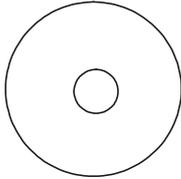


Name: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

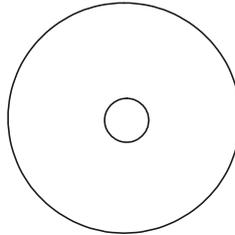
## Aufbau des Atoms und elektrische Ladungen

1. Ein Wasserstoffatom hat ein Elektron, ein Sauerstoffatom acht Elektronen und ein Kohlenstoffatom 6 Protonen. Ergänze die Skizzen!

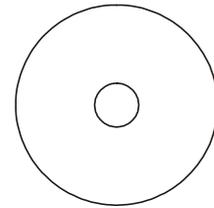
**Wasserstoffatom**



**Sauerstoffatom**



**Kohlenstoffatom**



2. Ergänze die Tabelle!

Stoff	Anzahl der Ladungen im Atomkern (+)	Anzahl der Ladungen in der Atomhülle (-)
Aluminium	13	
Kupfer		29
Uran	92	

3. Ein Glasstab wird mit einem Wolltuch gerieben. Wenn man das Wolltuch wegnimmt, ist der Glasstab positiv geladen. Wie ist das Wolltuch geladen? Begründe!

---

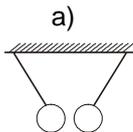


---



---

4. Die gezeichneten Körper sind elektrisch geladen. Zeichne ein, welche Ladungen die Körper haben könnten! Begründe!



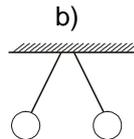

---



---



---



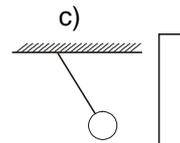

---



---



---




---



---



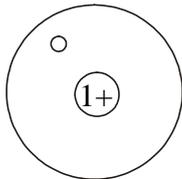
---

**Lösungen:**

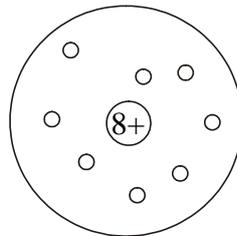
## Aufbau des Atoms und elektrische Ladungen

1. Ein Wasserstoffatom hat ein Elektron, ein Sauerstoffatom acht Elektronen und ein Kohlenstoffatom 6 Protonen. Ergänze die Skizzen!

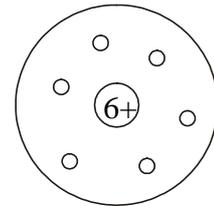
**Wasserstoffatom**



**Sauerstoffatom**



**Kohlenstoffatom**



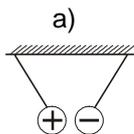
2. Ergänze die Tabelle!

Stoff	Anzahl der Ladungen im Atomkern (+)	Anzahl der Ladungen in der Atomhülle (-)
Aluminium	13	13
Kupfer	29	29
Uran	92	92

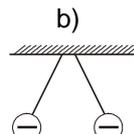
3. Ein Glasstab wird mit einem Wolltuch gerieben. Wenn man das Wolltuch wegnimmt, ist der Glasstab positiv geladen. Wie ist das Wolltuch geladen? Begründe!

*Das Wolltuch ist negativ geladen. Durch Reiben erfolgt eine Ladungstrennung. Vom Glasstab gehen negative Ladungen auf das Wolltuch über. Damit sind der Glasstab positiv und das Tuch negativ geladen.*

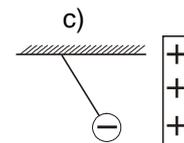
4. Die gezeichneten Körper sind elektrisch geladen. Zeichne ein, welche Ladungen die Körper haben könnten! Begründe!



*Ungleichnamige Ladungen ziehen einander an.*



*Gleichnamige Ladungen stoßen einander ab.*



*Ungleichnamige Ladungen ziehen einander an.*

**Hinweise:**

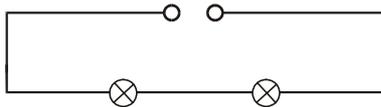
Zu Beginn der Elektrizitätslehre erfolgt häufig eine elementare Einführung in den Atombau. In diesem Zusammenhang kann das Arbeitsblatt eingesetzt werden.

Je nach der Unterrichtskonzeption wird in Verbindung damit teilweise auch die Ladungstrennung und die zwischen geladenen Körpern wirkenden Kräfte behandelt. Liegt eine solche Konzeption zugrunde, können auch die Aufgaben 3 und 4 genutzt werden. Ansonsten eignen sie sich beim Thema “Elektrische Ladung und elektrisches Feld”.

## Elektrische Stromkreise

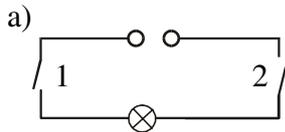
1. Elektrische Geräte können in Reihe oder parallel zueinander geschaltet werden. Die entsprechenden Stromkreise werden als unverzweigte oder verzweigte Stromkreise bezeichnet. Ergänze die Skizze zum verzweigten Stromkreis!

*unverzweigter Stromkreis*



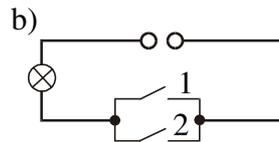
*verzweigter Stromkreis*

2. Eine elektrische Quelle, eine Glühlampe und zwei Schalter sind so geschaltet, wie es die Schaltpläne zeigen. Bei welchen Schalterstellungen leuchtet die Glühlampe?



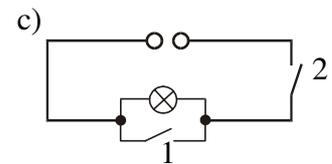
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_

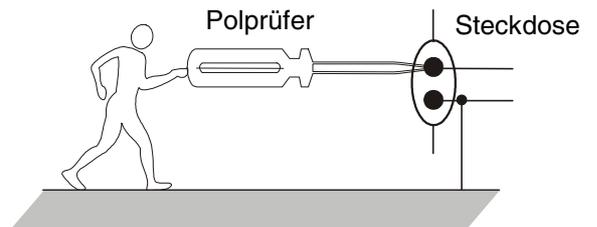
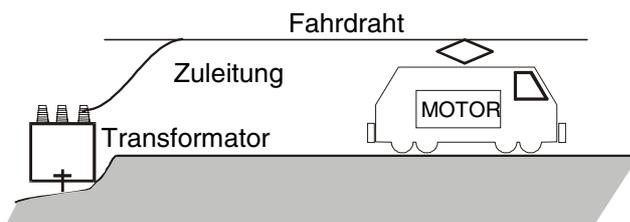
\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Zeichne in die Skizzen farbig den Weg des Stromes ein!



4. Im Haushalt werden meist mehrere elektrische Geräte und Bauelemente gleichzeitig betrieben. Wie sind diese Geräte und Bauelemente zueinander geschaltet? Begründe!

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

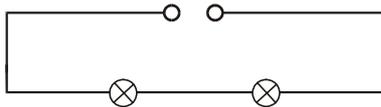
\_\_\_\_\_

## Lösungen:

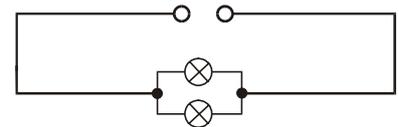
### Elektrische Stromkreise

1. Elektrische Geräte können in Reihe oder parallel zueinander geschaltet werden. Die entsprechenden Stromkreise werden als unverzweigter oder verzweigter Stromkreise bezeichnet. Ergänze die Skizze zum verzweigten Stromkreis!

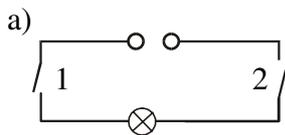
*unverzweigter Stromkreis*



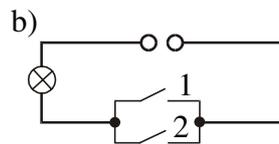
*verzweigter Stromkreis*



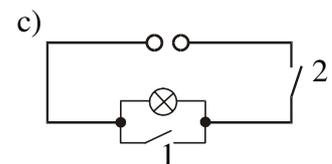
2. Eine elektrische Quelle, eine Glühlampe und zwei Schalter sind so geschaltet, wie es die Schaltpläne zeigen. Bei welchen Schalterstellungen leuchtet die Glühlampe?



*Schalter 1 und 2  
geschlossen*

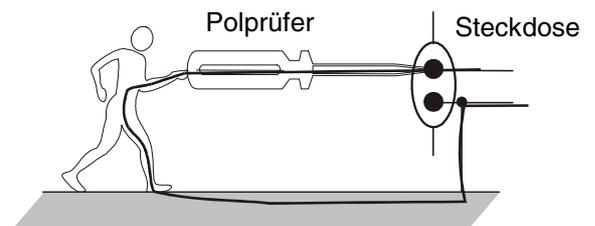
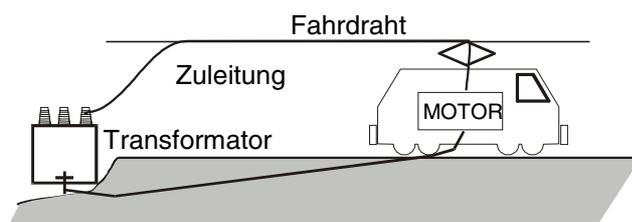


*Schalter 1 oder 2  
geschlossen*



*Schalter 1 und 2  
geschlossen*

3. Zeichne in die Skizzen farbig den Weg des Stromes ein!



4. Im Haushalt werden meist mehrere elektrische Geräte und Bauelemente gleichzeitig betrieben. Wie sind diese Geräte und Bauelemente zueinander geschaltet? Begründe!

*Die verschiedenen elektrischen Geräte sind parallel geschaltet. Wenn sie in Reihe geschaltet wären, dann würden sämtliche Geräte ausfallen, wenn durch ein Gerät kein Strom mehr fließen würde.*

**Hinweise:**

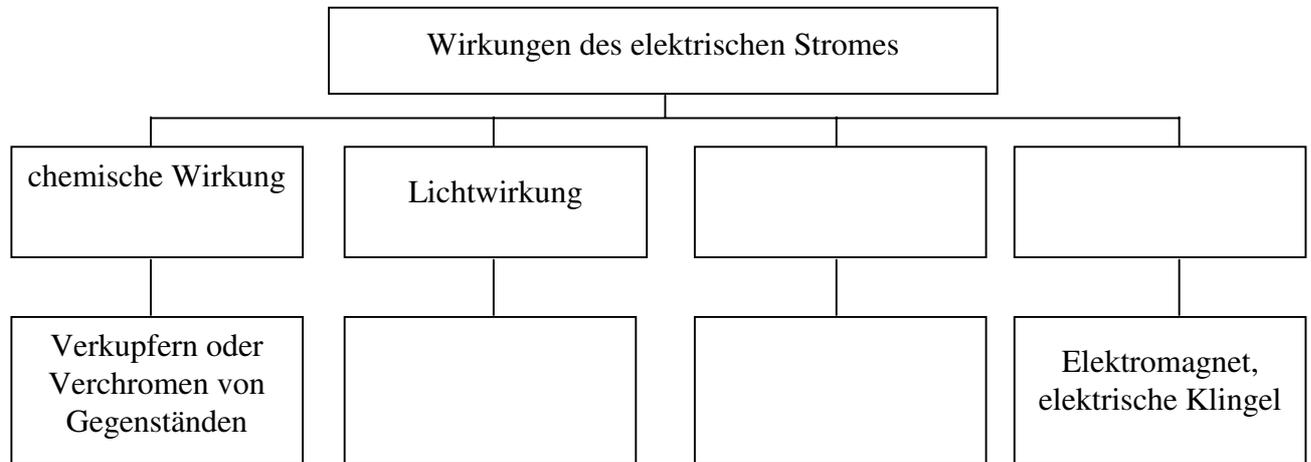
Ein Schwerpunkt bei der Einführung in die Elektrizitätslehre ist die Erkenntnis, dass nur dann ein Strom fließt, wenn ein geschlossener Stromkreis vorliegt.

Die Aufgaben 2 und 3 dienen der Vertiefung dieser Erkenntnis. Aufg. 3 ist relativ anspruchsvoll, da es für Schüler in der Regel schwer vorstellbar ist, dass durch den Erdboden elektrische Ströme fließen.

Bei Aufg. 4 ist zu beachten, dass in der Regel das Gesetz für Spannungen im verzweigten Stromkreis noch nicht behandelt ist. Die Schüler können eine Begründung nur auf dem Niveau geben, dass in der Lösung angegeben ist.

## Wirkungen des elektrischen Stromes

1. Elektrischer Strom hat unterschiedliche Wirkungen. Ergänze dazu die folgende Übersicht!



2. Welche Wirkungen des elektrischen Stromes werden bei folgenden Geräten und Anlagen genutzt: Radio, Fernsehapparat, Bügeleisen, Elektroherd, Schmelzsicherung, Tauchsieder, Autobatterie, Monozelle, Telefonhörer, Bildschirm eines Computers, Staubsauger?  
 Ordne die Geräte und Anlagen in die Übersicht ein! Beachte dabei, dass manchmal auch mehrere Wirkungen gleichzeitig eine Rolle spielen.

chemische Wirkung	Lichtwirkung	Wärmewirkung	magnetische Wirkung
	Radio		Radio

3. Bestimmte Wirkungen des elektrischen Stromes werden bei Geräten genutzt, andere dabei auftretende Wirkungen sind unerwünscht, aber nicht zu vermeiden.  
 Nenne Beispiele für unerwünschte Wirkungen des elektrischen Stromes bei Geräten!

---



---



---



---

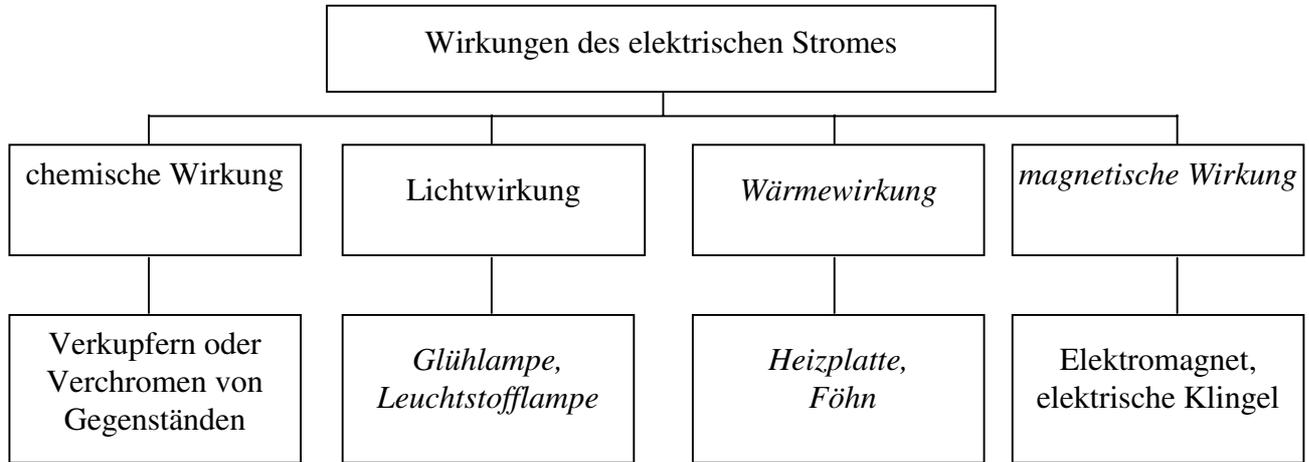


---

**Lösungen:**

## Wirkungen des elektrischen Stromes

1. Elektrischer Strom hat unterschiedliche Wirkungen. Ergänze dazu die folgende Übersicht!



2. Welche Wirkungen des elektrischen Stromes werden bei folgenden Geräten und Anlagen genutzt: Radio, Fernsehapparat, Bügeleisen, Elektroherd, Schmelzsicherung, Tauchsieder, Autobatterie, Monozelle, Telefonhörer, Bildschirm eines Computers, Staubsauger?  
Ordne die Geräte und Anlagen in die Übersicht ein! Beachte dabei, dass manchmal auch mehrere Wirkungen gleichzeitig eine Rolle spielen.

chemische Wirkung	Lichtwirkung	Wärmewirkung	magnetische Wirkung
<i>Autobatterie</i>	Radio	<i>Bügeleisen</i>	Radio
<i>Monozelle</i>	<i>Fernsehapparat</i>	<i>Elektroherd</i>	<i>Telefonhörer</i>
	<i>Bildschirm eines Computers</i>	<i>Schmelzsicherung</i>	<i>Staubsauger</i>
		<i>Tauchsieder</i>	

3. Bestimmte Wirkungen des elektrischen Stromes werden bei Geräten genutzt, andere dabei auftretende Wirkungen sind unerwünscht, aber nicht zu vermeiden.  
Nenne Beispiele für unerwünschte Wirkungen des elektrischen Stromes bei Geräten!

*z. B. Wärmewirkung bei einer Glühlampe oder bei Fernsehapparaten, Lichtwirkung bei einer Heizplatte*

**Hinweise:**

Das Arbeitsblatt dient der Übung und Systematisierung zu den verschiedenen Wirkungen des elektrischen Stromes. Dabei wird insbesondere der Erfahrungsbereich der Schüler angesprochen.

Bei Aufg. 2 können die genannten Geräte beliebig ergänzt, ausgetauscht oder reduziert werden. Zu beachten ist, dass es bei dieser Aufgabe um genutzte (und damit erwünschte) Wirkungen des elektrischen Stromes geht. Im Unterschied dazu zielt die Aufg. 3 auf unerwünschte Wirkungen.



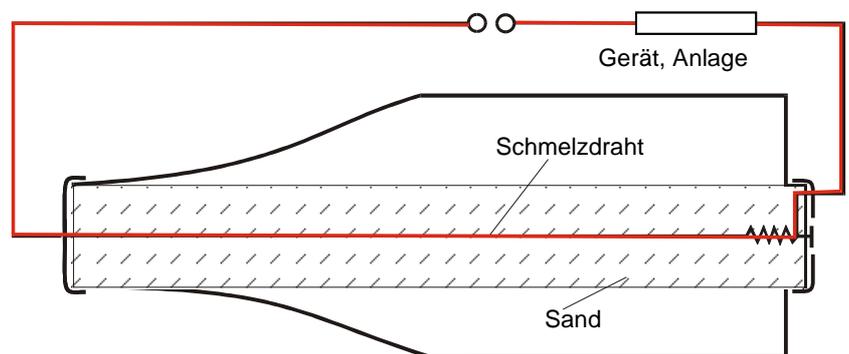
## Lösungen:

### Schutz vor elektrischem Strom

1. Die Berührung von spannungsführenden Teilen kann lebensgefährlich sein. Deshalb sind beim Umgang mit elektrischen Geräten und Anlagen einige Grundregeln unbedingt zu beachten. Nenne die wichtigsten Regeln beim Umgang mit elektrischem Strom!
  - Keine Berührung von elektrischen Quellen, die über 25 V besitzen.
  - Keine Berührung der Pole von Steckdosen oder blanken Leitungen mit den Händen oder mit Leitern des elektrischen Stromes.
  - Geräte immer an die richtige elektrische Quelle anschließen.
  - Elektrische Schaltungen erst gründlich prüfen, dann erst einschalten.
2. Elektrische Stromkreise werden mit Sicherungen gegen eine Überlastung abgesichert. Dazu werden Schmelzsicherungen oder Sicherungsautomaten (Leitungsschutzschalter) genutzt. Zeichne farbig den Stromweg ein!  
Erkläre anhand der Skizze die Wirkungsweise dieser Sicherungen!

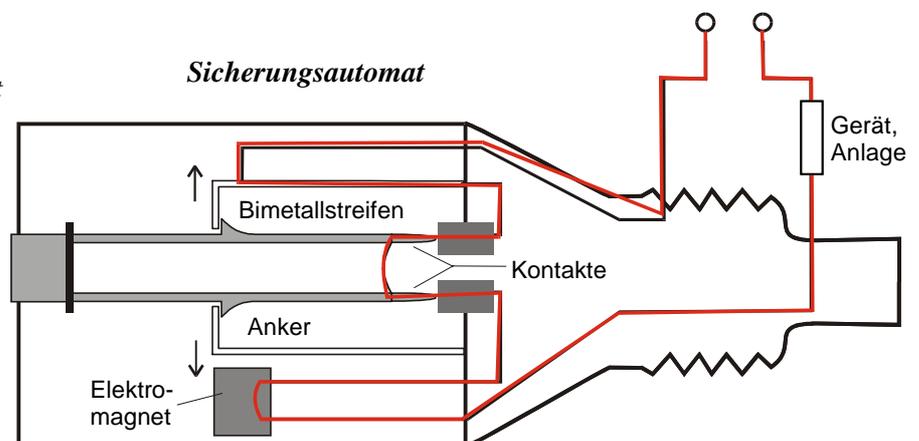
Bei einer Schmelzsicherung fließt der Strom durch den Schmelzdraht. Wird dieser Strom zu groß, so erhitzt sich der Schmelzdraht so stark, dass er schmilzt. Damit wird der Stromkreis unterbrochen.

**Schmelzsicherung**



Der Strom fließt durch Bimetallstreifen und Elektromagnet. Bei langsam zunehmender Überlastung wirkt der Bimetallstreifen wie ein Schalter. Bei schneller Überlastung zieht der Elektromagnet den Anker an. In beiden Fällen wird der Stromkreis unterbrochen.

**Sicherungsautomat**



**Hinweise:**

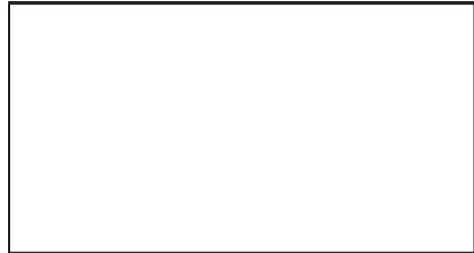
Während die Wirkungsweise einer Schmelzsicherung (Aufg. 2) relativ einfach zu erklären ist, sollten den Schülern beim Sicherungsautomaten in Abhängigkeit von der Klassensituation ergänzende Hinweise gegeben werden. Das betrifft insbesondere

- den Weg des Stromes durch die Sicherung und
- die Wirkungen des Stromes bei einem Bimetallstreifen bzw. bei einem Elektromagneten.

Der Sinn einer solchen Anordnung mit Bimetallstreifen und Elektromagnet besteht darin, dass der Sicherungsautomat sowohl bei einem langsamen Ansteigen der Stromstärke über den zulässigen Wert als auch bei einem sehr schnellen Anstieg ansprechen muss.

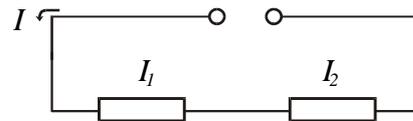
## Der unverzweigte Stromkreis

1. Zeichne das Schaltbild eines unverzweigten Stromkreises mit elektrischer Quelle, Schalter und zwei Glühlampen!



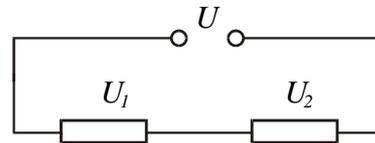
2. Vergleiche die Stromstärken miteinander! Formuliere einen Zusammenhang!

\_\_\_\_\_



3. Vergleiche die Spannungen miteinander! Formuliere einen Zusammenhang!

\_\_\_\_\_



4. Damit 6 V-Glühlampen an eine elektrische Quelle mit  $U = 12\text{ V}$  angeschlossen werden können, muss man dafür sorgen, dass an jeder Glühlampe nur 6 V anliegt.

- a) Gib eine Möglichkeit an, wie man **eine** Glühlampe betreiben könnte! Skizziere das Schaltbild! Begründe!

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



- b) Gib eine Möglichkeit an, wie man **zwei** Glühlampen betreiben könnte! Skizziere auch für diesen Fall das Schaltbild und begründe!

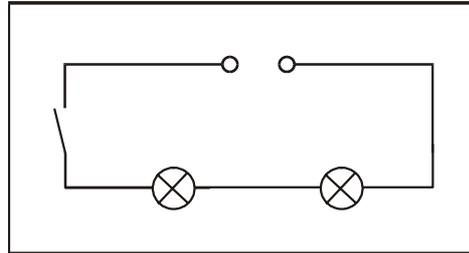
\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



## Lösungen:

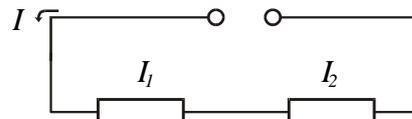
### Der unverzweigte Stromkreis

1. Zeichne das Schaltbild eines unverzweigten Stromkreises mit elektrischer Quelle, Schalter und zwei Glühlampen!



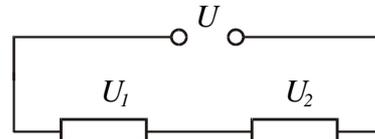
2. Vergleiche die Stromstärken miteinander! Formuliere einen Zusammenhang!

$$I = I_1 = I_2$$



3. Vergleiche die Spannungen miteinander! Formuliere einen Zusammenhang!

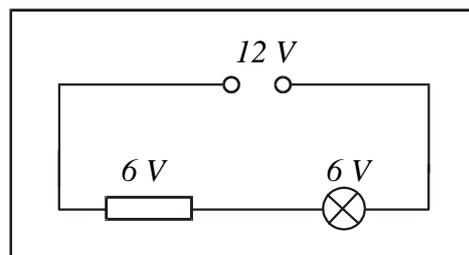
$$U = U_1 + U_2$$



4. Damit 6 V-Glühlampen an eine elektrische Quelle mit  $U = 12\text{ V}$  angeschlossen werden können, muss man dafür sorgen, dass an jeder Glühlampe nur 6 V anliegt.
- a) Gib eine Möglichkeit an, wie man **eine** Glühlampe betreiben könnte! Skizziere das Schaltbild! Begründe!

*Bei einer Reihenschaltung gilt*

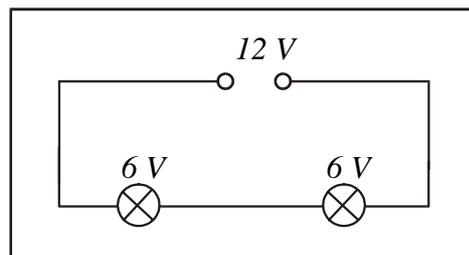
*$U = U_1 + U_2$ . An Vorwiderstand und Glühlampe liegen jeweils 6 V.*



- b) Gib eine Möglichkeit an, wie man zwei Glühlampen betreiben könnte! Skizziere auch für diesen Fall das Schaltbild und begründe!

*Es gilt  $U = U_1 + U_2$ . An jeder*

*Glühlampe liegt dann 6 V.*



## **Hinweise:**

Das Arbeitsblatt dient der Wiederholung und Übung zum unverzweigten Stromkreis und den dort geltenden Gesetzen. Alle Aufgaben sind bewusst elementar gehalten.

Aufgabe 4 kann in unterschiedlichen Richtungen verändert und damit auch das Anforderungsniveau angehoben werden:

- Es werden mehr als zwei Glühlampen einbezogen.
- Die Spannung der elektrischen Quelle wird mehr als doppelt so groß wie die Betriebsspannung der Glühlampen gewählt.

Der Text der Aufgabe ist dann entsprechend umzuformen.

## Unverzweigter und verzweigter Stromkreis

1. Stelle in einer Tabelle die Gesetze zu Stromstärke und Spannung in verschiedenen Stromkreisen zusammen. Kennzeichne die Messgeräte und gib Beispiele für die Anwendungen dieser Schaltungen an!

Schaltungsart	unverzweigter Stromkreis (Reihenschaltung)	verzweigter Stromkreis (Parallelschaltung)
Schaltskizze		
Gesetze für den skizzierten Fall	$I =$  $U =$	$I =$  $U =$
Anwendungen		

2. Beide Widerstände sind gleich groß. Welche Werte ergeben sich bei Anwendungen der Gesetze für Spannungen und Stromstärken? Ergänze die fehlenden Werte!

	unverzweigter Stromkreis			verzweigter Stromkreis		
Spannung	$U = 6 \text{ V}$	$U = \text{ V}$	$U = \text{ V}$	$U = 6 \text{ V}$	$U = \text{ V}$	$U = \text{ V}$
	$U_1 = \text{ V}$	$U_1 = \text{ V}$	$U_1 = 6 \text{ V}$	$U_1 = \text{ V}$	$U_1 = 12 \text{ V}$	$U_1 = \text{ V}$
	$U_2 = \text{ V}$	$U_2 = 5 \text{ V}$	$U_2 = \text{ V}$	$U_2 = \text{ V}$	$U_2 = \text{ V}$	$U_2 = 230 \text{ V}$
Stromstärke	$I_1 = 9 \text{ mA}$	$I_1 = \text{ mA}$	$I_1 = \text{ mA}$	$I_1 = 120 \text{ mA}$	$I_1 = \text{ mA}$	$I_1 = \text{ mA}$
	$I_2 = \text{ mA}$	$I_2 = 1,2 \text{ mA}$	$I_2 = \text{ mA}$	$I_2 = \text{ mA}$	$I_2 = 1,5 \text{ mA}$	$I_2 = \text{ mA}$
	$I_3 = \text{ mA}$	$I_3 = \text{ mA}$	$I_3 = 350 \text{ mA}$	$I_3 = \text{ mA}$	$I_3 = \text{ mA}$	$I_3 = 750 \text{ mA}$

**Lösungen:**

## Unverzweigter und verzweigter Stromkreis

1. Stelle in einer Tabelle die Gesetze zu Stromstärke und Spannung in verschiedenen Stromkreisen zusammen. Kennzeichne die Messgeräte und gib Beispiele für die Anwendungen dieser Schaltungen an!

Schaltungsart	unverzweigter Stromkreis (Reihenschaltung)	verzweigter Stromkreis (Parallelschaltung)
Schaltskizze		
Gesetze für den skizzierten Fall	$I = I_1 = I_2 = I_3$ $U = U_1 + U_2$	$I = I_1 + I_2 + I_3$ $U = U_1 = U_2$
Anwendungen	<p><i>Weihnachtsbaumbeleuchtung, Partybeleuchtung, Lichterketten.</i></p> <p><i>Stromquelle (z. B. Batterien, Akkumulatoren und Solarzellen), um die Spannung zu vergrößern</i></p>	<p><i>Alle elektrischen Haushaltsgeräte, die mit 230 V betrieben werden müssen</i></p> <p><i>Steckdosen sind parallel geschaltet.</i></p> <p><i>Stromquellen (z. B. Batterien, Akkumulatoren und Solarzellen), um die Stromstärke zu vergrößern.</i></p>

2. Beide Widerstände sind gleich groß. Welche Werte ergeben sich bei Anwendungen der Gesetze für Spannungen und Stromstärken? Ergänze die fehlenden Werte!

unverzweigter Stromkreis				verzweigter Stromkreis		
Spannung	$U = 6 \text{ V}$	$U = 10 \text{ V}$	$U = 12 \text{ V}$	$U = 6 \text{ V}$	$U = 12 \text{ V}$	$U = 230 \text{ V}$
	$U_1 = 3 \text{ V}$	$U_1 = 5 \text{ V}$	$U_1 = 6 \text{ V}$	$U_1 = 6 \text{ V}$	$U_1 = 12 \text{ V}$	$U_1 = 230 \text{ V}$
	$U_2 = 3 \text{ V}$	$U_2 = 5 \text{ V}$	$U_2 = 6 \text{ V}$	$U_2 = 6 \text{ V}$	$U_2 = 12 \text{ V}$	$U_2 = 230 \text{ V}$
Stromstärke	$I_1 = 9 \text{ mA}$	$I_1 = 1,2 \text{ mA}$	$I_1 = 350 \text{ mA}$	$I_1 = 120 \text{ mA}$	$I_1 = 3 \text{ mA}$	$I_1 = 1500 \text{ mA}$
	$I_2 = 9 \text{ mA}$	$I_2 = 1,2 \text{ mA}$	$I_2 = 350 \text{ mA}$	$I_2 = 60 \text{ mA}$	$I_2 = 1,5 \text{ mA}$	$I_2 = 750 \text{ mA}$
	$I_3 = 9 \text{ mA}$	$I_3 = 1,2 \text{ mA}$	$I_3 = 350 \text{ mA}$	$I_3 = 60 \text{ mA}$	$I_3 = 1,5 \text{ mA}$	$I_3 = 750 \text{ mA}$

**Hinweise:**

Das Arbeitsblatt kann nach Erarbeitung der Gesetze über Spannungen und Stromstärken im unverzweigten und verzweigten Stromkreis zur Übung und Festigung eingesetzt werden. Die Schüler sollen dabei vor allem Sicherheit bei der richtigen Zuordnung von Messgeräten erwerben und Gesetze anwenden, um Stromstärken und Spannungen zu berechnen. Dies kann als Einzel- bzw. Gruppenarbeit erfolgen bzw. es können Teile des Arbeitsblattes nach leistungsdifferenzierten Gesichtspunkten beantwortet werden.

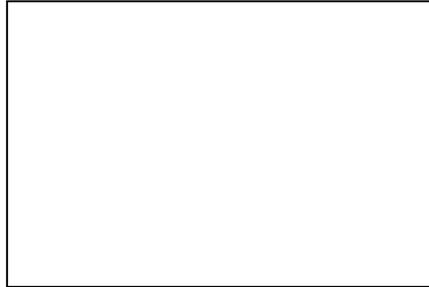
Name: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

## Der elektrische Widerstand

Bestimme experimentell den elektrischen Widerstand eines Drahtwiderstandes und einer Glühlampe!

Plane den Versuchsaufbau (Schaltskizze), baue selbständig die Schaltung auf und führe die Messungen durch! Vergleiche die Ergebnisse!

### Versuchsaufbau:



### Geräte:

- 1 elektrische Quelle
- 1 Konstantendraht
- 1 Glühlampe (6 V / 2,4 W)
- 1 Grundbrett
- 1 Satz Verbindungsleiter
- 2 Messgeräte

### Messwertetabelle:

Nr.	Differenzsteckweise	Konstantendraht			Glühlampe		
		$U$ in V	$I$ in A	$R$ in $\Omega$	$U$ in V	$I$ in A	$R$ in $\Omega$
1	0/2						
2	8/12						
3	2/8						

### Auswertung:

a) Gib eine Gleichung zur Berechnung des elektrischen Widerstandes an!

\_\_\_\_\_

b) Berechne für jedes Messwertepaar den elektrischen Widerstand! Trage die Werte in die Tabelle ein!

c) Vergleiche die Widerstände von Konstantendraht und Glühlampe bei verschiedenen Spannungen!

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

d) Erkläre das unterschiedliche Verhalten!

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

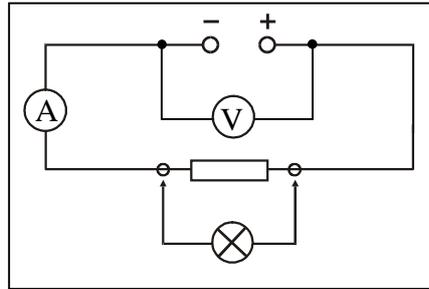
## Lösungen:

# Der elektrische Widerstand

Bestimme experimentell den elektrischen Widerstand eines Drahtwiderstandes und einer Glühlampe.

Plane den Versuchsaufbau (Schaltskizze), baue selbständig die Schaltung auf und führe die Messungen durch! Vergleiche die Ergebnisse!

### Versuchsaufbau:



### Geräte:

- 1 elektrische Quelle
- 1 Konstantendraht
- 1 Glühlampe (6 V / 2,4 W)
- 1 Grundbrett
- 1 Satz Verbindungsleiter
- 2 Messgeräte

### Messwertetabelle:

Nr.	Differenzsteckweise	Konstantendraht			Glühlampe		
		$U$ in V	$I$ in A	$R$ in $\Omega$	$U$ in V	$I$ in A	$R$ in $\Omega$
1	0/2	0,8	0,14	5,7	1,2	0,04	30
2	8/12	2,2	0,40	5,5	3,2	0,08	40
3	2/8	3,3	0,59	5,6	6,6	0,12	55

### Auswertung:

a) Gib eine Gleichung zur Berechnung des elektrischen Widerstandes an!

$$R = U/I$$

b) Berechne für jedes Messwertepaar den elektrischen Widerstand! Trage die Werte in die Tabelle ein!

c) Vergleiche die Widerstände von Konstantendraht und Glühlampe bei verschiedenen Spannungen!

*Der Widerstand des Konstantendrahtes ist näherungsweise konstant, der Widerstand der Glühlampe wird mit zunehmender Spannung (Stromstärke) größer.*

d) Erkläre das unterschiedliche Verhalten!

*Bei einer Glühlampe erwärmt sich der Glühfaden deutlich. Dadurch bewegen sich die Metallionen heftiger, die Bewegung der Elektronen wird stärker behindert.*

**Hinweise:**

Das Arbeitsblatt ist als Protokoll für ein Schülerexperiment angelegt. Es erspart damit den Schülern Zeit für aufwendige schriftliche Arbeiten und lässt mehr Zeit für experimentelle Arbeiten und Auswertungen.

Der Einsatz dieses Protokolls ist empfehlenswert nach Behandlung des ohmschen Widerstandes  $R = U/I$ , um eine Möglichkeit der Festigung des erworbenen Wissens zu gewährleisten.

Es eignet sich aber auch, um in differenzierter Gruppenarbeit Einzelaufgaben zu stellen (Glühlampe oder Konstantendraht) und die Ergebnisse der Gruppe anschließend festzuhalten.

Ein Einsatz zu einer experimentellen Leistungskontrolle ist ebenfalls gegeben, wenn einige Schüler die Möglichkeit der Durchführung von Einzelexperimenten erhalten.

Die Angabe der Differenzsteckweise bezieht sich auf noch vorhandene Schülerstromversorgungsgeräte des SEG Elektrik.

Bevor die gemessene Stromstärke (in mA gemessen) in die Tabelle eingetragen wird, muss eine Umrechnung in die Einheit A erfolgen.

## Der elektrische Widerstand metallischer Leiter

1. Die Skizze zeigt den Aufbau eines metallischen Leiters. Erkläre mit den Modell der Elektronenleitung das Zustandekommen des elektrischen Widerstandes beim Fließen eines Stromes.

---



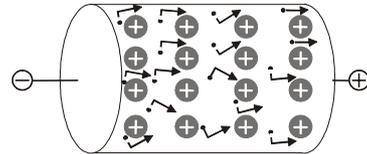
---



---



---



2. Der elektrische Widerstand eines metallischen Leiters soll experimentell bestimmt werden.

- a) Zeichne eine Schaltskizze!  
 b) Wie kann man den Widerstand des Metalldrahtes ermitteln?

---

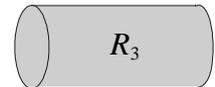
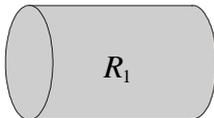


---



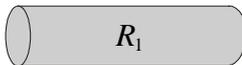
3. Vergleiche jeweils die elektrischen Widerstände der drei Leiter!

- a) gleicher Stoff und gleiche Länge



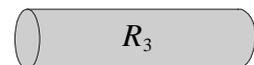
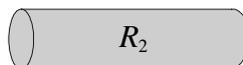
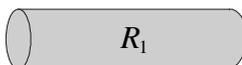

---

- b) gleicher Stoff und gleiche Querschnittsfläche




---

- c) gleiche Länge und gleiche Querschnittsfläche



Eisen

Konstantan

Kupfer

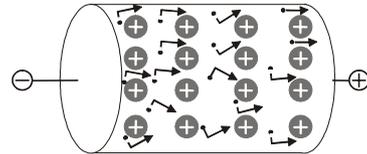
---

## Lösungen:

### Der elektrische Widerstand metallischer Leiter

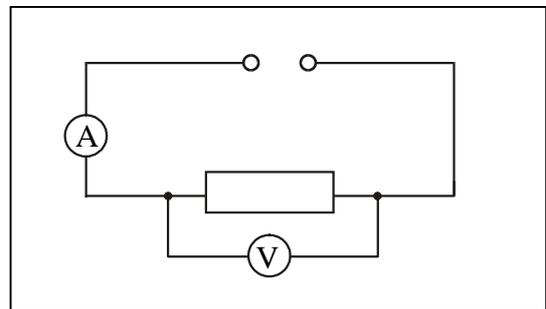
1. Die Skizze zeigt den Aufbau eines metallischen Leiters. Erkläre mit dem Modell der Elektronenleitung das Zustandekommen des elektrischen Widerstandes beim Fließen eines Stromes.

*Beim Anlegen einer elektrischen Quelle bewegen sich die Elektronen im Leiter gerichtet. Ihre Bewegung wird durch die Metall-Ionen behindert. Es wirkt ein Widerstand.*

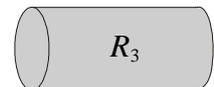
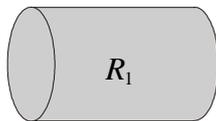


2. Der elektrische Widerstand eines metallischen Leiters soll experimentell bestimmt werden.  
a) Zeichne eine Schaltskizze!  
c) Wie kann man den Widerstand des Metalldrahtes ermitteln?

*Der Widerstand kann aus Spannung und Stromstärke berechnet werden:  $R = U/I$*

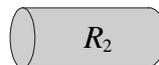
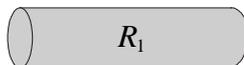


3. Vergleiche jeweils die elektrischen Widerstände der drei Leiter!  
d) gleicher Stoff und gleiche Länge



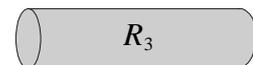
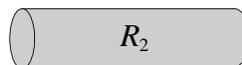
$$R_1 < R_3 < R_2$$

- e) gleicher Stoff und gleiche Querschnittsfläche



$$R_2 < R_1 < R_3$$

- f) gleiche Länge und gleiche Querschnittsfläche



Eisen

Konstantan

Kupfer

$$R_3 < R_2 < R_1$$

**Hinweise:**

Aufg. 2 kann zu einer experimentellen Aufgabe ausgebaut werden. Die Schaltung wird dann entsprechend der Schaltskizze aufgebaut.

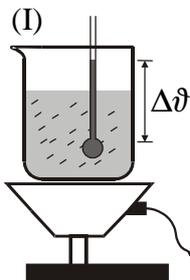
Aufg. 3 beinhaltet eine inhaltliche Interpretation des Widerstandsgesetzes mit den Zusammenhängen  $R \sim I/A$  (Teilaufg. a),  $R \sim l$  (Teilaufgabe b) und  $R \sim \rho$  (Teilaufgabe c). Die Teilaufg. c) erfordert die Einbeziehung eines Tafelwerkes oder die Vorgabe der spezifischen elektrischen Widerstände.



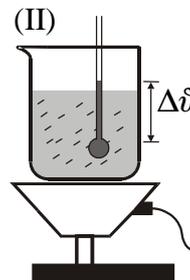
**Lösungen:**

## Elektrische Leistung

1. Bei Experimenten zur Bestimmung der elektrischen Leistung von Heizplatten wurden folgende Messwerte erfasst ( $m_1 = m_2, t_1 = t_2$ ):



$$\begin{aligned} I &= 1,4 \text{ A} \\ U &= 230 \text{ V} \\ \vartheta_1 &= 20 \text{ }^\circ\text{C} \\ \vartheta_2 &= 43 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} I &= 4,2 \text{ A} \\ U &= 230 \text{ V} \\ \vartheta_1 &= 15 \text{ }^\circ\text{C} \\ \vartheta_2 &= 84 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

a) Entscheide, welche der beiden Heizplatten die größere elektrische Leistung hat!

*Heizplatte (II) hat die größere Leistung.*

b) Begründe deine Entscheidung!

*Wegen  $P = U \cdot I$  ist die Leistung bei  $U = \text{konstant}$  umso größer, je größer die Stromstärke ist.*

c) Überprüfe deine Entscheidung durch Rechnung!

<p><i>Ges: <math>P_I, P_{II}</math></i></p> <p><i>Geg: <math>I_1 = 1,4 \text{ A}</math></i></p> <p><i><math>I_2 = 4,2 \text{ A}</math></i></p> <p><i><math>U = 230 \text{ V}</math></i></p>	<p><i>Lösung: <math>P = U \cdot I</math></i></p> <p><i><math>P_I = 1,4 \text{ A} \cdot 230 \text{ V} = 322 \text{ W}</math></i></p> <p><i><math>P_{II} = 4,2 \text{ A} \cdot 230 \text{ V} = 966 \text{ W}</math></i></p>
---	---

2. Berechne die Spannung  $U$ , die Leistung  $P$  oder die Stromstärke  $I$  für folgende Geräte!

Gerät	Spannung $U$	Leistung $P$	Stromstärke $I$
Rasierapparat	230 V	10 W	0,04 A
Elektroofen	230 V	10,4 kW	45 A
E-Lokomotive	15 kV	5 000 kW	333 A
Föhn	230 V	0,5 kW	2,2 A
Monozelle	1,5 V	0,15 W	100 mA
Fahradynamo	6 V	3 W	0,5 A
Fernsehgerät	230 V	80 W	0,35 A

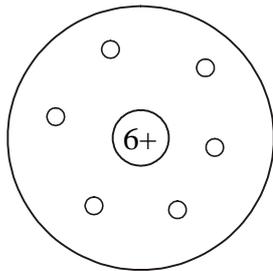
**Hinweise:**

Aufg. 1 kann ausgebaut werden. Durch Vorgabe beliebiger Zeiten lassen sich auch elektrische Arbeiten berechnen. Gibt man die Masse und die Art der Flüssigkeit vor, kann auch die entsprechende Wärme berechnet werden. Dabei ist allerdings zu beachten, dass die Werte stimmig sein müssen. Die angegebenen Werte für die Temperatur gelten für 1 Liter Wasser und eine Zeit von 5 Minuten, wobei von einem Energieaustausch mit der Umgebung abgesehen wird.

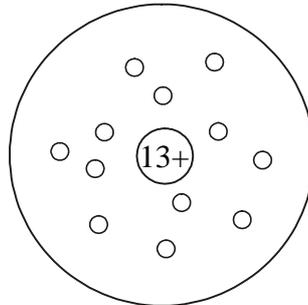
Aufg. 2 ist eine Übungsaufgabe, mit der zugleich Größenvorstellungen vermittelt werden. Die Geräte mit den entsprechenden Angaben lassen sich beliebig verändern.

## Elektrische Ladung und elektrisches Feld

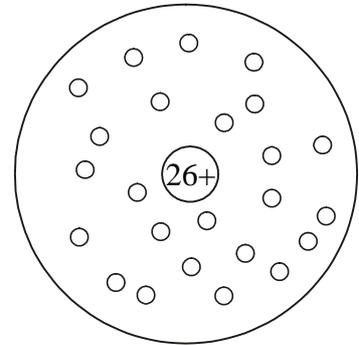
1. In den Skizzen sind die Atommodelle von verschiedenen Elementen dargestellt.



(I)



(II)



(III)

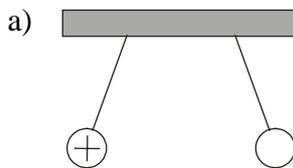
a) Welche der Atome sind neutral und welche sind Ionen? Begründe!

\_\_\_\_\_

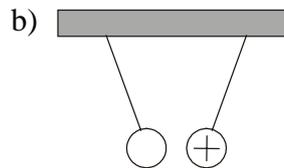
b) Um welche Elemente handelt es sich jeweils?

\_\_\_\_\_

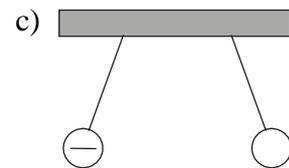
2. Elektrisch geladene Kugeln sind an Fäden aufgehängt. Welche Ladung trägt die zweite Kugel? Begründe!



\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

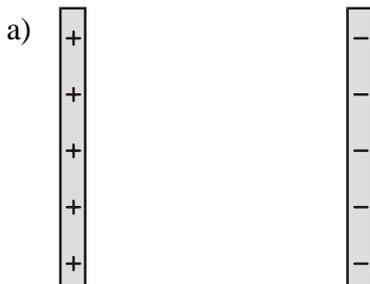


\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Zeichne die Feldlinienbilder!



b)

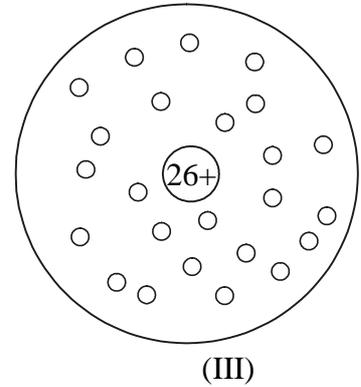
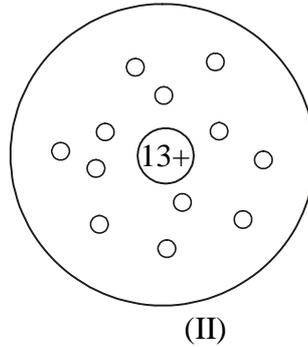
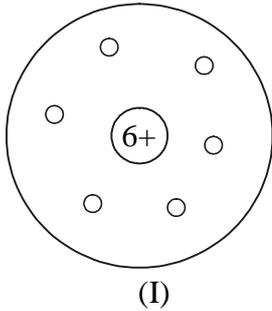


c) Vergleiche die Feldlinienbilder! Nutze zur Antwort die Rückseite des Blattes!

## Lösungen:

# Elektrische Ladung und elektrisches Feld

1. In den Skizzen sind die Atommodelle von verschiedenen Elementen dargestellt.



a) Welche der Atome sind neutral und welche sind Ionen? Begründe!

*I: neutral, Elektronenzahl = Protonenzahl    II; III: Ionen, Elektronenzahl kleiner Protonenzahl*

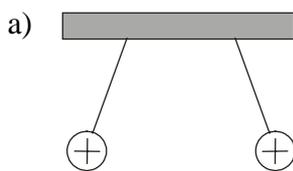
b) Um welche Elemente handelt es sich jeweils?

*I: Kohlenstoff*

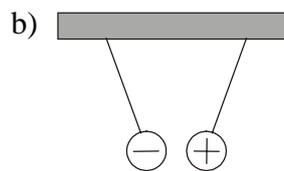
*II: Aluminium*

*III: Eisen*

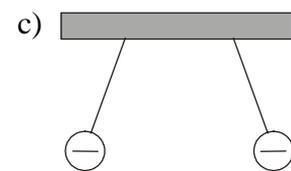
2. Elektrisch geladene Kugeln sind an Fäden aufgehängt. Welche Ladung trägt die zweite Kugel? Begründe!



*Gleichnamige Ladungen  
stoßen einander ab.*

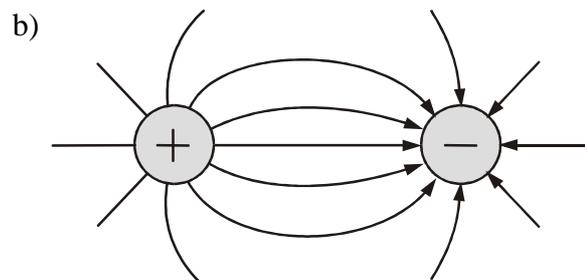
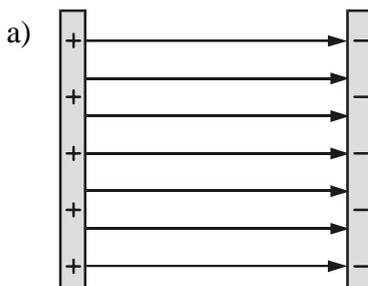


*Ungleichnamige Ladungen  
ziehen einander an.*



*Gleichnamige Ladungen  
stoßen einander ab.*

3. Zeichne die Feldlinienbilder



c) Vergleiche die Feldlinienbilder! Nutze zur Antwort die Rückseite des Blattes!

## **Hinweise:**

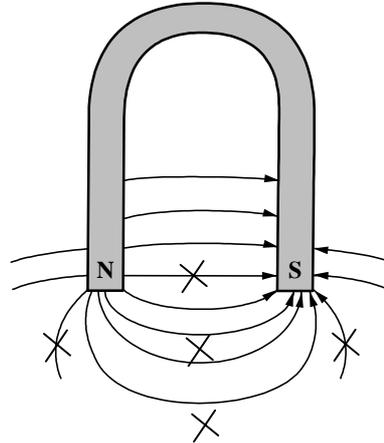
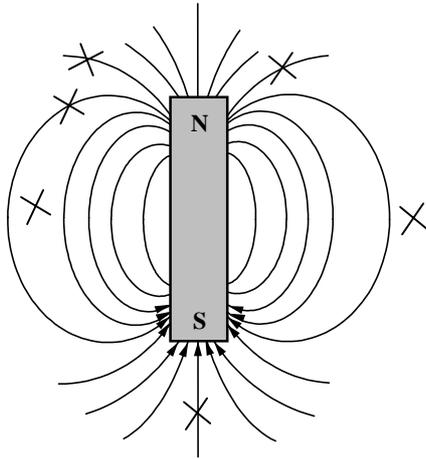
Bei Aufgabe 3c sollen die Schüler Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausarbeiten. Die Antwort könnte also z. B. lauten:

*Gemeinsamkeiten:* Die Feldlinien verlaufen (vereinbarungsgemäß) vom positiv zum negativ geladenen Körper. Sie treten aus den Körpern senkrecht aus bzw. ein.

*Unterschiede:* Bei a) ist der Abstand überall gleich, bei b) unterschiedlich. Das bedeutet: Die Stärke des Feldes ist bei a) über gleich (homogenes Feld), bei b) unterschiedlich (inhomogenes Feld).

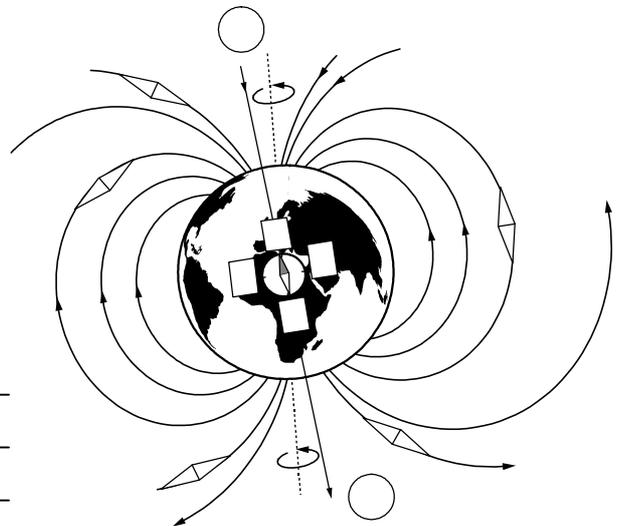
## Magnete und Magnetfelder

1. Nachfolgend sind die Feldlinienbilder eines Stabmagneten und eines Hufeisenmagneten dargestellt. An die markierten Stellen werden kleine, drehbar gelagerte Magnete gebracht. Zeichne ein, wie sich diese kleinen Magnete ausrichten! Markiere den Nordpol dieser kleinen Magnete rot!



2. Im Magnetfeld der Erde befinden sich kleine Magnetnadeln.

- a) Markiere an dem Kreis in der Mitte der Erde die Himmelsrichtungen Ost und West, Nord und Süd!
- b) Zeichne den Nordpol (N) und den Südpol (S) des Magnetfeldes der Erde ein!
- c) Zeichne in die Skizze ein, wo sich der Nordpol (rot) und der Südpol (blau oder grün) der kleinen Magnetnadeln befinden!
- d) Vergleiche die Lage der magnetischen Pole der Erde mit der der geografischen Pole!




---



---



---



---



---

- e) Eine Magnetnadel kann in beliebiger Richtung bewegt werden. Wie würde sich die Magnetnadel einstellen, wenn man sich am geografischen Nordpol befinden würde? Begründe!

---

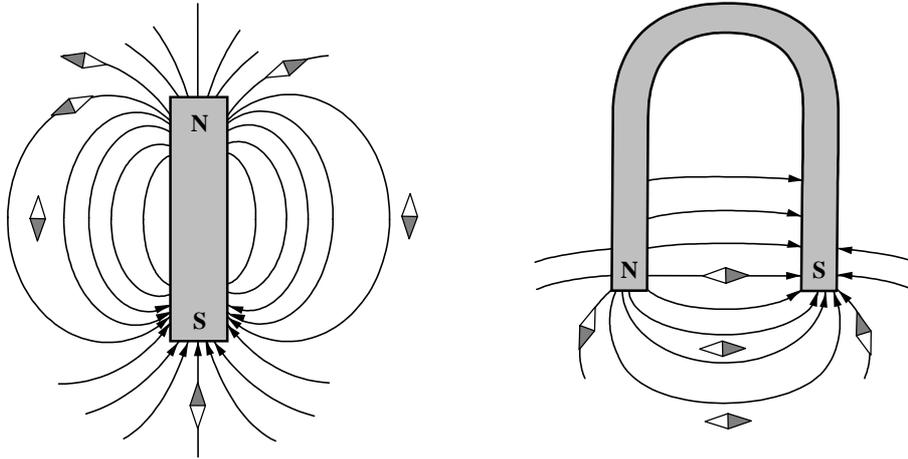


---

## Lösungen:

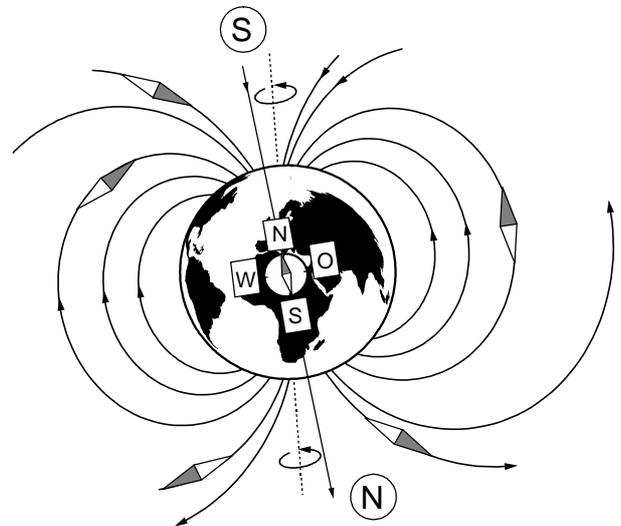
### Magnete und Magnetfelder

1. Nachfolgend sind die Feldlinienbilder eines Stabmagneten und eines Hufeisenmagneten dargestellt. An die markierten Stellen werden kleine, drehbar gelagerte Magnete gebracht. Zeichne ein, wie sich diese kleinen Magnete ausrichten! Markiere den Nordpol dieser kleinen Magnete rot!



2. Im Magnetfeld der Erde befinden sich kleine Magnetnadeln.

- Markiere an dem Kreis in der Mitte der Erde die Himmelsrichtungen Ost und West, Nord und Süd!
- Zeichne den Nordpol (N) und den Südpol (S) des Magnetfeldes der Erde ein!
- Zeichne in die Skizze ein, wo sich der Nordpol (rot) und der Südpol (blau oder grün) der kleinen Magnetnadeln befinden!
- Vergleiche die Lage der magnetischen Pole der Erde mit der der geografischen Pole!



*Magnetische und geografische Pole der Erde sind gerade vertauscht, d.h., in der Nähe des geografischen Nordpols liegt der magnetische Südpol und beim geografischen Südpol liegt der magnetische Nordpol.*

- Eine Magnetnadel kann in beliebiger Richtung bewegt werden. Wie würde sich die Magnetnadel einstellen, wenn man sich am geografischen Nordpol befinden würde? Begründe!

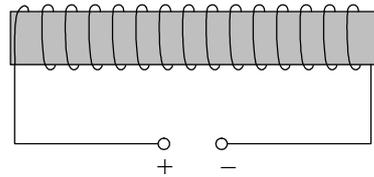
*Da an dieser Stelle die Feldlinien näherungsweise senkrecht austreten, würde der Nordpol der Magnetnadel nach unten zeigen.*

**Hinweise:**

Das Arbeitsblatt dient der Festigung des Wissens und Könnens zum magnetischen Feld. Mit der Wahl der Lage von kleinen Magnetnadeln soll den Schülern deutlich werden, dass das Feld auch zwischen den Feldlinien existiert. Damit wird einer weit verbreiteten Fehlvorstellung entgegengewirkt.

## Elektromagnete

1. a) Zeichne die Feldlinienbilder eines Stabmagneten und einer stromdurchflossenen Spule mit Eisenkern!



- b) Vergleiche die beiden Feldlinienbilder miteinander!

---



---

2. Elektromagnete werden z.B. bei elektrischen Klingeln und bei Relais angewendet. Beschreibe den Aufbau dieser Geräte! Erkläre ihre Wirkungsweise!

---

---

---

---

---

---

---

---

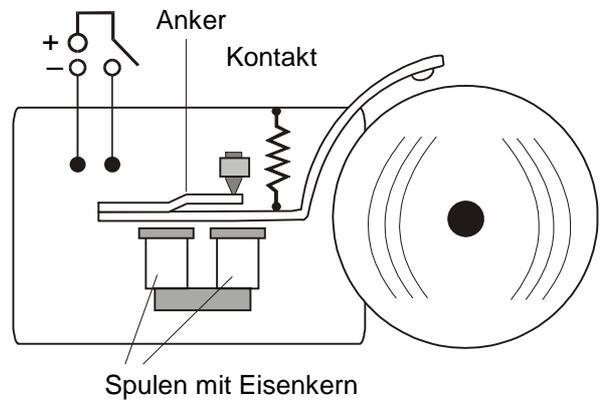
---

---

---

---

### elektrische Klingel




---

---

---

---

---

---

---

---

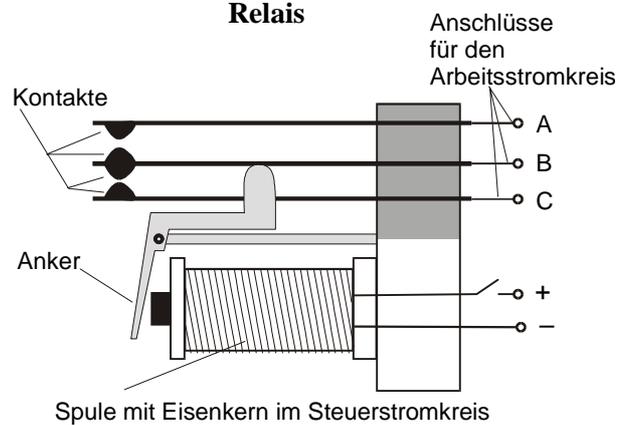
---

---

---

---

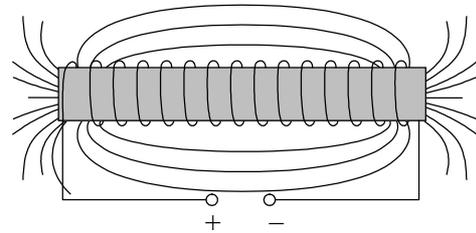
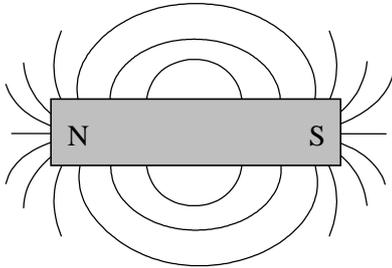
### Relais



## Lösungen:

# Elektromagnete

1. a) Zeichne die Feldlinienbilder eines Stabmagneten und einer stromdurchflossenen Spule mit Eisenkern!

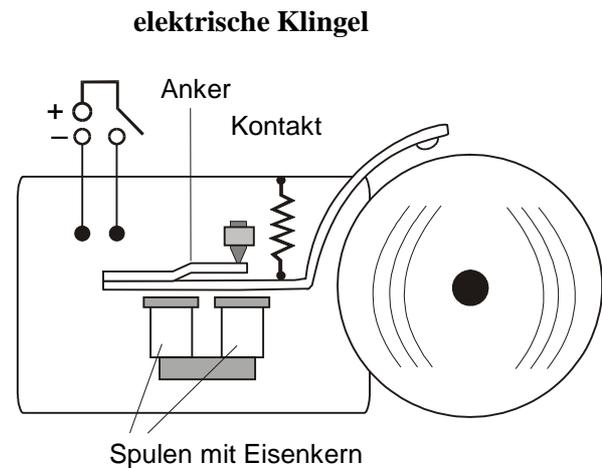


- b) Vergleiche die beiden Feldlinienbilder miteinander!

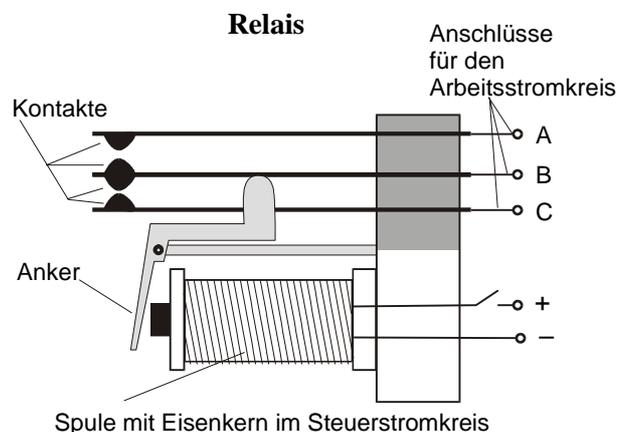
*Die Feldlinienbilder eines Stabmagneten und einer stromdurchflossenen Spule haben eine ähnliche Form.*

2. Elektromagnete werden z.B. bei elektrischen Klingeln und bei Relais angewendet. Beschreibe den Aufbau dieser Geräte! Erkläre ihre Wirkungsweise!

*Die wichtigsten Teile einer Klingel sind ein Elektromagnet, ein Anker, der Kontakt sowie Klöppel und Klangkörper. Fließt durch den Elektromagneten nach Betätigen des Schalters Strom, so wird der Anker angezogen und damit der Klöppel gegen den Klangkörper gelenkt. Zugleich öffnet sich der Stromkreis, der Vorgang beginnt von Neuem.*



*Ein Relais besteht aus einem Steuerstromkreis (Elektromagnet, Anker) und einem Arbeitsstromkreis. Fließt im Arbeitsstromkreis kein Strom, so sind die Kontakte B – C geschlossen. Bei Stromfluss ist A – B geschlossen und B – C geöffnet.*



**Hinweise:**

Die Erklärungen bei Aufgabe 2 erfordern Klarheit über den Stromweg durch Klingel bzw. Relais. Auf das Einzeichnen des Stromweges in den Skizzen wurde bewusst verzichtet. Es ist aber eine sehr sinnvolle Aufgabe, vor der Erklärung der Wirkungsweise von den Schülern zunächst farbig den Stromweg markieren zu lassen. Bei der Klingel ist das eine einfache Ergänzung, beim Relais sollte ein Hinweis auf die zwei Stromkreise (Steuerstromkreis, Arbeitsstromkreis) gegeben werden.

## Der Gleichstrommotor

1. Die Skizze zeigt den Aufbau eines einfachen Gleichstrommotors.

- a) Benenne in der Skizze die wichtigsten Teile!
- b) Welche Aufgaben hat der Kollektor?

---

---

---

---

---

---

---

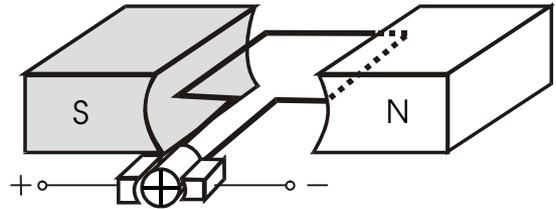
---

---

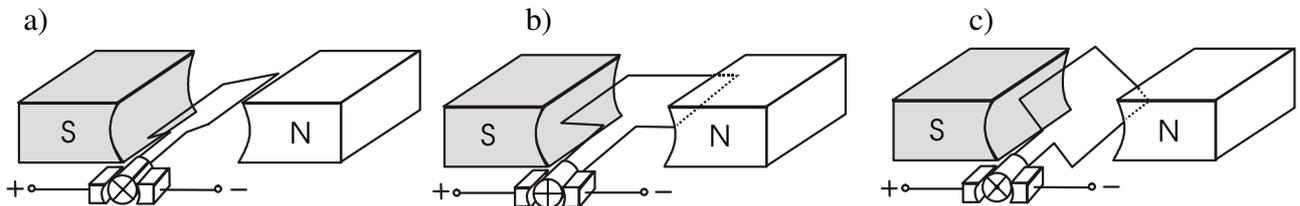
---

---

---



2. Erkläre die Wirkungsweise eines Gleichstrommotors anhand der folgenden Abbildungen! Zeichne die Drehrichtung des Rotors ein!




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

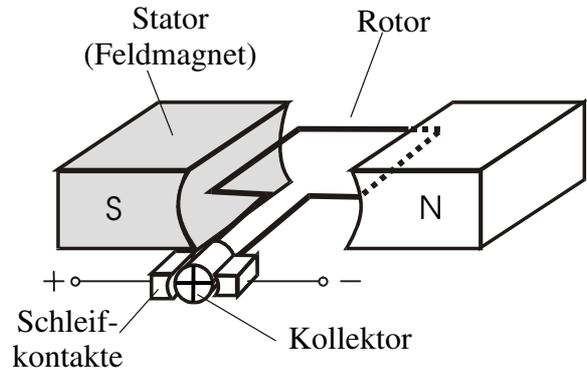
**Lösungen:**

## Der Gleichstrommotor

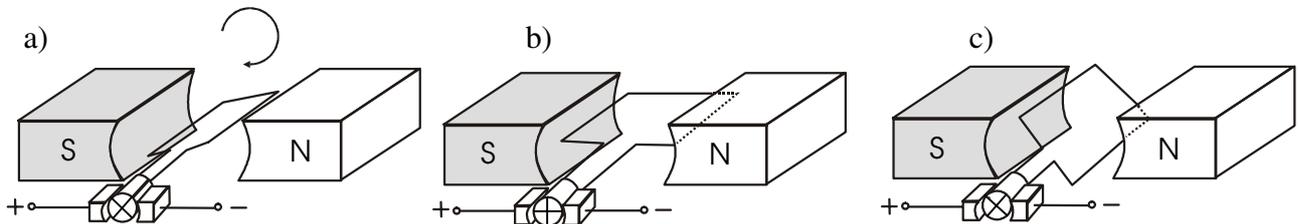
1. Die Skizze zeigt den Aufbau eines einfachen Gleichstrommotors.
  - a) Benenne in der Skizze die wichtigsten Teile!
  - b) Welche Aufgaben hat der Kollektor?

*Ein Kollektor (Polwender) besteht aus zwei gegeneinander isolierten Halbzylindern.*

*Er dient dazu, die Richtung des Stromflusses durch den Rotor in Abhängigkeit von dessen Stellung zu verändern und damit zu gewährleisten, dass die Kräfte zwischen den Magneten immer in Drehrichtung wirken.*



2. Erkläre die Wirkungsweise eines Gleichstrommotors anhand der folgenden Abbildungen! Zeichne die Drehrichtung des Rotors ein!



*Durch den Rotor fließt Strom. Dadurch bildet sich um ihn ein Magnetfeld. Es tritt mit dem Magnetfeld des Stators in Wechselwirkung.*

*Im Fall a) dreht sich der Rotor aufgrund der anziehenden Kräfte zwischen den Magneten im Uhrzeigersinn.*

*Im Fall b) erfolgt gerade eine Umpolung der Stromrichtung. Die Kräfte sind null, der Rotor bewegt sich aber aufgrund seiner Trägheit weiter.*

*Im Fall c) wirken abstoßende Kräfte; der Rotor bewegt sich in gleicher Richtung weiter.*

## **Hinweise:**

Für die Erklärung der Wirkungsweise eines Gleichstrommotors bieten sich zwei Varianten an:

- a) Es wird von Kräften zwischen Magnetpolen ausgegangen. Die Rotation wird über die anziehenden bzw. abstoßenden Kräfte zwischen Magnetpolen erklärt.
- b) Es wird von der Wechselwirkung zweier Magnetfelder ausgegangen und von daher das Zustandekommen der Drehbewegung erklärt.

Für viele Schüler einfacher ist Variante a), im gymnasialen Unterricht bietet sich auch die anspruchsvollere Variante b) an, auf die das Arbeitsblatt zielt.

## Elektromagnetische Induktion (1)

1. Ein kleiner Stabmagnet wird nacheinander jeweils gleich schnell in verschiedene Spulen hinein bewegt. Vergleiche die entstehenden Induktionsspannungen! Begründe!

---



---



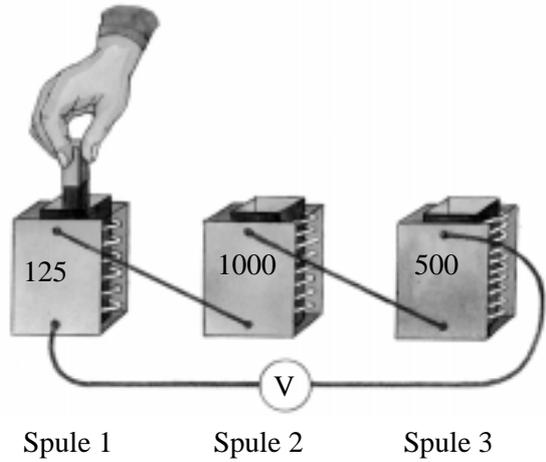
---



---

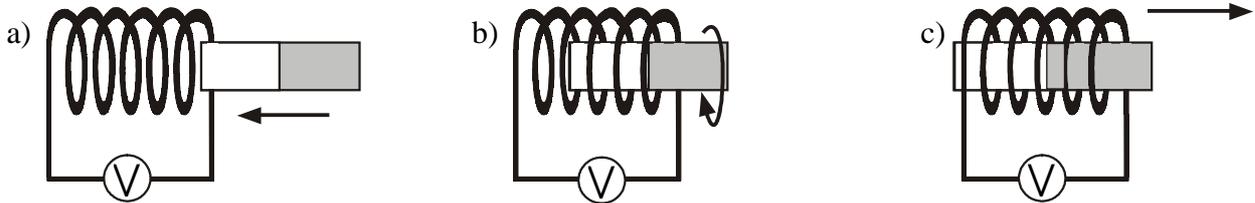


---



$U_i$	$U_i$	$U_i$
-------	-------	-------

2. Ein Magnet wird gegenüber einer Spule in unterschiedlicher Weise bewegt. In welchem Falle entsteht eine Induktionsspannung, in welchem nicht? Begründe!

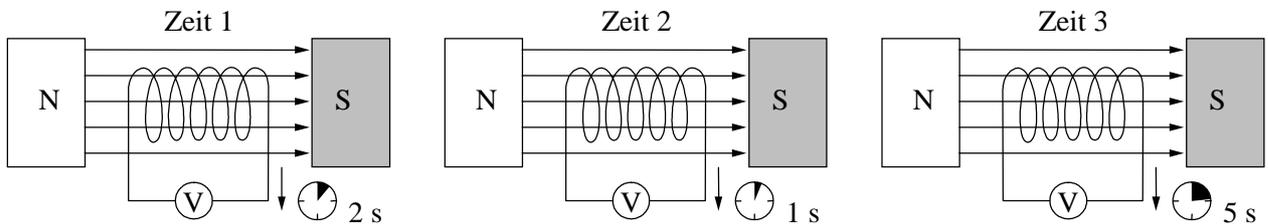



---



---

3. Jeweils gleiche Spulen werden verschieden schnell aus Magnetfeldern heraus bewegt. Vergleiche die entstehenden Induktionsspannungen! Begründe!



$U_i$	$U_i$	$U_i$
-------	-------	-------

---



---

**Lösungen:**

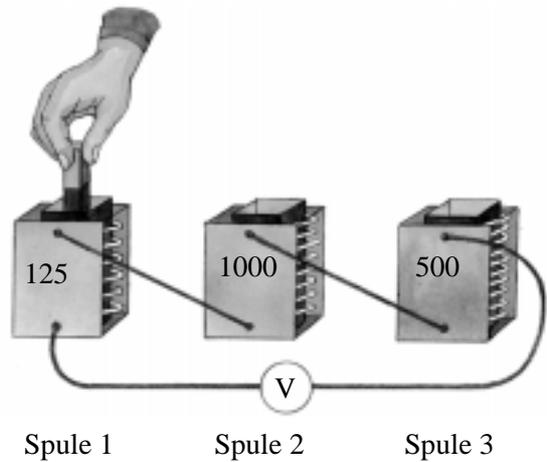
**Elektromagnetische Induktion (1)**

1. Ein kleiner Stabmagnet wird nacheinander jeweils gleich schnell in verschiedene Spulen hinein bewegt. Vergleiche die entstehenden Induktionsspannungen! Begründe!

Bei gleichen Bedingungen hängt die Induktionsspannung von der Windungszahl ab.

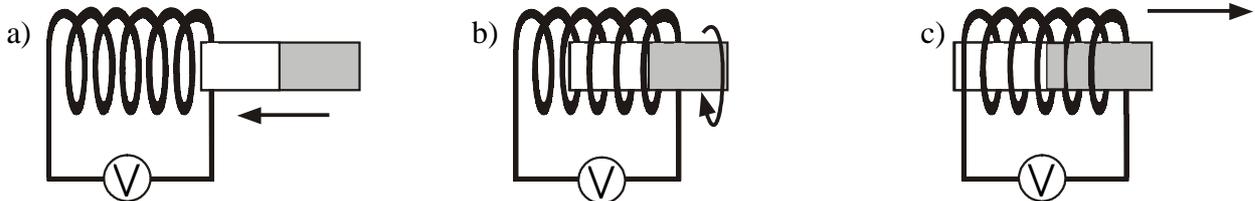
Es gilt:

Je größer die Windungszahl einer Spule, desto größer ist die in ihr induzierte Spannung.



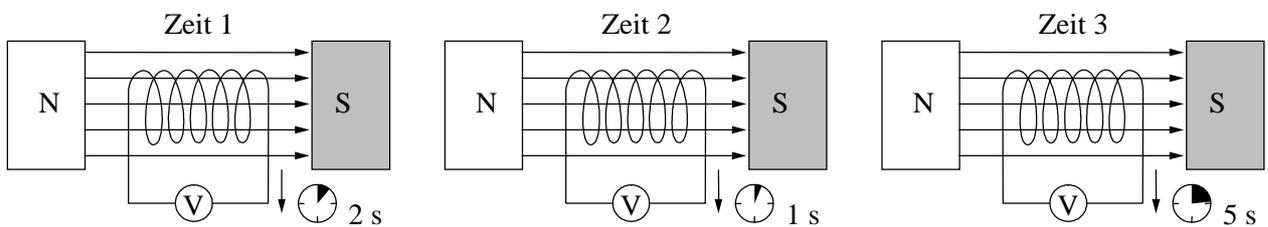
$$U_{i,1} < U_{i,3} < U_{i,2}$$

2. Ein Magnet wird gegenüber einer Spule in unterschiedlicher Weise bewegt. In welchem Falle entsteht eine Induktionsspannung, in welchem nicht? Begründe!



Eine Induktionsspannung entsteht in den Fällen a und c, im Fall b nicht. Bei a und c ändert sich das von der Spule umfasste Magnetfeld.

3. Jeweils gleiche Spulen werden verschieden schnell aus Magnetfeldern heraus bewegt. Vergleiche die entstehenden Induktionsspannungen! Begründe!



$$U_{i,3} < U_{i,1} < U_{i,2}$$

Die Induktionsspannung ist umso größer, je schneller sich das von einer Spule umfasste Magnetfeld ändert.

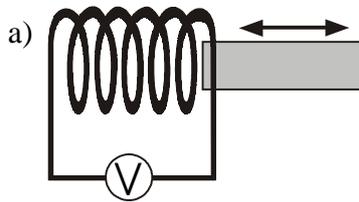
## Hinweise:

Bei diesem Arbeitsblatt geht es um das inhaltliche Erfassen der Zusammenhänge, die im Induktionsgesetz zusammengefasst sind.

Aufg. 2 zielt dabei auf die **Bedingungen** für das Entstehen einer Induktionsspannung, die Aufg. 1 und 3 auf die Größe der Induktionsspannung in Abhängigkeit von gegebenen Bedingungen.

## Elektromagnetische Induktion (2)

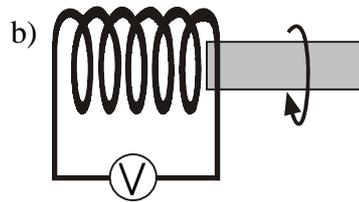
1. Ein Magnet wird in unterschiedlicher Weise bewegt. Begründe, ob in der Spule eine Spannung induziert wird oder nicht!



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

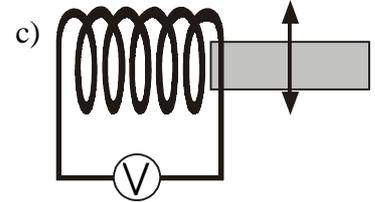
\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

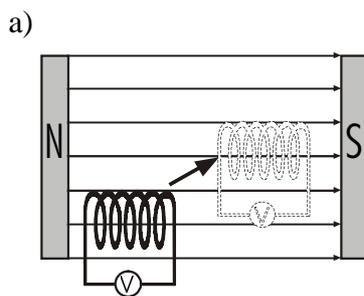


\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

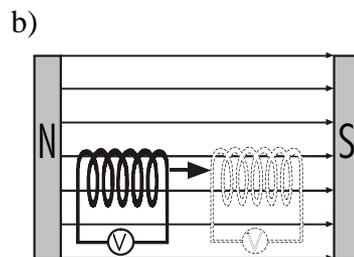
2. Eine Spule wird in unterschiedlicher Weise bewegt. Begründe, ob in der Spule eine Spannung induziert wird oder nicht!



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

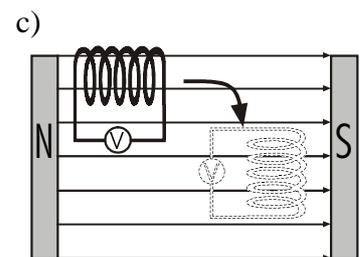
\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



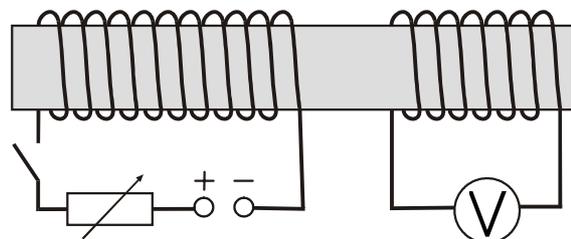
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Zwei Spulen befinden sich auf einem gemeinsamen Eisenkern. Gib mindestens drei Möglichkeiten an, wie man in der rechten Spule eine Spannung induzieren kann!

- a) \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

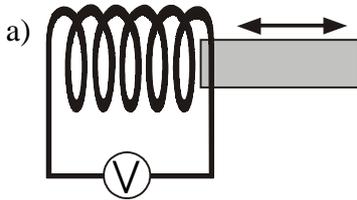


- c) \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

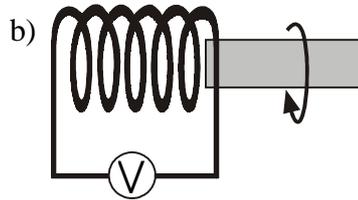
## Lösungen:

### Elektromagnetische Induktion (2)

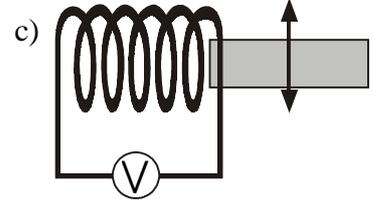
1. Ein Magnet wird in unterschiedlicher Weise bewegt. Begründe, ob in der Spule eine Spannung induziert wird oder nicht!



Induktionsspannung



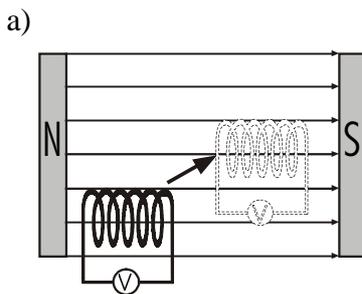
keine Induktionsspannung



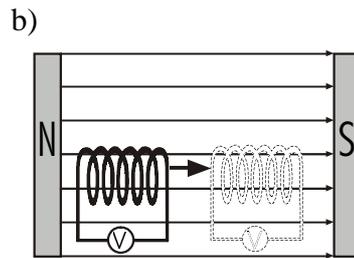
Induktionsspannung

Es entsteht nur dann eine Induktionsspannung, wenn sich das von einer Spule umfasste Magnetfeld ändert. Das ist bei a) und c) der Fall.

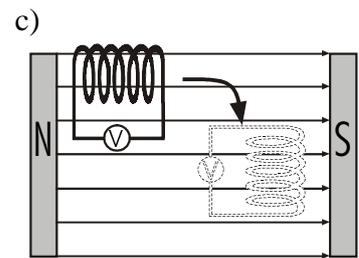
2. Eine Spule wird in unterschiedlicher Weise bewegt. Begründe, ob in der Spule eine Spannung induziert wird oder nicht!



keine Induktionsspannung



keine Induktionsspannung

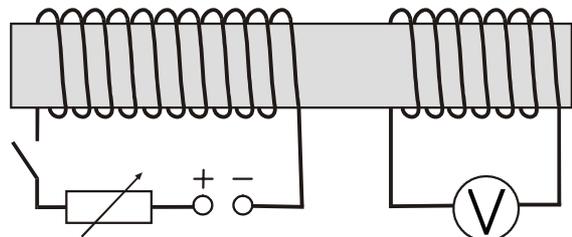


Induktionsspannung

Wie bei Aufg. 1 gilt: Es wird nur dann eine Spannung induziert, wenn sich das von der Spule umfasste Magnetfeld ändert.

3. Zwei Spulen befinden sich auf einem gemeinsamen Eisenkern. Gib mindestens drei Möglichkeiten an, wie man in der rechten Spule eine Spannung induzieren kann!

- a) Betätigen des Schalter  
(Ein- oder Ausschalten)
- b) Änderung des regelbaren  
Widerstandes und damit der  
Stromstärke
- c) Bewegen der rechten Spule nach rechts vom Eisenkern weg



## **Hinweise:**

Wie beim vorhergehenden Arbeitsblatt geht es hier um die Bedingungen, unter denen eine Induktionsspannung entsteht. Alle auf dem Arbeitsblatt enthaltenen Aufgaben können als Voraussagen interpretiert und experimentell überprüft werden.

Für Aufg. 1 eignet sich dazu eine Spule und ein starker Permanentmagnet, für Aufg. 2 ein Induktionsgerät mit näherungsweise homogenem Magnetfeld und für Aufg. 3 zwei Spulen mit einem gemeinsamen Eisenkern.

## Der Generator

1. Bei einem Generator wird das Induktionsgesetz genutzt.  
Wie lautet es?

---



---

2. Beschreibe anhand der Skizze den Aufbau eines Wechselstromgenerators!

---



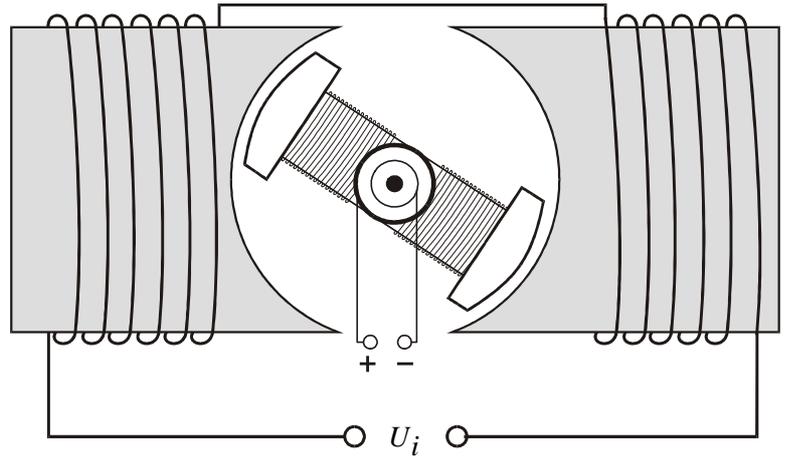
---



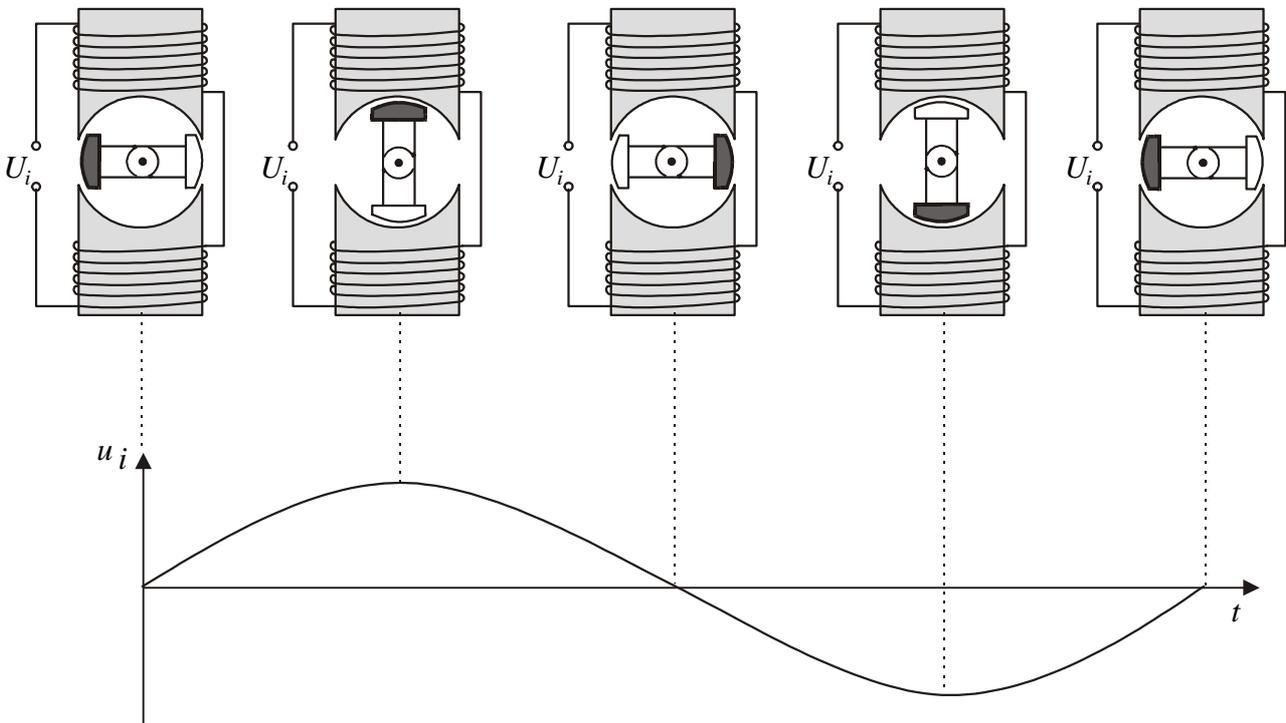
---



---



3. Erkläre die Wirkungsweise eines Wechselstromgenerators!




---



---



---



---

## Lösungen:

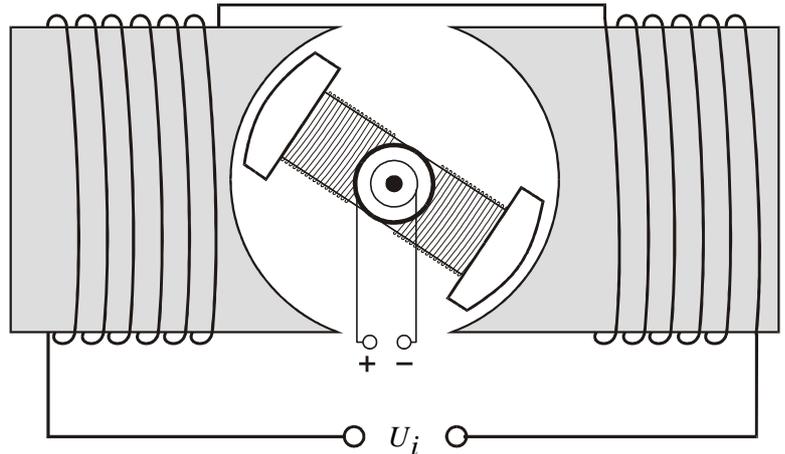
### Der Generator

1. Bei einem Generator wird das Induktionsgesetz genutzt.  
Wie lautet es?

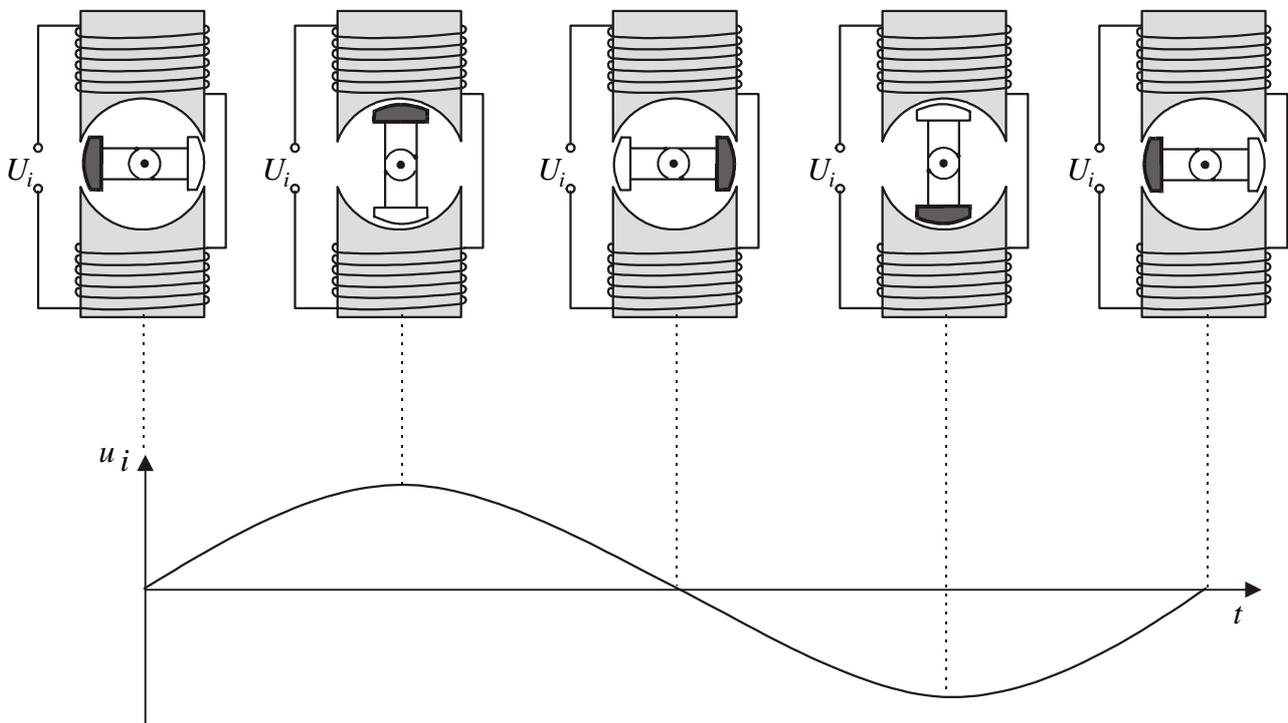
*In einer Spule wird eine Spannung induziert, solange sich das von der Spule umfasste Magnetfeld ändert.*

2. Beschreibe anhand der Skizze den Aufbau eines Wechselstromgenerators!

*Ein Wechselstromgenerator besteht aus einem rotierenden Magneten (Rotor) und fest stehenden Induktionsspulen (Stator).*



3. Erkläre die Wirkungsweise eines Wechselstromgenerators!



*Ein Magnet rotiert zwischen Induktionsspulen. Durch die Bewegung des Magneten ändert sich ständig das von den Induktionsspulen umfasste Magnetfeld. Dadurch wird in ihnen je nach der Schnelligkeit der Feldänderung eine mehr oder weniger große Spannung induziert.*

**Hinweise:**

Das Arbeitsblatt orientiert auf den Innenpolgenerator. Dies ist die heute am meisten genutzte Form. Ein großer Vorteil von Innenpolgeneratoren besteht darin, dass hohe Induktionsspannungen und große Induktionsströme an den fest stehenden Induktionsspulen abgegriffen werden können. Auch Fahrraddynamos sind Innenpolmaschinen.

Das  $u$ - $t$ -Diagramm bei Aufg. 3 ist als ergänzende Information für Schüler gedacht. Eine Begründung für den Kurvenverlauf übersteigt in der Regel das Niveau für die Sekundarstufe I.

Name: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

## Der Transformator

1. Skizziere den Aufbau und erkläre die Wirkungsweise eines Transformators!

---

---

---

---

---

2. Untersuche experimentell bei einem unbelasteten Transformator den Zusammenhang zwischen den Spannungen und den Windungszahlen im Primär- und Sekundärstromkreis!

### Vorbereitung:

- a) Skizziere den Schaltplan!  
b) Ergänze den Kopf der Messwertetabelle!

### Durchführung:

- a) Baue die Experimentieranordnung entsprechend dem Schaltplan auf!  
b) Miss die Spannungen für verschiedene Kombinationen von Windungszahlen! Wähle als Primärspannung ca. 4 V. Trage die Ergebnisse in die Messwertetabelle ein!  
c) Wiederhole deine Messungen mit einer kleineren Primärspannung!

### Auswertung:

Messwerte

Messung Nr.	$N_1$		$U_1$ in V		$N_1 : N_2$	$U_1 : U_2$
1						
2						
3						
4						
5						

- a) Bilde für jede Messung die Quotienten  $N_1 : N_2$  und  $U_1 : U_2$ !  
b) Vergleiche die Quotienten! Formuliere das Ergebnis des Vergleichs!

---

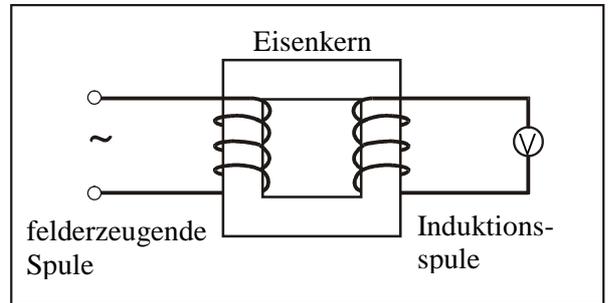
---

**Lösungen:**

## Der Transformator

1. Skizziere den Aufbau und erkläre die Wirkungsweise eines Transformators!

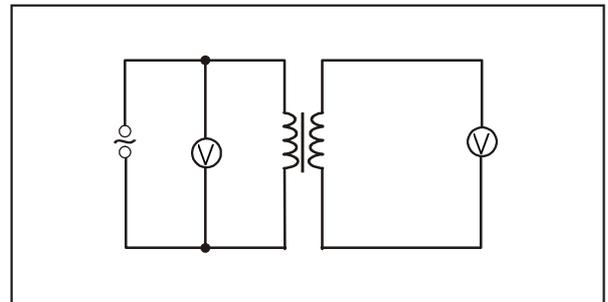
*Um die felderzeugende Spule entsteht ein Magnetfeld, das durch den Eisenkern auch die Induktionsspule umfasst. Durch die Magnetfeldänderung entsteht in der Induktionsspule eine Spannung.*



2. Untersuche experimentell bei einem unbelasteten Transformator den Zusammenhang zwischen den Spannungen und den Windungszahlen im Primär- und Sekundärstromkreis!

**Vorbereitung:**

- a) Skizziere den Schaltplan!  
 b) Ergänze den Kopf der Messwertetabelle!



**Durchführung:**

- a) Baue die Experimentieranordnung entsprechend dem Schaltplan auf!  
 b) Miss die Spannungen für verschiedene Kombinationen von Windungszahlen! Wähle als Primärspannung ca. 4 V. Trage die Ergebnisse in die Messwertetabelle ein!  
 c) Wiederhole deine Messungen mit einer kleineren Primärspannung!

**Auswertung:**

Messwerte

Messung Nr.	$N_1$	$N_2$	$U_1$ in V	$U_2$ in V	$N_1 : N_2$	$U_1 : U_2$
1						
2						
3						
4						
5						

- a) Bilde für jede Messung die Quotienten  $N_1 : N_2$  und  $U_1 : U_2$ !  
 b) Vergleiche die Quotienten! Formuliere das Ergebnis des Vergleichs!

*$N_1/N_2$  ist etwa gleich  $U_1/U_2$ . Es könnten gelten:*

*$N_1/N_2 = U_1/U_2$ .*

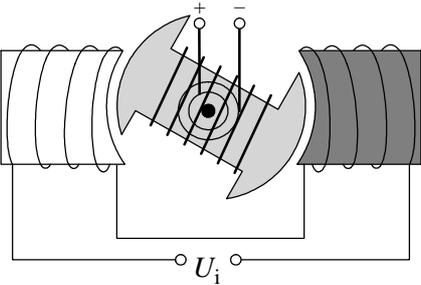
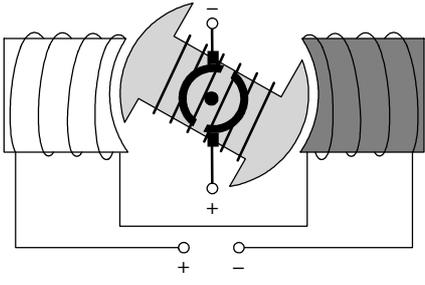
**Hinweise:**

Bei Aufg. 1 kann die doppelte Funktion des Eisenkerns besonders hervorgehoben werden: Erstens dient er der Verstärkung des Magnetfeldes der felderzeugenden Spule. Zweitens besteht seine Aufgabe darin, dieses Magnetfeld auch zur Induktionsspule „zu leiten“.

Bei der experimentellen Aufg. 2 bietet es sich an, die Schülergruppen mit unterschiedlichen Kombinationen von Windungszahlen und unterschiedlichen Spannungen arbeiten zu lassen, um für Verallgemeinerungen eine möglichst breite empirische Basis zu gewinnen. Das ist vor allem dann sinnvoll, wenn das Experiment genutzt wird, um die Zusammenhänge zwischen Windungszahlen und Spannungen zu untersuchen.

## Generator und Gleichstrommotor

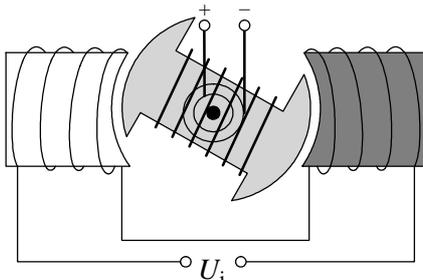
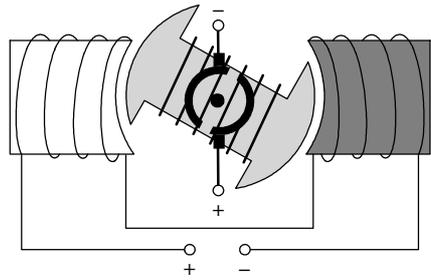
Ein Generator und ein Gleichstrommotor sind ähnlich aufgebaut, unterscheiden sich aber in ihrer Wirkungsweise. Ergänze die Übersicht!

	Generator	Gleichstrommotor
Aufbau	 <p style="text-align: center;">Die wichtigsten Teile sind:</p>	 <p style="text-align: center;">Die wichtigsten Teile sind:</p>
Wirkungsweise	<p>Rotor (Elektromagnet) wird zwischen fest stehenden Induktionsspulen gedreht.</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>In den Induktionsspulen (Stator) wird eine Spannung induziert.</p>	<p>An die Statorspulen wird eine Spannung angelegt.</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Der Anker (Rotor) dreht sich.</p>
Energieumwandlungen		

**Lösungen:**

## Generator und Gleichstrommotor

Ein Generator und ein Gleichstrommotor sind ähnlich aufgebaut, unterscheiden sich aber in ihrer Wirkungsweise. Ergänze die Übersicht!

	Generator	Gleichstrommotor
Aufbau	 <p>Die wichtigsten Teile sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Rotierender Elektromagnet (Rotor)</i></li> <li>– <i>fest stehende Induktionsspulen (Stator)</i></li> </ul>	 <p>Die wichtigsten Teile sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Rotierender Elektromagnet (Anker)</i></li> <li>– <i>ruhender Magnet (Feldmagnet, Stator)</i></li> </ul>
Wirkungsweise	<p>Rotor (Elektromagnet) wird zwischen fest stehenden Induktionsspulen gedreht.</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p><i>Damit ändert sich das von den Induktionsspulen umfasste Magnetfeld.</i></p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>In den Induktionsspulen (Stator) wird eine Spannung induziert.</p>	<p>An die Statorspulen wird eine Spannung angelegt.</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p><i>Damit wirken zwischen Anker und Stator anziehende bzw. abstoßende Kräfte.</i></p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Der Anker (Rotor) dreht sich.</p>
Energieumwandlungen	<p><i>Es wird mechanische Energie in elektrische Energie umgewandelt:</i></p> <p style="text-align: center;"><math>E_{mech} \longrightarrow E_{el}</math></p>	<p><i>Es wird elektrische Energie in mechanische Energie umgewandelt:</i></p> <p style="text-align: center;"><math>E_{el} \longrightarrow E_{mech}</math></p>

**Hinweise:**

Es geht bei dem Vergleich zwischen Generator und Motor nicht um irgendwelche technischen Details, sondern um das Erfassen der prinzipiellen Gleichheit ihres Aufbaus und um die Analogien bei der Wirkungsweise: Durch Umkehr von Ursache und Wirkung kommt man von Generator zum Motor und umgekehrt.

Das Arbeitsblatt eignet sich besonders zur Systematisierung nach der Behandlung von Generator und Motor.

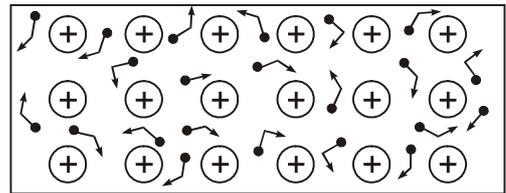


**Lösungen:**

## Elektrische Leitungsvorgänge in Metallen

1. Beschreibe den Aufbau eines metallischen Leiters!

*Ein metallischer Leiter besteht aus positiv geladenen Metall-Ionen und frei beweglichen Elektronen.*



2. Der Leiter wird mit einer elektrischen Quelle verbunden.

- a) Beschreibe die Vorgänge im Leiter!

*Im elektrischen Feld wirken auf die frei beweglichen Elektronen Kräfte. Sie bewirken eine gerichtete Bewegung der Elektronen.*

- b) Welche Energieumwandlungen gehen dabei vor sich?

*Es wird elektrische Energie in kinetische und thermische Energie umgewandelt.*

3. An einem metallischen Widerstand (Drahtwiderstand) wird die Stromstärke bei unterschiedlicher Spannung gemessen.

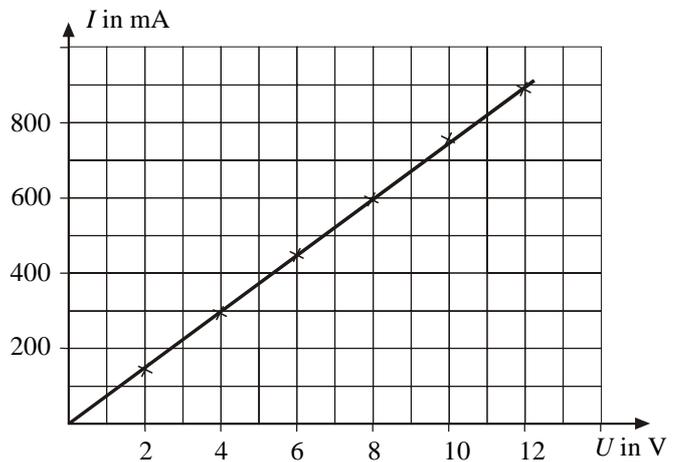
<i>U</i> in V	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0
<i>I</i> in mA	152	298	445	610	750	890

- a) Zeichne das *U-I*-Diagramm und interpretiere es!

*Je größer die Spannung ist, desto größer ist die Stromstärke. Es könnte gelten:*

$$I \sim U$$

- b) Wie groß ist der elektrische Widerstand des Drahtwiderstandes?



<p>Ges.: <math>R</math></p> <p>Geg.: <math>U = 12,0 \text{ V}</math></p> <p style="margin-left: 40px;"><math>I = 890 \text{ mA}</math></p>	<p>Lösung: <math>R = \frac{U}{I}</math></p> <p style="margin-left: 40px;"><math>R = \frac{12,0 \text{ V}}{0,89 \text{ A}} = 13,5 \Omega</math></p>
--	--

Wie verändert sich der elektrische Widerstand mit Erhöhung der Temperatur?  
Begründe! Nutze für die Antwort die Rückseite des Blattes!

**Hinweise:**

Die Antwort auf Aufg. 2 hängt von der Art der Behandlung ab. Bei Kenntnis des elektrischen Feldes kann die Antwort so lauten, wie sie im Lösungsblatt gegeben ist. Argumentiert werden kann auch mit dem Antrieb von Elektronen durch eine elektrische Quelle.

Aufg. 3 bezieht sich auf einen proportionalen Bereich von Spannung und Stromstärke, so wie man ihn z. B. bei einem Konstantendraht oder bei einem anderen metallischen Widerstand in kleinen Spannungsbereichen hat.

## Elektrische Leitungsvorgänge in Flüssigkeiten

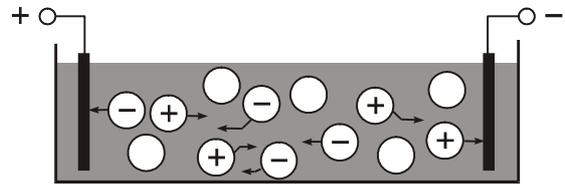
1. In der Skizze ist der elektrische Leitungsvorgang in einer Flüssigkeit dargestellt.

- a) Benenne die gezeichneten Teilchen!
- b) Beschreibe den Leitungsvorgang in einer Flüssigkeit!

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



○ \_\_\_\_\_

⊕ ⊖ \_\_\_\_\_

2. Untersuche experimentell, ob für eine Kochsalzlösung das ohmsche Gesetz gilt!

**Vorbereitung:**

- a) Wie lautet das ohmsche Gesetz?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

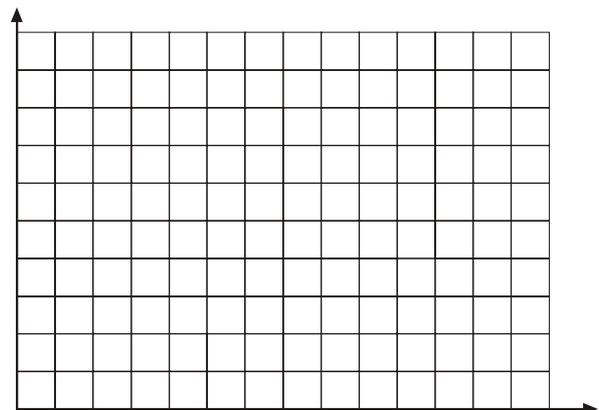
- b) Skizziere eine Experimentieranordnung!

**Durchführung:**

Miss die Stromstärke bei unterschiedlicher Spannung! Führe mindestens 5 Messungen durch!

**Auswertung:**

$U$ in V	$I$ in mA



Zeichne das  $U$ - $I$ -Diagramm! Gilt das ohmsche Gesetz?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

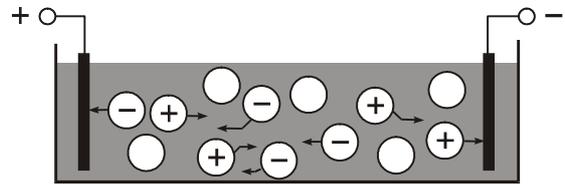
**Lösungen:**

## Elektrische Leitungsvorgänge in Flüssigkeiten

1. In der Skizze ist der elektrische Leitungsvorgang in einer Flüssigkeit dargestellt.

- a) Benenne die gezeichneten Teilchen!
- b) Beschreibe den Leitungsvorgang in einer Flüssigkeit!

*Bei Anschluss einer elektrischen Quelle bewegen sich die positiv und negativ geladenen Ionen gerichtet.*



2. Untersuche experimentell, ob für eine Kochsalzlösung das ohmsche Gesetz gilt!

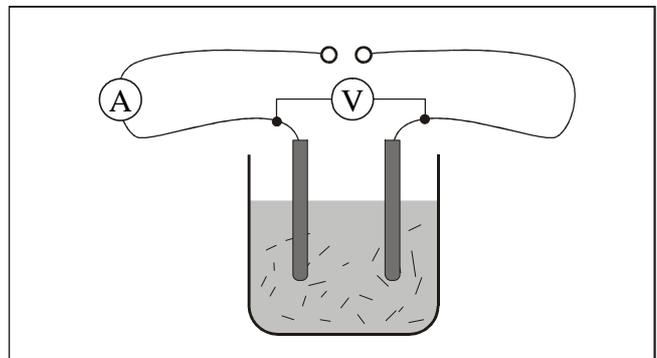
**Vorbereitung:**

a) Wie lautet das ohmsche Gesetz?

*Bei  $\vartheta = \text{konstant}$  gilt:*

$$I \sim U$$

b) Skizziere eine Experimentieranordnung!

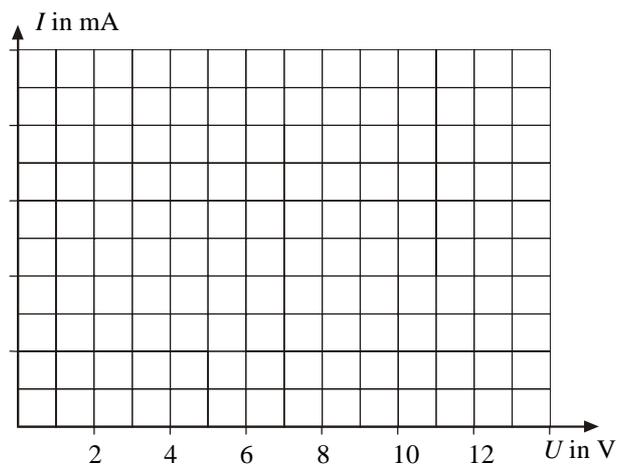


**Durchführung:**

Miss die Stromstärke bei unterschiedlicher Spannung! Führe mindestens 5 Messungen durch!

**Auswertung:**

$U$ in V	$I$ in mA



Zeichne das  $U$ - $I$ -Diagramm! Gilt das ohmsche Gesetz?

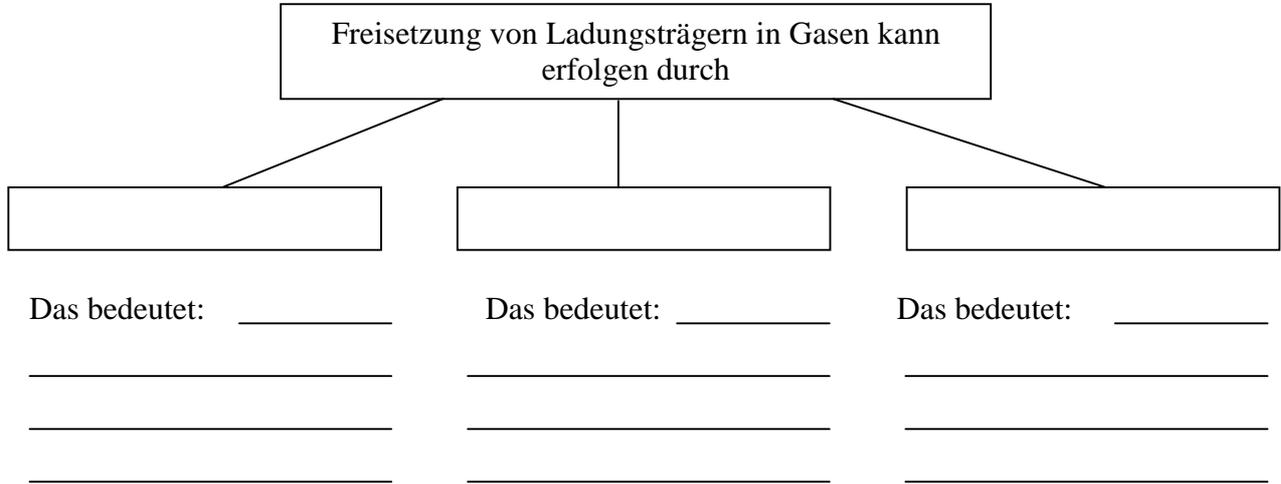
*Unter den gegebenen Bedingungen gilt näherungsweise das ohmsche Gesetz.*

**Hinweise:**

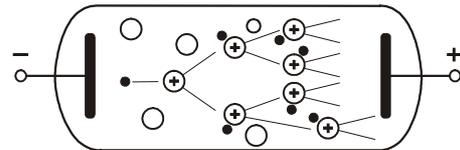
Bei der experimentellen Aufg. 2 sollte mit Spannungen bis ca. 10 V und zwei Elektroden aus demselben Material gearbeitet werden. Es genügt, in ein Becherglas einen Löffel Salz zu geben und gut umzurühren. Die Stromstärke hängt stark vom Salzgehalt des Wassers ab. Unter den genannten Bedingungen gilt das ohmsche Gesetz in guter Näherung.

## Elektrische Leitungsvorgänge in Gasen

1. Ergänze die folgende Übersicht zu Ladungsträgern in Gasen!



2. In der Skizze ist der elektrische Leitungsvorgang in einem Gas dargestellt.

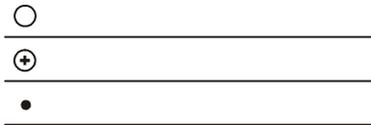


- a) Benenne die gekennzeichneten Teilchen!
- b) Beschreibe den elektrischen Leitungsvorgang in Gasen!

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



3. Leitungsvorgänge in Gasen werden z. B. bei Leuchtstofflampen genutzt.

- a) Beschreibe die Energieumwandlungen bei einer Leuchtstofflampe!

\_\_\_\_\_

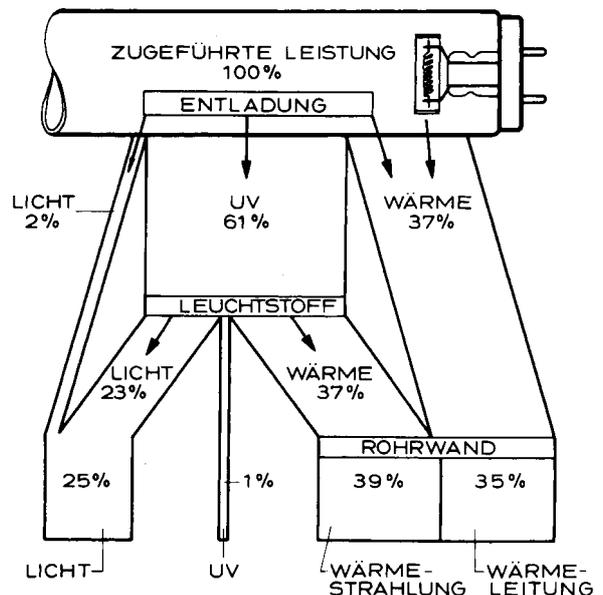
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- b) Wie groß ist der Wirkungsgrad?

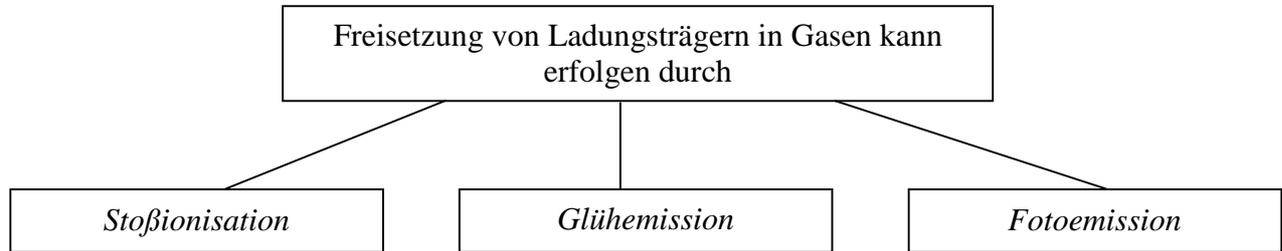
\_\_\_\_\_



**Lösungen:**

## Elektrische Leitungsvorgänge in Gasen

1. Ergänze die folgende Übersicht zu Ladungsträgern in Gasen!

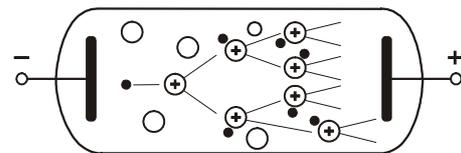


Das bedeutet: *Durch schnelle Elektronen werden Gas-moleküle in Elektronen und Ionen aufgespalten.*

Das bedeutet: *Aus glühenden Metalloberflächen treten Elektronen aus.*

Das bedeutet: *Aus mit Licht bestrahlten Oberflächen treten Elektronen aus.*

2. In der Skizze ist der elektrische Leitungsvorgang in einem Gas dargestellt.



- a) Benenne die gekennzeichneten Teilchen!
- b) Beschreibe den elektrischen Leitungsvorgang in Gasen!

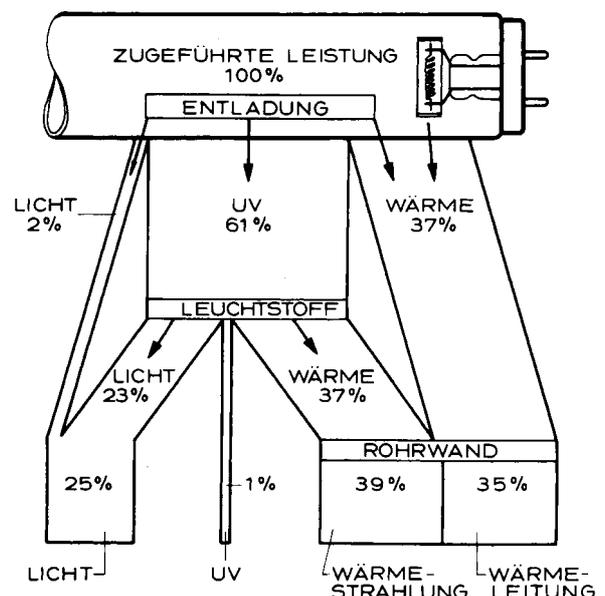
*Beim Anlegen einer Spannung bewegen sich die Elektronen und die Gasionen gerichtet. Es fließt ein Strom.*

- Gas-moleküle
- ⊕ Gas-ionen
- Elektronen

3. Leitungsvorgänge in Gasen werden z. B. bei Leuchtstofflampen genutzt.

- a) Beschreibe die Energieumwandlungen bei einer Leuchtstofflampe!  
*Es wird elektrische Energie zugeführt. Sie wird in thermische Energie (Wärme) und in Licht umgewandelt.*

- b) Wie groß ist der Wirkungsgrad?  
*Der Wirkungsgrad beträgt 25 %.*



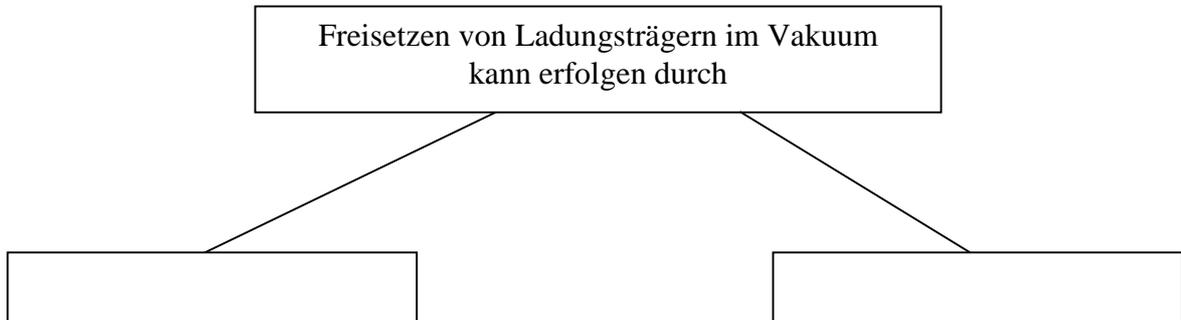
**Hinweise:**

Das Arbeitsblatt eignet sich zur Systematisierung und Festigung des Wissens zu elektrischen Leitungsvorgängen in Gasen.

Aufg. 3 lässt sich in unterschiedlicher Richtung ausbauen. So können z. B. Vergleiche mit herkömmlichen Glühlampen und mit anderen Gasentladungslampen vorgenommen werden. Es können auch die dargestellten Energieumwandlungen im Detail betrachtet werden.

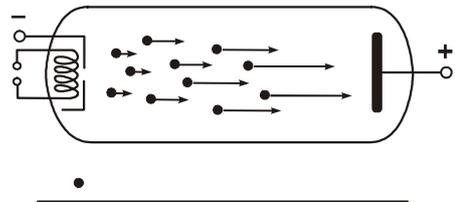
## Elektrische Leitungsvorgänge im Vakuum

1. Ergänze die folgende Übersicht zu Ladungsträgern im Vakuum!



2. In den Skizzen ist der elektrische Leitungsvorgang im Vakuum dargestellt.

- a) Benenne die gekennzeichneten Teilchen!
- b) Beschreibe den elektrischen Leitungsvorgang im Vakuum!




---



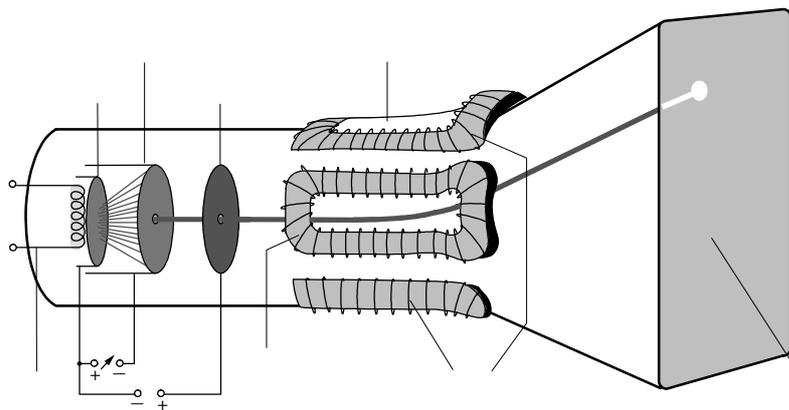
---



---

3. Elektrische Leitung im Vakuum wird z.B. bei Fernsehbildröhren angewendet.

- a) Benenne in der Skizze die wichtigsten Teile!

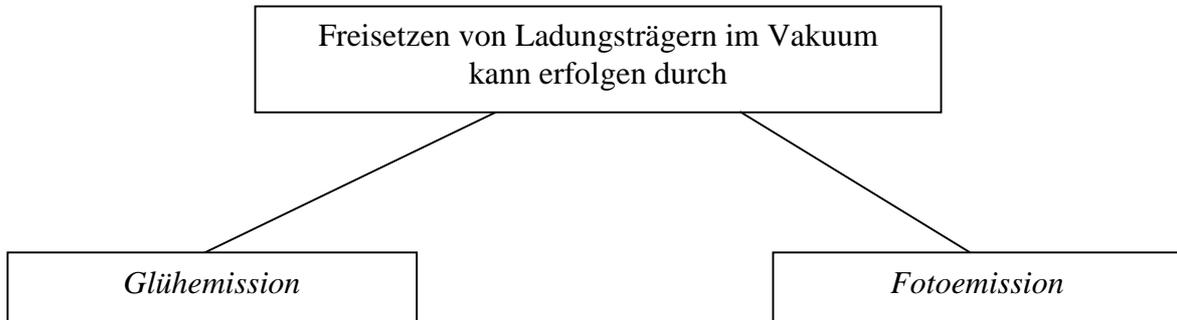


- b) Beschreibe die Wirkungsweise! Nutze dazu die Rückseite des Blattes!

**Lösungen:**

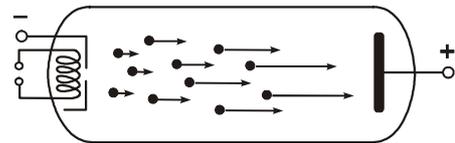
## Elektrische Leitungsvorgänge im Vakuum

1. Ergänze die folgende Übersicht zu Ladungsträgern im Vakuum!



2. In den Skizzen ist der elektrische Leitungsvorgang im Vakuum dargestellt.

- a) Benenne die gekennzeichneten Teilchen!
- b) Beschreibe den elektrischen Leitungsvorgang im Vakuum!

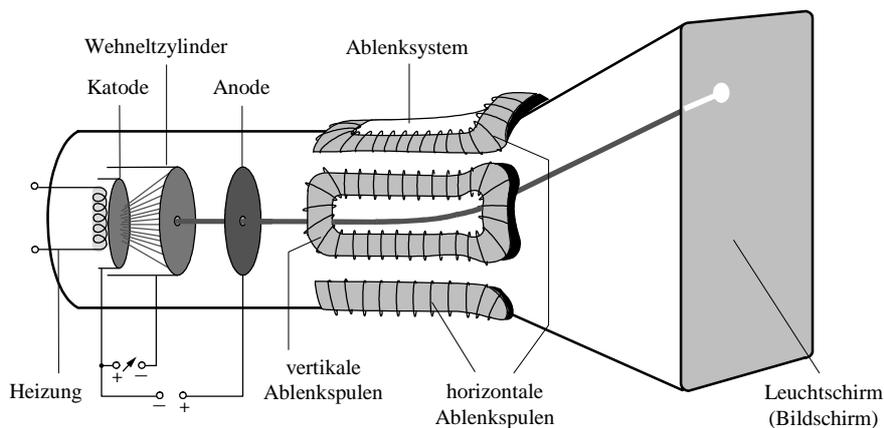


• Elektronen

*Bei Anliegen einer Spannung bewegen sich die Elektronen gerichtet. Ihre gerichtete Bewegung wird nicht behindert.*

3. Elektrische Leitung im Vakuum wird z.B. bei Fernsehbildröhren angewendet.

- a) Benenne in der Skizze die wichtigsten Teile!



- b) Beschreibe die Wirkungsweise! Nutze dazu die Rückseite des Blattes!

**Hinweise:**

Das Arbeitsblatt kann gut zur Systematisierung eingesetzt werden. Auf welchem Niveau die Beantwortung von Aufg. 3b vorgenommen wird, hängt stark von den Vorkenntnissen der Schüler ab, insbesondere davon, wie die Bewegung und Kräfte auf Ladungsträger in magnetischen Feldern behandelt worden sind.



## Lösungen:

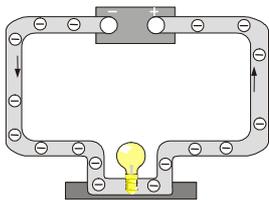
# Elektrische Leitungsvorgänge

1. Nenne die Voraussetzungen für einen elektrischen Leitungsvorgang!

- *Vorhandensein von frei beweglichen Ladungsträgern*
- *Existenz eines elektrischen Feldes (einer elektrischen Quelle)*

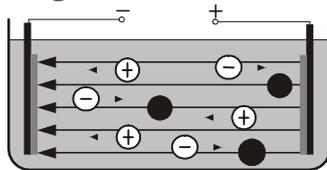
2. Ergänze die folgende Übersicht zu den Leitungsvorgängen in verschiedenen Medien so, wie es für Metalle dargestellt ist!

### Metalle:



- Durch Metallbindung sind bewegliche Elektronen vorhanden.
- Gerichtete Bewegung von Elektronen.
- Umwandlung elektrischer Energie in Wärme und Licht.

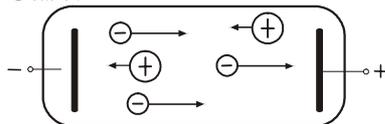
### Flüssigkeiten:



- ⊖ ⊕ Ionen
- Wassermoleküle

- *Durch Dissoziation sind Ionen vorhanden.*
- *Gerichtete Bewegung von positiv und negativ geladenen Ionen.*
- *Umwandlung von elektrischer Energie in chemische Energie und Wärme.*

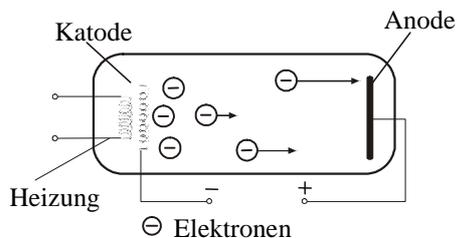
### Gase:



- ⊕ Ionen
- ⊖ Elektronen

- *Durch Ionisation sind Elektronen und Ionen, durch Emission Elektronen vorhanden.*
- *Gerichtete Bewegung von Ionen und Elektronen.*
- *Umwandlung elektrischer Energie in Licht und Wärme.*

### Vakuum:



- ⊖ Elektronen

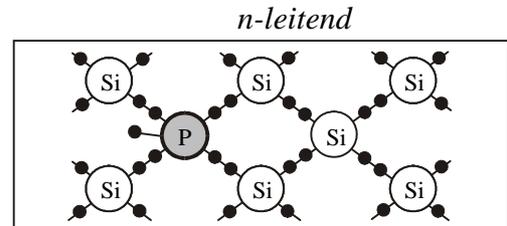
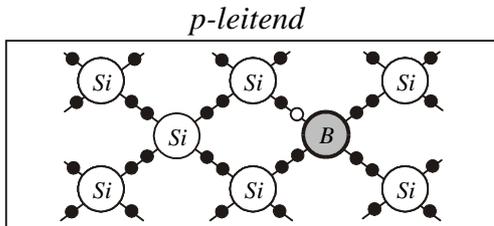
- *Durch Glühemission oder Fotoemission sind Elektronen vorhanden.*
- *Gerichtete Bewegung von Elektronen.*
- *Umwandlung elektrischer Energie in Licht und Wärme.*

**Hinweise:**

Das Arbeitsblatt eignet sich für eine Gesamtzusammenfassung zu den elektrischen Leitungsvorgängen. Aufg. 2 kann in weiten Grenzen variiert werden, indem man mehr oder weniger Vorgaben macht. Ergänzt werden könnten jeweils noch typische Anwendungen zu den einzelnen Leitungsvorgängen.

## Elektrische Leitungsvorgänge in Halbleitern

1. Viele elektronische Bauteile bestehen aus p-leitendem und n-leitendem Material. Die Skizzen zeigen den Aufbau. Beschreibe den Leitungsvorgang in p-leitendem und n-leitendem Halbleitermaterial!




---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

2. Für einen Heißleiter, der als Messfühler für ein Thermometer genutzt werden soll, wurden bei  $U = 1,5 \text{ V}$  folgende Werte aufgenommen:

$\vartheta$ in $^{\circ}\text{C}$	-20	-10	0	10	20	30	40
$I$ in mA	0,2	0,4	0,8	1,5	2,2	3,7	5,8

- a) Zeichne das  $I$ - $\vartheta$ -Diagramm für diesen Heißleiter!  
 b) Erkläre den Kurvenverlauf!

---

---

---

---

---

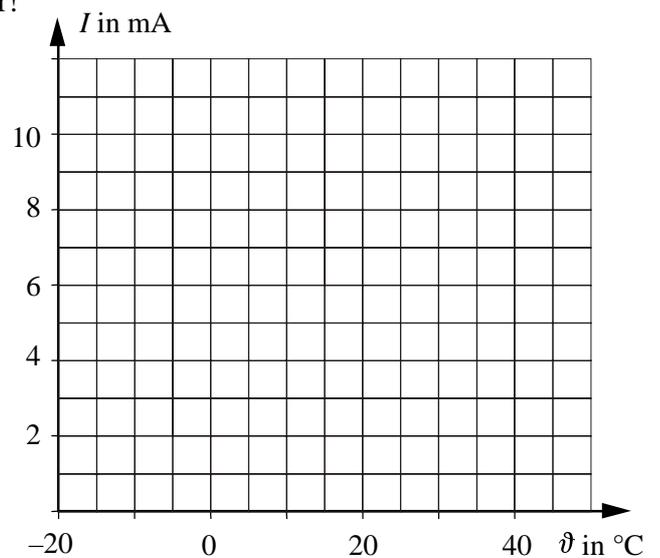
---

---

---

---

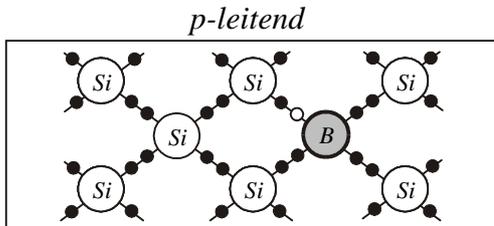
---



**Lösungen:**

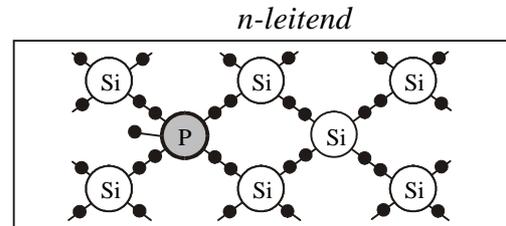
## Elektrische Leitungsvorgänge in Halbleitern

1. Viele elektronische Bauteile bestehen aus p-leitendem und n-leitendem Material. Die Skizzen zeigen den Aufbau. Beschreibe den Leitungsvorgang in p-leitendem und n-leitendem Halbleitermaterial!



*Im p-leitenden Material sind Löcher vorhanden. Diese Löcher verhalten sich wie positive Ladungsträger.*

*Beim Vorhandensein einer elektrischen Spannung bewegen sich die Löcher gerichtet.*



*Im n-leitenden Material sind frei bewegliche Elektronen vorhanden.*

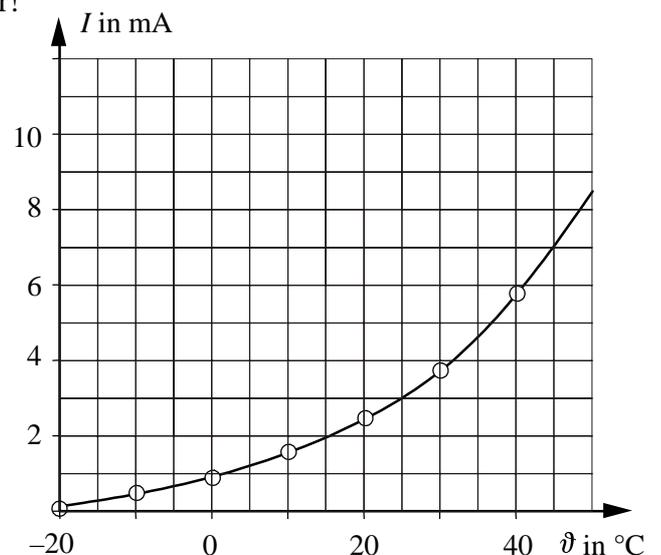
*Beim Vorhandensein einer elektrischen Spannung bewegen sich die Elektronen gerichtet.*

2. Für einen Heißleiter, der als Messfühler für ein Thermometer genutzt werden soll, wurden bei  $U = 1,5 \text{ V}$  folgende Werte aufgenommen:

$\vartheta$ in $^{\circ}\text{C}$	-20	-10	0	10	20	30	40
$I$ in mA	0,2	0,4	0,8	1,5	2,2	3,7	5,8

- a) Zeichne das  $I$ - $\vartheta$ -Diagramm für diesen Heißleiter!  
 b) Erkläre den Kurvenverlauf!

*Mit Erhöhung der Temperatur treten zwei Effekte auf: Aufgrund der heftigeren Teilchenbewegung vergrößert sich der Widerstand. Zugleich wächst die Anzahl der frei beweglichen Ladungsträger, wobei der zweite Effekt überwiegt. Deshalb wächst die Stromstärke mit Erhöhung der Temperatur an.*



**Hinweise:**

Bei Aufg. 1 geht es um eine elementare Beschreibung des elektrischen Leitungsvorganges in p- bzw. n-Leitern.

Bei Aufg. 2 sollten die Schüler erfassen, dass zwei gegenläufige Einflüsse wirken, aber einer der beiden Einflüsse (größere Ladungsträgerzahl und damit stärkerer Strom bei gleicher Spannung) überwiegt. Zu beachten ist bei der Erklärung, dass bei einem Heißeiter die Störstellenleitung entscheidend ist und wie bei vielen anderen Halbleitern die Eigenleitung vernachlässigt werden kann.

## Die Halbleiterdiode

1. Beschreibe den Aufbau einer Halbleiterdiode und erläutere ihre prinzipielle Wirkungsweise!

---



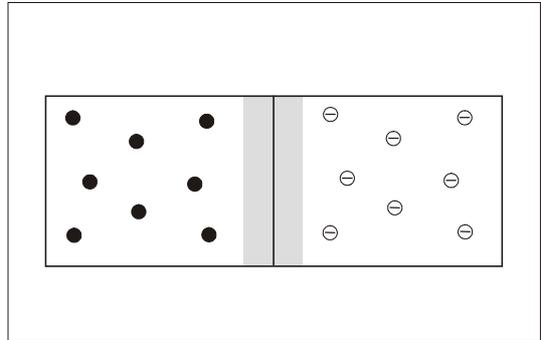
---



---



---



2. Im Diagramm ist die  $I$ - $U$ -Kennlinie einer Siliciumdiode dargestellt.

- a) Kennzeichne im Diagramm Durchlassrichtung und Sperrrichtung!  
 b) Interpretiere die Kennlinie!

---



---



---



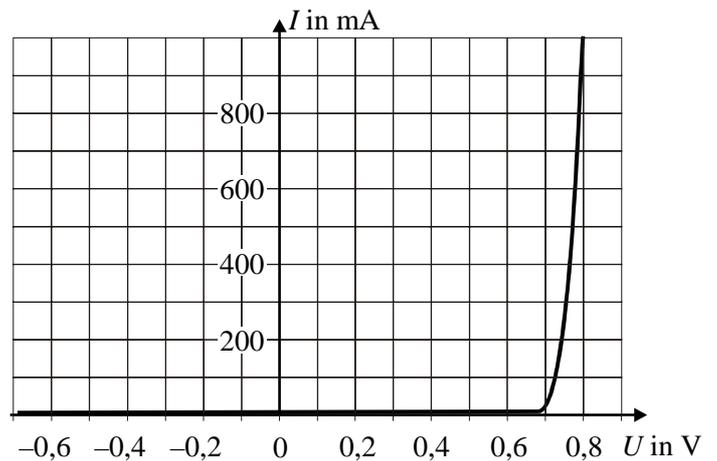
---



---



---



3. Der Schaltplan zeigt eine einfache Gleichrichterschaltung!

- a) Beschreibe ihre Wirkungsweise!

---



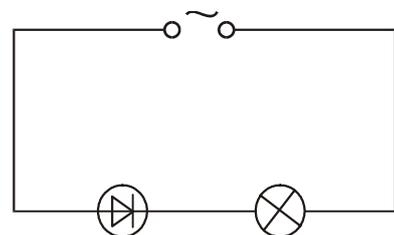
---



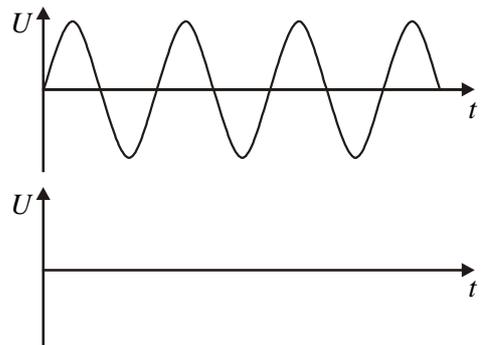
---



---



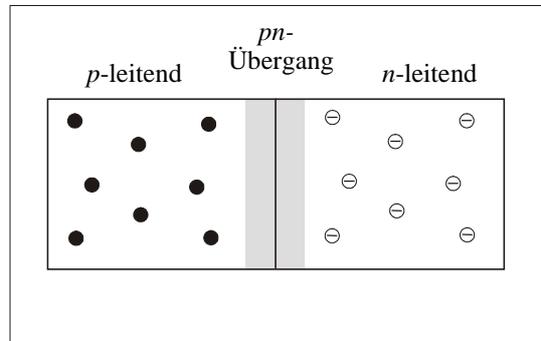
- b) Zeichne das  $U$ - $t$ -Diagramm für den Spannungsverlauf an der Glühlampe!



**Lösungen:**

## Die Halbleiterdiode

1. Beschreibe den Aufbau einer Halbleiterdiode und erläutere ihre prinzipielle Wirkungsweise!



*Sperrrichtung (p-Leiter −, n-Leiter +):*

*Der pn-Übergang wird breiter, es fließt kein Strom.*

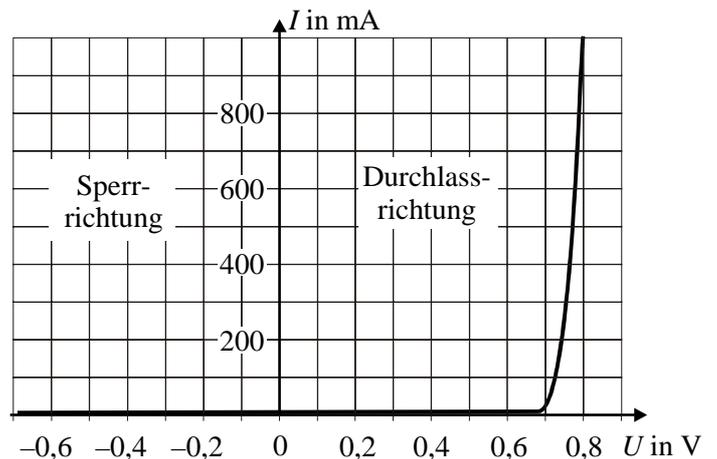
*Durchlassrichtung (p-Leiter +, n-Leiter −):*

*Der pn-Übergang wird mit Ladungsträgern überschwemmt. Es fließt Strom.*

2. Im Diagramm ist die  $I$ - $U$ -Kennlinie einer Siliciumdiode dargestellt.

- a) Kennzeichne im Diagramm Durchlassrichtung und Sperrrichtung!
- b) Interpretiere die Kennlinie!

*Bis zu einer Spannung von ca. 0,7 V fließt kein Strom. Ab dieser Spannung steigt die Stromstärke mit zunehmender Spannung stark an. Die Diode ist in Durchlassrichtung geschaltet.*

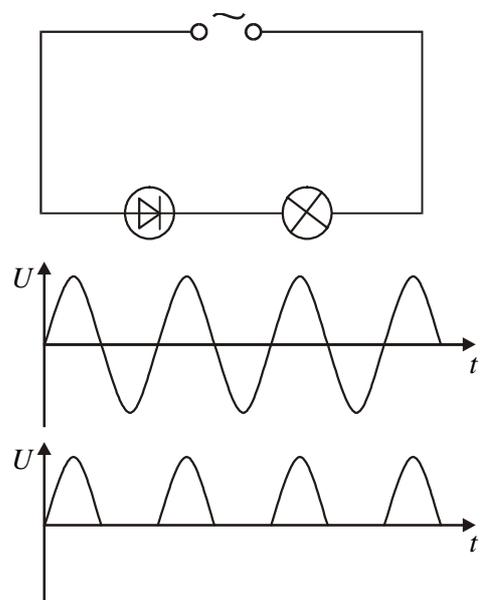


3. Der Schaltplan zeigt eine einfache Gleichrichterschaltung!

- a) Beschreibe ihre Wirkungsweise!

*An der Diode liegt Spannung unterschiedlicher Polarität. Der Strom wird aber nur in Durchlassrichtung hindurchgelassen.*

- b) Zeichne das  $U$ - $t$ -Diagramm für den Spannungsverlauf an der Glühlampe!



**Hinweise:**

Bei Aufg. 1 kann die Wirkungsweise auf sehr unterschiedlichem Niveau dargestellt werden. In der Lösung ist eine Variante auf einem relativ niedrigen, aber für Anwendungen ausreichendem Niveau dargestellt. Je nach Art der Behandlung könnte auch eine andere Antwort erwartet werden. Entsprechendes gilt auch für die Lösung von Aufg. 2.

## Der Transistor

1. Beschreibe den Aufbau eines npn-Transistors!

---



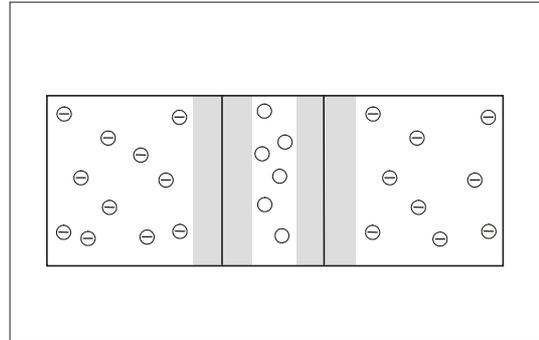
---



---



---



2. Erläutere anhand des Schaltplanes die Wirkungsweise eines Transistors!

---



---



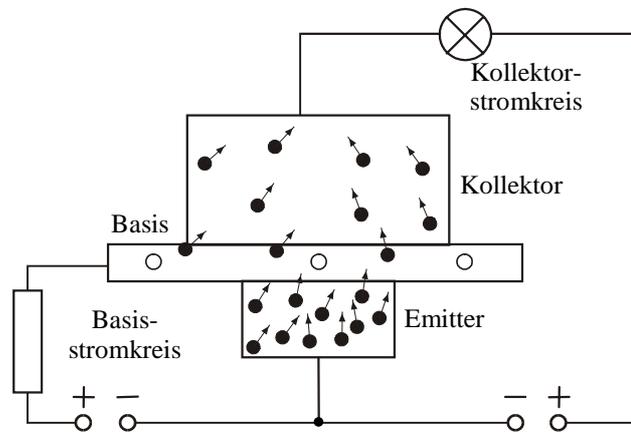
---



---



---



3. Bei einem npn-Transistor wurden Basisstromstärke und Kollektorstromstärke gemessen:

$I_B$ in mA	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$I_C$ in mA	0	24	52	73	100	126	149	176	215	224	250

a) Zeichne das  $I_C$ - $I_B$ -Diagramm und interpretiere es!

---



---



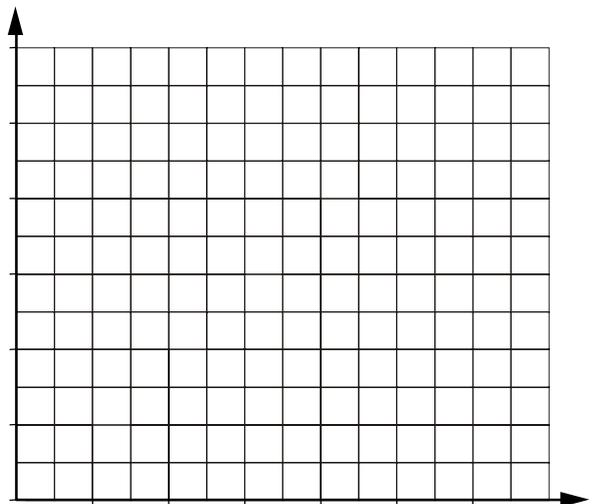
---



---



---

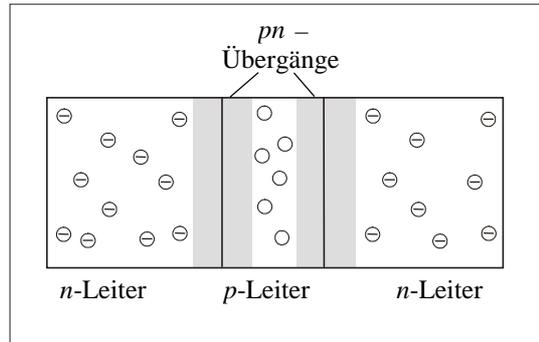


**Lösungen:**

## Der Transistor

1. Beschreibe den Aufbau eines npn-Transistors!

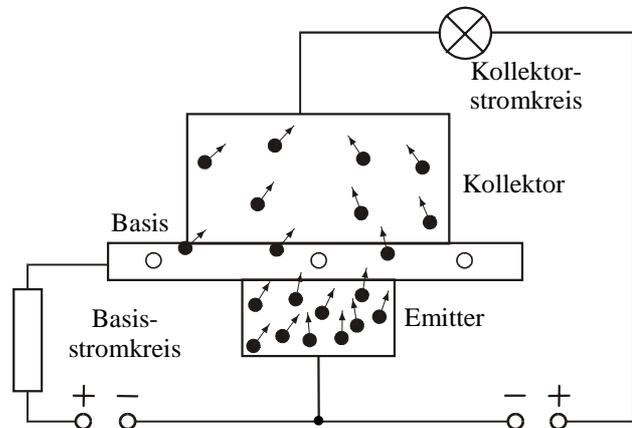
*Ein npn-Transistor besteht aus zwei n-leitenden und einem p-leitenden Material. Dazwischen befinden sich zwei pn-Übergänge.*



2. Erläutere anhand des Schaltplanes die Wirkungsweise eines Transistors!

*Der Basisstromkreis ist in Durchlassrichtung geschaltet. Aufgrund des Baues und der Spannungsverhältnisse geht der größte Teil der Elektronen zum Kollektorstromkreis.*

*Kleiner Basisstrom → großer Kollektorstrom.*



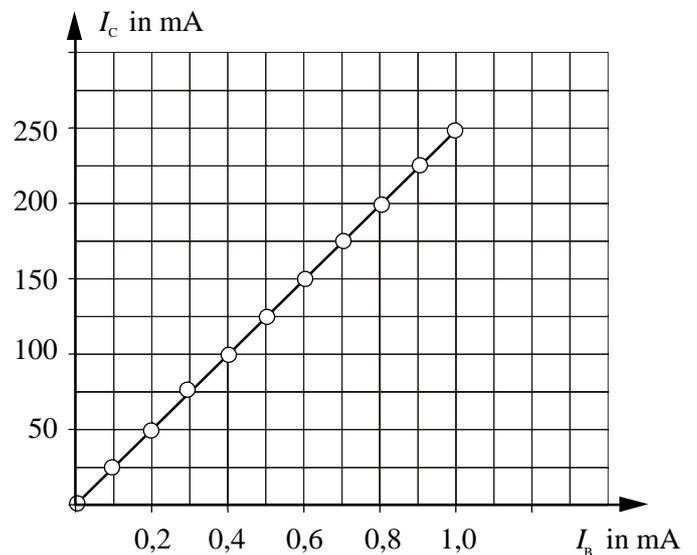
3. Bei einem npn-Transistor wurden Basisstromstärke und Kollektorstromstärke gemessen:

$I_B$ in mA	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$I_C$ in mA	0	24	52	73	100	126	149	176	215	224	250

a) Zeichne das  $I_C$ - $I_B$ -Diagramm und interpretiere es!

*Im Diagramm ist der Zusammenhang zwischen Basisstromstärke  $I_B$  und Kollektorstromstärke  $I_C$  dargestellt. Je größer  $I_B$  ist, desto größer ist  $I_C$ . Es könnte gelten:*

$$I_C \sim I_B$$



**Hinweise:**

Ähnlich wie bei der Halbleiterdiode können Aufbau (Aufg. 1) und Wirkungsweise (Aufg. 2) des Transistors auf sehr unterschiedlichem Niveau behandelt werden.

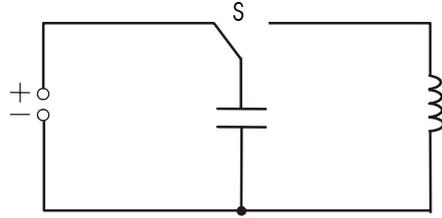
Dementsprechend können auch die Antworten anders sein als im Lösungsblatt.

Aufg. 1 kann dahingehend variiert werden, dass man die Skizze nicht vorgibt und den Aufbau skizzieren und beschreiben lässt.

Bei Aufg. 3 können die Zahlenwerte verändert werden. Statt vorgegebener Werte können z.B. auch Werte aus einem Demonstrationsexperiment verwendet werden.

## Geschlossener Schwingkreis

1. Ein Kondensator wird aufgeladen.  
Anschließend wird der Schalter S umgelegt, so dass der Kondensator mit der Spule verbunden ist.



- a) Markiere den Schwingkreis farbig!  
b) Beschreibe und erkläre die Vorgänge im Schwingkreis!

---

---

---

---

---

---

---

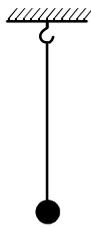
---

2. Vergleiche für eine vollständige Schwingung die Schwingungen eines Fadenpendels mit denen eines Schwingkreises! Ergänze die Skizzen und triff jeweils eine Aussage zu den Energien!



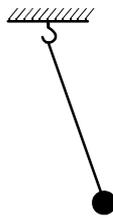
$$E_{\text{pot}} = \text{max.}$$

$$E_{\text{kin}} = 0$$



$$E_{\text{pot}} =$$

$$E_{\text{kin}} =$$



$$E_{\text{pot}} =$$

$$E_{\text{kin}} =$$



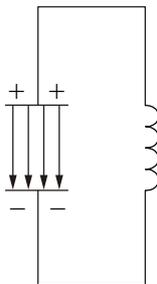
$$E_{\text{pot}} =$$

$$E_{\text{kin}} =$$



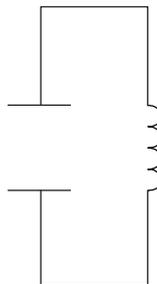
$$E_{\text{pot}} =$$

$$E_{\text{kin}} =$$



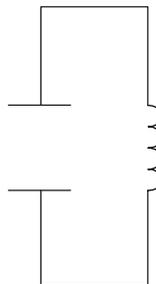
$$E_{\text{el}} =$$

$$E_{\text{mag}} =$$



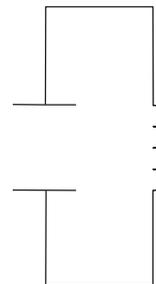
$$E_{\text{el}} =$$

$$E_{\text{mag}} =$$



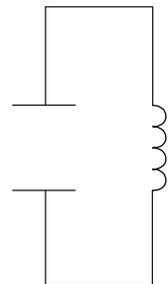
$$E_{\text{el}} =$$

$$E_{\text{mag}} =$$



$$E_{\text{el}} =$$

$$E_{\text{mag}} =$$



$$E_{\text{el}} =$$

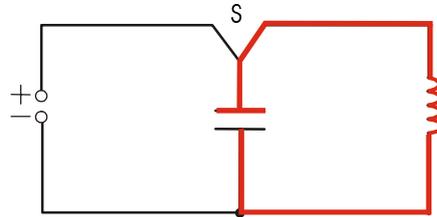
$$E_{\text{mag}} =$$

**Lösungen:**

## Geschlossener Schwingkreis

1. Ein Kondensator wird aufgeladen.  
Anschließend wird der Schalter S umgelegt, so dass der Kondensator mit der Spule verbunden ist.

  - a) Markiere den Schwingkreis farbig!
  - b) Beschreibe und erkläre die Vorgänge im Schwingkreis!



*Der aufgeladene Kondensator entlädt sich über die Spule, lädt sich mit umgekehrter Polung wieder auf usw.*

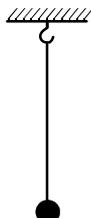
*Beim Entladen des Kondensators wird um die Spule ein Magnetfeld aufgebaut. Beim Abbau des Magnetfeldes wird in der Spule eine Spannung induziert, die einen Strom hervorruft, der nach dem lenzschen Gesetz seiner Ursache (der Verringerung der Stromstärke) entgegenwirkt.*

2. Vergleiche für eine vollständige Schwingung die Schwingungen eines Fadenpendels mit denen eines Schwingkreises! Ergänze die Skizzen und triff jeweils eine Aussage zu den Energien!



$$E_{\text{pot}} = \max.$$

$$E_{\text{kin}} = 0$$



$$E_{\text{pot}} = 0$$

$$E_{\text{kin}} = \max.$$



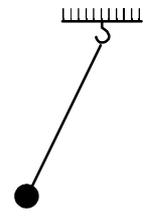
$$E_{\text{pot}} = \max.$$

$$E_{\text{kin}} = 0$$



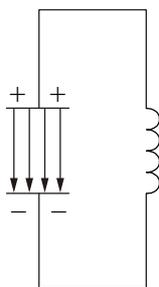
$$E_{\text{pot}} = 0$$

$$E_{\text{kin}} = \max.$$



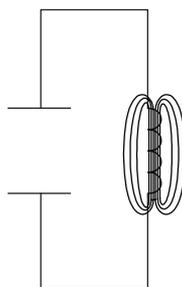
$$E_{\text{pot}} = \max.$$

$$E_{\text{kin}} = 0$$



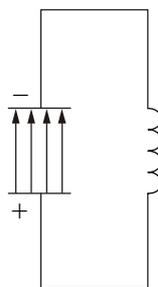
$$E_{\text{el}} = \max.$$

$$E_{\text{mag}} = 0$$



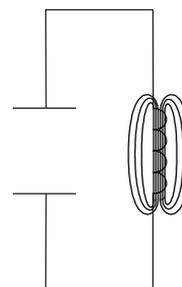
$$E_{\text{el}} = 0$$

$$E_{\text{mag}} = \max.$$



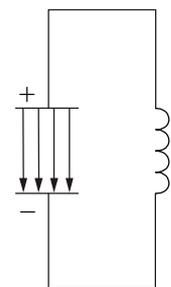
$$E_{\text{el}} = \max.$$

$$E_{\text{mag}} = 0$$



$$E_{\text{el}} = 0$$

$$E_{\text{mag}} = \max.$$



$$E_{\text{el}} = \max.$$

$$E_{\text{mag}} = 0$$

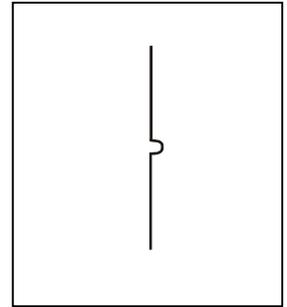
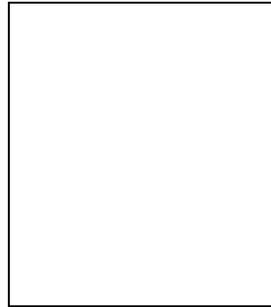
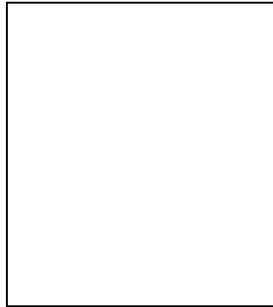
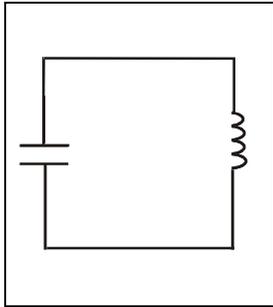
**Hinweise:**

Aufg. 1 zielt auf die Vorgänge in einem geschlossenen Schwingkreis. Auf Betrachtungen zur Umwandlung elektrischer Energie in thermische Energie kann verzichtet werden. Die Aufgabenstellung hält dies aber bewusst offen.

In Aufgabe 2 geht es um einen weitgehend formalen Vergleich der Energien bei mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen. Durch die Analogiebetrachtungen soll den Schülern deutlich werden, dass in einem Schwingkreis ständig Energieumwandlungen vor sich gehen und elektrische und magnetische Feldenergie zwischen 0 und Maximalwerten „hin- und herpendeln“. Auch in diesem Fall sollte man vereinfachend von ungedämpften Schwingungen ausgehen.

## Offener Schwingkreis

1. Die Skizzen zeigen den Übergang von einem geschlossenen zu einem offenen Schwingkreis. Ergänze die Skizzen!

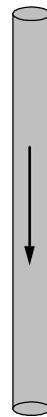
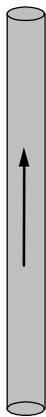


geschlossener Schwingkreis



offener Schwingkreis (Dipol)

2. Zeichne um einen offenen Schwingkreis (Dipol) für verschiedene aufeinander folgende Zustände die Feldlinien des elektrischen bzw. des magnetischen Feldes ein!



3. Welche Aussage kann man, ausgehend von der Lösung von Aufgabe 2, zur Richtung des elektrischen bzw. magnetischen Feldes im Vergleich zur Ausbreitungsrichtung dieser Felder machen?

---



---



---



---



---

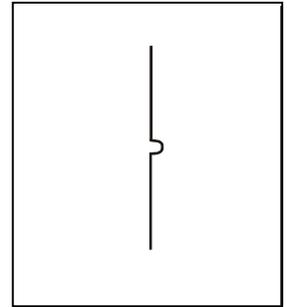
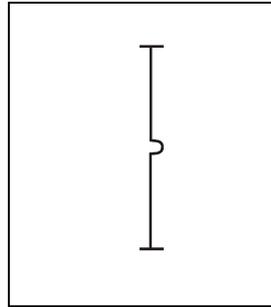
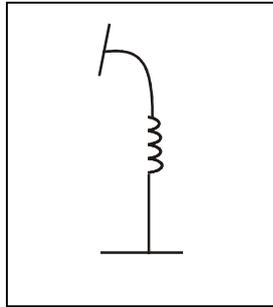
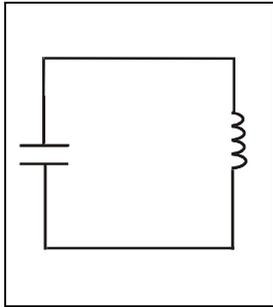


---

## Lösungen:

### Offener Schwingkreis

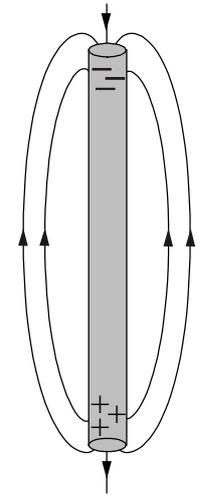
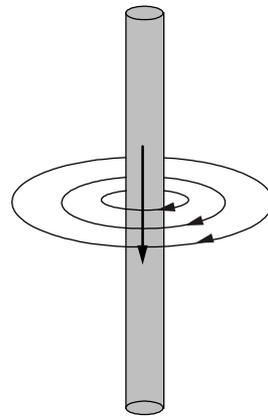
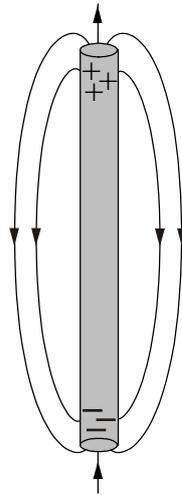
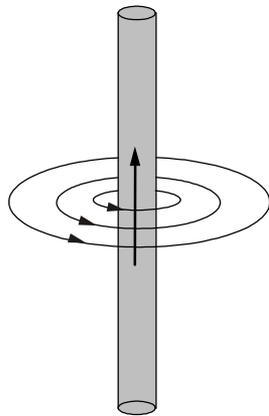
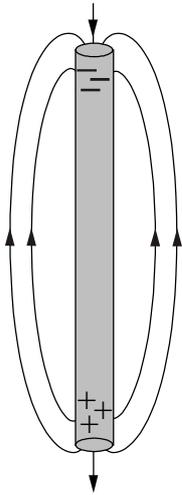
1. Die Skizzen zeigen den Übergang von einem geschlossenen zu einem offenen Schwingkreis. Ergänze die Skizzen!



geschlossener  
Schwingkreis

offener Schwingkreis  
(Dipol)

2. Zeichne um einen offenen Schwingkreis (Dipol) für verschiedene aufeinander folgende Zustände die Feldlinien des elektrischen bzw. des magnetischen Feldes ein!



3. Welche Aussage kann man, ausgehend von der Lösung von Aufgabe 2, zur Richtung des elektrischen bzw. magnetischen Feldes im Vergleich zur Ausbreitungsrichtung dieser Felder machen?

*Die Felder breiten sich senkrecht zur Richtung des elektrischen und des magnetischen Feldes aus.*

## **Hinweise:**

Die zeichnerischen Darstellungen zum Übergang geschlossener Schwingkreis – offener Schwingkreis können sehr unterschiedlich sein. Entscheidend ist, dass erkennbar bleibt: Ein offener Schwingkreis ist ein „aufgebogener“ geschlossener Schwingkreis.

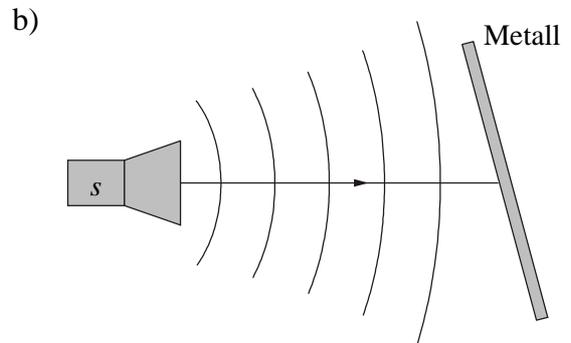
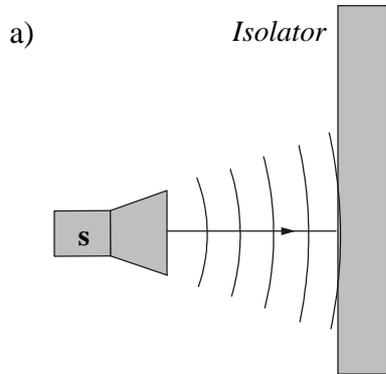
Mit Aufg. 2 sollen zwei Zusammenhänge verdeutlicht und gefestigt werden:

- Es ist abwechselnd ein elektrisches und ein magnetisches Feld vorhanden.
- Neben der Existenz der Felder ändert sich auch ständig ihre Richtung.

Aufg. 3 zielt auf den transversalen Charakter elektromagnetischer Wellen. Die Betrachtungen können durchgeführt werden, ohne dass der Begriff Welle oder Transversalwelle eingeführt sein muss.

## Elektromagnetische Wellen

1. Zeichne in die Skizzen den weiteren Verlauf der elektromagnetischen Wellen ein! Begründe!




---



---



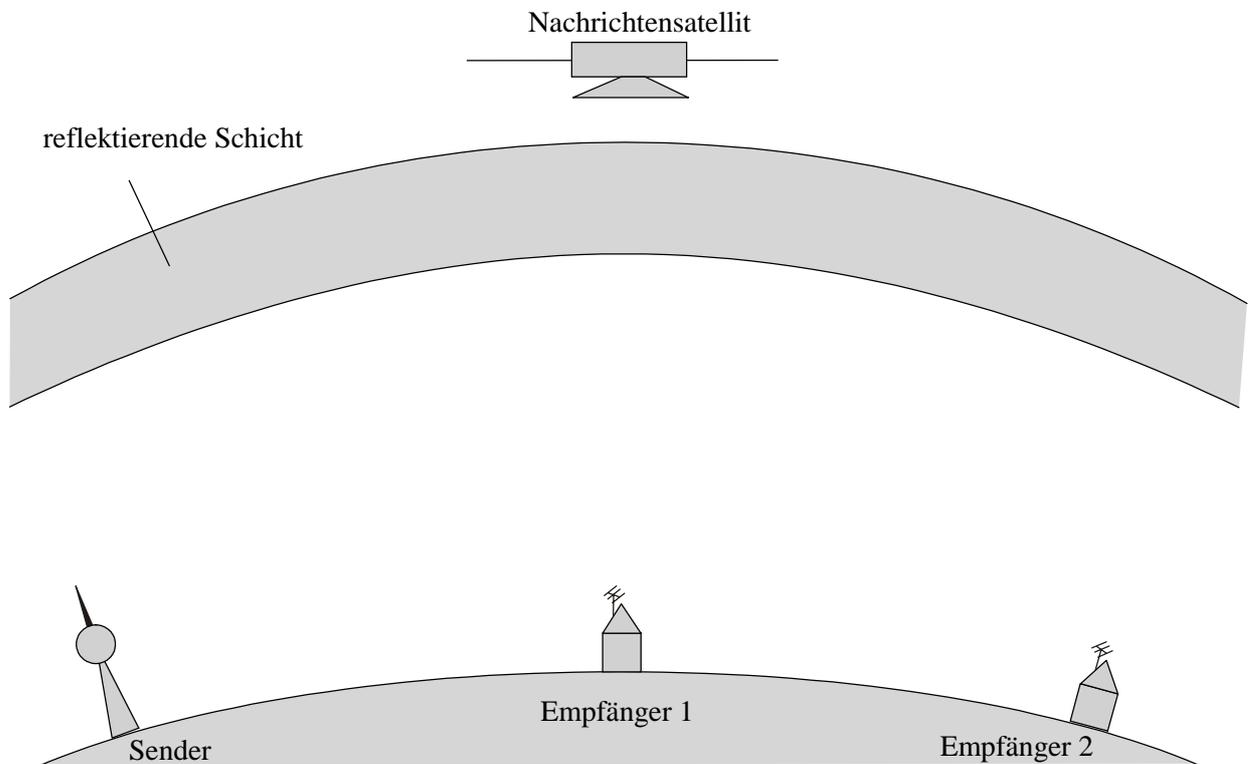
---



---

2. Kurzwellen (KW) werden an leitenden Schichten der Atmosphäre reflektiert. Ultrakurzwellen (UKW) dagegen nicht.

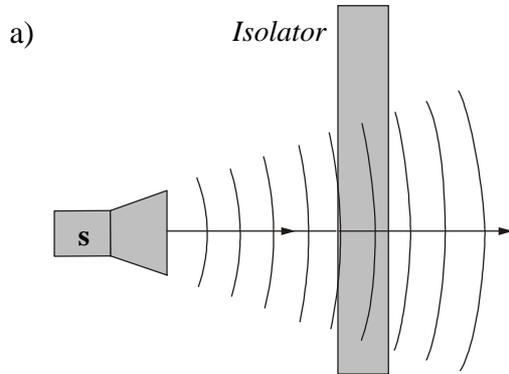
Zeichne mögliche Wege dieser beiden Arten elektromagnetischer Wellen vom Sender zu den Empfängern mit unterschiedlichen Farben in die Skizze ein!



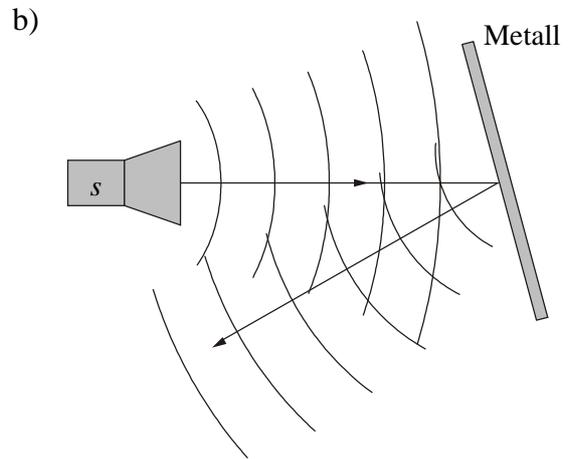
**Lösungen:**

## Elektromagnetische Wellen

1. Zeichne in die Skizzen den weiteren Verlauf der elektromagnetischen Wellen ein! Begründe!



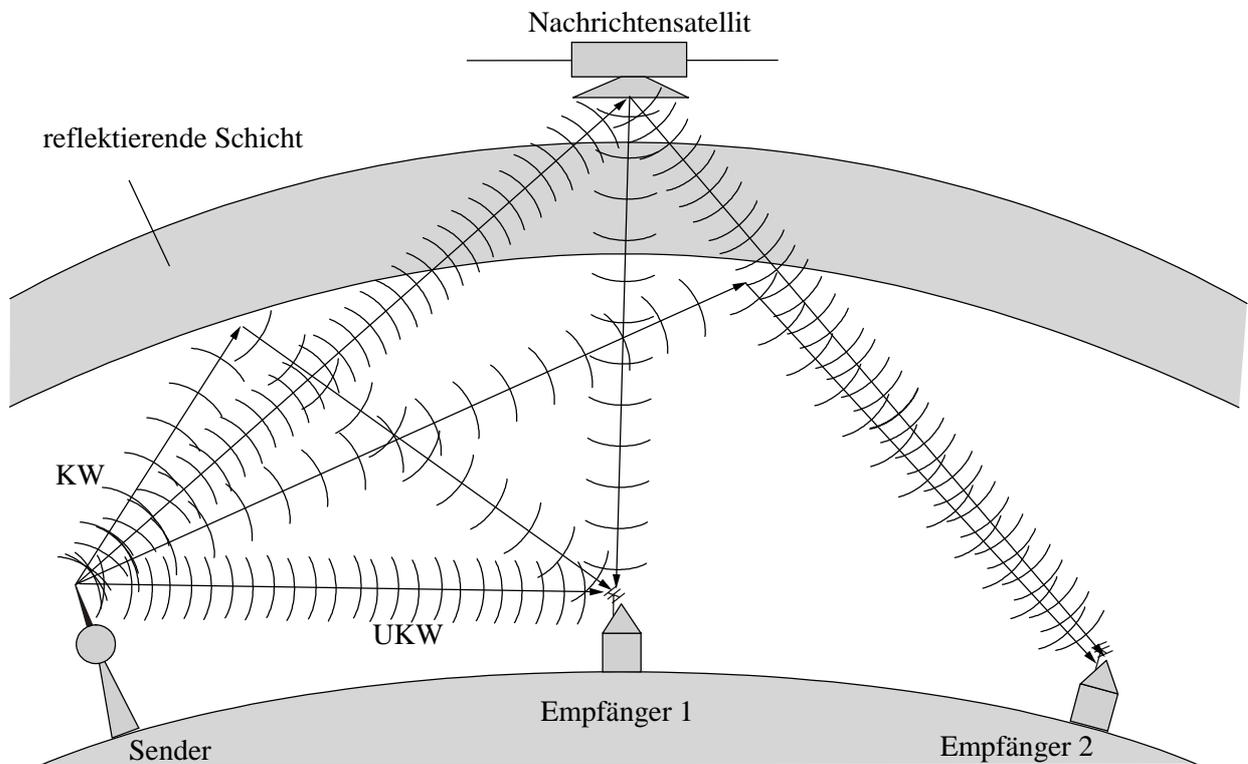
*Von Isolatoren werden elektromagnetische Wellen hindurchgelassen.*



*An Leitern werden elektromagnetische Wellen reflektiert.*

2. Kurzwellen (KW) werden an leitenden Schichten der Atmosphäre reflektiert. Ultrakurzwellen (UKW) dagegen nicht.

Zeichne mögliche Wege dieser beiden Arten elektromagnetischer Wellen vom Sender zu den Empfängern mit unterschiedlichen Farben in die Skizze ein!



## **Hinweise:**

Im Mittelpunkt des Arbeitsblattes stehen Eigenschaften elektromagnetischer Wellen, die vor allem bei ihrer Nutzung in der Nachrichtentechnik von Bedeutung sind.

Eine Ausweitung der Aufgaben kann in unterschiedlicher Richtung erfolgen:

– Aufgabe 2 lässt sich koppeln mit Erkundungsaufgaben in folgender Richtung:

- a) Welche Arten elektromagnetischer Wellen werden noch in der Rundfunk- und Fernsehtechnik verwendet?
- b) Wie breiten sich diese Arten von Wellen aus?

– Welche Arten elektromagnetischer Wellen verwendet man zur Verbindung mit Raumfähren oder Raumstationen? Warum?

## Sendung und Empfang hertzischer Wellen

1. Der Schaltplan zeigt den Aufbau eines einfachen Rundfunkempfängers.

- a) Benenne am Schaltplan die wichtigsten Teile!
- b) Erläutere die Wirkungsweise eines solchen Empfängers!

---

---

---

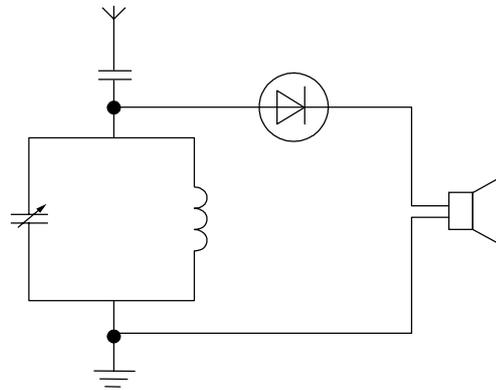
---

---

---

---

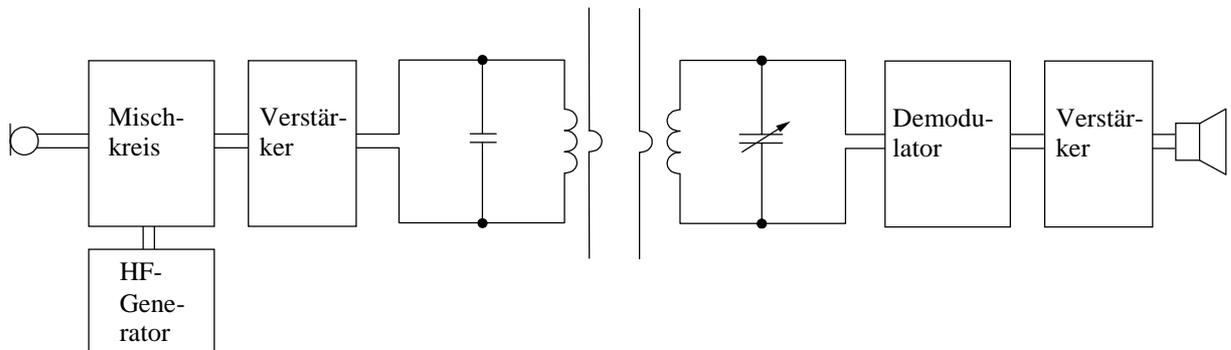
---



2. Die Skizze zeigt ein Blockschaltbild von Sender und Empfänger!  
Erläutere anhand der Skizze die Wirkungsweise!

*Sender*

*Empfänger*




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

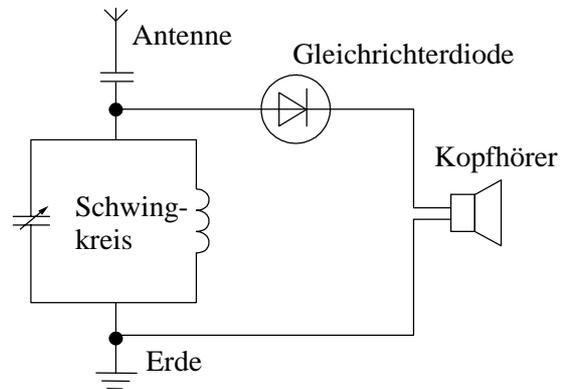
## Lösungen:

# Sendung und Empfang hertzischer Wellen

1. Der Schaltplan zeigt den Aufbau eines einfachen Rundfunkempfängers.

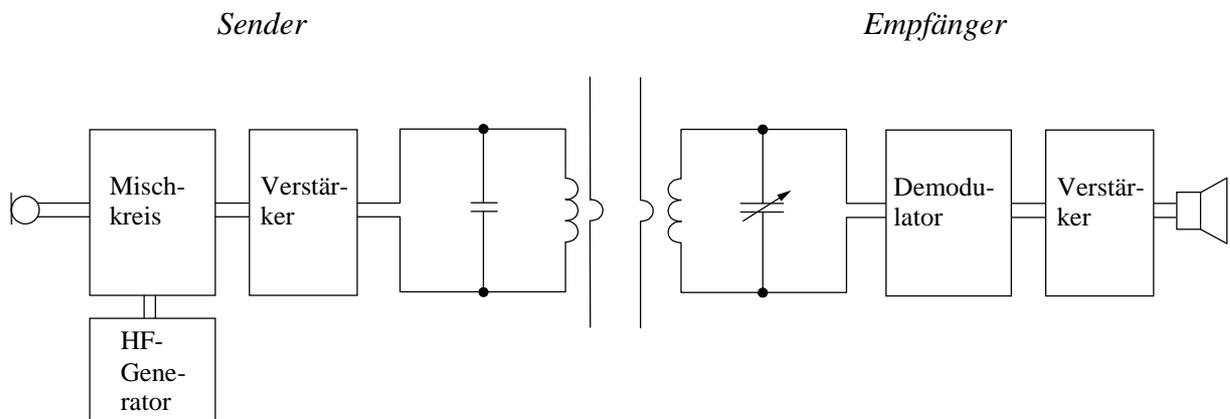
- Benenne am Schaltplan die wichtigsten Teile!
- Erläutere die Wirkungsweise eines solchen Empfängers!

*Über die Antenne werden elektromagnetische Wellen aufgenommen. Durch Resonanz ist die Amplitude der Schwingungen im Schwingkreis bei einer bestimmten Frequenz am größten. Durch die Diode erfolgt eine Gleichrichtung, durch den Kopfhörer die Umwandlung in Schall.*



2. Die Skizze zeigt ein Blockschaltbild von Sender und Empfänger!

Erläutere anhand der Skizze die Wirkungsweise!



*Im Sender werden in einem Mischkreis die tonfrequenten Schwingungen auf die im HF-Generator erzeugten hochfrequenten Schwingungen aufgeprägt, verstärkt und über einen Sendedipol abgestrahlt.*

*Über eine Antenne werden die elektromagnetischen Wellen empfangen, durch Resonanz bestimmte Frequenzen herausgefiltert, die niederfrequenten Schwingungen von den hochfrequenten getrennt, verstärkt und hörbar gemacht.*

**Hinweise:**

Es geht bei beiden Aufgaben nicht um technische Einzelheiten, sondern um die prinzipielle Wirkungsweise eines Empfängers bzw. eines Senders und Empfängers.

Wenn eine ausführliche Antwort erwartet wird, dann sollten die Schüler darauf orientiert werden, die Rückseite des Blattes mit zu nutzen, da der Platz auf der Vorderseite nur für eine sehr knappe Antwort ausreicht.