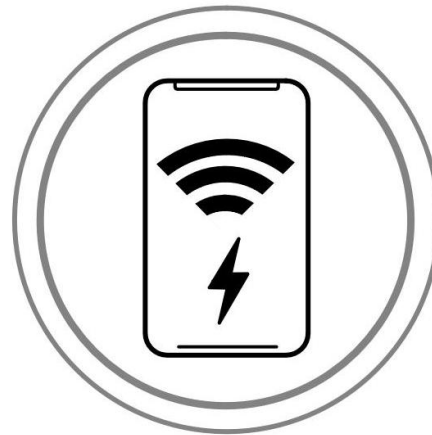


Kontaktloser Strom



So funktioniert es...

Inhaltsverzeichnis

A ÜBERBLICK	3
B LERNAUFGABE	9
C BEZUG ZUM RAHMENLEHRPLAN	20
D ANHANG	29
<ul style="list-style-type: none">• Geräte für die Experimente• Lösungen ausgewählter Aufgaben• Wortliste für die Sprachförderung• Bildnachweise, Links	



A Überblick

Unterrichtsfach	Physik
Jahrgangsstufe/n	9 - 10
Niveaustufe/n	E - H
Zeitraumen	2 Unterrichtsstunden
Thema	Experimente zum Nachweis von Induktionsspannungen

Themenfeld	3.9 Magnetfelder und elektromagnetische Induktion
-------------------	---

Kontext	Verbraucherbildung, technische Anwendungen, Beschreibung bzw. Erklärung der Induktionsvorgänge auf verschiedenen Niveaustufen
Schlagwörter	Induktionsladegerät, Wechselspannung, Elektromagnet, Eisenkern, Feldlinienmodell, Induktionsgesetz (qualitativ), Induktionsspannung



Zusammenfassung	<p>Diese Lernaufgabe wird aus dem fachübergreifenden Thema „Verbraucherbildung“ entwickelt. Das drahtlose Aufladen von Smartphones und Zahnbürsten beruht auf der elektromagnetischen Induktion und findet sich häufig im Lebensalltag der Schülerinnen und Schüler. Eine Serie von kostengünstigen und minimalistischen Freihandexperimenten eröffnet individualisierte Zugänge für ein Erkunden und Beschreiben von Einflussfaktoren der Induktion. Die Schülerinnen und Schüler begreifen die Funktionsweise und die Handhabung von technischen Alltagsgeräten.</p> <p>Zusätzlich bereitet die Lernaufgabe einen exemplarischen Anlass zur Reflexion über das physikalische Begründen (nature of science): Alle qualitativen und quantitativen Experimente lassen sich aufeinander zurückführen und darüber hinaus mithilfe des anschaulichen Feldlinienmodells untermauern.</p> <p>Zur Erarbeitung des Themas stehen Material- und Hilfekarten bereit. Als Lernprodukt entsteht ein Informationsblatt. Die Lernaufgabe orientiert sich an den Standards der iMINT-Akademie Berlin. Sie bietet den Lernenden vielseitige Zugänge, beachtet sprachensible Aspekte und nutzt mediale IT-Unterstützung für flexible, individualisierte Lernansätze.</p>
------------------------	---

Überblick über die Materialien für Schülerinnen und Schüler

Materialien	Hinweise zum Einsatz
Einstiegsbild und Dialog	Die Szene mit dem Smartphone in der U-Bahn führt auf die Frage „Strom übertragen ohne Kabel?“. Die Lehrkraft lenkt den offenen Einstieg mit ggf. weiteren Fragen auf die Hypothesenbildung: <ul style="list-style-type: none">- Kennt ihr weitere Beispiele? (Zahnbürste, Ladeschale...)- Wie könnte man die Übertragung verbessern?- Welche Einflüsse könnten die Übertragung behindern?
Aufgabenstellung und Materialübersicht	Die Struktur des Lernprodukts (Flyer zur Fahrgastinformation) sowie ein Überblick der Hilfematerialien werden dauerhaft am Smartboard gezeigt.



Lernaufgabe: Kontaktloser Strom



Basismaterialien	1: Wesentliche Bauteile für das drahtlose Aufladen	Die Basismaterialien liegen von Anfang an für alle Schülerinnen und Schüler bereit.
	2: Beschreibt den Vorgang der Induktion.	
	3: Experiment zum Erforschen von verschiedenen Einflussfaktoren	
Zusatzmaterialien	1: Experiment – Die Abhängigkeit der induzierten Spannung von h , α und d	Die Zusatzmaterialien (vertiefende Untersuchungsfragen) können (je nach Lerngruppe) eingesetzt werden.
	2: Experiment - Die Abhängigkeit von der Wicklungsart	
Hilfekarten	1: Eine Übersetzungshilfe	Die Hilfskarten liegen für Lerngruppen mit Problemen beim Verständnis bzw. beim Zugang zur Aufgabe individuell bereit.
	2: Erstelle ein Diagramm mit Excel	
	3: Anschauliches Begründen mit dem Feldlinienmodell	
Reflexion: Fragebogen zur Lernaufgabe		Die Schülerinnen und Schüler reflektieren ihre Lernprodukte (Flyer) und den Kompetenzzuwachs.



Hinweise für die Lehrkraft

Die Lernaufgabe steht im fachübergreifenden Thema „**Verbraucherbildung**“ im Sinne eines physikalisch fundierten Verstehens von der Funktionsweise und der optimalen Handhabung von technischen Alltagsgeräten. Die Kenntnisse vom Magnetismus stromdurchflossener Spulen und von der elektromagnetischen Induktion werden als bekannt und gegeben **vorausgesetzt**. Zur individuellen Erinnerung stehen die Basis(materialien) 1 und 2 bereit.

Für den **Einstieg** stellt eine fiktive Szene in der U-Bahn das Phänomen der drahtlosen Stromübertragung vor. Es werden erste **Hypothesen** zu Einflussfaktoren entwickelt. Das **Ziel** ist die Anfertigung eines Lernplakates (Flyers) mit Informationen über die Funktionsweise, praktische Handhabung und differenzierten experimentellen und theoretischen Erklärungen.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten in **2er-Gruppen**. In einem **Modell-Experiment** Basis(material) 3 mit zwei Spulen werden verschiedene Einflussfaktoren untersucht: Abstand, Winkelstellung, Zwischenmaterialien (Papier, Stoff, Finger, Lineal, Alufolie, Eisenkern – bei gleichem Abstand). Die induzierte Spannung wird jeweils durch die Helligkeit einer Leuchtdiode angezeigt. Die Materialkarten, Experimente und Hilfen liegen zur Selbstbedienung bereit. Anschließend erstellen die Lerngruppen ihren Flyer mit den Basis-Informationen. Die geforderte Struktur vom Flyer sollte im gesamten Stundenverlauf am Smartboard eingblendet bleiben.

Für besonders leistungsstarke Lerngruppen werden zusätzliche **Freihand-Experimente** Zusatz(material) 1 und 2 bereitgestellt. Zunächst wird die induzierte Spannung in einer einzelnen Induktionsschleife mit einem empfindlichen Digitalmessgerät (in mV) gemessen. Danach werden diese Drahtschleifen zu einer Spule



aufgewickelt. Die Abhängigkeit von der Höhe, Durchmesser und Winkelstellung (relativ zur Feldspule) wird jeweils im Diagramm dargestellt. Die Handhabungshinweise zum drahtlosen Strom (aus dem Basis-Experiment 3) werden somit durch neue experimentelle Messergebnisse gestützt.

In einem weiteren Experiment Zusatz(material) 2 werden die einzelnen Leiterschleifen um einen Eisenkern gewickelt und die erzielbare Induktionsspannung gemessen. Der (proportionale) Anstieg mit der Windungszahl wird leichter mithilfe von Excel dargestellt Hilfe(karte) 2. Dieser lässt sich auf das elementare **Experiment** Zusatz(material) 1 zurückführen. Darüber hinaus lassen sich sämtliche Messergebnisse auch theoretisch mithilfe des anschaulichen Feldlinienmodells begründen Hilfe(karte) 3. Ein ausführlich diskutiertes Lösungsbeispiel finden Sie auf S. 30f und eine Auflistung der Experimentiermaterialien auf S. 29.

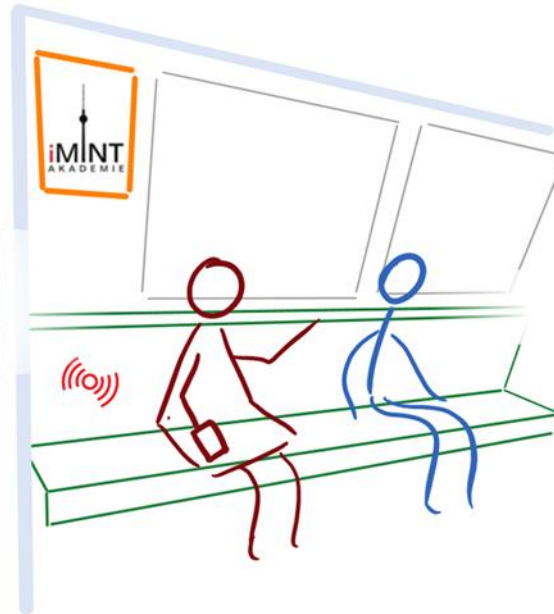
Abschließend können ausgewählte Flyer, z.B. unter der Dokumentenkamera, präsentiert werden. Eine zusätzliche **Reflexion** des experimentellen und theoretischen Zusammenhanges ermöglicht einen exemplarischen Einblick in die Natur des Begründens in den Naturwissenschaften. Die experimentell entdeckte und im Feldlinienmodell untermauerte Proportionalität von Windungszahl und Induktionsspannung führt zu einer weiteren technischen Anwendung - dem Transformator. In der Unterrichtreihe verbindet diese Lernaufgabe das Vertiefen bzw. Wiederholen von Elektromagnetismus und Induktion mit Experimenten. Diese dienen der Vorbereitung der Herleitung des Transformatorprinzips. Die vertiefenden Fragestellungen eignen sich auch für die Behandlung in der Sekundarstufe 2.

Sie als Lehrkraft können die Materialauswahl je nach Lerngruppe zunächst auf die Basismaterialien einschränken und **differenziert** erweitern. Sämtliche Materialien dürfen von Ihnen auch bearbeitet und verändert werden.

B Lernaufgabe

Neue Sitzbänke für die U-Bahn?

Das ist ja praktisch,
gerade springt mein
Auflade-Symbol des
Smartphones an.



Ob es bei mir auch funktioniert?

Aufgabe: Erstelle ein Blatt zur Fahrgast-Information.

Titel: _____

So ist es aufgebaut ...

Skizze

So funktioniert es ...

So sollte man sitzen und so das Smartphone am besten halten ...

Übersicht über die Materialien

- Basis 1** Wesentliche Bauteile für das drahtlose Aufladen
- Basis 2** Beschreibe den Vorgang der Induktion.
- Basis 3** Experiment zum Erforschen von verschiedenen Einflussfaktoren
- Zusatz 1** Experiment – Die Abhängigkeit der induzierten Spannung von h , α und d
- Zusatz 2** Experiment – Die Abhängigkeit von der Wicklungsart
- Hilfe 1** Eine Übersetzungshilfe
- Hilfe 2** Erstelle ein Diagramm mit „Excel“
- Hilfe 3** Anschauliches Begründen mit dem Feldlinienmodell

Zusatz: Bestätige deine Empfehlungen für die Handhabung mithilfe von präzisen Diagrammen.



Basismaterial 1: Wesentliche Bauteile für das drahtlose Aufladen

Die drahtlose Energieübertragung findet man zum Beispiel bei elektrischen Zahnbürsten. Das Handstück der Zahnbürste wird durch das Aufstellen auf die Ladestation geladen. Dafür müssen beide Bestandteile nicht über ein Kabel verbunden werden.

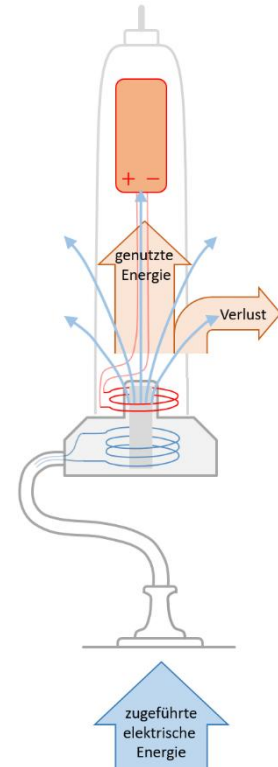
In der Ladestation befindet sich eine Spule (Feldspule). Wenn darin Wechselstrom fließt, kann die untere Spule Energie übertragen.

In der Zahnbürste befindet sich auch eine Spule (Induktionsspule). Wenn beide Spulen in geeigneter Stellung zueinander angeordnet sind startet ein Induktionsvorgang. Die obere Spule empfängt Energie von der unteren Spule und kann die Batterie aufladen.

Damit die Batterie geladen werden kann, muss die Wechselspannung in Gleichspannung umgewandelt werden.

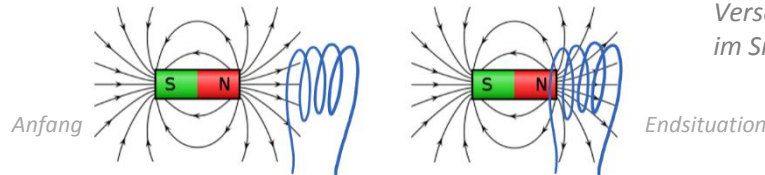


**Erkläre den Ladevorgang mit dem Prinzip der Induktion.
Gelingt dir das nicht, dann schau dir Basismaterial 2 an.**



Basismaterial 2: Beschreibe den Vorgang der Induktion.

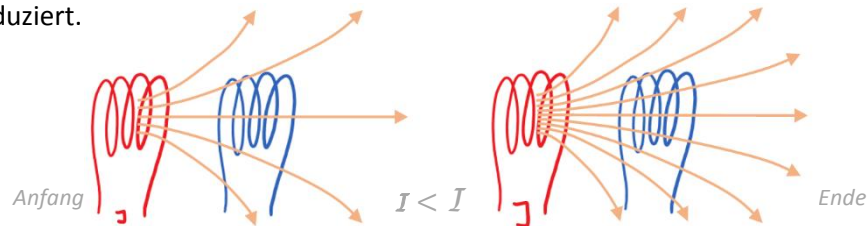
Wird ein Magnet in eine Spule hinein oder aus einer Spule heraus bewegt, so **ändert** sich das von der Spule umfasste Magnetfeld. Am Anfang durchsetzt eine Anzahl von Feldlinien die **Windungen der Spule** (**Induktionsspule**). Diese Anzahl steigt bis zum Ende. Dabei entsteht eine positive oder negative Spannung. Wenn Magnet und Spule sich nicht bewegen, passiert nichts. Probiere es aus!



Verschiebe den Magneten
im Smartphone-Applet:



Das funktioniert auch mit einer **stromdurchflossenen Spule** anstelle des Stabmagneten. Nur beim Einschalten oder bei Wechselstrom ändert sich das Magnetfeld dieser Spule (**Feldspule**). Somit steigt auch die Anzahl der Feldlinien, welche die **Induktionsspule** durchsetzen. Je stärker diese Feldänderung ist, desto mehr Spannung wird induziert.



Basismaterial 3: Experiment zum Erforschen von verschiedenen Einflussfaktoren

Feldspule:

1000 Windungen
und Eisenkern
[Tipp: mit Krepppapier fixieren]
Wechselspannung
 $U_{\sim} = 15\text{ V}$

Induktionsspule:

1000 Windungen
und Eisenkern
Leuchtdiode mit
Krokodilklemmen anschließen



Die Helligkeit der LED zeigt an,
ob der Strom gut übertragen
wird oder schwach.



Aufgabe: Erforsche, welche Faktoren die Stromübertragung beeinflussen. Untersuche Abstände, Neigungswinkel, Materialien dazwischen. Wird sie größer, gleich oder gerade noch so nachweisbar?

Zusatzmaterial 1: Experiment – Die Abhängigkeit der induzierten Spannung von Höhe h , Winkelstellung α und Durchmesser d



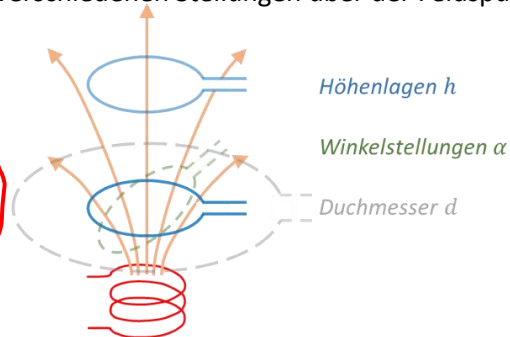
In der **Feldspule** stecken zwei Eisenkerne und ragen heraus.



1000 Windungen
 $U_{\sim} = 15\text{ V}$

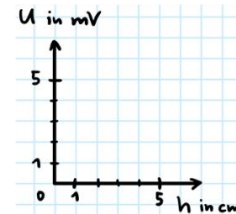


Halte eine einzelne Induktionsschleife in jeweils 3-4 verschiedenen Stellungen über der Feldspule:



Miss die induzierten Spannungen und stelle die jeweiligen Abhängigkeiten, z.B. von h (α und d) graphisch dar:

h in cm	U in mV
0	
2	
...	
...	



Zusatzmaterial 2: Experiment – Abhängigkeit der induzierten Spannung von der Wicklungsart



Wickle das *Induktionskabel* mehrfach um den Eisenkern:

- (i) flach nebeneinander wie eine Lakritzschnecke
- (ii) hoch übereinander in einer Spirale



Spannungsmessgerät mit Krokodilklemmen anschließen

Aufgaben: Trage jeweils die induzierte Spannung U in Abhängigkeit von der Windungszahl (bis mindestens Windungszahl ≥ 10) in dasselbe Diagramm ein (z.B. Graphen in blau bzw. orange).
Erstelle eine Messwerttabelle und ein Diagramm am Computer mit Excel. [→ Hilfekarte 2]





Führe eventuelle Abweichungen auf das Experiment (Zusatzmaterial 1) zurück.

Begründe die verschiedenen induzierten Spannungen je nach Lage der Induktionsschleifen im anschaulichen Feldlinienmodell. [→ Hilfekarte 3]



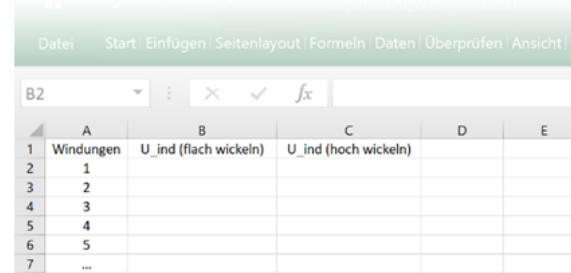
Hilfekarte 1: Eine Übersetzungshilfe

Deutsch (Alltagssprache)	<i>Verbinde!</i> 	<i>so spricht der Wissenschaftler (Fachsprache)</i>
Strom		<i>Zeigen an jedem Raumpunkt die Krafrichtung an. In Bereichen mit besonders starken Kräften liegen sie dichter nebeneinander.</i>
Strom anschalten		<i>Bezeichnet die gerichtete Bewegung von Ladungsträgern in einem Leiter.</i>
Wechselstrom		<i>Die Richtung des elektrischen Stroms wird periodisch geändert. Bei Netzspannung wird die Stromrichtung 50 mal in einer Sekunde geändert.</i>
Magnetfeld		<i>Eine Spannungsquelle wird angeschaltet. Bei einem geschlossenen Stromkreis, beginnen die Ladungsträger zu fließen.</i>
Feldlinien		<i>An jedem Ort in der Umgebung von einem Dauermagneten und von einer stromdurchflossenen Spule wirkt eine Kraft auf kleine Testmagneten (Kompassnadel).</i>
aufgewickelter Draht		<i>Mithilfe eines sich verändernden Magnetfeldes einer stromdurchflossenen Spule wird in einer Spule eine Spannung induziert.</i>
Drahtschleife		<i>Mehrere Schleifen eines Leiters werden nacheinander zur Spule aufgewickelt.</i>
Strom erzeugen		<i>Eine (Induktions-)Schleife ist eine Spule mit nur einer einzigen Windung.</i>

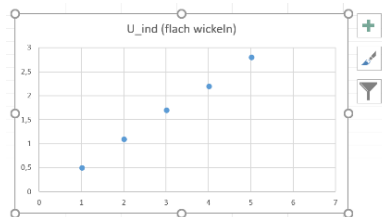
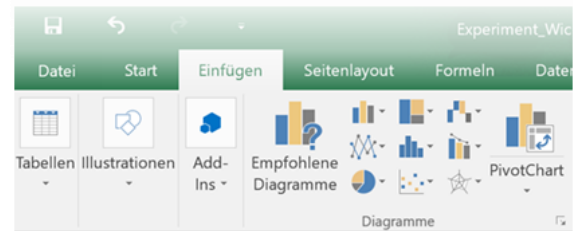
Hilfekarte 2: Erstelle ein Diagramm mit Tabellenkalkulation

Größere Messreihen mit Wiederholungen bearbeiten wir mit einem Programm zur Tabellenkalkulation.

- Messwerttabelle anlegen und speichern [Notiere zu jeder Windungszahl (Spalte A) die induzierten Spannungen U (in Spalte B bzw. C)]
- alle drei Spalten A, B und C mit Maus und „Strg“ markieren
- anschließend unter „Einfügen“ den Menüpunkt Diagramme/ Punkt (XY) wählen
- Das Diagramm erscheint in einer noch unbearbeiteten Form:



	A	B	C	D	E
1	Windungen	U_ind (flach wickeln)	U_ind (hoch wickeln)		
2	1				
3	2				
4	3				
5	4				
6	5				
7	...				



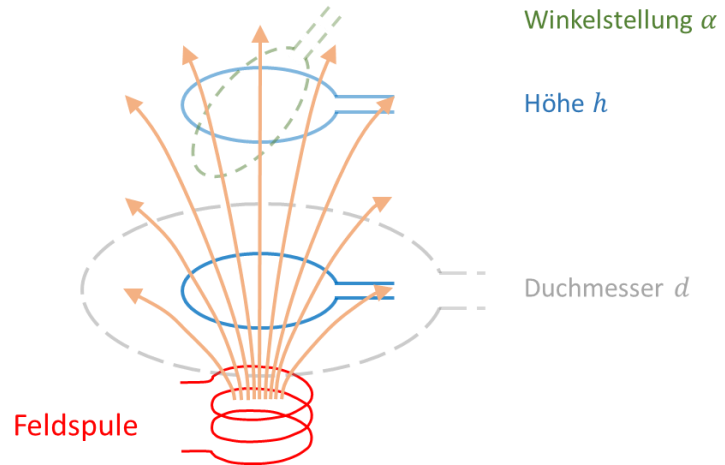
Mit Mausklick werden die Achsentitel und eine Legende hinzugefügt.

Hilfekarte 3: Anschauliches Begründen mit dem Feldlinienmodell

Je stärker die Änderung des Magnetfelds ist, desto mehr Spannung wird induziert. Dies ändert sich je nach Größe und Lage der einzelnen Induktionsschleifen:









Das Feldlinienmodell veranschaulicht jeweils die maximal erzielbare Anzahl von Feldlinien, welche die **Induktionsschleifen** durchsetzen. [→ Basismaterial 2]



Zähle die Feldlinien, die aus der **Induktionsschleife** jeweils „hervorstechen“. Bei doppelt so vielen Feldlinien wird auch doppelt so viel Spannung induziert usw.

Reflexion: Fragebogen zur Lernaufgabe

Mein Lernplakat (Flyer) ...			
... beginnt mit einer ansprechenden Skizze und einer interessanten Fragestellung.			
... hebt die wesentlichen Bauteile für kontaktlosen Strom hervor.			
... stellt das Funktionsprinzip anschaulich dar.			
... gibt für andere Nutzer Empfehlungen, wie man ein Smartphone am besten halten sollte.			
... beschreibt die Funktionsweise mit physikalischen Fachbegriffen.			

Ich kann ...			
... die Alltagserscheinung „kontaktloser Strom“ mithilfe der Fachsprache präziser erklären.			
... die Funktionsweise anhand meiner Zeichnung erläutern.			
... verschiedene Einflussfaktoren auf die Energieübertragung angeben.			
... den Zusammenhang zur Induktionsspannung unter Verwendung von Diagrammen erläutern			
... einige von meinen Experimenten auch mit dem anschaulichen Feldlinienmodell begründen.			



C Bezug zum Rahmenlehrplan

Lern- voraussetzungen	Elektromagnet, Induktionsgesetz (qualitativ)
--------------------------	--

Kompetenzen	Standards (Die Schülerinnen und Schüler können....)
Mit Fachwissen umgehen	<p>2.1.2 System Systembegriff Komponenten technischer Systeme identifizieren und ihr Zusammenwirken unter Verwendung physikalischer Prinzipien erklären (F/G)</p> <p>Entwicklung von Systemen die Entwicklung von Systemen qualitativ und in Ansätzen quantitativ beschreiben und erklären (H)</p> <p>2.1.3 Wechselwirkung Elektrische und magnetische Felder magnetische Felder mithilfe von Feldlinien veranschaulichen (F), das Entstehen einer Induktionsspannung qualitativ erläutern (G/H)</p>
	<p>2.2.1 Beobachten, Vergleichen, Ordnen</p> <p>Beobachten aufgabenbezogenen Beobachtungskriterien festlegen (E/F),</p>
Erkenntnisse gewinnen	



	<p>Deutungen aus Beobachtungen auf einen neuen Sachverhalt anwenden (G/H)</p> <p>2.2.2 Naturwissenschaftliche Untersuchungen durchführen</p> <p>Hypothesenbildung aufgestellte Hypothesen bestätigen oder nach Widerlegung weitere Hypothesen entwickeln (G/H)</p> <p>Planung und Durchführung Experimente mit Kontrolle planen und durchführen (F/G)</p> <p>Auswertung und Reflexion Daten, Trends und Beziehungen interpretieren, diese erklären und weiterführende Schlussfolgerungen ableiten (H)</p> <p>2.2.3 Mit Modellen umgehen</p> <p>Nutzen mit Modellen naturwissenschaftliche Zusammenhänge erklären (E/F) [...] Sachverhalte vorhersagen (G/H)</p> <p>2.2.4 Elemente der Mathematik anwenden</p> <p>Mit naturwissenschaftlichen Größen umgehen Zusammenhänge zweier Größen auf Proportionalität prüfen (E), Zusammenhänge zwischen Größen unter Verwendung von [...] Diagrammen erläutern (H)</p> <p>Messwerte erfassen vorgegebene Messgrößen von Messgeräten ablesen und protokollieren (D)</p>
--	---

Kommunizieren	<p>2.3.1 Informationen erschließen – Textrezeption Recherchieren Informationen aus einem Text aufgabengeleitet entnehmen und wiedergeben (D) themenbezogen zu einem naturwissenschaftlichen Sachverhalt in verschiedenen Quellen recherchieren (E/F)</p> <p>2.3.2 Informationen weitergeben – Textproduktion Darstellungsformen wechseln grafische Darstellungen zu Sachverhalten entwerfen (F) Texte zu Sachverhalten produzieren naturwissenschaftliche Sachverhalte unter Verwendung der Alltagssprache und unter Einbeziehung von Fachbegriffen beschreiben (D) naturwissenschaftliche Sachverhalte mit geeigneten bildlichen, sprachlichen, symbolischen oder mathematischen Darstellungsformen veranschaulichen (E/F) naturwissenschaftliche Sachverhalte adressaten- und sachgerecht in verschiedenen Darstellungsformen erklären (G/H)</p> <p>2.3.3 Argumentieren – Interaktion Schlüssige Begründungen von Aussagen formulieren Hypothesen fachgerecht und folgerichtig mit Daten, Fakten [...] begründen (F/G)</p>
---------------	---



	<p>2.3.4 Über (Fach-)Sprache nachdenken – Sprachbewusstheit Sprache im Fachunterricht thematisieren naturwissenschaftliche Sachverhalte fachsprachlich präzisieren (G/H)</p> <p>Alltags- und Fachsprache bewusst Verwenden zwischen alltags- und fachsprachlicher Beschreibung von Sachverhalten unterscheiden (D) Zusammenhänge zwischen naturwissenschaftlichen Sachverhalten und Alltagserscheinungen herstellen und dabei bewusst Fachsprache in Alltagsprache übersetzen und umgekehrt (G/H)</p>
Bewerten	<p>2.4.1 Handlungsoptionen diskutieren und auswählen Handlungsoptionen in einer Entscheidungssituation zwischen mehreren Handlungsoptionen begründet auswählen (E/F)</p> <p>2.4.2 Handlungen reflektieren Schlussfolgerungen Schlussfolgerungen mit Verweis auf Daten oder auf der Grundlage von naturwissenschaftlichen Informationen ziehen (E/F) Möglichkeiten und Folgen ihres Handelns beurteilen und Konsequenzen daraus ableiten (G/H)</p>

Bezüge zum Basiscurriculum Sprachbildung¹

Standards des BC Sprachbildung	Die Schülerinnen und Schüler können...
Rezeption	<p>1.3.2 Rezeption/Leseverstehen</p> <p>Texte verstehen und nutzen</p> <p>aus Texten gezielt Informationen ermitteln (D)</p> <p>Informationen aus Texten zweckgerichtet nutzen (G)</p>
Produktion	<p>1.3.3 Produktion/Sprechen</p> <p>Sachverhalte und Informationen zusammenfassend wiedergeben</p> <p>Arbeitsergebnisse aus Einzel-, Partner und Gruppenarbeit präsentieren (D/G)</p> <p>Beobachtungen und Betrachtungen beschreiben und erläutern (G)</p> <p>1.3.4 Produktion/Schreiben</p> <p>Texte schreiben</p> <p>Zusammenfassungen, Protokolle unter Nutzung geeigneter Textmuster und Bausteine, Schreiben (G)</p> <p>Schreibstrategien anwenden</p>

¹ vgl. Rahmenlehrplan Jahrgangsstufen 1-10, Teil B, S. 6-10, Berlin, Potsdam 2015



Lernaufgabe: Kontaktloser Strom



	Texte in Abschnitte gliedern und dabei strukturierende Textbausteine verwenden (G)
Sprachbewusstheit	<p>1.3.6 Sprachbewusstheit</p> <p>Wörter und Formulierungen der Alltags-, Bildungs- und Fachsprache Unterscheiden</p> <p>alltagssprachliche und bildungssprachliche Formulierungen situationsgemäß anwenden (D)</p> <p>Fachbegriffe und fachliche Wendungen nutzen (G)</p>

Bezüge zum Basiscurriculum Medienbildung²

Standards des BC Medienbildung	Die Schülerinnen und Schüler können ...
Informieren	<p>2.3.1 Informieren</p> <p>Suchstrategien</p> <p>Suchstrategien zur Gewinnung von Informationen aus unterschiedlichen</p>

² vgl. Rahmenlehrplan Jahrgangsstufen 1-10, Teil B, S. 15-22, Berlin, Potsdam 2015



	Quellen zielorientiert auswählen und anwenden (G)
Kommunizieren	<p>2.3.2 Kommunizieren</p> <p>Kriterien, Merkmale und Strukturen medialer Kommunikation</p> <p>mediale Werkzeuge altersgemäß für die Zusammenarbeit und den Austausch von Informationen in Lernprozessen nutzen (D)</p>
Präsentieren	<p>2.3.3 Präsentieren</p> <p>Medienspezifische Gestaltungsprinzipien</p> <p>die Gestaltung von Präsentationen an ihren Zielen ausrichten (D)</p> <p>eine Präsentation von Lern- und Arbeitsergebnissen sach- und situationsgerecht gestalten (D)</p>
Produzieren	<p>2.3.4 Produzieren</p> <p>Herstellung von Medienprodukten</p> <p>mit Hilfestellung eigene Medienprodukte einzeln und in der Gruppe herstellen (D)</p> <p>unter Nutzung erforderlicher Technologien (multi-)mediale Produkte einzeln und in der Gruppe herstellen (G)</p> <p>bei der Herstellung die Grundlagen des Urheber- und Persönlichkeitsrechts sowie des Datenschutzes berücksichtigen (D/G)</p>

Bezüge zu übergreifenden Themen³

3.13 Verbraucherbildung

Inklusive Aspekte der Lernaufgabe:

	Standards der iMINT-Akademie
Zugänge	<ul style="list-style-type: none">• enthalten problemorientierte, Schülerinnen und Schüler ansprechende Zugänge mit Alltagsbezug,• bieten für alle Lernenden individuelle Lernansätze, die Selbstständigkeit beim Lernen entwickeln und fördern
Sprache	<ul style="list-style-type: none">• basieren auf einem festgelegten Sprachbildungskonzept, berücksichtigen verständliche Sprache ebenso wie anspruchsvolle Fachsprache,• bieten Sprechkanäle für eine gemeinsame, kompetenzorientierte Auseinandersetzung mit den Lerninhalten,• enthalten Aufgabenstellungen, die sprachbildende Aspekte berücksichtigen
Aufgabenstellungen	<ul style="list-style-type: none">• enthalten Aufgabenstellungen, an denen alle Schülerinnen und Schüler

³ vgl. Rahmenlehrplan Jahrgangsstufen 1-10, Teil B, S. 24ff, Berlin, Potsdam 2015



Lernaufgabe: Kontaktloser Strom



	<ul style="list-style-type: none">- gemeinsam und individuell – ihre Kompetenzen erfolgreich weiterentwickeln können,• enthalten Aufgabenstellungen, die für die Schülerinnen und Schüler barrierefrei im Hinblick auf Herkunft, Religion, finanzielle Situation und andere sensible Aspekte sind
Methoden	<ul style="list-style-type: none">• schaffen Raum für forschend-entdeckendes, individualisiertes Lernen,• fördern das kooperative Lernen, in dem die Lernenden an einem gemeinsamen Thema/einer Aufgabe arbeiten und sich dabei gegenseitig in unterschiedlicher Weise unterstützen
Experimente	<ul style="list-style-type: none">• enthalten Schülerexperimente auf unterschiedlichen Anforderungsniveaus (Differenzierung nach Versuchsplanung, Umfang der Variablen, Art der Beobachtungen/Messungen, vorausgesetztes Fachwissen)
IT	<ul style="list-style-type: none">• nutzen mediale IT-Unterstützung für flexible, individualisierte Lernansätze• nutzen moderne Kommunikationsmittel zur Sicherung der Barrierefreiheit• sind in gängigen Dateiformaten verfügbar und können leicht für sinnesgeschädigte Schülerinnen und Schüler in entsprechende Formate umgewandelt werden
Diagnose	<ul style="list-style-type: none">• enthalten Kompetenzraster zur Selbst- und Fremddiagnose sowie zur Beurteilung



D Anhang

Material für den Einsatz dieser Lernaufgabe

Die Freihandversuche werden ideal in 2er-Gruppen erarbeitet. Pro Lerngruppe wird benötigt:

Basisexperiment (Aufbau S. 13)

- Wechselspannungsquelle $U \sim 15 \text{ V}$
- 2x Spule $N = 1000$
- 2x Eisenkern
- Krepp-Klebeband *[zum rutschfesten Fixieren]*
- 4x Kabel kurz
- 1x Leuchtdiode *[Die kleinen induzierten Spannungen erfordern keinen Schutzwiderstand.]*

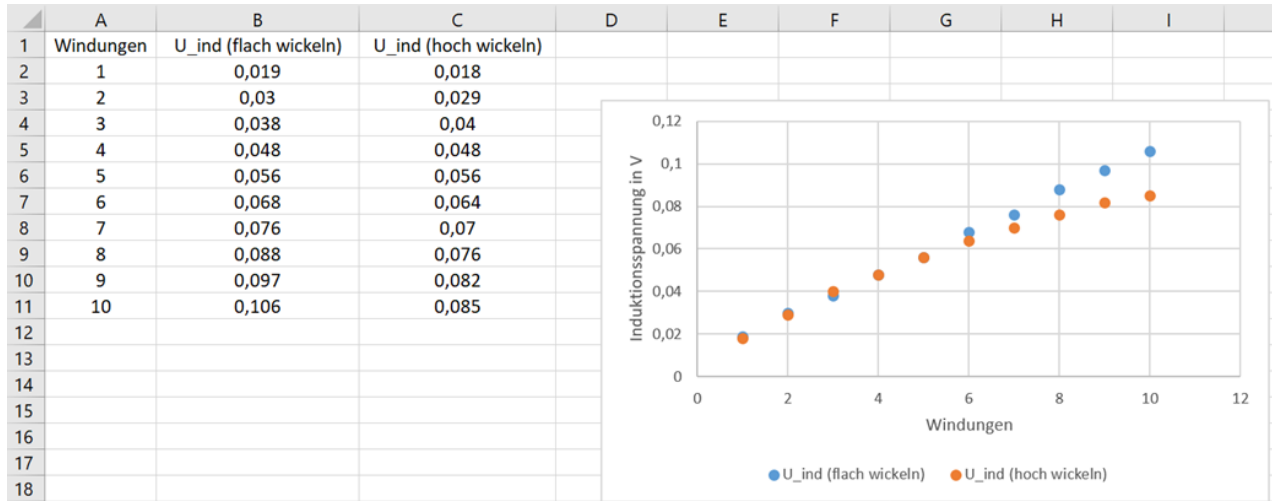
Zusatzexperimente (Aufbau S. 14, 15)

- 1x Kabel ca. 1 m lang *[wird um den herausstehenden Eisenkern gewickelt]*
- 1x digitaler Spannungsmesser in mV
- 2x Krokodilklemmen *[zum Anschließen an die Induktionsschleife(n)]*

Lösungen ausgewählter Aufgaben

S.15 Experiment Zusatzmaterial 2

Auswerten von einer Messermessreihe (Feldspule $N_1 = 1000$, $U_1 = 15 \text{ V}$) am PC mit Excel












Zurückführen auf das elementare Experiment (Zusatzmaterial 1). Die drei signifikanten Abschnitte im Diagramm S. 30 werden erklärt mit den Ergebnissen für eine einzelne Induktionsschleife (*Lösung in Klammern*)

- * kleine Windungszahlen bis $n \leq 5$: Die induzierte Spannung steigt mit jeder Windung gleich an. (*Die Gesamtspannung für identische Windungen in Reihe hintereinander geschaltet wird addiert.*)
- * **flaches Wickeln**: Der Anstieg verläuft unverändert proportional. (*Keine Auswirkung des wachsenden Durchmessers d auf die Induktionsspannung, falls $h \approx 0$ cm.*)
- * **hoch wickeln**: Die Zunahme von U_{ind} nimmt mit jeder zusätzlichen Windung ab. (*Mit wachsendem Abstand h über der Feldspule wird die induzierte Spannung geringer.*)

Begründen mit dem Feldlinienmodell

- * Bereiche mit dichteren Feldlinien symbolisieren eine größere magnetische Flussdichte B .
- * Wir zählen qualitativ die Feldlinien, welche die Induktionsschleife (je nach Lage) durchsetzen.
- * Eine Spule ist zusammengesetzt aus einzelnen Schleifen. Wir erklären die Induktion in der zusammengesetzten Anordnungen aus dem elementaren Verhalten für jede Einzelwindung (Superpositions-Prinzip).

S.16 Eine Übersetzungshilfe

Deutsch (Alltagssprache)	<i>Verbinde!</i> 	<i>so spricht der Wissenschaftler (Fachsprache)</i>
Strom		<i>Zeigen an jedem Raumpunkt die Krafrichtung an. In Bereichen mit besonders starken Kräften liegen sie dichter nebeneinander.</i>
Strom anschalten		<i>Bezeichnet die gerichtete Bewegung von Ladungsträgern in einem Leiter.</i>
Wechselstrom		<i>Die Richtung des elektrischen Stroms wird periodisch geändert. Bei Netzspannung wird die Stromrichtung 50 mal in einer Sekunde geändert.</i>
Magnetfeld		<i>Eine Spannungsquelle wird angeschaltet. Bei einem geschlossenen Stromkreis, beginnen die Ladungsträger zu fließen.</i>
Feldlinien		<i>An jedem Ort in der Umgebung von einem Dauermagneten und von einer stromdurchflossenen Spule wirkt eine Kraft auf kleine Testmagneten (Kompassnadel).</i>
aufgewickelter Draht		<i>Mithilfe eines sich verändernden Magnetfeldes einer stromdurchflossenen Spule wird in einer Spule eine Spannung induziert.</i>
Drahtschleife		<i>Mehrere Schleifen eines Leiters werden nacheinander zur Spule aufgewickelt.</i>
Strom erzeugen		<i>Eine (Induktions-)Schleife ist eine Spule mit nur einer einzigen Windung.</i>

Wortliste

Nomen	Verben	Adjektive
der Abstand, die Abweichung, die Anzahl, die Änderung, die Antriebsquelle, das Aufladen, das Aufladesymbol, die Bahn, die Batterie, das Bauteil, der Draht, das Elektron, der Einfluss, der Einflussfaktor, der Eisenkern, das Experiment, der Faktor, die Feldlinie, das Feldlinienmodell, der Flyer, die Feldspule, die Funktionsweise, die Handhabung, die Induktion, die Induktionsspule, die Induktionsschleife, die Information, die Helligkeit, das Kabel, der Kern, die Klemme, die Kompassnadel, die Ladung, die Lakritzschnecke, der Leiter, die Leuchtdiode, die Linie, der Magnet, das Material, das Modell, der Neigungswinkel, die Schleife, die Sitzbank, das Smartphone, die Spannung, die Spirale, die Spule, die Stellung, die Steckdose, der Strom, die Übertragung, der Vorgang, der Wechselstrom, die Windung, die Windungszahl, der Winkel, die Winkelstellung	ändern, anschalten, anschließen, anspringen, anlegen, aufbauen, aufwickeln, ausprobieren, beeinflussen, befinden, begründen, bestätigen, bewegen, durchsetzen, empfangen, erforschen, fixieren, funktionieren, halten, herausragen, hervorrufen, hervorstechen, induzieren, kennen, laden, markieren, messen, nachweisen, passieren, probieren, sitzen, speichern, stecken, treiben, umfassen, veranschaulichen, verschieben, wickeln, zeichnen, zeigen, zurückführen	alltäglich, anschaulich, drahtlos, dicht, flach, elektrisch, gerade, graphisch, hoch, interessant, leicht, maximal, negativ, neu, positiv, präzise, praktisch, spannend, stromdurchflossen, umfangreich, wesentlich



Bildnachweise

Bildtitel	Seite	Bildquelle
Ladesymbol	1	Sebastian Lenk, CC BY SA 4.0 de
Neue Sitze in der U-Bahn?	9	Bruno Hartmann, CC BY SA 4.0 de
Elektrische Zahnbürste	11	Bruno Hartmann, CC BY SA 4.0 de
Illustrationen und Fotos	12-15	Bruno Hartmann, CC BY SA 4.0 de
Anschauliches Begründen mithilfe von Feldlinien	18	Bruno Hartmann, CC BY SA 4.0 de
Screenshots	17, 30	Bruno Hartmann, CC BY SA 4.0 de

Applet für Smartphone und Tablet

Elektromagnetische Induktion: Dauermagnet und Spule S. 12

https://phet.colorado.edu/sims/html/faradays-law/latest/faradays-law_de.html



[CC BY SA](#)
[4.0 DE](#)

iMINT-Akademie Fachset Physik

Stand: 09.08.2019

Senatsverwaltung
für Bildung, Jugend
und Familie

be  **Berlin**

34 / 34