

Fachdidaktik Physik: 2.1.1. Magnetismus und Elektrizität in 5 und 6

Hans-Otto Carmesin

Gymnasium Athenaeum Stade, Studienseminar Stade

Hans-Otto.Carmesin@t-online.de

16. März 2021

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Besonderheiten der Altersgruppe	2
3	Dauermagnete	4
3.1	Lernziele	5
3.1.1	Curriculum	5
3.1.2	Fachlicher Hintergrund	5
3.1.3	Lernstruktur	6
3.1.4	Stundenabfolge	7
3.2	Ausgewählte Kurzentwürfe	7
4	Stromkreise	21
4.1	Lernziele	22
4.1.1	Curriculum	22
4.1.2	Fachlicher Hintergrund	22
4.1.3	Lernstruktur	23
4.1.4	Stundenabfolge	24
4.2	Ausgewählte Kurzentwürfe	24
5	Aufgaben	38
6	Zusammenfassung	39

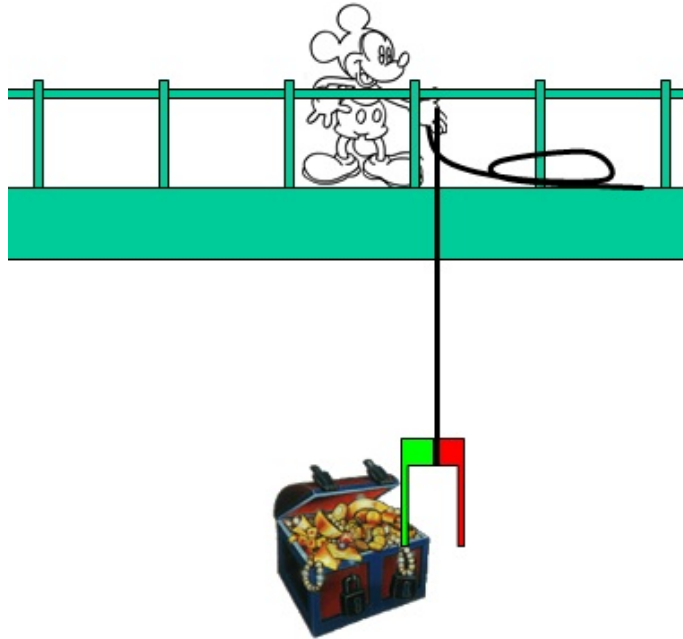


Abbildung 1: Kann Micky Maus den Schatz so heben? Ausgehend von dieser Frage können die Schülerinnen und Schüler spielerisch und altersgemäß Magnete, magnetische Materialien sowie magnetische Kräfte erkunden.

1 Einleitung

Die Schülerinnen und Schüler kommen voller Erwartung in ihren ersten Physikunterricht. Sie wollen die Welt spielerisch erkunden, verstehen, begreifen und sich darin handelnd erproben. Die Unterrichtseinheit Magnetismus und Stromkreis bietet hierfür ein ideales Betätigungsfeld (s. [Abbildung 1](#) und [Brüning u. a. \(2010\)](#); [Beime u. a. \(2012\)](#); [Gehmann \(2015\)](#); [Frenzel \(2017\)](#)).

Es sind kaum fachliche Lernvoraussetzungen nötig. Daher können alle Schülerinnen und Schüler mitmachen. Sie können beobachten, entdecken, beschreiben, skizzieren, zeichnen, argumentieren und Ergebnisse formulieren sowie deuten. Sie schaffen sich so hervorragende Voraussetzungen für ihr Verständnis von Naturgesetzen und für ihren zukünftigen Physikunterricht (s. [Brüning u. a. \(2010\)](#); [Beime u. a. \(2012\)](#); [Gehmann \(2015\)](#); [Frenzel \(2017\)](#)).

2 Besonderheiten der Altersgruppe

Die Schülerinnen und Schüler sind in dieser Altersgruppe besonders aktiv und motiviert. Ihr Denken ist von Alltagserfahrungen und lebensweltlichen Vorstellungen geprägt. Auch müssen sie viele Erscheinungen erst kennen lernen, ausprobieren und analysieren. Daher sind Schülerexperimente mit Alltagsgegenständen besonders lernwirksam.

Die Schülerinnen und Schüler beobachten viele Einzelheiten und müssen erst lernen das Wesentliche zu erkennen. Daher sind Beschreibungen, Skizzen und Zeichnungen, in denen das Wesentliche vom Unwesentlichen deutlich abgehoben wird, besonders altersgemäß.

Zunehmend kommen Schülerinnen und Schüler in diese Klassenstufen, die bereits im Kindergarten und in der Grundschule intensiv experimentiert haben (s. Hecker (2008)). Daher sind die Lerngruppen besonders heterogen. Deshalb kann nur binnendifferenzierter Unterricht allen Schülerinnen und Schülern gerecht werden.

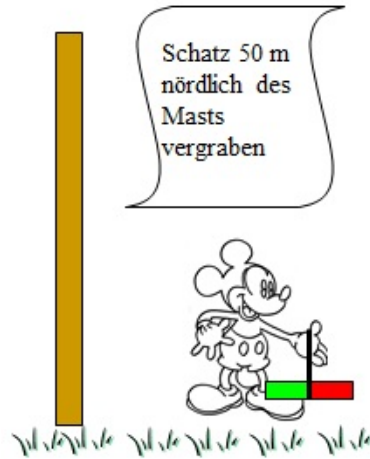


Abbildung 2: Kann Micky Maus den Schatz mit einem Magneten finden? An dieser einfachen Frage können die Schülerinnen und Schüler das Prinzip des Magnetkompasses und des Magnetfeldes der Erde erkunden.



Abbildung 3: Das magnetische Schweben und das magnetische Kraftgesetz können die SuS werden bereits anhand von Kinderspielzeug entdecken.

3 Dauermagnete

Die magnetische Kraft ist eine der vier grundlegenden Kräfte der Physik. Sie ist die fundamentale Kraft, mit der man am besten elementar experimentieren kann. Daher können die Schülerinnen und Schüler in dieser Unterrichtssequenz besonders spielerisch eine **grundlegende Kraft** erkunden. Dabei können sie die Prinzipien der physikalischen Erkenntnisgewinnung selbstständig erproben. Auch können sie mithilfe ihrer Versuche ein erstes physikalisches Modell entwickeln, das Modell der Elementarmagnete. Die Unterrichtssequenz lässt sich in **drei Blöcke** gliedern (s. Tabelle 1 und Abbildung 1). Im ersten Block entdecken die Schülerinnen und Schüler Magnete, magnetische Stoffe, Magnetpole und **magnetische Kräfte** (s. Abbildung 3). Darauf aufbauend entwickeln die Schülerinnen und Schüler in einem weiteren Block das Modell der **Elementarmagnete**. In einem dritten Block entdecken die Schülerinnen und Schüler die **magnetische Fernwirkung** (s. Abbildung 4), das Magnetfeld der Erde und den Kompass (s. Abbildung 2). Ich schlage eine entsprechende Stunden Abfolge vor (s. Tabelle 2) die.

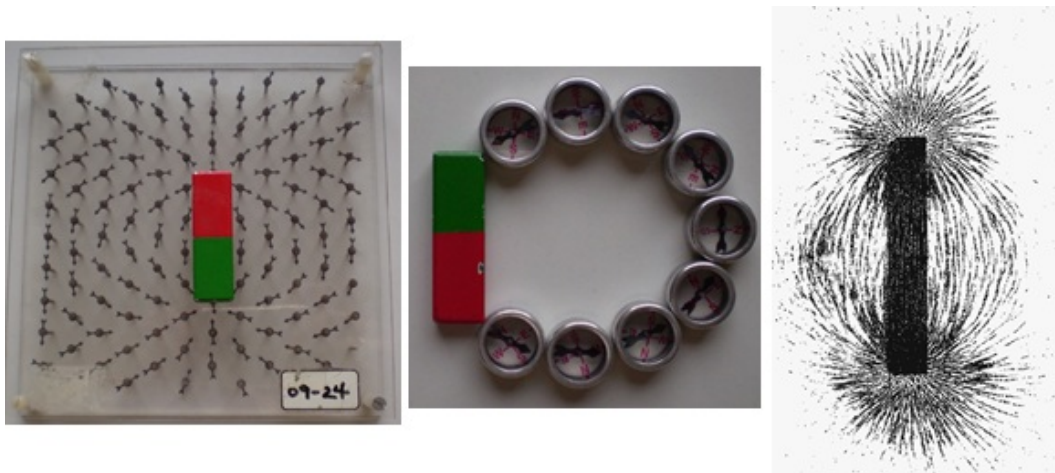


Abbildung 4: Die Schülerinnen und Schüler können durch verschiedene Versuche Magnetfeldlinien bestimmen.

3.1 Lernziele

3.1.1 Curriculum

Inhaltsbezogene Kompetenzen: SuS ...	Prozessbezogene Kompetenzen: SuS ...
... unterscheiden die Wirkungen eines Magneten auf unterschiedliche Gegenstände und klassifizieren die Stoffe entsprechend. ... wenden diese Kenntnisse an, indem sie ausgewählte Erscheinungen aus dem Alltag auf magnetische Phänomene zurückführen.	... führen dazu einfache Experimente mit Alltagsgegenständen nach Anleitung durch und werten sie aus. ... halten ihre Arbeitsergebnisse in vorgegebener Form fest. ... nutzen ihr Wissen zur Bewertung von Sicherheitsmaßnahmen im Umgang mit Magneten im täglichen Leben.
... beschreiben Dauermagnete durch Nord- und Südpol und deuten damit die Kraftwirkung.	... beschreiben entsprechende Phänomene. ... führen einfache Experimente nach Anleitung durch und werten sie aus. ... dokumentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit.
... geben an, dass Nord- und Südpol nicht getrennt werden können.	... führen einfache Experimente zur Magnetisierung und Entmagnetisierung nach Anleitung durch und werten sie aus.
... beschreiben das Modell der Elementarmagnete verwenden dieses Modell zur Deutung einfacher Phänomene.
... beschreiben den Aufbau und deuten die Wirkungsweise eines Kompasses beschreiben die Anwendung des Kompasses zur Orientierung benennen Auswirkungen dieser Erfindung in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen, beispielsweise bei Seefahrern und Entdeckern . Bezüge zu Geschichte, Erdkunde

Tabelle 1: Curriculum zur Unterrichtssequenz Dauermagnete (s. [Brüning u. a. \(2010\)](#); [Beime u. a. \(2012\)](#); [Gehmann \(2015\)](#); [Frenzel \(2017\)](#)).

3.1.2 Fachlicher Hintergrund

Magnetische Stoffe: Es gibt paramagnetische, diamagnetische und ferromagnetische Stoffe. Da die Effekte bei ferromagnetischen Stoffen am größten sind, werden hier nur ferromagnetische Stoffe als magnetische Stoffe bezeichnet. Wichtige ferromagnetische Stoffe sind Eisen, Nickel, Kobalt und Neodym-Eisen-Legierungen (s. [Gobrecht \(1971\)](#), [Demtröder \(2008\)](#) oder [Meschede u. a. \(2006\)](#)).

Magnete: Ein ferromagnetischer Stoff kann unterhalb der Curie-Temperatur ein permanentes magnetisches Moment haben und ist damit ein Dauermagnet.

Nordpol und Südpol: Ein Dauermagnet ist aufgrund seines magnetischen Moments ein Dipol. Wird ein Dauermagnet drehbar aufgehängt, so orientiert er sich ungefähr entlang der Längengrade. Das Ende des Dauermagneten, das zum geographischen Nordpol zeigt, heißt magnetischer Nordpol. Das andere Ende heißt magnetischer Südpol.

Magnetisierung: Ein ferromagnetischer Stoff kann unterhalb der Curie-Temperatur ein magnetisches Moment erhalten. Dieser Vorgang heißt Magnetisierung. Hierfür wird der Stoff in ein Magnetfeld gebracht. Dieser Vorgang weist eine Hysterese auf. Daher ist eine permanente Magnetisierung möglich. Die Magnetisierung kann beispielsweise durch starke Erschütterung oder Erhitzung rückgängig gemacht werden. Man spricht von Entmagnetisierung.

Unabtrennbarkeit eines Magnetpols: Die Divergenz des magnetischen Feldes ist entsprechend den Maxwell'schen Gleichungen null. Daher kann kein Magnetpol isoliert werden.

Fernwirkung: Magnetische Kräfte wirken auch ohne direkten Kontakt der beteiligten Körper. Man spricht von Fernwirkung. Diese Fernwirkung kann durch Magnetnadeln nachgewiesen werden. Diese Fernwirkung kann dadurch beschrieben werden, dass man dem Raum ein so genanntes magnetisches vektorielltes Feld zugeordnet. Eine Magnetnadel richtet sich parallel zum magnetischen Feld aus und weist dieses somit nach.

Magnetfeld der Erde: Die Erde ist ein magnetischer Dipol. Dessen Südpol befindet sich in der Nähe des geographischen Nordpols. Der Nordpol des Dipols befindet sich in der Nähe des geographischen Südpols.

Kompass: Zur Orientierung werden Geräte benutzt, welche die Richtung des magnetischen Feldes anzeigen. Ein solches Gerät heißt Kompass.

3.1.3 Lernstruktur

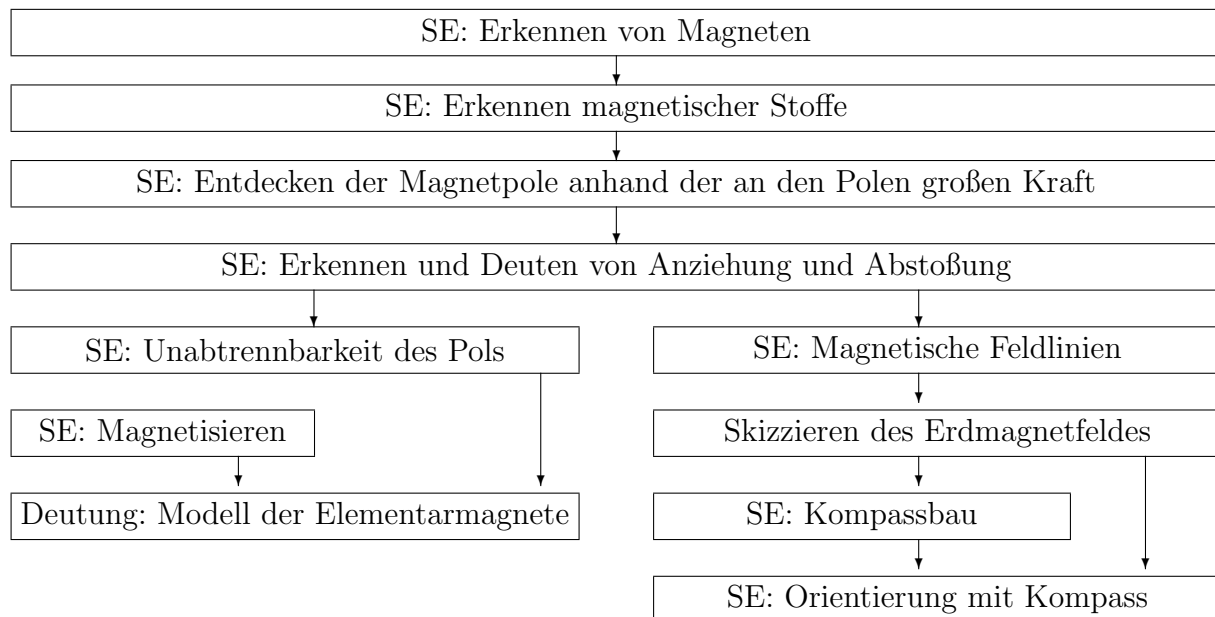


Abbildung 5: Lernstruktur zu Dauermagneten. SE: Schülerexperiment

3.1.4 Stundenabfolge

Nr.	Stundenthema	Kurzfassung zum Stundenziel: Die SuS ...
1	Erkennen von Magneten im Alltag	... erkennen Magneten im Alltag.
2	Entdeckung von magnetischen Stoffen	... erkennen magnetische Stoffe.
3	Charakterisieren magnetischer Pole durch Anziehung	... erkennen Magnetpole anhand der Kraft.
4	Charakterisieren magnetischer Pole durch Abstoßung	... erkennen Magnetpole anhand der Abstoßung.
5	Herstellen von Magneten	... magnetisieren Eisen.
6	Entdecken der Unabtrennbarkeit des Magnetpols	... begründen die Unabtrennbarkeit experimentell.
7	Entwickeln des Modells der Elementarmagnete	... deuten magnetische Phänomene mit dem Modell.
8	Analyse magnetischer Fernwirkung	... bestimmen magnetische Feldlinien mit Hilfe von Magnetnadeln.
9	Entdecken der magnetischen Abschirmung	... schirmen Magnetfelder ab.
10	Einführung von Erdmagnetfeld und Kompass	... skizzieren und erläutern das Erdmagnetfeld.
11	Navigieren mit dem Kompass	... orientieren sich mit einem Kompass.
12	Bau eines Kompasses	... bauen einen Kompass.

Tabelle 2: Mögliche Stundenabfolge zur Unterrichtssequenz Dauermagnete.

3.2 Ausgewählte Kurzentwürfe

Für zentrale Stunden der Sequenz mache ich konkrete Vorschläge in Form von Kurzentwürfen.

Kurzentwurf für eine Physikstunde

Athenaeum

PH 5

Thema der Unterrichtseinheit: Dauermagnete

Erkennen von Magneten im Alltag

Erkennen magnetischer Stoffe

Didaktik: KUZ: Die SuS erkennen magnetische Stoffe, um ihre experimentelle Kompetenz zu schulen.

Inhaltliche Aspekte	Verhaltensaspekte dazu
LV: Magnete, magnetische Stoffe	Erläutern, Anwenden
DS: Eine Büroklammer haftet am Buch	Beschreiben
DS: Überprüfungsversuch	Beschreiben, Durchführen

Methodik: Dominantes Lehrverfahren: Aufgebend Erarbeitend

Zeit	Didaktische Erläuterungen	Methodische Erläuterungen	Sozialform
5	<u>Einstieg:</u> Holz als unmagnetischer Stoff	DE: Holz haftet nicht. Beschreiben	LSG
8	<u>Entwicklung der Stundenfrage:</u>	Leitfrage, Vermuten	LSG
20	<u>Erarbeitung:</u> Überprüfungsversuch	DE, Durchführen	SSG
25	<u>Sicherung:</u>	SV, Reflexion	TA

Geplanter TA

Welche Stoffe sind magnetisch?Vermutungen:

Eisen ✓

Metall f

Versuch: Wir prüfen, welche Gegenstände an einem Magneten haften.Ergebnisse: Eisen, Nickel und Kobalt sind ferromagnetisch.

Plastik, Holz, Papier und Gummi sind nicht ferromagnetisch.

Physik, Klasse 5FL, Dr. Carmesin

2014

Welche Stoffe sind magnetisch?

Gegenstand	enthaltene Stoffe	magnetisch
Büroklammer	Plastik	nein
Büroklammer	Eisen	ja
Nagel	Eisen	ja
Deckel	Plastik	nein
Münzen: 10 Ct, 20 Ct, 50 Ct	89 % Kupfer, 5 % Aluminium, 5 % Zink, 1 % Zink	
Münzen: 1 Euro, 2 Euro	Kupfer, Zink, Nickel	

Kurzentwurf für eine Physikstunde

Athenaeum

PH 5

Thema der Unterrichtseinheit: Dauermagnete

Erkennen von Magneten im Alltag

Erkennen magnetischer Stoffe

Charakterisieren magnetischer Pole durch Anziehung

Didaktik: KUZ: Die SuS charakterisieren magnetische Pole durch Anziehung, um ihre experimentelle Kompetenz zu schulen.

Inhaltliche Aspekte	Verhaltensaspekte dazu
LV: Magnete, magnetische Stoffe	Erläutern, Anwenden
DS: Die meisten Büroklammern haften an den Enden	Experimentelles Begründen

Methodik: Dominantes Lehrverfahren: Entdeckenlassend

Zeit	Didaktische Erläuterungen	Methodische Erläuterungen	Sozialform
5	<u>Einstieg:</u> Hufeisenmagnet, Kugelmagnet	DE, Beschreiben	LSG
8	<u>Entwicklung der Stundenfrage:</u>	Leitfrage, Vermuten	LSG
14	<u>Analyse:</u> Vermuten		MuG
35	<u>Lösung:</u> Kraftmaximum, Anziehung	Versuche durchführen	GA
45	<u>Sicherung:</u>	SV, Reflexion	TA

Geplanter TA

Wo ist ein Magnet am stärksten?

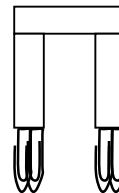
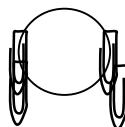
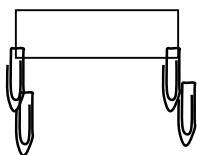
Vermutungen:

Enden \checkmark

Mitte f

Bei Kugel überall gleich stark f

Versuch: Wir hängen möglichst viele Büroklammern oder Magnete an einen Magneten.



Ergebnisse: Die beiden Enden eines Magneten sind am stärksten. Denn dort kann man am meisten Büroklammern heben.

Bezeichnung: Ein Ende, an dem ein Magnet besonders stark ist, heißt Magnetpol.

Beobachtung: nicht immer deutlich, da auch Fläche und Dicke eine Rolle spielen. Super durch erkundendes se.

Kurzentwurf für eine Physikstunde

Thema der Unterrichtseinheit: Dauermagnete

Erkennen von Magneten im Alltag

Erkennen magnetischer Stoffe

Charakterisieren magnetischer Pole durch Anziehung

Charakterisieren magnetischer Pole durch Abstoßung

Didaktik: KUZ: Die SuS charakterisieren magnetische Pole, um ihre Erkenntnisgewinnungskompetenz zu schulen.

Inhaltliche Aspekte	Verhaltensaspekte dazu
LV: Magnetische Pole als Kraftmaxima	Erläutern
DS: Magnetisches Schweben	Beschreiben
DS: Abstoßung magnetischer Pole	Experimentelles Begründen

Methodik: Dominantes Lehrverfahren: Entdeckenlassend

Zeit	Didaktische Erläuterungen	Methodische Erläuterungen	Sozialform
7	<u>Einstieg:</u> Magnetisches Schweben	DE, Beschreiben	LSG
9	<u>Entwicklung der Stundenfrage:</u>	Leitfrage, Vermuten	LSG
15	<u>Analyse:</u> Vermuten		MuG
30	<u>Lösung:</u> Anziehung, Abstoßung	Versuche durchführen	SSG
40	<u>Sicherung:</u>	SV, Reflexion	TA
45	<u>Konsolidierung:</u> Erkennen von Polen	HA, AB	EA

Geplanter TA

Warum schwebt der Kreisel?



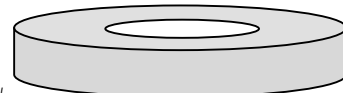
Vermutungen:

Der Kreisel ist magnetisch. ✓

Der Ring ist magnetisch. ✓

Magnete haben einen Nordpol (rot) und Südpol (grün). ✓

Beim Ring und beim Kreisel stehen sich gleichnamige Pole gegenüber. ✓



Überprüfungsversuche:



Der Ring hat den Südpol oben. Denn er stößt oben den Südpol ab.

Der Kreisel hat den Südpol unten. Denn er stößt unten den Südpol ab.

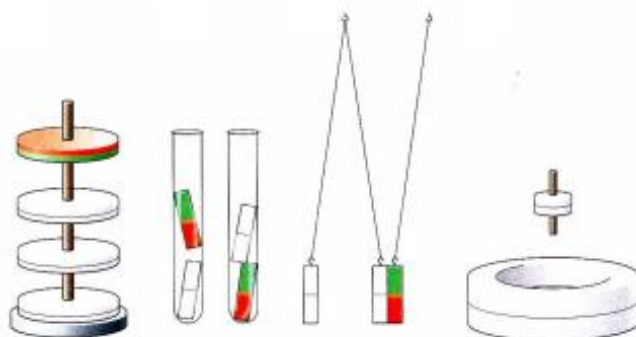
Ergebnisse:

- Es gibt zwei unterschiedliche magnetische Pole, Nordpol und Südpol.
- Ein Magnet hat mindestens einen Nord- und einen Südpol.
- Gleichnamige Pole stoßen einander ab, ungleichnamige ziehen einander an.

Physik, Klasse 5FL, Dr. Carmesin

2014

Ergänze die fehlenden Farben.



Kurzentwurf für eine Physikstunde

Athenaeum

PH 5

Thema der Unterrichtseinheit: Dauermagnete

Erkennen von Magneten im Alltag

Erkennen magnetischer Stoffe

Charakterisieren magnetischer Pole durch Anziehung

Charakterisieren magnetischer Pole durch Abstoßung

Herstellen von Magneten

Didaktik: KUZ: Die SuS stellen Magnete her, um ihre produktorientierte Experimentierkompetenz zu schulen.

Inhaltliche Aspekte	Verhaltensaspekte dazu
LV: Magnetische Pole	Erläutern
DS: Magnetisieren	Beschreiben, Durchführen
DS: Nachweis magnetischer Pole	Experimentelles Begründen

Methodik: Dominantes Lehrverfahren: Interaktiv erarbeitend

Zeit	Didaktische Erläuterungen	Methodische Erläuterungen	Sozialform
5	<u>Einstieg:</u> Magnetit	Bild, Beschreiben	LSG
8	<u>Entwicklung der Stundenfrage:</u>	Leitfrage, Vermuten	LSG
15	<u>Erarbeitung 1:</u> Vermuten	Vermuten, Versuchsskizze	MuG/LSG
35	<u>Erarbeitung 2:</u> Magnetisieren, s. u.	Experimentieren	GA
45	<u>Sicherung:</u> Ergebnis	SV, Reflexion	TA

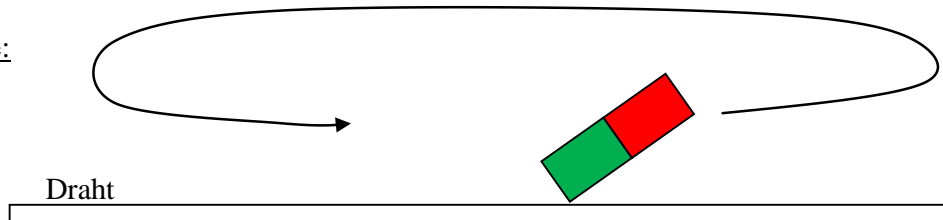
Geplanter TA

Wie entstehen Magnete?

Vermutungen: Magnete können in der Natur im Eisenerz entstehen. ✓

Wir können anfangs unmagnetisches Eisen zu einem Magneten machen. ✓

Versuchsskizze:



Durchführung:

1. Wir streichen einen Magneten mehrmals über einen Eisendraht.
2. Nachweis eines Magnetpols: Ein Drahtende stößt ein Ende der Magnetenadel ab.



Beobachtung: An den Drahtenden sind ein Nord- und ein Südpol entstanden.

Ergebnis: Wenn wir einen Magneten oft über Eisen streichen, dann entsteht ein Magnet.



Einstiegsbild:

Kurzentwurf für eine Physikstunde

Athenaeum

PH 5

Thema der Unterrichtseinheit: Dauermagnete

Erkennen von Magneten im Alltag

Erkennen magnetischer Stoffe

Charakterisieren magnetischer Pole durch Anziehung

Charakterisieren magnetischer Pole durch Abstoßung

Herstellen von Magneten

Entdecken der Unabtrennbarkeit des Magnetpols

Didaktik: KUZ: Die SuS entdecken die Unabtrennbarkeit des Magnetpols, um ihre Erkenntnisgewinnungskompetenz zu schulen.

Inhaltliche Aspekte	Verhaltensaspekte dazu
LV: Magnetische Pole	Erläutern
LV: Magnetisieren	Beschreiben, Durchführen
DS: Magnetisieren	Beschreiben, Durchführen
DS: Nachweis magnetischer Pole	Experimentelles Begründen

Methodik: Dominantes Lehrverfahren: Entdeckenlassend

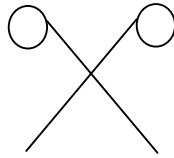
Zeit	Didaktische Erläuterungen	Methodische Erläuterungen	Sozialform
8	<u>Einstieg:</u> Würfel zieht Südpole an	Einstiegsbild, Beschreiben	LSG
12	<u>Entwicklung der Stundenfrage:</u>	Leitfrage, Vermuten	LSG
18	<u>Analyse:</u> Vermutungen	Vermuten, Versuchsskizze	MuG/LSG
35	<u>Lösung:</u> Magnetisieren & Trennen	Experimentieren	GA
45	<u>Sicherung:</u> Ergebnis	SV, Reflexion	TA
	<u>Festigung:</u> Weiteres Teilen	AB, Reserve oder HA	EA

Geplanter TA

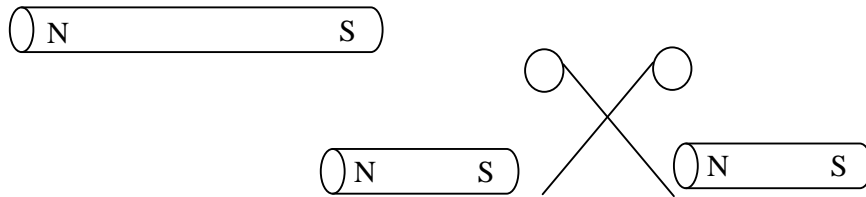
Wie können wir einen einzelnen Nordpol herstellen?

Vermutungen: Wir magnetisieren Eisen und schneiden den Nordpol ab.

Versuchsskizze:

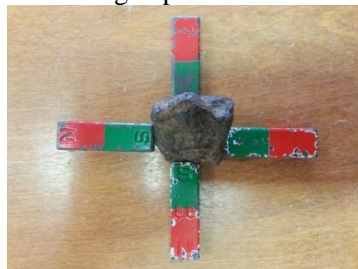


Beobachtung:



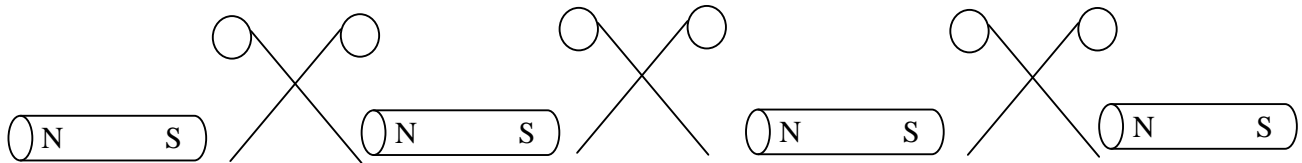
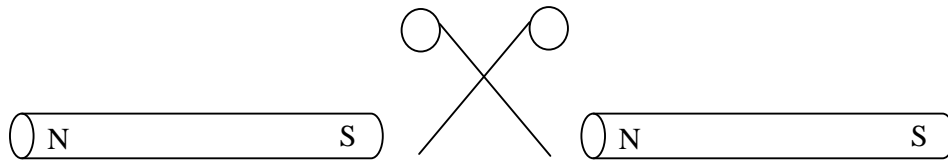
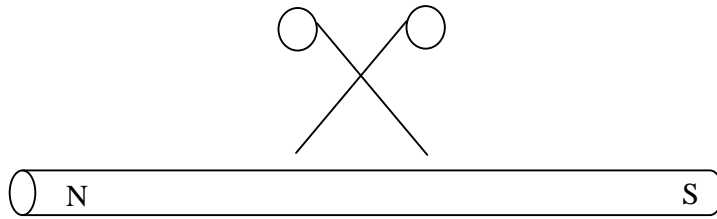
Ergebnis: Wenn wir einen Magneten zwischen den beiden Polen durchtrennen, dann entstehen zwei Magnete mit je zwei Polen.

Deutung: Es gibt keinen abgetrennten Magnetpol.



Einstiegsbild:

Innerer Aufbau von Magneten



Zeichne das nächste Bild.

Kurzentwurf für eine Physikstunde

Athenaeum

PH 5

Thema der Unterrichtseinheit: Dauermagnete

Erkennen von Magneten im Alltag

Erkennen magnetischer Stoffe

Charakterisieren magnetischer Pole durch Anziehung

Charakterisieren magnetischer Pole durch Abstoßung

Herstellen von Magneten

Entdecken der Unabtrennbarkeit des Magnetpols

Entwickeln des Modells der Elementarmagneten

Didaktik: KUZ: Die SuS erklären das Modell, um ihre Modellbildungskompetenz zu schulen.

Inhaltliche Aspekte	Verhaltensaspekte dazu
LV: Magnetische Pole	Erläutern
LV: Magnetisieren	Beschreiben, Durchführen
LV: Unabtrennbarkeit magnetischer Pole	Experimentelles Begründen
DS: Innerer Aufbau der Magnete	Beschreiben, Experimentelles Begründen
DS: Modell der Elementarmagnete	Experimentelles Begründen

Methodik: Dominantes Lehrverfahren: Interaktiv erarbeitend

Zeit	Didaktische Erläuterungen	Methodische Erläuterungen	Sozialform
4	<u>Einstieg:</u> Lupe	Einstiegsbild, Beschreiben	LSG
8	<u>Entwicklung der Stundenfrage:</u>	Leitfrage	LSG
20	<u>Erarbeitung 1:</u> Vermutungen, Trennen	Folgern des Ergebnisses	SSG
35	<u>Erarbeitung 2:</u> Modell	AB 1	GA
45	<u>Sicherung:</u> Ergebnis	SV, Reflexion	TA
	<u>Festigung:</u> Erklären mit dem Modell	AB 2, Reserve oder HA	EA

Geplanter TA

Wie sind Magnete innen aufgebaut?

Vermutungen: Aus Nord und Südpol.

Aus vielen Nord- und Südpolen.

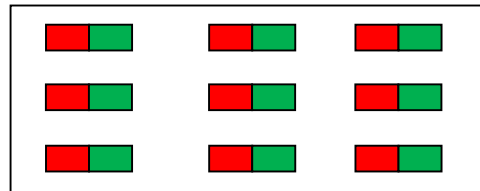
Aus vielen Magneten mit Nord- und Südpolen.

Ergebnis: Ein Magnet besteht aus kleineren Magneten. Denn wenn wir einen Magnet in zwei, vier, acht ... Teile trennen, dann sind die Teile wieder Magnete mit Nord- und Südpol.

Modellbildung:

Wir denken uns, dass man beim fortgesetzten Trennen von Magneten irgendwann auf kleinste Magnete kommt, die sich nicht weiter teilen lassen. Diese nennen wir Elementarmagnete.

So denken wir uns das Modell der Elementarmagnete.



Einstiegsbild:

Modelle

Realität



.....

Modell



.....



.....



.....



.....



.....

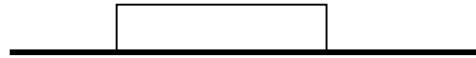
Zeichne die Elementarmagnete ein.

1) Magnetisieren von Eisen

Vorher: Ein Stück Eisen liegt auf dem Tisch.

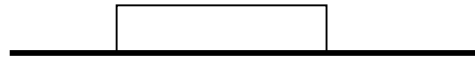


Nachher: Das Stück Eisen wurde magnetisiert.

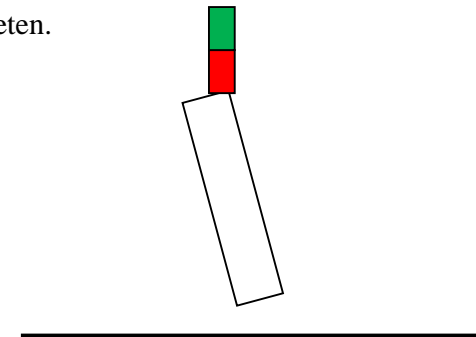


2) Heben von Eisen

Vorher: Ein Stück Eisen liegt auf dem Tisch.



Nachher: Das Stück Eisen hängt an einem Magneten.



3) Entmagnetisieren von Eisen

Vorher: Ein Magnet liegt auf dem Tisch.



Nachher: Der Magnet wurde entmagnetisiert.



Kurzentwurf für eine Physikstunde

Athenaeum

PH 5

Thema der Unterrichtseinheit: Dauermagnete

Erkennen von Magneten im Alltag

Erkennen magnetischer Stoffe

Charakterisieren magnetischer Pole durch Anziehung

Charakterisieren magnetischer Pole durch Abstoßung

Herstellen von Magneten

Entdecken der Unabtrennbarkeit des Magnetpols

Entwickeln des Modells der Elementarmagneten

Untersuchung der Fernwirkung von Magneten**Didaktik:** KUZ: Die SuS erläutern und begründen die Veranschaulichung der Fernwirkung durch Feldlinien, um ihre Fachkompetenz zu schulen.

Inhaltliche Aspekte	Verhaltensaspekte dazu
LV: Magnetische Pole	Erläutern
LV: Magnetnadel	Erläutern, Anwenden
LV: Magnetische Kraftwirkung	Erläutern
DS: Muster mit Eisenfeilspänen	Beschreiben, Experimentelles Begründen
DS: Muster mit Magnetnadeln	Beschreiben, Experimentelles Begründen
DS: Feldlinie	Zeichnen, Erläutern
DS: Magnetfeld	Erläutern

Methodik: Dominantes Lehrverfahren: Aufgebend erarbeitend

Zeit	Didaktische Erläuterungen	Methodische Erläuterungen	Sozialform
3	<u>Einstieg:</u> Muster mit Eisenfeilspänen	Einstiegsbild, Beschreiben	LSG
6	<u>Entwicklung der Stundenfrage:</u>	Leitfrage	LSG
10	<u>Erarbeitung 1:</u> Vermutungen	Nennen	LSG
25	<u>Erarbeitung 2:</u> Muster mit Magnetnadeln	AB 2, Aufzeichnen	GA
35	<u>Sicherung:</u> Ergebnis	SV, Reflexion	TA, IWB
	<u>Festigung:</u> Arbeiten mit Feldlinienmustern	AB 2, Reserve oder HA	EA

Geplanter TA

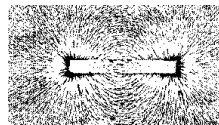
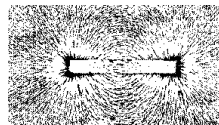
Wie wirkt ein Magnet in seiner Umgebung?Vermutungen: Anziehung magnetischer Stoffe ✓

Ausrichtung von Eisenfeilspänen ✓

Ausrichtung von Magnetnadeln ✓

Kontrollversuch: Aufzeichnen eines Musters mit MagnetnadelnBeobachtung:

Die Pfeilketten verlaufen vom Nord- zum Südpol.

Bezeichnungen:Eine solche Kette nennen wir Feldlinie.Viele Feldlinien ergeben ein Feldlinienmuster,das die Fernwirkung der magnetischen Kraft veranschaulicht.An einem Ort, an dem eine Magnetnadel oder Eisenfeilspäne ausgerichtet werden, muss es eine Ursache dafür geben. Diese Ursache heißt Magnetfeld. Wir können das Magnetfeld durch das Feldlinienmuster darstellen.Einstiegsbild:

Kurzentwurf für eine Physikstunde

Athenaeum

PH 5

Thema der Unterrichtseinheit: Dauermagnete

Erkennen von Magneten im Alltag

Erkennen magnetischer Stoffe

Charakterisieren magnetischer Pole durch Anziehung

Charakterisieren magnetischer Pole durch Abstoßung

Herstellen von Magneten

Entdecken der Unabtrennbarkeit des Magnetpols

Entwickeln des Modells der Elementarmagneten

Untersuchung der Fernwirkung von Magneten

Entdeckung der magnetischen Abschirmung

Didaktik: KUZ: Die SuS begründen die magnetische Abschirmung durch Versuche, um ihre experimentelle Kompetenz zu schulen.

Inhaltliche Aspekte	Verhaltensaspekte dazu
LV: Magnetisches Feld	Erläutern
LV: Magnetische Kraftwirkung	Erläutern, Anwenden
DS: Magnetkarte	Beschreiben, Erläutern
DS: Kontrollversuch	Planen, Durchführen
DS: Magnetische Abschirmung	Begründen

Methodik: Dominantes Lehrverfahren: Problemlösend

Zeit	Didaktische Erläuterungen	Methodische Erläuterungen	Sozialform
5	<u>Einstieg:</u> Magnetkarte defekt	Einstiegsbild, Beschreiben	LSG
7	<u>Entwicklung der Stundenfrage:</u>	Leitfrage	LSG
15	<u>Analyse:</u> Vermutungen, Versuchsplanung	Entwickeln	MuG
25	<u>Lösung:</u> Kontrollversuch	Durchführen	GA
35	<u>Sicherung:</u> Ergebnis	SV, Reflexion	TA, IWB
45	<u>Festigung:</u> Arbeiten mit Abschirmung	AB, Reserve oder HA	EA

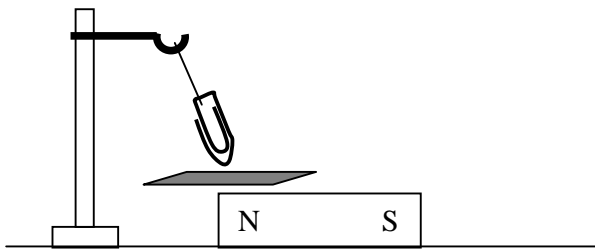
Geplanter TA

Wie kann man eine Magnetkarte vor Magnetfeldern schützen?

Vermutungen: Metallhülle f

Eisenhülle ✓

Kontrollversuch:



Ergebnisse: Magnetfelder werden von magnetischen Materialien (Eisen, Kobalt, Nickel) abgeschirmt. Magnetfelder durchdringen nicht-magnetische Materialien.



Einstiegsbild:

Kurzentwurf für eine Physikstunde

Athenaeum

PH 5

Thema der Unterrichtseinheit: Dauermagnete

Erkennen von Magneten im Alltag

Erkennen magnetischer Stoffe

Charakterisieren magnetischer Pole durch Anziehung

Charakterisieren magnetischer Pole durch Abstoßung

Herstellen von Magneten

Entdecken der Unabtrennbarkeit des Magnetpols

Entwickeln des Modells der Elementarmagneten

Untersuchung der Fernwirkung von Magneten

Entdeckung der magnetischen Abschirmung

Einführung von Erdmagnetfeld und Kompass

Navigieren mit dem Kompass

Bau eines Kompasses**Didaktik:** KUZ: Die SuS erklären den Bau und die Funktionsweise ihres Kompasses.

Inhaltliche Aspekte	Verhaltensaspekte dazu
LV: Erdmagnetfeld	Erläutern
LV: Kompass	Erläutern, Anwenden
DS: Plan	Beschreiben, Erläutern
DS: Versuch	Planen, Durchführen

Methodik: Dominantes Lehrverfahren: Problemlösend

Zeit	Didaktische Erläuterungen	Methodische Erläuterungen	Sozialform
5	<u>Einstieg:</u> Selbstbau	Einstiegsbild, Beschreiben	LSG
7	<u>Entwicklung der Stundenfrage:</u>	Leitfrage	LSG
15	<u>Analyse:</u> Vermutungen, Versuchsplanung	Entwickeln	MuG
25	<u>Lösung:</u> Bau & Versuch	Durchführen	GA
35	<u>Sicherung:</u> Ergebnis	SV, Reflexion	TA, IWB
45	<u>Festigung:</u> Kreuzpeilung	AB, Reserve oder HA	EA

Geplanter TA

Können wir aus einem Flaschendeckel einen funktionierenden Kompass bauen?Ideen:

Wir magnetisieren eine auseinandergebogene Büroklammer

Wir kleben diese auf einen Flaschendeckel

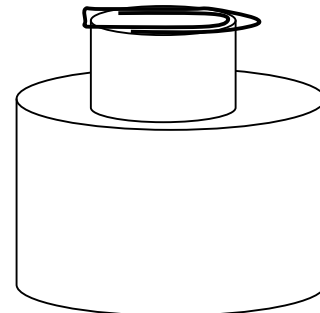
Vorgehen:

Wir nutzen einen Flaschendeckel als Schwimmkörper.

Wir schneiden die Windrose aus und legen sie in den Flaschendeckel.

Wir biegen eine Büroklammer etwas auf, magnetisieren diese, legen sie über den Deckel und befestigen sie mit Klebeband.

Wir lassen den Schwimmkörper in einem Becher schwimmen.

Ergebnis:

Man kann mit dem Kompass die Himmelsrichtung zu einer Landmarke gut bestimmen, weil der Schwimmer frei drehbar ist, weil die Büroklammer den Schwimmer dreht und weil sich dabei die Windrose mitbewegt.

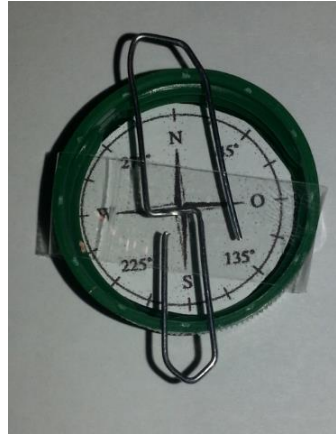
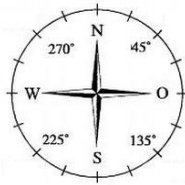
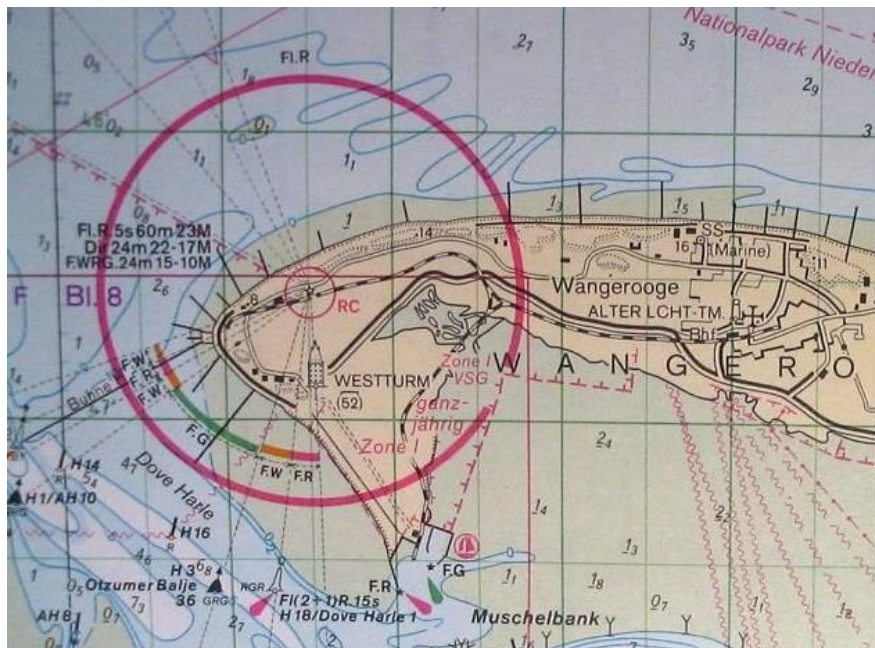
Wir bauen einen Kompass.

Wir nutzen einen Flaschendeckel als Schwimmkörper.

Wir schneiden die Windrose aus und legen sie in den Flaschendeckel.

Wir biegen eine Büroklammer etwas auf, magnetisieren diese, legen sie über den Deckel und befestigen sie mit Klebeband.

Wir lassen den Schwimmkörper in einem Becher schwimmen.

Wir führen eine Kreuzpeilung durch

Ein Segler sieht den Westturm im Südwesten und den alten Leuchtturm im Südosten. Bestimme die Position des Seglers.

4 Stromkreise

Kreisläufe sind ein Erfolgsrezept der Natur, Technik und der Ökonomie. Beispiele sind der Blutkreislauf, der Wasserkreislauf im Wettergeschehen, der Geldkreislauf, der Ölkreislauf in der Hydraulik oder der Wasserkreislauf einer Wasserkühlung. In dieser Unterrichtssequenz wird zunächst der einfache Stromkreislauf einführend behandelt. Dieser wird vielfältig analysiert (s. Abbildung 6) und durch die Reihenschaltung sowie die Parallelschaltung elementar erweitert (s. Tabelle 3 und Abbildung 7).

Der **Elektromagnet** stellt ein für die Schülerinnen und Schüler völlig neuartiges Phänomen dar, das sie mit ihrem bisherigen Erkenntnissen überhaupt nicht erklären können. Auch steht er für die Verbindung von Magnetismus und Elektrizitätslehre. Somit lernen die Schülerinnen und Schüler in dieser Unterrichtseinheit bereits das weitreichende physikalische Prinzip bei der Verbindung von Naturphänomenen durch umfassende Theorien kennen.

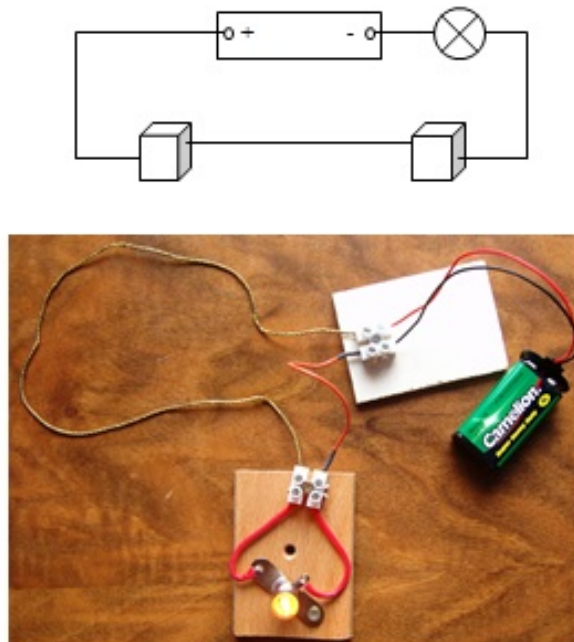


Abbildung 6: Die Schülerinnen und Schüler planen einen Versuch, mit dem sie feststellen können, ob ein Gegenstand den elektrischen Strom leitet. Anschließend führen sie diesen Versuch durch.

4.1 Lernziele

4.1.1 Curriculum

Inhaltsbezogene Kompetenzen: SuS ...	Prozessbezogene Kompetenzen: SuS ...
... erkennen einfache elektrische Stromkreise und beschreiben deren Aufbau und Bestandteile. ... wenden diese Kenntnisse auf ausgewählte Beispiele im Alltag an.	... unterscheiden dabei zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung. ... zeigen anhand von einfachen Beispielen die Bedeutung elektrischer Stromkreise im Alltag auf.
... verwenden Schaltbilder in einfachen Situationen sachgerecht.	... nehmen dabei Idealisierungen vor. ... bauen einfache elektrische Stromkreise nach vorgegebenem Schaltplan auf. ... benutzen Schaltpläne als fachtypische Darstellungen.
... unterscheiden Reihen- und Parallelschaltung wenden diese Kenntnisse in verschiedenen Situationen aus dem Alltag an.	... führen dazu einfache Experimente nach Anleitung durch. ... dokumentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit. ... beschreiben den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Wirkungsweise.
... unterscheiden zwischen elektrischen Leitern und Isolatoren und können Beispiele dafür benennen (Bezüge zu Chemie).	... planen einfache Experimente zur Untersuchung der Leitfähigkeit, führen sie durch und dokumentieren die Ergebnisse. ... tauschen sich über die Erkenntnisse zur Leitfähigkeit aus.
... charakterisieren elektrische Quellen anhand ihrer Spannungsangabe wissen um die Gefährdung durch Elektrizität und wenden geeignete Verhaltensregeln zu deren Vermeidung an.	... nutzen die Spannungsangaben auf elektrischen Geräten zu ihrem bestimmungsgemäßen Gebrauch. ... nutzen ihr physikalisches Wissen zum Bewerten von Sicherheitsmaßnahmen am Beispiel des Schutzleiters und der Schmelzsicherung.
... beschreiben die Wirkungsweise eines Elektromagneten nutzen ihre Kenntnisse über elektrische Schaltungen um den Einsatz von Elektromagneten im Alltag zu erläutern.

Tabelle 3: Curriculum zur Unterrichtssequenz Stromkreise (s. [Brüning u. a. \(2010\)](#); [Beime u. a. \(2012\)](#); [Gehmann \(2015\)](#); [Frenzel \(2017\)](#)).

4.1.2 Fachlicher Hintergrund

Elektrische Stromkreise: Die Ladung ist eine fundamentale physikalische Erhaltungsgröße. Das Akkumulieren von Ladung in einem Bauteil ist wegen der abstoßenden elektrischen Kraft kaum möglich. Daher funktioniert ein Stromkreis nur, wenn er geschlossen ist (s. [Gobrecht \(1971\)](#)).

Schaltbild: Im elektrischen Stromkreis wird ein Bauteil durch die drei Kenngrößen Widerstand, Kapazität und Induktivität hinreichend charakterisiert, so dass die Stromstärken und Spannungen daraus ermittelt werden können. Daher stellt man elektrische Anlagen mit Schaltbildern sehr effektiv dar.

Reihenschaltung und Parallelschaltung: Während es in der Elektrotechnik eine Vielzahl komplexer Schaltungen gibt, sind diese beiden Schaltungen neben dem einfachen Stromkreis zwei weitere häufig vorkommende elementare Schaltungen.

Leiter und Isolatoren: Jedes Material hat einen spezifischen elektrischen Widerstand ρ . Dieser unterscheidet sich für verschiedene Materialien sehr stark. Beispielsweise beträgt er für Kupfer $\rho = 17,5 n\Omega m$, für Aluminium $\rho = 27 n\Omega m$, für Eisen $\rho = 98 n\Omega m$, für Graphit $\rho = 8 \mu\Omega m$, für Epoxidharz $\rho = 10^{14} \Omega m$ und für Polyethylen $\rho = 10^{16} \Omega m$ (s. [Stöcker u. Wunderlich \(2000\)](#)). Wegen dieser großen Unterschiede bezeichnet man Metalle vereinfachend als Leiter und Kunststoffe wie Epoxidharz oder Polyethylen als Isolatoren.

Elektrische Spannung: Die elektrische Spannung ist die Energie pro Ladung. Spannungen ab ungefähr 20 V können für den Menschen gefährlich sein. Zudem können elektrische Quellen mit großen Spannungen in Stromkreisen zu großen Stromstärken führen. Diese können Zerstörungen und Feuergefahren bewirken.

Elektromagnet: Ein von Strom durchflossener Leiter erzeugt ein Magnetfeld. Dabei ist gemäß einer Maxwellschen Gleichung die Rotation der magnetischen Feldstärke B gleich dem Produkt aus der Stromdichte und der magnetischen Feldkonstante μ_0 . Eine von Strom durchflossene Spule erzeugt ein besonders starkes Magnetfeld. Ein Eisenkern kann dieses noch verstärken.

4.1.3 Lernstruktur

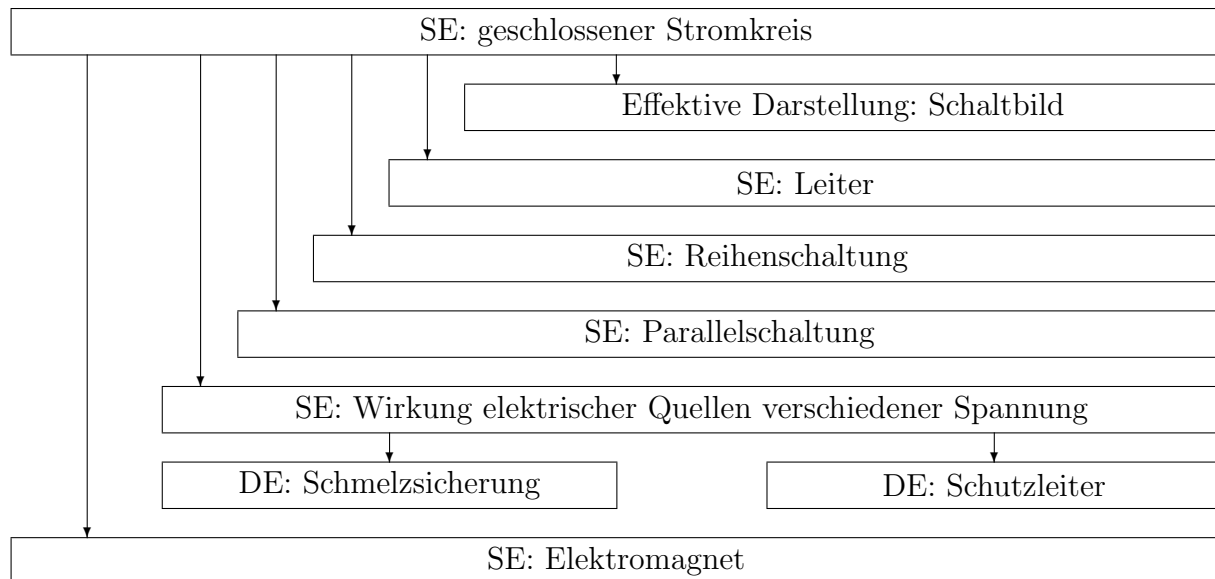


Abbildung 7: Lernstruktur zu Stromkreisen. SE: Schülerexperiment

4.1.4 Stundenabfolge

Nr.	Stundenthema	Stundenlernziel
1	Analyse eines einfachen Stromkreises	... erklären einen einfachen Stromkreis.
2	Untersuchung von Wärme- und Lichtwirkung des elektrischen Stromes	... begründen die Wirkungen experimentell.
3	Erkunden der Reihenschaltung	... begründen Eigenschaften der Schaltung.
4	Erkunden der Parallelschaltung	... begründen Eigenschaften der Schaltung.
5	Erkunden der UND-Schaltung	... begründen Eigenschaften der Schaltung.
6	Erkunden der ODER-Schaltung	... begründen Eigenschaften der Schaltung.
7	Bau einer Kartoffelbatterie	... bauen und erläutern erklären Quellen.
8	Untersuchung der Leitfähigkeit	... untersuchen die Leitfähigkeit.
9	Erklären der Schmelzsicherung	... erklären die Schmelzsicherung.
10	Erklären des Schutzleiters	... erklären den Schutzleiter.
11	Entdeckung des Elektromagneten	... bauen einen Elektromagneten.

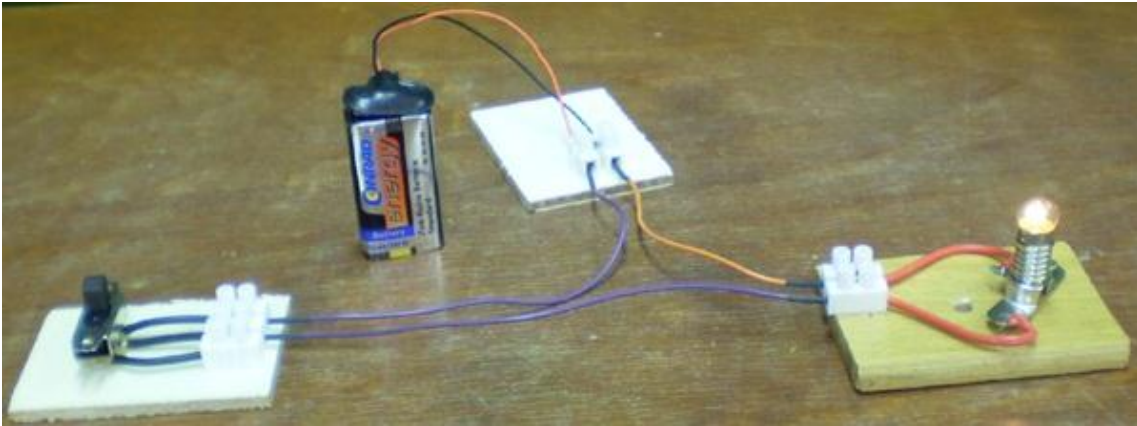
Tabelle 4: Mögliche Stundenabfolge zur Unterrichtssequenz Stromkreise.

4.2 Ausgewählte Kurzentwürfe

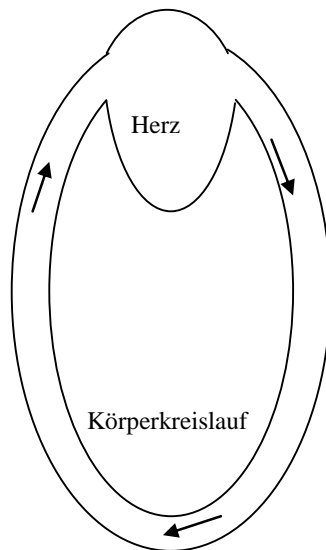
Elektrischer Baukasten: Es hat sich bewährt, für die Unterrichtssequenz Stromkreise für jede Schülerin und jeden Schüler einen elektrischen Baukasten einzuführen, der weitgehend aus Alltagsmaterialien besteht (s. Abb. 8 und 9). Das knüpft optimal an die Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler an und bietet den Lernenden ein reichhaltiges und permanent verfügbares Betätigungsfeld für eigenständige sowie selbst gesteuerte Entdeckungen.

Die Gefahren des elektrischen Stroms für den Körper wurden den SuS schon bei der UE zum elektrischen Stromkreis dadurch besonders deutlich, dass sie ein EKG am eigenen Körper aufnahmen (s. Carmesin (2010)). Sie erkannten dabei, dass ihr Körper eine elektrische Quelle ist, dass der Herzschlag elektrisch angeregt wird und daher durch elektrischen Strom leicht gestört werden kann.

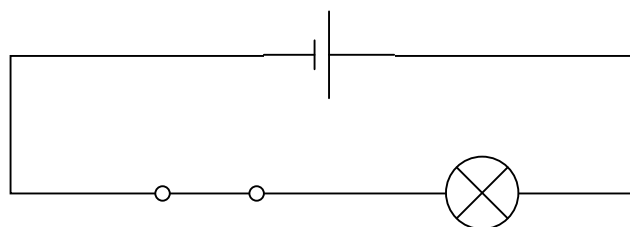
Für zentrale Stunden der Sequenz mache ich konkrete Vorschläge in Form von Kurzentwürfen oder Arbeitsblättern (Einstiegsbilder zur UND- und ODER-Schaltung s. Bengelsdorff u. a. (2015)).



1) Baue den dargestellten einfachen Stromkreis auf und teste ihn.



2) Vergleiche den einfachen Stromkreis mit dem Körperkreislauf des Menschen.



3) Vergleiche den einfachen Stromkreis mit dem Schaltbild.

Kurzentwurf für eine Physikstunde

Athenaeum

PH 5

Thema der Unterrichtseinheit: Stromkreis

Untersuchung eines einfachen Stromkreises

Untersuchung von Wärme- und Lichtwirkung des elektrischen Stromes

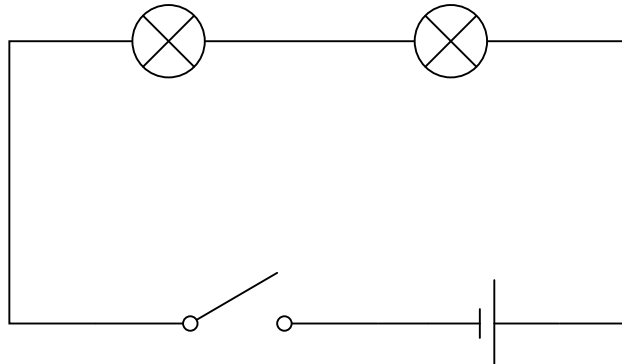
Erkunden der Reihenschaltung**Didaktik:** KUZ: Die SuS bauen die Reihenschaltung, um ihre experimentelle Kompetenz zu schulen.

Inhaltliche Aspekte	Verhaltensaspekte dazu
LV: Stromkreis, Quelle, Kabel	Erläutern, Anwenden
DS: Lampenabhängigkeit	Beschreiben
DS: Reihenschaltung	Beschreiben
DS: Überprüfungsversuch	Beschreiben, Durchführen, Erklären

Methodik: Dominantes Lehrverfahren: Problemlösend

Zeit	Didaktische Erläuterungen	Methodische Erläuterungen	Sozialform
5	<u>Einstieg:</u> Lichter aus	Einstiegsbild, Beschreiben	LSG
7	<u>Entwicklung der Stundenfrage:</u>	Leitfrage	LSG
15	<u>Analyse:</u> Vermutungen, Versuchsplanung	Entwickeln	MuG
25	<u>Lösung:</u> Kontrollversuch	Durchführen	GA
35	<u>Sicherung:</u> Ergebnis	SV, Reflexion	TA, IWB
45	<u>Festigung:</u> Schaltskizze für drei Lampen	Erstellen	EA

Geplanter TA

Warum leuchtet beim Weihnachtsbaum keine Lampe, wenn eine Lampe fehlt?Vermutungen: Elektronen fließen nacheinander durch die LampenModellversuch, Schaltskizze:Ergebnisse: Am Weihnachtsbaum sind die Lampen in Reihe geschaltet. Deshalb leuchtet keine Lampe, wenn eine Lampe entfernt wird.

Kurzentwurf für eine Physikstunde

Athenaeum

PH 5

Thema der Unterrichtseinheit: Stromkreis

Untersuchung eines einfachen Stromkreises

Untersuchung von Wärme- und Lichtwirkung des elektrischen Stromes

Erkunden der Reihenschaltung

Erkunden der Parallelschaltung

Didaktik: KUZ: Die SuS bauen die Parallelschaltung, um ihre experimentelle Kompetenz zu schulen.

Inhaltliche Aspekte	Verhaltensaspekte dazu
LV: Stromkreis, Reihenschaltung	Erläutern, Anwenden
DS: Lampenabhängigkeit	Beschreiben
DS: Parallelschaltung	Beschreiben
DS: Überprüfungsversuch	Beschreiben, Durchführen, Erklären

Methodik: Dominantes Lehrverfahren: Problemlösend

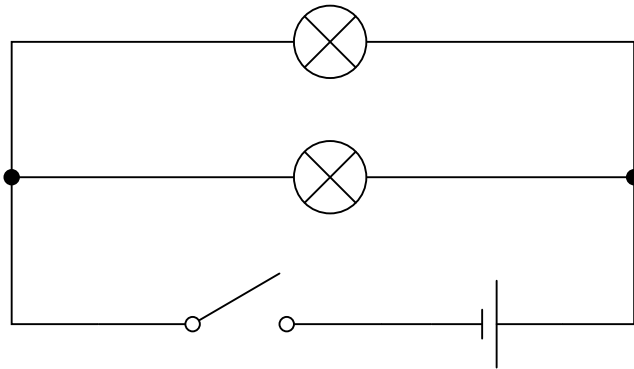
Zeit	Didaktische Erläuterungen	Methodische Erläuterungen	Sozialform
5	<u>Einstieg:</u> Zweite Lampe leuchtet	Einstiegsbild, Beschreiben	LSG
7	<u>Entwicklung der Stundenfrage:</u>	Leitfrage	LSG
15	<u>Analyse:</u> Vermutungen, Versuchsplanung	Entwickeln	MuG
25	<u>Lösung:</u> Kontrollversuch	Durchführen	GA
35	<u>Sicherung:</u> Ergebnis	SV, Reflexion	TA, IWB
45	<u>Festigung:</u> Schaltskizze für drei Lampen	Erstellen	EA

Geplanter TA

Warum leuchtet bei der Mehrfachsteckdose die zweite Lampe, wenn die andere Lampe fehlt?

Vermutungen: Elektronen fließen entweder durch die eine oder die andere Lampe

Modellversuch, Schaltskizze:



Ergebnisse: Bei der Mehrfachsteckdose sind die Lampen parallel geschaltet. Deshalb leuchtet zweite Lampe, wenn die erste Lampe entfernt wird.



Kurzentwurf für eine Physikstunde

Athenaeum

PH 5

Thema der Unterrichtseinheit: Stromkreis

Untersuchung eines einfachen Stromkreises

Untersuchung von Wärme- und Lichtwirkung des elektrischen Stromes

Erkunden der Reihenschaltung

Erkunden der Parallelschaltung

Erkunden der UND-Schaltung

Didaktik: KUZ: Die SuS bauen die UND-Schaltung, um ihre Problemlösekompetenz zu schulen.

Inhaltliche Aspekte	Verhaltensaspekte dazu
LV: Stromkreis, Reihenschaltung	Erläutern, Anwenden
DS: Schalterabhängigkeit	Beschreiben
DS: UND-Schaltung	Beschreiben
DS: Überprüfungsversuch	Beschreiben, Durchführen, Erklären

Methodik: Dominantes Lehrverfahren: Problemlösend

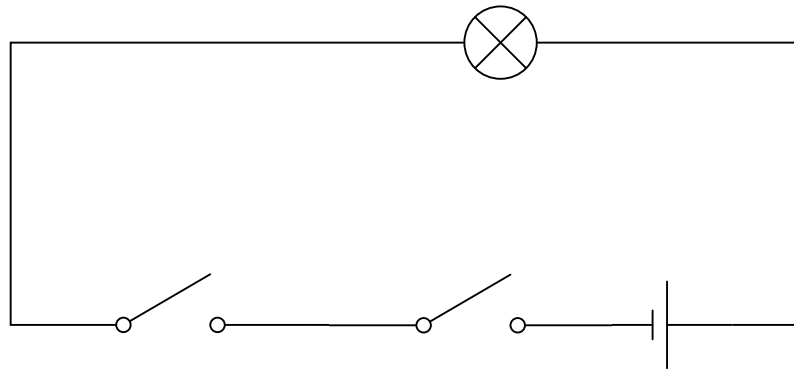
Zeit	Didaktische Erläuterungen	Methodische Erläuterungen	Sozialform
5	<u>Einstieg:</u> Heckenschere	Einstiegsbild, Beschreiben	LSG
7	<u>Entwicklung der Stundenfrage:</u>	Leitfrage	LSG
15	<u>Analyse:</u> Vermutungen, Versuchsplanung	Entwickeln	MuG
25	<u>Lösung:</u> Kontrollversuch	Durchführen	GA
35	<u>Sicherung:</u> Ergebnis	SV, Reflexion	TA, IWB
45	<u>Festigung:</u> Schaltskizze für drei Schalter	Erstellen	EA

Geplanter TA

Warum läuft der Motor der Heckenschere nur, wenn beide Schalter gedrückt sind?

Vermutungen: Elektronen fließen nacheinander durch beide Schalter und den Motor.

Modellversuch, Schaltskizze:



Ergebnisse: Bei der UND-Schaltung sind die Schalter in Reihe geschaltet. Deshalb leuchtet die Lampe nur, wenn beide Schalter eingeschaltet sind.



Einstiegsbild:

Kurzentwurf für eine Physikstunde

Athenaeum

PH 5

Thema der Unterrichtseinheit: Stromkreis

... Erkunden der UND-Schaltung

Erkunden der ODER-Schaltung

Didaktik: KUZ: Die SuS bauen die ODER-Schaltung, um ihre Problemlösekompetenz zu schulen.

Inhaltliche Aspekte	Verhaltensaspekte dazu
LV: Stromkreis, Reihenschaltung	Erläutern, Anwenden
DS: Schalterabhängigkeit	Beschreiben
DS: ODER-Schaltung	Beschreiben
DS: Überprüfungsversuch	Beschreiben, Durchführen, Erklären

Methodik: Dominantes Lehrverfahren: Problemlösend

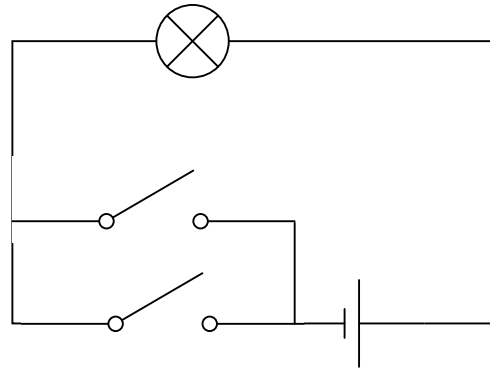
Zeit	Didaktische Erläuterungen	Methodische Erläuterungen	Sozialform
5	<u>Einstieg:</u> Auto	Einstiegsbild, Beschreiben	LSG
7	<u>Entwicklung der Stundenfrage:</u>	Leitfrage	LSG
15	<u>Analyse:</u> Vermutungen, Versuchsplanung	Entwickeln	MuG
25	<u>Lösung:</u> Kontrollversuch	Durchführen	GA
35	<u>Sicherung:</u> Ergebnis	SV, Reflexion	TA, IWB
45	<u>Festigung:</u> Schaltskizze für drei Schalter	Erstellen	EA

Geplanter TA

Warum leuchtet die Lampe im Auto, wenn die Tür geöffnet wird oder wenn der Schalter eingeschaltet ist?

Vermutungen: Elektronen fließen durch den einen oder durch den anderen Schalter zur Lampe.

Modellversuch, Schaltskizze:



Ergebnisse: Bei der ODER-Schaltung sind die Schalter parallel geschaltet. Deshalb leuchtet die Lampe, wenn wenigstens einer der beiden Schalter eingeschaltet ist.



Einstiegsbild:

Kurzentwurf für eine Physikstunde

Athenaeum

PH 5

Thema der Unterrichtseinheit: Stromkreis

...

Erkunden der ODER-Schaltung

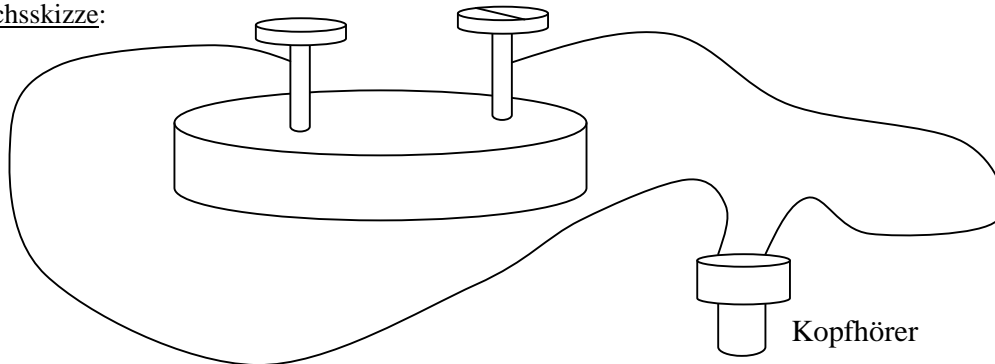
Bau einer Kartoffelbatterie**Didaktik:** KUZ: Die SuS bauen eine Kartoffelbatterie, um ihre experimentelle Kompetenz zu schulen.

Inhaltliche Aspekte	Verhaltensaspekte dazu
LV: Stromkreis, Quelle	Erläutern, Anwenden
DS: Bau der Batterie	Beschreiben, Durchführen
DS: Testen der Batterie	Beschreiben, Durchführen, Erklären
DS: Funktionsweise der Batterie	Erklären

Methodik: Dominantes Lehrverfahren: Aufgebend Erarbeitend

Zeit	Didaktische Erläuterungen	Methodische Erläuterungen	Sozialform
5	<u>Einstieg:</u> Kartoffel als Batterie	Beschreiben	LSG
8	<u>Entwicklung der Stundenfrage:</u>	Leitfrage, Vermuten	LSG
20	<u>Erarbeitung:</u> Überprüfungsversuch	SE, Durchführen	GA
25	<u>Sicherung:</u>	SV, Reflexion	TA
45	<u>Festigung:</u> Fingerbatterie	DE, SE	LSG/GA

Geplanter TA

Wie bauen wir aus einer Kartoffel, einem verzinkten Nagel und einer Messingschraube eine Batterie?Vermutungen: Schraube und Nagel in eine Kartoffelscheibe steckenVersuchsskizze:Ergebnis: Wenn man mit dem Kabel den Nagel berührt, dann knackt es im Kopfhörer.Deutungen:

- Die Kartoffel mit dem Nagel und der Schraube ist eine elektrische Quelle. Denn sie kann den Kopfhörer zum Knacken bringen.
- Die Nageloberfläche besteht aus Zink. Viele Zink-Teilchen geben je zwei Elektronen an das Kabel ab und bewegen sich dabei in den Saft der Kartoffel. Diese Elektronen strömen durch das Kabel zum Kopfhörer, lassen den Kopfhörer knacken, strömen weiter durch das andere Kabel zur Messingschraube und weiter in den Kartoffelsaft.

Baue eine elektrische Quelle aus einer Kartoffel

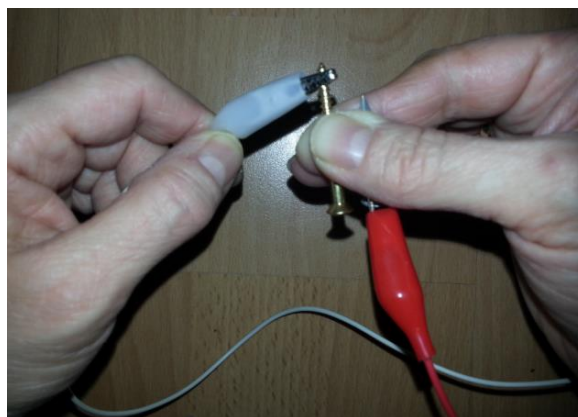
Material: Kartoffelscheibe, verzinkter Nagel, Messingschraube



Überprüfe, ob die elektrische Quelle funktioniert.

Baue eine elektrische Quelle mit Finger und Daumen

Material: Daumen, Zeigefinger, verzinkter Nagel, Messingschraube



Überprüfe, ob die elektrische Quelle funktioniert.

Kurzentwurf für eine Physikstunde

Athenaeum

PH 5

Thema der Unterrichtseinheit: Stromkreis

...

Erkunden der ODER-Schaltung

Bau einer Kartoffelbatterie

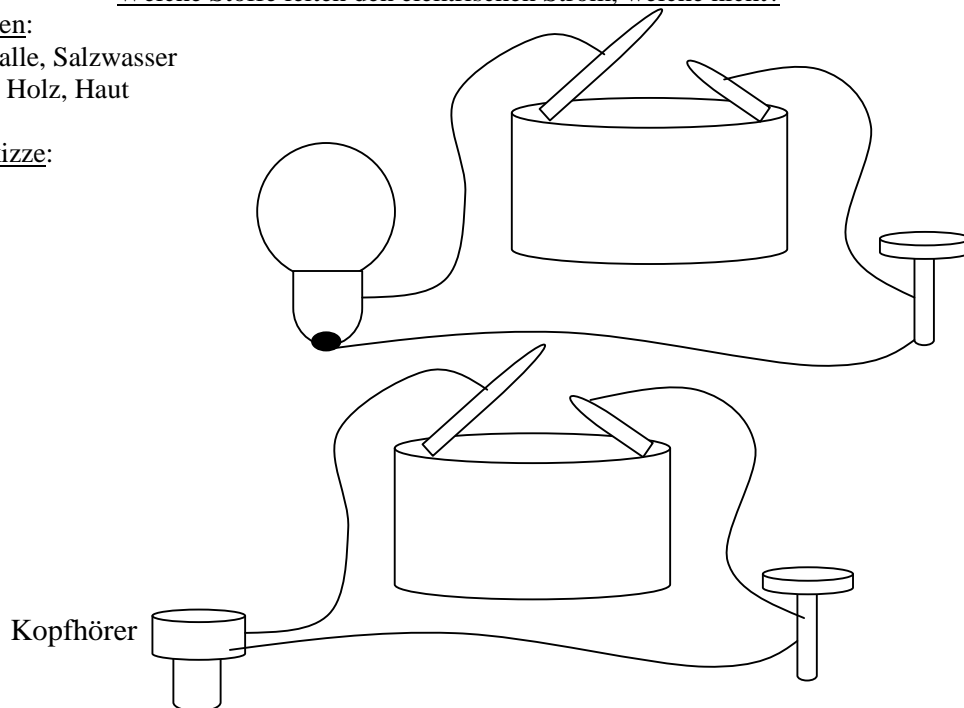
Untersuchung der Leitfähigkeit**Didaktik:** KUZ: Die SuS untersuchen die Leitfähigkeit, um ihre experimentelle Kompetenz zu schulen.

Inhaltliche Aspekte	Verhaltensaspekte dazu
LV: Stromkreis, Quelle	Erläutern, Anwenden
DS: Bau der Messschaltungen	Beschreiben, Durchführen, Erklären
DS: Untersuchen	Beschreiben, Durchführen

Methodik: Dominantes Lehrverfahren: Aufgebend Erarbeitend

Zeit	Didaktische Erläuterungen	Methodische Erläuterungen	Sozialform
5	<u>Einstieg:</u> Kartoffel als Batterie	Beschreiben	LSG
8	<u>Entwicklung der Stundenfrage:</u>	Leitfrage, Vermuten	LSG
20	<u>Erarbeitung:</u> Überprüfungsversuch	DE, Durchführen	GA
25	<u>Sicherung:</u>	SV, Reflexion	TA
45	<u>Festigung:</u> Hochspannungstrafo: Luft als Leiter, Spannung für Stärke der Quelle	DE	LSG

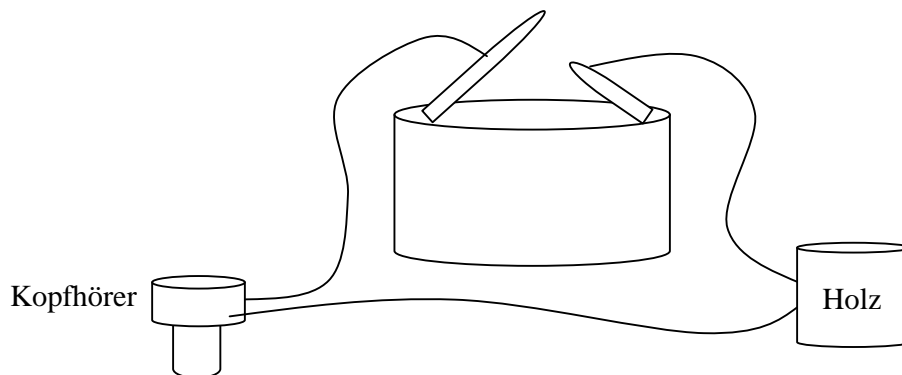
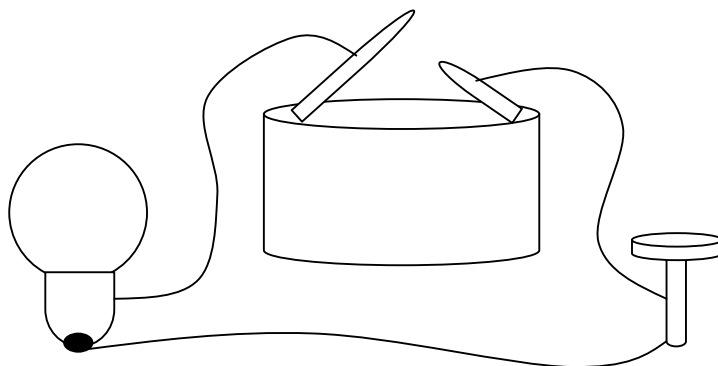
Geplanter TA

Welche Stoffe leiten den elektrischen Strom, welche nicht?Vermutungen:Leiter: Metalle, SalzwasserNichtleiter: Holz, HautVersuchsskizze:

Ergebnis: Gute Leiter leiten genug Strom zum Leuchten einer Glühlampe. Schlechte Leiter leiten genug Strom zum Knacken des Kopfhörers. Sehr schlechte Leiter können bei sehr starken elektrischen Quellen auch leiten, z. B. Luft.

Untersuche die Leitfähigkeit

Gegenstand	Stoff, Stoffgemisch	Leitet genug Strom zum Leuchten der Lampe	Leitet genug Strom zum Knacken im Kopfhörer	Leitet nicht
Messingschraube	Messing			
Eisenstift	Eisen			
Holzbrett	Gemisch			
Tuch	z. B. Wolle			
Kunststoffblock	z. B. Styropor			
Trockene Haut	Gemisch			
Feuchte Haut	Gemisch			
Luft	Gemisch			



Vorsicht: Verwende den Kopfhörer nur bei sehr schlechten Leitern, sonst wird es sehr laut.

Kurzentwurf für eine Physikstunde

Thema der Unterrichtssequenz: Stromkreis

Entdecken des Elektromagneten

Didaktik: SLZ: Die SuS sollen einen Elektromagneten bauen können.

Inhaltliche Aspekte	Verhaltensaspekte dazu
LV: Magnet	Erkennen
LV: Anziehung eines magnetischen Stoffs	Erläutern
LV: Stromkreis	Erkennen, Anwenden
TLZ: Bewegung des Stößels im Türgong	Beschreiben
TLZ: Der Stößel wird angezogen	Begründen
TLZ: Modellversuch	Planen, Durchführen
TLZ: Magnetismus der Spule	Begründen

Methodik: Dominantes Lehrverfahren: Entdeckenlassend

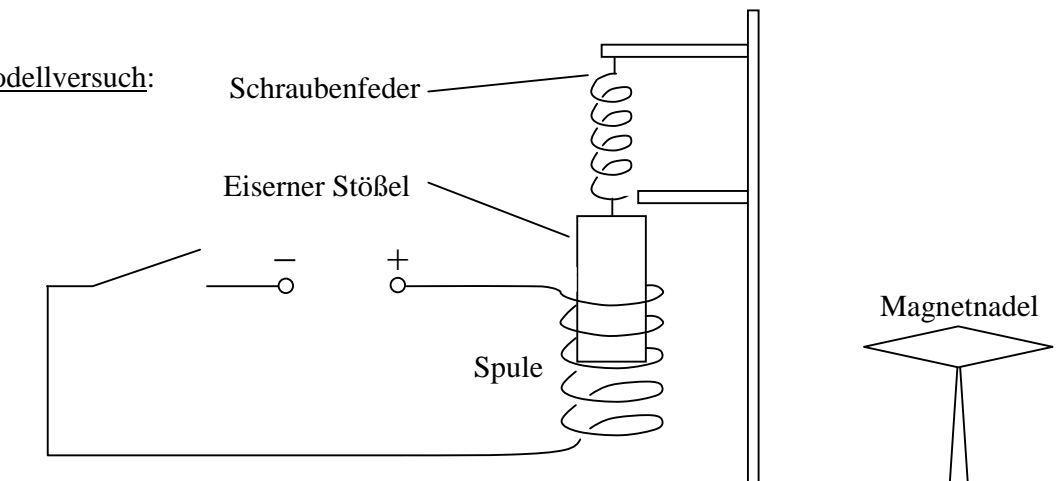
Zeit	Didaktische Erläuterungen	Methodische Erläuterungen	Sozialform
4	<u>Hinführung:</u> DE Türgong	Beschreiben	LSG
6	<u>Problemstellung:</u> „	Leitfrage	LSG
14	<u>Analyse:</u> Vermutung, Versuchsplan	TA, Bezeichnung	MuG
35	<u>Lösung:</u> SE	Durchführen	GA
40	<u>Sicherung:</u> s.u.	SV Ergebnis, Rückkopplung	SV
45	<u>Festigung:</u> AB, Wickeln einer Spule	Evtl. HA	EA

Beobachtung: Der Stößel wird angezogen, wenn der Stromkreis geschlossen ist.

Wie zieht der Strom den Stößel an?

Vermutung: elektrisch **falsch**
magnetisch **richtig**

Modellversuch:



Bezeichnung: Die schraubenförmige Wicklung des Kabels heißt Spule.

Beobachtung: Die Magnetnadel wird gedreht, wenn der Stromkreis geschlossen wird.

Ergebnis: Eine von Strom durchflossene Spule wirkt als Magnet.

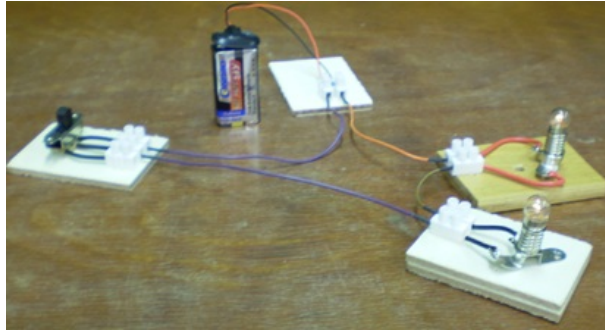


Abbildung 8: Die Schülerinnen und Schüler untersuchen mit selbstständig geplanten Versuchen Eigenschaften der **Reihenschaltung**.

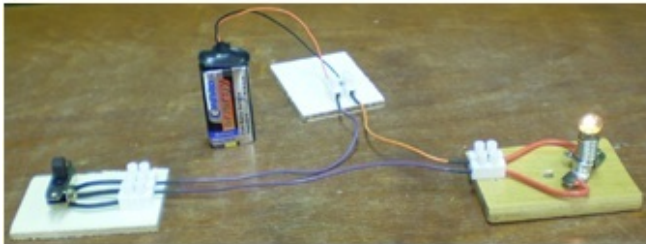


Abbildung 9: Die Schülerinnen und Schüler stellen mit selbstständig geplanten Versuchen fest, dass eine Lampe umso heller leuchtet, je größer die **Spannungsangabe** auf der elektrischen Quelle ist.

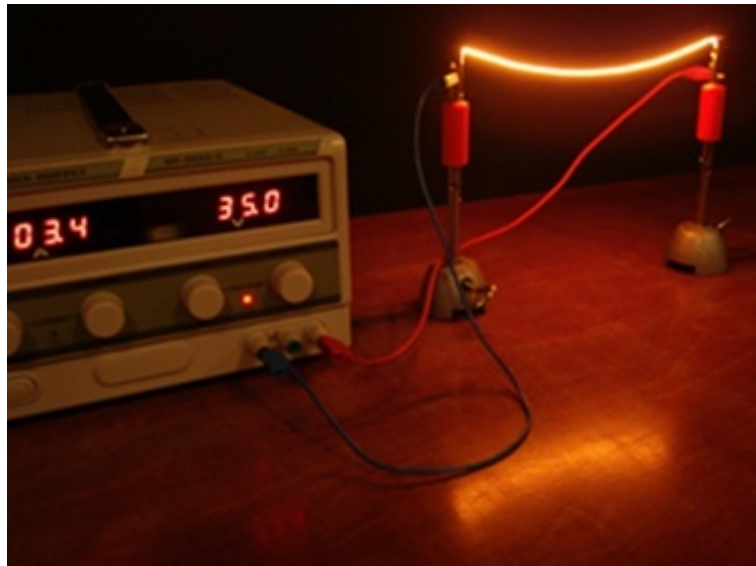


Abbildung 10: Die Schülerinnen und Schüler beobachten den glühenden Draht sehr genau, während die elektrische Spannung langsam hoch gedreht wird. Sie stellen fest, dass er anfangs dunkel ist, dann dunkelrot wird, später kräftig rot leuchtet, langsam orange wird, anschließend gelb leuchtet, danach Funken sprüht und schließlich durch Bildung von kleinen Metalltröpfchen reißt. Sie erkennen, dass hierbei **Feueregefahr** entsteht. Sie kommen auf die Idee, dass man die Feueregefahr vermeiden kann, indem man einen solchen Schmelzdraht an einer ungefährlichen Stelle im Stromkreis anbringt. So entdecken sie die **Schmelzsicherung**. Auch wird den Schülerinnen und Schülern hierbei die **Lichtwirkung** sowie die **Wärmewirkung** des elektrischen Stroms bewusst.

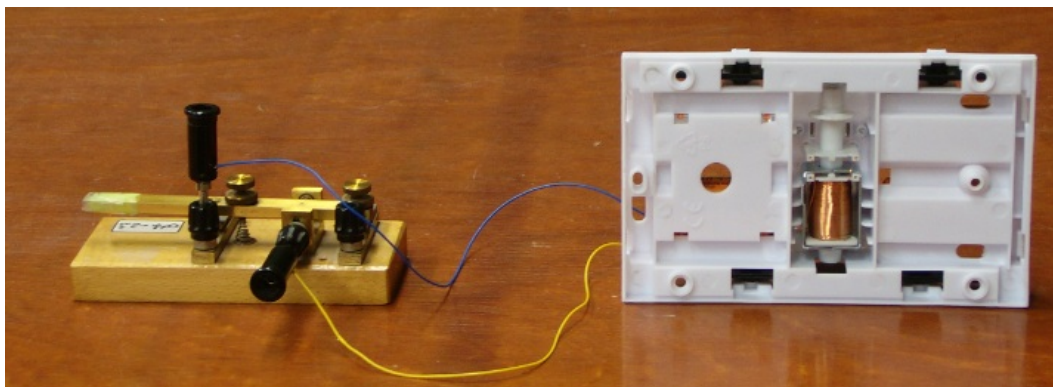


Abbildung 11: Die Schülerinnen und Schüler können den Elektromagneten hervorragend am Beispiel des Türgongs entdecken.

Kurzentwurf für eine Physikstunde

Thema der Unterrichtssequenz: Stromkreis

Entdecken des Elektromagneten

Didaktik: SLZ: Die SuS sollen einen Elektromagneten bauen können.

Inhaltliche Aspekte	Verhaltensaspekte dazu
LV: Magnet	Erkennen
LV: Anziehung eines magnetischen Stoffs	Erläutern
LV: Stromkreis	Erkennen, Anwenden
TLZ: Bewegung des Stößels im Türgong	Beschreiben
TLZ: Der Stößel wird angezogen	Begründen
TLZ: Modellversuch	Planen, Durchführen
TLZ: Magnetismus der Spule	Begründen

Methodik: Dominantes Lehrverfahren: Entdeckenlassend

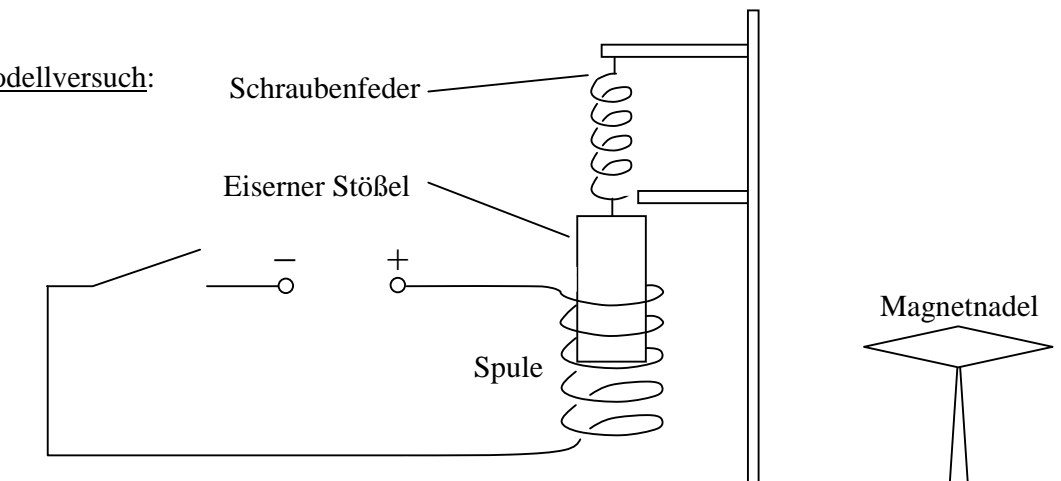
Zeit	Didaktische Erläuterungen	Methodische Erläuterungen	Sozialform
4	<u>Hinführung:</u> DE Türgong	Beschreiben	LSG
6	<u>Problemstellung:</u> „	Leitfrage	LSG
14	<u>Analyse:</u> Vermutung, Versuchsplan	TA, Bezeichnung	MuG
35	<u>Lösung:</u> SE	Durchführen	GA
40	<u>Sicherung:</u> s.u.	SV Ergebnis, Rückkopplung	SV
45	<u>Festigung:</u> AB, Wickeln einer Spule	Evtl. HA	EA

Beobachtung: Der Stößel wird angezogen, wenn der Stromkreis geschlossen ist.

Wie zieht der Strom den Stößel an?

Vermutung: elektrisch **falsch**
magnetisch **richtig**

Modellversuch:



Bezeichnung: Die schraubenförmige Wicklung des Kabels heißt Spule.

Beobachtung: Die Magnetnadel wird gedreht, wenn der Stromkreis geschlossen wird.

Ergebnis: Eine von Strom durchflossene Spule wirkt als Magnet.

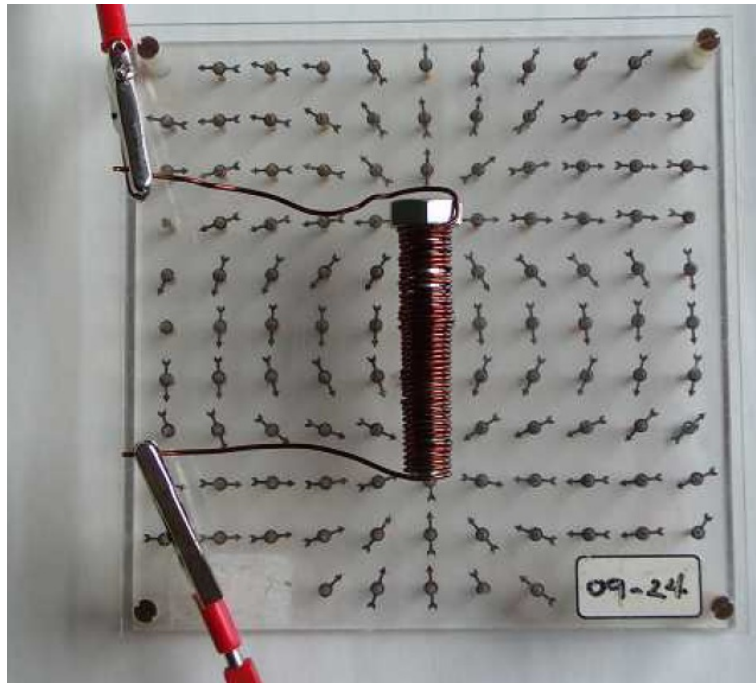


Abbildung 12: Die Schülerinnen und Schüler untersuchen das Magnetfeld ihrer selbst gewickelten Spule.

5 Aufgaben

1. Analysieren Sie die vorgeschlagene Stunde zur *Unabtrennbarkeit des Magnetpols* bezüglich der Anforderungsbereiche.
2. Analysieren Sie mögliche Lernschwierigkeiten zu der Stunde zum *magnetischen Schweben* und schlagen Sie Lernhilfen vor.
3. Analysieren Sie mögliche Kompetenzerlebnisse, die die SuS bei der Stunde zum *elektrischen Türgong* erfahren können.
4. Skizzieren Sie eine Konzeptkarte, welche die SuS am Ende der UE entwerfen können sollten.
5. Analysieren Sie, welche Modelle in der UE behandelt werden.
6. Analysieren Sie, welche Anwendungen, Naturerscheinungen und lebensweltlichen Bezüge in der UE behandelt werden.
7. Analysieren Sie, welche Versuche für Heimversuche geeignet sind.
8. Analysieren Sie, inwieweit die UE auf weiterführende UEs vorbereitet.
9. Analysieren Sie, welche prozessbezogenen Kompetenzen sich die Schülerinnen und Schüler in dieser Unterrichtseinheit aneignen können.

6 Zusammenfassung

Bei dieser Unterrichtseinheit können die Schülerinnen und Schüler viele lebensweltliche physikalische Kontexte erkunden, dabei weitgehend mit Alltagsmaterialien experimentieren und die wesentlichen physikalischen Erkenntnisse eigenständig gewinnen. Darüber hinaus sind die meisten Experimente sogar als Heimversuche durchführbar. Zudem können die Schülerinnen und Schüler die physikalischen Arbeitsweisen und Methoden der Erkenntnisgewinnung sowie der Modellbildung kennen lernen und erproben. So können die Schülerinnen und Schüler spielerisch und weitgehend selbstständig die Physik einer fundamentalen Kraft, das physikalische Prinzip der Verbindung unterschiedlicher Phänomenbereiche, hier Magnetismus und Elektrizitätslehre, sowie Grundmerkmale in der Elektrotechnik erkunden. Ich wünsche Ihnen, dass Sie Ihren Schülerinnen und Schülern mit dieser Unterrichtseinheit einen guten Start in die Welt der Physik bereiten.

Literatur

- [Beime u. a. 2012] BEIME, Christa ; HOPPE, Petra ; HUMMES, Klaus-Peter ; VÖPEL, Karl-Heinz ; VOSS, Christine ; ZEMANN, Winfried: *Kerncurriculum für die Integrierte Gesamtschule, Schuljahrgänge 5 - 10, Naturwissenschaften, Niedersachsen*. Hannover : Niedersächsisches Kultusministerium, 2012
- [Bengelsdorff u. a. 2015] BENGELSDORFF, Sven ; CARMESIN, Hans-Otto ; KAHLE, Jens ; KONRAD, Ulf ; TRUMME, Torsten ; WENSCHKEWITZ, Gerhard ; WITTE, Lutz: *Universum Physik Chemie 5/6*. Bd. 1. Berlin : Cornelsen, 2015
- [Brüning u. a. 2010] BRÜNING, Thomas ; DÖTZER, Susanne ; ELSASSER, Wolfgang ; HEIKE, Christina ; JÜTTNER, Horst ; MICHALSKI, Regina ; MOORKAMP, Michael ; SUTTMAYER, Beate: *Rahmenrichtlinien für das Fach Naturwissenschaft in der Klasse 12 der Fachoberschule, Niedersachsen*. Hannover : Niedersächsisches Kultusministerium, 2010
- [Carmesin 2010] CARMESIN, Hans-Otto: Entdeckung von Dipolfeldern mithilfe des EKGs in der 11. Klassenstufe des Gymnasiums. In: *PhyDid B Internetzeitschrift* ISSN 2191-379X (2010), S. 1–5
- [Demtröder 2008] DEMTRÖDER, Wolfgang: *Experimentalphysik 2*. Bd. 2. Berlin : Springer, 2008
- [Frenzel 2017] FRENZEL, Michael u. a.: *Kerncurriculum für das Gymnasium - gymnasiale Oberstufe, die Gesamtschule - gymnasiale Oberstufe, das Fachgymnasium, das Abendgymnasium, das Kolleg, Physik, Niedersachsen*. Hannover : Niedersächsisches Kultusministerium, 2017
- [Gehmann 2015] GEHMANN, Kurt u. a.: *Kerncurriculum für das Gymnasium, Schuljahrgänge 5 - 10, Naturwissenschaften, Niedersachsen*. Hannover : Niedersächsisches Kultusministerium, 2015

-
- [Gobrecht 1971] GOBRECHT, Heinrich: *Bergmann-Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik Band II Elektrizität und Magnetismus*. 6. Berlin : Walter de Gruyter, 1971
- [Hecker 2008] HECKER, Joachim: *Haus der kleinen Forscher*. Berlin : Rowohlt, 2008
- [Meschede u. a. 2006] MESCHEDÉ, Dieter ; GERTHSEN, Christian ; KNESER, Hans O.: *Gerthsen Physik*. 20. Berlin : Springer, 2006
- [Stöcker u. Wunderlich 2000] STÖCKER, Horst ; WUNDERLICH, Berthold: *Physik für Ausbildung und Praxis*. 1. Frankfurt : Harri Deutsch, 2000