

Neue Aufgabekultur im Physikunterricht der Haupt-, Real- und Gesamtschule

**Berücksichtigung der Bildungsstandards
für den Mittleren Schulabschluss**

Reinhard Brandt, LiF-Physik



Vorwort: Neue Aufgabenkultur im Fach Physik für den Haupt- und Realschulabschluss

„Was immer der Lehrer sagt oder zeigt, was immer der Schüler macht, immer sind Vorstellungen wirksam, die dem Unterricht vorausgehen, und sie bestimmen, wie es schließlich verstanden wird!“

Walter Jung

Aufgaben und Arbeitsaufträge im Physikunterricht haben im allgemeinen zwei Ziele:

1. Sie dienen der Durchführung von Lernerfolgskontrollen
2. Sie unterstützen den Lernprozess

Welche Aspekte sollten bei der Weiterentwicklung der Aufgabenkultur im Physikunterricht berücksichtigt werden?

- a) Eine bessere unterrichtliche Einbettung von Aufgaben, um sie aus ihrer oft randständigen Position mehr in das Zentrum des Unterrichts zu rücken.
- b) Die Entwicklung und Erprobung von Aufgaben, die mehrere Zugangsweisen und Lösungswege zulassen und zu einer Flexibilisierung des Wissens beitragen.
- c) Die Entwicklung von abwechslungsreichen Anwendungsaufgaben in verschiedenen Kontexten zur Festigung des Wissens.
- d) Die Entwicklung und Erprobung von Aufgaben, in denen länger zurückliegender Unterrichtsstoff systematisch wiederholt und mit dem neuen Stoff verknüpft wird.

Wir betrachten im Workshop 4 verschiedene Aufgabentypen und stellen zu jedem Typ mindestens eine experimentelle Musteraufgabe ausführlich vor.

1. Aufgaben, die alltagsgebundene Fehlvorstellungen bzw. Erfahrungen thematisieren und überwinden helfen. Sie beziehen sich auf Beschreibungen des Alltags mit physikalischem Hintergrund und schließen Texte, grafische Darstellungen und Experimente ein.
2. Aufgaben, die dem Aufbau von Routinen dienen. Sie sind z.B. keine einfachen Einsetzübungen, sondern in lebensweltlichen Kontext eingebunden. Sie dienen der Reproduktion von Wissen und Können und schließen Experimente, Tabellen und grafische Darstellungen ein.
3. Aufgaben zum Festigen und Vernetzen von Lerninhalten. Sie sollen den zurückliegenden Stoff mit neuen Sachinhalten vernetzen und ermöglichen kumulatives Lernen, das den Schülern den Zuwachs von Kompetenz erfahrbar macht.
4. Problemorientierte Aufgaben mit verschiedenen Lösungswegen und Aufgaben, die eine motivierende Einbettung in den Unterricht ermöglichen. Sie sollen mehrere Zugangsweisen zulassen und ermöglichen eine bessere Einbettung in den Lernprozess (Gruppenarbeit, Lernzirkel, Präsentieren von eigenen Experimenten und Lösungsstrategien).

Mehr über Süßigkeiten erfahren

Aufgabe 1

Löse die Aufgabe a) mit der Waage und b) durch Rechnung.

- a) Wie viel wiegt ein Gummibärchen?
- b) Wie viele Gummibärchen sind in einer Packung mit 100g? Schätze das Ergebnis und vergleiche es mit deiner Rechnung. Zähle nach!

Aufgabe 2

- a) Wiege nacheinander 5 (10) verschiedene Gummibärchen mit einer genauen Waage. Schreibe alle Messergebnisse untereinander.
- b) Bestimme das Durchschnittsgewicht eines Gummibärchens. Das durchschnittliche Gewicht erhältst du, wenn du alle Messergebnisse bei a) addierst und dann durch 5 (10) teilst.

Aufgabe 3

Lege ein sauberes Papiertaschentuch auf die Waagschale. Wiege 2,5g Lakritz von einer Rolle ab.

Aufgabe 4

- a) Kaugummi ist in Papier eingewickelt. Wiege zuerst das Kaugummi mit dem Papier.
- b) Wickle es dann aus und wiege nur die Verpackung.
- c) Wie viel wiegt der Kaugummistreifen?

Aufgabe 5

Kaugummi enthält viel Zucker, der beim kauen für den süßen Geschmack sorgt. Wenn der süße Geschmack verschwunden ist, wird der Rest ausgespuckt. Finde heraus, wie viel Gramm Zucker in einem Kaugummi sind. Arbeite bei der Lösung dieser Aufgabe mit deinem Tischnachbarn zusammen. Als Hilfsmittel stehen euch eine genaue Waage, ein Papiertaschentuch, ein Haartrockner und ein zuckerhaltiges Kaugummi zur Verfügung. Wenn ihr in eurer Arbeitsgruppe keinen Lösungsweg findet, könnt ihr euch eine Arbeitsanleitung mit einer Musterlösung am Lehrertisch abholen.

Wie viel Zucker ist in einem Kaugummi?

Viele Jugendliche finden Kaugummikauen „cool“. Kaugummi enthält sehr viel Zucker. Wenn der süße Geschmack verschwunden ist, wird der Rest ausgespuckt. Der Anteil des Zuckers lässt sich mit Hilfe einer genauen Waage bestimmen.

Material

- Balkenwaage (Anzeigegenauigkeit 0,01g)
- zuckerhaltiges Kaugummi
- Papiertaschentuch
- Haartrockner

Aufgabe

Bestimme den Anteil des Zuckers in einem Stück Kaugummi. Arbeite genau nach Anweisung und notiere die Messwerte nach jedem Arbeitsschritt.

1. Lege das frische Kaugummi auf ein passendes Stück Papiertaschentuch und wiege beides.
2. Wiege nur das Papiertaschentuch. Das Kaugummi kannst du schon in den Mund stecken und solange kauen, bis es nicht mehr süß schmeckt. das gewicht des ungekauften Kaugummis ergibt sich, wenn du vom Messwert bei Schritt 1 das Gewicht des Papiertaschentuchs abziehst..
3. Lege das gekaute Kaugummi auf das Papiertaschentuch zurück und wiege beides. Das Papier saugt dabei den Speichel auf, der sich noch auf dem Kaugummi befindet, wenn es aus dem Mund genommen wird.
4. Nimm das jetzt speichelfreie Kaugummi vom Papiertaschentuch, wickle es in seine Verpackung und wirf es in den Müllbehälter. Wiege das Papiertaschentuch noch einmal allein, denn es hat etwas Speichel aufgenommen. Rechne den Unterschied zu dem Messwert bei Schritt 3 aus, dann hast du das Gewicht des gekauten Kaugummis.
5. Subtrahiere das Gewicht des gekauten Kaugummis (Schritt 4) vom Gewicht des ungekauften Kaugummis (vgl. Schritt 2). Der Gewichtsunterschied gibt dir den Gewichtsanteil des enthaltenen Zuckers an.

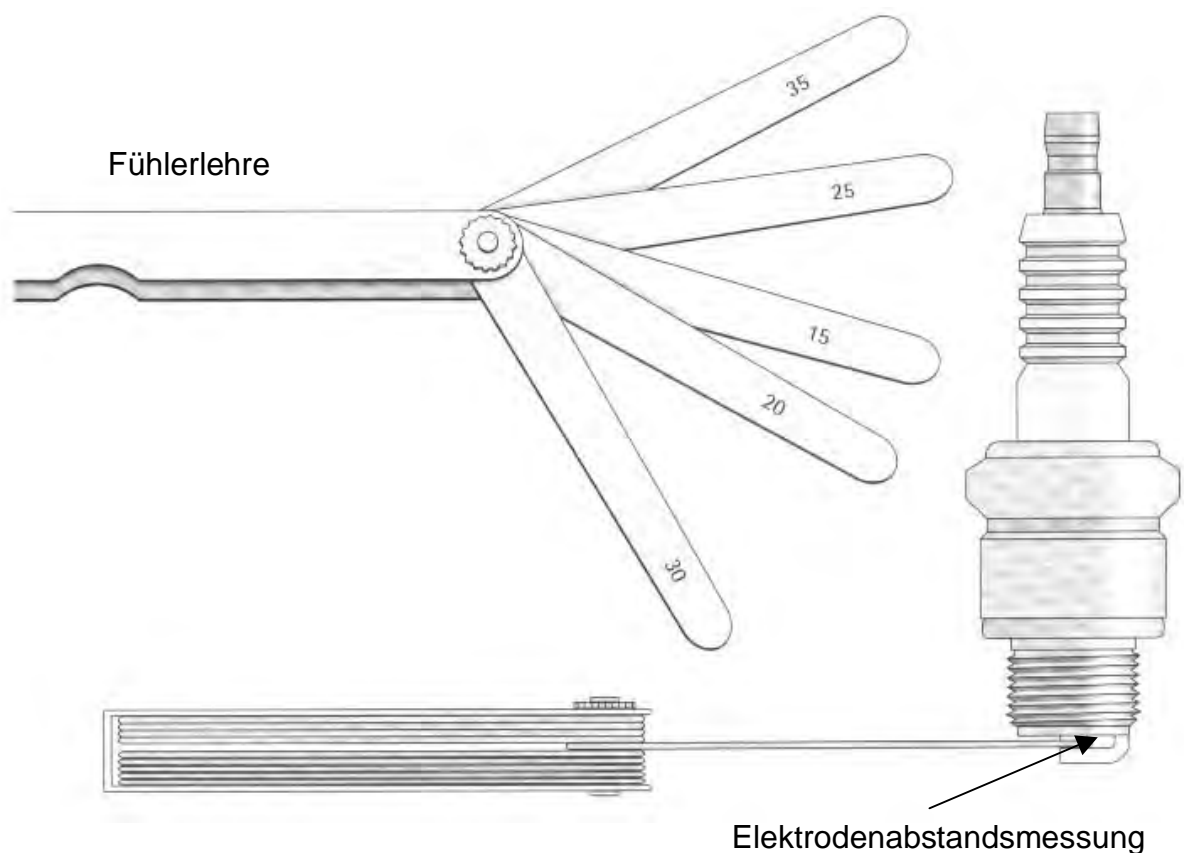
Ergebnis:

Messen mit einer Fühlerlehre

In einer Autowerkstatt werden bei einer Inspektion die Zündkerzen überprüft, dabei kommt es auf den Elektrodenabstand (siehe Pfeil) an. Nur wenn dieser Abstand in Ordnung ist, kann ein optimaler Zündfunke entstehen. Den Elektrodenabstand kann der Kfz-Mechaniker mit einer *Fühlerlehre* messen.

Material

- Fühlerlehre
- Lineal
- Zündkerzen mit unterschiedlichen Elektrodenabständen



Aufgaben

- Finde heraus, was die Zahlen auf den Blechen der Fühlerlehre bedeuten!
- Schätze den Abstand der Elektroden und versuche sie mit dem Lineal zu messen.
- Ermittle die Elektrodenabstände der Zündkerzen mit der Fühlerlehre und trage die Werte in eine Tabelle ein! Schreibe die Werte auch in Millimeter auf!

Zusatzaufgabe

Informiere dich in einer Autowerkstatt über Zündkerzenwechsel. Bei welchem Elektrodenabstand muss eine Zündkerze ausgewechselt werden? Wodurch verändert sich der Elektrodenabstand?

Ist die Münze wertvoll?

Herr B. hat auf dem Flohmarkt eine alte Silbermünze gekauft. Zu Hause kommen ihm Zweifel, ob die Münze tatsächlich aus reinem Silber besteht. Er besitzt keinen Münzkatalog, in dem er sich über die Münze informieren kann. Da Herr B. aber gute Physikkenntnisse besitzt, überlegt er sich ein einfaches Verfahren, um den Wert der Münze herauszufinden.

Herr B. benutzte für seine Messung folgende **Geräte und Materialien**, dabei wurde die Münze natürlich nicht beschädigt:

- eine Waage (Genauigkeit 0,01g)
- ein Überlaufgefäß
- einen kleinen Messzylinder (5ml)
- Wasser, dem ein Tropfen Spülmittel zugesetzt wird
- und natürlich die alte Münze

In einer Tabelle fand er für Silber folgende Angaben: Dichte $10,5 \text{ g/cm}^3$, Schmelztemperatur 961° , Siedetemperatur 2210°

Wie hat Herr B. herausgefunden, ob die Münze aus reinem Silber ist?

Überlege dir ein geeignetes Messverfahren und führe es durch. Wenn du keine Idee hast, erhältst du Hilfe von deinem Lehrer.

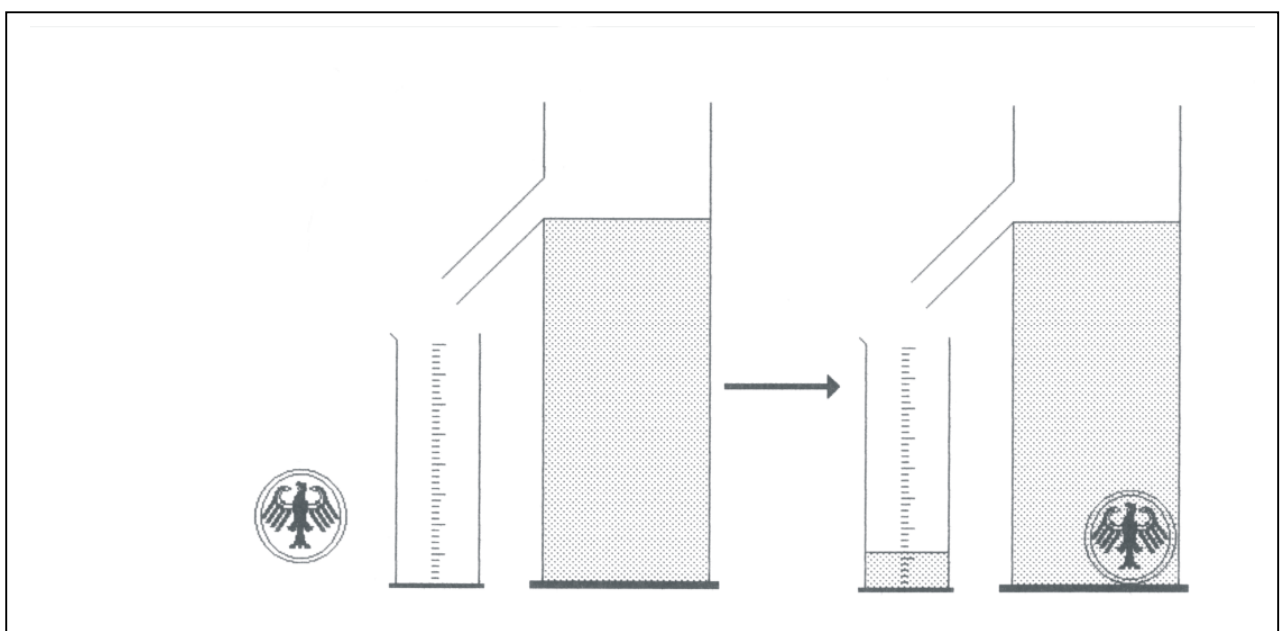
- Skizziere den Versuchsaufbau.
- Beschreibe die Durchführung.
- Notiere die Messwerte und werte sie aus.
- Fasse deine Ergebnisse in einem Antwortsatz zusammen.

Versuchsaufbau

Durchführung

Hilfe 1	Hilfe 2
Um die Stoffart der Münze zu bestimmen, benötigst du die Dichte des Münzmetalls. Wenn du diese ermittelt hast, kannst du sie mit der Angabe für Silber ($10,5\text{g}/\text{cm}^3$) vergleichen.	Um die Dichte zu bestimmen, musst du dir noch einmal den Zusammenhang zwischen Masse und Volumen verdeutlichen. $\text{Dichte} = \frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}}$

Hilfe 3	Hilfe 4
Ermittle zunächst die Masse der Münze mit einer Waage. $m =$ Gib die Masse in Gramm an.	Bestimme das Volumen der Münze mit Hilfe eines Überlaufgefäßes und eines Messzylinders (Abbildung) $V =$ Gib das Volumen in cm^3 an.



Besteht eine 5-Cent-Münze tatsächlich aus Kupfer?

Die 5-Cent-Münze sieht aus, als ob sie aus Kupfer gefertigt ist.

Aber ist sie das wirklich? Die Münze wird von einem Magneten angezogen. Dies spricht dagegen, dass sie aus reinem Kupfer ist.

Wie kann man – ohne die Münze zu beschädigen – auf eine zweite Weise überprüfen, ob die Münze tatsächlich aus reinem Kupfer ist?

Arbeite mit deinem Tischnachbarn zusammen! Überlegt euch einen Versuch, mit dessen Hilfe ihr diese Frage klären könnt.

- Wenn ihr einen Lösungsweg gefunden habt, schreibt bitte die einzelnen Schritte nacheinander auf. Ihr könnt dann das Versuchsmaterial am Lehrertisch abholen, das Experiment durchführen und protokollieren.
- Wenn ihr nicht gleich eine Lösung findet, könnt ihr euch schriftliche Hilfen am Lehrertisch abholen.

Erinnert euch:

Metalle unterscheiden sich in ihren Eigenschaften.

Sie haben z. B. verschiedene Schmelzpunkte und eine unterschiedliche Dichte.

Metall	Dichte in g/cm^3	Schmelzpunkt in $^{\circ}\text{C}$
Aluminium	2,7	659
Kupfer	8,9	1083
Silber	10,5	960
Eisen	7,9	1537

Geräte und Materialien:

Durchführung:

Hilfen

Hilfe 1	Antwort zu Hilfe 1
<p>Erklärt euch gegenseitig die Aufgabe noch mal in euren eigenen Worten. Klärt dabei miteinander, wie ihr die Aufgabe verstanden habt und was euch noch nicht klar ist.</p>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

Hilfe 2	Antwort zu Hilfe 2
<p>Lest den Aufgabentext noch einmal genau durch.</p> <p>Wo im Text sind besonders wichtige Informationen?</p> <p>Wie könnt ihr sie nutzen?</p>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

Hilfe 3	Antwort zu Hilfe 3
<p>Wie könnt ihr die in der Tabelle genannten Eigenschaften für die 5-Cent-Münze bestimmen?</p> <p>Genauer:</p> <ul style="list-style-type: none">• Wie bestimmt man den Schmelzpunkt?• Wie bestimmt man die Dichte? <p>Bei welchem dieser Verfahren bleibt die Münze unverändert?</p>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

Hilfe 4	Antwort zu Hilfe 4
<p>Ihr habt im Unterricht schon einmal eine Formel kennen gelernt, mit der ihr aus Masse und Volumen eines Gegenstandes seine Dichte berechnen könnt?</p> <p>Wie lautet diese Formel?</p>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

Hilfe 5	Antwort zu Hilfe 5
<p>Wie könnt ihr die Masse der Münze bestimmen?</p> <p>Wie könnt ihr das Volumen der Münze bestimmen?</p>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

Hilfe 6	Musterlösung
<p>Nun habt ihr alles zusammen, um feststellen zu können, ob die 5-Cent-Münze tatsächlich aus reinem Kupfer besteht. Schreibt bitte die einzelnen Schritte noch einmal nacheinander auf.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Wir wiegen die Münze und notieren die Masse (Gewicht). Wir füllen einen Messzylinder (10ml) etwa zur Hälfte mit Wasser und merken uns der Wasserstand. Wir geben die Münze in den Messzylinder und notieren den neuen Wasserstand. Wir berechnen das Volumen, indem wir den ersten Wasserstand vom neuen abziehen. Wir berechnen die Dichte der Münze, indem wir die Masse durch das Volumen teilen. Wir vergleichen den Wert für die Dichte der Münze mit dem Wert, der in der Tabelle für reines Kupfer angegeben ist.

Hilfen (Beispiellösungen)

Hilfe 1	Antwort zu Hilfe 1
<p>Erklärt euch gegenseitig die Aufgabe noch mal in euren eigenen Worten. Klärt dabei miteinander, wie ihr die Aufgabe verstanden habt und was euch noch nicht klar ist.</p>	<p><i>Wir sollen uns einen Versuch ausdenken, mit dem wir feststellen können, ob die 5-Cent-Münze tatsächlich aus reinem Kupfer ist, ohne die Münze dabei zu zerstören.</i></p>

Hilfe 2	Antwort zu Hilfe 2
<p>Lest den Aufgabentext noch einmal genau durch.</p> <p>Wo im Text sind besonders wichtige Informationen?</p> <p>Wie könnt ihr sie nutzen?</p>	<p><i>Wir können die Informationen aus der Tabelle nutzen. In der Tabelle sind Eigenschaften von reinem Kupfer beschrieben. Wir müssen prüfen, ob die 5-Cent-Münze diese Eigenschaften besitzt oder nicht.</i></p>

Hilfe 3	Antwort zu Hilfe 3
<p>Wie könnt ihr die in der Tabelle genannten Eigenschaften für die 5-Cent-Münze bestimmen? Genauer:</p> <ul style="list-style-type: none">• Wie bestimmt man den Schmelzpunkt?• Wie bestimmt man die Dichte? <p>Bei welchem dieser Verfahren bleibt die Münze unverändert?</p>	<p><i>Um den Schmelzpunkt der Münze zu bestimmen, muss man eine Münze schmelzen und dabei die Temperatur messen. Dabei geht die Münze aber kaputt.</i></p> <p><i>Die Dichte kann aus der Masse und dem Volumen der Münze bestimmt werden. Masse und Volumen sind einfach zu ermitteln.</i></p>

Hilfe 4	Antwort zu Hilfe 4
<p>Ihr habt im Unterricht schon einmal eine Formel kennen gelernt, mit der ihr aus Masse und Volumen eines Gegenstandes seine Dichte berechnen könnt?</p> <p>Wie lautet diese Formel?</p>	<p><i>Die Formel für die Dichte lautet:</i></p> <p>Dichte = Masse/ Volumen (g/cm³)</p> <p><i>Um die Dichte zu bestimmen, muss man die Masse (in Gramm) durch das Volumen (in cm³) teilen.</i></p>

Hilfe 5	Antwort zu Hilfe 5
<p>Wie könnt ihr die Masse der Münze bestimmen?</p> <p>Wie könnt ihr das Volumen der Münze bestimmen?</p>	<p><i>Die Masse der Münze bestimmt man mit einer Waage.</i></p> <p><i>Das Volumen der Münze können wir messen. Dazu brauchen wir einen Messzylinder mit Wasser. Wenn die Münze darin versenkt wird, steigt der Wasserspiegel an. Der Unterschied im Wasserspiegel ist das Volumen der Münze.</i></p>

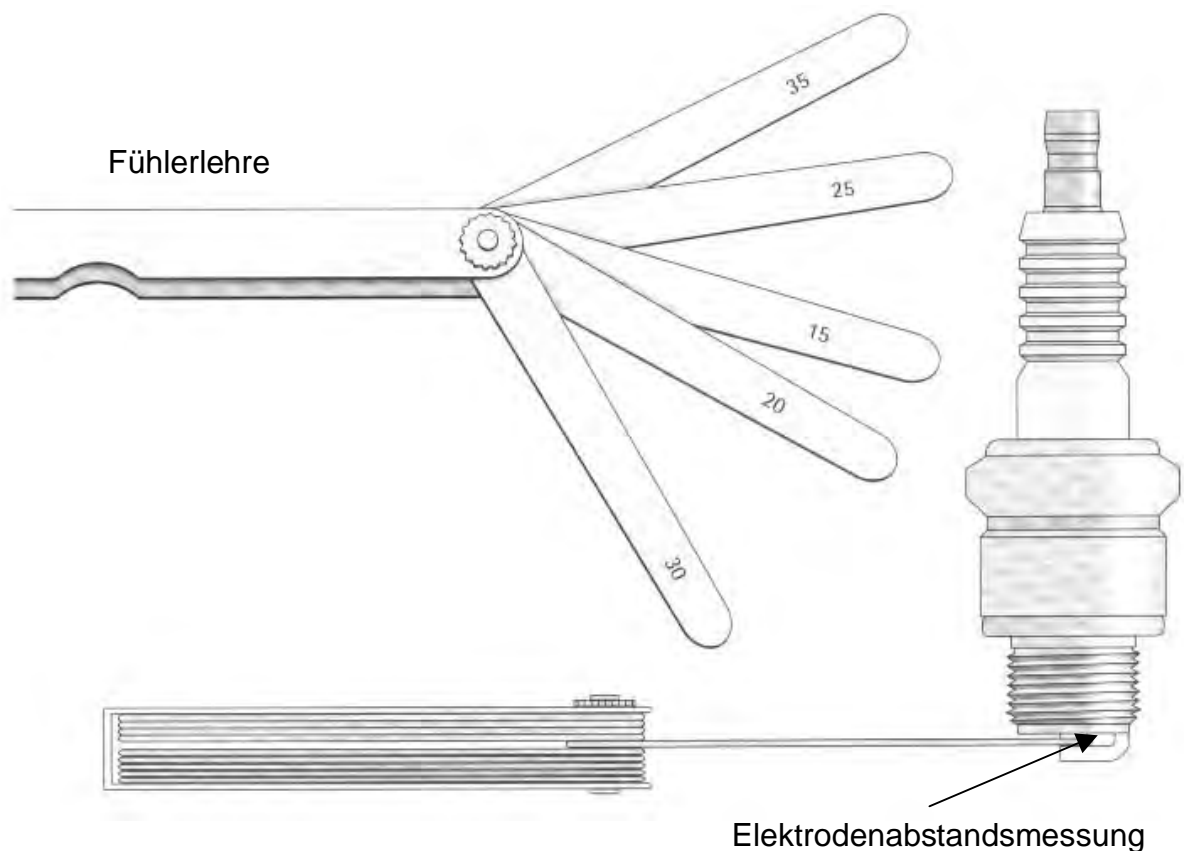
Hilfe 6	Musterlösung
<p>Nun habt ihr alles zusammen, um feststellen zu können, ob die 5-Cent-Münze tatsächlich aus reinem Kupfer besteht. Schreibt bitte die einzelnen Schritte noch einmal nacheinander auf.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 6. Wir wiegen die Münze und notieren die Masse (Gewicht). 7. Wir füllen einen Messzylinder (10ml) etwa zur Hälfte mit Wasser und merken uns der Wasserstand. 8. Wir geben die Münze in den Messzylinder und notieren den neuen Wasserstand. Wir berechnen das Volumen, indem wir den ersten Wasserstand vom neuen abziehen. 9. Wir berechnen die Dichte der Münze, indem wir die Masse durch das Volumen teilen. 10. Wir vergleichen den Wert für die Dichte der Münze mit dem Wert, der in der Tabelle für reines Kupfer angegeben ist.

Messen mit einer Fühlerlehre

In einer Autowerkstatt werden bei einer Inspektion die Zündkerzen überprüft, dabei kommt es auf den Elektrodenabstand (siehe Pfeil) an. Nur wenn dieser Abstand in Ordnung ist, kann ein optimaler Zündfunke entstehen. Den Elektrodenabstand kann der Kfz-Mechaniker mit einer *Fühlerlehre* messen.

Material

- Fühlerlehre
- Lineal
- Zündkerzen mit unterschiedlichen Elektrodenabständen



Aufgaben

- Finde heraus, was die Zahlen auf den Blechen der Fühlerlehre bedeuten!
- Schätze den Abstand der Elektroden und versuche sie mit dem Lineal zu messen.
- Ermittle die Elektrodenabstände der Zündkerzen mit der Fühlerlehre und trage die Werte in eine Tabelle ein! Schreibe die Werte auch in Millimeter auf!

Zusatzaufgabe

Informiere dich in einer Autowerkstatt über Zündkerzenwechsel. Bei welchem Elektrodenabstand muss eine Zündkerze ausgewechselt werden? Wodurch verändert sich der Elektrodenabstand?

Ist die Münze wertvoll?

Herr B. hat auf dem Flohmarkt eine alte Silbermünze gekauft. Zu Hause kommen ihm Zweifel, ob die Münze tatsächlich aus reinem Silber besteht. Er besitzt keinen Münzkatalog, in dem er sich über die Münze informieren kann. Da Herr B. aber gute Physikkenntnisse besitzt, überlegt er sich ein einfaches Verfahren, um den Wert der Münze herauszufinden.

Herr B. benutzte für seine Messung folgende **Geräte und Materialien**, dabei wurde die Münze natürlich nicht beschädigt:

- eine Waage (Genauigkeit 0,01g)
- ein Überlaufgefäß
- einen kleinen Messzylinder (5ml)
- Wasser, dem ein Tropfen Spülmittel zugesetzt wird
- und natürlich die alte Münze

In einer Tabelle fand er für Silber folgende Angaben: Dichte $10,5 \text{ g/cm}^3$, Schmelztemperatur 961° , Siedetemperatur 2210°

Wie hat Herr B. herausgefunden, ob die Münze aus reinem Silber ist?

Überlege dir ein geeignetes Messverfahren und führe es durch. Wenn du keine Idee hast, erhältst du Hilfe von deinem Lehrer.

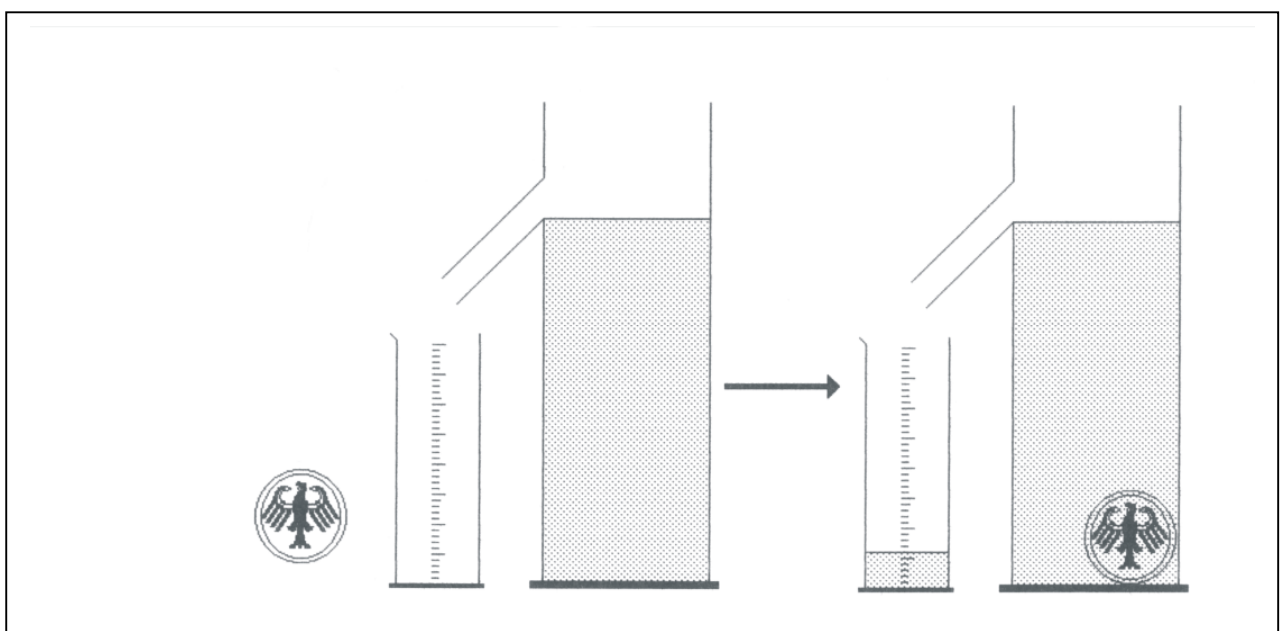
- Skizziere den Versuchsaufbau.
- Beschreibe die Durchführung.
- Notiere die Messwerte und werte sie aus.
- Fasse deine Ergebnisse in einem Antwortsatz zusammen.

Versuchsaufbau

Durchführung

Hilfe 1	Hilfe 2
Um die Stoffart der Münze zu bestimmen, benötigst du die Dichte des Münzmetalls. Wenn du diese ermittelt hast, kannst du sie mit der Angabe für Silber ($10,5\text{g}/\text{cm}^3$) vergleichen.	Um die Dichte zu bestimmen, musst du dir noch einmal den Zusammenhang zwischen Masse und Volumen verdeutlichen. $\text{Dichte} = \frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}}$

Hilfe 3	Hilfe 4
Ermittle zunächst die Masse der Münze mit einer Waage. $m =$ Gib die Masse in Gramm an.	Bestimme das Volumen der Münze mit Hilfe eines Überlaufgefäßes und eines Messzylinders (Abbildung) $V =$ Gib das Volumen in cm^3 an.



Praktischer Physiktest: Kraft – Masse – Dichte

Aufgabe 1:

Das Gewicht einer großen Metallmutter soll möglichst genau bestimmt werden. Leider steht dir kein Kraftmesser und auch keine Waage zur Verfügung. Die einzigen Hilfsmittel sind

- eine Schraubenfeder
- einige Gewichtsstücke (10g, 50g und 100g) mit Gewichtsteller zum Anhängen an die Schraubenfeder
- ein Stativ mit Hakenmuffe
- ein Lineal
- ein Blatt Rechen- oder Millimeterpapier
- Bindfaden

Schätze zuerst die Masse und das Gewicht der Metallmutter. Bestimme dann mit Hilfe der Materialien die Gewichtskraft der Metallmutter und beschreibe den Lösungsweg.

Aufgabe 2:

Aus welchem Metall besteht die Mutter von Aufgabe 1? Bestimmen die Dichte des Metalls mit Hilfe der Beziehung.

$$\text{Dichte} = \frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}}$$

Geräte und Hilfsmittel

- Balkenwaage
- Messzylinder 10ml
- Überlaufgefäß mit Unterlegklotz
- Fotoschale
- Becherglas
- Wasser, dem etwas Geschirrspülmittel zugesetzt wurde
- Tabelle aus dem Physikbuch (Dichte verschiedener fester Stoffe)

Beschreibe kurz den Lösungsweg oder zeichne eine Bildfolge, aus der der Lösungsweg zu erkennen ist.

Lösungen:

Aufgabe 1:

Gewichtskraft F der Metallmutter

Masse m der Metallmutter

Aufgabe 2:

Volumen V

Masse m

Dichte

Stoff

Name:

Datum:

Hilfen zur Lösung der Aufgabe 1

Hilfe 1	Hilfe 2
<p>Die Schraubenfeder dehnt sich <u>gleichmäßig</u>, wenn ein Gewichtsstück angehängt wird. Je größer die Gewichtskraft, desto größer die Dehnung der Schraubenfeder.</p> <p>Ein „Gewichtsstück“ mit der Masse 100g entspricht einer Gewichtskraft von 1N.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Miss die Länge der Schraubenfeder, wenn sie noch nicht gedehnt wird. 2. Hänge ein Gewichtsstück, z. B. 50g an die Schraubenfeder und miss die Verlängerung. 3. Hänge jetzt die Metallmutter an die Schraubenfeder und miss wieder die Verlängerung der Feder.

Hilfe 3	Hilfe 4						
<p>rechnerische Lösung: Tabelle der Messwerte (Beispiele)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>angehängtes Gewichtsstück (Masse in g)</th> <th>Verlängerung der Feder bei Belastung in cm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>50</td> <td>2,6</td> </tr> <tr> <td>Metallmutter</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> <p>Das Gewicht x der Metallmutter kann z. B. mit dem Dreisatz berechnet werden.</p>	angehängtes Gewichtsstück (Masse in g)	Verlängerung der Feder bei Belastung in cm	50	2,6	Metallmutter	6	<p>Beispielrechnung (Dreisatz):</p> $2,6 \text{ cm} = 50 \text{ g}$ $1 \text{ cm} = \frac{50}{2,6} \text{ g}$ $6 \text{ cm} = \frac{50}{2,6} * 6 \text{ g} \quad \longrightarrow \quad 115,4 \text{ g}$ <p>Die Metallmutter hat eine Masse von ca. 115g, das entspricht ca. 1,15N.</p>
angehängtes Gewichtsstück (Masse in g)	Verlängerung der Feder bei Belastung in cm						
50	2,6						
Metallmutter	6						

Hilfe für Aufgabe 2:

Hilfe 1	Hilfe 2
<p>Um die Dichte zu bestimmen, musst du dir noch einmal den Zusammenhang zwischen Masse und Volumen verdeutlichen.</p> $\text{Dichte} = \frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}}$	<p>Ermittle die Masse der Mutter mit einer Waage, wenn du sie im 1. Versuch nicht bestimmen konntest. Arbeite sonst mit dem Ergebnis von Versuch 11</p> <p style="text-align: center;">m =</p> <p>Gib die Masse in Gramm an.</p>

Hilfe 3	Hilfe 4
<p>Bestimme das Volumen der Mutter mit Hilfe eines Überlaufgefäßes und eines Messzylinders.</p> <p>V =</p> <p>Gib das Volumen in cm³ an.</p>	<p>Setze die Werte für die Masse und die Dichte in die Formel ein und rechne die Dichte aus.</p> <p>Vergleiche deinen Wert mit der Tabelle und nenne das Metall, das deinem Ergebnis am nächsten kommt.</p>

Modellauto mit Aufziehmotor (1)

Modellautos haben oft einen Aufziehmotor, der ähnlich wie das Uhrwerk einer aufziehbaren Uhr funktioniert. Wenn man das Auto rückwärts bewegt, wird über die Antriebsräder und ein Getriebe aus mehreren Zahnrädern eine Metallfeder gespannt. Lässt man das Auto los, entspannt sich die Feder wieder und überträgt ihre Spannkraft auf den Antrieb. Wie sich das Auto dabei verhält und welche Kräfte wirken, soll mit den folgenden Experimenten untersucht werden.

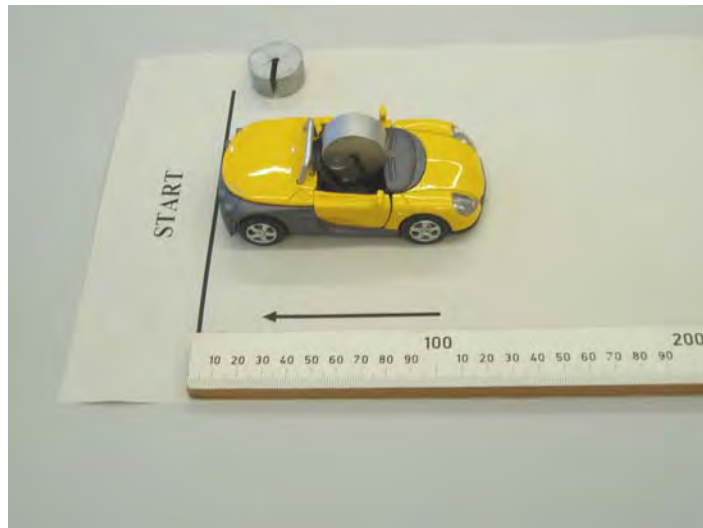
Material

1 Modellauto mit Aufziehmotor (Abbildung)

1 Kraftmesser (1N)

mehrere Zusatzmassen (50g)

1 m langes Lineal oder Gliedermaßstab (2m)



Aufgaben

1. Schiebe das Auto mehrmals aus unterschiedlichen Entfernungen mit dem Heck an die Startlinie. Achte darauf, dass der Aufziehmotor gespannt wird. Du hörst dabei ein Klicken. Drücke das Auto nicht zu fest auf die Unterlage, weil sonst die Räder blockieren. Lass das Auto los. Beschreibe die Bewegung des Autos.

Modellauto mit Aufziehmotor (2)

2. Untersuche genauer! Wie weit fährt das Auto, wenn die „Antriebsstrecke“ zwischen 10cm und 50cm lang ist? Notiere deine Messergebnisse in der Tabelle und zeichne ein Diagramm. Führe drei Vergleichsmessungen durch!

Antriebsstrecke (m)	Fahrstrecke (m)	Fahrstrecke (m)	Fahrstrecke (m)
0,10			
0,20			
0,30			
0,40			
0,50			

3. Wie ändern sich die Fahrstrecken, wenn das Auto mit Zusatzmassen beschwert wird? Plane dazu ein Experiment und führe es durch.
4. Miss die „Antriebskraft“ des Aufziehmotors mit dem Kraftmesser. Schiebe das Auto wie bei Aufgabe 2 auf der „Antriebsstrecke“ zum Start. Halte dann die Antriebsräder fest und hake einen Kraftmesser (1N) am Heck des Autos ein. Wenn du das Auto jetzt loslässt, dehnt es die Feder des Kraftmessers. Lies den Kraftmesser ab, notiere die Werte in der Tabelle. Führe 3 Kontrollmessungen durch und bilde den Mittelwert. Zeichne ein Diagramm.

Antriebsstrecke (m)	Antriebskraft (N)	Antriebskraft (N)	Antriebskraft (N)	Antriebskraft (N)
	1. Messung	2. Messung	3. Messung	Mittelwert
0,10m				
0,20m				
0,30m				
0,40m				
0,50m				

5. Zusatzaufgabe: Ermittle den Proportionalitätsfaktor zwischen Antriebsstrecke und Antriebskraft.
6. Wie verändert sich die gemessene Antriebskraft des Modellautos, wenn es statt auf dem Arbeitstisch auf eine andere Unterlage gesetzt wird?

Wiegen mit dem Schokoriegel

Bei den nächsten Aufgaben kannst du nachweisen, dass du das Hebelgesetz verstanden hast und es bei einfachen Berechnungen anwenden kannst.
Wenn du noch Hilfe benötigst, wende dich an deinen Lehrer!

Material

- eine Fotodose, zur Hälfte mit Sand oder Metallmuttern gefüllt
- ein Lineal, $l = 30 \text{ cm}$
- ein Bleistift
- ein Schokoriegel (18g) oder eine kleine Schokoladentafel (25g)
- Waage (am Lehrertisch)

Aufgaben

1. Wie lautet das Hebelgesetz?

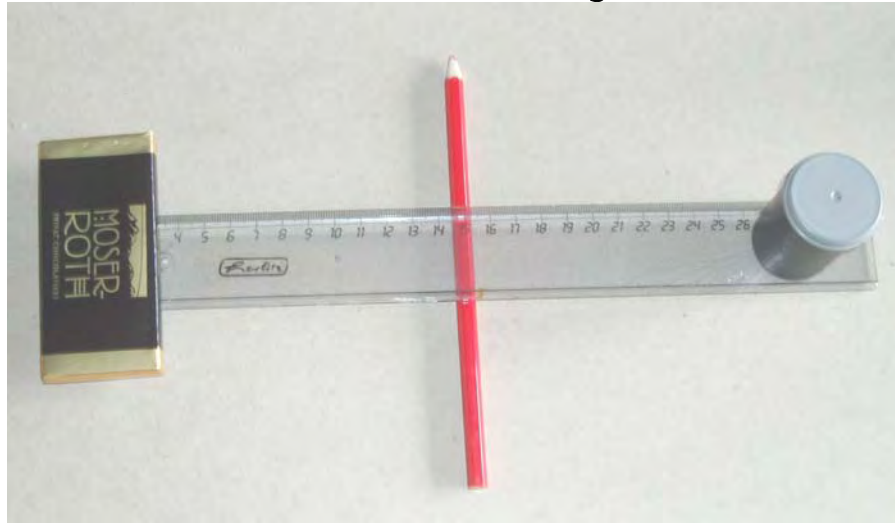
Das Hebelgesetz als Formel lautet:

2. Bestimme das „Gewicht“ der Fotodose mit Inhalt, ohne eine Waage zu benutzen. Hinweis: Die „Gewichtsangabe“ auf dem Schokoriegel entspricht der physikalischen Größe „Masse“, die in Gramm angegeben wird. Es ist hier nicht erforderlich, dass du mit der korrekten Einheit für die Gewichtskraft, nämlich Newton (N) arbeitest.
3. Beschreibe den Lösungsweg oder fertige eine beschriftete Skizze mit den ermittelten Messwerten an.
4. Gib den Rechenweg und das Ergebnis an. Am Lehrerpult kannst du dein Ergebnis mit einer Waage überprüfen.
5. Wenn du Hilfe benötigst, findest du am Lehrerpult mehrere „Hilfekarten“, die dir weiterhelfen können.

Wiegen mit dem Schokoriegel (Hilfen)

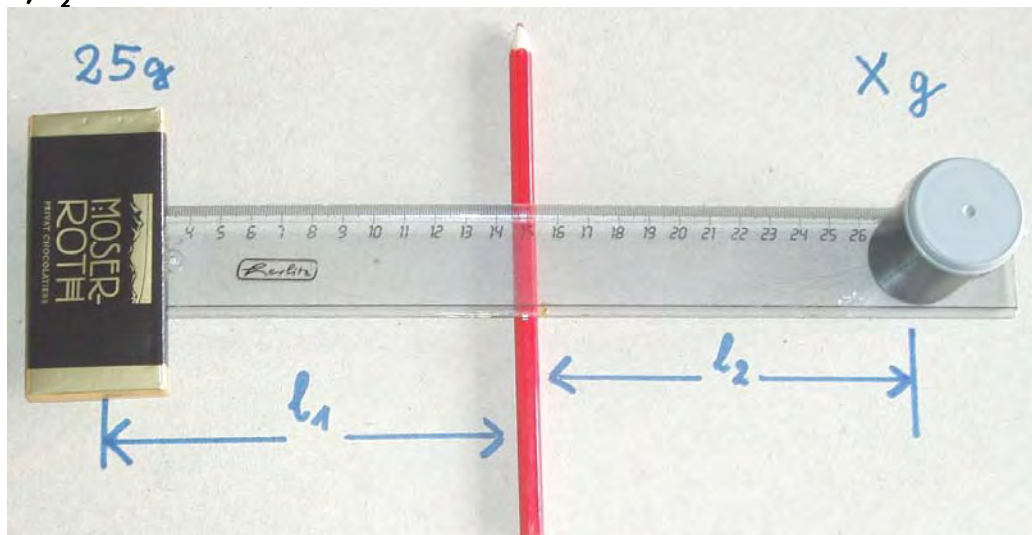
Hilfe 1

Stelle aus Bleistift und Lineal eine Wippe her. Bringe sie mit der Schokoladentafel und der Fotodose ins Gleichgewicht.



Hilfe 2:

Lies die beiden Hebelarme l_1 und l_2 ab. Achte darauf, dass du bis zur Mitte der beiden Körper und bis zur Linealmitte (15cm) messen musst. l_1 ist der Lastarm, l_2 ist der Kraftarm.



Hilfe 3: Die gesuchte Last x kannst du mit folgender Formel berechnen:

$$\text{Masse x der Fotodose} = \frac{\text{Masse des Schokoriegels} * \text{Kraftarm}}{\text{Lastarm}}$$

Hilfe 4: Beispielrechnung

Masse des Schokoriegels 18g

Kraftarm 12cm

Lastarm 6cm

$$\text{Masse der Fotodose in g} = \frac{18\text{g} * 12\text{cm}}{6\text{cm}} = 36\text{g}$$

Der Widerstand von Bleistiftminen unterschiedlicher Härte

Bleistiftminen bestehen aus Graphit (Kohlenstoff) und Ton. Je härter ein Bleistift ist, desto höher ist der Tonanteil und entsprechend geringer ist der Graphitanteil.
Für die folgenden Versuchsaufgaben werden die Bleistifte an beiden Seiten angespitzt.

Material

Stromversorgungsgerät, Strommesser 1A~, Spannungsmesser 30V~, 2 Isolierstiele auf Tonnenfuß zum Einklemmen der Bleistifte (ersatzweise 2 Krokodilklemmen zum Aufstecken auf Experimentierkabel), 5 Experimentierkabel, 4 Bleistifte verschiedener Härte (z.B. 7H, 4H, HB, 5B), Glühlampe 6V/0,1A auf Lampensockel

Aufgaben

Beschreibe bei allen Aufgaben kurz den Lösungsweg oder zeichne ein Schaltbild. Wenn du Hilfe benötigst, wende dich an deinen Lehrer.

1. Zeige, dass die Bleistiftminen den elektrischen Strom leiten. Verwende den 6 Volt-Anschluss am Stromversorgungsgerät.
2. Zeige, dass die Bleistifte den Strom unterschiedlich gut leiten.
3. Ermittle den elektrischen Widerstand der vier verschiedenen Bleistifte und trage die Messergebnisse in die Tabelle ein.

Härte der Mine	Spannung U (V)	Stromstärke I (A)	Widerstand R (Ω)

.....

.....

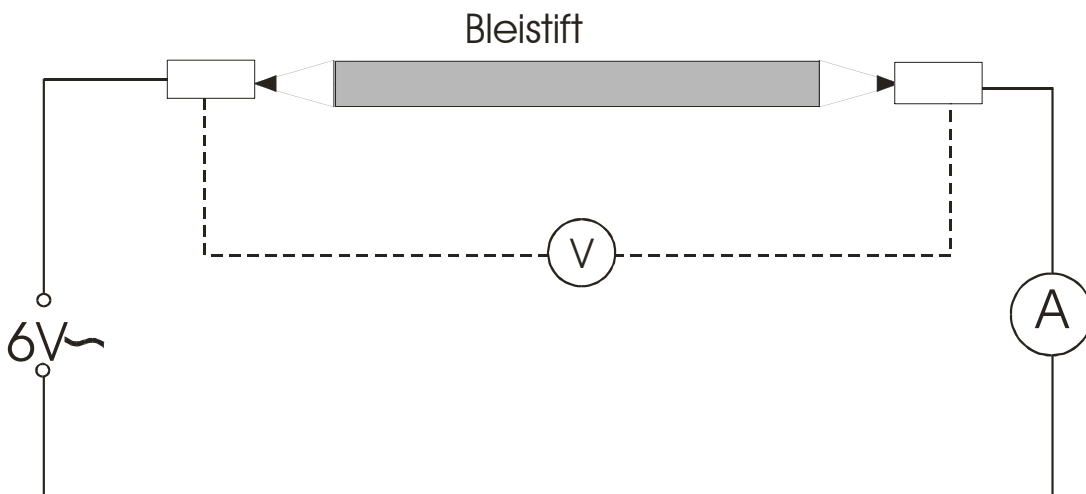
.....

.....

.....

Hilfen zu Aufgabe 3

- Klemme den Bleistift zwischen zwei Isolierstielen ein und verbinde ihn mit dem 6V-Anschluss des Stromversorgungsgeräts. Schalte Spannung- und Stromstärkemesser laut Schaltbild dazu.
- Miss mit dem Spannungsmesser die Spannung (U) und mit dem Strommesser die Stromstärke (I).
- Berechne mit der ohmschen Formel $R = \frac{U}{I}$ den Widerstand der Bleistiftmine.



Messbereich des Strommessers: 1A~, Messbereich des Spannungsmessers: 30V~

Beispielmessung

Härte der Mine	Spannung U (V)	Stromstärke I (A)	Widerstand R (Ω)
7H	6,7	0,02	335
4H	6,7	0,11	61
HB	6,7	0,68	10
5B	6,7	1,2	6

Hilfe zu Aufgabe 1

Schalte den Bleistift mit der Glühlampe in Reihe. Die Bleistiftmine leitet, wenn die Lampe aufleuchtet. Bei einer sehr harten Mine glimmt die Lampe nur schwach.

Hilfe zu Aufgabe 2

Mit einem Strommesser (Messbereich $1A\sim$) misst man bei den verschiedenen Bleistiften die Stromstärke. Dabei wird die Spannung konstant gehalten. Schaltbild wie oben, aber ohne Spannungsmesser.

Genau Widerstände herstellen

Ein Elektriker benötigt für die Reparatur eines Gerätes einen Drahtwiderstand von $4,7\zeta$. Er nimmt ein Stück Widerstandsdraht (z.B. Konstantan), führt eine Messung durch und schneidet dann vom Drahtstück den benötigten Draht ab?

Aufgaben

1. Stelle aus einem Stück Konstantan -Draht einen Widerstand von $4,7\zeta$ her. Beschreibe wie du vorgehst.
2. Informiere dich! Mit welchem Messgerät kann der Praktiker den Widerstand einfacher bestimmen als mit den von dir benutzten Geräten?

Geräte und Material:

- ca. 100 cm Konstantan - Draht ($d = 0,2\text{ mm}$)
- 2 Isolierstiele zum Einspannen des Drahtes
- 2 Tonnenfuß
- Schülertrafo
- Spannungsmesser (Messbereich $0 - 10V\sim$)
- Stromstärkemesser (Messbereich $1A\sim$)
- 5 Experimentierkabel

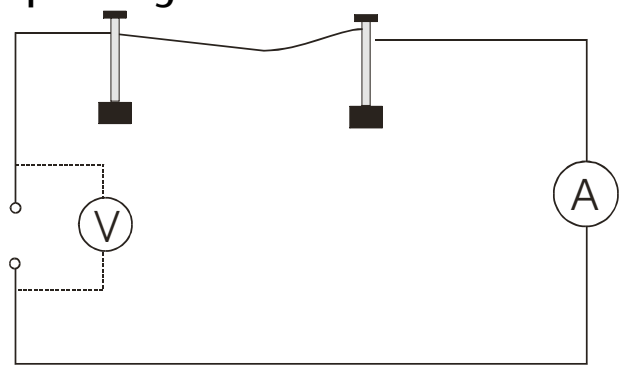
Schaltung:

Durchführung:

Ergebnis:

Hilfen zur Lösung der Aufgabe 1

Hilfe 1	Hilfe 2
<p>Ein Konstantan- Draht beeinflusst im elektrischen Stromkreis die Stromstärke. Sein Widerstand ist von der Länge abhängig. Je länger der Draht, desto größer der Widerstand. Je kürzer der Draht, desto kleiner der Widerstand.</p>	<p>Den elektrischen Widerstand kann man mit Hilfe der ohmschen Formel $U = R \cdot I \rightarrow R = U/I$ bestimmen. U Spannung in Volt (V) R Widerstand in Ohm (Ω) I Stromstärke in Ampere (A)</p>

Hilfe 3	Hilfe 4
<p>Schaltung zur Bestimmung des Widerstands durch Messung der Spannung und der Stromstärke:</p> 	<p>Stelle eine Spannung von z.B. 5 Volt ein und miss die Stromstärke. Miss die Länge des Drahtes zwischen den Isolierstielen. Berechne mit der ohmschen Formel den Widerstand des Drahtes. Berechne die Drahtlänge für 1 Ohm. Schneide das 4,7fache vom Widerstandsdraht ab.</p>

Hilfe zu Aufgabe 2

Der Praktiker benutzt ein Ohmmeter, bzw. ein Multimeter, das einen Messbereich zum Messen von Widerständen besitzt. Er muss dann lediglich einen passenden Messbereich wählen und zwei Messkabel mit Abgreifklemmen anschließen. Dann greift er mit diesen auf dem Widerstandsdraht den passenden Widerstand ab.

Teewasser mit Muskelkraft zubereiten?

Nach einem Gewitter fiel der Strom aus. Herr B. wollte aber nicht auf seinen Nachmittagstee verzichten und dachte über einen Ausweg aus dieser „Energiekrise“ nach. Er schloss einen kleinen Tauchsieder an einen Dynamo an, den man mit einer Handkurbel antreiben kann. Den Tauchsieder tauchte er in das Glasgefäß mit dem Teewasser (200ml). Dann betätigte er den Handgenerator für 5 Minuten.

Material: Handgenerator (DynaMot), Tischklemme, Becherglas (250ml), Tauchsiedermodell, 5 Experimentierkabel, Thermometer, Stoppuhr, Spannungsmesser 0 – 15V, Strommesser 0 – 6A

Aufgabe 1:

Probiere aus, ob man mit dem Handgenerator in der genannten Zeit heißes Wasser zubereiten kann. Befestige den Handgenerator mit einer Tischklemme am Arbeitstisch und schließe den Tauchsieder mit zwei Experimentierkabeln an.

Beobachtungen und Ergebnisse

Teewasser mit Muskelkraft zubereiten? (Fortsetzung)

Weiterführende Informationen

Der Handgenerator ist ein Energiewandler. Er wandelt mechanische Energie in elektrische Energie um. Elektrizität läuft im Kreis. Es fließt ein Elektronenstrom. Er überträgt die Energie vom „Erzeuger“ zum „Verbraucher“ indem er den Tauchsieder erwärmt. Der Tauchsieder ist ebenfalls ein Energiewandler. Er wandelt elektrische Energie in Wärmeenergie um.

Mit den folgenden Aufgaben soll die elektrische Energie genauer untersucht werden. Du wirst eine Methode kennen lernen, wie man sie bestimmt. Du solltest dazu über die wichtigen Größen im einfachen Stromkreis informiert sein (Tabelle). Einen Spannungsmesser und einen Strommesser solltest du richtig anschließen und ablesen können.

Zur Wiederholung

Größe	Einheit (Abkürzung)	Formelzeichen	Formel
Spannung	Volt (V)	U	$U = R \cdot I$
Stromstärke	Ampere (A)	I	$I = U/R$
Widerstand	Ohm (Ω)	R	$R = U/I$

Material: wie bei Aufgabe 1, zusätzlich: Spannungsmesser (0 –15V-), Strommesser (0 – 6A-), Glühlampe 6V/5A, Lampenfassung E 14, Glühlampe 4V/1A und 4V/0,1A, Lampenfassung E10

Aufgaben:

1. Schließe nur den Spannungsmesser (Messbereich 0 – 15V) an den Handgenerator an. Hinweis: Wenn der Zeiger am Messgerät in die falsche Richtung ausschlägt, muss entweder die Drehrichtung am Handgenerator geändert werden oder man polt das Messgerät um.

Wie groß ist die **Spannung**, die du erreichen kannst, wenn du die Kurbel schnell drehst?

2. Schließe nacheinander die Glühlampen 4V/1A und 4V/0,1A an den Handgenerator an. Drehe den Handgenerator gerade so schnell, dass der Spannungsmesser eine Spannung von 4V anzeigt.
 - Beurteile die Helligkeit der Lampe.
 - Bei welcher Lampe ist es schwerer die Handkurbel zu drehen?
 - Muss die Handkurbel unterschiedlich schnell gedreht werden, um bei den Lampen die gleiche Spannung zu erreichen?

Teewasser mit Muskelkraft zubereiten? (Fortsetzung)

Ergebnisse und weiterführende Informationen

- Bei sehr schneller Drehung der Handkurbel kann ca. 8V Spannung erreicht werden.
- Die Lampe 4V/1A leuchtet heller als die Lampe 4V/0,1A.
- Um die Spannung von 4V bei beiden Lampen einhalten zu können, muss immer mit der gleichen Geschwindigkeit gedreht werden.
- Bei der Lampe 4V/1A lässt sich die Kurbel schwerer drehen.

Die Glühlampe 4V/1A leuchtet heller als die Lampe 4V/0,1A. Man sagt, sie hat eine größere **Leistung**. Die elektrische Leistung gibt man in der Einheit **Watt (W)** an. Du kannst sie errechnen, wenn du das Produkt aus Spannung (U) und Stromstärke (I) bildest. Das Formelzeichen ist P.

$$\text{Leistung (Watt)} = \text{Spannung (Volt)} * \text{Stromstärke (Ampere)}$$
$$P = U * I$$

Aufgaben:

1. Ermittle für die 3 Glühlampen und das Tauchsiedermodell die elektrische Leistung. Schließe sie dazu nacheinander an den Handgenerator an und miss Spannung und Stromstärke. Hinweis: Die Spannung und die Stromstärke sind schon auf den Glühlampen angegeben. Sie werden durch deine Messung lediglich kontrolliert. Notiere beim Tauchsiedermodell die Werte, die du im Dauerbetrieb leicht einhalten kannst. Informiere dich über den richtigen Schaltungsaufbau (Infoblatt, Physikbuch) und lass deinen Versuchsaufbau vom Lehrer kontrollieren. Notiere die Messergebnisse in der Tabelle und werte sie aus.

Gerät	Spannung U in V	Stromstärke I in A	Leistung P in W $P = U * I$
Glühlampe 4V/1A			
Glühlampe 4V/0,1A			
Glühlampe 6V/5A			
Tauchsiedermodell			

2. Welches Gerät hatte die größte elektrische Leistung?
3. Der Hersteller gibt für den Handgenerator eine maximale Leistung von 60W bei einer Spannung von 12V an. Wie groß ist dann die Stromstärke?

Teewasser mit Muskelkraft zubereiten? (Fortsetzung)

Ergebnisse und weiterführende Informationen

- Die Lampe 6V/5A hatte die größte elektrische Leistung.
- Die Dauerleistung beim Tauchsiedermodell beträgt ungefähr 10W.
- Bei einer Leistung von 60W ist bei einer Spannung von 12V die Stromstärke 5A groß.

Bei dem Tauchsiedermodell wird die **elektrische Energie** vollständig in **Wärmeenergie** umgewandelt. Aus dem einführenden Versuch wissen wir, dass die Temperaturerhöhung von der Betriebszeit des Tauchsieders und von der elektrischen Leistung abhängig sein muss.

Will man die umgewandelte elektrische Energie bestimmen, braucht man also nur Spannung, Stromstärke und Zeit zu messen und die Werte zu multiplizieren.

Die Einheit der elektrischen Energie ist die Wattsekunde (Ws). 3600 Wattsekunden sind eine Wattstunde (Wh). 1000 Wattstunden sind eine Kilowattstunde (kWh). Dies ist eine gebräuchliche Energieeinheit.

Aufgaben

1. Tauche den Tauchsieder wieder in das Wasser. Miss die Anfangstemperatur. Übertrage eine **Energie von 10000 Wattsekunden** mit Hilfe des Stromkreises auf den Tauchsieder. Ermittle die Temperaturerhöhung. Beschreibe, wie du den Energiebetrag von 10000 Wattsekunden eingehalten hast.

Anfangstemperatur:

Endtemperatur:

Die Temperatur von 200cm^3 Wasser nahm hier um zu, wenn 10000 Wattsekunden Energie übertragen wurden.

2. Ermittle den Energiebedarf um die Temperatur von 100cm^3 Wasser um 10°C zu erhöhen.

Experimente mit Solarzellen: Aufgaben zum Tüfteln und Nachdenken

Solarzellen und Sonnenlauf

Material

- 1 Solarzelle
- 1 Strommesser, Messbereich 200mA-
- 1 Halogenlampe mit Steckernetzteil
- 1 Stativ mit Doppelmuffe
- 1 Lineal 50cm

Aufgabe 1:

Nimm an, dass eine Solarzelle fest auf dem Boden montiert und nach Süden ausgerichtet ist. Die Halogenleuchte stellt die Sonne dar (Abstand ca. 20cm). Zeige im Modellversuch, dass die Kurzschluss-Stromstärke vom Sonnenlauf abhängig ist. Kannst du danach die folgende Tabelle vervollständigen? Im Unterrichtsraum sollte dabei die Raumbeleuchtung ausgeschaltet oder die Fenstervorhänge geschlossen sein.

Sonnenstand	Stromstärke in mA
morgens	
vormittags	
mittags	
nachmittags	
abends	

Beschreibe deinen Versuch! Du kannst auch eine Skizze des Versuchsaufbaus anfertigen.

Aufgabe 2:



Das Luftbild zeigt einen Ausschnitt des Hamburger Stadtteils Blankenese.

Worauf müsste ein Hausbesitzer achten, wenn er sein Haus mit einer solarelektrischen Anlage ausstatten möchte?

Welche Gründe könnte es geben, dass auf dem Luftbild keine Solaranlagen zu erkennen sind?

Experimente mit Solarzellen: Aufgaben zum Tüfteln und Nachdenken

An den Parkplätzen und Parkstreifen in einer Stadt wurden Parkautomaten aufgestellt, die über Solarzellen mit Strom versorgt werden. Ein Parkautomat steht direkt vor einer Bar im Hafen.

Material:

1 Solarzelle
1 Strommesser, Messbereich 200mA-
1 Halogenlampe mit Steckernetzteil oder Optiklampe mit Trafo
1 Stativ mit Doppelmuffe
1 Solarmotor
Farbfilter (rot, blau, grün), z.B. aus einem Optiklehrgerät
2 Experimentierkabel
Schuhkarton mit Deckel

Aufgaben:

1. Zeige in einem Modellexperiment, dass der Parkautomat auch noch funktioniert, wenn in der Nacht das Tageslicht durch künstliches Licht von der Barbeleuchtung ersetzt wird.
2. Untersuche, welche Lichtfarbe für die Bestrahlung der Solarzelle am günstigsten ist. Die Barbeleuchtung wechselt zwischen Rot, Grün und Blau.

Warum sind die Zuleitungen zu elektrischen Geräten aus Kupfer?

Sicherlich ist dir schon aufgefallen, dass die Leitungsdrähte in elektrischen Stromkreisen aus dem Metall Kupfer bestehen. Kupfer erkennt man an seinem rötlichen Glanz. Es ist ein ziemlich teures Metall. Der Weltmarktpreis von Kupfer beträgt gegenwärtig ca. 2\$/lbs. Das entspricht einem Kilogrammpreis von fast 2 Euro. Die Abkürzung lbs steht für die englische Bezeichnung für die Gewichtseinheit Pfund. Ein englisches Pfund sind 0,454 kg. Wird das Kupfer als Draht benötigt, steigt der Kilogrammpreis auf ca. 30 Euro. Eisendraht würde aber nur 1,50 Euro pro kg kosten.

Warum werden die Leitungsdrähte nicht aus dem billigeren Eisen hergestellt?

- a) Arbeite mit deinem Nachbarn zusammen. Notiert eure Vermutungen. Findet mindestens einen Grund, den ihr mit Hilfe eines Experiments überprüfen könnt. Wenn ihr keine Idee habt, könnt ihr euch am Lehrertisch eine schriftliche Hilfe abholen.
- b) Plant ein „fares“ Experiment, um die Vermutung bei a) zu beantworten. Für das Experiment stehen dir nur die Geräte und Materialien aus der Liste zur Verfügung. Wenn ihr nicht mehr wisst, was ein „fares“ Experiment ist, könnt ihr euch eine weitere Hilfe am Lehrertisch abholen.
- c) Führt das Experiment durch und protokolliert es.

Zur Erinnerung: Zu einem Protokoll gehören die Fragestellung, die Skizze des Versuchsaufbaus, die Durchführung, die Beobachtungen und Messergebnisse, die Auswertung und mögliche Fehlerquellen.

Geräte und Material:

- blanker Kupferdraht (1m)
- blanker Eisendraht auf Rolle
- Lineal
- zwei Isolierstiele mit Tonnenfuß zum Einspannen des Drahtes
- eine Glühlampe 6V/15W
- Strommesser (Messbereich 6A~)
- Stromversorgungsgerät (6V~)
- Experimentierkabel (3 x 50cm, 1 x 1m)

Warum sind die Zuleitungen zu elektrischen Geräten aus Kupfer?

Sicherlich ist dir schon aufgefallen, dass die Leitungsdrähte in elektrischen Stromkreisen aus dem Metall Kupfer bestehen. Kupfer erkennt man an seinem rötlichen Glanz. Es ist ein ziemlich teures Metall. Der Weltmarktpreis von Kupfer beträgt gegenwärtig ca. 2\$/lbs. Das entspricht einem Kilogrammpreis von fast 2 Euro. Die Abkürzung lbs steht für die englische Bezeichnung für die Gewichtseinheit Pfund. Ein englisches Pfund sind 0,454 kg. Wird das Kupfer als Draht benötigt, steigt der Kilogrammpreis auf ca. 30 Euro. Eisendraht würde aber nur 1,50 Euro pro kg kosten.

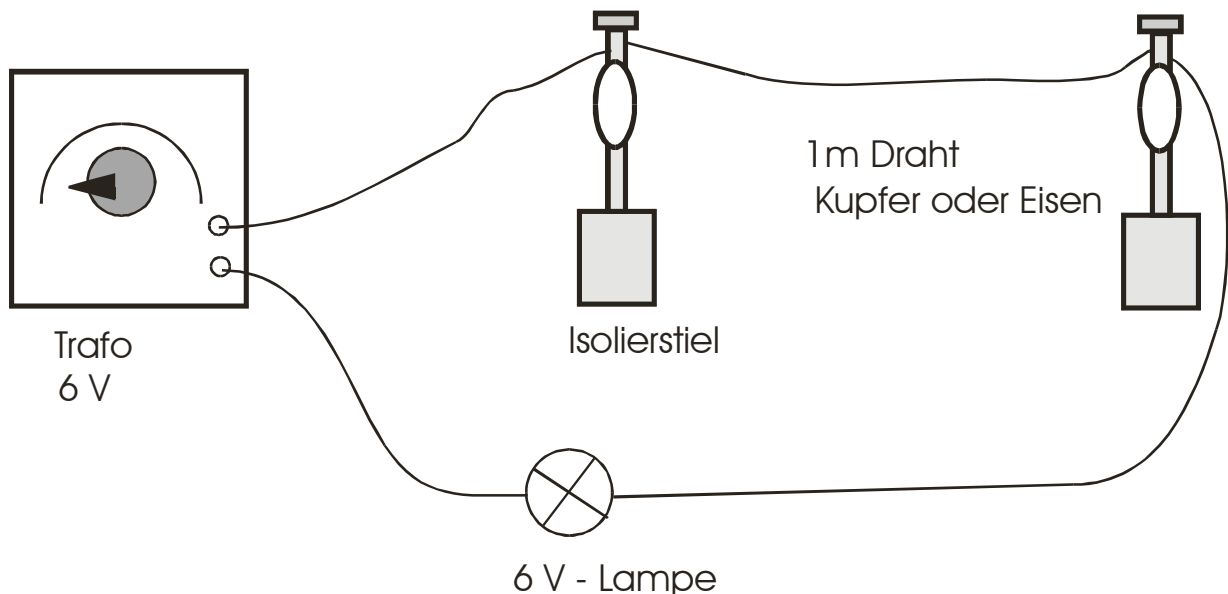
Warum werden die Leitungsdrähte nicht aus dem billigeren Eisen hergestellt?

Ein Grund könnte sein, dass das Kupfer den Strom besser leitet als das Eisen. Dies können wir in einem Experiment leicht überprüfen.

Geräte und Material:

- blanker Kupferdraht (1m, 0,2mm dick)
- blanker Eisendraht (1m, 0,2mm dick)
- zwei Isolierstiele im Tonnenfuß zum Einspannen des Drahtes
- eine Glühlampe 6V/15W
- Stromversorgungsgerät (6V~)
- 3 Experimentierkabel (2 x 50cm, 1 x 1m)
- Strommesser

Versuchsaufbau:



Aufgaben:

- a) Baue den Versuch wie in der Skizze auf. Benutze am Trafo den 6 Volt – Festspannungsanschluss. Spanne den Kupferdraht (1m) zwischen den Isolierstielen ein. Schalte den Trafo ein.

Beobachtung: _____

- b) Tausche den Kupferdraht gegen den Eisendraht (1m) aus und schalte wieder den Trafo ein.

Beobachtung: _____

- c) Welcher Draht leitet den Strom besser, der Kupferdraht oder der Eisendraht?

Antwort: _____

- d) Worauf musste man bei den beiden Drähten achten, wenn es ein faires Experiment sein soll?

Antwort: _____

- e) Zusatzaufgabe: Schalte in den Stromkreis zusätzlich zur Lampe einen Strommesser (Messbereich 6A~) und miss die Stromstärke bei beiden Drähten.

Ergebnis:

- f) Die Eigenschaft eines Metalls, den elektrischen Strom mehr oder weniger stark zu behindern, nennt man elektrischen Widerstand. Welches Metall hatte hier den größten Widerstand?

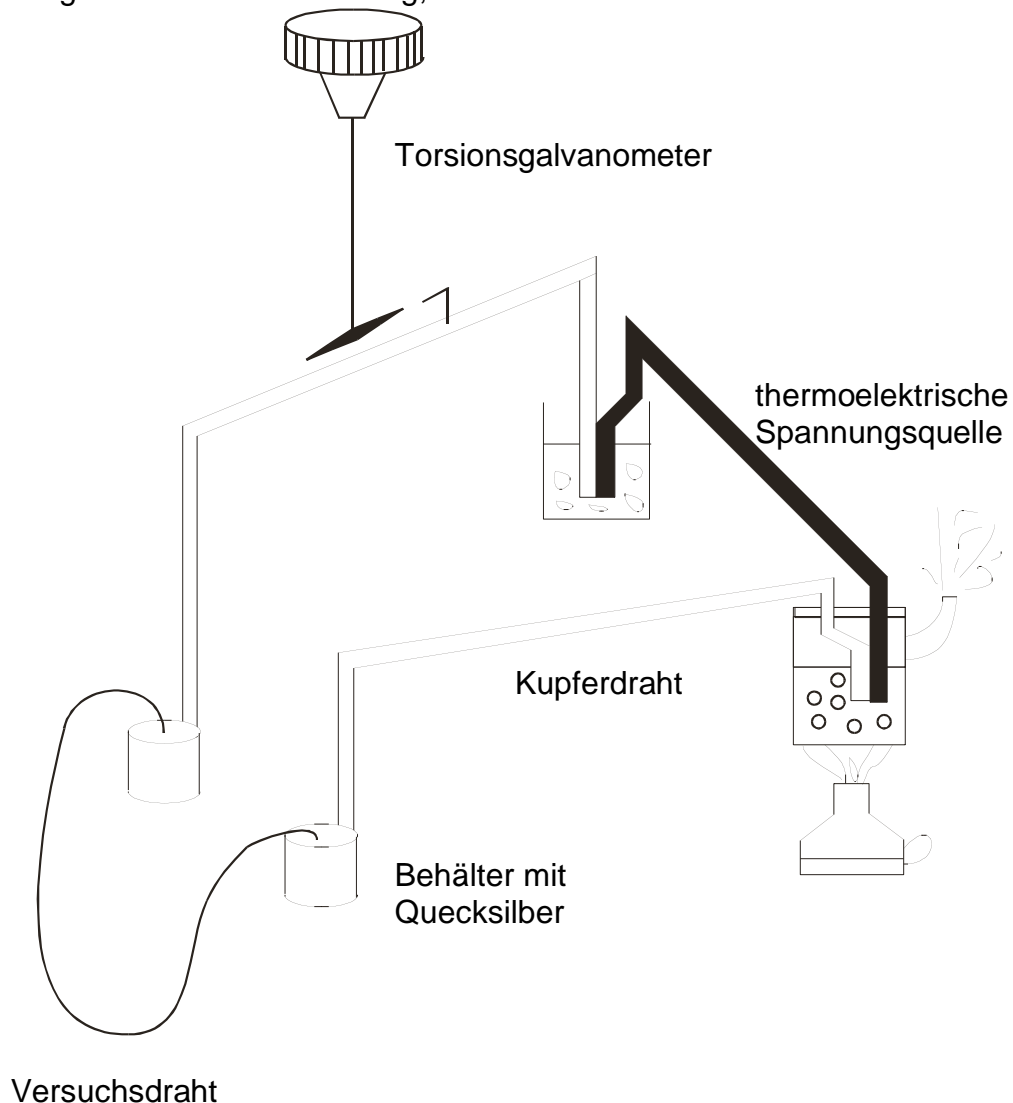
Antwort: _____

Aus der Geschichte der Elektrizität: Das Ohmsche Gesetz (1)

Das Ohmsche Gesetz kennt man in der ganzen Welt. Wenn man es in der Physikstunde nicht weiß, ist es ebenso schlimm wie wenn man in der Mathematikstunde den Satz des Pythagoras nicht nennen kann.

Georg Simon Ohm wurde 1789 als Sohn eines Schlossermeisters in Erlangen (Bayern) geboren. Er besuchte das Gymnasium und studierte an der Universität seiner Heimatstadt Mathematik und Physik. Das Geld reichte aber nur für drei Semester, so dass er das Studium abbrechen musste. Er arbeitete einige Jahre als Privatlehrer für Mathematik in der Schweiz, später auch noch an einer Realschule in Bamberg (Bayern). Das nach ihm benannte Gesetz fand er, als er von 1817 bis 1826 an einem Gymnasium in Köln Mathematik und Physik unterrichtete. Erst 1833 wurden Ohms wissenschaftliche Leistungen dadurch anerkannt, dass man ihn in seinem Heimatland Bayern zum Professor für Physik ernannte. Als Physikprofessor arbeitete er danach in Nürnberg und in seinen letzten Lebensjahren in München.

Die Skizze zeigt Ohms Messanordnung, mit der er damals sein Gesetz fand.



Aus der Geschichte der Elektrizität: Das Ohmsche Gesetz (2)

Weiterführende Informationen zu Ohms Messanordnung

Ohm benutzte in seiner endgültigen Messanordnung eine thermoelektrische Spannungsquelle. Bei seinen ersten Versuchen hatte er mit den damals üblichen Voltaschen Zellen experimentiert. Ihm war aber aufgefallen, dass sich deren Spannung während der Experimente verändern konnte. Bei der thermoelektrischen Spannungsquelle war dies nicht der Fall. Man musste nur die Temperatur zwischen dem heißen und dem kalten Ende der Zelle konstant halten. In der Abbildung taucht das eine Ende in siedendes Wasser (100°C) und das andere in Eiswasser (0°C) ein.

Um verschiedene Spannungen zu erhalten, veränderte Ohm die Temperaturdifferenz am Thermoelement und stellte fest, dass die Thermospannung linear mit der Temperaturdifferenz zusammenhängt.

Die Spannung zwischen der heißen und kalten Lötstelle wurde mit einem Elektroskop gemessen. Die Intensität des Stromes wurde mit einem so genannten Torsions-Galvanometer gemessen. Hier wurde eine an einem dünnen Goldband hängende Magnetnadel erst parallel zu einem Leiterstück gestellt. Floss nach Eintauchen des Versuchsdrahtes in die Quecksilbernäpfe ein Strom, wurde die Nadel abgelenkt. Durch Verdrehen des Knopfes konnte bei fortdauerndem Strom die Nadel wieder in die Ausgangslage zurückgebracht werden. Die Anzahl der Teilstriche am Umfang des Knopfes, um den dieser gedreht werden musste, bis die Nadel wieder parallel zum Leiter war, gab das Maß für die Stromstärke.

Ohm schrieb sein Gesetz in der Form

$$X = k \cdot w \cdot a/l$$

Hier bedeutet X die Stromstärke; k nannte er die Leitungsgüte, mit w bezeichnete er den Querschnitt des Drahtes, a war die mit dem Elektroskop gemessene Spannung zwischen den Leiterenden, l die Drahtlänge. In der Form

$$X = a : (l/k \cdot w)$$

geschrieben, nannte Ohm den Ausdruck in der Klammer nicht Widerstand, sondern „reduzierte Länge“. Heute schreiben wir meistens

$$I = U/R$$

Aus der Geschichte der Elektrizität: Das Ohmsche Gesetz (3)

Ohms erste wissenschaftliche Arbeit zu seinem Gesetz hieß „Vorläufige Anzeige des Gesetzes, nach welchem Metalle die Elektrizität leiten“. Darin beschreibt er die Abhängigkeit des Stromes von der Drahtlänge.

Seine Gedanken und Experimente können wir heute gut nachvollziehen und mit den Geräten aus der Physiksammlung leicht überprüfen. Am Anfang des 19. Jahrhunderts war dies aber schwieriger! Dies kann man schon aus der Skizze der Messanordnung entnehmen.

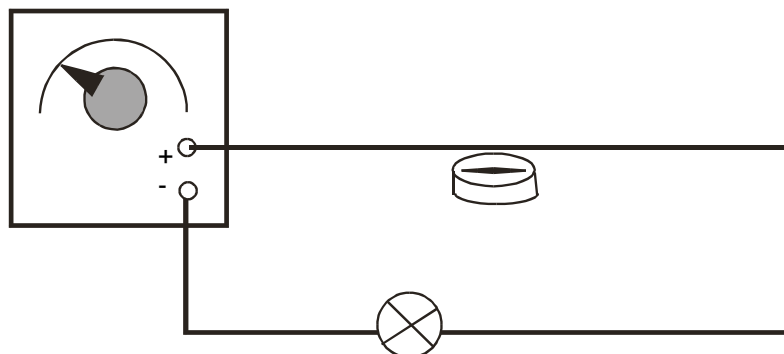
Wie hat Ohm die Intensität des Stromes – die Stromstärke – gemessen?

Zur damaligen Zeit wusste man schon, dass ein Draht, der von einem Strom durchflossen wird, magnetische Wirkungen zeigt. Er beeinflusst dann z. B. eine Kompassnadel. Sie wird aus der Nord-Südrichtung abgelenkt. Wie man damit die Stromstärke misst, kannst du in einem Versuch selbst herausfinden.

Geräte

kleiner Taschenkompass, Trafo (Gleichstrom), Glühlampe 6V/15W oder 6V/30W (Optiklampe), Kabel

Versuchsaufbau

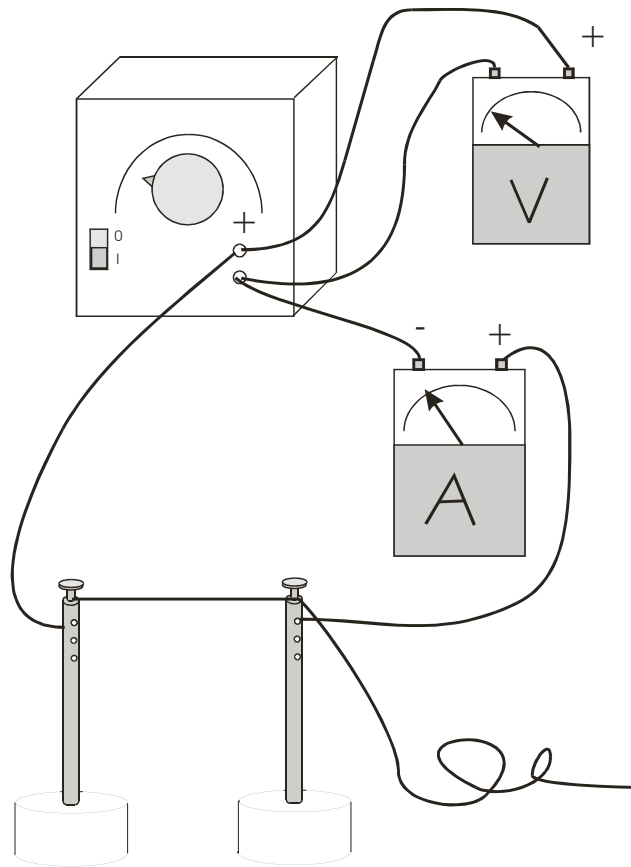


Aufgaben

1. Lege den Kompass direkt unter das Kabel, das zur Glühlampe führt. Der Draht und die Kompassnadel sollen dabei genau parallel zueinander ausgerichtet sein. Stelle am Trafo eine Spannung von 3 Volt ein und schalte den Strom ein. Notiere deine Beobachtungen für die Glühlampe und die Kompassnadel.

2. Stelle am Trafo 6 Volt ein und wiederhole den Versuch. Wie verhalten sich die Glühlampe und die Kompassnadel jetzt?

Aus der Geschichte der Elektrizität: Das Ohmsche Gesetz (4)



Ohms Versuch mit modernen Physikgeräten

Geräte und Materialien:

Stromversorgungsgerät (Schülertrafo), Spannungsmesser (0 –10V-), Strommesser (1A-), 2 Isolierstiele, 5 Kabel, Widerstandsdraht (Konstantan $d=0,2\text{mm}$, $l = 1,5\text{m}$), Lineal

Aufgaben:

1. Beschrifte die Abbildung.
2. Zeichne den Versuchsaufbau als Schaltbild mit den richtigen Schaltsymbolen.
Benutze zum Zeichnen einen Bleistift und ein Lineal!

Aus der Geschichte der Elektrizität: Das Ohmsche Gesetz (5)

Aufgaben (Fortsetzung):

3. Arbeitet im Team! Baut den Versuch auf. Spannt 25 cm des Widerstandsdrahts zwischen den Isolierstielen ein. Der restliche Draht wird nicht abgeschnitten, sondern hängt auf einer Seite über. Lasst den Versuchsaufbau kontrollieren.
4. Stellt am Trafo eine **Spannung** von **genau 2 Volt** ein. Kontrolliert die Spannung mit dem Spannungsmesser. Lest die **Stromstärke** am Strommesser ab.

Verändert den Versuchsaufbau, damit ihr die Tabelle ausfüllen könnt.

Spannung	2 V	2 V	2 V	2 V
Drahtlänge	0,25 m	0,5 m	0,75 m	1 m
Stromstärke				

5. Ergänze den Text richtig!

Wenn die Spannung in einem einfachen Stromkreis **gleich** bleibt, gilt:

je kürzer der Widerstandsdraht, desto _____ die Stromstärke,

je länger der Widerstandsdraht, desto _____ die Stromstärke.

6. Wie groß wird die Stromstärke, wenn bei einer Spannung von 2 Volt der Widerstandsdraht auf 1,25 m verlängert wird? Überprüfe deine Voraussage durch eine Messung.

Stromstärke (geschätzt): _____ A bei 2 Volt

Stromstärke (gemessen): _____ A bei 2 Volt

7. Wie verändert sich die Stromstärke, wenn der Widerstandsdraht immer die gleiche Länge hat, die Spannung aber vergrößert (verkleinert) wird? Notiere deine Vermutung.

Je größer die Spannung, desto _____ die Stromstärke,

je kleiner die Spannung, desto _____ die Stromstärke.

Aus der Geschichte der Elektrizität: Das Ohmsche Gesetz (6)

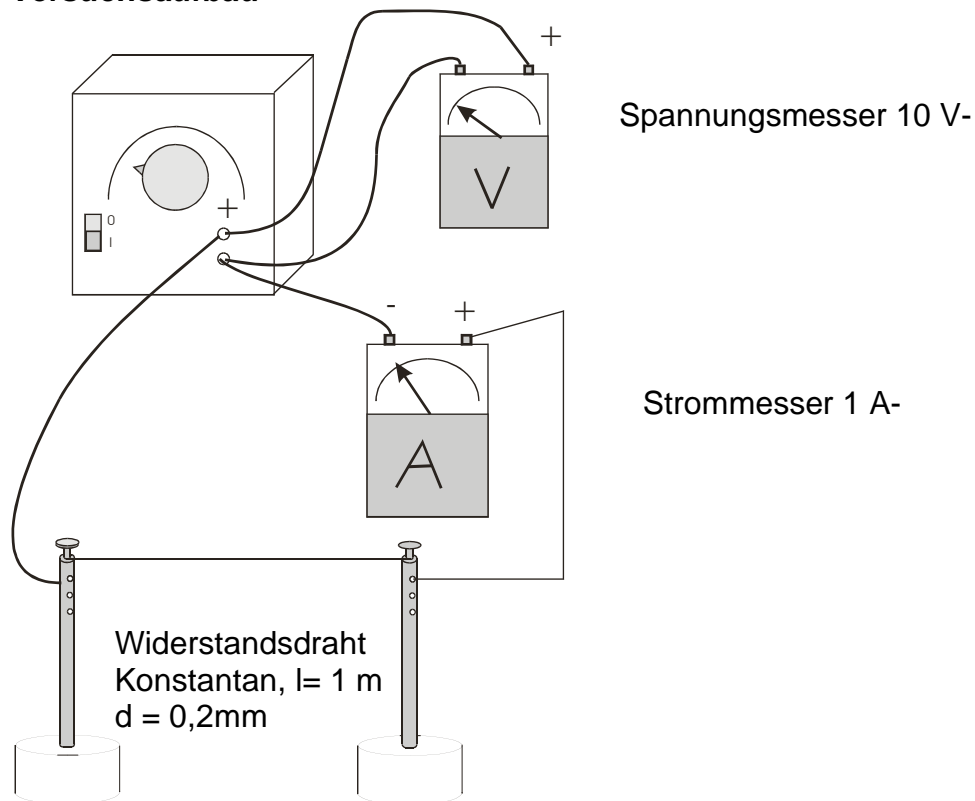
Heute schreiben wir das Ohmsche Gesetz meistens in der Formel

$$I = U/R$$

Der Buchstabe I erinnert an Intensität und steht für die Stromstärke, R steht für Widerstand und U steht für den Ladungsunterschied, also die Spannung.

Größe	Formelzeichen	Einheit (Abkürzung)	Berechnungsformel
Spannung	U	Volt (V)	$U = R \times I$
Stromstärke	I	Ampere (A)	$I = U/R$
Widerstand	R	Ohm (Ω)	$R = U/I$

Versuchsaufbau



Aufgaben

- SchlieÙe einen Widerstandsdraht (Konstantan, $d = 0,2\text{mm}$, $l = 1\text{m}$) an den Schülertrafo an.
- Verändere die Spannung in Schritten von 1V und miss jedes Mal die Stromstärke.
- Berechne für jedes Wertepaar den Widerstand. Benutze einen Taschenrechner und runde das Ergebnis auf eine Kommastelle.
- Überprüfe, ob das Ohmsche Gesetz gilt.

Achte darauf, dass du bei beiden Messgeräten den richtigen Messbereich gewählt hast und die Messgeräte richtig geschaltet sind. Du darfst mit den Messungen erst beginnen, wenn dein Versuchsaufbau vom Lehrer kontrolliert worden ist.

Aus der Geschichte der Elektrizität: Das Ohmsche Gesetz (7)

Tabelle der Messwerte

Widerstandsdraht (Konstantan, $l = 1\text{ m}$, $d = 0,2\text{ mm}$)

Spannung U in Volt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Stromstärke I in Ampere										
Widerstand R in Ohm										

Auswertung

Bei dieser Messreihe gilt das Ohmsche Gesetz, weil



Zeichne mit den Messwerten aus der Tabelle ein Schaubild. Teile die Achsen sinnvoll ein.

Zusatzaufgabe

Wie lang muss ein Stück des Widerstandsdrahts sein, wenn es einen Widerstand von einem Ohm haben soll?

Genau Widerstände herstellen

Ein Elektriker benötigt für die Reparatur eines Gerätes einen Drahtwiderstand von $4,7\zeta$. Er nimmt ein Stück Widerstandsdraht (z.B. Konstantan), führt eine Messung durch und schneidet dann vom Drahtstück den benötigten Draht ab!

Aufgaben

1. Stelle aus einem Stück Konstantan -Draht einen Widerstand von $4,7\zeta$ her. Beschreibe wie du vorgehst.
2. Informiere dich! Mit welchem Messgerät kann der Praktiker den Widerstand einfacher bestimmen als mit den von dir benutzten Geräten?

Geräte und Material:

- ca. 100 cm Konstantan - Draht ($d = 0,2$ mm)
- 2 Isolierstiele zum Einspannen des Drahtes
- 2 Tonnenfuß
- Schülertrafo
- Spannungsmesser (Messbereich $0 - 10V\sim$)
- Stromstärkemesser (Messbereich $1A\sim$)
- 5 Experimentierkabel

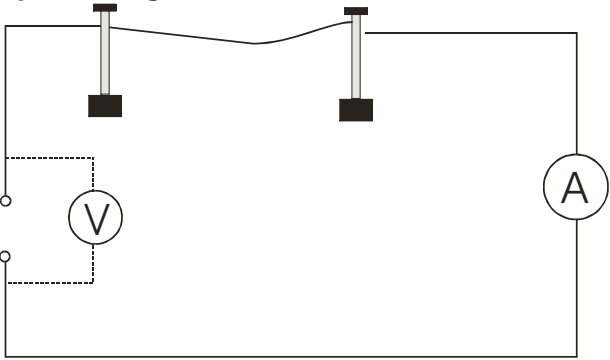
Schaltung:

Durchführung:

Ergebnis:

Hilfen zur Lösung der Aufgabe 1

Hilfe 1	Hilfe 2
<p>Ein Konstantan- Draht beeinflusst im elektrischen Stromkreis die Stromstärke. Sein Widerstand ist von der Länge abhängig. Je länger der Draht, desto größer der Widerstand. Je kürzer der Draht, desto kleiner der Widerstand.</p>	<p>Den elektrischen Widerstand kann man mit Hilfe der ohmschen Formel $U = R \cdot I \rightarrow R = U/I$ berechnen. U Spannung in Volt (V) R Widerstand in Ohm (Ω) I Stromstärke in Ampere (A)</p>

Hilfe 3	Hilfe 4
<p>Schaltung zur Bestimmung des Widerstands durch Messung der Spannung und der Stromstärke:</p> 	<p>Stelle eine Spannung von z. B. 5 Volt ein und miss die Stromstärke. Miss die Länge des Drahtes zwischen den Isolierstielen. Berechne mit der ohmschen Formel den Widerstand des Drahtes. Berechne die Drahtlänge für 1 Ohm. Schneide das 4,7fache vom Widerstandsdraht ab.</p>

Hilfe zu Aufgabe 2

Der Praktiker benutzt ein Ohmmeter, bzw. ein Multimeter, das einen Messbereich zum Messen von Widerständen besitzt. Er muss dann lediglich einen passenden Messbereich wählen und zwei Messkabel mit Abgreifklemmen anschließen. Dann greift er mit diesen auf dem Widerstandsdraht den passenden Widerstand ab.