

Wolf, Friederike

Spannung erleben. Spielerische Ansätze zur Vermittlung elektrotechnischer Grundlagen im Sachunterricht der Primarstufe

technik-education (tedu). Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht 5 (2025) 1, S. 21-32



Quellenangabe/ Reference:

Wolf, Friederike: Spannung erleben. Spielerische Ansätze zur Vermittlung elektrotechnischer Grundlagen im Sachunterricht der Primarstufe - In: *technik-education (tedu). Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht 5 (2025) 1, S. 21-32* - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-360523 - DOI: 10.25656/01:36052

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-360523>

<https://doi.org/10.25656/01:36052>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<https://tec-edu.net/tedu>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen und das Werk bzw. den Inhalt nicht für kommerzielle Zwecke verwenden.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and render this document accessible, make adaptations of this work or its contents accessible to the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work, provided that the work or its contents are not used for commercial purposes.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

technik – education

5. Jahrgang

Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung
im allgemeinbildenden Technikunterricht

1|2025



www.tec-edu.net

tedu

Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht

[HTTPS://TEC-EDU.NET/TEDU](https://tec-edu.net/tedu)

HERAUSGEBER*INNEN

Prof. Dr. Hannes Helmut Nepper
Dr. Armin Ruch, OStR
Dr. Dr. Dierk Suhr
Dr. Friederike Wolf

Mail

herausgeber@tec-edu.net

Anschrift

Pädagogische Hochschule Schw. Gmünd
Institut für Bildung, Beruf und Technik
Abteilung Technik
Oberbettringer Straße 200
73525 Schwäbisch Gmünd
www.tec-edu.net

AUTOR*INNEN IN DIESEM HEFT

Armando Alijani
Gergö Degen
Sebastian Heidenreich
Ann-Katrin Krebs
Heike Lang
Jürgen Rau
Tobias Wiemer
Friederike Wolf

Inhalt

GRUSSWORT DER HERAUSGEBER*INNEN2

UNTERRICHTSFORSCHUNG

T. WIEMER & G. DEGEN

MAKER SPACES3

UNTERRICHTSFORSCHUNG

A.-K. KREBS

ICT LITERACY DURCH GAMIFICATION11

UNTERRICHTSPRAXIS

F. WOLF

SPANNUNG ERLEBEN.....21

UNTERRICHTSPRAXIS

J. RAU

DER MODELLBAHNKOFFER33

UNTERRICHTSPRAXIS

A. ALIJANI & F. WOLF

ADDITIVE FERTIGUNG.....47

UNTERRICHTSFORSCHUNG

H. LANG

HANDLUNGSORIENTIERTER WERKUNTERRICHT59

DISKUSSIONSBEITRAG

TEDU

INTERVIEW MIT NATASCHA KLUMPP65

ANKÜNDIGUNGEM

PÄDAGOGISCHE HOCHSCHULE SCHWÄBISCH GMÜND

CALL FOR PAPERS.....69

UNTERRICHTSPRAXIS

S. HEIDENREICH

TECHNIK UND VOGELSCHUTZ.....70

Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Herausgeber wieder.

Insbesondere bei unterrichtspraktischen Artikeln wird darauf hingewiesen, dass es unterschiedliche Sicherheitsbestimmungen gibt und jede Lehrkraft bei der Umsetzung selbst dafür verantwortlich ist, die Gefährdung zu beurteilen und die Vorschläge für die eigene Praxis entsprechend der jeweiligen Vorschriftenlage anzupassen.

Titelbild: Armin Ruch mit Dall-e

ISSN: 2748-2022

Grußwort der Herausgeber*innen

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

wir freuen uns, Ihnen die erste Ausgabe des Jahres 2025 der tedu vorstellen zu dürfen. Die Beiträge dieser Ausgabe spiegeln eindrucksvoll wider, wie vielfältig, kreativ und zukunftsorientiert Technikunterricht heute gedacht und gestaltet werden kann. Sie bieten Einblicke in aktuelle Forschungsprojekte, gelungene Unterrichtsbeispiele sowie methodisch-didaktische Weiterentwicklungen – mit einem gemeinsamen Ziel: Technikunterricht als handlungsorientiertes, innovatives und gesellschaftlich relevantes Bildungsangebot für Kinder und Jugendliche aller Altersstufen zu stärken.

Mit dem Beitrag von Tobias Wiemer und Gergö Degen zu Maker Spaces in der Lehrkräftebildung beginnt das Heft mit einer fundierten Auseinandersetzung über die Gestaltung von kreativen Lernräumen. Maker Spaces fördern praxisnahes, selbstgesteuertes Lernen mit digitalen Fertigungstechnologien wie 3D-Druck und Lasercuttern. Der Artikel zeigt, wie diese Räume für die Ausbildung von Techniklehrkräften didaktisch sinnvoll genutzt werden können – zur Förderung von Kreativität, Problemlösekompetenz und technischer Selbstwirksamkeit.

Ann-Katrin Krebs widmet sich mit ihrem Beitrag der Förderung von ICT Literacy durch Gamification im Kontext von Artenschutz. Im Mittelpunkt steht ein gamifiziertes Seminar, das digitale Kompetenzen mit Themen nachhaltiger Bildung verknüpft. Die Ergebnisse zeigen, wie durch Projektarbeit mit digitalen Tools sowohl technische als auch pädagogische Fähigkeiten bei Lehramtsstudierenden gestärkt werden – ein starkes Plädoyer für kreative, reflektierte Medienbildung im (Technik-)unterricht.

Mit dem Artikel „Spannung erleben“ von Friederike Wolf wird ein praxisnahes und sicherheitsbewusstes Unterrichtskonzept zur Elektrotechnik vorgestellt. Schülerinnen und Schüler erfahren hier die Grundlagen elektrischer Schaltungen durch handlungsorientierte Experimente – ein gelungenes Beispiel für anschauliche technische Bildung im Anfangsunterricht der Grundschule.

Jürgen Rau wiederum zeigt mit dem „Modellbahnkoffer“, wie Technikunterricht mobil und modular gelingen kann. Das durchdachte Konzept kombiniert Steuerungstechnik, Modellbau und Projektarbeit auf kleinstem Raum und eignet sich besonders für schulische Settings mit begrenzten Ressourcen – ein inspirierendes Beispiel für niederschwellige technische Bildung mit hohem Lerneffekt.

Auch das Thema additive Fertigung wird praxisnah behandelt: In einem gemeinsamen Beitrag von Armando Alijani und Friederike Wolf erhalten Lehrkräfte konkrete Hinweise zur didaktischen Integration von 3D-Druck in den Unterricht – ein Zukunftsthema, das längst Einzug in die Schule gehalten hat.

Besonders freuen wir uns, Ihnen in dieser Ausgabe ein Interview mit Natascha Klumpp. Präsentieren zu dürfen. Ihre Perspektiven als Praktikerin und Impulsgeberin ergänzen die Fachbeiträge in besonderer Weise und regen zur kritischen Reflexion des eigenen Unterrichtsverständnisses an.

Weitere Beiträge – etwa zur Technik und dem Vogelschutz (Sebastian Heidenreich) sowie zum handlungsorientierten Werkunterricht (Heike Lang) – erweitern das thematische Spektrum dieser Ausgabe und zeigen, wie Technikunterricht an der Lebenswelt der Lernenden anknüpfen kann, ohne die fachliche Tiefe zu vernachlässigen. Wir danken allen Autorinnen und Autoren für ihre vielfältigen Beiträge. Möge diese Ausgabe Ihnen neue Impulse für die Unterrichtspraxis, die Lehrer*innenbildung und die fachdidaktische Auseinandersetzung bieten.

Mit herzlichen Grüßen
Ihre Herausgeber

Hannes Helmut Nepper



Armin Ruch



Dierk Suhr



Friederike Wolf



Spannung erleben

Spielerische Ansätze zur Vermittlung elektrotechnischer Grundlagen im Sachunterricht der Primarstufe

Friederike Wolf

SCHLAGWORTE

Elektrotechnische Grundlagen
Praxisnahe Unterrichtseinheit
Sachunterricht
Unterrichtsbeispiel
Präkonzepte

ABSTRACT

Die Vermittlung elektrotechnischer Grundlagen in der Grundschule stellt Lehrpersonen vor besondere Herausforderungen. Kinder verfügen bereits über intuitive Alltagsvorstellungen, die in der fachdidaktischen Forschung auch als Präkonzepte bezeichnet werden. Diese Vorstellungen weichen häufig von wissenschaftlichen Erklärungsmodellen ab und können alternative Konzepte oder Fehlvorstellungen enthalten, die den Wissenserwerb im technikbezogenen Unterricht beeinflussen. Zudem ist die Elektrizität lediglich an deren Wirkung wahrnehmbar. Daher ist eine gezielte didaktische Planung notwendig, um ein grundlegendes Verständnis für einfache elektrische Stromkreise und darin ablaufende Prozesse zu entwickeln. In diesem Beitrag wird Einblick in eine praxisnahe Unterrichtseinheit für den Sachunterricht der Primarstufe gewährt, die auf handlungsorientierten Methoden basiert und elektrotechnische Basiskonzepte schrittweise konkretisiert.

DER BILDUNGSWERT DES SACHUNTERRICHTS

Der Sachunterricht nimmt eine zentrale Rolle in der Grundschule ein, da er Kindern hilft, ihre Umwelt zu verstehen und systematisch zu erschließen. „Ausgangspunkte der sachunterrichtlichen Bildung sind Welterfahrungen und Weltauffassungen sowie Beziehungen, die Kinder bereits vor und außerhalb der Schule gewonnen haben. Ziel [...] ist es, diese ins Bewusstsein zu rufen, zur Sprache zu bringen und die Kinder zum Nachdenken anzuregen.“ (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport, 2016a, S. 3) Besonders in der frühen Auseinandersetzung mit technischen Konzepten wie der Elektrotechnik werden grundlegende Problemlösungsfähigkeiten, naturwissenschaftlich-technisches Denken und experimentelle Methoden vermittelt. Elektrotechnik als Teil des Sachunterrichts bietet eine gute Möglichkeit, Kompetenzen in den Bereichen Beobachten, Beschreiben, Vergleichen und Experimentieren zu fördern. Durch den handlungsorientierten Zugang wird die intrinsische Motivation der Lernenden gesteigert, da sie möglichst eigene Entdeckungen machen und Zusammenhänge selbstständig erschließen können. „Fundament sachunterrichtlicher Bildung ist die handelnde Auseinandersetzung mit der Welt. Eine konsequente Handlungsorientierung – ein Be-Greifen – ermöglicht den Kindern das Durchdringen sachunterrichtlicher Zusammenhänge.“ (ebd., S. 3).

ELEKTROTECHNIK IN DER GRUNDSCHULE

Die curriculare Verankerung elektrotechnischer Inhalte wird als sinnvoll angesehen, da Kinder in einer technisierten Welt aufwachsen, sodass sie bereits konkrete Alltagserfahrungen sammeln (Deisler, 2003, S. 28). Des Weiteren ist eine Behandlung des Themas deshalb von Bedeutung, da aus Unkennt-

nis im Umgang mit technischen Geräten Gefahren entstehen können (Hein, 1969, S. 9; zitiert nach Deisler 2003, S. 28). Ohne ein grundlegendes Wissen und ohne ein Verständnis um die möglichen Gefahrenpotenziale des elektrischen Stroms kann diesen im Sinne einer Gefahrenprävention auch nicht vorgebeugt werden. Weiterhin möchten Lernende sich mit der Technisierung ihrer Umwelt und ihres Alltags befassen. Sie besitzen einen Forscherdrang und wollen die sie umgebene Phänomene ergründen (Möller, 1997, S. 12f.). Schließlich werden an diese thematischen Grundlagen im späteren Verlauf der schulischen Karriere angeknüpft (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport, 2016b, S. 20ff).

PRÄKONZEPTE INNERHALB DER ELEKTROTECHNIK – EMPIRISCHE BEFUNDLAGE

Elektrotechnik gehört zu den anspruchsvolleren Themen, da die zugrunde liegenden Prozesse nicht direkt sichtbar sind (u.a. Haider & Haider, 2009, S. 32; Wiesner, Schecker & Hopf, 2013, S. 61). Elektrischer Strom ist für uns Menschen lediglich an dessen Wirkungen (Wärme-, Leucht-, magnetische- und chemische Wirkung) erkennbar (Haider & Haider, 2009, S. 32). So sehen wir zum Beispiel das Leuchten einer Glühlampe und fühlen deren Erwärmung, können jedoch nicht die Bewegung der Ladungsträger innerhalb der elektrischen Leitungen wahrnehmen.

Zudem sind Lernprozesse stark von den Vorerfahrungen und Präkonzepten der Schülerinnen und Schüler geprägt. „Nicht selten entstehen diese Fehlvorstellungen gerade durch die Vorerfahrungen mit 'Strom', etwa die Vorstellung, dass nur ein Kabel nötig ist, um ein Lämpchen zum Leuchten zu bringen – schließlich werden die Geräte zu Hause [...] nur mit einem Kabel mit der Steckdose verbunden.“ (Haider & Haider, 2009, S. 4) Daher sind in diesem Themengebiet ei-

Lernendenvorstellungen	Quelle
<i>Einzufuhrvorstellung</i>	Deisler, 2003, S. 70; Haider & Haider, 2009, S. 4; Stork & Wiesner, 1981, S. 218ff.; Stork & Wiesner, 2011, S. 61; Wiesner, 1995, S. 50ff.
<i>Zweizuführungsvorstellung</i>	Asoko, 1996, S. 36ff; Deisler, 2003, S. 71f; Starauschek & Murmann, 2016, S. 7; Stork & Wiesner, 1981, S. 218-230; Stork & Wiesner, 2011, S. 63; Wiesner, 1995, S. 50ff..
<i>Stromverbrauchsvorstellung</i>	Deisler, 2003, S. 73f.; Kirchner & Werner, 1994, S. 144ff; Löffler, 1985, S. 239ff; Stork & Wiesner, 2011, S. 61; Wiesner, 2011, S. 167ff; Wiesner, 1995, S. 50ff; Wiesner et al., 2013, S. 43; Wolf & Nepper, 2024, S. 31.
<i>Batterie als Stromspeicher</i>	Deisler, 2003, S. 73, Stork & Wiesner, 1981, S. 218ff; Stork & Wiesner, 2011, S. 61; Wiesner, 1995, S. 50ff; Wiesner et al., 2013, S. 42; Wolf & Nepper, 2024, S. 32.
<i>Keine Differenzierung zwischen elektrischer Stromstärke und Spannung</i>	Rhöneck & Völker, 1984, S. 4ff; Rhöneck, 2011; S. 167ff.; Wiesner et al., 2013, S. 43.

Tabelle 1: Überblick über Lernendenvorstellungen innerhalb der Elektrotechnik (Wolf & Nepper, 2024, S. 29, erweitert)

nige Forschungsarbeiten zu konstatieren, die sich mit Präkonzepten befassen. Im Rahmen dieser Arbeit soll lediglich eine Auswahl an empirisch erfassten Präkonzepten dargelegt werden, ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben. Tabelle 1 gibt einen Überblick über empirische Arbeiten zu Präkonzepten innerhalb der Elektrotechnik.

URSACHE MÖGLICHER LERNSCHWIERIGKEITEN UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Das Lernen im Bereich der Elektrotechnik stellt eine besondere Herausforderung dar. Lernschwierigkeiten können auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden. Diese lassen sich in drei Hauptkategorien einteilen (Wiesner, Schecker, Hopf, 2013, S. 35):

Sachbedingte Lernschwierigkeiten (Inhalt)

Die Elektrotechnik gehört zu den eher schwierigen Unterrichtsthemen, weil die im Stromkreis ablaufenden Prozesse nicht direkt, sondern nur an den Wirkungen des elektrischen Stroms (Haider & Haider, 2009, S. 32) sichtbar werden und daher schwer zu veranschaulichen sind (Wiesner, Schecker, Hopf, 2013, S. 61). So führen komplexe und abstrakte Konstrukte oftmals zu sachbedingten Lernschwierigkeiten.

Lehrbedingte Lernschwierigkeiten (Lehrende)

Lehrkräfte tragen durch unangemessene fachliche Darstellungen oder fehlende fachdidaktische Überlegungen zur Entstehung von Lernschwierigkeiten maßgeblich bei (ebd., S.36). Hierunter fallen u.a. ein mangelhaftes Betonen vom Schlüsselideen oder -phänomenen, die ungeeignete Auswahl von Ankerbegriffe oder Analogien, fachliche Fehler oder missverständliche Vereinfachungen sowie die Beschränkung auf idealisierte Fälle (ebd., S. 36f.). Gerade der Einsatz von Analogien birgt erhebliche Gefahren von Lernschwierigkeiten, daher muss bei deren Einsatz immer ein „Lernumweg“ (Haider & Haider, 2009, S. 6) gegangen werden. „Zusätzlich zum Lernbereich, der eigentlich gelernt werden soll [...] muss oft ein anderer Lernbereich verstanden werden [...]“ (ebd., S. 6).

Innenbedingte Lernschwierigkeiten (Lernende)

Die individuellen Voraussetzungen der Lernenden, insbesondere die bestehenden Präkonzepte (Tab.1), beeinflussen das Lernen erheblich und verursachen folglich innenbedingte Lernschwierigkeiten auf Seiten der Lernenden. Insbesondere der Alltagssprache kann eine besondere Bedeutung bei der Entstehung von Lernendenvorstellungen zugesprochen werden (u.a. ebd., S. 4). „Wir bezahlen unseren Stromverbrauch, Batterien werden nach einiger Zeit leer, Akkus werden aufgeladen, Glühbirne, Motor und ähnliches bezeichnen wie als Verbraucher und wir ermahnen unsere Kinder, das Licht auszudrehen, um Strom zu sparen“ (ebd., S. 4).

Bereits vorhandene Vorstellungen der Lernenden zur Elektrotechnik können das Verständnis entweder erleichtern oder erschweren. Häufig führen falsche oder unvollständige Präkonzepte zu Missverständnissen und Lernbarrieren. Die Elektrotechnik gehört zu den schwierigsten Unterrichtsthemen, weshalb eine gezielte fachdidaktische Aufbereitung nötig ist, um bei den Lernenden angemessene Basiskonzepte anzubahnen. Lehrpersonen müssen folglich geeignete Darstellungen und didaktische Konzepte entwickeln, die den Lernenden helfen, abstrakte Prozesse zu verstehen und Fehlkonzepte zu vermeiden. Nepper und Windelband (2022, S. 201) präsentieren in diesem Zusammenhang innerhalb der allgemeinbildenden Technikdidaktik ein sechsstufiges Modell, das mögliche Reaktionsmodi auf vorhandene Lernendenvorstellungen in einer linear-hierarchischen Struktur ordnet. Die Phasen des Modells gliedern sich in (1) Diagnose, (2) Konfrontation, (3) Elaboration, (4) Veränderung, (5) Anwendung und (6) Reflexion der Lernendenvorstellungen. Dieses Modell dient der praktischen Anwendung im technikbezogenen Unterricht und unterstützt eine systematische sowie lernendenzentrierte Unterrichtsgestaltung.

FACHDIDAKTISCHE KONZEPTIONALISIERUNG

Verortung im Bildungsplan

Das Thema Elektrotechnik ist im Bildungsplan der Grundschule in Baden-Württemberg des Faches Sachunterricht im inhaltsbezogenen Kompetenzbereich Energie zu verorten (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport, 2016a, S.48). Im

Rahmen dieses Kompetenzbereiches geht es darum „(4) die Bedeutung der Elektrizität in unserem Alltag [zu] erkennen“ (ebd., S. 48), „(5) [...] Gefahren im Umgang mit elektrischen Geräten und Anlagen [zu] erkennen [...]“ (ebd., S. 48), sowie „(6) beim Bau einer technischen Anlage [zum Beispiel einfacher Stromkreis] [zu] erfahren, dass man Elektrizität braucht, um zum Beispiel Räume zu beleuchten oder Geräte zu betreiben [...]“ (ebd., S. 48). Eine weitere Verortung liegt im Kompetenzbereich 3.2.2 Experimente. Hier führen die Lernenden „(14) Experimente zum elektrischen Strom (elektrische Leitfähigkeit verschiedener Materialien) und dessen Wirkung (Wärme, Licht, Bewegung)“ durch (ebd., S. 55).

Stationenarbeit

Im Rahmen des dargebotenen Unterrichts wird eine Stationenarbeit zu den grundlegenden Konzepten der Elektrotechnik (Einfacher Stromkreis – Leiter/Nichtleiter – Schalter) durchgeführt. Diese dient als fundierte Wissensgrundlage, auf der die Lernenden anschließend eigene Elektrospele konzipieren und entwickeln. In Anlehnung an Biester (1991, S. 24) sollen die Lernenden durch die handlungsorientierte Auseinandersetzung mit zentralen elektrotechnischen Prinzipien ein vertieftes Verständnis für elektrische Stromkreise, Bauteile und deren Funktionsweise erlangen. Denn das eigene, individuelle Handeln nimmt eine bedeutsame Funktion ein, die es dem Kind erlaubt, die Wahrnehmung in Bezug auf das Phänomen zu verstärken (ebd., S. 24). Die Stationenarbeit wird durch ein Forscherheft begleitet. Dieses bietet nicht nur konkrete Problemfragen im Sinne einer Situierung, sondern es ermöglicht auch eine Ergebnissicherung. Zwar wird in der Grundschule der Fokus noch nicht auf die richtige Verwendung von Fachbegriffen gelegt, jedoch können erste Ansätze zur Entwicklung einer Fachsprache gefördert werden (Starauscek et. al, 2016, S. 8). Des Weiteren werden Anlässe zur graphischen Fixierung der Lernergebnisse gewährt, denn so wird beispielsweise das Zeichnen als Methode des Ausdrückens von Gedanken eine wichtige Bedeutung zugesprochen (Deisler, 2003, S. 42). Weiterhin werden Hilfekarte als Differenzierungsinstrument bereitgestellt. Es lässt sich festhalten, dass die Stationenarbeit eine differenzierte und selbstgesteuerte Erarbeitung der Inhalte arrangiert, wodurch eine praxisnahe Anwendung und kreative Weiterentwicklung im anschließenden Konstruktionsprozess der Elektrospele gefördert wird.

Stationenarbeit

Die geplante Stationsarbeit konzentriert sich auf drei zentrale inhaltliche Schwerpunkte: (1) den Aufbau und die Funktionsweise eines einfachen elektrischen Stromkreises, (2) die Unterscheidung zwischen Leitern und Nichtleitern sowie (3) die Wirkungsweise und Bedeutung von Schaltern innerhalb eines Stromkreises. Die Bearbeitung der Stationen wird durch ein begleitendes Forscherheft unterstützt, das den Lernenden als strukturierende Orientierungshilfe dient und zur vertieften Auseinandersetzung mit den jeweiligen Inhalten anregt.

Zu Beginn des Forscherhefts werden grundlegende Sicherheitsregeln sowie eine detaillierte Arbeitsanweisung

Forscherheft

Führerschein Elektrotechnik



Name: _____

Klasse: _____

Sicherheitsregeln:

- **Forsche nie mit Strom aus der Steckdose!**
- **Schalte nie mehr als zwei Flachbatterien zusammen!**
- **Wenn die Kabel heiß werden, trenne sofort die Kabel von der Batterie!**
- **Beim Aufräumen trenne die Kabel von den anderen Bauteilen und lege sie einzeln zurück in die Forscherkiste!**
- **Halte dich stets an die Anweisungen!**



Abbildung 1: Deckblatt des Forscherhefts inkl. Sicherheitsregeln

Arbeitsanweisungen

Anweisungen:

- Bearbeite die Station nach Anweisung.
- Beachte die Sicherheitsregeln.
- Bei Schwierigkeiten, verwende die Hilfekarten.
- Kontrolliere deine Ergebnisse mit der Lösung. Diese findest du an der Tafel.
- Nach Beendigung, lege alle Materialien in die Box zurück.

Hinweis:

Du verwendest folgende Materialien.

Flachbatterie



Stabbatterie



Glühlämpchen



Glühlampenfassung



Elektrische Stromkabel



Abbildung 2: Arbeitsanweisungen des Forscherhefts

dargelegt (Abb. 1). Diese Aspekte sind essenziell, um den sachgerechten und sicheren Umgang mit elektrischen Bauteilen zu gewährleisten. Die Lehrkraft sollte diese Sicherheitsrichtlinien und Handlungsanweisungen gemeinsam mit den Lernenden besprechen, um ein Bewusstsein für potenzielle Gefahrenquellen zu schaffen und eine sichere sowie störungsfreie Durchführung der experimentellen Tätigkeiten sicherzustellen.

Jedes Forscherheft enthält einen dialogischen Einstieg in Form eines Gesprächs zwischen einer Lehrperson und einem Lernenden. In diesem Dialog wird eine fachspezifische Problemstellung aus dem Bereich der Elektrotechnik explizit verbalisiert. Die Lernenden formulieren hierbei ein technisches Problem oder eine Fragestellung, die in engem Zusammenhang mit den zentralen Inhalten der Unterrichtseinheit steht. Die Lehrperson übernimmt im Dialog eine aktivierende Rolle, indem sie die lernende Person dazu auffordert, mithilfe des Forscherhefts eigenständig eine Lösung für die geäußerte Problemstellung zu erarbeiten. Durch diese methodische Gestaltung werden mehrere didaktische Prinzipien berücksichtigt: Zum einen wird durch die explizite Problemformulierung eine problemorientierte Auseinandersetzung mit dem Thema angeregt (u.a. Kirste & Wayand, 2021, S. 67; Reusser, 2005, S. 163ff.). Zum anderen erfolgt eine konkrete Situierung der Lerninhalte (u.a. Reusser, 2005, S. 161ff.), indem die Problemstellung in einen für die Lernenden nachvollziehbaren Kontext eingebettet wird. Schließlich dient dieses Vorgehen auch der Förderung der Selbstständigkeit der Lernenden (u.a. Biester, 1991, S. 24; Möller, 1997, S. 12f.), indem sie aufgefordert werden, eigene Lösungswege zu entwickeln und das Problem durch selbstgesteuertes forschendes Lernen zu bearbeiten.

STATION 1: AUFBAU UND FUNKTION DES EINFACHEN STROMKREISES

Die erste Station der Lernumgebung widmet sich der grundlegenden Struktur und Funktionalität eines einfachen elektrischen Stromkreises. Dabei wird insbesondere auf die Ein- und Zweizufuhrvorstellung eingegangen, die als zentrale Lernendenvorstellungen im Kontext des Stromkreisverständnisses eine wesentliche Rolle spielen. Ergänzend könnte die verbreitete Stromverbrauchsvorstellung thematisiert und der Aspekt der Energiewandlung in die Lernaktivitäten integriert werden, um ein tiefergehendes Verständnis für physikalische Zusammenhänge zu fördern.

Wie bereits dargelegt, wird zu Beginn der Station eine problemorientierte Ausgangssituation formuliert (Abb. 3), die die Lernenden zur eigenständigen Auseinandersetzung mit dem Thema anregen soll. Darauf aufbauend sind innerhalb der Station drei aufeinanderfolgende Aufgaben konzipiert, die von den Lernenden zu bearbeiten sind. Die Lösungen der Aufgaben sollen schriftlich dokumentiert werden (Abb. 4), um eine Reflexion der eigenen Vorgehensweise zu ermöglichen.

Im Rahmen der ersten Aufgabe erhalten die Lernenden eine Flachbatterie (4,5 V) sowie eine Glühlampe (3,8 V). Ziel der Aufgabe ist es, die Glühlampe zum Leuchten zu bringen,

indem ein funktionsfähiger Stromkreis hergestellt wird. Die zweite Aufgabe greift dasselbe Ziel auf, variiert jedoch die Materialien: Hier wird die Flachbatterie durch eine Stabbatterie (1,5 V) ersetzt. Darüber hinaus stehen zusätzlich Isolierklebeband, eine Büroklammer und ein elektrisches Kabel zur Verfügung. Diese Erweiterung erfordert von den Lernenden eine flexiblere Herangehensweise an die Konstruktion des Stromkreises. In der dritten Aufgabe wird die Komplexität weiter gesteigert. Hier sollen die Schülerinnen und Schüler unter Verwendung einer Flachbatterie (4,5 V), zweier elektrischer Kabel sowie vier Büroklammern eine funktionierende Verbindung herstellen, um die Glühlampe (3,8 V) zum Leuchten zu bringen (Abb. 5). Um den Grad der Selbstständigkeit der Lernenden während der Bearbeitung der Station zu maximieren und ihnen bei auftretenden Schwierigkeiten gezielte Unterstützung anzubieten, ist jeder Station eine Hilfekarte zugeordnet. Diese Hilfekarten bieten strukturierte Hinweise, ohne jedoch die Lösungswege vorwegzunehmen, und fördern somit das eigenständige Problemlösen der Schülerinnen und Schüler (Abb. 6).

Station 1



Ich soll eine Taschenlampe im Technikunterricht konstruieren.

Frau Wagner, warum haben Sie mir hierfür zwei Kabel bereitgelegt?

Wenn ich zu Hause ein elektrisches Gerät bediene, habe ich doch auch nur ein Kabel, welches ich in die Steckdose stecke.

David, benutze dein Forscherheft. Es hilft dir dabei, eine Lösung zu finden.



3

Abbildung 3: Station 1 – Problemstellung

Station 1

Der einfache Stromkreis

Aufgabe 1: • Bringe das Lämpchen mit Hilfe der Flachbatterie zum Leuchten. • Zeichne deine Lösung in das Feld rechts.	Zeichnung:
Aufgabe 2: • Bringe das Lämpchen mit Hilfe der Stabbatterie zum Leuchten. • Zeichne deine Lösung in das Feld rechts.	Zeichnung:
Aufgabe 3 • Bringe das Lämpchen mit Hilfe der Flachbatterie zum Leuchten. • Zeichne deine Lösung in das Feld rechts. • Zeichne den Weg des Stroms mit roten Pfeilen in deine Zeichnung.	Zeichnung:

Halte deine Ergebnisse fest:

- Ein Stromkreis besteht aus _____ aus _____
- Um eine Batterie und ein Glühlämpchen auf eine weite Entfernung zu verbinden, benötigt man _____ Stromkabel.
- Der elektrische Strom fließt von der Batterie zum _____ und wieder zurück. Am Glühlämpchen wird die elektrische Energie in _____ umgewandelt. 4

Abbildung 4: Station 1 – Arbeitsaufträge

Station 1 – Hilfekarten

Der einfache Stromkreis

Hilfekarte - Aufgabe 1: • Halte das Lämpchen auf unterschiedliche Art und Weisen an die Batterie. • Du benötigst beide Anschlüsse der Batterie.	Klebe wackelige Kontakte mit einem Isolierband fest! Verwende Büroklammern zur Befestigung der Kabel.
Hilfekarte - Aufgabe 2: • Du benötigst beide Anschlüsse der Batterie. • Wie kannst du beide Anschlüsse der Batterie mit dem Lämpchen verbinden?	
Hilfekarte - Aufgabe 3 • Du benötigst beide Anschlüsse der Batterie. • Wie kannst du beide Anschlüsse der Batterie mit dem Lämpchen verbinden? • Wie stellst du dir den Energietransport (Stromfluss) vor?	

Halte deine Ergebnisse fest:

- Ein Stromkreis besteht aus (**Bauteile**): _____
- Um eine Batterie und ein Glühlämpchen auf eine weite Entfernung zu verbinden, benötigt man _____ (**Anzahl**) Stromkabel.
- Der elektrische Strom fließt von der Batterie zum _____ (**Bauteil**) und wieder zurück. Am Glühlämpchen wird die elektrische Energie in _____ (**was entsteht?**) umgewandelt. 5

Abbildung 6: Station 1 – Hilfekarte

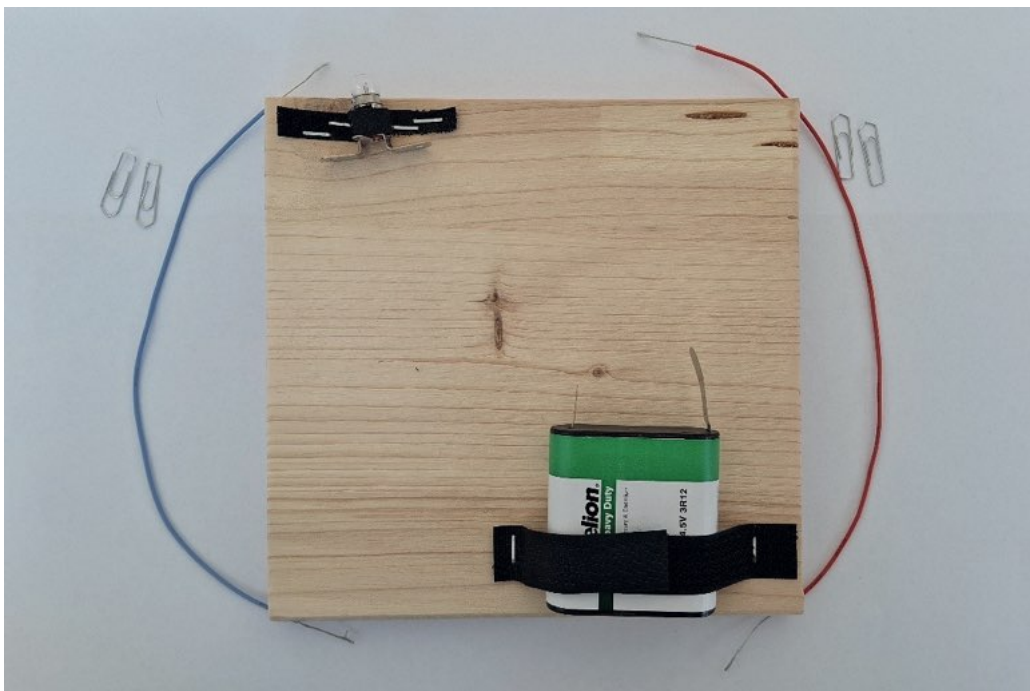


Abbildung 5: Station 1 – Aufgabe 3

STATION 2: UNTERSUCHUNG ELEKTRISCHE LEITER NICHT LEITER

Die zweite Station der Lernumgebung widmet sich der Differenzierung zwischen elektrisch leitenden und nichtleitenden Materialien. Ziel dieser Station ist es, den Lernenden ein grundlegendes Verständnis für die spezifischen Materialeigenschaften im Kontext der Elektrizität zu vermitteln. Hierfür stehen verschiedene Objekte des Alltags, wie beispielsweise ein Radiergummi, ein Geodreieck, eine Büroklammer oder eine Schere, zur Verfügung. Die Schülerinnen und Schüler sollen diese Materialien hinsichtlich ihrer elektrischen Leitfähigkeit experimentell untersuchen und eine Kategorisierung in Leiter und Nichtleiter vornehmen. Es ist an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass sich der inhaltliche Fokus dieser Station auf eine oberflächliche Betrachtung der elektrischen Leitfähigkeit beschränkt. Eine detaillierte physikalisch-chemische Analyse der Materialeigenschaften oder eine vertiefte Auseinandersetzung mit der Leitfähigkeit auf mikroskopischer Ebene ist nicht Bestandteil der Station. Die für das Experiment benötigten Materialien sind in einem speziell markierten Bereich (orangefarbener Bereich, Abb. 9) positioniert, um eine strukturierte Arbeitsweise zu gewährleisten.

Die Konzeption dieser Station baut unmittelbar auf den Inhalten von Station 1 auf, da die Lernenden bereits über ein grundlegendes Verständnis eines geschlossenen Stromkreises verfügen müssen. Diese Vorkenntnisse sind essenziell, um überprüfen zu können, ob ein Material den elektrischen Strom leitet oder nicht. Die Entscheidung darüber, ob die Station bereits vollständig aufgebaut ist oder ob die Lernenden den Versuchsaufbau eigenständig rekonstruieren sollen, obliegt der Lehrkraft. Diese Entscheidung sollte auf Grundlage der individuellen Leistungsfähigkeit und des Vorwissens der jeweiligen Lerngruppe getroffen werden. Ein eigenständiger Aufbau des Experiments kann dazu beitragen, das Verständnis für die Funktionsweise eines geschlossenen Stromkreises weiter zu vertiefen und das forschende Lernen der Lernenden zu fördern.

Die einleitende, kognitiv aktivierende Problemstellung, die konkrete Formulierung des Arbeitsauftrags sowie die unterstützenden Materialien in Form einer optionalen Hilfefkarte sind in den nachfolgenden Abbildungen detailliert dargestellt (Abb.7-10)

Station 2



Frau Wagner, wieso ist es eigentlich gefährlich, wenn ich an das kaputte Stromkabel eines Föhns fasse?

David, benutze dein Forscherheft. Es hilft dir dabei, eine Lösung zu finden.



6

Abbildung 7: Station 2 – Problemstellung

Station 2

Leiter - Nichtleiter

Aufgabe:

- Bringe das Lämpchen mit Hilfe der **Flachbatterie** zum Leuchten. Bringe dazu in dem markierten Bereich unterschiedliche Materialien an und vervollständige die Tabelle.

Gegenstand	Materialart	Leuchtet das Lämpchen?

Halte deine Ergebnisse fest:

- Wenn das Lämpchen leuchtet, ist der Stromkreis _____.
- Materialien, bei denen das Lämpchen _____, nennt man Leiter. Materialien, bei denen das Lämpchen nicht leuchtet, nennt man _____.
- In unserem Versuch sind alle Metalle _____. Die Nichtmetalle sind Nichtleiter.

Station 2 - Hilfekarten

Leiter - Nichtleiter

Aufgabe:

- Bringe das Lämpchen mit Hilfe der **Flachbatterie** zum Leuchten. Bringe dazu in dem markierten Bereich unterschiedliche Materialien an und vervollständige die Tabelle.

Gegenstand	Materialart	Leuchtet das Lämpchen?
Luftballon	Gummi	Nein
Schere	Metall	...
Geodreieck	...	...

Halte deine Ergebnisse fest:

Verwende die Begriffe: geschlossen - Nichtleiter - leuchtet - Leiter

- Wenn das Lämpchen leuchtet, ist der Stromkreis _____.
- Materialien, bei denen das Lämpchen _____, nennt man Leiter. Materialien, bei denen das Lämpchen nicht leuchtet, nennt man _____.
- In unserem Versuch sind alle Metalle _____. Die Nichtmetalle sind Nichtleiter.

Abbildung 8: Station 2 – Arbeitsaufträge

Abbildung 9: Station 2 – Hilfekarte

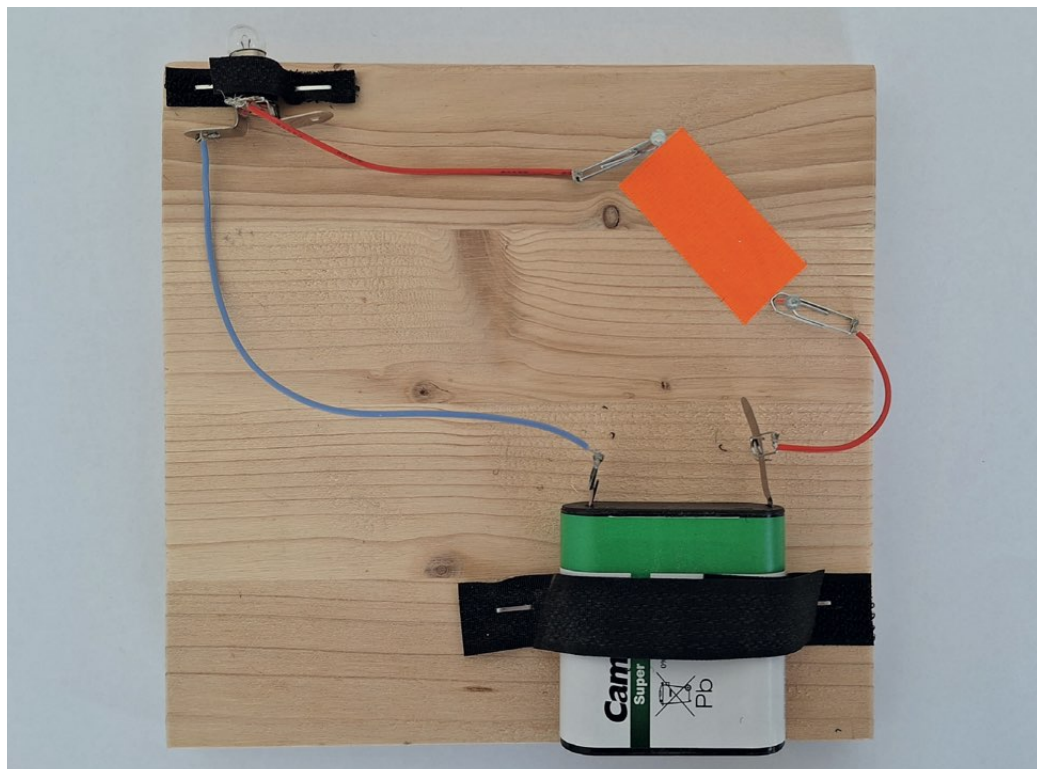


Abbildung 10: Station 2

STATION 3: ENTWICKLUNG EINER ELEKTROTECHNISCHEN SCHALTMÖGLICHKEIT

Die dritte Station baut inhaltlich auf den zuvor behandelten Konzepten der Stationen 1 und 2 auf und erfordert von den Lernenden die Anwendung ihres erworbenen Wissens zur Lösung einer technischen Problemstellung. Ziel der Station ist es, eine praktikable Möglichkeit zu entwickeln, um eine Glühlampe (3,8 V) ein- und auszuschalten, ohne dabei die Enden der Stromkabel direkt mit den Händen zu berühren. Zur Lösung dieser Aufgabe stehen den Lernenden verschiedene Materialien zur Verfügung (Abb. 14), deren gezielte Auswahl und Kombination eine zentrale Herausforderung darstellt. Die Aufgabe erfordert nicht nur ein grundlegendes Verständnis für den Aufbau und die Funktionsweise eines geschlossenen elektrischen Stromkreises, sondern auch die Fähigkeit, das Wissen über die Eigenschaften leitender und nichtleitender Materialien gezielt anzuwenden. Die Lernenden müssen Materialien identifizieren, die eine leitende Funktion übernehmen können, sowie geeignete nichtleitende Elemente einbinden, um eine kontrollierte Schaltfunktion zu ermöglichen. Durch die offene Problemstellung werden die Lernenden dazu angeregt, eigene technische Lösungswege zu entwickeln und somit grundlegende Prinzipien der Schalttechnik experimentell zu erschließen. Die Station fördert dabei sowohl das problemlösende Denken als auch die Entwicklung von Kreativität im technischen Kontext.

Die einleitende, kognitiv aktivierende Problemstellung, die konkrete Formulierung des Arbeitsauftrags sowie die unterstützenden Materialien in Form einer optionalen Hilfefkarte sind in den nachfolgenden Abbildungen detailliert dargestellt (Abb. 11–14).

Station 3



Frau Wagner, wie funktioniert es eigentlich, dass das Licht meiner Taschenlampe an und ausgeht, wenn ich die Taste drücke?

David, benutze dein Forscherheft. Es hilft dir dabei, eine Lösung zu finden.

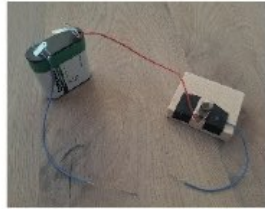


Abbildung 11: Station 3 – Problemstellung

Station 3 Schalter

Aufgabe 1:

- Stelle den abgebildeten Stromkreis mit den vorhandenen Materialien nach.



Aufgabe 2:

- Überlege, wie es gelingt mit den vorhandenen Materialien das Lämpchen an- und auszuschalten, ohne dass du die Enden der Stromkabel berührst.
- Zeichne deine Lösung, nachdem du sie umgesetzt hast.

Zeichnung:

Halte deine Ergebnisse fest:

- Mit Hilfe eines Schalters kann ein Stromkreis _____ und geöffnet werden.
- Ist der Stromkreis geschlossen, leuchtet das _____. Ist der Stromkreis _____, leuchtet das Glühlämpchen nicht.

Station 3 - Hilfekarten Schalter

Aufgabe 1:

- Verwende beide Anschlüsse der Batterie.

Verwende Büroklammern zur Befestigung der Kabel an der Batterie!

Aufgabe 2:

- Denke daran, welche Materialien den Strom leiten und welche nicht.
- Überlege dir eine Vorrichtung, damit du die Enden der Stromkabel nicht berührst.
- Zeichne den Aufbau deines Stromkreises.

Klebe wackelige Kontakte mit einem Isolierband fest!

Halte deine Ergebnisse fest:

Verwende die Begriffe: Glühlämpchen – geschlossen – geöffnet

- Mit Hilfe eines Schalters kann ein Stromkreis _____ und geöffnet werden.
- Ist der Stromkreis geschlossen, leuchtet das _____. Ist der Stromkreis _____, leuchtet das Glühlämpchen nicht.

10

Abbildung 12: Station 2 – Arbeitsaufträge

11

Abbildung 13: Station 2 – Hilfekarte

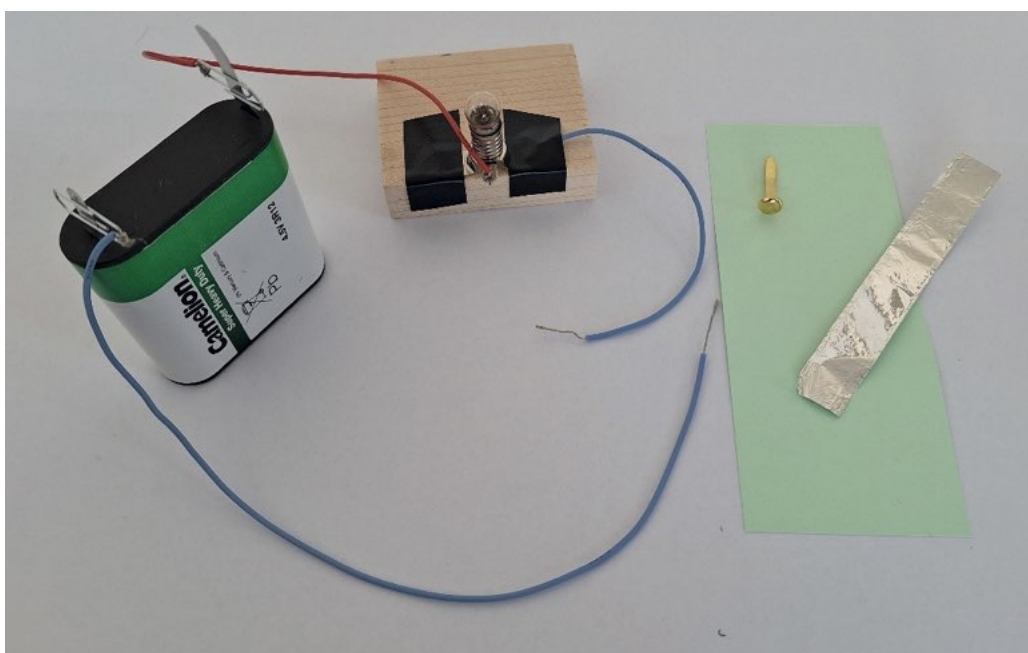


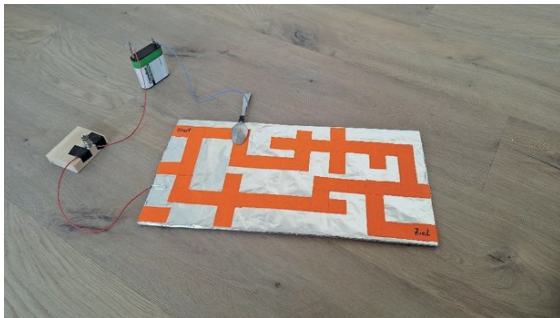
Abbildung 14: Station 2

Spielvariante: Das verrückte Labyrinth 1

Entwickle ein Spiel mit den vorgegebenen Materialien, welches folgende Funktion erfüllt: Verfolge den Weg des Labyrinths. Die Lampe geht an, wenn du vom Weg abkommst.

Materialien

Karton und Aluminiumfolie als Spielbrett, Isolierband, Glühlampe (3,8 V), Flachbatterie (4,5 V), ein Stück Restholz (Unterlage für die Glühlampe), drei abisolierte elektrische Kabel, drei Büroklammern, ein Teelöffel (liegt gut in der Hand, auch andere Materialien sind möglich)

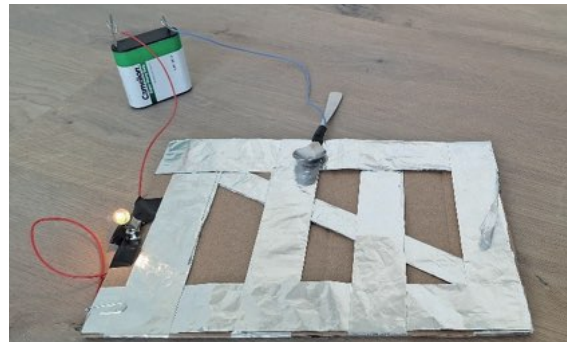


Spielvariante: Das verrückte Labyrinth 2

Entwickle ein Spiel mit den vorgegebenen Materialien, welches folgende Funktion erfüllt: Verfolge den Weg des Labyrinths. Die Lampe geht an, wenn du vom Weg abkommst.

Materialien

Karton und Aluminiumfolie als Spielbrett, Isolierband, Glühlampe (3,8 V), Flachbatterie (4,5 V), ein Stück Restholz (Unterlage für die Glühlampe), drei abisolierte elektrische Kabel, drei Büroklammern, ein Teelöffel (liegt gut in der Hand, auch andere Materialien sind möglich)



Spielvariante: Der heiße Draht Entwickle ein Spiel mit den vorgegebenen Materialien, welches folgende Funktion erfüllt: Führe die Schlaufe durch den Draht, ohne dass die Glühlampe angeht.

Materialien

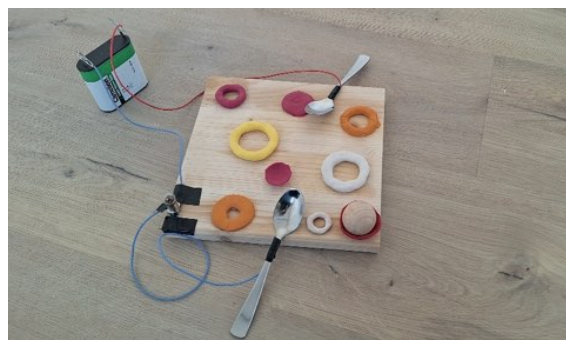
Karton als Spielbrett, Aluminiumfolie als heißer Draht und Schlaufe, Isolierband, Glühlampe (3,8 V), Flachbatterie (4,5 V), drei abisolierte elektrische Kabel, vier Büroklammern



Spielvariante: Das Murmelnest Entwickle ein Spiel mit den vorgegebenen Materialien, welches folgende Funktion erfüllt: Die Murmel muss von einem Nest ins andere transportiert werden, ohne dass die Glühlampe leuchtet. Es darf kein Nest ausgelassen werden.

Materialien

Restholz als Spielbrett, Knete (oder anderes Material), Glühlampe (3,8 V), Flachbatterie (4,5 V), drei elektrische abisolierte Kabel, zwei Teelöffel (liegen gut in der Hand, auch andere Materialien sind möglich), Isolierklebeband.



TRANSFER: ELEKTROSPIEL

Die Lernenden sind angehalten, die theoretischen Grundlagen der Stationenarbeit in eine praktische Anwendung bzw. in ein finalorientiertes technisches Artefakt zu überführen, indem sie unter Verwendung der bereitgestellten Materialien ein Elektrospiel entwerfen und realisieren. Die bewusste Wahl eines Spiels wurde getroffen, um ein Höchstmaß an Interesse und Motivation seitens der Lernenden zu fördern. In diesem Kontext erhalten sie ausschließlich die Spielanweisung als Orientierungshilfe sowie die zur Verfügung stehenden Materialien. Je nach Leistungsniveau der Lernenden kann zudem eine schrittweise Unterstützung bei der Konstruktion der Elektrospiele in Betracht gezogen werden. Die gezielte Auswahl einfacher Alltagsmaterialien gestattet es, auf unkomplizierte und kosteneffiziente Weise ein funktionales Artefakt zu schaffen. Die hier präsentierten Elektrospiele bieten lediglich einen ersten Einblick und können nach Belieben erweitert oder modifiziert werden. Selbstverständlich steht es den Lernenden frei, bei der eigenen Umsetzung auf zusätzliche Materialien zurückzugreifen.

FAZIT UND AUSBLICK

Die vorgestellte Unterrichtseinheit zeigt beispielhaft, wie Elektrotechnik kindgerecht und handlungsorientiert vermittelt werden kann. Durch die Verknüpfung von Theorie und Praxis gewinnen die Lernenden ein tieferes Verständnis für technische Prozesse. Das eigenständige Experimentieren und die gezielte Reflexion schaffen nachhaltige naturwissenschaftlich-technische Basiskonzepte, die in weiterführenden Schulen ausgebaut werden können. Differenzierungsmög-

lichkeiten, etwa durch erweiterte Materialien oder offene Aufgabenstellungen, bieten weitere Anknüpfungspunkte für die individuelle Unterrichtsentwicklung. Der technikbezogene Sachunterricht sollte weiterhin als wichtiger Bildungsbereich gestärkt werden, da er das naturwissenschaftlich-technische Denken fördert, technologische Kompetenzen vermittelt und zur ganzheitlichen Persönlichkeitsentwicklung der Kinder beiträgt. Die methodische Vielfalt und die Verknüpfung mit Alltagsphänomenen ermöglichen eine nachhaltige und motivierende Lernumgebung für Lernende.

AUTORINNENINFORMATION

Dr. Friederike Wolf

ist Fachschulrätin für Technik und ihre Didaktik an der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd. Neben der Erfassung fachdidaktischer Kompetenzfacetten angehender Lehrpersonen widmet sie sich intensiv den Vorstellungen von Lernenden im Technikunterricht.



Literaturverzeichnis

- Asoko, H. (1996). Developing scientific concepts in the primary classroom: Teaching about electric circuits. In G. Welford, J. Osborne & P. Scott: Research in science education in Europe. London: The Falmer Press 1996, S.36-49.
- Biester, W. (1991). Denken über Natur und Technik. Zum Sachunterricht in der Grundschule. Bad Heilbrunn. Klinkhardt.
- Deisler, S. (2003). Der Strom macht's. Vorstellungen 9-11jähriger Kinder zum Thema Strom. Kassel. University Press. Zugriff am 06.03.2025. Verfügbar unter: https://www.pedocs.de/volltexte/2011/2087/pdf/Deisler_Der_Strom_machts_D_A.pdf
- Haider, M. & Haider, T. (2009). Der Stromkreis im Unterricht. Fachwissen und Fehlvorstellungen der Kinder. In Praxis Grundschule, 32(4), S. 4-6.
- Haider, M. & Haider, T. (2009). Wirkungen des Stroms. In Praxis Grundschule, 32(4), S. 31-33.
- Hein, F. (1969). Elektrizitätslehre in der Grundschule. Möglichkeiten und Grenzen einer Grundlegung. München: Franz Ehrenwith.
- Kirchner, E. & Werner, H. (1994). Anthropomorphe Modelle im Sachunterricht der Grundschule am Beispiel „Elektrischer Stromkreis“. In Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe 22, S. 144-151.
- Kirste, T & Wayand (2021). Licht an! Nach-Erfinden einer Taschenlampe. In K. Möller, C. Tenberge & M. Bohrmann (Hrsg.). Die technische Perspektive konkret. Begleitband 5 zum Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt. S. 65-81.
- Löffler, G. (1985). Schüleräußerungen und Fachaspekte im Sachunterricht. In Didaktik der Physik und Chemie, Tagung 1984, S. 239-241.

- Ministerium für Kultus, Jugend und Sport, 2016a. Bildungsplan der Grundschule. Sachunterricht. Zugriff am 06.03.2025. Verfügbar unter: https://www.bildungsplaene-bw.de/site/bildungsplan/get/documents/lsbw/export-pdf/depot-pdf/ALLG/BP2016BW_ALLG_GS_SU.pdf
- Ministerium für Kultus, Jugend und Sport, 2016b. Gemeinsamer Bildungsplan der Sekundarstufe I. Technik. Wahlpflichtfach. Zugriff am 06.03.2025. Verfügbar unter: https://www.bildungsplaene-bw.de/site/bildungsplan/get/documents/lsbw/export-pdf/depot-pdf/ALLG/BP2016BW_ALLG_SEK1_T.pdf
- Möller, K. (1997). „Geht dir ein Licht auf?“. Entdeckendes Lernen am Beispiel „Elektrischer Strom“. In *Die Grundschulzeitschrift* 11(108), 12-16.
- Nepper, H. H. & Windelband, L. (2022). Mögliche Reaktionsmodi zu Schüler*innenvorstellungen im technikbezogenen Unterricht. In E. Eichelberger, V. Huber Nivergelt & A. Käser (Hrsg.), *Forschendes lernen und lehren im TTG* (S. 195-206). Bern: hep.
- Reusser, K. (2005). Problemorientiertes Lernen. – Tiefenstruktur, Gestaltungsformen, Wirkung. In *Beiträge zu Lehrerbildung* 33(2), S. 159-182.
- Rhöneck, C. v. (2011). Vorstellungen vom elektrischen Stromkreis. In R. Müller, R. Wodzinski & M. Hopf (Hrsg.) (2011). *Schülervorstellungen in der Physik. Festschrift für Hartmut Wiesner*. 3. unveränderte Auflage. Hallbergmoos: Aulis, S. 167-171.
- Starauscek, E. & Murmann, L. (2016). „Der Strom kommt von der Batterie“- Kindervorstellungen zum einfachen elektrischen Stromkreis. In *Grundschule Sachunterricht*, 69 (1), 7.
- Starauscek, E., Rubitzko, T. & Bullinger, M. (2016). „Wann leuchtet die LED?“ Neue Alltagsbezüge zur Elektrizitätslehre. In *Grundschule Sachunterricht*, 69 (1), 8-12.
- Stork, E. & Wiesner, H. (1981). Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre und Sachunterricht. In *Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe 9* (1981), S.218-230.
- Stork, E. & Wiesner, H. (2011). Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre und Sachunterricht. In R. Müller, R. Wodzinski & M. Hopf (Hrsg.) (2011). *Schülervorstellungen in der Physik. Festschrift für Hartmut Wiesner*. 3. unveränderte Auflage. Hallbergmoos: Aulis, S. 53-65.
- Wiesner, H. (1995). Untersuchungen zu Lernschwierigkeiten von Grundschulern in der Elektrizitätslehre. In *Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe 23* (2), S. 50 – 58.
- Wiesner, H., Schecker, H. & Hopf, M. (2013). *Physikdidaktik kompakt*. Hallbergmoos: Aulis.
- Wolf, F. & Nepper, H.H. (2024). Die Batterie hat keinen Saft mehr. Lernendenvorstellungen innerhalb der Elektrotechnik. *technik-education (tedu)* 4(2), 25-35, Zugriff am 06.03.2025. Verfügbar unter: https://tec-edu.net/site/assets/files/1208/tedu_24_2_wolff_nepperhh.pdf

tedu

1|2025