

Inhalt

Vorwort		1
Hinweise zur Arbeit mit diesem Material		2
Beobachtungsprotokoll	Kopiervorlage für Lehrer	4
Bewertungstabellen	Kopiervorlage für Lehrer	5
Plan Elektrizität 2	Kopiervorlage	6
Protokoll (Vorlage)	Kopiervorlage	7
Leitungsvorgänge	Karten L 1–5	8
<i>Voraussetzungen – Metalle – Halbleiter</i>		
Halbleiterbauelemente	Karten B 1–7	17
<i>Gleichrichterdiode – Leuchtdiode – Thermistor – Fotodiode – Solarzelle</i>		
Magnetische Wirkung	Karten M 1–5	24
<i>Magnete – Magnetfeld – Anwendungen</i>		
Elektromagnetische Induktion	Karten I 1–5	30
<i>Induktionsgesetz – Transformator – Anwendungen</i>		
Komplexe Übungen	Karten KÜ 1–3	36
<i>Kennlinien – Halbleiterbauelemente – Magnetkraft</i>		
Tests mit Lösungen		40
<i>Leitungsvorgänge, Halbleiterbauelemente – Magnetische Wirkung – Elektromagnetische Induktion</i>		
Lehrerhinweise und Lösungen		46
Übungskarten		54
<i>Leitungsvorgänge, Halbleiterbauelemente – Magnetische Wirkung – Elektromagnetische Induktion</i>		

Impressum

Physik selbst entdecken: Elektrizität 2



Kerstin Neumann ist seit 25 Jahren Lehrerin und engagiert sich als Fachberaterin, Autorin und in bundesweiten Fortbildungen insbesondere für die Entwicklung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts. Derzeit ist sie am Sächsischen Bildungsinstitut tätig.

© 2012 AOL-Verlag, Buxtehude
AAP Lehrerfachverlage GmbH
Alle Rechte vorbehalten.

Postfach 1656 · 21606 Buxtehude
Fon (04161) 749 60-60 · Fax (04161) 749 60-50
info@aol-verlag.de · www.aol-verlag.de

Redaktion: Daniel Marquardt
Layout/Satz: MouseDesign Medien AG, Zeven
Illustrationen: MouseDesign Medien AG, Zeven

ISBN: 978-3-403-40070-7

Das Werk als Ganzes sowie in seinen Teilen unterliegt dem deutschen Urheberrecht. Der Erwerber des Werkes ist berechtigt, das Werk als Ganzes oder in seinen Teilen für den eigenen Gebrauch und den Einsatz im Unterricht zu nutzen. Die Nutzung ist nur für den genannten Zweck gestattet, nicht jedoch für einen weiteren kommerziellen Gebrauch, für die Weiterleitung an Dritte oder für die Veröffentlichung im Internet oder in Intranets. Eine über den genannten Zweck hinausgehende Nutzung bedarf in jedem Fall der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Verlages.

Die AAP Lehrerfachverlage GmbH kann für die Inhalte externer Sites, die Sie mittels eines Links oder sonstiger Hinweise erreichen, keine Verantwortung übernehmen. Ferner haftet die AAP Lehrerfachverlage GmbH nicht für direkte oder indirekte Schäden (inkl. entgangener Gewinne), die auf Informationen zurückgeführt werden können, die auf diesen externen Websites stehen.

Vorwort

Liebe Kollegin, lieber Kollege,

Schüler wollen mit Eifer lernen. Dazu benötigen sie anspruchsvolle Aufgaben, die Möglichkeit zu eigenverantwortlicher, selbstständiger Arbeit und zum Experimentieren und Ausprobieren sowie die Chance zur Kommunikation miteinander. Außerdem möchten wir als Lehrende sie anregen, komplex und vernetzt zu denken, um somit ein universelles Verständnis für die Lerninhalte zu entwickeln.

Während meiner Arbeit als Physiklehrerin an einer Realschule habe ich für geeignete Themenbereiche entsprechende Aufgaben entworfen und ausprobiert. Damit können sich die Schüler pro Schuljahr 1–2 Themenbereiche in jeweils 6–8 Unterrichtsstunden selbstständig und handlungsorientiert erschließen. In heterogenen Dreiergruppen bearbeiten sie Auftragskarten; die Lösungsschritte und die Ergebnisse halten sie in einer Arbeitsmappe fest. Im Klassengespräch vergleichen und systematisieren wir anschließend die Erkenntnisse, ich bewerte den Prozess und das Ergebnis und schließe den Themenkomplex mit einer Kontrollarbeit ab.

Das vorliegende Material enthält ein Angebot an 25 Auftragskarten zu folgenden Teilthemen der Elektrizitätslehre: Leitungsvorgänge, Halbleiterbauelemente, magnetische Wirkung und elektromagnetische Induktion. Daraus können Sie auswählen, was Sie benötigen. Die mit * versehenen Karten enthalten besonders komplexe und somit anspruchsvolle Arbeitsaufträge. Weiterhin finden Sie komplexe Übungen zu den behandelten Teilgebieten sowie Übungskarten, mit denen die Schüler das jeweilige Grundwissen festigen können. Auch Vorschläge zu abschließenden Kontrollarbeiten sind enthalten.

Im Abschnitt „Lehrerhinweise und Lösungen“ finden Sie je nach Notwendigkeit Tipps zu den Experimenten, konkrete Lösungen bzw. Lösungsmöglichkeiten. Unter der gegebenen Anleitung sollen die Schüler bestimmte Erkenntnisprozesse durchlaufen, Messergebnisse sind dabei Mittel zum Zweck und nicht unbedingt vergleichbar.

Inzwischen sehe ich mich weniger als (Be-)Lehrer, der Wissen vermittelt, sondern als Manager des Lernprozesses. Die Schüler arbeiten so intensiver und ich entspannter. Zugegeben: Es war ein längerer Prozess, bis meine Schüler verinnerlicht hatten, dass sie selbst verantwortlich für ihre Arbeit sind, dass sie die Zeit und das Potenzial einer Gruppe effektiv nutzen, dass ich den Montessori-Grundsatz umsetze: „Hilf mir, es selbst zu tun.“ Das Entwickeln von neuen Handlungs- und Denkgewohnheiten benötigt eben auch Geduld und Konsequenz. Schließlich aber fasziniert mich immer wieder die konzentrierte, kooperative Arbeitsweise, die scheinbar beiläufige Entwicklung von Sozial- und Methodenkompetenz und die überraschende Erfahrung: Schüler wollen mit Eifer lernen.

So macht Lernen Spaß!

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen und Ihren Schülern viel Arbeitsfreude.



Kerstin Neumann

Bildnachweise:

Cover: © Ken Pilon – Fotolia.com; S. 12: Schiebewiderstand: Omegatron/Wikipedia (CC-BY-SA 3.0 U); Drehwiderstand: © Devyatkin – Fotolia.com; Schichtwiderstand: © viktor88 – Fotolia.com; S. 13: © Carola Schubel – Fotolia.com; S. 14: © Rick Sargeant – Fotolia.com; S. 17: Diode: Aomorikuma/Wikipedia (CC-BY-SA 3.0 U); Fahrrad: © LE image – Fotolia.com; S. 19: © Aina Zimnina – Fotolia.com; S. 20: Thermistor: Ulfbastel/Wikipedia (CC-BY-SA 3.0 U); S. 21: elektronisches Thermometer: © Alexandar lotzov – Fotolia.com; Min-Max-Thermometer: © Sergejs Nescereckis – Fotolia.com; Fieberthermometer: © Vera Anistratenko – Fotolia.com; S. 23: Solarzelle: © Dirk Schumann – Fotolia.com; Solaranlage: © VRD – Fotolia.com; S. 24: Hufeisenmagnet: © Vlad Ivantcov – Fotolia.com; einfacher Kompass: Klett-Verlag/Archiv; Kühlschrankmagnete: © Aradan – Fotolia.com; S. 27: Motor: © sethuphoto – Fotolia.com; Modellauto: © mekcar – Fotolia.com; S. 29: Kompass: © bloomua – Fotolia.com; S. 36: Glühlampe: © dkimages – Fotolia.com; Konstantendraht: © Roman Ivaschenko – Fotolia.com; S. 38: Solardach: © Horst Schmidt – Fotolia.com; Kaffeebar-LED: Jaybear/Wikipedia (CC-BY-SA 3.0 U); S. 39: Kompass: © alexfiodorov – Fotolia.com; Lasthebemagnet: © dvande – Fotolia.com; S. 44: Spule: © Stefan Balk – Fotolia.com; Blockbatterie: Klett-Verlag/Archiv; Magnet: Aney/Wikipedia (CC-BY-SA 3.0 U); Spannungsmessgerät: © Pictorius – Fotolia.com; Schalter: © Devyatkin – Fotolia.com

Hinweise zur Arbeit mit diesem Material

Im Folgenden schildere ich meine Vorgehensweise, die sich als praktikabel erwiesen hat.

Die Schüler arbeiten im Stationenbetrieb, sie erhalten keine Kopien der Arbeitsblätter, sondern übernehmen Erforderliches aus den Karten, die an den Stationen ausliegen.

Die Vorbereitung

- Ich wähle die Karten aus, die bearbeitet werden sollen und kopiere und laminiere sie ein bis drei Mal (so oft ich jede Station anbieten will). Dabei verwende ich farbiges Papier und kennzeichne somit gleiche Themenkomplexe.
- Die Übungskarten kopiere ich einmal pro Gruppe, schneide sie aus und falte sie. Die gefalteten Karten laminiere ich. Auf der Vorderseite steht somit eine Aufgabe, auf der Rückseite die jeweilige Lösung.
- Ich kopiere für jeden Schüler den Plan „Elektrizität 2“ (Seite 6).
- Ich kopiere mir das Beobachtungsprotokoll (Seite 4) mehrfach und trage gruppenweise die Schülernamen, Beobachtungskriterien und Maximalpunktwerte ein.
- Ich stelle für jede Gruppe eine Grundausstattung Schülerexperimentiergeräte (SEG) bereit (diese beinhaltet einen Schülertrafo, 2 Multimessgeräte, Drehwiderstand, 1 Lampe, Verbindungsleiter) und besorge die auf den Karten außerdem vermerkten Materialien.

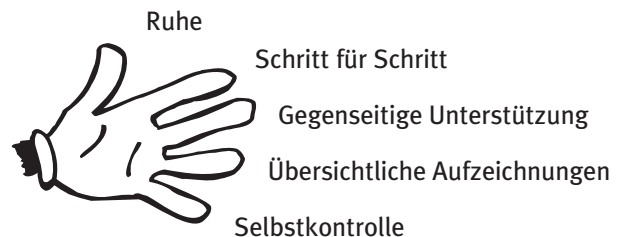
Die Gruppenbildung

- Für diese spezielle Unterrichtsform sollte die Gruppe das gesamte Schuljahr hindurch zusammenarbeiten; sie kann sich somit aneinander „reiben“ und miteinander zum Team entwickeln. Ungünstig sind also Zufall und reine Wunschgruppen.
- Ich lege anhand von nachvollziehbaren Kriterien (z. B. die Schüler mit den besten Physik-Noten oder Schüler, die sich als besonders sozial zeigen) bis zu 10 Gruppenchefs fest. Diese „Chefs“ wählen nacheinander zwei weitere Gruppenmitglieder (wie bei der Mannschaftswahl im Sport), sodass heterogene Dreiergruppen entstehen.
- Die Gruppe legt ihren Zeitchef und ihren Ordnungschef fest.

Der Beginn

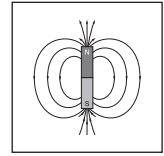
- Nach einer kurzen Einführung in das Thema und Nennung der Themenkomplexe ergänzt jeder Schüler im ausgehändigten Plan „Elektrizität 2“ seine persönlichen Daten und heftet diesen als Deckblatt in seine eigene Arbeitsmappe ein. In diese Übersicht sind die zu bearbeitenden Karten mit Nummern einzutragen. Später ergänzen die Schüler das Bearbeitungsdatum, die Seitenzahl und eventuelle Fragen und Bemerkungen.
- Es wird ein Zeitumfang für den Themenkomplex festgelegt (im Durchschnitt pro Karte 30 Minuten). Dieser Zeitrahmen ist bindend.
- Jeder Schüler wird angehalten, in seine Arbeitsmappe von jeder Arbeitskarte Thema und Aufgabenstellung zu übernehmen, Rechenwege, Darstellungen und Lösungen zu protokollieren und Erkenntnisse (Formeln, Regeln etc.) besonders hervorzuheben. Die Seiten sind fortlaufend zu nummerieren.
- Es ist zu klären, ob Wahl- und Pflichtaufgaben gegeben werden. Die Reihenfolge, in der die Auftragskarten eines Unterthemas zu bearbeiten sind, ist meist beliebig, die mit * versehenen Karten enthalten Aufgaben mit höherem Schwierigkeitsgrad.
- Die Schüler werden über Bewertungskriterien und zu erreichende Punkte (siehe Beobachtungsprotokoll) informiert.
- Entsprechend des aktuellen Lern- und Sozialverhaltens in der Klasse erarbeiten und visualisieren wir HANDregeln. Besonders zu Beginn achte ich konsequent auf deren Einhaltung und bediene mich gegebenenfalls einer wohlklingenden Stimmgabel als Ruhesignal.

HANDregeln:



Arbeitsauftrag 1:

Leitungsvorgänge in wässrigen Lösungen

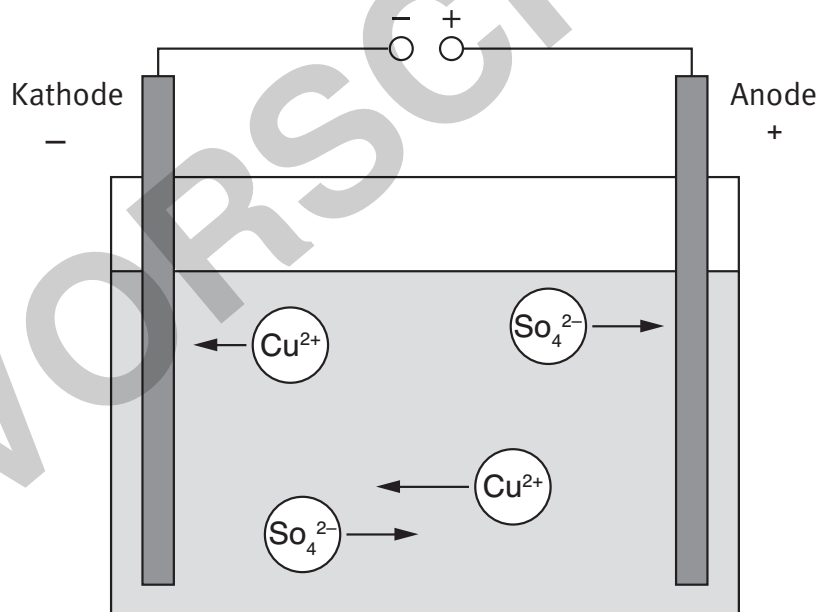


Material:
SEG, Salz, 2 Elektroden,
Behälter mit Wasser

1. Untersuche am Beispiel des Galvanisierens den Leitungsvorgang in wässrigen Lösungen.

In destilliertem Wasser gibt es keine freien Ladungsträger, daher kann kein Strom fließen. Stromfluss ist erst möglich, wenn Salze oder Säuren im Wasser gelöst sind. Gibt man beispielsweise Kupfersulfat (CuSO_4) in Wasser, so zerfällt dieses in positive Kupfer-Ionen (Cu^{2+}) und negative Sulfat-Ionen (SO_4^{2-}). Man nennt diesen Vorgang Dissoziation (lat. dissoziare: trennen).

Eine Bedingung für den Stromfluss ist somit erfüllt, die Ionen sind die frei beweglichen Ladungsträger. Die weitere Bedingung wird dadurch erfüllt, dass zwei Elektroden in die Flüssigkeit getaucht werden und dabei an eine Spannungsquelle (z. B. Batterie) angeschlossen sind. Nun fließt Strom, die positiven Kupfer-Ionen bewegen sich dabei zur Kathode (Minuspol) und die negativen Sulfat-Ionen zur Anode (Pluspol). An der Kathode geben die Sulfat-Ionen ihre überschüssigen Elektronen ab, reagieren mit dem Wasser und Sauerstoff entweicht. An der Anode nehmen die Kupfer-Ionen die fehlenden Elektronen auf und werden somit wieder zu neutralen Kupferatomen, die sich als dünne Kupferschicht an der Kathode ablagern. Dies nennt man Galvanisieren. Beispielsweise können Fahrradlenker so verchromt werden.

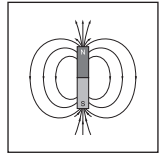


2. Experiment

- Überprüfe den Stromfluss in destilliertem Wasser. Schließe dazu ca. 5 V an Kathode und Anode an und schalte zum Nachweis des Stromflusses einen Strommesser in Reihe.
- Gib dem Wasser nun Kochsalz (NaCl) zu und miss jetzt die Stromstärke.
- Erkläre deine Beobachtung.

Arbeitsauftrag 2:

Leitungsvorgänge in Gasen



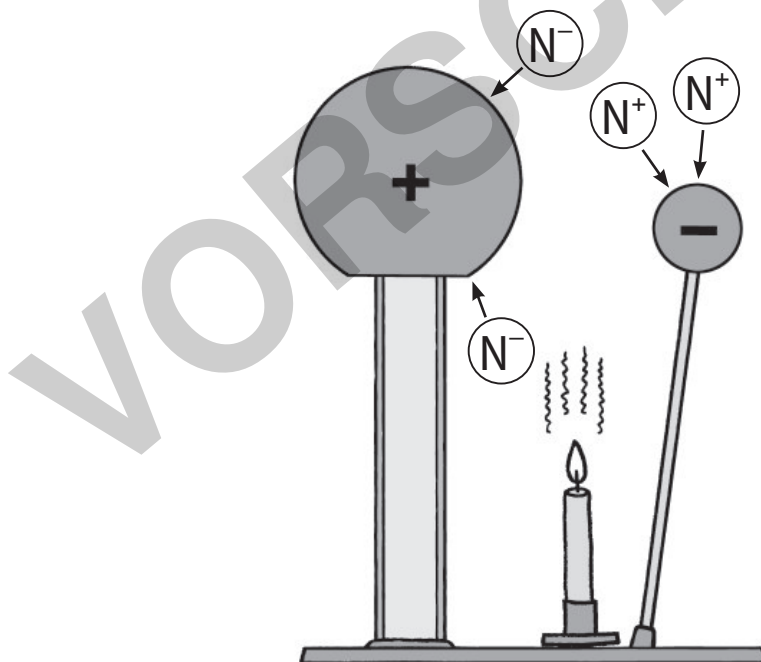
Material:
Bandgenerator, Kerze

1. Untersuche am Beispiel eines Bandgenerators den Leitungsvorgang in Gasen.

In Gasen gibt es normalerweise keine freien Ladungsträger, daher kann kein Strom fließen. Stromfluss ist erst möglich, wenn dem Gas Energie (z. B. Wärme) zugeführt wird. Dann spalten sich beispielsweise neutrale Stickstoffmoleküle N_2 in positive Ionen N^+ und negative Ionen N^- auf. Man nennt diesen Vorgang Ionisation.

Eine Bedingung für den Stromfluss ist somit erfüllt, die Ionen sind die frei beweglichen Ladungsträger. Die weitere Bedingung wird dadurch erfüllt, dass ein elektrisches Feld anliegt, beispielsweise zwischen den Kugeln eines geladenen Bandgenerators. Nun fließt Strom, die positiven Stickstoff-Ionen bewegen sich dabei zur kleinen Kugel (Minuspol) und die negativen Stickstoff-Ionen zur positiven Kugel (Pluspol).

Dreht man beispielsweise an der Kurbel eines Bandgenerators, so lädt sich dieser elektrisch auf. Der Bandgenerator behält diese Ladung bei trockener, kühler Luft lange und die Kontrollfäden bleiben gespreizt. Wird die Luft dann zwischen den Kugeln erwärmt, so werden die Luftmoleküle ionisiert und es fließt ein Strom zwischen den Kugeln. Die Gas-Ionen neutralisieren die Kugeln und der Generator entlädt sich.

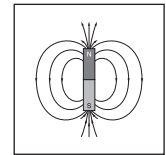


2. Experiment

- Lade den Bandgenerator kräftig auf und beobachte die Kontrollfäden.
- Erwärme die Luft zwischen den Kugeln vorsichtig mit einer Kerze. Beobachte die Kontrollfäden.
- Erkläre deine Beobachtung.



Arbeitsauftrag 3: Leitungsvorgänge im Vakuum

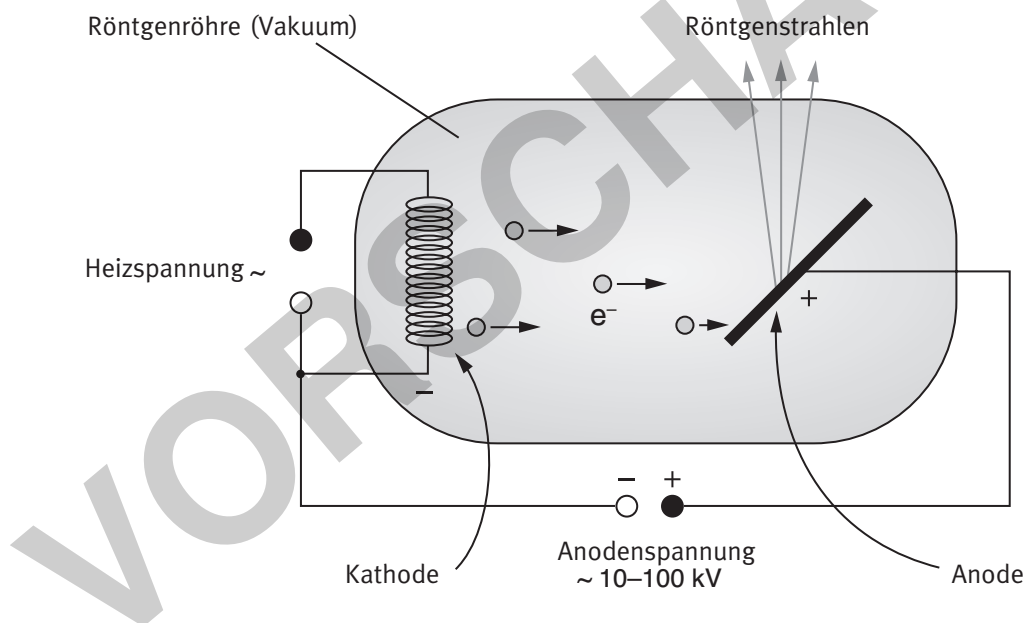


Material:
Röntgenbild

1. Untersuche am Beispiel einer Röntgenröhre den Leitungsvorgang im Vakuum.

Im Vakuum gibt es normalerweise keine freien Ladungsträger, daher kann kein Strom fließen. Stromfluss ist erst möglich, wenn der Kathode Energie (z. B. Wärme) zugeführt wird. Dann lösen sich Elektronen aus der Kathode, die sich im Vakuum frei bewegen können. Man nennt diesen Vorgang Emission.

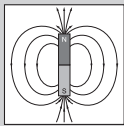
Eine Bedingung für einen Stromfluss ist somit erfüllt, die Elektronen sind die frei beweglichen Ladungsträger. Die weitere Bedingung wird dadurch erfüllt, dass diese Kathode und die Anode an eine Spannungsquelle angeschlossen werden. Nun fließt Strom, die negativ geladenen Elektronen bewegen sich dabei zur Anode (Pluspol). Ist die Spannung zwischen Anode und Kathode sehr hoch (bis 100 kV), prallen die Elektronen mit einer sehr hohen Geschwindigkeit auf die Anode. Dabei wird Röntgenstrahlung frei, die gezielt auf Bereiche außerhalb der Röhre gelenkt werden kann.



Trifft Röntgenstrahlung auf eine Fotoplatte, dann wird diese belichtet, die entsprechende Fläche erscheint schwarz. Röntgenstrahlung wird von Blei fast vollständig absorbiert, auch andere Stoffe wie Knochen absorbieren einen Teil der Strahlung. Die Strahlung gelangt also dort nicht oder schwächer hindurch, die Fotoplatte wird weniger oder gar nicht belichtet und bleibt an der Stelle weiß.

2. Beobachtung

- Sieh die Röntgenaufnahme genau an. Was wurde hier untersucht?
- Wo wurde die Strahlung absorbiert, wo konnte sie durchdringen?
- Was würde geschehen, wenn die Polung an Anode und Kathode versehentlich vertauscht würde? Erkläre.



Elektromagnetische Induktion

Transformator – Spannungsübersetzung

15

Material:
SEG, verschiedene Spulen,
Eisenkern

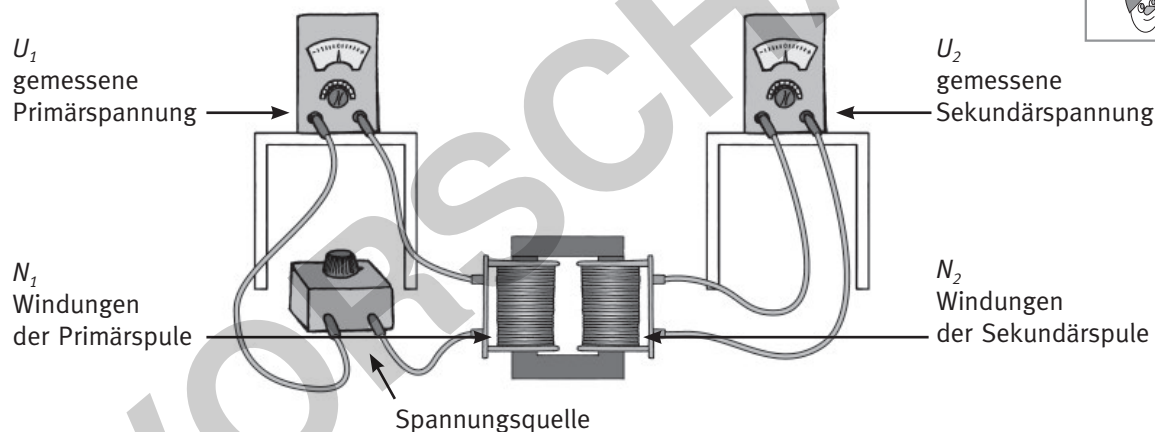
Hat die Sekundärspule doppelt (halb, dreimal) so viele Windungen wie die Primärspule, dann ist auch die Sekundärspannung doppelt (halb, dreimal) so groß wie die Primärspannung. Allerdings ist die gemessene Sekundärspannung immer etwas kleiner als theoretisch errechnet.

- Überprüft experimentell, ob diese Behauptung stimmt. Verwendet dazu Spulen mit verschiedenen Windungszahlen und verschiedene Primärspannungen. (Aus Sicherheitsgründen soll die Windungszahl maximal vervierfacht werden und die Primärspannung höchstens 4 V betragen!)



- Führt mindestens 6 verschiedene Messungen durch. Fertigt ein Protokoll an.

Protokoll



- Überträgt und ergänzt die Tabelle.

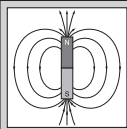
N_1	N_2	U_1	U_2 gemessen	U_2 berechnet

- Äußert euch zur Behauptung in der Sprechblase und findet eine Erklärung. Zusatz: Berechnet den Wirkungsgrad des Trafos. Ist dieser immer gleich?

Transformator – Spannungsübersetzung

Für einen unbelasteten idealen* Trafo gilt: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$

* Unbelastet bedeutet, dass kein Verbraucher angeschlossen ist.
Ideal bedeutet, dass Energieverluste nicht berücksichtigt werden.



Komplexe Übung

Leitungsvorgänge – Kennlinien

KÜ1

Material:
SEG, 4 Blackboxes mit Glühlampe,
Thermistor, Diode und
Konstantdraht

Welches Bauteil steckt in welcher Blackbox?



Glühlampe



Thermistor



Diode

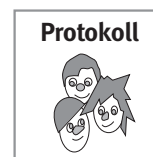


Konstantdraht

1. Findet die Diode. Begründet eure Entscheidung.
2. Erstellt für die übrigen 3 Bauteile jeweils das I - U -Diagramm. Anhand der so entstehenden Kennlinien ist die Zuordnung möglich.



Fertigt ein Protokoll an.

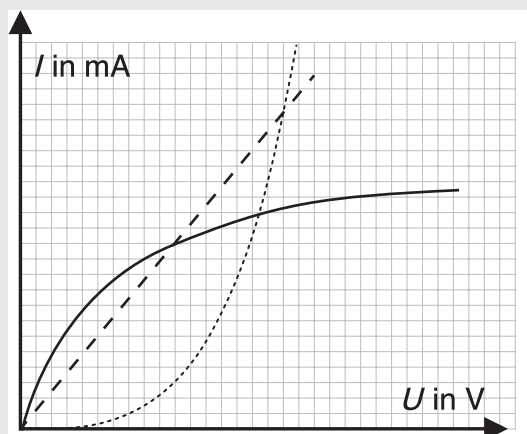


Hinweise:

- Ändert die Spannung in 0,5-V-Schritten mittels Potenziometerschaltung bis zur vorgegebenen Maximalspannung.
- Fertigt 3 Messwerttabellen für die Bauteile an.

Kennlinie

Den Zusammenhang zwischen der Spannung und der Stromstärke eines Bauelementes kann man in einem I - U -Diagramm darstellen. Man nennt die Linie (Graph) eine Kennlinie, weil man daraus die Eigenschaften des entsprechenden Bauelementes erkennen kann.



- Kennlinie für einen Konstantdraht
- Kennlinie für eine Glühlampe
- Kennlinie für einen Thermistor

OL-Verlag