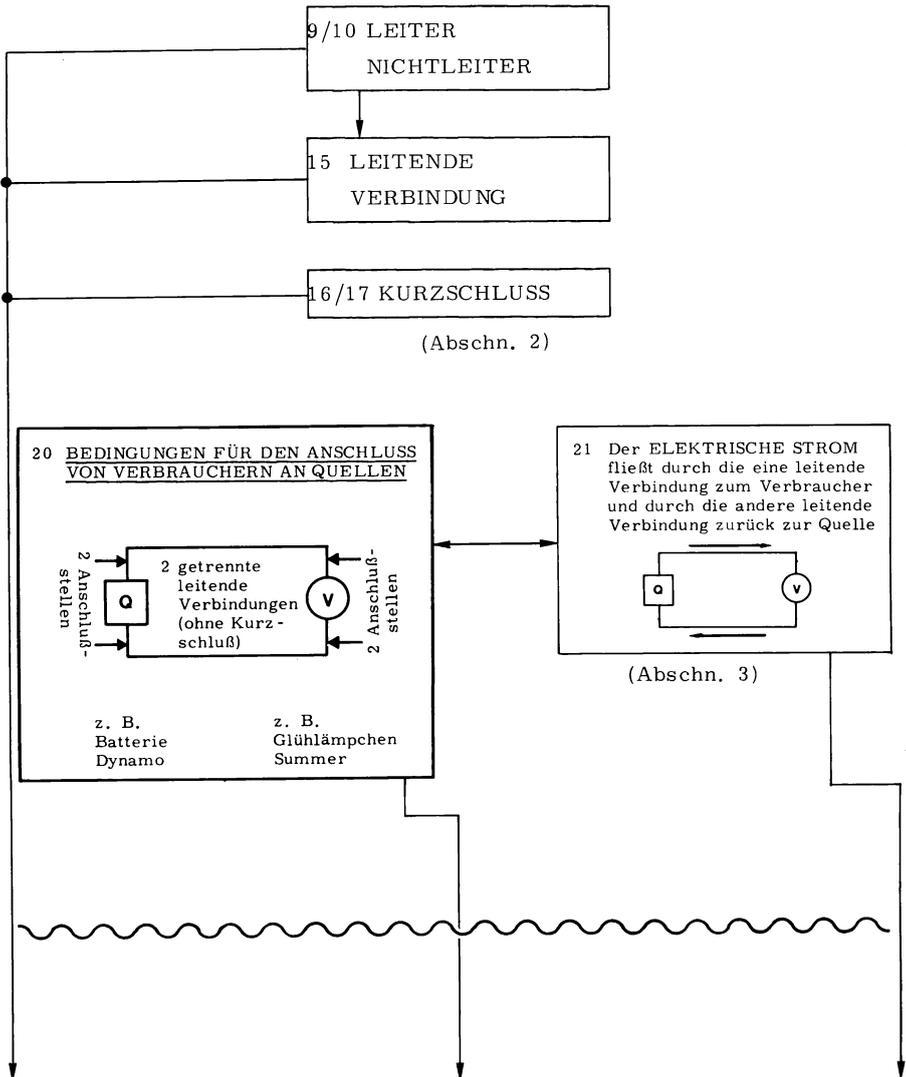
Vorschläge zum Einsatz des Versuchs:

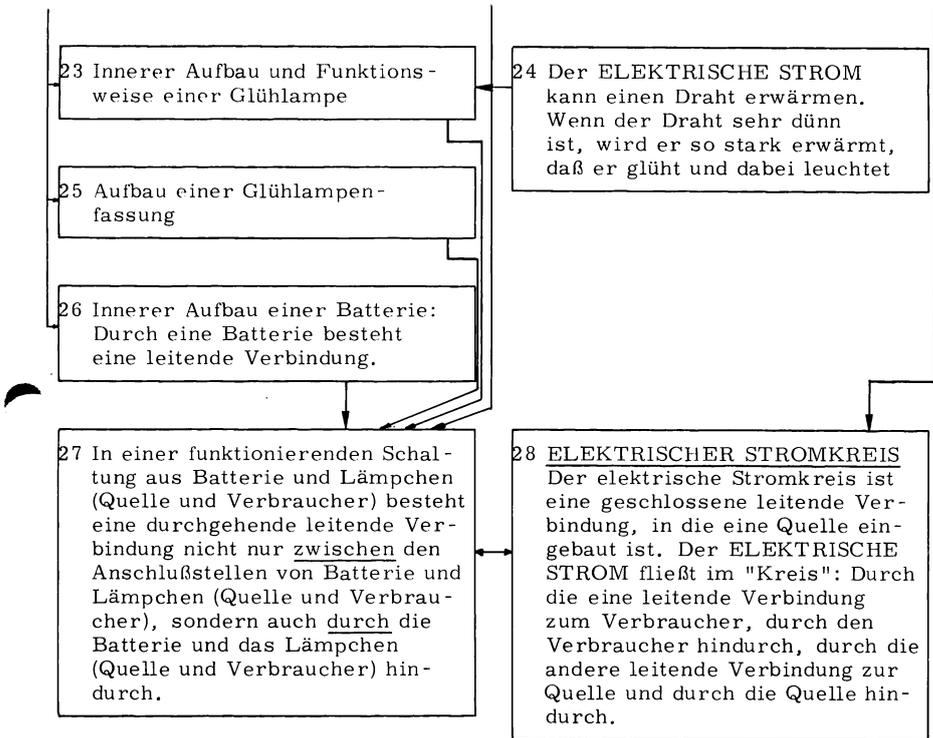
1. Dynamo und Rücklicht werden an je einem Stativstab befestigt. Auf Vorschläge der Schüler werden Verbindungen hergestellt.
2. Wie in der Skizze dargestellt, wird das Stativfahrrad zusammengebaut. Die Teile werden den Teilen des realen Fahrrads zugeordnet.
3. Die senkrechten Stativstangen unter dem Rücklicht- bzw. Dynamohalter werden mit Tesafilm umwickelt. Dann kann man die Funktion der Kontaktschraube verdeutlichen, da der Tesafilm erst beim festen Anziehen der Schrauben durchbohrt wird.

2.5. Fünfter Unterrichtsabschnitt

DER INNERE AUFBAU VON BATTERIE UND GLÜHLAMPE DER ELEKTRISCHE STROMKREIS

2.5.1. Sachstruktur





Anmerkungen zur Sachstruktur:

Zu Block 23 und 24:

Zum näheren Verständnis der Funktionsweise einer Glühlampe ist Block 24 Voraussetzung. Will man zunächst das Konzept einer durchgehenden leitenden Verbindung durch den Verbraucher und durch die Quelle hindurch erarbeiten, so kann man diese nähere Klärung auch erst im Anschluß an Block 28 behandeln.

Zu Block 26:

Die Untersuchung des inneren Aufbaus einer Batterie soll in unserem Unterrichtsvorschlag dazu dienen, nachzuweisen, daß auch durch die Batterie hindurch eine leitende Verbindung besteht. Will man auf die Behandlung dieser Tatsache verzichten, so müssen die Formulierungen von Block 27 und 28 entsprechend geändert werden. Dies ist ohne Schwierigkeiten möglich.

Zu Block 27 und 28:

Zusammen mit Block 20 ist mit den Blöcken 27 und 28 die Stromkreisvorstellung aufgebaut, die wir den Schülern in dieser Einheit vermitteln möchten. Während Block 20 die Bedingungen für den Anschluß elektrischer Geräte zusammenfaßt, ergänzt Block 27 diese Bedingungen durch eine Untersuchung des Aufbaus von Quelle und Verbraucher. Für den sachgerechten Umgang mit elektrischen Schaltungen dürfte Block 27 dagegen nicht wesentlich beitragen. Block 28 enthält die zu Block 27 korrespondierende Stromkreisvorstellung. Während Block 27 vom Konzept der geschlossenen leitenden Verbindung ausgeht, ergänzt Block 28 dieses Konzept durch den Begriff des geschlossenen elektrischen Stromkreises.

Bei der Erarbeitung des Begriffs elektrischer Stromkreis ergibt sich eine gute Möglichkeit verschiedene Stromkreisvorstellungen der Schüler zu diskutieren. Dazu werden in den "Anregungen und Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts" einige Vorschläge gemacht.

In diesem Unterrichtsabschnitt wird nur untersucht, daß durch Batterie und Lämpchen eine durchgehendeleitende Verbindung besteht. Die in Block 27 in Klammern stehende Verallgemeinerung kann aber durch einige Beispiele verdeutlicht werden.

2.5.2. Ziele des fünften Unterrichtsabschnitts

Konzeptziele

Z 19 Innerer Aufbau und Funktionsweise einer Glühlampe

Die Schüler sollen ...

- die leitenden Teile einer Glühlampe in richtiger Reihenfolge zeigen und benennen und als leitende Verbindung bezeichnen.
- beschreiben können, wie der elektrische Strom durch die Glühlampe fließt.
- eine Begründung für die Notwendigkeit des Isolators zwischen Fußpunkt und Gewinde des Lämpchens geben (Vermeidung eines Kurzschlusses).
- in einer Querschnittszeichnung der Glühlampe die Leiter und die Nichtleiter verschieden einfärben.
- das Leuchten der Glühlampe etwa im folgenden Sinn erklären können: Der elektrische Strom kann einen Draht erwärmen. Wenn der Draht sehr dünn ist, wird er so stark erwärmt, daß er glüht und dabei leuchtet.

- die Teile der Glühlampe den Teilen einer Modellglühlampe zuzuordnen.

(Blöcke 23 und 24; Items 35, 37, 38, 39)

Z 20 Aufbau einer Glühlampenfassung

Die Schüler sollen ...

- die leitenden Teile einer Fassung in richtiger Reihenfolge zeigen und benennen und als leitende Verbindung bezeichnen.
- in einer Querschnittszeichnung der Fassung Leiter und Nichtleiter verschieden einfärben.
- die Funktion der Nichtleiter bei der Fassung (Vermeidung eines Kurzschlusses und Schutz vor einem "elektrischen Schlag") erklären können.

(Block 25; Item 36)

Z 21 Innerer Aufbau einer Batterie

Die Schüler sollen ...

- angeben, daß eine Flachbatterie 4,5 V aus drei Einzelzellen besteht.
- die leitende Verbindung zwischen den Blechstreifen (Anschlußstellen einer Flachbatterie durch die Einzelzellen und die Verbindungsdrähte zwischen den Einzelzellen verfolgen.
- angeben, daß durch die Einzelzellen eine leitende Verbindung besteht.
- den Aufbau einer Einzelzelle beschreiben: Zinkbecher, Kohlestab, eingedickte Salmiaklösung mit Braunstein.

(Block 26; Item 40)

Z 22 In einer funktionierenden Schaltung aus Batterie und Lämpchen (Quelle und Verbraucher) besteht eine durchgehende leitende Verbindung nicht nur zwischen den Anschlußstellen von Batterie und Lämpchen (Quelle und Verbraucher), sondern auch durch das Lämpchen und die Batterie (Quelle und Verbraucher) hindurch.

Die Schüler sollen ...

- die einzelnen Teile einer geschlossenen leitenden Verbindung zwischen Quelle und Verbraucher nennen.
- die geschlossene leitende Verbindung bei einer aufgebauten Schaltung zeigen.

(Block 27; Items s. Z 23)

Z 23 Elektrischer Stromkreis

Die Schüler sollen . . .

- den Begriff elektrischer Stromkreis im folgenden Sinne (s. Block 28 des Sachstrukturdiagramms) umschreiben: "Der elektrische Stromkreis ist eine geschlossene leitende Verbindung, in die eine Quelle eingebaut ist.
- einen geschlossenen elektrischen Stromkreis als Voraussetzung für das Fließen eines elektrischen Stromes bezeichnen können.
- bei einer aufgebauten Schaltung bzw. bei einer Zeichnung einer Schaltung den elektrischen Stromkreis zeigen und beschreiben können, wie der elektrische Strom im Stromkreis fließt.

(Block 28; Items 9, 29, 30, 31, 32)

Prozeßziele

Z 24 Anwendung physikalischer Kenntnisse

Die Schüler sollen die Kenntnisse der ersten Unterrichtsabschnitte (u. a. die Begriffe Leiter - Nichtleiter und Kurzschluß) bei der Erklärung des Aufbaus von Glühlampe, Fassung und Batterie anwenden.

Z 25 Planen von Versuchen zum Überprüfen von Hypothesen.

Die Schüler sollen Versuche planen, mit denen man untersuchen kann, ob eine Batterie den elektrischen Strom leitet oder nicht.

Z 26 Aufstellen und Überprüfen von Modellvorstellungen

Die Schüler sollen verschiedene Modellvorstellungen über den elektrischen Strom aufstellen, diese Modellvorstellungen diskutieren und erkennen, daß ein Phänomen unter Umständen mit verschiedenen Modellvorstellungen erklärt werden kann.

2.5.3. Für den Unterrichtsabschnitt benötigte Hilfsmittel

Seite 20 - 23 des Schülerheftes

Für die Versuche V 11 - V 15 die folgenden Geräte:

Für Demonstrationen:

- 2 Flachbatterien 4,5 V mit Batterieklemmen
- 2 blanke Drähte
- 1 Stück Konstantandraht ca. 6 cm lang, 0,2 mm \emptyset
- 1 Stahlsäge
- 1 Lämpchen 3,8 V in Fassung
- 3 Experimentierschnüre

Für je 2 Schüler:

- 1 Klarglasglühlampe 220 V/60 W mit aufgesägtem Sockel
- 1 Flachbatterie 4,5 V mit Batterieklemmen
- 1 Stück Konstantendraht ca. 6 cm lang, 0,2 mm \emptyset
- 1 Illuminationsfassung E 10 (eventuell aufgesägt)
- 1 Schraubenzieher

Für je 3 Schüler:

- 1 Flachbatterie 4,5 V (Batterie wird geöffnet)
- 3 Drähte oder Experimentierschnüre
- 1 Zange (die Zange kann von Gruppe zu Gruppe weitergereicht werden)
- 1 Glühlämpchen 3,8 V in Fassung

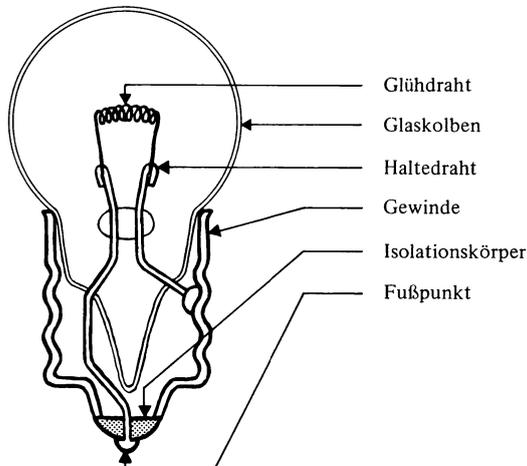
2.5.4. Anregungen und Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts

In diesem Unterrichtsabschnitt werden zwei der bisher im Unterricht verwendeten Geräte (Batterie und Lämpchen) näher untersucht. Diese Untersuchung des Aufbaus und der Funktion ist aber nicht Selbstzweck, sondern führt zu einer Erweiterung der bisher erarbeiteten Stromkreisvorstellung, zum Begriff elektrischer Stromkreis.

Wie schon erwähnt, kann man auf den Nachweis verzichten, daß auch die Batterie ein Leiter ist, wenn man die Formulierungen zum Begriff elektrischer Stromkreis entsprechend ändert.

V 11 UNTERSUCHUNG EINER AUFGESÄGTEN GLÜHLAMPE

G 2 Nachdem in einem einleitenden Gespräch über die Glühlampe die Schüler Vermutungen aufgestellt haben, wie die Glühlampe aufgebaut ist und wie sie funktioniert, sollten Glühlampen mit aufgesägtem Sockel verteilt werden, um den Schülern Gelegenheit zu geben, ihre Vermutungen nachzuprüfen. Damit die Schüler den Aufbau genau beobachten, ist es zweckmäßig, sie auf einem Blatt Papier (ohne Benutzung der Zeichnung im Schülerheft) eine Zeichnung der Glühlampe so anfertigen zu lassen, daß man die wichtigsten Teile sehen kann. Anschließend kann man an der Tafel eine große Zeichnung der Glühlampe gemeinsam erarbeiten. Dabei können die einzelnen Teile benannt werden.



Die Schüler können nun diese Namen in die Zeichnung auf Seite 20 des Schülerheftes eintragen.

Anschließend sollte der Verlauf des elektrischen Stromes durch die einzelnen Teile der leitenden Verbindung durch die Glühlampe verfolgt werden.

Dabei ist es wichtig, daß auf die Bedeutung des Isolationskörpers zwischen Fußpunkt und Gewinde hingewiesen wird. Wäre dieser Isolationskörper nicht vorhanden, so würde ein Kurzschluß auftreten. Die Ergebnisse können wie folgt festgehalten werden:

Der elektrische Strom fließt auf seinem Weg durch die Glühlampe durch folgende leitende Teile:
Fußpunkt, Haltedraht, Glühdraht, Haltedraht und Gewinde.

Soll schon hier das Leuchten des Lämpchens näher untersucht werden, so folgt nun der Versuch V 12. Will man dagegen erst das Konzept der geschlossenen leitenden Verbindung durch Glühlampe, Fassung und Batterie verfolgen, so kann man den Versuch V 12 im Anschluß an die Einführung des Begriffes elektrischer Stromkreis durchführen.

V 12 EIN KONSTANTANDRAHT ERWÄRMT SICH, WENN ER AN EINE
G2/DL BATTERIE ANGESCHLOSSEN WIRD

Um das Leuchten des Glühdrahtes in der Glühlampe näher zu untersuchen, bauen die Schüler nun aus Batterie, zwei Drähten und einem

Konstantendraht eine "Modellglühlampe" auf. An den Versuchen mit dieser Modellglühlampe können die Schüler folgendes erkennen:

- Der elektrische Strom erwärmt den Konstantendraht.
- Eventuell kann man die Schüler darauf hinweisen, daß der elektrische Strom jeden Draht erwärmt und daß sich die Erwärmung erst dann deutlich bemerkbar macht, wenn der Draht sehr dünn ist.
- Dabei könnte man auch entsprechende Umwelterfahrungen der Schüler anknüpfen; z. B. wird das Anschlußkabel zu einem Heizlüfter bei längerem Gebrauch des Lüfters warm.
- Wenn man den Konstantendraht zu einer Wendel aufwickelt, so geht nicht soviel Wärme "verloren", die Teile des Drahtes liegen nahe beieinander und "erwärmen sich gegenseitig". Dadurch glüht die Wendel sehr viel stärker als ein ausgespannter Draht gleicher Länge. Auch wenn man den Draht zur Wendel aufwickelt, wird nicht bei allen Schülern zu beobachten sein, daß der Draht glüht, da die Batterien z. T. schon "schwach" sein werden. Man sollte deshalb die genannten Teilversuche an einem großen Demonstrationsversuch mit zwei Batterien oder einem Transformator als Quelle zeigen.

Die Ergebnisse können zu folgendem Hefteintrag führen:

HE
S. 20

Der elektrische Strom kann einen Konstantendraht erwärmen. Wenn der elektrische Strom groß genug ist, wird der Draht sehr heiß, glüht und leuchtet dabei. Genauso kommt auch das Leuchten des Glühdrahtes in der Glühlampe zustande.

V 13
G 2

UNTERSUCHUNG EINER GLÜHLAMPENFASSUNG

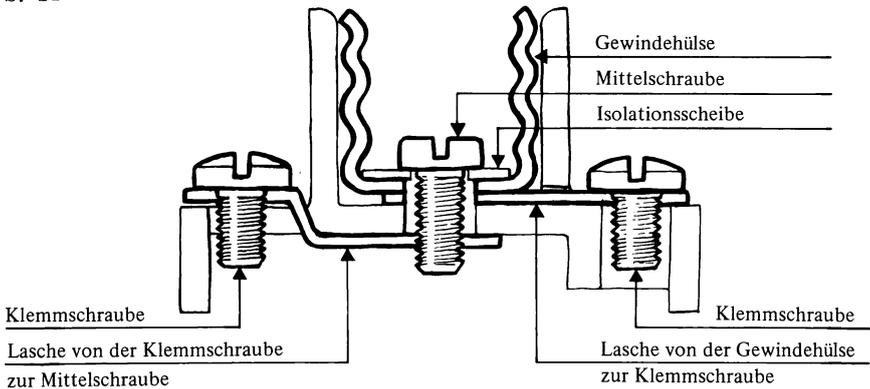
Um den Aufbau der bisher verwendeten Lampenfassung zu untersuchen, schlagen wir zwei Möglichkeiten vor:

1. Die Schüler zerlegen eine Fassung und fertigen wie bei V 11 auf einem gesonderten Blatt Papier eine Schnittzeichnung der Fassung an.
Der Zusammenbau einer zerlegten Fassung bereitet den Schülern z. T. erhebliche Schwierigkeiten. Um den Zusammenbau zu erleichtern, sind bei der Beschreibung des Versuches einige Hinweise gegeben.

2. Die Schüler zerlegen die Fassung nicht, sondern untersuchen eine aufgesägte Fassung. (Siehe dazu Hinweise bei der Beschreibung des Versuchs auf Seite 85).

Der Aufbau der Fassung kann anschließend anhand einer Tafelzeichnung oder anhand der Schnittzeichnung auf Seite 21 des Schülerheftes besprochen werden. Die Namen der wichtigsten Teile werden ins Schülerheft übertragen.

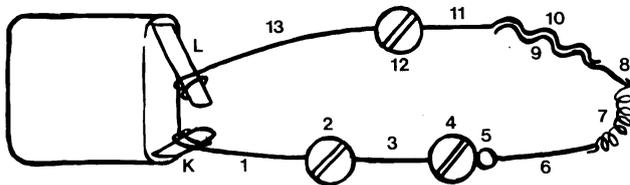
TB+HE
S. 21



KG DIE LEITENDE VERBINDUNG DURCH GLÜHLAMPE UND FASSUNG

Um die leitende Verbindung durch die Glühlampe und die Fassung noch klarer hervorzuheben, kann man nun die folgende Skizze an die Tafel zeichnen, ohne zunächst zu erläutern, was die einzelnen Teile bedeuten sollen:

TB



Die Namen der einzelnen Teile von Fassung und Glühlampe werden nun den Zahlen in der Zeichnung zugeordnet:

TB

K = kurzer Blechstreifen	
1 = Zuleitungsdraht	

2 = Klemmschraube	
3 = Lasche v. d. Klemmschraube zur Mittelschraube	Teile der Fassung
4 = Mittelschraube	

5 = Fußpunkt	
6 = Haltedraht	
7 = Glühdraht	Teile der Glühlampe
8 = Haltedraht	
9 = Gewinde	

10 = Gewindehülse	
11 = Lasche v. d. Gewindehülse zur Klemmschraube	Teile der Fassung
12 = Klemmschraube	

13 = Zuleitungsdraht	
L = langer Blechstreifen	

Will man nicht näher darauf eingehen, daß auch durch eine Batterie eine leitende Verbindung besteht, kann der folgende Versuch V 14 überschlagen werden.

V 14 UNTERSUCHUNG EINER FLACHBATTERIE

G3/DL

Je drei Schüler zerlegen vorsichtig eine Flachbatterie bis die leitenden Verbindungen zwischen den Einzelzellen freigelegt sind. Die Schüler zeichnen in eine Schnittzeichnung auf Seite 22 des Schülerheftes diese Verbindungen ein.

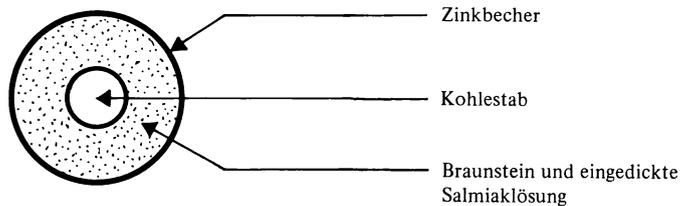
Danach wird den Schülern die leitende Verbindung durch eine aufgesägte Einzelzelle gezeigt. Der Lehrer führt den vorbereiteten Versuch vor und zeigt den Schülern das Ergebnis:

Im Querschnitt der durchsägten Einzelzelle ist zwischen Kohlestab und Zinkbecher eine Schicht aus Braunstein und eingedickter Salmiaklösung zu erkennen.

Mit der Schaltung des Versuchs V 3 (Untersuchung von Leiter und Nichtleiter, Seite 51) kann man nachweisen, daß die einzelnen Teile Leiter sind (siehe dazu Hinweise bei der Beschreibung des Versuchs V 14, Seite 86).

Die Namen der Bestandteile einer Einzelzelle werden nun in die Schnittzeichnung des Schülerheftes eingetragen.

TB+HE
S. 22



V 15 FLIEST DURCH EINE BATTERIE EIN ELEKTRISCHER STROM?

G 3

Entsprechend Z 25 sollte man die Schüler nun auffordern, Vorschläge zu machen, wie man nachweisen kann, daß durch die Batterie ein elektrischer Strom fließt, wenn ein Verbraucher angeschlossen wird.

Den folgenden Versuchsaufbau sollten die Schüler möglichst selbständig finden: Eine oder mehrere der leitenden Verbindungen zwischen den Einzelzellen der Batterie (siehe V 14) werden mit einer Zange durchtrennt. In diese Lücke wird die Glühlampe eingebaut und es werden die beiden Blechstreifen der Batterie mit einem Draht verbunden. Da das Lämpchen leuchtet, fließt auch durch die leitenden Verbindungen zwischen den Einzelzellen ein elektrischer Strom. Dies wird als Indiz dafür genommen, daß auch durch die Einzelzellen selbst ein elektrischer Strom fließt.

KG ELEKTRISCHER STROMKREIS

Die Ergebnisse über den Aufbau von Glühlämpchen, Fassung und Batterie sollten nun zusammengefaßt werden. Wurde der Aufbau der

Batterie nicht näher untersucht, so sind die folgenden Hefteinträge entsprechend zu ändern.

HE
S. 22

In einer funktionierenden Schaltung aus Batterie und Lämpchen besteht eine durchgehende leitende Verbindung nicht nur zwischen den Anschlußstellen von Batterie und Lämpchen, sondern auch durch die Batterie und das Lämpchen hindurch.

Anschließend sollte man unter Rückgriff auf die schon in Block 21 vermittelte Stromvorstellung den Weg des Stromes in der geschlossenen leitenden Verbindung zeigen lassen.

HE
S. 22,
S. 23

Der elektrische Strom fließt im "Kreis":
Durch die eine leitende Verbindung zum Glühlämpchen, durch das Glühlämpchen hindurch, durch die zweite leitende Verbindung zur Batterie und durch die Batterie hindurch.

Man kann in den Formulierungen der beiden obenstehenden Hefteinträge zum Begriff elektrischer Stromkreis auch eine Verallgemeinerung auf Quelle und Verbraucher (anstelle von Batterie und Lämpchen) anstreben, wenn man diese Verallgemeinerung vorher angesprochen und durch einige Beispiele erläutert hat.

Auf Seite 23 des Schülerheftes ist dafür Platz gelassen. Weiterhin finden sich dort einige Anwendungsbeispiele.

HE
S. 22,
S. 23

Eine geschlossene leitende Verbindung, in die eine Quelle eingebaut ist, nennen wir einen ELEKTRISCHEN STROMKREIS.

KG

DISKUSSION VERSCHIEDENER STROMVORSTELLUNGEN

Im bisherigen Unterricht haben wir den Schülern eine Stromvorstellung vermittelt, die inhaltlich mit den Blöcken 20, 21, 27 und 28 umrissen werden kann. Die Schüler "wissen" also, daß ein elektrischer Strom durch eine geschlossene leitende Verbindung fließt und daß der elektrische Strom in der Hin- und Rückleitung zum Verbraucher gleich groß ist. Der elektrische Strom ist also als ein "Etwas"

bekannt, das in einen Draht fließt. Das Wesen dieses "Etwas" dagegen ist bisher noch nicht angesprochen worden.

Wir schlagen deshalb vor, an dieser Stelle mit den Schülern zu diskutieren, wie man sich den elektrischen Strom vorstellen kann.

Man sollte die Schüler dazu auffordern, ihre Vorstellungen zu beschreiben und dann diskutieren, welche der Kenntnisse, die sie in dieser Unterrichtseinheit erworben haben, mit ihren Stromvorstellungen erklärt werden können und welche nicht. Dabei kommt es unserer Meinung nach darauf an (siehe Z 26, Seite 74), daß den Schülern bewußt wird, daß man eventuell mit verschiedenen Modellvorstellungen bestimmte Beobachtungen gleich gut erklären kann.

Dazu ein Beispiel: (Vgl. S. 14 f)

Nach den Erfahrungen der Erprobungen haben einige Schüler folgende Vorstellung über den elektrischen Strom: Es gibt zwei Arten von Strom - Minusstrom und Plusstrom. Der Minusstrom fließt durch die eine leitende Verbindung, der Plusstrom durch die andere leitende Verbindung zum Verbraucher. Im Verbraucher (z. B. in einer Glühlampe) treffen die beiden Arten von Strom aufeinander.

Diese Vorstellung kann durch kein Experiment dieser Unterrichtseinheit widerlegt werden, da auch der Versuch zur Erläuterung von Block 21 (V 8, Seite 61) sich mit dieser Vorstellung erklären läßt: Erstens ist es evident, daß der Strom in beiden Leitungen gleich groß ist und zweitens kann man den entgegengesetzten Ausschlag der beiden Meßinstrumente damit erklären, daß zwei Arten von elektrischem Strom vorliegen, die die Meßinstrumente nach verschiedenen Seiten ausschlagen lassen.

Das Elektronenmodell (der elektrische Strom besteht aus kleinen Teilchen, sogenannten Elektronen, die durch den Draht fließen) kann als eine Stromvorstellung genannt werden, die heute weit verbreitet ist (vgl. S. 15). Das Elektronenmodell sollte nicht als "Wirklichkeit" bezeichnet, sondern nur als eine Möglichkeit genannt werden, wie man sich den elektrischen Strom vorstellen kann. Zwar kann man im 5. und 6. Schuljahr noch nicht erwarten, daß den Schülern der Unterschied von "Modellvorstellung" und "Wirklichkeit" deutlich bewußt wird. Man sollte sich aber bemühen, alles zu unter-

lassen, was die Schüler dazu bringen könnte eine Modellvorstellung z. B. das Elektronenmodell als "Wirklichkeit" anzusehen.

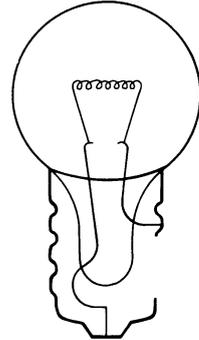
Wir schlagen vor, Ergebnisse der Diskussion über Stromvorstellungen nicht schriftlich festzuhalten, da es nicht Aufgabe der Diskussion sein sollte, daß die Schüler Modelle des Stromkreises kennenlernen, sondern daß sie erkennen, daß verschiedene Vorstellungen zur Erklärung von Beobachtungen möglich sind.

2.5.5. Versuche des fünften Unterrichtsabschnitts

Versuch V 11	Untersuchung einer aufgesägten Glühlampe	G 2
-----------------	--	-----

Geräte:

- 1 Klarglasglühlampe 220 V/60 W
mit aufgesägtem Sockel



Durchführung:

Die Glühlampe soll von den Schülern abgezeichnet werden. Der Sockel ist so aufgesägt, daß die Schüler den Verlauf der Halte- und Versorgungsdrähte vom Fußpunkt und vom Gewinde zum Glühdraht verfolgen können.

Versuch V 12	Ein Konstantandraht erwärmt sich, wenn er an eine Batterie angeschlossen wird	G2/ DL
-----------------	---	-----------

Geräte:

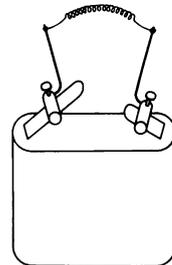
- 1 Flachbatterie 4,5 V mit Batterieklemmen
- 2 blanke Drähte ca. 10 cm lang
- 1 Stück Konstantandraht ca. 6 cm lang, 0,2 mm \varnothing

zur Demonstration:

- 2 Flachbatterien oder andere Quelle

Durchführung:

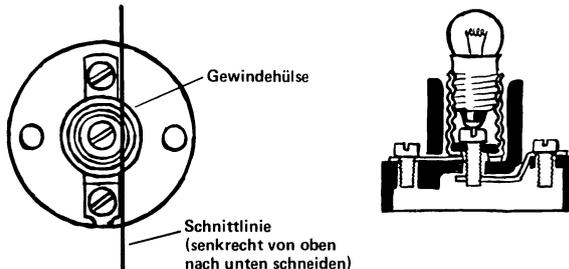
1. Der Draht wird zunächst nicht "gewandelt" zwischen den Drähten aufgespannt. Die Schüler bemerken eine Erwärmung.
2. Der Draht wird über einer Kugelschreibermine oder dergleichen zur Spirale ("Wendel") aufgewickelt und dann wie bei 1. angeschlossen. Wenn die Batterie neu und die Spirale eng gewickelt ist, glüht der Draht nun.
3. Da die Batterien an dieser Stelle der Einheit häufig schon "schwach" sind, sollte der Versuch vom Lehrer entweder mit 2 hintereinandergeschalteten Batterien oder mit einer anderen Quelle demonstriert werden, nachdem die Schüler in ihren eigenen Versuchen die Erwärmung festgestellt haben.



Versuch V 13	Untersuchung einer Glühlampenfassung	G2
-----------------	--------------------------------------	----

Geräte:

- 1 "Illuminationsfassung" E 10
- 1 Schraubenzieher
- oder
- 1 aufgesägte Illuminationsfassung E 10



Durchführung:

In den Anregungen und Hinweisen zur Gestaltung des Unterrichts werden zwei Möglichkeiten vorgeschlagen, diesen Versuch durchzuführen:

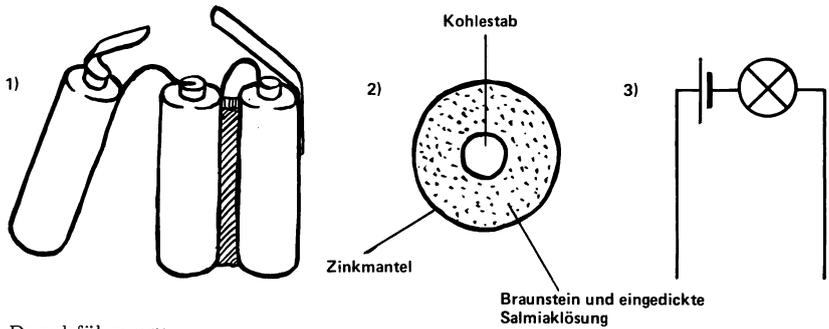
1. Die Schüler zerlegen die Fassung und bauen sie wieder zusammen.
Der Zusammenbau geschieht am besten in folgenden Schritten:
 - a) Scheibe mit Klemmschraube in den Grundkörper einlegen.
 - b) Gewindehülse einlegen.
 - c) Pappscheibe in die Hülse einlegen.
 - d) Abgewinkeltes Teil mit der linken Hand zusammen mit dem Grundkörper in der richtigen Stellung festhalten.
 - e) Kontaktschraube in das Loch hineinfallen lassen, mit dem Schraubenzieher nachhelfen und festschrauben.

2. Man zersägt einige Fassungen und läßt die Schüler daran den Aufbau beobachten, ohne daß die Fassungen zerlegt werden. Zum Aufsägen der Fassung einige Hinweise: Die Illuminationsfassungen lassen sich so zersägen, daß die Fassung funktionsfähig bleibt, d. h. daß ein eingeschraubtes Lämpchen leuchtet, wenn es an eine Batterie angeschlossen wird. Die Fassung wird festgeklemmt (am besten in einem Schraubstock) und so zersägt, wie es die Skizze zeigt. Mit einer Metallsäge benötigt man für eine Fassung nur einige Minuten.

Versuch V 14	Untersuchung einer Flachbatterie	G3/ DL
-----------------	----------------------------------	-----------

Geräte:

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| 1 Flachbatterie 4,5 V | für je 3 Schüler |
| 1 Stahlsäge | } für Demonstrationen |
| 1 Batterie 4,5 V | |
| 1 Lämpchen in Fassung | |
| 3 Experimentierschnüre | |



Durchführung:

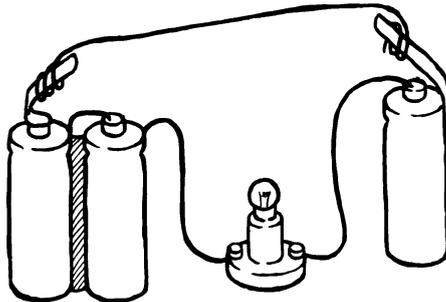
- Die Schüler entfernen die Papierumhüllung der Batterie vorsichtig, bis die Verbindungsdrähte zwischen den Einzelzellen sichtbar werden.
- Der Lehrer sägt eine Einzelzelle auf, zeigt und benennt die einzelnen Teile der Zelle.
- Mit der Schaltung des Versuchs V 3 (Untersuchung von Leiter - Nichtleiter) wird gezeigt, daß der Zinkmantel und der Kohlestab den elektrischen Strom leiten. Ist die Batterie neu und die Salmiak-Braunstein-Paste noch relativ feucht, so kann man auch zeigen, daß diese Paste den elektrischen Strom leitet. Dazu muß man die beiden Enden der "Prüfschaltung" nahe beieinander in die Paste stecken, ohne die Enden allerdings zu berühren. Das Lämpchen leuchtet dann schwach auf.

Um deutlich zu zeigen, daß die Paste den elektrischen Strom leitet, kann man die Paste aus einer Zelle herauskratzen und die beiden Enden der Prüfschaltung dann in diese Paste stecken.

Versuch V 15	Fließt durch eine Batterie ein elektrischer Strom?	G 3
-----------------	--	-----

Geräte:

- 1 Flachbatterie 4,5 V ohne Papierumhüllung aus V 14
- 1 Glühlämpchen 3,8 V in Fassung
- 3 Drähte oder Experimentierschnüre
- 1 Zange (die Zange kann von Gruppe zu Gruppe weitergereicht werden)



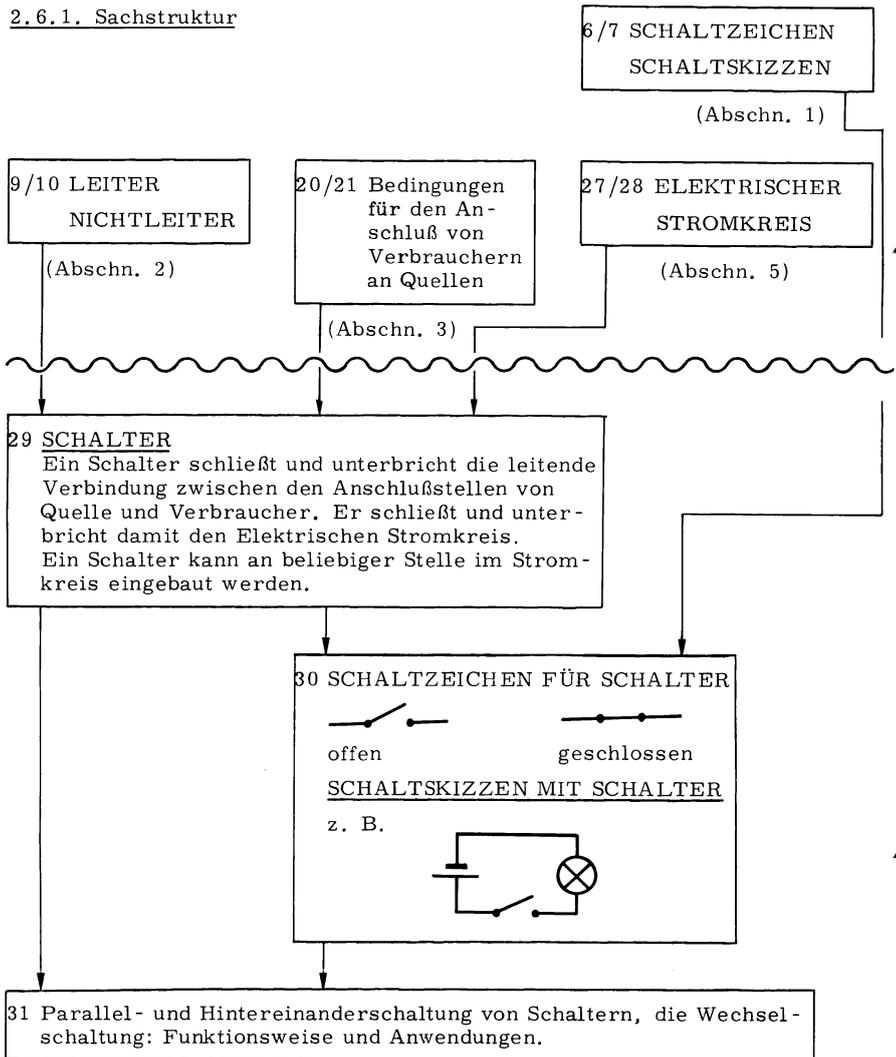
Durchführung:

Zwischen die aufgetrennten Teile der Flachbatterie wird ein Lämpchen mit Fassung eingebaut. Die beiden Blechstreifen der Flachbatterie werden mit einem Draht verbunden.

2.6. Sechster Unterrichtsabschnitt

SCHALTER

2.6.1. Sachstruktur



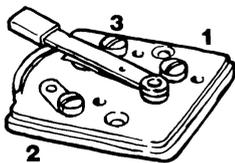
Anmerkungen zur Sachstruktur

zu Block 29:

Die Funktionsweise eines Schalters kann, wie aus der Formulierung von Block 29 hervorgeht, entweder mit dem Begriff "leitende Verbindung" oder mit dem Begriff "elektrischer Stromkreis" beschrieben werden. Verzichtet man auf die Umschreibung mit dem Begriff "elektrischer Stromkreis", so kann dieser 6. Unterrichtsabschnitt auch schon vor dem 5. Unterrichtsabschnitt behandelt werden.

Leiter und Nichtleiter (Blöcke 9/10) sind insofern für die Behandlung der Schalter Voraussetzung, als mit diesen Begriffen der Aufbau verschiedener Schalter geklärt werden kann.

Wir schlagen vor, verschiedenartige Schalter in den elektrischen Stromkreis einzubauen: Klingeltaster, Klingelumschalter, Druckschalter, Wippschalter, Kippschalter u. a. Mit dieser relativ großen Auswahl von Schaltern kann den Schülern erstens gezeigt werden, daß in der Technik ein und derselbe physikalische Vorgang in sehr verschiedener Weise realisiert werden kann. Zweitens lernen die Schüler auf diese Weise den Aufbau und die Funktionsweise von Schaltern kennen, die ihnen in ihrer Umwelt wahrscheinlich schon begegnet sind. Drittens bieten die verschiedenartigen Schalter unterschiedliche Schwierigkeiten für den Einbau in den Stromkreis. Nach den Erfahrungen der Erprobungen bereitet es den Schülern nur wenig Schwierigkeiten einen Schalter einzubauen, der zwei deutlich erkennbare Anschlußstellen hat (z. B. einen Klingeltaster). Sind mehrere Anschlußstellen (wie z. B. beim Klingelumschalter) oder weitere für den Anschluß irrelevanter Schrauben (wie z. B. beim Wippschalter) vorhanden, so bauen relativ viele Schüler diese Schalter falsch ein.



Am Einbau des Klingelumschalters (s. Skizze) z. B. kann man gut beobachten, ob die Schüler den Einbau eines Schalters "verstanden" haben. Relativ viele Schüler schlossen während der Erprobungen die beiden offenen Drähte nicht zwischen den Stellen 1 und 3 oder 1 und 2, sondern zwischen den Stellen 2 und 3 an, obwohl sie vorher schon andere Schalter (z. B. einen Klingeltaster) in den Stromkreis eingebaut hatten.

zu Block 30:

Es werden die im ersten Abschnitt eingeführten Schaltzeichen und Schaltskizzen wieder aufgenommen. Schaltskizzen mit Schaltern spielen bei der Behandlung von Parallel- und Hintereinanderschaltung zweier Schalter sowie bei der Behandlung der Wechselschaltung dadurch eine große Rolle, daß die Schüler nach Schaltskizzen diese Schaltungen aufbauen bzw. daß die Schüler von diesen Schaltungen Schaltskizzen anfertigen und anhand der Schaltskizzen die Funktionsweise der Schaltungen erläutern.

zu Block 31:

Schaltungen mit Schaltern bieten ein großes Feld von Anwendungsmöglichkeiten sehr unterschiedlichen Schwierigkeitsgrades. Wir schlagen vor, zumindest die Parallel- und Hintereinanderschaltung zweier Schalter und Anwendungen dieser Schaltungen in technischen Geräten zu behandeln. Die Wechselschaltung bereitet vielen Schülern dieser Altersstufe noch große Schwierigkeiten. Sie sollte deshalb eventuell nur für gute Schüler vorgesehen werden.

Anwendung der Hintereinanderschaltung zweier Schalter:

Sicherheitsschaltungen bei elektrischen Geräten:

Bei einer Waschmaschine z. B. sind der Hauptschalter und ein Schalter an der Tür hintereinandergeschaltet. Wird die Tür während des Betriebes geöffnet, unterbricht dieser Schalter den Stromkreis.

Anwendung von Parallelschaltungen zweier Schalter:

In Etagenhäusern sind die Klingeltaster an der Haustür und an der Wohnungstür parallel geschaltet.

Beim Scheibenwischer eines Autos sind der Schalter am Armaturenbrett und der "automatische Ausschalter" parallel geschaltet (s. Schülerheft Seite 39). Kontaktschalter für die Innenbeleuchtung in Autotüren.

Parallel- und Hintereinanderschaltung zweier Schalter sind übrigens Grundschaltungen "logischer" Schaltungen.

Die Parallelschaltung entspricht dem logischen "ODER": Schalter 1 oder Schalter 2 oder beide Schalter müssen geschlossen werden, wenn z. B. im Stromkreis ein Lämpchen leuchten soll.

Die Hintereinanderschaltung entspricht dem logischen "UND": Schalter 1 und Schalter 2 müssen geschlossen werden, wenn z. B. ein angeschlossenes Lämpchen leuchten soll.

2.6.2. Ziele des sechsten Unterrichtsabschnitts

Konzeptziele

Z 27 Schalter

Die Schüler sollen ...

- die leitende Verbindung durch Schalter zeigen und/oder beschreiben.
- die Funktion von Leitern und Nichtleitern beim Aufbau von Schaltern beschreiben.
- einen Schalter an verschiedener Stelle des Stromkreises einbauen können.
- die Funktion eines Schalters etwa folgendermaßen umschreiben: Mit einem Schalter kann man einen Verbraucher ein- oder ausschalten. Ein Schalter schließt oder unterbricht eine leitende Verbindung zwischen Quelle und Verbraucher. Ein Schalter schließt oder unterbricht also den elektrischen Stromkreis.
- einen Schalter nach eigenem Entwurf aufbauen.
- den verschiedenen Schaltern ein Schaltzeichen zuordnen und zu einem Stromkreis mit Schalter eine Schaltskizze zeichnen.

(Blöcke 29 und 30; Items 43, 44, 45)

Z 28 Parallel- und Hintereinanderschaltung von Schaltern; Wechselschaltung

Die Schüler sollen ...

- nach einer Schaltskizze zwei Schalter parallel oder hintereinander in einen Stromkreis einbauen.
- zu einer aufgebauten Schaltung bzw. einer entsprechenden Zeichnung mit zwei Schaltern, die parallel oder hintereinander in einen Stromkreis eingebaut sind, eine Schaltskizze zeichnen.
- die Funktionsweise der Parallelschaltung von zwei Schaltern etwa folgendermaßen beschreiben: Der Verbraucher arbeitet (z. B. ein Lämpchen leuchtet), wenn man den einen Schalter oder den anderen Schalter oder beide Schalter schließt.
- die Funktionsweise der Hintereinanderschaltung zweier Schalter etwa folgendermaßen umschreiben: Der Verbraucher arbeitet, wenn man beide Schalter gleichzeitig schließt.
- Beispiele für die Verwendung der Parallel- und Hintereinanderschaltung zweier Schalter nennen und die Funktionsweise der Schalter in diesen Schaltungen erklären.
- eine Wechselschaltung nach einer Schaltskizze aufbauen.
- beschreiben, wie eine Wechselschaltung funktioniert.
- Beispiele für die Verwendung der Wechselschaltung (z. B. bei Treppenhausbeleuchtungen) beschreiben.

(Block 31; Items 33, 34, 48)

Prozeßziele

Z 29 Versuche umsichtig und zielgerecht durchführen

Die Schüler sollen einen oder mehrere Schalter fachgerecht in einen Stromkreis einbauen.

Z 30 Anwendung physikalischer Kenntnisse

Die Schüler sollen ...

- Kenntnisse über Leiter und Nichtleiter zur Erklärung des Aufbaus von Schaltern anwenden.
- den Begriff Stromkreis bzw. den Begriff "leitende Verbindung" bei der Beschreibung der Funktionsweise von Schaltern anwenden.
- die Anwendung von Parallel- und Hintereinanderschaltung zweier Schalter sowie die Anwendung der Wechselschaltung in technischen Geräten und in der Umwelt erkennen.

2.6.3. Für den Unterrichtsabschnitt benötigte Hilfsmittel

Seite 24 bis 27 des Schülerheftes, eventuell auch Seite 39 des Schülerheftes

Für die Versuche V 16 bis V 20 die folgenden Geräte:

Für jeden Schüler

- 1 Klingeltaster
- 1 Klingelumschalter
- 1 Batterie 4,5 V mit Batterieklemmen
- 1 Lämpchen 3,8 V in Fassung
- 5 Drähte
- 1 Schraubenzieher

Für je 2 Schüler

- 1 Wippschalter
- 1 Druckschalter
- 1 Kippschalter

2.6.4. Anregungen und Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts

Als Einstiege in das Thema dieses Unterrichtsabschnittes haben sich während der Erprobungen die beiden folgenden als günstig erwiesen:

- a) Man geht von der Funktion des Schalters aus (Ein- und Ausschalten eines Verbrauchers) und läßt die Schüler selbst herausfinden, wie man einen Schalter so in einen Stromkreis einbauen muß, damit der Verbraucher mit dem Schalter ein- und ausgeschaltet werden kann, ohne daß ein Kurzschluß entsteht.
- b) Man knüpft daran an, daß man die leitenden Verbindungen zwischen Quelle und Verbraucher bzw. den elektrischen Stromkreis an beliebiger Stelle unterbrechen kann und läßt die durch eine Unterbrechung entstandene Lücke durch einen Schalter schließen.

V 16 VERSCHIEDENE SCHALTER IN EINEN STROMKREIS EINBAUEN
G1/G2 Wir schlagen vor, von den in der Versuchsbeschreibung (s. S. 98) genannten Schaltern für den Beginn des Unterrichts den Klingeltaster auszuwählen.

Dieser Schalter hat erstens zwei deutlich erkennbare Anschlußstellen und zweitens ist seine Funktionsweise gut durchschaubar. Dieser zweite Aspekt ist besonders wichtig, wenn man den Einstieg a) wählt. Da einige Schüler den Schalter so einbauen, daß ein Kurzschluß entsteht, wenn der Schalter eingeschaltet wird, ist es wichtig, daß man am Schalter erkennen kann ob er geöffnet oder geschlossen ist und daß man erkennen kann, welche Leiter den Kurzschluß verursachen.

Als zweiten Schalter sollte man den Klingelumschalter vorsehen. Dieser Schalter ist ebenfalls einfach in seinem Aufbau zu durchschauen, hat aber die schon auf Seite 89 erwähnte Schwierigkeit, daß er drei Anschlußstellen besitzt.

Als nächsten Schalter sollte man den Wippschalter einbauen lassen. Dieser Schalter hat folgende zusätzliche Schwierigkeiten: Erstens besitzt er neben den für seine Funktion als Schalter relevanten Anschlußstellen zwei Schrauben, die zur mechanischen Befestigung dienen. Zweitens ist er erheblich komplizierter aufgebaut, als die

beiden vorher eingebauten Schalter. Die leitende Verbindung durch den Schalter kann aber noch verfolgt werden.

Schließlich sollten die Schalter eingebaut werden, deren inneren Aufbau man nicht mehr verfolgen kann (Kippschalter und Druckschalter). Der Kippschalter bringt eine neue Schwierigkeit dadurch, daß er vier Anschlußstellen besitzt.

Man sollte nicht alle Schalter direkt nacheinander einbauen lassen, sondern jeweils an geeigneter Stelle die Funktionsweise und den Aufbau der einzelnen Schalter sowie die Funktionsweise von Schaltern im allgemeinen klären.

Weiterhin kann an geeigneter Stelle das Schaltzeichen für Schalter eingeführt und in Schaltskizzen angewendet werden.

V 17 EINEN SCHALTER SELBST BAUEN

G 1 Während der Erprobungen hat es sich gezeigt, daß die Schüler gerne Schalter nach eigenem Entwurf aufbauen. Man kann deshalb die Schüler auffordern, zuhause einen Schalter mit den Materialien aufzubauen, die ihnen zur Verfügung stehen.

KG FUNKTIONSWEISE VON SCHALTERN

Während des Versuchs V 16 sollte man die Funktionsweise und den Aufbau der einzelnen Schalter klären. Dabei sollte man insbesondere die leitende Verbindung durch die Schalter und die Verwendung von Nichtleitern deutlich herausarbeiten. Dies ist beim Klingelaster, beim Klingelumschalter und beim Wippschalter gut möglich. Beim Einbau der verschiedenen Schalter sollte die Funktionsweise von Schaltern im allgemeinen etwa folgendermaßen beschrieben werden.

HE
S. 24

Ein Schalter dient zum Ein- und Ausschalten eines Verbrauchers. Er schließt oder unterbricht eine leitende Verbindung zwischen Quelle und Verbraucher, er schließt oder unterbricht also den elektrischen Stromkreis.
Ein Schalter kann an beliebiger Stelle des Stromkreises eingebaut werden.

KG VERSCHIEDENE SCHALTER - EIN SCHALTZEICHEN

Wenn die Schüler im Verlaufe von V 16 bereits einige Schalter kennengelernt haben, wird für alle Schalter ein Schaltzeichen eingeführt und eine Schaltskizze für alle Schaltungen mit Schalter, Batterie und Lämpchen angefertigt.

TB+HE

Schaltzeichen für einen Schalter

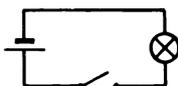


Schalter geöffnet



Schalter geschlossen

Beispiel: Schaltskizze für einen Stromkreis aus Batterie, geöffnetem Schalter und Lämpchen.



Der folgende Teil des Unterrichtsabschnitts beschäftigt sich mit Parallel- und Hintereinanderschaltung von zwei Schaltern sowie mit der Wechselschaltung zweier Klingelumschalter. Das Schülerheft ist so angelegt, daß die Schüler weitgehend selbständig arbeiten können. Dabei ist es möglich, für alle Schüler die Parallel- und Hintereinanderschaltung zweier Schalter und nur für schnellere Schüler die Wechselschaltung vorzusehen.

V 18 HINTEREINANDERSCHALTUNG ZWEIER SCHALTER

G 2

Die Schüler bauen nach einer Schaltskizze auf Seite 26 des Schülerheftes zwei Klingeltaster hintereinander in einen Stromkreis aus

Batterie und Lämpchen ein. Diese Aufgabe bereitet den Schülern im allgemeinen keine Schwierigkeiten.

Die Funktionsweise der Schaltung kann wie folgt notiert werden.

HE
S. 26

Das Lämpchen leuchtet, wenn man Schalter A und B schließt.

V 19
G 2

PARALLELSCHALTUNG ZWEIER SCHALTER

Wiederum nach einer Schaltskizze auf Seite 26 des Schülerheftes werden nun zwei Klingeltaster parallel in einen Stromkreis eingebaut. Hierzu sind eventuell einige Hilfen notwendig, die bei der Beschreibung des Versuchs (Seite 100) genannt sind.

Die Funktionsweise der Schaltung kann wie folgt festgehalten werden.

HE
S. 26

Das Lämpchen leuchtet, wenn man Schalter C oder Schalter D oder beide Schalter schließt.

KG

ANWENDUNGEN VON HINTEREINANDER- UND PARALLELSCHALTUNG ZWEIER SCHALTER

Neben der Funktionsweise von Parallel- und Hintereinanderschaltung zweier Schalter sollte man auch eingehend Anwendungen dieser Schaltungsarten besprechen. Einige Anregungen dazu sind bei den Anmerkungen zur Sachstruktur (Seite 90) zu finden. Ergebnisse können auf Seite 26 des Schülerheftes notiert werden. Weiterhin sei auf den Informationsteil des Schülerheftes verwiesen, in dem auf Seite 39 als Anwendung die Parallelschaltung beim Scheibenwischer eines Autos beschrieben wird.

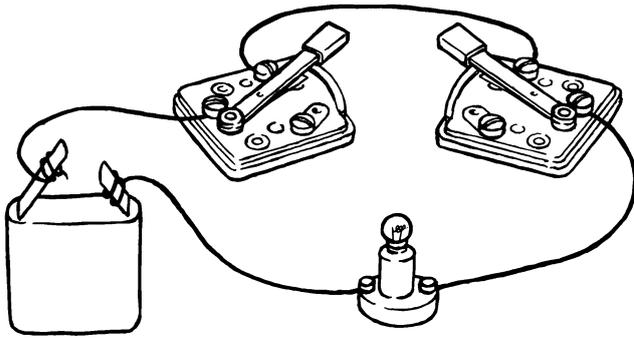
V 20
G 2

WECHSELSCHALTUNG MIT ZWEI KLINGELUMSCHALTERN

Die Wechselschaltung kann wie die Parallel- und Hintereinanderschaltung von den Schülern nach einer Schaltskizze auf Seite 27 des Schülerheftes aufgebaut werden. Soll diese Schaltung mit allen Schülern besprochen werden, so ist es zweckmäßig, vor Beginn des Versuchs die Schaltung durchzusprechen und mit den Schülern zu erarbeiten, daß von den in V 16 verwendeten Schaltern hier nur der Klingelumschalter benutzt werden kann.

Wenn die Schüler Schwierigkeiten beim Aufbau der Schaltung nach der Schaltskizze haben, ist es zweckmäßig die Schaltung anhand einer konkreten Zeichnung an der Tafel zu erläutern.

TB



Die Funktionsweise der Schaltung kann wie folgt festgehalten werden.

HE
S. 27

Das Lämpchen kann mit jedem Schalter sowohl ein- als auch ausgeschaltet werden.

Als Anwendung der Wechselschaltung kann notiert werden.

HE
S. 27

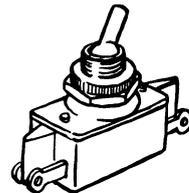
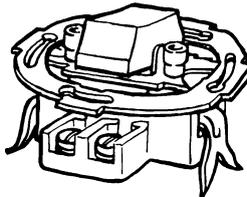
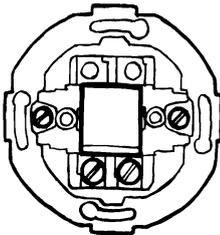
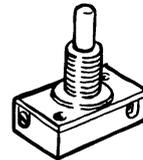
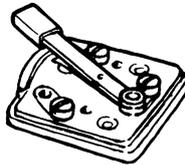
Will man in einem Treppenhaus eine Lampe sowohl im Erdgeschoß als auch im ersten Stock ein- und auch ausschalten können, so kann man dazu eine Wechselschaltung verwenden.

2.6.5. Versuche des sechsten Unterrichtsabschnitts

Versuch V 16	Verschiedene Schalter in einen Stromkreis einbauen	G1 / G2
-----------------	---	------------

Geräte:

- 1 Klingeltaster
- 1 Klingelumschalter
- 1 Wippschalter
- 1 Druckschalter
- 1 Kippschalter
- 1 Batterie 4,5 V mit Batterieklemmen
- 1 Lämpchen 3,8 V in Fassung
- 3 Drähte
- 1 Schraubenzieher



Durchführung:

Die Schalter werden, wie auf S. 93 beschrieben, in den Stromkreis aus Batterie und Lämpchen eingebaut.

Für diesen Versuch sollten keine Experimentierschnüre verwendet werden, da es bei den hier benutzten Schaltertypen einfacher ist, Drähte unter den Anschlußschrauben zu befestigen.

Beim Wippschalter muß der Deckel entfernt werden, damit die Anschlußschrauben zugänglich werden.

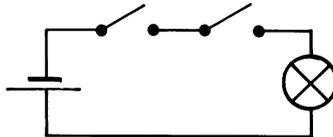
Versuch V 17	Einen Schalter selbst bauen	G1
-----------------	-----------------------------	----

Die Schüler sollen mit den Materialien, die ihnen zu Hause zur Verfügung stehen (Drähte, Metallstücke, Holz, Pappe, Styropor und dergleichen) einen Schalter nach eigenem Entwurf aufbauen.

Versuch V 18	Hintereinanderschaltung zweier Schalter	G2
-----------------	---	----

Geräte:

- 1 Batterie 4,5 V mit Batterieklemmen
- 1 Lämpchen 3,8 V in Fassung
- 2 Klingeltaster
- 3 Drähte
- 1 Schraubenzieher



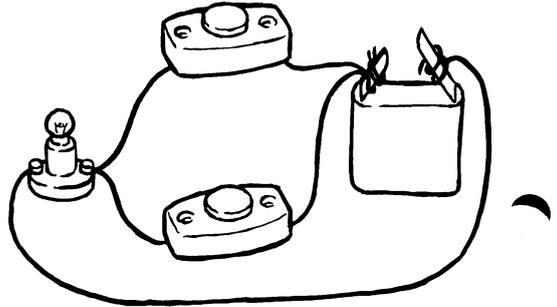
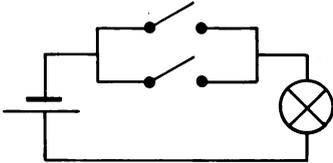
Durchführung:

Die Schüler bauen die Schaltung nach einer Schaltskizze auf S. 26 des Schülerheftes zusammen.

Versuch V 19	Parallelschaltung zweier Schalter	G2
-----------------	-----------------------------------	----

Geräte:

wie V 18



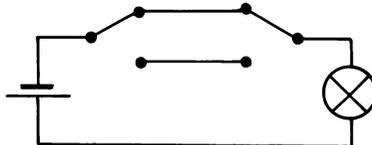
Durchführung:

Diese Schaltung bereitet den Schülern im allgemeinen größere Schwierigkeiten als die Hintereinanderschaltung. Meistens sind einige Hilfen notwendig. Anhand einer Tafelzeichnung der Schaltung kann man dann folgendes Vorgehen empfehlen: Es wird erst ein Klingeltaster in den Stromkreis eingebaut und dann der zweite parallel zum ersten hinzugeschaltet.

Versuch V 20	Wechselschaltung mit zwei Klingelumschaltern	G 2
-----------------	--	-----

Geräte:

- 1 Batterie 4,5 V mit Batterieklemmen
- 1 Lämpchen 3,8 V in Fassung
- 5 Drähte
- 1 Schraubenzieher



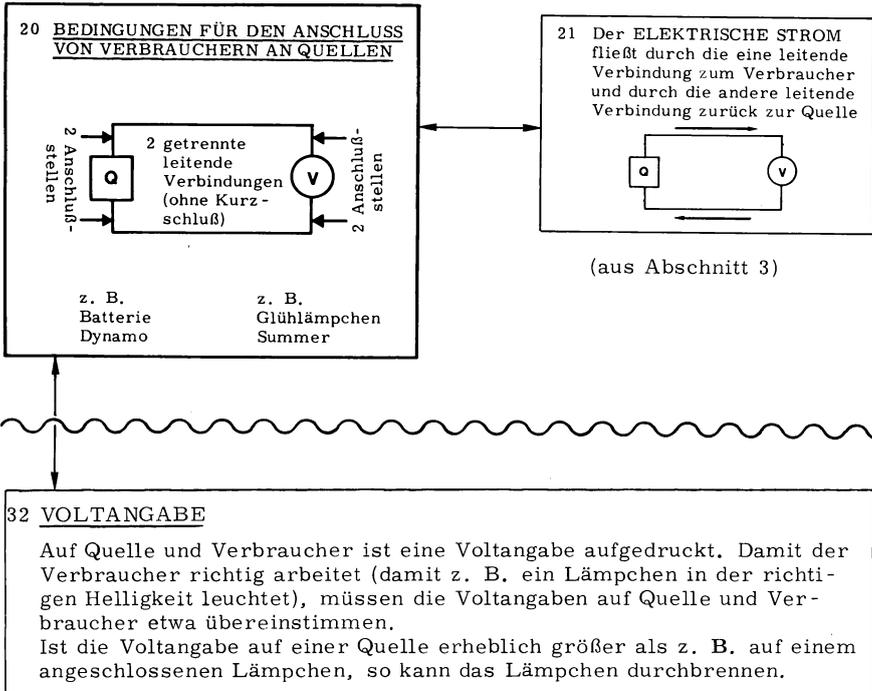
Durchführung:

Die Schüler sollen die Schaltung nach einer Schaltskizze auf S. 27 des Schülerheftes aufbauen.

2.7. Siebenter Unterrichtsabschnitt

DIE VOLTANGABE AUF QUELLEN UND VERBRAUCHERN

2.7.1. Sachstruktur



Wie der doppelte Pfeil zwischen den Blöcken 20 und 32 andeutet, ist Block 20 nicht Voraussetzung für Block 32, sondern Block 32 ergänzt die Anschlußbedingungen von Verbrauchern an Quellen um ein weiteres Merkmal, die Voltangabe.

Dabei wird unter Voltangabe die Spannungsangabe verstanden, die auf einen Verbraucher bzw. eine Quelle aufgedruckt bzw. die bei einem Verbraucher und einer Quelle angegeben ist.

Die Voltangabe einer Quelle stimmt also nicht unbedingt mit der tatsächlichen Spannung dieser Quelle überein!

Anstelle des Begriffs Voltangabe kann man auch die Begriffe Nennspannung einer Quelle und vorgesehene Betriebsspannung eines Verbrauchers verwenden. Die Behandlung der Voltangabe bringt die Anschlußbedingungen von Block 20 einerseits zu einem Abschluß, da nun die wichtigsten Anschlußbedingungen erarbeitet sind. Sie ist aber andererseits als Vorbereitung für den Spannungsbegriff zu sehen, der erst in der Sekundarstufe I eingeführt werden sollte.

Dieser Unterrichtsabschnitt kann auch an anderer Stelle der Einheit, beispielsweise direkt im Anschluß an Abschnitt 3 eingesetzt werden.

2.7.2. Ziele des siebenten Unterrichtsabschnitts

Konzeptziel

Z 31 Voltangabe

Die Schüler sollen ...

- angeben, daß eine Monozelle 1,5 V und eine Starterbatterie 1,5 V ein Lämpchen gleich hell leuchten lassen.
- angeben, daß ein bestimmtes Lämpchen umso heller leuchtet, je größer die Voltangabe der Quelle ist, an die das Lämpchen angeschlossen ist.
- Die Voltangabe verschiedener Quellen (z. B. verschiedene Batterien, Steckdose) nennen.
- die Voltangabe auf Verbrauchern (z. B. Lämpchen, elektrische Haushaltsgeräte) und Quellen (z. B. Batterie, Dynamo) ablesen.
- angeben können, daß Quelle und Verbraucher bei einer funktionierenden Schaltung etwa gleiche Voltangabe haben müssen.
- die Voltangabe von Quelle und Verbraucher in einem Stromkreis aufeinander abstimmen.
- bei gegebener Voltangabe einer Batterie die Anzahl der darin enthaltenen Einzelzellen berechnen.

(Block 32; Items 47, 48, 49, 50, 51)

Prozeßziele

In diesem Unterrichtsabschnitt können die schon im ersten und zweiten Unterrichtsabschnitt genannten Prozeßziele Z 3 und Z 5 erneut aufgegriffen werden.

Z 32 Erkennen einer Aufgabe und Suchen eines Lösungsweges

Die Schüler sollen bei der Aufgabe, verschiedene Lämpchen an verschiedene Batterien anzuschließen, möglichst selbständig zu Vermutungen kommen, worauf man achten muß, damit das Lämpchen jeweils in der richtigen Helligkeit leuchtet. Sie sollen diese Vermutungen in Versuchen überprüfen.

Z 33 Interpretieren von Versuchsergebnissen

Die Schüler sollen bei der in Z 32 genannten Aufgabe die Versuchsergebnisse (ein Lämpchen leuchtet in der richtigen Helligkeit oder nicht) im Hinblick auf ihre Vermutungen möglichst selbständig beschreiben.

2.7.3. Für den Unterrichtsabschnitt benötigte Hilfsmittel

Seite 28 und 29 des Schülerheftes

Für die Versuche V 21 bis V 26 die folgenden Geräte:

Für Demonstrationen:

- 2 Lämpchen 1,5 V/0,15 A mit Fassung
- 1 Monozelle 1,5 V
- 1 Starterbatterie 1,5 V (für Modellflugzeuge)
- 8 Experimentierschnüre mit Krokodilklemmen
- 1 Batterie 6 V
- 1 Flachbatterie 4,5 V
- 1 Stabbatterie 3 V
- 1 Lämpchen 3,8 V/0,3 A mit Fassung
- 1 Lämpchen 2,5 V/0,3 A mit Fassung
- 1 Lämpchen 6 V/0,4 A mit Fassung
- 1 Transformator 12 V = , möglichst einstellbar
- 2 große Nägel

Für je 2 Schüler:

- 1 Flachbatterie 4,5 V
- 1 Monozelle 1,5 V
- 1 Lämpchen 3,8 V mit Fassung
- 2 Drähte oder Experimentierschnüre
- 1 Fahrradrücklicht mit Lämpchen 6 V

2.7.4. Anregungen und Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts

Zum Einstieg in das Thema dieses Unterrichtsabschnitts kann man die im dritten Unterrichtsabschnitt erarbeiteten Anschlußbedingungen (siehe Block 20 des Sachstrukturdiagramms auf Seite 101) wieder aufgreifen und darauf hinweisen, daß die Bedingungen für den Anschluß für Verbraucher an Quellen noch ergänzt werden müssen.

Will man das Prozeßziel Z 32 (Erkennen einer Aufgabe und Suchen eines Lösungsweges) verfolgen, kann man den Versuch V 21 vorführen oder den Versuch 22 von den Schülern selbst durchführen lassen und den Schülern bei diesen Versuchen Gelegenheit geben, selbst auf die weitere Anschlußbedingung, Voltangabe, zu kommen.

Wenn den Schülern bei ihren Versuchen mit Stabbatterie 3 V, Flachbatterie 4,5 V und Lämpchen 3,8 V im ersten Unterrichtsabschnitt schon aufgefallen ist, daß das Lämpchen beim Anschluß an diese beiden Batterien unterschiedlich hell leuchtet, so sollte man diese Erfahrungen hier anknüpfen.

Schließlich kann man auch den Versuch V 1 (Ein Lämpchen zerplatzt, wenn es an eine Steckdose angeschlossen wird) wieder aufgreifen und fragen, warum das Lämpchen 3,8 V beim Anschluß an die Steckdose durchgebrannt ist.

V 21 EINE MONOZELLE UND EINE STARTERBATTERIE LASSEN EIN
DL/DS LÄMPCHEN 1,5 V GLEICH HELL LEUCHTEN

Dieser Versuch soll zeigen, daß die Größe einer Batterie nicht entscheidend dafür ist, wie hell ein angeschlossenes Lämpchen leuchtet. Zunächst werden zwei Lämpchen (1,5 V) an eine Monozelle angeschlossen, um zu zeigen, daß es sich tatsächlich um gleiche Lämpchen handelt. Dann wird je ein Lämpchen an die Monozelle und an die Starterbatterie angeschlossen. Die Lämpchen leuchten etwa gleich hell.

Man sollte den Schülern ausreichend Gelegenheit geben, ihre Vermutungen, warum die beiden Lämpchen etwa gleich hell leuchten, zu diskutieren. Wenn die Schüler keine anderen Äußerungen als "halb-leere Batterie" oder "stark gebraucht" machen, muß man darauf hinweisen, daß beide Batterien ungebraucht und neu sind.

Die Schüler finden eine Erklärung für das etwa gleich starke Leuchten der unterschiedlichen Batterien, wenn ihnen der Aufdruck der Voltangabe an beiden Batterien gezeigt wird.

V 22 EIN LÄMPCHEN 3,8 V WIRD AN EINE MONOZELLE 1,5 V UND
G 2 EINE FLACHBATTERIE 4,5 V ANGESCHLOSSEN

Zur weiteren Klärung des in V 21 erkannten Sachverhaltes oder aber als Einstieg in das Problem "Voltangabe", schließen die Schüler ein Lämpchen 3,8 V nacheinander an eine Flachbatterie und eine Monozelle an. Das Lämpchen leuchtet bei der Monozelle nur schwach.

Wenn die Schüler von sich aus keine Erklärung für diese Beobachtung finden, werden sie an den Aufbau einer Flachbatterie erinnert. Die drei Zellen der Flachbatterie lassen das Lämpchen heller leuchten als die eine Monozelle. Die Voltangabe auf der Monozelle (1,5 V) wird abgelesen und die Voltangabe der Flachbatterie (4,5 V) daraus berechnet und mit der Voltangabe auf der Flachbatterie verglichen.

HE
S. 28

Die Voltangabe von Batterien

Eine Einzelzelle hat - unabhängig von ihrer Größe - eine Voltangabe von 1,5 V.

Aus der Anzahl der Einzelzellen einer Batterie kann man die Voltangabe der Batterie berechnen:

Zwei Zellen ergeben 3 V, drei Zellen ergeben 4,5 V.

V 23 EIN 3,8 V LÄMPCHEN WIRD AN VERSCHIEDENE BATTERIEN ANGESCHLOSSEN

Mit diesem Versuch soll der Zusammenhang zwischen der Voltangabe verschiedener Batterien und der Helligkeit eines Lämpchens nochmals verdeutlicht werden. Die Schüler sollen voraussagen können, mit welcher der Batterien das Lämpchen am hellsten leuchtet, und dann die restlichen Batterien nach der zu erwartenden Helligkeit des Lämpchens einordnen.

Das Experiment bestätigt die nach der Voltangabe der Batterien festgelegte Reihenfolge, denn mit der 6 V Batterie leuchtet das Lämpchen am hellsten, mit der 1,5 V Batterie am schwächsten. Das Ergebnis läßt sich wie folgt zusammenfassen:

HE
S. 28

Schließt man ein Lämpchen an verschiedene Batterien an, so leuchtet das Lämpchen umso heller, je größer die Voltangabe der Batterie ist.

V 24 VERSCHIEDENE LÄMPCHEN WERDEN AN EINE FLACHBATTERIE ANGESCHLOSSEN
G 2

Die Schüler schließen nun ein Lämpchen 3,8 V und das Lämpchen 6 V (aus den Fahrradrücklichtern) an eine Flachbatterie 4,5 V an. Damit die beiden Lämpchen nicht vertauscht werden, sollte das Rücklichtlämpchen nicht aus der Fassung herausgeschraubt werden.

KG DIE VOLTANGABEN VON QUELLE UND VERBRAUCHER MÜSSEN ETWA GLEICH GROSS SEIN

Die Ergebnisse der Versuche über die Voltangabe von Batterien und Lämpchen werden nun zusammengefaßt und auf Quelle und Verbraucher erweitert. Diese Verallgemeinerung sollte man durch einige Beispiele erläutern (an eine Steckdose 220 V muß man eine Glühlampe mit der Voltangabe von etwa 220 V anschließen; da das Lämpchen im Fahrradrücklicht eine Voltangabe von 6 V hat, muß auch der Dynamo eine Voltangabe von etwa 6 V besitzen).

Als Ergebnis kann notiert werden:

HE
S. 29

In einem elektrischen Stromkreis müssen Verbraucher und Quelle aufeinander abgestimmt sein. Die Voltangabe des Verbrauchers muß mit der Voltangabe der Quelle etwa übereinstimmen. Nur so arbeitet der Verbraucher richtig.

V 25 LÄMPCHEN VERSCHIEDENER VOLTANGABEN WERDEN AN
DL/DS BATTERIEN VERSCHIEDENER VOLTANGABEN ANGESCHLOSSEN

Zur Festigung und Übung werden nun verschiedene Lämpchen und Batterien aufeinander abgestimmt. Die Lämpchen sollten bei richtiger Zuordnung etwa gleich hell leuchten.

KG GEFAHREN ZU GROSSER VOLTANGABEN VON QUELLEN

Es sollte hier nochmal das Ergebnis des Versuchs V 1 (Ein Lämpchen zerplatzt, wenn es an eine Steckdose angeschlossen wird) aufgegriffen werden. Dabei ist eindringlich vor Versuchen mit Quellen von wesentlich mehr als 10 V zu warnen.

V 26 EIN TRANSFORMATOR 12 V ALS "ELEKTRISIERAPPARAT"
DS

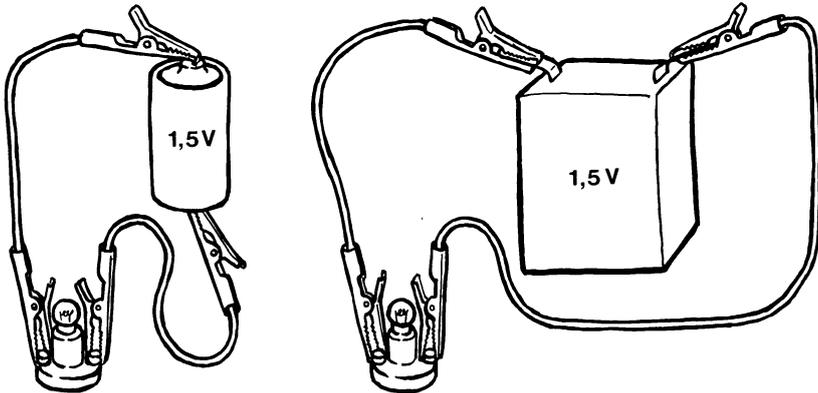
Daß schon die Berührung einer Quelle mit der Voltangabe 12 V für den Menschen unangenehm und schmerzhaft sein kann, zeigt ein Versuch, bei dem die Schüler die Elektroden eines Transformators eventuell mit angefeuchteten Händen anfassen.

2.7.5. Versuche des siebenten Unterrichtsabschnitts

Versuch V 21	Eine Monozelle und eine Starterbatterie lassen ein Lämpchen 1,5 V gleich hell leuchten	DL/ DS
-----------------	---	-----------

Geräte:

- 2 Lämpchen 1,5 V/0,15 A mit Fassung
- 1 Monozelle 1,5 V
- 1 Starterbatterie 1,5 V (für Modellflugzeuge)
- 4 Experimentierschnüre mit Krokodilklemmen



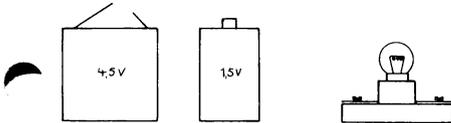
Durchführung:

Zunächst werden beide Lämpchen nacheinander an die Monozelle angeschlossen, um zu zeigen, daß es sich um gleiche Glühlampen handelt. Dann wird ein Lämpchen an die Starterbatterie angeschlossen. Die Lämpchen leuchten etwa gleich hell.

Versuch V 22	Ein Lämpchen 3,8 V wird an eine Monozelle 1,5 V und eine Flachbatterie 4,5 V angeschlossen	G 2
-----------------	--	-----

Geräte:

- 1 Flachbatterie 4,5 V
- 1 Monozelle 1,5 V
- 1 Lämpchen 3,8 V in Fassung
- 2 Drähte oder Experimentierkabel



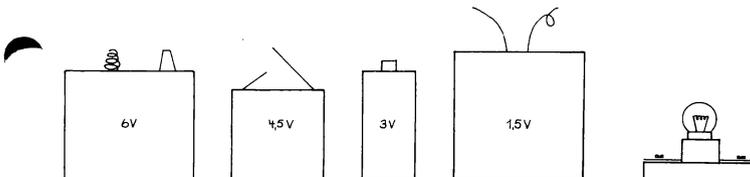
Durchführung:

Das Lämpchen wird nacheinander an die beiden Batterien angeschlossen. Bei der Monozelle leuchtet das Lämpchen nur schwach.

Versuch V 23	Ein Lämpchen 3,8 V wird an verschiedene Batterien angeschlossen	DL/ DS
-----------------	---	-----------

Geräte:

- 1 Batterie 6 V
- 1 Stabbatterie 3 V
- 1 Starterbatterie 1,5 V
- 1 Flachbatterie 4,5 V
- 1 Lämpchen 3,8 V in Fassung
- 2 Experimentierschnüre mit Krokodilklemmen



Durchführung:

Zunächst sollten die Schüler die Voltangaben der Batterien ablesen und danach voraussagen, wie hell das Lämpchen leuchtet, wenn es an eine bestimmte Batterie angeschlossen wird. Die Voraussagen werden im Experiment überprüft.

Versuch V 24	Verschiedene Lämpchen werden an eine Flachbatterie angeschlossen	G 2
-----------------	--	-----

Geräte:

- 1 Flachbatterie 4,5 V
- 1 Lämpchen 3,8 V in Fassung
- 1 Fahrradrücklicht mit Lämpchen 6 V
- 2 Drähte oder Experimentierschnüre



Durchführung:

Aus dem Rücklicht wird die Fassung mit dem Lämpchen 6 V herausgenommen. Die Rücklichtfassung mit dem Lämpchen 6 V und die Fassung mit dem Lämpchen 3,8 V werden nacheinander an die Flachbatterie angeschlossen. Das Lämpchen 6 V sollte nicht aus der Fassung herausgedreht werden, da sonst die beiden Lämpchen verwechselt werden können.

Versuch V 25	Lämpchen verschiedener Voltangabe werden an Batterien verschiedener Voltangabe angeschlossen	DL/ DS
-----------------	--	-----------

Geräte:

- 1 Batterie 6 V und 1 Lämpchen 6 V/0,4 A
- 1 Flachbatterie 4,5 V und 1 Lämpchen 3,8 V/0,3 A
- 1 Stabbatterie 3 V und 1 Lämpchen 2,5 V/0,3 A
- 1 Monozelle 1,5 V und 1 Lämpchen 1,5 V/0,15 A
- 4 Fassungen E 10
- 8 Experimentierschnüre mit Krokodilklemmen

Durchführung:

Die verschiedenen Lämpchen sollen jeweils an die passende Batterie angeschlossen werden. Die Lämpchen sind so ausgewählt, daß sie dann etwa gleich hell leuchten.

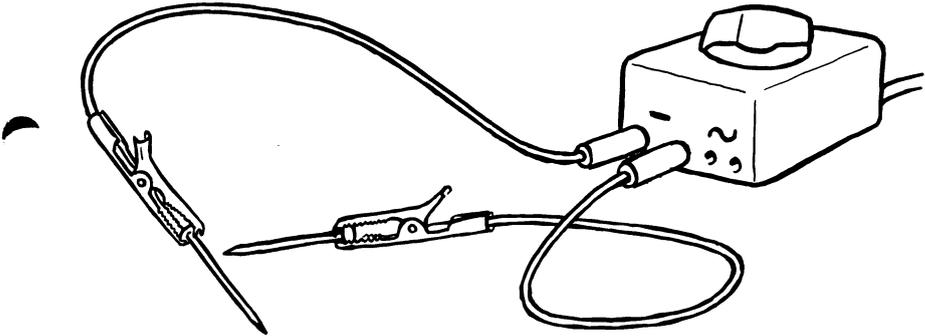
Zusatzversuch:

Nach Möglichkeit sollte man zeigen, daß ein Lämpchen 1,5 V beim Anschluß an die Batterie 6 V durchbrennt.

Versuch	Ein Transformator 12 V als	DS
V 26	" Elektrisierapparat" .	

Geräte:

- 1 Transformator 12 V (möglichst einstellbar)
- 2 Experimentierschnüre mit Krokodilklemmen
- 2 große Nägel



Durchführung:

Die beiden Nägel werden angefaßt und der Transformator eingeschaltet bzw. die Spannung am Transformator "hochgefahren". Es ist zweckmäßig, die Hände etwas anzufeuchten.

Man sollte die "Elektroden", an denen die Schüler anfassen, nicht zu groß wählen, da sonst die Stromstärke, die durch den menschlichen Körper fließt, zu groß wird.

3. Schülerheft

In dieser Unterrichtseinheit erfährst Du einiges über den elektrischen Stromkreis. Wenn die Einheit beendet ist, wirst Du z. B. die folgenden Fragen beantworten können:

Wie schließt man ein Lämpchen an eine Batterie oder ein Fahrradrücklicht an einen Dynamo an?

Aus welchem Material müssen die Verbindungen zwischen den Anschlußstellen von Batterie und Lämpchen bestehen?

Wie vermeidet man einen Kurzschluß?

Wie sehen eine Glühlampe und eine Batterie von innen aus und warum leuchtet eine Glühlampe?

Wie baut man einen Schalter so in einen Stromkreis ein, daß man ein Glühlämpchen ein- und ausschalten kann?

Wie funktioniert die automatische Endabschaltung beim Scheibenwischer eines Autos?

Was bedeutet die Voltangabe auf verschiedenen elektrischen Geräten?

Dieses Schülerheft besteht aus zwei Teilen.

Im ersten Teil (Seite 4 - 30) findest Du alles, was Du im Unterricht brauchst.

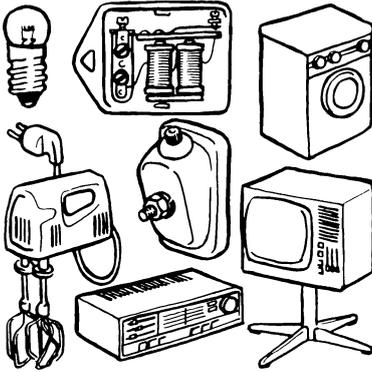
Im zweiten Teil (Seite 30 - 40) ist noch einmal zusammengefaßt, was Du aus dem Unterricht über den elektrischen Stromkreis wissen solltest. Dort kannst Du nachlesen, wenn Du gefehlt oder etwas noch nicht ganz verstanden hast.

Vorweg ein sehr wichtiger Hinweis:

Der elektrische Strom kann lebensgefährlich sein !

Lies deshalb gleich die beiden folgenden Seiten durch!

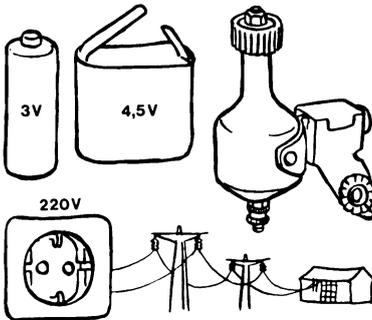
Der elektrische Strom kann lebensgefährlich sein !



Elektrische Geräte kann man in zwei Gruppen einteilen.

Die eine Gruppe nennen wir **Verbraucher**.

Beispiele für Verbraucher sind: Glühlämpchen, Summer, Fahrradrücklicht, elektrische Haushaltsgeräte, Radio und Fernseher.



Die andere Gruppe nennen wir **Quellen**.

Beispiele für Quellen sind: Stabbatterie, Flachbatterie, Fahrraddynamo, Steckdose (oder besser Elektrizitätswerk).

Mit einigen dieser Quellen – mit der Stabbatterie, mit der Flachbatterie und mit dem Fahrraddynamo – kannst Du gefahrlos Versuche machen. Du kannst bei diesen Quellen z. B. die Anschlußstellen berühren, ohne daß Du einen elektrischen Schlag bekommst.

Bei der Steckdose aber ist eine solche Berührung **lebensgefährlich!**

Zwar sagt man manchmal „da hab ich einen Schlag bekommen“ oder „da hab ich einen gewischt bekommen“, ohne die Gefahr, die damit verbunden war, ernst zu nehmen. Dennoch aber sterben viele Menschen, wenn sie eine elektrische Leitung, die mit einer Steckdose verbunden ist, berühren. Dies zeigen z. B. die beiden folgenden Zeitungsausschnitte aus dem Berliner Tagesspiegel und aus den Kieler Nachrichten!

Kind erlitt tödlichen Stromschlag

Durch einen elektrischen Schlag wurde in der Nacht zum Sonnabend ein dreijähriges Mädchen in der Wohnung seiner Eltern in der Fritz-Reuter-Allee in Britz getötet. Das Kind war nach Mitteilung der Polizei in der Nacht, als sein Vater die Wohnung verlassen hatte, um die Mutter von der Arbeit abzuholen, aus dem Bett aufgestanden. Es hatte aus dem Nachtschrank 2 Stricknadeln geholt und in eine Steckdose gesteckt. Das Unglück wurde von den heimkehrenden Eltern entdeckt, als sie in ihrer Wohnung einen Kurzschluß feststellten. Die Feuerwehr versuchte noch eine Mund-zu-Mund-Beatmung, aber das Kind war nicht mehr zu retten.

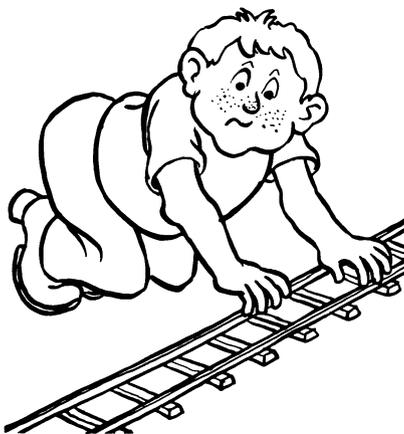
Schüler durch Strom getötet

Norderstedt (Ino) Der zehn Jahre alte Schüler Jörg M. aus Norderstedt (Kreis Segeberg) hat sich versehentlich unter Strom gesetzt und dadurch getötet. Wie die Polizei am Sonntagvormittag an einer fehlerhaften Stehlampe hantierte. Zur Zeit des Unglücks war das Kind allein in der elterlichen Wohnung.

Warum ist die Steckdose eigentlich so gefährlich? Das liegt an einer Eigenschaft von Quellen, die Du in diesem Heft noch genauer kennenlernen wirst, der **Voltangabe**. Man bezeichnet diese Eigenschaft auch als **Voltzahl** oder **Spannung**.

Bei den Batterien und dem Dynamo sind die Voltangaben klein (3 Volt, 4,5 Volt oder 6 Volt). Bei der Steckdose dagegen ist die Voltangabe sehr groß (220 Volt!).

Übrigens sind nicht erst Quellen mit einer Voltangabe von 220 Volt gefährlich! Wie unangenehm und schmerzhaft schon die Berührung von Leitungen, die mit einer Quelle von 12 Volt verbunden sind, sein kann, merkst Du, wenn Du die Schienen einer Modelleisenbahn mit feuchten oder nassen Händen berührst!



Merke Dir die folgenden Regeln!

- Niemals mit feuchten oder gar nassen Händen ein elektrisches Haushaltsgerät anfassen, das an eine Steckdose angeschlossen ist. Willst Du z. B. ein elektrisches Gerät mit einem feuchten oder nassen Lappen reinigen, so mußt Du vorher den Stecker des Gerätes aus der Steckdose ziehen oder die Sicherung ausschalten.
- Nur den Stecker, niemals aber andere Gegenstände in die Steckdose stecken.
- Niemals an elektrischen Haushaltsgeräten herumbasteln oder herumschrauben, besonders dann nicht, wenn diese Geräte noch an die Steckdose angeschlossen sind.
- Keine Stecker oder Kabel reparieren.

Schaltungen mit verschiedenen Quellen und Verbrauchern

Auf den folgenden drei Seiten findest Du einige Schaltungen mit verschiedenen Quellen und Verbrauchern.

Bitte sieh Dir jede Schaltung genau an und kreuze an, ob das Lämpchen oder das Rücklicht leuchtet oder ob der Summer summt. Du kannst die Schaltungen auch nachbauen und so gleich überprüfen, ob Du richtig angekreuzt hast!

Schaltungen mit Flachbatterie und Lämpchen

Leuchtet das Lämpchen?



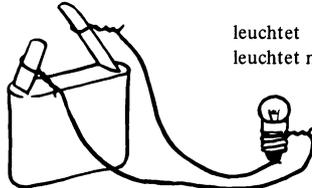
leuchtet ()
leuchtet nicht (X)



leuchtet ()
leuchtet nicht (X)



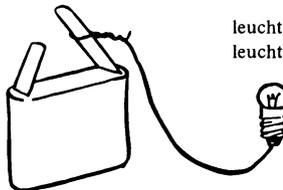
leuchtet (X)
leuchtet nicht ()



leuchtet (X)
leuchtet nicht ()



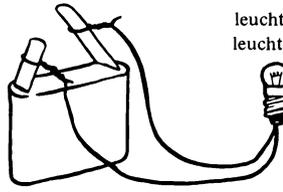
leuchtet (X)
leuchtet nicht ()



leuchtet ()
leuchtet nicht (X)



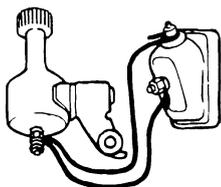
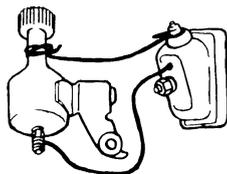
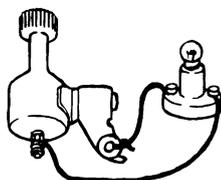
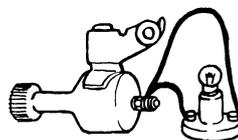
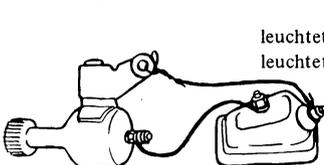
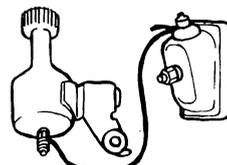
leuchtet ()
leuchtet nicht (X)



leuchtet ()
leuchtet nicht (X)

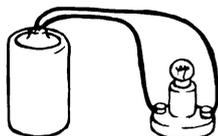
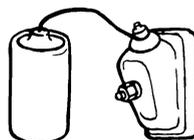
Schaltungen mit Dynamo, Fahrradrücklicht und Lämpchen in Fassung

Leuchtet das Lämpchen oder das Rücklicht, wenn man das Dynamorädchen dreht?

leuchtet ()
leuchtet nicht (X)leuchtet (X)
leuchtet nicht ()leuchtet (X)
leuchtet nicht ()leuchtet ()
leuchtet nicht (X)leuchtet (X)
leuchtet nicht ()leuchtet ()
leuchtet nicht (X)

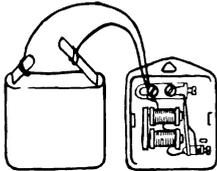
Schaltungen mit Stabbatterie, Lämpchen, Lämpchen in Fassung und Rücklicht

Leuchtet das Lämpchen bzw. das Rücklicht?

leuchtet ()
leuchtet nicht (X)leuchtet (X)
leuchtet nicht ()leuchtet ()
leuchtet nicht (X)leuchtet ()
leuchtet nicht (X)

Schaltungen mit Flachbatterie, Lämpchen, Rücklicht und Summer

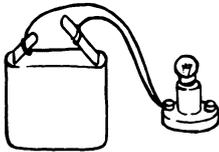
Leuchtet das Lämpchen oder das Rücklicht, bzw. summt der Summer?



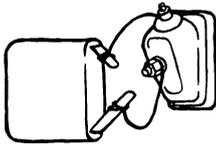
summt ()
summt nicht (X)



summt (X)
summt nicht ()



leuchtet ()
leuchtet nicht (X)



leuchtet (X)
leuchtet nicht ()



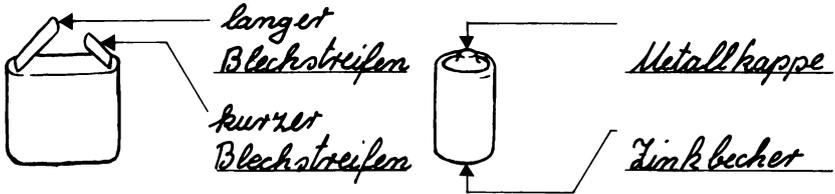
leuchtet ()
leuchtet nicht (X)

Wenn Du möchtest, kannst Du hier weitere Schaltungen aufzeichnen!

Die Anschlußstellen von Flachbatterie, Stabbatterie, Dynamo, Lämpchen, Fassung, Rücklicht und Summer

Quellen und Verbraucher haben je 2 Anschlußstellen.
 Wie heißen die Anschlußstellen der gezeichneten Geräte?
 Bitte schreibe die richtigen Namen an die Pfeile!

Quellen



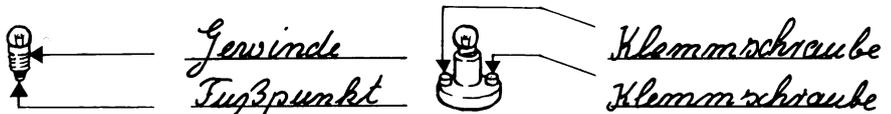
Flachbatterie

Stabbatterie



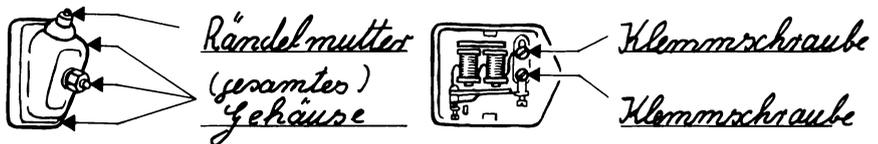
Dynamo

Verbraucher



Glühlämpchen

Glühlämpchen in Fassung



Fahrradrücklicht

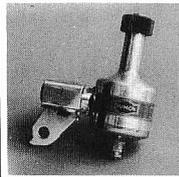
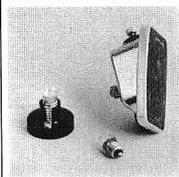
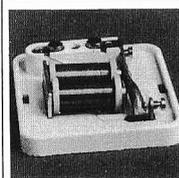
Summer

Wenn das Lämpchen oder das Rücklicht leuchtet bzw. der Summer summt, fließt ein elektrischer Strom.

Damit ein Verbraucher arbeitet (z.B. leuchtet oder summt), müssen seine beiden Anschlußstellen mit dem beiden Anschlußstellen der Quelle verbunden sein.

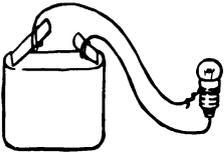
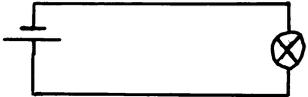
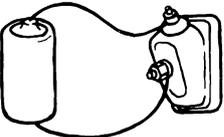
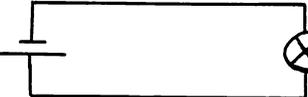
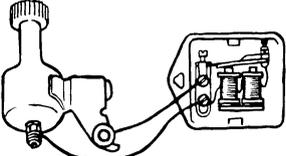
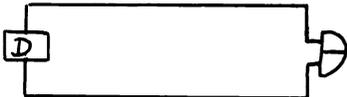
Schaltzeichen

Wenn Du schon einmal versucht hast, eine Schaltung so zu zeichnen, wie Du sie auf den Seiten 4, 5 und 6 findest, weißt Du, wie schwer das ist und wie lange das dauert. Um sich die Arbeit zu erleichtern, verwendet man die Schaltzeichen, die Du in der nebenstehenden Tabelle siehst!

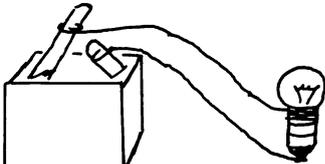
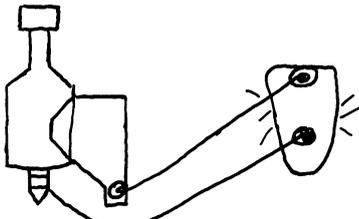
Gerät	Schaltzeichen
	Flachbatterie und Stabbatterie 
	Dynamo 
	Lämpchen Lämpchen in Fassung und Rücklicht 
	Summer 

Schaltskizzen

Bitte zeichne zu den folgenden Schaltungen eine Schaltskizze!

Zeichnung der Schaltung	Schaltskizze
	
	
	

Zeichne nun zu den folgenden beiden Schaltskizzen einen dazugehörigen Aufbau des Versuchs!

Zeichnung der Schaltung	Schaltskizze
<p><i>z. B.</i></p> 	
	

Leiter sind z. B. alle Metalle, einige Kohlearten und Graphit.

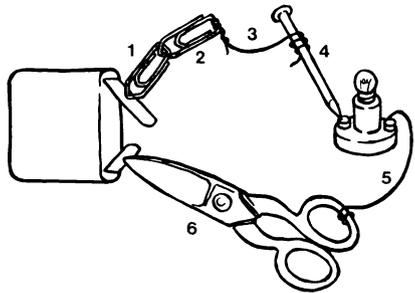
Nichtleiter sind z. B. Plastik, Holz und Glas.

Leitende Verbindungen zwischen Quelle und Verbraucher

Aus welchen Teilen bestehen die beiden leitenden Verbindungen zwischen den Anschlußstellen von Batterie und Lämpchen in dieser Schaltung?

Erste leitende Verbindung:

1. Büroklammer
2. Büroklammer
3. Draht
4. Nagel

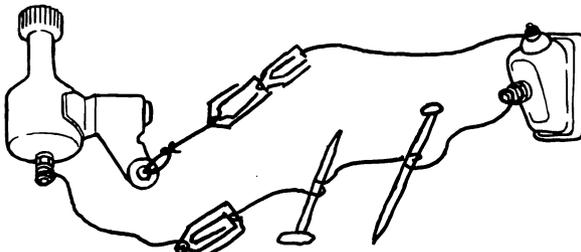


Zweite leitende Verbindung:

5. Draht
6. Schere

Hier kannst Du zwei leitende Verbindungen zwischen den Anschlußstellen von Dynamo und Rücklicht einzeichnen. Bitte zeichne Verbindungen ein, die aus mehreren Teilen bestehen!

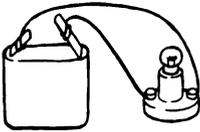
z. B.



Schaltungen mit und ohne Kurzschluß

Bitte sieh Dir jede Schaltung genau an und kreuze an, ob der Verbraucher arbeitet und ob ein Kurzschluß vorliegt.

Male bei den Schaltungen, bei denen ein Kurzschluß vorliegt, den Leiter farblich an, der den Kurzschluß verursacht!



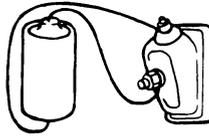
das Lämpchen leuchtet
 leuchtet nicht
Kurzschluß
 ja nein



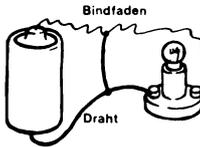
das Lämpchen leuchtet
 leuchtet nicht
Kurzschluß
 ja nein



das Lämpchen leuchtet
 leuchtet nicht
Kurzschluß
 ja nein



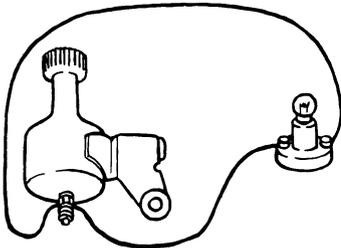
das Rücklicht leuchtet
 leuchtet nicht
Kurzschluß
 ja nein



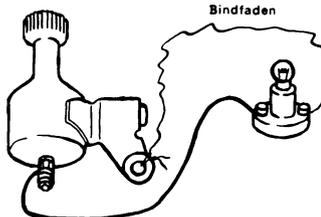
das Lämpchen leuchtet
 leuchtet nicht
Kurzschluß
 ja nein



das Lämpchen leuchtet
 leuchtet nicht
Kurzschluß
 ja nein



das Lämpchen leuchtet
 leuchtet nicht
Kurzschluß ja nein



leuchtet ... wenn man das
 leuchtet nicht Dynamorädchen dreht
Kurzschluß ja nein

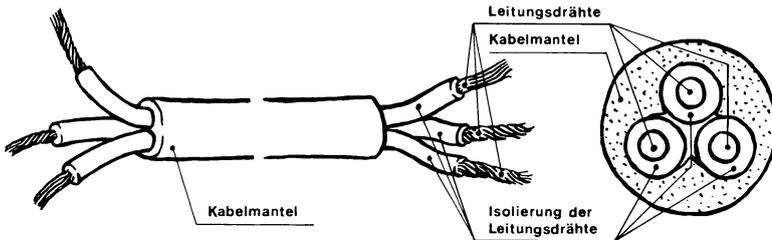
Ein Kurzschluß liegt dann vor, wenn die beiden leitenden Verbindungen zwischen Quelle und Verbraucher sich irgendwo berühren oder durch einen oder mehrere Leiter verbunden sind.

Bei einem Kurzschluß fließt der elektrische Strom nicht mehr durch den Verbraucher, sondern durch die Leiter, die den Kurzschluß verursachen.

Wenn ein Kurzschluß bei einer Batterie vorliegt, so erlischt ein angeschlossenes Lämpchen, die Batterie wird warm und schnell unbrauchbar.

Bei einem Kurzschluß im Haushalt schmilzt die Sicherung durch und alle mit dieser Sicherung verbundenen Geräte hören auf zu arbeiten.

Aufbau eines Verlängerungskabels



Mache die Leiter und Nichtleiter des Kabels in der Querschnittszeichnung verschiedenfarbig an!

Wozu dienen die Isolierungen der einzelnen Leitungsdrähte?

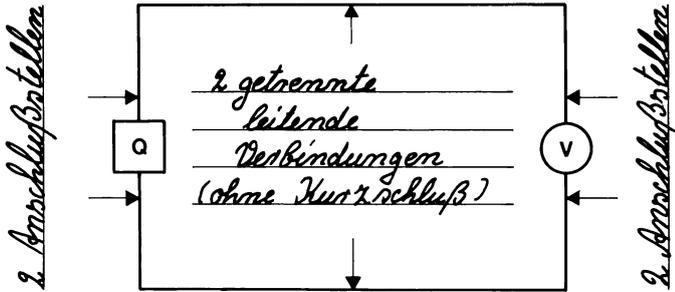
Die Isolierungen verhindern, daß sich die Leitungsdrähte berühren und so einen Kurzschluß verursachen.

Wozu dient der Kabelmantel?

Der Kabelmantel schützt die Leitungsdrähte vor Beschädigungen und verhindert, daß man einen elektrischen Schlag bekommt, wenn man das Kabel anfäßt.

(Platz für Ergänzungen)

Bedingungen für den Anschluß von Verbrauchern an Quellen



Quellen sind z. B.

Batterie

Dynamo

Verbraucher sind z. B.

Lämpchen

Rücklicht

Summer

Wenn man einem Verbraucher an eine Quelle anschließen will, braucht man 2 leitende Verbindungen zwischen den beiden Anschlußstellen der Quelle und den beiden Anschlußstellen des Verbrauchers, die getrennt, d. h. ohne Kurzschluß verlaufen.

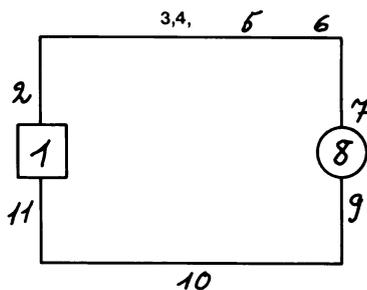
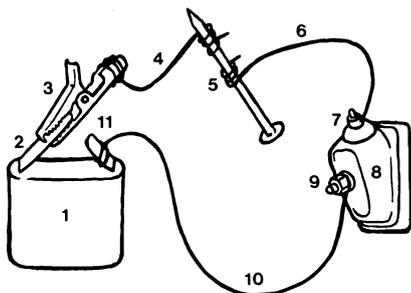
Der elektrische Strom fließt durch die eine leitende Verbindung zum Verbraucher und durch die andere leitende Verbindung gleich stark zur Quelle zurück.

Du siehst hier eine Schaltung mit Batterie und Rücklicht.

Batterie, Rücklicht und die Teile der beiden leitenden Verbindungen zwischen ihnen sind mit Zahlen gekennzeichnet.

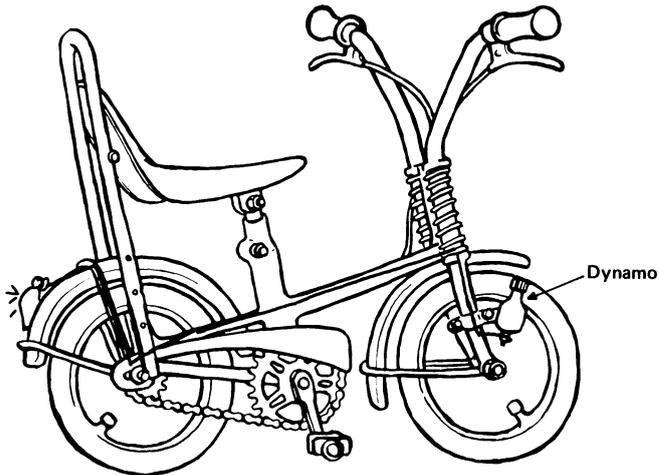
Schreibe diese Zahlen bitte an die entsprechenden Stellen der allgemeinen Schaltskizze.

Damit Du weißt, wie Du es machen sollst, sind zwei Zahlen schon eingetragen.



(Platz für Versuch V8, z. S. 60 Didaktische
Anleitungen)

Die beiden leitenden Verbindungen zwischen Dynamo und Rücklicht eines Fahrrads



Zeichne bitte ein (elektrisches) Rücklicht und das Kabel zwischen Dynamo und Rücklicht so ein, daß das Rücklicht leuchtet, wenn das Dynamorädchen gedreht wird.

Male eine mögliche leitende Verbindung zwischen dem Gehäuse des Dynamos und dem Gehäuse des Rücklichts rot an!

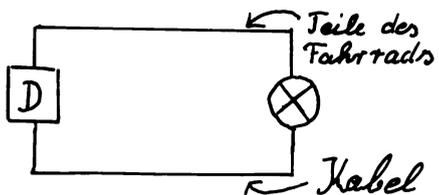
Aus welchen Teilen bestehen die beiden leitenden Verbindungen zwischen Dynamo und Rücklicht?

1. Verbindung (zwischen Rändelmutter des Dynamos und Rändelmutter des Rücklichts)

Kabel

2. Verbindung (zwischen Gehäuse des Dynamos und Gehäuse des Rücklichts)

Dynamohalter - Kontaktschraube
des Dynamos - Vorderradgabel -
Rahmen - Hinterradgabel.

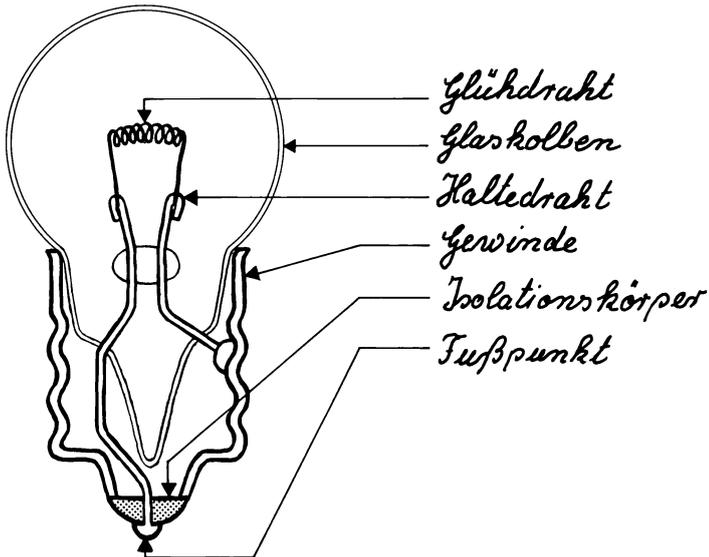


Platz für Anwendungsbeispiele der Anschlußbedingungen (z. B. Aufbau einer Taschenlampe)

oder:

➤ Versuchsbeschreibung von V10, S. 69
Didaktische Anleitungen

Die leitende Verbindung zwischen Fußpunkt und Gewinde einer Glühlampe



1. Bitte schreibe die Namen der Glühlampenteile an die Pfeile!

Wenn Du nicht mehr so genau weißt, wie die einzelnen Teile heißen, so suche die Namen aus der folgenden Liste aus: Gewinde – Glaskolben – Glühdraht – Fußpunkt – Haltedraht – Isolationskörper

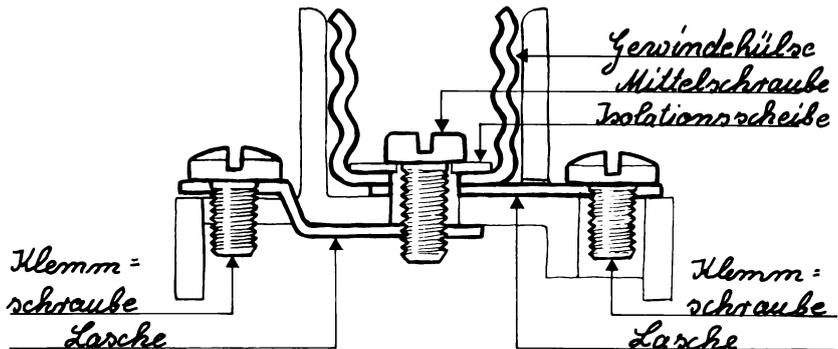
2. Male in der Schnittzeichnung der Glühlampe alle Leiter in einer Farbe und alle Nichtleiter in einer anderen Farbe an!

3. Wie heißen die Teile der leitenden Verbindung durch die Glühlampe in richtiger Reihenfolge!

Fußpunkt, Haltedraht, Glühdraht, Haltedraht, Gewinde.

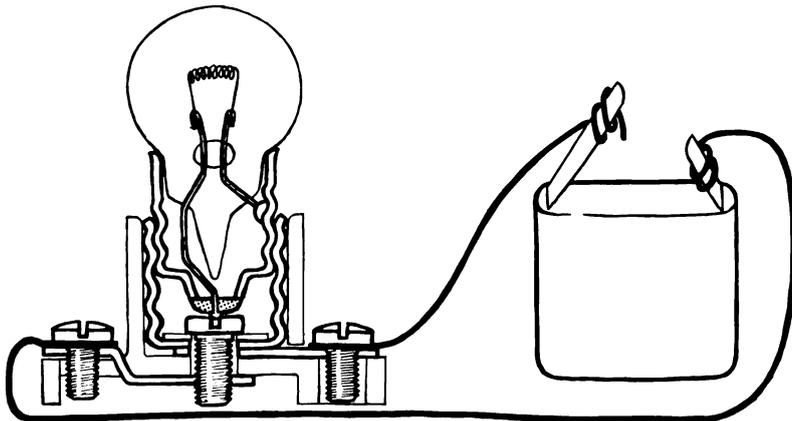
Der elektrische Strom kann einen Draht erwärmen. Wenn der elektrische Strom sehr stark ist, wird der Draht sehr heiß und leuchtet dabei. Genauso kommt auch das Leuchten des Glühdrahtes in der Glühlampe zustande.

Die Teile der leitenden Verbindung in einer Fassung



1. Bitte schreibe die Namen an die Fassungsteile, die mit einem Pfeil gekennzeichnet sind!
Die Teile haben die folgenden Namen: Gewindehülse – Isolationsscheibe – Klemmschraube – Lasche – Mittelschraube
2. Male in der Schnittzeichnung der Fassung alle Leiter mit einer Farbe und alle Nichtleiter mit einer anderen Farbe an!
Bitte verwende die gleichen Farben wie bei der Glühlampe!

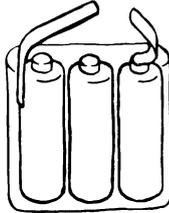
Die leitende Verbindung durch Glühlampe und Fassung



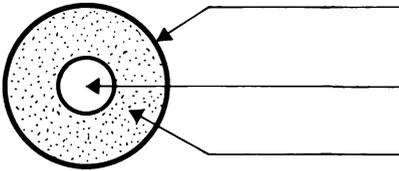
Damit man die leitende Verbindung zwischen den beiden Anschlussstellen der Batterie durch die Glühlampe und die Fassung hindurch besser sehen kann, kannst Du sie farbige einzeichnen. Bitte verwende dazu die gleiche Farbe, mit der Du bei der Glühlampe und bei der Fassung die Leiter angemalt hast!

Die leitende Verbindung in einer Flachbatterie

Zeichne die fehlenden leitenden Verbindungen in die Flachbatterie ein!



Querschnittszeichnung
einer Zelle der Flachbatterie



Schreibe bitte an die Pfeile die Namen der
entsprechenden Teile!

Zinkbecher

Hohlestab

Braunstein und eingedickte Salmiaklösung

Im einer funktionierenden Schaltung aus Batterie und Lämpchen besteht eine durchgehende leitende Verbindung nicht nur zwischen den Anschlußstellen von Batterie und Lämpchen, sondern auch durch die Batterie und das Lämpchen hindurch. Der elektrische Strom fließt im „Kreis“:

Durch die eine leitende Verbindung zum Glühlämpchen, durch das Glühlämpchen hindurch, durch die zweite leitende Verbindung zur Batterie und durch die Batterie hindurch.

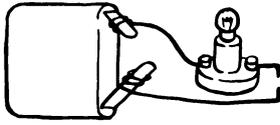
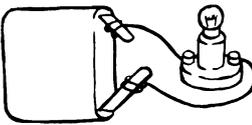
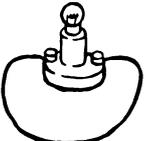
Eine geschlossene leitende Verbindung, in die eine Quelle eingebaut ist, nennen wir einen elektrischen Stromkreis.

Welche der drei Schaltungen stellt einen Stromkreis dar?

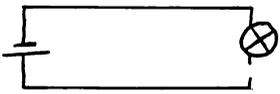
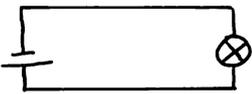
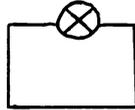
Schaltung 1 ()

Schaltung 2 (X)

Schaltung 3 ()

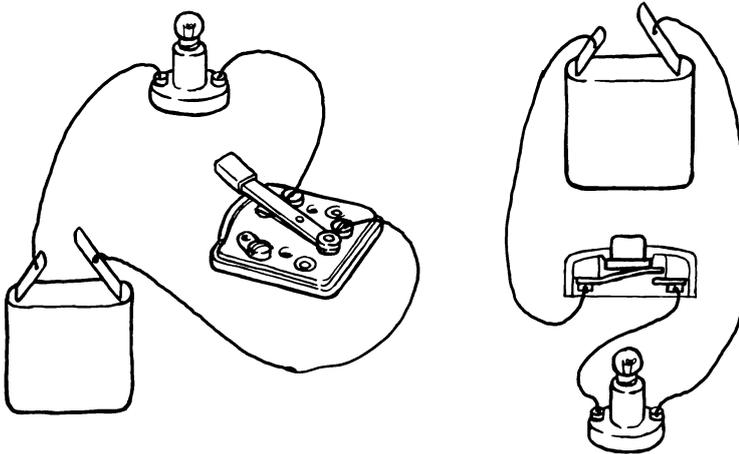


Fertige bitte zu den Schaltungen 1 und 2 eine Schaltskizze an!



Schaltungen mit Batterie und Lämpchen, Klingelumschalter und Klingeltaster

In den folgenden beiden Zeichnungen kannst Du Batterie, Schalter und Lämpchen so verbinden, daß man das Lämpchen mit dem Schalter ein- und ausschalten kann. Bitte achte darauf, daß kein Kurzschluß entsteht!

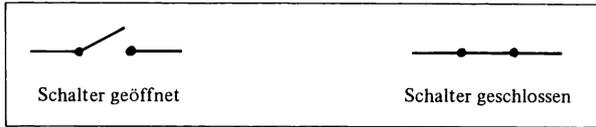


Mache die leitenden Verbindungen durch die beiden Schalter verschiedenfarbig an, damit Du erkennen kannst, wie der elektrische Strom durch die Schalter fließt!

Ein Schalter dient zum Ein- und Ausschalten eines Verbrauchers. Er schließt oder unterbricht eine leitende Verbindung zwischen Quelle und Verbraucher, er schließt oder unterbricht also den elektrischen Strom = Kreis.

Ein Schalter kann an beliebiger Stelle des Stromkreises eingebaut werden.

Schaltzeichen für Schalter



Zeichne bitte zu den folgenden Schaltzeichnungen eine Schaltskizze

Schaltzeichnung	Schaltskizze

In der folgenden Schaltung liegt ein Fehler vor!

Wenn Du die Schaltskizze zeichnest, findest Du ihn wahrscheinlich leichter!



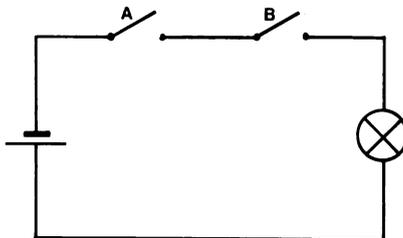
Welcher Fehler liegt in der Schaltung vor?

Der geschlossene Schalter verursacht einen Kurzschluß.

Hintereinanderschaltung von zwei Schaltern

Versuch

Baue bitte zwei Schalter so in einem Stromkreis aus Batterie und Lämpchen ein, wie es in der nebenstehenden Schaltskizze zu sehen ist!



Wann leuchtet das Lämpchen?

Das Lämpchen leuchtet, wenn man Schalter A und B schließt.

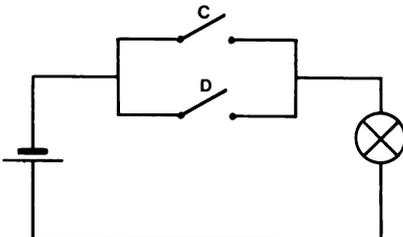
Wozu könnte man diese Schaltung verwenden?

z. B.: Bei einer Waschmaschine sind der Hauptschalter und ein Schalter an der Tür hintereinandergeschaltet. Wird die Tür während des Betriebs geöffnet, unterbricht der Schalter den Stromkreis.

Parallelschaltung von zwei Schaltern

Versuch

Baue nun zwei Schalter so in einen Stromkreis ein, wie es in der nebenstehenden Schaltskizze zu sehen ist!



Wann leuchtet das Lämpchen?

Das Lämpchen leuchtet, wenn man Schalter C oder D oder beide Schalter schließt.

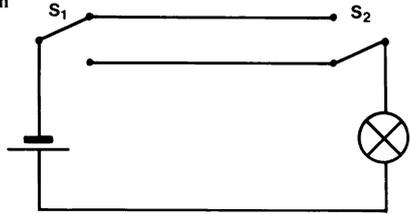
Wozu könnte man diese Schaltung verwenden?

z. B.: In Etagenhäusern sind die Klingeltaster an der Haustür und an der Wohnungstür parallel geschaltet.

Eine Wechselschaltung mit zwei Klingelumschaltern

Versuch

Baue zwei Klingelumschalter S_1 und S_2 so in einen Stromkreis aus Batterie und Lämpchen ein, wie es in der nebenstehenden Schaltskizze zu sehen ist!



Wann leuchtet das Lämpchen?

Das Lämpchen kann mit jedem Schalter sowohl ein- als auch ausgeschaltet werden.

Wozu könnte man diese Schaltung verwenden?

Will man in einem Treppenhaus eine Lampe sowohl im Erdgeschoß als auch im ersten Stock ein- und auch ausschalten können, so kann man dazu eine Wechselschaltung verwenden.

Die Voltangabe von Quellen und Verbrauchern

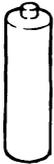
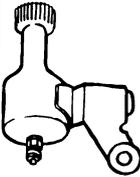
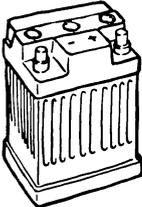
Die Voltangabe von Batterien

Eine Einzelzelle hat - unabhängig von ihrer Größe - eine Voltangabe von 1,5V. Aus der Anzahl der Einzelzellen einer Batterie kann man die Voltangabe der Batterie berechnen:

Zwei Zellen ergeben 3V, drei Zellen ergeben 4,5V.

Schließt man ein Lämpchen an verschiedene Batterien an, so leuchtet das Lämpchen umso heller, je größer die Voltangabe der Batterie ist.

Welche Voltangaben haben die folgenden Quellen?
Trage in die Kästchen ein!

					
Monozelle	Stabbatterie	Flachbatterie	Steckdose	Fahrraddynamo	Auto-Batterie (Akku)
1,5V	3V	4,5V	220V	6V	6V

Die Voltangabe einer Flachbatterie läßt sich aus der Voltangabe der 3 Einzelzellen bestimmen.

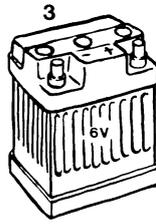
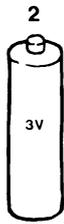
Welche Voltangabe haben 3 hintereinandergeschaltete Flachbatterien?

13,5V.

Welche Voltangaben haben die vier Lämpchen?



Ordne den vier Lämpchen die richtige Batterie zu!



Lämpchen 1 - Batterie 3

Lämpchen 2 - Batterie 3

Lämpchen 3 - Batterie 1

Lämpchen 4 - Batterie 4

In einem elektrischen Stromkreis müssen Verbraucher und Quelle aufeinander abgestimmt sein. Die Voltangabe des Verbrauchers muß mit der Voltangabe der Quelle etwa übereinstimmen. Nur so arbeitet der Verbraucher richtig.

Platz für Ergänzungen

2. TEIL

Einiges Wissenswertes über den elektrischen Stromkreis

Hast Du die Seiten 2 und 3 dieses Schülerheftes schon gelesen? Wenn nicht, so lies doch bitte diese Seiten durch. Du findest dort einiges, das Dir hilft, das folgende zu verstehen.

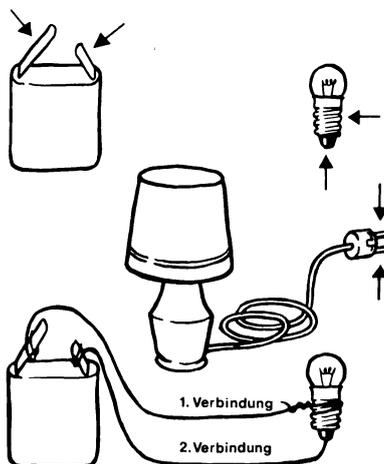
Wie schließt man einen Verbraucher an eine Quelle an?

Verbraucher und Quellen haben zwei **Anschlußstellen**.

Bei einer Batterie sind dies der lange und der kurze Blechstreifen, bei einer Glühlampe der Fußpunkt und das Gewinde, und bei einer Stehlampe, die an eine Steckdose angeschlossen wird, die beiden Stifte des Steckers.

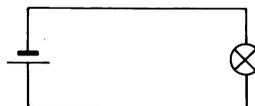
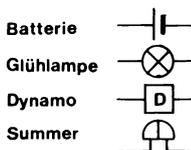
Damit ein Verbraucher funktioniert, wenn er an eine Quelle angeschlossen wird, damit z. B. ein Lämpchen leuchtet, müssen seine beiden Anschlußstellen mit den beiden Anschlußstellen der Quelle verbunden sein. Man braucht also zwei Verbindungen.

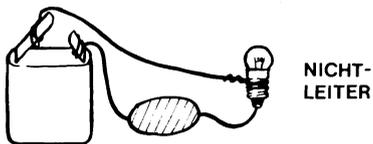
Wenn der Verbraucher richtig funktioniert, wenn z. B. ein Lämpchen leuchtet, sagt man auch: Es fließt ein elektrischer Strom.



Schaltzeichen und Schaltskizzen

Wenn man in einer Zeichnung darstellen möchte, wie man eine Schaltung aufgebaut hat, ist es unpraktisch, jedesmal alle Geräte zu zeichnen. Viel einfacher ist es, für die einzelnen Geräte Zeichen zu verwenden. Diese Zeichen nennt man **Schaltzeichen** und die Zeichnungen, die man mit Schaltzeichen anfertigt, **Schaltskizzen**. Einige Schaltzeichen und eine Schaltskizze für eine funktionierende Schaltung aus Batterie und Lämpchen siehst Du im nebenstehenden Bild.





Leiter und Nichtleiter

Um einen Verbraucher an eine Quelle anzuschließen, braucht man zwei Verbindungen.

Schneidet man eine Verbindung durch und schließt die so entstandene Lücke mit verschiedenen Gegenständen, so arbeitet der Verbraucher bei einigen Gegenständen und bei anderen nicht. Z. B. leuchtet ein Lämpchen, das an eine Batterie angeschlossen ist, bei einigen Gegenständen und bei anderen nicht.

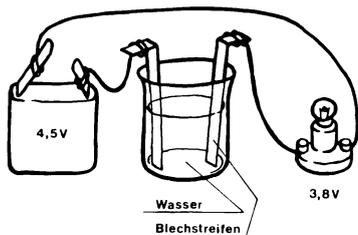
Die Gegenstände, bei denen der Verbraucher arbeitet, bei denen z. B. ein Lämpchen leuchtet, heißen **Leiter**.

Die Gegenstände, bei denen der Verbraucher nicht arbeitet, bei denen z. B. ein Lämpchen nicht leuchtet, heißen **Nichtleiter**.

Man sagt auch: Durch einen Leiter kann der **elektrische Strom** fließen; durch einen Nichtleiter kann der **elektrische Strom** nicht fließen.

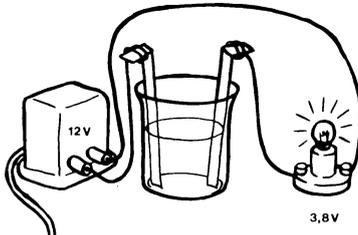
Leiter sind z. B. alle Metalle (wie Blei, Eisen, Aluminium, Kupfer, Silber, Gold) und Graphit.

Nichtleiter sind z. B. Kunststoffe (Plastik) und Glas.



Auch Wasser ist übrigens ein Leiter! Zwar leuchtet ein Lämpchen nicht, wenn Du es – wie in der Skizze zu sehen – über ein mit Wasser gefülltes Gefäß an eine Batterie anschließt.

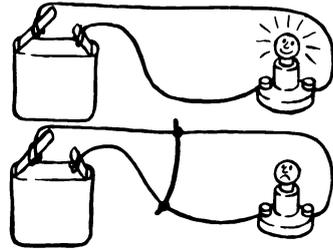
Das Lämpchen leuchtet aber, wenn Du die Batterie durch einen Transformator mit einer Voltangabe (s. S. 40) von mehr als 12 Volt ersetzt. Da Wasser ein Leiter ist, darfst Du mit feuchten oder mit nassen Händen kein elektrisches Gerät anfassen, das an eine Steckdose angeschlossen ist, da Du sonst mit einer Anschlußstelle der Steckdose leitend verbunden sein kannst!



Kurzschluß

Wie Du nun schon weißt, braucht man 2 leitende Verbindungen zwischen den Anschlußstellen von Verbraucher und Quelle, wenn der Verbraucher arbeiten soll.

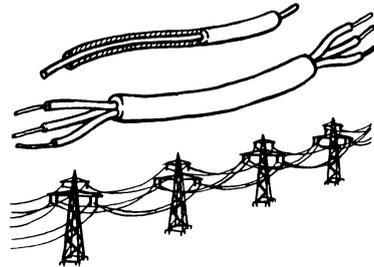
Verbindet man die beiden leitenden Verbindungen durch einen oder mehrere Leiter, so leuchtet das Lämpchen nicht mehr und die Batterie wird warm und schnell unbrauchbar.



Man sagt: Es liegt ein **Kurzschluß** vor.
Bei einem Kurzschluß fließt der elektrische Strom nicht mehr durch den Verbraucher, sondern durch die Leiter, die den Kurzschluß verursachen.

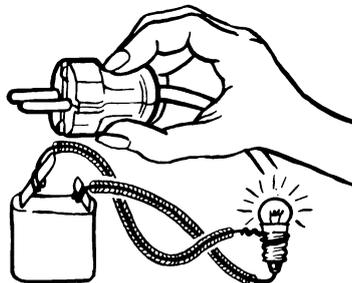
Wozu dienen Leiter und Nichtleiter?

Leiter verwendet man für die leitenden Verbindungen zwischen Quelle und Verbraucher, also z. B. in Drähten, Kabeln und Hochspannungsleitungen.



Nichtleiter verhindern einerseits, daß man elektrische Leitungen, die z. B. mit der Steckdose verbunden sind, berührt.

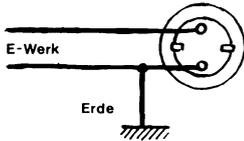
Andererseits verhindern Nichtleiter, daß sich die beiden leitenden Verbindungen berühren und einen Kurzschluß verursachen.



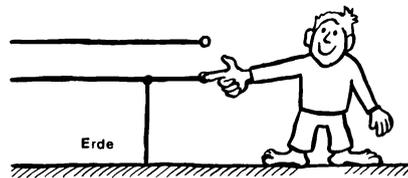
Warum hat ein Kabel zu einer Waschmaschine drei Drähte?

Zum Anschluß eines Verbrauchers an eine Quelle braucht man zwei leitende Verbindungen. In den Kabeln zu den meisten elektrischen Haushaltsgeräten sind aber drei Drähte vorhanden!

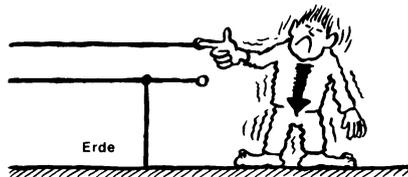
Zwei der drei Drähte dienen zum Anschluß des Verbrauchers (z. B. einer Waschmaschine) an die Quelle Steckdose, sie sind mit den Stiften des Steckers verbunden. Der dritte Draht wird als **Schutzleiter** bezeichnet.



Von den beiden leitenden Verbindungen, die vom Elektrizitätswerk zur Steckdose führen, ist eine mit der Erde, z. B. mit der Wasserleitung im Haus, verbunden.



Berührst Du die Anschlußstelle der Steckdose, die mit „Erde“ verbunden ist, so bekommst Du keinen elektrischen Schlag. Deine Beine sind ebenfalls mit „Erde“ verbunden, so daß Du mit den Händen und den Beinen nur eine Anschlußstelle der Steckdose berührst. Berührst Du aber die Anschlußstelle, die nicht mit Erde verbunden ist, so ist es **lebensgefährlich!** Deine Hand ist dann mit einer Anschlußstelle der Steckdose und Deine Beine sind mit der anderen Anschlußstelle der Steckdose verbunden. Deshalb kann der elektrische Strom durch Deinen Körper fließen.

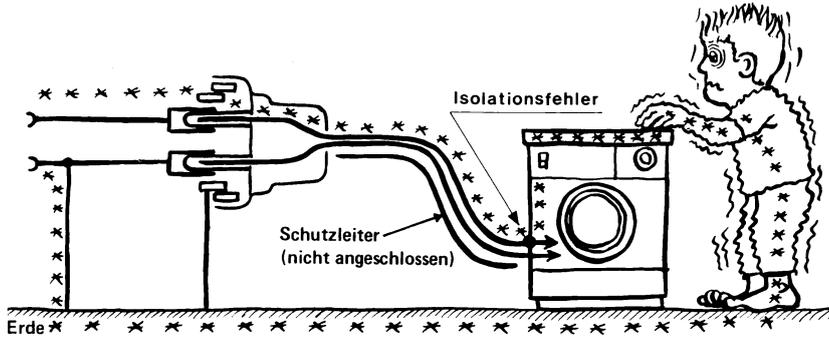


Versuche nicht, auf diese Weise zu untersuchen, welche Anschlußstelle der Steckdose mit Erde und welche nicht mit Erde verbunden ist!

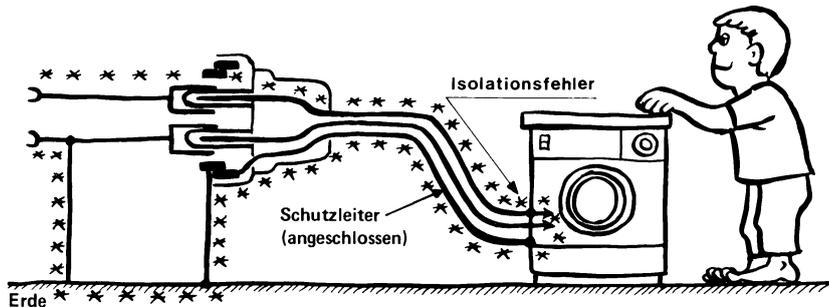
Du könntest die Anschlußstelle berühren, die nicht mit Erde verbunden ist und dann . . .

Scheuert nun in der Waschmaschine der Draht durch, der **nicht** mit Erde verbunden ist, und berührt die Metallteile der Maschine **und** ist außerdem der **Schutzleiter nicht angeschlossen**, so bekommt man einen elektrischen Schlag, wenn man die Maschine anfaßt.

Der elektrische Strom kann durch den Körper fließen, da die Hand mit der einen Anschlußstelle der Steckdose verbunden ist und die Beine (über „Erde“) mit der anderen Anschlußstelle der Steckdose verbunden sind. In der Zeichnung ist mit * * * gekennzeichnet, wie der elektrische Strom fließt.



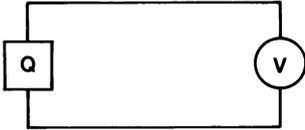
Der Schutzleiter verhindert solch einen elektrischen Schlag. Er ist ebenfalls mit Erde verbunden und am Metallgehäuse der Waschmaschine angeschlossen.



Berührt der Draht, der **nicht** mit Erde verbunden ist, die Metallteile, so stellt der Schutzleiter eine leitende Verbindung zu dem Draht her, der mit Erde verbunden ist. Wie der elektrische Strom fließt, ist in der Zeichnung mit * * * gekennzeichnet. Durch den Schutzleiter wird also ein Kurzschluss verursacht. Dabei „fliegt die Sicherung heraus“ und unterbricht die Verbindung zwischen Steckdose und Elektrizitätswerk.

Wegen des Schutzleiters nennt man die Stecker, die an solche Kabel angeschlossen sind, **Schuko-Stecker (Schutzkontakt-Stecker)**. Übrigens sind **nicht** alle elektrischen Geräte im Haushalt mit einem Schuko-stecker und einem drei-adrigen Kabel ausgerüstet. Geräte, die ein geschlossenes Kunststoffgehäuse besitzen, benötigen keinen Schutzleiter, da Kunststoff ein Nichtleiter ist und verhindert, daß man den Leiter, der nicht mit „Erde“ verbunden ist, berührt.

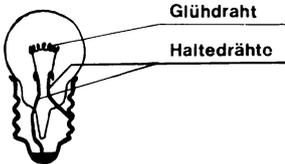
Worauf muß man achten, wenn man einen Verbraucher an eine Quelle anschließen will?



Wenn man einen Verbraucher (z. B. ein Glühlämpchen oder ein elektrisches Haushaltsgerät) an eine Quelle (z. B. eine Batterie oder eine Steckdose) anschließen will, muß man auf folgendes achten:

- Man braucht 2 Verbindungen zwischen den Anschlußstellen von Quelle und Verbraucher.
- Diese Verbindungen müssen aus Leitern bestehen.
- Diese Verbindungen müssen getrennt verlaufen, sie dürfen sich nicht berühren, damit kein Kurzschluß entsteht.

Wie sieht eine Glühlampe von innen aus?

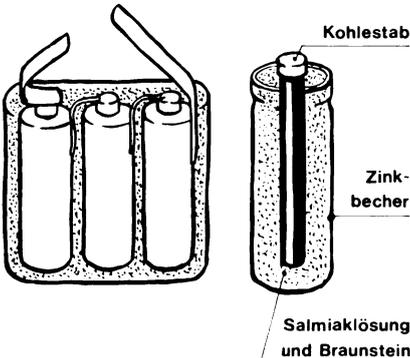


Wenn man eine Glühlampe an eine Batterie anschließt, leuchtet in der Lampe ein dünner Draht – der Glühdraht – auf. Der Glühdraht ist mit 2 Halte-drähten leitend mit dem Fußpunkt und dem Gewinde verbunden.

Das Leuchten des Glühdrahtes kommt folgendermaßen zustande.

Jeder Draht wird warm, wenn durch ihn ein elektrischer Strom fließt. Meistens merkt man das nicht, weil nur wenig Strom fließt, aber Du kannst diese Erwärmung z. B. beobachten, wenn Du das Anschlußkabel eines Heizlüfters anfäßt, der eine zeitlang in Betrieb war. Je dünner ein Draht ist, desto stärker erwärmt er sich, wenn ein elektrischer Strom durch ihn fließt. Da der Glühdraht sehr dünn ist, wird er so heiß, daß er glüht und dabei leuchtet.

Wie sieht eine Flachbatterie von innen aus?

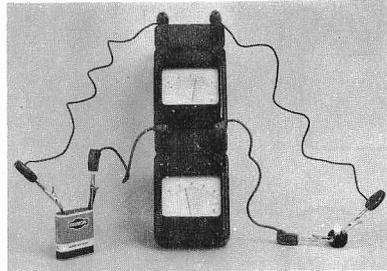


Eine Flachbatterie besteht aus 3 Einzelzellen, die miteinander verbunden sind. Jede Zelle besteht aus einem Zinkbecher, der mit einer Mischung aus Braunstein und eingedickter Salmiaklösung gefüllt ist. In den Zinkbecher taucht ein Kohlestab ein.

Wie kann man sich das Fließen des elektrischen Stromes in den beiden leitenden Verbindungen zwischen Quelle und Verbraucher vorstellen?

Wenn man ein Lämpchen richtig an eine Batterie angeschlossen hat, so leuchtet das Lämpchen. Wir haben oben gesagt, daß dann ein **elektrischer Strom** fließt.

Schaltet man zwei Strommeßgeräte so in die beiden leitenden Verbindungen ein, wie Du es in dem Foto siehst, so schlagen beide Meßgeräte **gleich weit** aber nach **verschiedenen Seiten** aus.



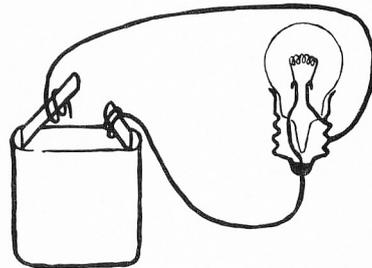
Dieses Ergebnis kann man mit der folgenden **Vorstellung** über den elektrischen Strom erklären:

Der elektrische Strom fließt durch die eine leitende Verbindung zum Verbraucher und gleich stark durch die andere leitende Verbindung zurück zur Quelle.

Der elektrische Stromkreis

Wie Du auf der vorigen Seite gelesen hast, besteht auch durch eine Glühlampe hindurch eine leitende Verbindung (durch die Haltedrähte und den Glühdraht). Untersucht man die Teile einer Batterie, also den Zinkbecher, den Kohlestab und die Salmiaklösung der Einzelzellen genauer, so stellt man fest, daß auch alle diese Teile den elektrischen Strom leiten.

Nicht nur durch Batterie und Lämpchen besteht eine leitende Verbindung, sondern durch **alle** Quellen und Verbraucher.

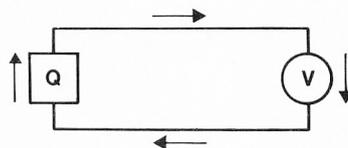


Deshalb können wir sagen:

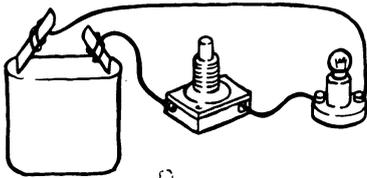
In einer funktionierenden Schaltung aus Quelle und Verbraucher besteht nicht nur eine leitende Verbindung zwischen den Anschlußstellen von Quelle und Verbraucher, sondern auch durch die Quelle und durch den Verbrauchern hindurch. Die leitende Verbindung ist geschlossen.

Wir können daher unsere **Stromvorstellung** wie folgt erweitern:

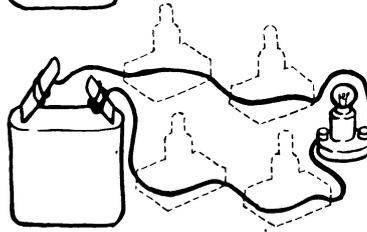
Der elektrische Strom fließt im „Kreis“: durch die eine leitende Verbindung zum Verbraucher, durch den Verbraucher hindurch, durch die andere leitende Verbindung zur Quelle und durch die Quelle hindurch.



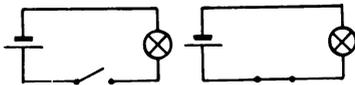
Ein Schalter schließt oder unterbricht den elektrischen Stromkreis



Unterbricht man die geschlossene leitende Verbindung zwischen Quelle und Verbraucher an einer beliebigen Stelle, so hört der Verbraucher auf zu arbeiten. Der elektrische Strom kann dann nicht mehr fließen.



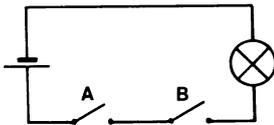
Ein Schalter kann eine solche Unterbrechung herstellen, wenn man es wünscht. Er öffnet oder schließt die geschlossene leitende Verbindung, er öffnet oder schließt also den elektrischen Stromkreis. Mit einem Schalter kann man einen Verbraucher ein- und ausschalten.



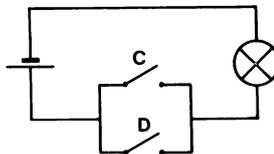
Einen Schalter kann man an beliebiger Stelle im Stromkreis einbauen. Einige Möglichkeiten sind in der Skizze gestrichelt eingezeichnet.

Auch für Schalter gibt es ein **Schaltzeichen**. In der ersten Schaltskizze ist der Schalter geöffnet (das Lämpchen leuchtet also nicht) und in der zweiten Schaltskizze ist der Schalter geschlossen (das Lämpchen leuchtet).

Hintereinander- und Parallelschaltung von 2 Schaltern



Schaltet man 2 Schalter (A und B) hintereinander, so leuchtet ein angeschlossenes Lämpchen nur dann, wenn Schalter A und Schalter B geschlossen sind.

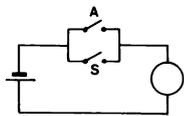
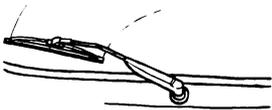
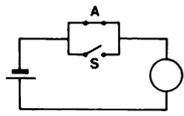
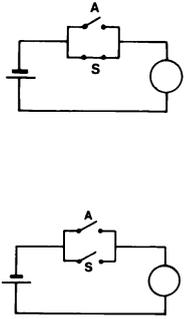
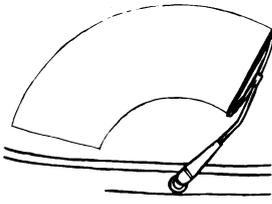


Schaltet man 2 Schalter (C und D) parallel, so leuchtet ein angeschlossenes Lämpchen, wenn Schalter C oder Schalter D geschlossen ist oder wenn **beide** Schalter geschlossen sind. Wie man diese Parallelschaltung anwenden kann, wirst Du auf der nächsten Seite erfahren!

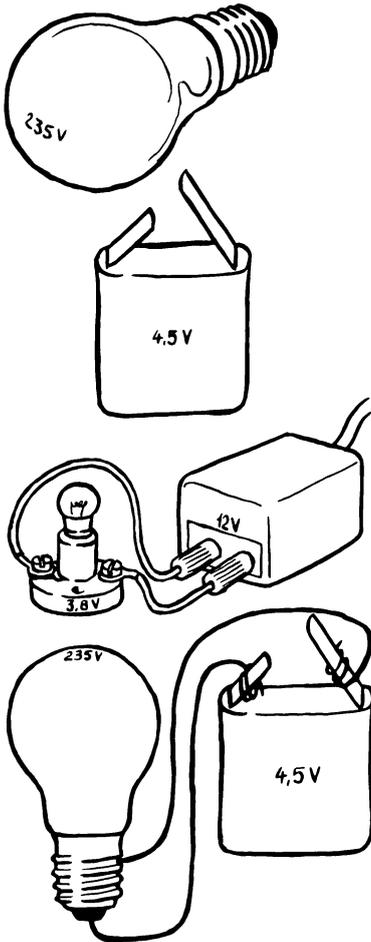
Wie funktioniert die automatische Endabschaltung beim Scheibenwischer eines Autos?

Du weißt sicherlich, daß der Scheibenwischer eines Autos immer in seine Ruhelage zurückkehrt, wenn man am Armaturenbrett den Scheibenwischer ausschaltet. Weißt Du auch, wie das funktioniert? Die Sache ist eigentlich ganz einfach! Im Scheibenwischer ist ein Schalter eingebaut, der geöffnet ist, wenn sich der Scheibenwischer in der Ruhelage befindet und sonst geschlossen ist.

In der folgenden Tabelle sind die Vorgänge beim Ein- und Ausschalten des Scheibenwischers erläutert.

 <p>Scheibenwischer</p>	<p>Schalter am Armaturenbrett 1 ist ausgeschaltet, der Scheibenwischer ist in Ruhelage; daher ist Schalter S am Scheibenwischer auch geöffnet und der Scheibenwischer bleibt in der Ruhelage.</p>	
	<p>Der Schalter A am Armaturenbrett wird eingeschaltet, der Scheibenwischer beginnt zu laufen.</p>	
	<p>Der Schalter A am Armaturenbrett wird ausgeschaltet, der Scheibenwischer befindet sich noch nicht in Ruhelage, Schalter S ist daher geschlossen. Der Scheibenwischer läuft bis zur Ruhelage, dann öffnet sich auch Schalter S und der Scheibenwischer bleibt (in der Ruhelage!) stehen.</p>	

Die Voltangabe auf Quellen und Verbrauchern



Wahrscheinlich hast Du schon einmal auf einem elektrischen Haushaltsgerät oder einer Glühlampe den Aufdruck 235 V oder auf einer Flachbatterie den Aufdruck 4,5 V gesehen. Diesen Aufdruck bezeichnet man als **Voltangabe**. Man sagt dazu auch Voltzahl oder Spannung. Bei jedem Verbraucher und jeder Quelle ist solch eine Voltangabe aufgedruckt oder vorgeschrieben. Damit der Verbraucher richtig arbeitet, müssen die Voltangaben auf Quelle und Verbraucher ungefähr übereinstimmen.

Ist die Voltangabe der Quelle sehr viel größer als die Voltangabe des Verbrauchers, kann der Verbraucher zerstört werden. Schließt man z. B. ein Lämpchen mit der Voltangabe 3,8 V an einen Transformator mit der Voltangabe 12 V an, so brennt das Lämpchen durch.

Ist umgekehrt die Voltangabe der Quelle sehr viel kleiner als die Voltangabe des Verbrauchers, arbeitet der Verbraucher nicht. Schließt man z. B. eine Glühlampe mit der Voltangabe 235 V an eine Batterie mit der Voltangabe 4,5 V an, so leuchtet die Glühlampe nicht!

Übrigens ist das Berühren einer Quelle von mehr als etwa 12 V sehr gefährlich. Lies noch einmal auf S. 3 nach!

4. Testmaterial und Testergebnisse

Der Test zu dieser Einheit ist in zwei Teile geteilt. Der erste Teil bezieht sich auf die Unterrichtsabschnitte 1 bis 4, der zweite Teil auf die Unterrichtsabschnitte 5 bis 7.

Der Test ist aus den Erprobungsfassungen zweier Tests zu Unterrichtseinheiten über den elektrischen Stromkreis (Unterrichtseinheit 5.1. "Der einfache elektrische Stromkreis" und 5.5. "Der unverzweigte elektrische Stromkreis mit Schalter") hervorgegangen.

Die Aufgaben des ersten Teils (Aufg. Nr. 1 bis 35) befinden sich auf jeder zweiten Seite, wenn man das Testheft von vorne durchblättert, die Aufgaben des zweiten Teils (Aufg. Nr. 36 bis 52) auf jeder zweiten Seite, wenn man das Heft umdreht und von hinten durchblättert. Die beiden Teile sind im Testheft und auf dem Antwortbogen deutlich gekennzeichnet.

Der Antwortbogen des Tests ist so eingerichtet, daß auf den ersten beiden Seiten die Antworten des ersten Teils und auf den folgenden beiden Seiten die Antworten des zweiten Teils eingetragen werden können. Da auch auf dem zweiten Teil des Bogens der Name des Schülers und dergleichen eingetragen werden kann, ist es möglich, den Bogen auseinander zu trennen und die beiden Teile den Schülern getrennt vorzugeben.

Genau wie die Aufgaben sind die Items der beiden Testteile fortlaufend nummeriert.

Wir empfehlen, den Schülern den ersten Testteil nach dem vierten Unterrichtsabschnitt und den zweiten Testteil nach dem siebenten Unterrichtsabschnitt vorzulegen. Für jede Testhälfte ist etwa eine Unterrichtsstunde (45 Minuten) vorzusehen. Soll der gesamte Test nach Abschluß der Einheit eingesetzt werden, so ist entweder für ausreichend Zeit zu sorgen oder aber der Lehrer muß aus den angebotenen Aufgaben die auswählen, die er für besonders wichtig zur Kontrolle seines Unterrichts ansieht.

Der Test kann sowohl als Vor- als auch als Nachtest eingesetzt werden. Im Vortest sollten allerdings solche Aufgaben weggelassen werden, die die Schü-

ler vor dem Unterricht vermutlich noch allzusehr überfordern würden. Zwar kann man aus den Vortestergebnissen einige wichtige Informationen über den Leistungsstand der Klasse bezüglich des kommenden Unterrichtes entnehmen, dennoch raten wir wegen des relativ großen Aufwandes davon ab, einen Vortest durchzuführen. Nur wenn der Test für spezielle Untersuchungen eingesetzt werden soll oder wenn mit dem Test Differenzierungsmaßnahmen getroffen werden sollen, erscheint dieser Aufwand gerechtfertigt.

Um dem Lehrer einen Einblick in die Vorkenntnisse zu geben, mit denen er etwa rechnen kann, haben wir in die unter 4.3.1. folgende Tabelle (S. 191 ff) die Vortestergebnisse der Erprobungen aufgenommen.

Wie im Lehrerbegleitheft begründet, fragt der Test nur die Konzeptziele der Einheit mit jeweils einer oder mehreren Aufgaben ab. Der Test sollte deshalb nicht die Hauptrolle bei der Beurteilung der Schüler spielen.

4.1. Testheft und Antwortbogen

IPN Curriculum Physik

Testheft

Test OS1 Teil 1 und 2

Dieser Test besteht aus zwei Teilen.

Die Aufgaben **1** bis **35** gehören zum ersten Teil, die Aufgaben **36** bis **52** zum zweiten Teil.

Die Aufgaben des ersten Teils findest Du, wenn Du dieses Testheft durchblätterst, jeweils auf der rechten Seite.

Die Aufgaben des zweiten Teils findest Du, wenn Du das Testheft umdrehst und von hinten anfängst das Heft durchzublätern.

Bitte achte darauf, welche Teile des Tests Du bearbeiten sollst!

Bei einigen Aufgaben sind Antworten schon vorgegeben. Du mußt dann die richtige Antwort herausuchen und auf dem Antwortbogen ankreuzen.

Bei anderen Aufgaben sollst Du in wenigen Worten selbst eine Antwort aufschreiben. Schreibe diese Antworten immer in den Antwortbogen.

Wenn Du die Antwort für eine Aufgabe nicht weißt, so gehe zur nächsten Aufgabe weiter.

SCHREIBE ODER ZEICHNE AUF KEINEN FALL IN DAS TESTHEFT, WEIL ES SONST UNBRAUCHBAR WIRD!

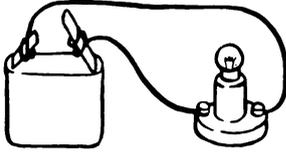
TESTTEIL 1

Es folgt jetzt eine Reihe von Zeichnungen. In ihnen sind elektrische Geräte mit ihren Verbindungen dargestellt. Die Verbindungen sollen immer aus blanken Drähten bestehen, wenn nichts drangeschrieben ist.

Du sollst für jede Zeichnung entscheiden, ob das Glühlämpchen oder das Rücklicht leuchtet oder ob der Summer summt.

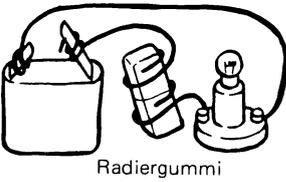
Kreuze für jede Zeichnung auf dem Antwortbogen A oder B an!

1



- (A) leuchtet
- (B) leuchtet nicht

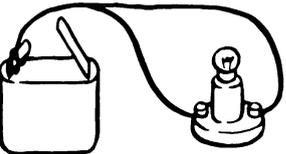
2



Radiergummi

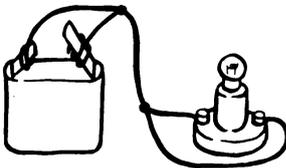
- (A) leuchtet
- (B) leuchtet nicht

3



- (A) leuchtet
- (B) leuchtet nicht

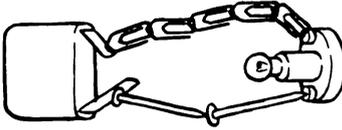
4



- (A) leuchtet
- (B) leuchtet nicht

5

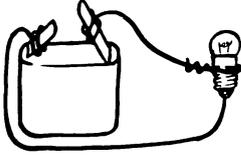
Büroklammern aus Metall



2 Nägel

- (A) leuchtet
- (B) leuchtet nicht

6



- (A) leuchtet
- (B) leuchtet nicht

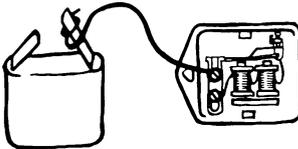
7



Nagel

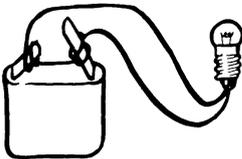
- (A) leuchtet
- (B) leuchtet nicht

8



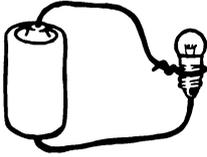
- (A) summt
- (B) summt nicht

9



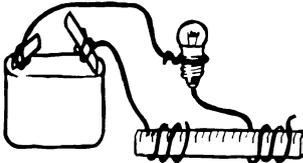
- (A) leuchtet
- (B) leuchtet nicht

10



- (A) leuchtet
- (B) leuchtet nicht

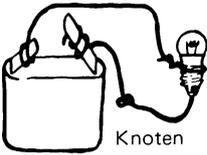
11



Plastiklineal

- (A) leuchtet
- (B) leuchtet nicht

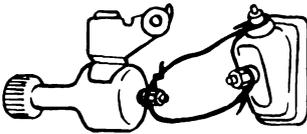
12



Knoten

- (A) leuchtet
- (B) leuchtet nicht

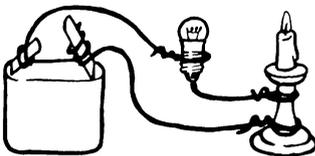
13



... wenn man das Dynamorädchen dreht

- (A) leuchtet
- (B) leuchtet nicht

14

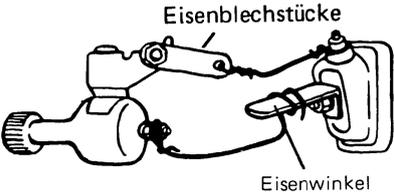


Kupferleuchter

- (A) leuchtet
- (B) leuchtet nicht

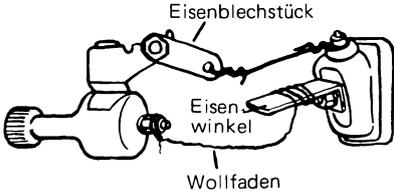
15

Bei den folgenden Aufgaben soll immer das Dynamorädchen gedreht werden!



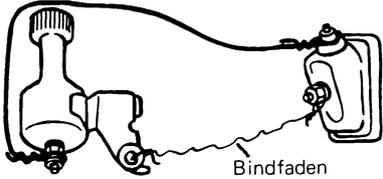
- (A) leuchtet
- (B) leuchtet nicht

16



- (A) leuchtet
- (B) leuchtet nicht

17



- (A) leuchtet
- (B) leuchtet nicht

18



- (A) leuchtet
- (B) leuchtet nicht

19

Was passiert bei einem Kurzschluß?
Antworte auf dem Antwortbogen!

20a

Wie viele Drähte hat das Kabel zu einer Stehlampe?

(A) 1

(B) 2

(C) 3

(D) 4

Kreuze auf dem Antwortbogen A, B, C oder D an!

20b

Warum ist das so?

Begründe Deine Antwort auf dem Antwortbogen!

21a

Schreibe auf dem Antwortbogen 3 Stoffe oder Gegenstände
auf, die den elektrischen Strom leiten!

21b

Schreibe auf dem Antwortbogen 3 Stoffe oder Gegenstände
auf, die den elektrischen Strom **nicht** leiten!

22

Ein Dynamo und ein Rücklicht sind richtig an einem Fahrrad montiert. Zähle mehrere Teile der leitenden Verbindung zwischen **Dynamogehäuse** und **Rücklichtgehäuse** auf!

23

Das Bild auf dem Antwortbogen zeigt eine Batterie und ein Glühlämpchen in einer Fassung. Zeichne in das Bild Metalldraht so ein, daß das Lämpchen leuchtet!

24

Das Bild auf dem Antwortbogen zeigt einen Dynamo und ein Glühlämpchen. Zeichne in das Bild Metalldraht so ein, daß das Lämpchen leuchtet, wenn man das Dynamorädchen dreht!

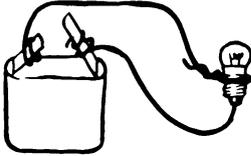
25

Weißt Du, was ein Schaltzeichen ist? Wenn Du es weißt, so gib an, für welche Dinge man die angegebenen beiden Zeichen verwendet!

26

Weißt Du, was eine Schaltskizze ist? Wenn Du es weißt, so zeichne die Schaltskizze für die folgende Schaltung mit Batterie und Lämpchen auf dem Antwortbogen auf.

Schaltung



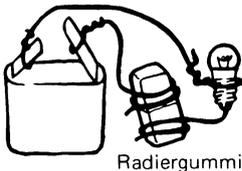
Entscheide, ob bei den einzelnen Bildern ein Kurzschluß vorliegt. Kreuze auf dem Antwortbogen A oder B an!

27



- (A) Kurzschluß
- (B) kein Kurzschluß

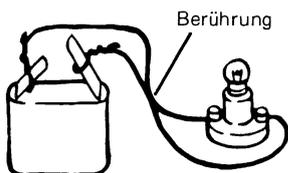
28



- (A) Kurzschluß
- (B) kein Kurzschluß

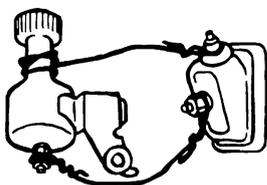
Entscheide, ob bei den einzelnen Bildern ein Kurzschluß vorliegt. Kreuze auf dem Antwortbogen A oder B an!

29



- (A) Kurzschluß
- (B) kein Kurzschluß

30



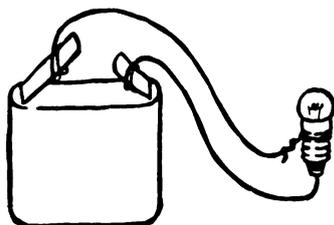
- (A) Kurzschluß
- (B) kein Kurzschluß

31



- (A) Kurzschluß
- (B) kein Kurzschluß

32



- (A) Kurzschluß
- (B) kein Kurzschluß

33

Die Drähte in einem elektrischen Kabel, z. B. im Kabel zu einem Bügeleisen, sind mit einer Isolierung umhüllt. Welche beiden Aufgaben hat die Isolierung?

34a

Nenne 3 Beispiele für eine (elektrische) Quelle.

34b

Nenne 3 Beispiele für einen (elektrischen) Verbraucher.

34c

Was muß man tun, wenn man einen Verbraucher richtig an eine Quelle anschließen will?
Ergänze die Sätze auf dem Antwortbogen!

35

Warum soll man mit nassen Händen ein elektrisches Gerät nicht anfassen, das an eine Steckdose angeschlossen ist?

Wenn Du auch den zweiten Teil des Tests bearbeiten sollst, so drehe nun bitte das Testheft um!

TESTTEIL 2

36a

Ein Lämpchen ist an eine Flachbatterie angeschlossen und leuchtet. Was geschieht, wenn man die Verbindung zwischen den Einzelzellen der Flachbatterie unterbricht?

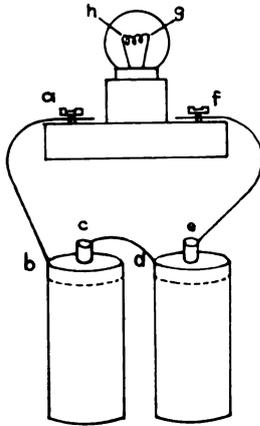
Kreuze das Richtige auf dem Antwortbogen an!

- (A) Das Lämpchen leuchtet genau so hell wie vorher
- (B) Das Lämpchen leuchtet schwächer
- (C) Das Lämpchen leuchtet überhaupt nicht

36b

Begründe Deine Antwort!

37



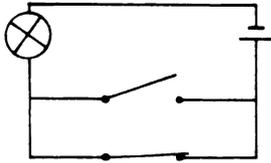
Wie kannst Du den Stromkreis unterbrechen?

Durch Auftrennen der Verbindung

- (A) ... zwischen a und b ?
- (B) ... zwischen c und d ?
- (C) ... zwischen g und h ?
- (D) Durch eine leitende Verbindung von a nach e ?

Kreuze bitte die richtigen Antworten auf dem Antwortbogen an!

38



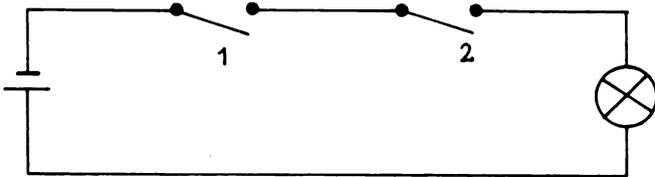
Leuchtet die Glühlampe?

(A) Ja

(B) Nein

Kreuze auf dem Antwortbogen an!

39



In der Schaltskizze sind zwei Schalter – 1 und 2 – eingebaut.

Schreibe auf den Antwortbogen, was Du tun mußt, damit das Lämpchen leuchtet!

40

Auf den Antwortbogen siehst Du eine Schnittzeichnung eines Glühlämpchens mit Fassung.

Zeichne die leitende Verbindung von einer Klemmschraube zur anderen als farbige Linie dort ein!

41

Zwischen Fußpunkt und Gewinde des Lämpchens ist ein Isolator notwendig. Warum?

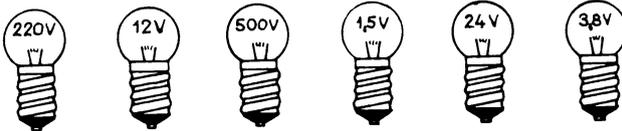
42

Wie kommt es, daß eine Glühlampe leuchtet?

43

Zeichne die fehlenden leitenden Verbindungen in die Flachbatterie auf dem Antwortbogen ein!

44



Welche dieser Glühlampen mußt Du in die beiden auf dem Antwortbogen gezeichneten Fassungen schrauben, damit die Glühlampen in der richtigen Helligkeit leuchten?

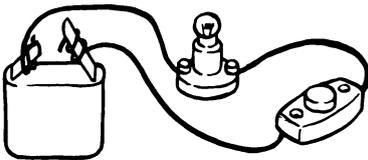
Schreibe in die Glühlampen auf dem Antwortbogen die richtigen Voltangaben!

45

In der Zeichnung auf dem Antwortbogen siehst Du eine Batterie, einen Schalter und ein Lämpchen. Zeichne die Verbindung so ein, daß Du mit dem Schalter das Lämpchen aus- und einschalten kannst, ohne daß ein Kurzschluß vorkommt!

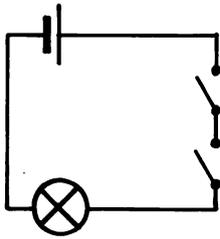
46

Hier siehst Du eine Schaltung mit Schalter. Der Schalter ist geöffnet.



Zeichne dazu auf dem Antwortbogen die Schaltskizze!

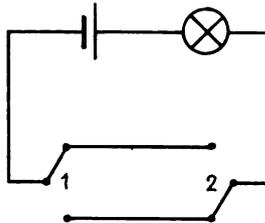
47



Zeichne die Verbindungen zu den Schaltern in dem Bild auf dem Antwortbogen so ein, wie es die nebenstehende Schaltskizze zeigt!

48

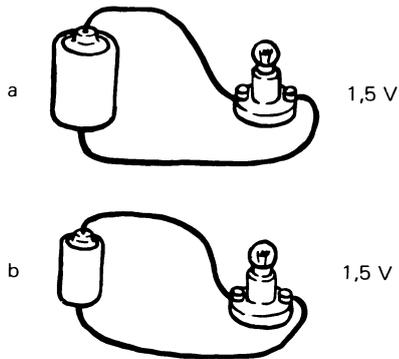
Die beiden Umschalter in der Schaltskizze sind mit (1) und (2) bezeichnet.



Wie bringst Du das Lämpchen in der Schaltung zum Leuchten, wenn es nicht leuchtet?

- (A) Ich betätige den Umschalter 1
- (B) Ich betätige den Umschalter 2
- (C) Ich betätige gleichzeitig beide Umschalter.

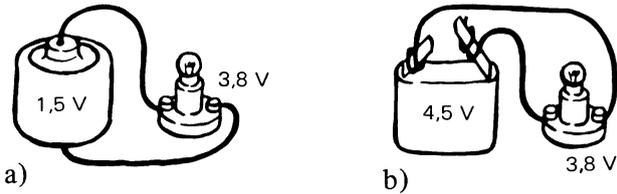
Kreuze bitte die richtigen Lösungen auf dem Antwortbogen an!



In der Schaltung a und in der Schaltung b sind zwei gleiche 1,5-V-Lämpchen eingeschaltet.
Die Schaltung a enthält eine große Monozelle und die Schaltung b eine kleine.

Kreuze auf dem Antwortbogen an, wie die Lämpchen leuchten:

- (A) Das Lämpchen der Schaltung a leuchtet heller als das der Schaltung b
- (B) Das Lämpchen der Schaltung b leuchtet heller als das der Schaltung a
- (C) Die Lämpchen leuchten etwa gleich hell



In der Schaltung a und in der Schaltung b sind zwei ungefähr gleich große Batterien eingebaut.

Schaltung a und Schaltung b enthalten je ein 3,8-V-Lämpchen.

Kreuze auf dem Antwortbogen an, wie die Lämpchen leuchten:

- (A) Die Lämpchen leuchten etwa gleich hell
- (B) Das Lämpchen der Schaltung a leuchtet schwach, das Lämpchen der Schaltung b leuchtet mit der richtigen Helligkeit.
- (C) Das Lämpchen der Schaltung b leuchtet schwach, das Lämpchen der Schaltung a leuchtet mit der richtigen Helligkeit.

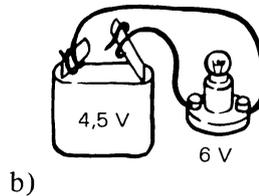
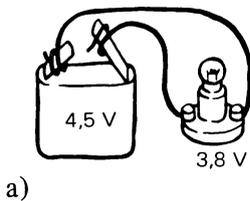
51

Auf dem Antwortbogen stehen fünf Sätze, die aber unvollständig sind.

Fülle die Lücken dort aus!

52

Wie leuchten die Lämpchen in den beiden Schaltungen?



Kreuze auf dem Antwortbogen an!

- (A) Das Lämpchen in Schaltung a leuchtet heller als das Lämpchen in Schaltung b
- (B) Das Lämpchen in Schaltung b leuchtet heller als das Lämpchen in Schaltung a
- (C) Die Lämpchen leuchten gleich hell

E N D E

Test OS1 Teil I

Datum: _____

Rohwert:

Name: _____ Vorname: _____ Klasse: _____

1 A () B () 2 A () B () 3 A () B () 4 A () B ()

5 A () B () 6 A () B () 7 A () B () 8 A () B ()

9 A () B () 10 A () B () 11 A () B () 12 A () B ()

13 A () B () 14 A () B () 15 A () B ()

16 A () B () 17 A () B () 18 A () B ()

19 _____

20a A () B () C () D ()

20b _____

vom Lehrer
auszufüllen

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

7

8

9

21a

1. _____
2. _____
3. _____

21b

1. _____
2. _____
3. _____

22

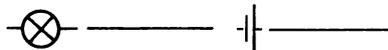
23



24



25



26

Schaltskizze:

27

A ()
B ()

28

A ()
B ()

29

A ()
B ()

30

A ()
B ()

31

A ()
B ()

32

A ()
B ()

33

1. _____

2. _____

34a

34b

34c

Man braucht _____ Verbindungen zwischen den beiden _____
_____ von Quelle und Verbraucher. Diese Verbindungen
müssen _____ sein und getrennt, d. h. ohne _____ verlaufen.

35

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

Test OS1 Teil 2

Datum: _____

Rohwert:

Name: _____ Vorname: _____ Klasse: _____

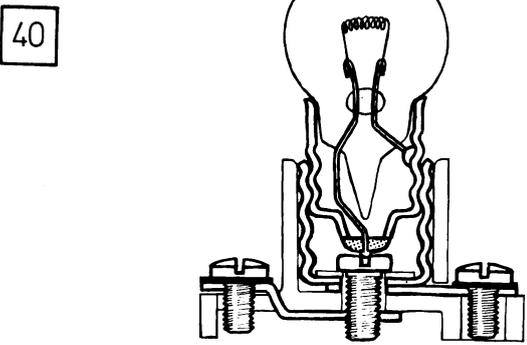
36a A () B () C ()

36b Begründung: _____

37 A () B () C () D ()

38 A () B ()

39 _____



41 _____

42 _____

vom Lehrer auszufüllen

29

30

31

32

33

34

35

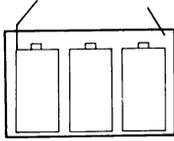
36

37

38

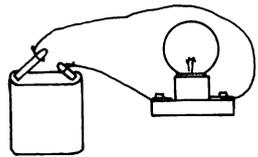
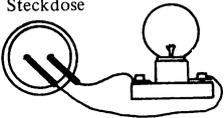
39

43



44

Steckdose



45



46

Schaltskizze:

47



48

A ()

B ()

C ()

49

A ()

B ()

C ()

50

A ()

B ()

C ()

51

Eine Monozelle hat Volt.

Eine Flachbatterie hat Volt.

Eine Steckdose hat Volt.

Eine Batterie mit 3 Volt hat Monozellen.

Eine Batterie mit 6 Volt hat Monozellen.

52

A ()

B ()

C ()

40

41
 42

43

44

45

46

47

48

49

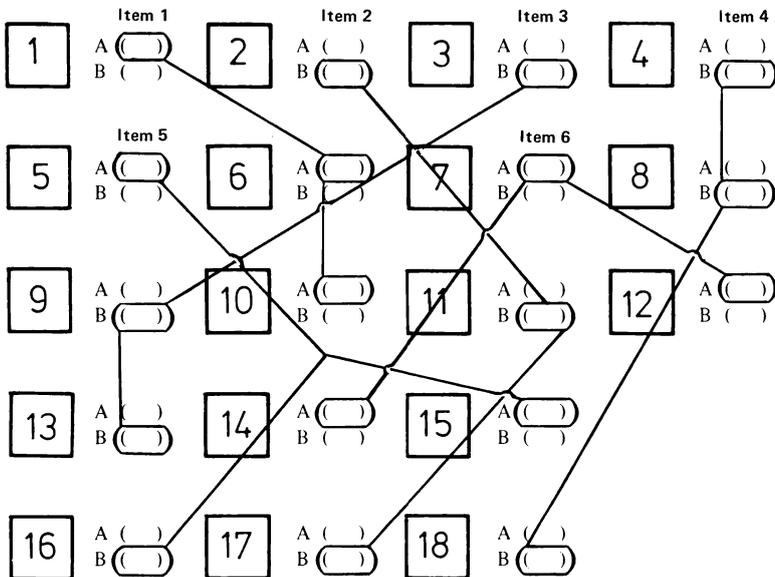
50

51

4.2. Auswerteanweisung des Tests OS 1

Wie im Lehrerbegleitheft erwähnt, wurden die Tests der letzten Kieler Erprobung und der Erprobung in verschiedenen Schulen und Klassen außerhalb Kiels nach der folgenden Auswerteanweisung ausgewertet. Diese Anweisung dient damit zum Verständnis der unter 4.3. folgenden Testergebnisse. Sie kann aber dem Lehrer auch als Grundlage für seine eigene Auswertung dienen.

Bei der Auswertung der Aufgaben 1 bis 18 des ersten Testteils ergibt sich dadurch eine Schwierigkeit, daß verschiedene Aufgaben zu einem Item zusammengefaßt sind, daß also für die Lösung verschiedener Aufgaben nur ein Punkt vergeben wird. Um die Auswertung zu erleichtern, empfehlen wir, daß sich der Lehrer die folgende Auswerteschablone auf einem leeren Antwortbogen skizziert und dann auf eine durchsichtige Folie überträgt.



Diese Auswerteschablone wird so auf den Antwortbogen gelegt, daß die Aufgabennummern **1** und **16** sich decken. Die Kreise kennzeichnen dann die richtigen Antworten der Schüler. Die Verbindungslinien zwischen den Kreisen

geben an, welche Aufgaben zu welchen Items zusammengefaßt werden. Es ist zweckmäßig, die sechs Items verschiedenfarbig auf der Folie zu kennzeichnen.

Auswerteanweisung:

Aufgabe Item
Nr.

Teil I

1 - 18 1 - 6 Die Aufgaben 1 - 18 enthalten Zeichnungen. Um die Zahl der Punkte nicht unangemessen ansteigen zu lassen, wurden immer 3 Aufgaben zu einem Item zusammengefaßt:

Item	Aufgaben	Bedeutung	Richtige Antwort
1	1, 6, 10	Einfacher richtiger Anschluß	A = leuchtet
2	2, 11, 17	Eine Verbindung mit einem Nichtleiter	B = leuchtet nicht
3	3, 9, 13	Nur eine Anschlußstelle benutzt	B = leuchtet nicht
4	4, 8, 18	Nur eine Verbindung	B = leuchtet/ summt nicht
5	5, 15, 16	Komplexe Verbindung	A = leuchtet (5, 15) B = leuchtet nicht (16)
6	7, 12, 14	Eine Verbindung mit einem Leiter	A = leuchtet

Ein Item erhält nur dann einen Punkt, wenn alle zugehörigen Aufgaben richtig sind.

- 19 7 Praktische Kenntnisse vom Vorgang des Kurzschlusses und/oder seiner Wirkungen.
Beispiele: "Die Sicherung fliegt heraus". "Das Licht oder ähnliches geht aus". "Wenn sich zwei Drähte berühren". "Es wird dunkel".
- 20 a 8 2 oder 3 angekreuzt.
- 20 b 9 In der Begründung soll die unterschiedliche Bedeutung der Drähte zum Ausdruck kommen.

Aufgabe Item
Nr.

9 Volkstümliche, globale Begründung, z. B.: "Man braucht Erde (Forts.) und Phase (bzw. Plus und Minus)", oder:

Phänomenologische Begründung etwa in folgendem Sinn:

"Man braucht (immer) zwei (leitende) Verbindungen (zwischen den beiden Anschlußstellen der Glühlampe und den beiden Buchsen der Steckdose)", oder:

theoretische Begründung, z. B.: "Der Stromkreis muß geschlossen sein". Oder: "Man braucht einen Draht zur Hin- und einen zur Rückleitung des Stromes".

21 a/b 10 Mindestens drei Leiter und drei Nichtleiter richtig genannt.

22 11 Mindestens 1 Teil des Fahrrades, z. B. Rahmen, Gestell, Gabel, Schutzblech genannt.

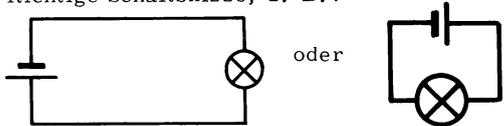
23 12 Je ein Blechstreifen der Batterie ist mit je einer Klemmschraube der Fassung verbunden.

24 13 Je eine Anschlußstelle des Dynamos (Gehäuse bzw. Dynamohalter und Rändelmutter) ist mit je einer Anschlußstelle des Lämpchens (Fußpunkt und Gewinde) verbunden.

25 14 Erstens Schaltzeichen: Lampe, Glühlampe, o. ä.

15 Zweitens Schaltzeichen: Batterie, Monozelle, o. ä.

26 16 Richtige Schaltskizze, z. B.:



27-32 17-19 Die Aufgaben 27-32 wurden zu 3 Items zusammengefaßt:

Item	Aufgaben	Bedeutung
17	27, 28	Leuchtet nicht, kein Kurzschluß
18	29, 31	Kurzschluß
19	30, 32	Richtiger Anschluß, kein Kurzschluß

- | Aufgabe | Item
Nr. | |
|---------|-------------|---|
| 33 | 20 | Antworten, die erkennen lassen, daß die Isolierung die beiden Drähte trennt und einen Kurzschluß verhindert, z. B.: "Es gäbe einen Kurzschluß." |
| | 21 | Antworten, die erkennen lassen, daß die Isolierung einen Schutz vor der Gefahr des Stromes bietet, z. B.: "Man bekommt keinen Schlag, wenn man das Kabel anfaßt." |
| 34 a | 22 | Drei (elektrische) Quellen müssen genannt sein, z. B. Batterie, Dynamo, Monozelle, Akkumulator, Trafo, Steckdose. |
| 34 b | 23 | Drei (elektrische) Verbraucher müssen genannt sein, z. B.: Lämpchen, Klingel, Rücklicht, Bügeleisen, Waschmaschine, usw. |
| 34 c | | Der Lückentext soll mit folgenden Angaben ergänzt werden: |
| | 24 | "zwei" "2" |
| | 25 | "Anschlußstellen" |
| | 26 | "leitend" |
| | 27 | "Kurzschluß" |
| 35 | 28 | In der Antwort muß zum Ausdruck kommen, daß Wasser ein Leiter ist.
Die Antwort "Damit man keinen elektrischen Schlag bekommt" reicht nicht aus. |

Testteil II

- | | | |
|------|--------|--|
| 36 a | 29 | Nur C angekreuzt. |
| 36 b | Z I 30 | Wird nur vergeben, wenn Item 29 als richtig bewertet worden ist.
"Der Stromkreis ist unterbrochen." "Es fließt kein Strom mehr." "Es besteht kein (geschlossener) Stromkreis mehr." |
| 37 | 31 | A <u>und</u> B angekreuzt. |

Aufgabe Item
Nr.

32 C angekreuzt.

Zu Aufg. 37 (Item 31 und 32): Wird "D" angekreuzt, ist die gesamte Aufgabe als falsch zu bewerten.

38 33 A angekreuzt.

39 34 Beide Schalter (bzw. Schalter 1 und Schalter 2) müssen geschlossen werden.

40 35 Die leitende Verbindung innerhalb der Glühlampe ist vollständig und richtig eingezeichnet.
(Dazu gehören das Gewinde der Glühlampe, die beiden Halte-drähte, der Glühdraht und der Fußpunkt.)

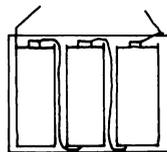
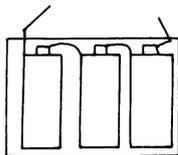
36 Die leitenden Teile der Fassung sind vollständig und richtig gekennzeichnet. (Dazu gehören die Klemmschrauben, die La-schen und die Mittelschraube.) (Die Teile brauchen nicht voll-ständig ausgefärbt zu sein. Es genügt, wenn der Weg des Stro-mes erkenntlich ist.)

41 37 "Kurzschluß" wird als Begründung angegeben.

42 38 "Der Strom bringt die Lampe oder den Glühdraht zum Leuch-ten" "Durch Strom."

Z I 39 Antworten, die aussagen, daß der Draht durch den Strom so stark erwärmt (erhitzt) wurde, daß er leuchtet.
Wird Item 39 als richtig bewertet, muß auch Item 38 gegeben werden.

43 40 Richtige Ergänzung der Zeichnung.
Entweder: oder:

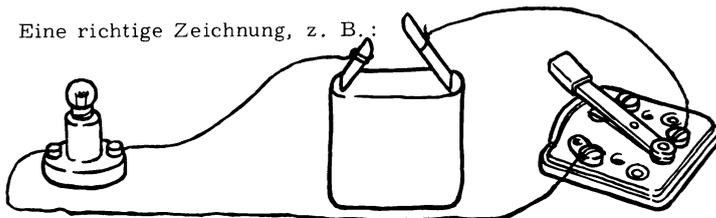


Aufgabe Item
Nr.

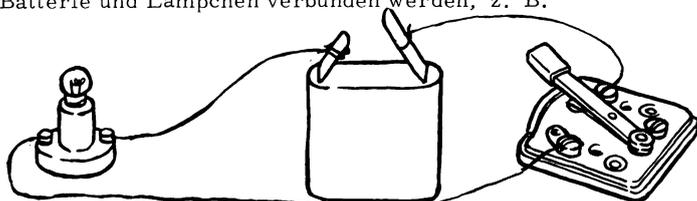
44 41 Bild links: 220 V

42 Bild rechts: 3,8 V

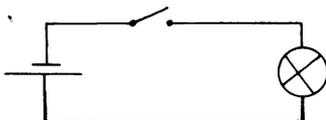
45 43 Eine richtige Zeichnung, z. B.:



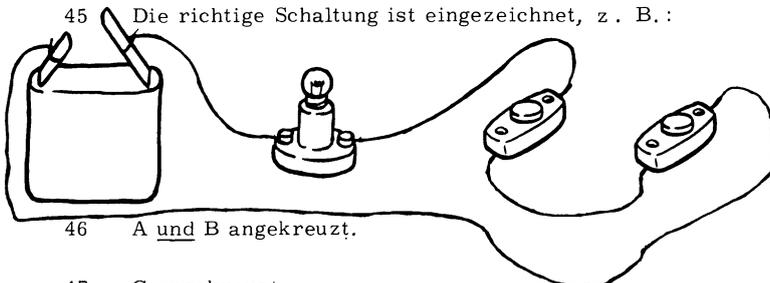
Falsch ist es, wenn die beiden linken Anschlußstellen mit Batterie und Lämpchen verbunden werden, z. B.



46 44 Schaltskizze richtig (Schalter geöffnet), z. B.:



47 45 Die richtige Schaltung ist eingezeichnet, z. B.:



48 46 A und B angekreuzt.

49 47 C angekreuzt.

50 48 B angekreuzt.

Aufgabe Item
Nr.

- 51 49 Drei richtige Voltangaben ergänzt. (Monozelle: 1,5 V;
Flachbatterie: 4,5 V; Steckdose: 220 V.)
- 50 Beide Zahlen für die Monozelle richtig ergänzt. (3-Volt-Bat-
terie: 2 Monozellen; 6-Volt-Batterie: 4 Monozellen.)
- 52 51 A angekreuzt.

4.3. Testergebnisse

Im folgenden sind einige Testergebnisse zusammengestellt, die sich in der letzten Kieler Erprobung und in der Erprobung in verschiedenen Schulen und Klassen außerhalb Kiels (Außenerprobung) ergeben haben.

In einer Tabelle sind die wichtigsten Testdaten der einzelnen Items (prozentuale Lösungshäufigkeit, Objektivität und Trennschärfe) zusammengefaßt.

Anschließend (s. 4.3.2.) werden den Konzeptzielen die prozentualen Lösungshäufigkeiten der ihnen entsprechenden Items zugeordnet. Damit ist ein Überblick über die Leistungen gegeben, die bezüglich der Konzeptziele mit dieser Einheit erreicht worden sind.

Da der Test aus zwei Tests von Erprobungsfassungen zusammengestellt worden ist, beziehen sich die angegebenen Testdaten auf verschiedene Populationen:

Testteil I (Klassen des 5. und 6. Schuljahres)

	Kieler Erprobung	Außenerprobung
Gesamtschule	-	48
Gymnasium	6	80
Realschule	6	13
Hauptschule	2	20

Testteil II (Klassen des 5. und 6. Schuljahres)

	Kieler Erprobung	Außenerprobung
Gesamtschule	-	6
Gymnasium	6	20
Realschule	6	7
Hauptschule	2	10

Die Population der Kieler Erprobung ist in beiden Testteilen die gleiche. Die Population der Außenerprobung des zweiten Teils ist Teil der Population der Außenerprobung des ersten Teils.

4.3.1. Tabelle mit Testergebnissen

In der folgenden Tabelle sind die prozentualen Lösungshäufigkeiten (P) der einzelnen Items für die letzte Kieler Erprobung und die Erprobung in Schulen und Klassen außerhalb Kiels, die Objektivitätsindizes (O_i) und die Trennschärfeindizes (r_{it}) der einzelnen Items aufgenommen. Die Objektivitätsindizes und die Trennschärfeindizes gelten generell für den Nachtest. Die prozentualen Lösungshäufigkeiten werden für Vor- (V) und Nachtest (N) angegeben.

Die einzelnen Kennwerte sind wie folgt definiert:

Prozentuale Lösungshäufigkeit P eines Items

$$P = \frac{\text{Anzahl der Schüler mit richtiger Lösung}}{\text{Anzahl aller am Test beteiligten Schüler}} \cdot 100$$

Da dieser Kennwert angibt, wieviele Schüler ein Item richtig gelöst haben, kann er als Leistungsstand der Schüler in diesem Item interpretiert werden.

Trennschärfe r_{it} eines Items

$$r_{it} = \frac{\bar{X}_R - \bar{X}}{s_X} \sqrt{\frac{P}{1-P}}$$

X = Anzahl der richtig bewerteten Items eines Schülers (Rohwert)

\bar{X} = Mittelwert der Rohwerte aller Schüler

\bar{X}_R = mittlerer Rohwert derjenigen Schüler, die das Item i richtig beantwortet haben

s_X = Standardabweichung der Verteilung der Rohwerte

P = Prozentuale Lösungshäufigkeit des Items

Die Trennschärfe ist ein Maß dafür, wie gut ein Item gute und schlechte Schüler im Sinne des Gesamtergebnisses unterscheidet. Die Trennschärfe ist umso höher, je mehr ein Item zuverlässig etwas Ähnliches mißt wie der Gesamtest.

Objektivitätsindex O_i eines Items

$$O_i = \frac{\text{Anzahl übereinstimmender Bewertungen mehrerer Auswerter}}{\text{Gesamtzahl der Bewertungen}} \cdot 100$$

Der Objektivitätsindex gibt also an, bei wieviel Prozent der Bewertungen mehrere Auswerter bei der Auswertung eines Items übereinstimmen. Er wird errechnet, indem man eine Anzahl von Antwortbögen (etwa 80 - 100) von mehreren Auswertern (3 - 5) unabhängig voneinander nach der Auswerteanweisung auswerten läßt.

Die Items 1 - 28 entsprechen dem ersten Teil des Tests, die Items 29 - 51 dem zweiten Teil.

Die Daten der einzelnen Testteile wurden von den auf Seite 188 angegebenen Populationen errechnet.

Um einen Überblick über die mittlere erreichte Leistung in den einzelnen Testteilen und Populationen zu geben, sollen die mittleren prozentualen Lösungshäufigkeiten angegeben werden:

Testteil I (Items 1 - 28)

Kieler Erprobung: $\bar{P}_V = 29$, $\bar{P}_N = 71$, $\bar{O}_i = 92$

Außenerprobung: $\bar{P}_V = 30$, $\bar{P}_N = 74$, $\bar{O}_i = 96$

Testteil II (Items 29 - 51)

Kieler Erprobung: $\bar{P}_V = 37$, $\bar{P}_N = 67$, $\bar{O}_i = 89$

Außenerprobung: $\bar{P}_V = 30$, $\bar{P}_N = 60$, $\bar{O}_i = 95$

Aus den mit aufgeführten mittleren Objektivitätsindizes ergibt sich für die Außenerprobung eine ausreichend große Auswerteobjektivität von $\bar{O}_i = 96$ bzw. 95. Wird eine besonders große Auswerteobjektivität angestrebt (z. B. bei speziellen Untersuchungen), so sind die Items mit geringer Objektivität besonders zu beachten. Die Trennschärfeindizes r_{it} der meisten Items erscheinen ausreichend groß zu sein. Dem entspricht auch, daß die Zuverlässigkeitskoeffizienten beider Testteile nach verschiedenen Methoden bestimmt um $r_{tt} = .90$ liegen. Damit ist zu erwarten, daß sowohl die einzelnen Testteile als auch der Gesamttest ausreichend zuverlässig sind.

Da aufgrund der Erprobungen in der vorliegenden Fassung der Unterrichtseinheit einige Ziele gegenüber den Erprobungsfassungen geändert werden mußten, sind einige Items neu in den Test aufgenommen worden (Items 7, 24, 25, 26, 27, 28).

Item-Nr.	Kieler Erprobung				Außenerprobung				
	P		r_{it}	o_i	P		r_{it}	o_i	
	V	N			V	N			
1	60	93	0.20	96	62	96	22	99	
2	31	84	0.23	94	52	90	28	96	
3	28	83	0.35	96	17	78	32	96	
4	10	72	0.33	92	21	80	29	98	
5	57	92	0.15	96	34	83	34	96	
6	32	83	0.28	95	27	69	34	95	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	1)
8	54	78	0.23	98	68	90	22	100	
9	12	12	0.25	86	24	54	40	99	
10	28	91	0.37	96	47	93	35	99	
11	07	47	0.46	88	10	63	40	84	
12	88	99	0.11	99	71	96	15	98	
13	27	92	0.34	96	20	92	29	97	
14	04	86	0.39	99	05	72	56	99	
15	02	82	0.39	95	04	71	52	99	
16	03	63	0.39	86	02	75	39	96	
17	22	67	0.45	94	25	63	46	98	
18	33	77	0.44	97	32	65	37	98	
19	38	82	0.33	94	36	72	38	98	
20	21	35	0.26	90	22	56	45	85	

Item-Nr.	Kieler Erprobung				Außenerprobung				
	P		r_{it}	o_i	P		r_{it}	o_i	
	V	N			V	N			
21	24	42	0.13	93	27	51	43	85	
22	-	52	0.56	86	-	39	63	96	
23	-	53	0.54	94	-	41	62	99	
24	-	-	-	-	-	-	-	-	
25	-	-	-	-	-	-	-	-	2)
26	-	-	-	-	-	-	-	-	2)
27	-	-	-	-	-	-	-	-	2)
28	-	-	-	-	-	-	-	-	3)
29	81	85	0.29	98	72	82	24	100	
30	70	76	0.29	91	47	68	31	95	
31	33	59	0.56	97	18	47	40	98	
32	35	54	0.51	97	11	21	15	95	
33	36	79	0.34	98	55	81	35	98	
34	65	89	0.31	91	54	84	39	96	
35	-	58	0.48	92	-	39	42	96	
36	-	59	0.46	88	-	30	45	95	
37	26	59	0.49	99	18	54	47	97	
38	50	62	0.33	85	38	55	27	84	
39	15	26	0.40	86	07	19	32	92	
40	-	47	0.49	88	-	49	49	90	

Item-Nr.	Kieler Erprobung				Außenerprobung			
	P		r_{it}	o_i	P		r_{it}	o_i
	V	N			V	N		
41	39	87	0.34	93	56	87	32	98
42	30	83	0.35	97	25	68	39	93
43	28	73	0.42	87	19	67	45	93
44	13	49	0.46	80	14	62	43	89
45	49	77	0.41	95	34	77	42	93
46	6	18	0.38	96	04	27	39	94
47	35	63	0.25	96	37	61	31	98
48	60	86	0.34	97	37	67	32	97
49	23	77	0.45	93	14	72	46	97
50	22	79	0.46	97	13	75	48	97
51	27	65	0.37	95	19	48	37	97

Anmerkungen zur Tabelle

1. Die Fragestellung der zugehörigen Aufgabe mußte präzisiert werden, da dieses Item in der Außenerprobung nur eine Trennschärfe von $r_{it} = 00$ erreichte. Da aufgrund dieser Präzisierung andere Ergebnisse zu erwarten sind, haben wir darauf verzichtet, Ergebnisse der Erprobungen anzugeben.
2. In der Erprobungsfassung des Tests haben wir auf eine ähnliche Frage vom Schüler selbst eine Antwort frei formulieren lassen. Da sich die Aufgabe als sehr schwer erwiesen hat, haben wir uns entschlossen, einen Lückentext vorzugeben.
3. Wir haben neu in die Einheit aufgenommen, daß Wasser ein Leiter ist. Da wir die Bedeutung der Leitfähigkeit des Wassers in Zusammenhang mit den Gefahren des elektrischen Stromes für sehr wichtig halten, haben wir eine neue Aufgabe formuliert.

4.3.2. Testergebnisse bezüglich der Konzeptziele

Im folgenden werden den Konzeptzielen die prozentualen Lösungshäufigkeiten der ihnen entsprechenden Testitems zugeordnet.

Die Lösungshäufigkeiten beziehen sich auf die Nachtestergebnisse, die in der Außenerprobung gewonnen worden sind.

- Z 1 Damit ein Verbraucher arbeitet (z. B. ein Lämpchen leuchtet oder ein Summer summt), müssen seine beiden Anschlußstellen mit den beiden Anschlußstellen der Quelle verbunden sein.
- 96 % der Schüler beurteilten 3 Schaltungen richtig ("leuchtet"), in denen ein Verbraucher mit 2 Drähten an eine Quelle angeschlossen war.
 - 78 % beurteilten 3 Schaltungen richtig ("leuchtet nicht"), in denen zwischen Quelle und Verbraucher nur eine Anschlußstelle benutzt war.
 - 80 % beurteilten 3 Schaltungen richtig ("leuchtet nicht"), in denen nur eine leitende Verbindung zwischen Quelle und Verbraucher bestand.
 - 90 % kreuzten richtig an, daß das Kabel zu einer Stehlampe 2 bzw. 3 Drähte hat.
 - 96 % zeichneten zwischen Flachbatterie und Glühlämpchen in Fassung eine richtige Verbindung ein.
 - 92 % zeichneten zwischen Dynamo und Lämpchen ohne Fassung eine richtige Verbindung ein.
- (Items 1, 3, 4, 8, 12, 13)
- Z 2 Schaltzeichen und Schaltskizzen
- 72 % bzw. 71 % der Schüler gaben das Schaltzeichen für eine Glühlampe bzw. für eine Batterie richtig an.
 - 75 % zeichneten eine richtige Schaltskizze für eine Schaltung mit Batterie und Glühlampe.
- (Items 14, 15, 16)
- Z 7 Leiter und Nichtleiter.
- 90 % der Schüler beurteilten 3 Schaltungen richtig ("leuchtet nicht"), in denen zwischen Quelle und Verbraucher ein Nichtleiter eingebaut war.
 - 69 % beurteilten 3 Schaltungen richtig ("leuchtet"), in denen zwischen Quelle und Verbraucher ein Leiter eingezeichnet war.
 - 93 % gaben mindestens 3 Leiter und 3 Nichtleiter richtig an.
 - 56 % gaben an, daß die Isolierung der einzelnen Drähte in einem Kabel einen Kurzschluß verhindert.

- 51 % gaben an, daß diese Isolierung einen Schutz vor der Gefahr des elektrischen Stromes bietet.
- 54 % gaben an, daß der Isolator zwischen Fußpunkt und Gewinde eines Glühlämpchens einen Kurzschluß verhindert.

(Items 2, 6, 10, 20, 21, 37)

Z 8 Leitende Verbindung.

- 83 % der Schüler beurteilten 3 Schaltungen richtig, in denen zwischen Quelle und Verbraucher mehrteilige Verbindungen eingezeichnet waren.
- 63 % gaben mindestens einen Teil des Fahrrades (z. B. Rahmen, Gestell, Gabel oder Schutzblech) als Teil der leitenden Verbindung zwischen Dynamogehäuse und Rücklichtgehäuse an.
- 39 % der Schüler zeichneten in eine Schnittzeichnung der Glühlampe die leitende Verbindung richtig ein.
- 30 % zeichneten in eine Schnittzeichnung einer Fassung die leitende Verbindung richtig ein.
- 49 % zeichneten in eine Schnittzeichnung einer Flachbatterie die leitende Verbindung richtig ein.

(Items 5, 11, 35, 36, 40)

Z 9 Kurzschluß

- 63 % der Schüler kreuzten bei 2 Schaltungen richtig an, daß kein Kurzschluß vorliegt, wenn zwischen Quelle und Verbraucher nur eine Verbindung gezeichnet war bzw. zwischen Quelle und Verbraucher ein Nichtleiter eingezeichnet war.
- 65 % kreuzten bei 2 Schaltungen richtig an, daß ein Kurzschluß vorliegt, wenn sich die beiden Verbindungen zwischen Quelle und Verbraucher berührten bzw. durch einen Nagel verbunden waren.
- 72 % kreuzten bei 2 Schaltungen richtig an, daß kein Kurzschluß vorliegt, wenn Quelle und Verbraucher richtig angeschlossen waren.

(Items 17, 18, 19)

Z 14 Bedingungen für den Anschluß von Verbrauchern an Quellen.

- 39 % der Schüler gaben 3 Beispiele für Quellen an.
- 41 % gaben 3 Beispiele für Verbraucher an.

Die Bedingungen für den Anschluß von Verbrauchern an Quellen sollen durch die Aufgabe 34 c) (Items 24, 25, 26 und 27) erfaßt werden. Da die Aufgabe 34 c) neu formuliert wurde, können keine Testergebnisse angegeben werden.

(Items 22, 23, 24, 25, 26, 27)

- Z 16 Die beiden leitenden Verbindungen zum Fahrradrücklicht.
- 63 % der Schüler nannten mindestens einen Teil des Fahrrades als Teil der leitenden Verbindung zwischen Dynamogehäuse und Rücklichtgehäuse des Fahrrades.
- (Item 11)
- Z 19 Innerer Aufbau und Funktionsweise einer Glühlampe.
- 39 % der Schüler zeichneten die leitende Verbindung durch eine Glühlampe in eine Schnittzeichnung ein.
 - 54 % begründeten die Notwendigkeit des Isolators zwischen Fußpunkt und Gewinde der Glühlampe damit, daß sonst ein Kurzschluß entsteht.
 - 55 % erklärten das Leuchten der Glühlampe dadurch, daß der elektrische Strom die Lampe oder den Glühdraht zum Leuchten bringt.
 - 19 % erklärten das Leuchten einer Glühlampe genauer: z. B. der Draht wird durch den elektrischen Strom so stark erwärmt, daß er leuchtet.
- (Items 35, 37, 38, 39)
- Z 20 Aufbau einer Glühlampenfassung.
- 30 % der Schüler zeichneten die leitende Verbindung durch eine Fassung in eine Schnittzeichnung ein.
- (Item 36)
- Z 21 Innerer Aufbau einer Batterie.
- 49 % zeichneten in eine Schnittzeichnung einer Flachbatterie die leitenden Verbindungen zwischen den Einzelzellen richtig ein.
- (Item 40)
- Z 22/
Z 23 Elektrischer Stromkreis.
- In einer funktionierenden Schaltung aus Batterie und Lämpchen (Quelle und Verbraucher) besteht eine durchgehende leitende Verbindung nicht nur zwischen den Anschlußstellen von Batterie und Lämpchen (Quelle und Verbraucher), sondern auch durch das Lämpchen und die Batterie (Quelle und Verbraucher) hindurch.
- 54 % der Schüler begründeten die Notwendigkeit von 2 Drähten in einem Verlängerungskabel.
 - 82 % kreuzten an, daß ein an eine Flachbatterie angeschlossenes Lämpchen erlischt, wenn man die leitende Verbindung zwischen den Einzelstellen irgendwo unterbricht.
 - 68 % begründeten dies damit, daß der Stromkreis unterbrochen ist.

- 47 % kreuzten bei einer gezeichneten Schaltung aus 2 Einzelzellen und einer Glühlampe an, daß man den elektrischen Stromkreis dadurch unterbrechen kann, daß man die leitende Verbindung zwischen Glühlampe und Einzelzelle bzw. zwischen den Einzelzellen auftrennt.
- 21 % kreuzten an, daß man den Stromkreis dadurch unterbrechen kann, daß man den Glühdraht zerstört.

(Items 9, 29, 30, 31, 32)

Z 27 Schalter.

- 67 % der Schüler zeichneten in eine Skizze von Glühlampe, Flachbatterie und Klingelumschalter eine Verbindung so ein, daß der Schalter das Lämpchen ein- und ausschalten kann, ohne einen Kurzschluß zu verursachen.
- 62 % zeichneten zu einer Schaltung aus Glühlampe, Batterie und Klingeltaster eine richtige Schaltskizze.
- 77 % zeichneten in eine Skizze von Batterie, Lämpchen und 2 Klingeltastern eine richtige Verbindung ein.

(Items 43, 44, 45)

Z 28 Parallel- und Hintereinanderschaltung von Schaltern; Wechselschaltung.

- 81 % der Schüler kreuzten bei einer Schaltskizze mit 2 parallel geschalteten Schaltern an, ob das Lämpchen leuchtet oder nicht.
- 84 % gaben bei einer Schaltskizze mit 2 hintereinander geschalteten Schaltern an, was man tun muß, wenn man das angeschlossene Lämpchen zum Leuchten bringen will.
- 67 % kreuzten bei einer Schaltskizze mit 2 Umschaltern an, was man tun muß, wenn man das angeschlossene Lämpchen zum Leuchten bringen will.

(Items 33, 34, 46)

Z 31 Voltangabe.

- 61 % kreuzten richtig an, daß 2 gleiche 1,5 V-Lämpchen in der gleichen Helligkeit leuchten, wenn sie an eine große und eine kleine 1,5 V-Monozelle angeschlossen werden.
- 67 % kreuzten an, daß ein 3,8 V-Lämpchen, das an eine Flachbatterie (4,5 V) angeschlossen ist, heller leuchtet, als ein 3,8 V-Lämpchen, das an eine Monozelle (1,5 V) angeschlossen ist.
- 72 % gaben die Voltangaben einer Monozelle, einer Flachbatterie und der Steckdose richtig an.
- 75 % gaben an, wie viele Monozellen eine Batterie von 3 Volt und eine Batterie von 6 Volt hat.
- 48 % kreuzten richtig an, daß ein 3,8 V-Lämpchen heller als ein 6 V-Lämpchen leuchtet, wenn beide an eine Flachbatterie von 4,5 V angeschlossen sind.

(Items 47, 48, 49, 50)

5. Literatur

Die folgende Zusammenstellung soll einige Hinweise auf Literatur zum in der vorliegenden Einheit behandelten Themenbereich geben. Dabei sollen zunächst einige Lehrbücher und Curricula genannt werden, die alternative Unterrichtskonzepte, ebenfalls für die Orientierungsstufe, enthalten. Vollständigkeit ist dabei nicht angestrebt worden, sie verbietet sich allein schon wegen der Fülle der zum Themenbereich dieser Einheit angebotenen Literatur auf dem deutschen Büchermarkt.

5.1. Vergleichbare Lehrbücher und Curricula

Amberger, u. a.: PHYSIK - CHEMIE 5/6, Klett-Verlag, Stuttgart 1974.

Götz: PHYSIK-LEHR- UND LERNSYSTEM SEKUNDARSTUFE I

Unterrichtskonzepte mit Arbeits- und Testkarten. Serie: Herder-Verlag, Freiburg, 1972.

Harbeck, Neusüß, Schönbeck, Zander: PHYSIK IN UNSERER WELT

5. Schuljahr: Beobachten und Beschreiben. 6. Schuljahr: Vergleichen und Messen. Lehrerhandbuch, Schülerbuch, Tests. Vieweg-Verlag, Braunschweig, 1972/73.

Jacobs, Töllner: DER EINFACHE ELEKTRISCHE STROMKREIS

Ein Lehrprogramm für den Physikunterricht. Schroedel-Verlag, Hannover, 1967.

Nuffield Physics Teachers Guide II, Published for the Nuffield Foundation, Longmans Penguin Books, London, 1967.

Schröder, Sichelschmidt, Stiegler, Westner: NATUR UND TECHNIK I

(5. und 6. Schuljahr). Lehrerband, Schülerbuch, Arbeitsblöcke. Cornelsen, Velhagen und Klasing, Berlin, 1972.

Simon: PHYSIK UND CHEMIE I

Schroedel-Verlag, Hannover, 1967.

Völcker, Schleip: DENKEN UND WISSEN

Arbeitsbuch für den naturwissenschaftlichen Unterricht im 5. und 6. Schuljahr. Arbeitsbuch, Arbeitsblätter, Lehrerbegleitheft. Hirschgrabenverlag, Frankfurt, 1973.

5.2. Einige Literatur über theoretische und empirische Begleituntersuchungen

v. Aufschnaiter, Duit, Fillbrandt, Niedererer: Vorkenntnisse, Unterrichtsfolge und Begriffsstrukturen bei der Behandlung des einfachen elektrischen Stromkreises im 5. und 6. Schuljahr, NiU 18, 135, 1970.

Duit, Niedererer: Der einfache elektrische Stromkreis im 5. und 6. Schuljahr, Teil III: Empirische Ergebnisse über Behaltensleistungen, NiU 18, 411, 1970.

Jung: Beiträge zur DIDAKTIK DER PHYSIK

Diesterweg-Verlag, Frankfurt, 1970.

(In diesem Buch wird eine ähnliche Konzeption zur Behandlung des elektrischen Stromkreises grob umrissen, wie sie in dieser Unterrichtseinheit vorgeschlagen wird.)

Niedererer: Untersuchung von Schülerfähigkeiten durch Analyse physikalischer Sachstrukturen und Anwendung eines probabilistischen Testmodells, dargestellt am Beispiel der Konstruktion und Auswertung von Tests zu einer Unterrichtseinheit "Der einfache elektrische Stromkreis".

IPN-Arbeitsberichte 2, Kiel, 1973.

6. Geräteliste

Die folgende Liste faßt die Geräte aller 7 Unterrichtsabschnitte zusammen. Sollen nur einige Abschnitte unterrichtet werden, so geben die unter "Für den Unterrichtsabschnitt benötigte Hilfsmittel" aufgeführten Gerätelisten der einzelnen Abschnitte nähere Auskunft.

Wie zu allen Unterrichtseinheiten wird von der Firma Leybold - Heraeus, Köln, ein Gerätesatz angeboten.

Um die Benutzung der Gerätesätze der Erprobungsfassungen der Unterrichtseinheiten des IPN Curriculum Physik zu erleichtern, wird mit 5.1. gekennzeichnet, wenn das betreffende Gerät im Gerätesatz der Erprobungsfassung der Einheit 5.1. "Der einfache elektrische Stromkreis" und mit 5.5. gekennzeichnet, wenn das Gerät im Gerätesatz der Einheit 5.5. "Der unverzweigte elektrische Stromkreis mit Schalter" vorhanden ist. Generell können mit den Gerätesätzen der Erprobungsfassungen fast alle Versuche der vorliegenden Einheit durchgeführt werden.

In der Geräteliste werden weiterhin die folgenden Abkürzungen verwendet:

- N: Diese Geräte sind im Gerätesatz zur Unterrichtseinheit nicht vorhanden. Es handelt sich dabei im allgemeinen um Geräte, die in einer Schulsammlung üblicherweise zu finden sind.
- V: Diese Geräte können nur einmal verwendet werden (Verbrauchsmaterial).

Für jeden Schüler

1 Flachbatterie 4,5 V	5.1.
2 Batterieklemmen	5.1.
1 Glühlämpchen 3,8 V/0,3 A	5.1.
1 "Illuminationsfassung" E 10	5.1.
1 Schraubenzieher	5.1.
1 Klingeltaster	5.5.
1 Klingelumschalter	5.5.

Für je 2 Schüler

3 Experimentierschnüre mit Krokodilklemmen	5.1.
1 Fahrraddynamo	5.1.
1 Fahrradrücklicht	5.1.
1 Rücklichtkabel	5.1.
1 Summer oder 1 Klingel	5.1.
1 Monozelle 1,5 V	5.5.
1 Klarglasglühlampe 220 V/60 W mit aufgesägtem Sockel	5.5.
1 Wippschalter	5.5.
1 Druckschalter	5.5.
1 Kippschalter	5.5.
1 Satz abgelängte Drähte (Kupferdraht 0,5 mm \emptyset und 1 mm \emptyset , unisoliert; Kupferdraht 0,8 mm \emptyset , isoliert; dreiadriges Kabel, je 200 mm lang; Konstantandraht, 0,2 mm \emptyset , 80 mm lang)	5.1.

Für Demonstrationen

Tesaband oder ähnliches, ca. 20 - 30 cm	5.1.
1 Halter für Fahrraddynamo	5.1.
1 Rücklicht für Rahmen	5.1.
1 Stahlbatterie 3 V	5.5.
1 Starterbatterie 1,5 V für Modellflugzeuge	5.5.
1 Batterie 6 V	5.5.
2 Lämpchen 1,5 V/0,15 A	5.5.
1 Lämpchen 2,5 V/0,3 A	5.5.
1 Lämpchen 6 V/0,4 A	5.5.
1 Lämpchen 3,8 V/0,07 A	
2 Lämpchen 12 V/3 W (brennen beim Versuch durch)	V
1 Fassung E 10 mit Anschlußbuchsen (wird eventuell beim Versuch beschädigt)	N
1 Transformator 12 V, einstellbar	N ¹⁾
1 Schalter für 220 V (2-polig)	N
1 Becherglas ca. 0,5 - 1 l	N
2 Elektroden (z. B. Streifen aus Aluminiumblech oder Kohleelektroden)	N
2 Demonstrationsamperemeter (Drehspulgeräte); 0,3 - 1 A möglichst mit versetztem Nullpunkt	N
1 Fahrrad, möglichst neu, ohne Dynamo und Rücklicht	N
1 großer Schraubenzieher	N
2 große Nägel	N
1 Stahlsäge	N
Stativmaterial:	N
2 Stativstangen 50 cm	
1 Stativstange 100 cm	
2 Stativfüße, groß	
2 Stativklemmen	
2 Kreuzmuffen	

Weiterhin werden einige Zangen zum Auftrennen der leitenden Verbindungen in einer Batterie benötigt.

Wenn möglich sollten einige Fassungen nach den Hinweisen auf Seite 85 aufgesägt werden.

1) Es kann der gleiche Transformator verwendet werden, wie zu der Einheit OS 4 bzw. OS 6.

7. Sachstrukturdiagramm aller Unterrichtsabschnitte

Auf den folgenden Seiten findet sich das Sachstrukturdiagramm aller Unterrichtsabschnitte. Es handelt sich um eine Zusammenfassung der unter 2.1.1. bis 2.7.1. aufgeführten Diagramme der einzelnen Unterrichtsabschnitte.

Wir empfehlen, die folgenden Seiten herauszutrennen und so zusammenzukleben, daß sich ein durchgehendes Diagramm ergibt. Aus diesem Diagramm ist dann ein guter Überblick über den fachlichen Inhalt der Unterrichtseinheit zu entnehmen.

Zum Diagramm einige Anmerkungen:

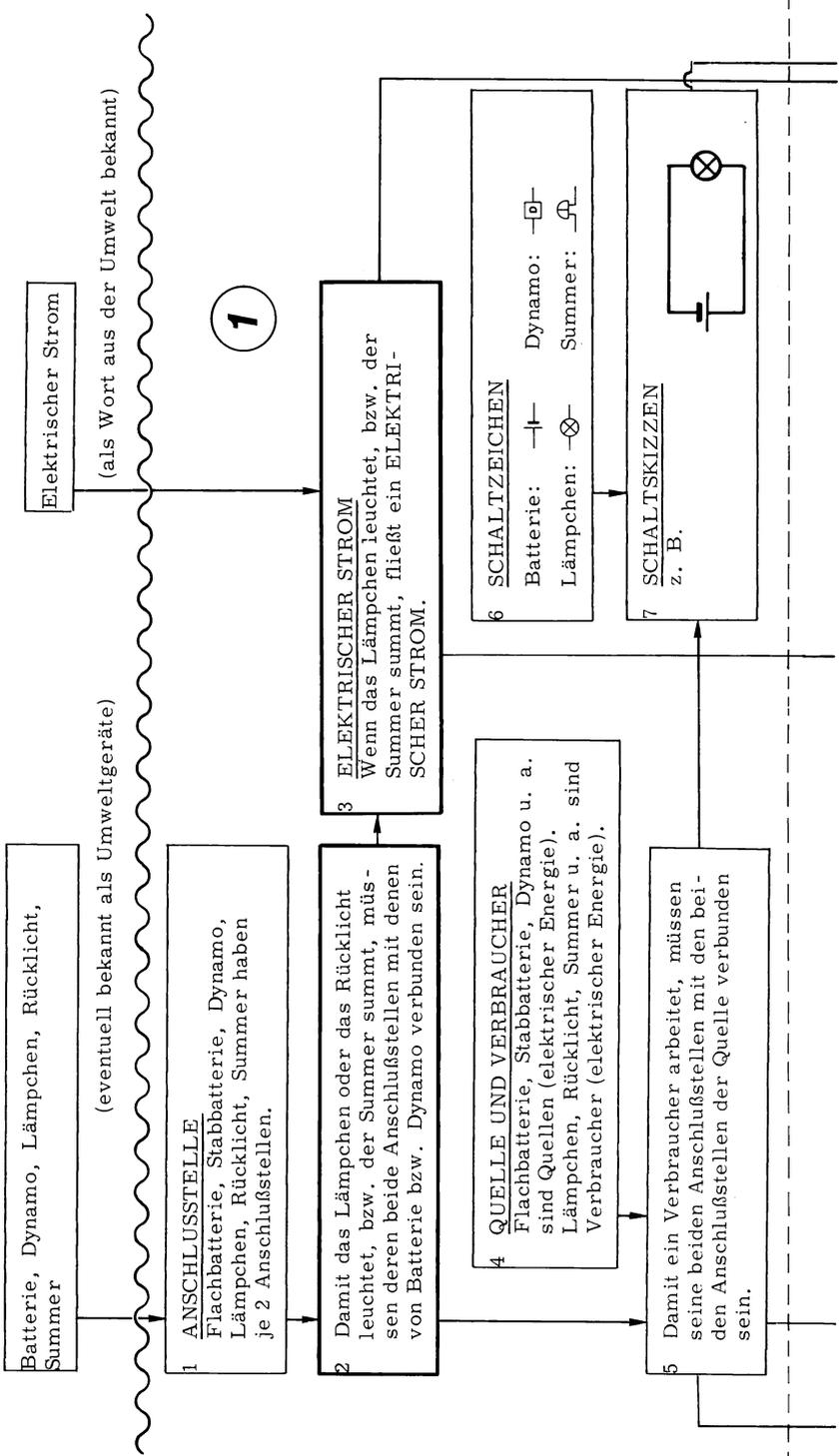
Die einzelnen Unterrichtsabschnitte sind durch dicke gestrichelt gezeichnete Linien getrennt (- - - - -). Sie sind durch Zahlen in Kreisen gekennzeichnet.

Die Pfeile geben sachlogische Abhängigkeiten der Blöcke an.

Oberhalb von Wellenlinien () stehen Dinge, die aus vorangegangenem Unterricht vorausgesetzt werden.

Im Diagramm sind die Blöcke stark umrandet, die Anschlußbedingungen und die ihnen korrespondierende Stromvorstellung, enthalten (s. S. 15).

SACHSTRUKTURDIAGRAMM DER UNTERRICHTSINHEIT
OS 1 "DER ELEKTRISCHE STROMKREIS"



8 Wird eine Verbindung zwischen den Anschlußstellen von Quelle und Verbraucher oder ein Teil davon durch einen anderen Gegenstand ersetzt, so arbeitet der Verbraucher bei einigen Gegenständen, und bei anderen nicht.

9 LEITER - NICHTLEITER

Die Gegenstände, bei denen der Verbraucher arbeitet, heißen Leiter. Die Gegenstände, bei denen der Verbraucher nicht arbeitet, heißen Nichtleiter oder Isolatoren.

11 Leiter sind z. B. alle Metalle, einige Kohlearten und Graphit. Nichtleiter sind z. B. Holz, Plastik und Glas.

13 Leiter verwendet man für Verbindungen zwischen den Anschlußstellen von Quelle und Verbraucher.

15 LEITENDE VERBINDUNG

Als leitende Verbindung zwischen den Anschlußstellen von Quelle und Verbraucher sind Kombinationen verschiedener Leiter möglich.

10 LEITER - NICHTLEITER

Gegenstände, durch die der ELEKTRISCHE STROM fließen kann, heißen Leiter. Gegenstände, durch die der ELEKTRISCHE STROM nicht fließen kann, heißen Nichtleiter.

12 Bei Wasser leuchtet das Lämpchen erst, wenn die Batterie (4, 5 V) durch einen Transformator (12 V) ersetzt wird. Gefahren des elektrischen Stromes in Zusammenhang mit der Leitfähigkeit des Wassers.

14 Nichtleiter verwendet man, wenn man verhindern will, daß die leitenden Verbindungen berührt werden (Schutz vor einem elektrischen Schlag) oder daß die beiden leitenden Verbindungen sich berühren.

16 KURZSCHLUSS

Ein Kurzschluß liegt dann vor, wenn die beiden leitenden Verbindungen zwischen Quelle und Verbraucher sich irgendwo berühren oder durch einen oder mehrere Leiter verbunden sind.

18 Folgen des Kurzschlusses:

es erlischt z. B. ein an eine Batterie angeschlossenes Lämpchen, die Batterie wird warm und schnell unbrauchbar. Bei einem Kurzschluß im Haushalt "brennt" die Sicherung durch und alle mit der Sicherung verbundenen Geräte hören auf zu arbeiten.

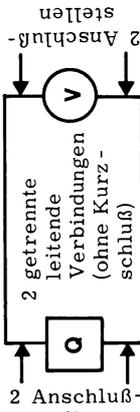
17 KURZSCHLUSS

Bei einem Kurzschluß fließt der ELEKTRISCHE STROM nicht durch den Verbraucher, sondern durch die Leiter, die den Kurzschluß verursachen.

19 Nichtleiter verwendet man, wenn man eine Berührung der leitenden Verbindungen oder einen Kurzschluß verhindern will.

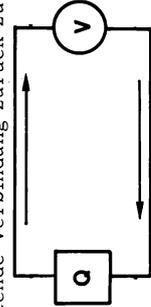
2

20 BEDINGUNGEN FÜR DEN ANSCHLUSS VON VERBRAUCHERN AN QUELLEN



21 Der ELEKTRISCHE STROM fließt durch die eine leitende Verbindung zum Verbraucher und gleich stark durch die andere leitende Verbindung zurück zur Quelle.

3



22 ANWENDUNG DER ANSCHLUSSEBDIN-
GUNGEN: Die beiden leitenden Verbin-
dungen zum Fahrradrücklicht.

23 Innerer Aufbau und Funktionsweise einer
Glühlampe.

25 Aufbau einer Glühlampenfassung.

26 Innerer Aufbau einer Batterie: Durch
eine Batterie besteht eine leitende Ver-
bindung.

27 In einer funktionierenden Schaltung aus
Batterie und Lämpchen (Quelle und Ver-
braucher) besteht eine durchgehende lei-
tende Verbindung nicht nur zwischen den
Anschlußstellen von Batterie und Lämp-
chen (Quelle und Verbraucher), sondern
auch durch die Batterie und das Lämp-
chen (Quelle und Verbraucher) hindurch.

4

24 Der ELEKTRISCHE STROM kann einen
Draht erwärmen. Wenn der Draht sehr
dünn ist, wird er so stark erwärmt, daß
er glüht und dabei leuchtet.

5

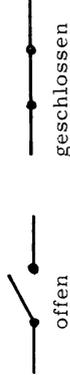
28 ELEKTRISCHER STROMKREIS
Der elektrische Stromkreis ist eine ge-
schlossene leitende Verbindung, in die
eine Quelle eingebaut ist. Der ELEKTRI-
SCHE STROM fließt im "Kreis": Durch
die eine leitende Verbindung zum Ver-
braucher, durch den Verbraucher hin-
durch, durch die andere leitende Verbin-
dung zur Quelle und durch die Quelle
hindurch.

29 SCHALTER

Ein Schalter schließt und unterbricht die leitende Verbindung zwischen den Anschlußstellen von Quelle und Verbraucher. Er schließt und unterbricht damit den ELEKTRISCHEN STROMKREIS. Ein Schalter kann an beliebiger Stelle im Stromkreis eingebaut werden.

31 Parallel- und Hintereinanderschaltung von Schaltern, die Wechselschaltung: Funktionsweise und Anwendungen.

30 SCHALTZEICHEN FÜR SCHALTER



SCHALTSKIZZEN MIT SCHALTER

z. B.



6

32 VOLTANGABE

Auf Quelle und Verbraucher ist eine Voltangabe aufgedruckt. Damit der Verbraucher richtig arbeitet, müssen die Voltangaben auf Quelle und Verbraucher etwa übereinstimmen. Ist die Voltangabe auf einer Quelle erheblich größer als z. B. auf einem angeschlossenen Lämpchen, so kann das Lämpchen durchbrennen.

7