

Gabriele Leerhoff, Jens Möllering, Ingo Eilks,
Stoffeigenschaften in Lernzirkeln

(Ergänzung zu G. Leerhoff, J. Möllering, I. Eilks: Lernzirkel zur Behandlung der Stoffeigenschaften.- MNU 4/53(2000), 231-234)

Die im Folgenden vorgestellte Unterrichtssequenz umfasst vier Stunden. In der ersten und dritten Stunde werden die beiden Lernzirkel durchgeführt und jeweils in den anschließenden Stunden besprochen.

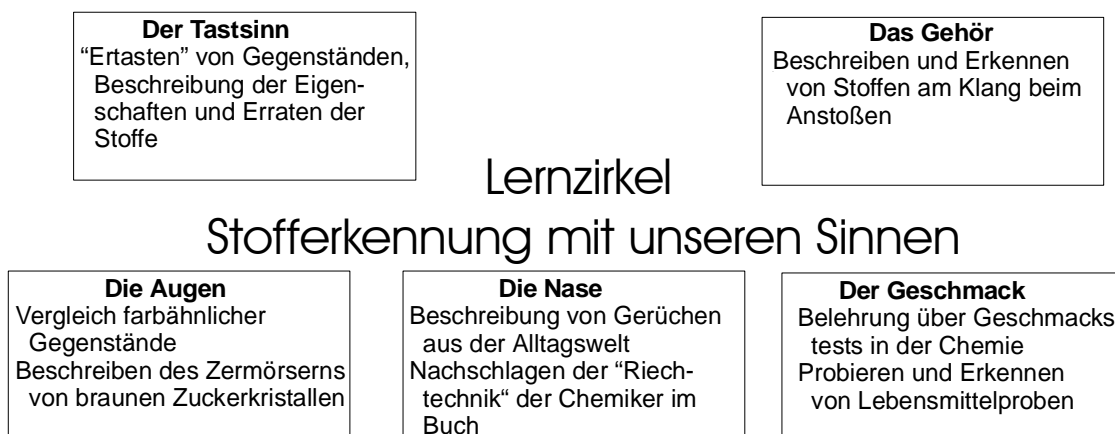


Abb. 1. Lernzirkel „Stofferkennung mit unseren Sinnen“ in der Übersicht

Im ersten Lernzirkel steht der Aspekt der Stofferkennung mit den menschlichen Sinnen und die Beschreibung von deren sinnhaft wahrnehmbaren Eigenschaften im Vordergrund. Hierzu werden fünf unterschiedliche Lernstationen angeboten, die jeweils mindestens zweifach aufzubauen sind, um Engpässe zu vermeiden. An ihnen können mit Hilfe unterschiedlicher – im Wesentlichen handlungsorientierter - Zugänge verschiedene qualitative Stoffeigenschaften kennengelernt werden. Daneben soll erkannt werden, wie schwierig eine eindeutige Beschreibung der Stoffeigenschaften allein auf der Basis der menschlichen Sinneswahrnehmung ist (Abb. 1). Hierbei werden bewusst z. B. farblich oder im Klang ähnliche Materialien vorgegeben und Substanzen benutzt, die als solche weniger bekannt sind, aber gewisse lebensweltorientierte Assoziationen wecken (z. B. Sternanis, Zitronengras, Kräuter)¹.

Die Stationen werden in der anschließenden Stunde besprochen und die vorhandenen Schwierigkeiten herausgearbeitet. Einfügen lässt sich an dieser Stelle eine Sammlung evtl. bereits bekannter eindeutiger oder quantifizierbarer Eigenschaften, die die Naturwissenschaften zur Beschreibung der Stoffe nutzen (z. B. metallischer Glanz oder Schmelzpunkt).

Einige dieser Eigenschaften werden im sich anschließenden zweiten Lernzirkel (Abb. 2) exemplarisch mit unterschiedlichen methodischen Zugängen erarbeitet. Hierbei werden neben dem Experimentieren bewusst auch Stationen angeboten, die hierauf verzichten und andere Wege der Erarbeitung, etwa das Nachdenken über Alltagsphänomene, die Planung eines Versuchsvorschlages ohne dessen Durchführung oder die Arbeit mit dem Schulbuch beinhalten. Hierbei kann man die Schülerinnen und Schüler alle Aspekte bearbeiten oder sie eine Auswahl treffen

¹ vgl. auch T. SEILNACHT: Der Stoffparcour unter www.seilnacht.tuttlingen.com/Lernzirk.htm

lassen. Mindestens drei der unterschiedlichen Stationen sollten aber von jedem bearbeitet werden (Abb. 2). Diese Wahlmöglichkeit eröffnet nicht nur die Möglichkeit einer Entscheidung über den eigenen Lernprozess, sondern auch die Chance, in der Folgestunde die Schülerinnen und Schüler sich gegenseitig jeweils nicht bearbeitete Stationen erklären zu lassen.



Abb. 2. Lernzirkel „Eigenschaften der Stoffe“ in der Übersicht

Im Mittelpunkt dieses zweiten Lernzirkels stehen nicht in erster Linie die Erarbeitung möglichst vieler Stoffeigenschaften und deren Bestimmungsmethoden. Es soll vielmehr exemplarisch und in gestraffter Form ein grundsätzliches Verständnis entwickelt werden, wie man in den Naturwissenschaften auf den Aspekt der Stoffeigenschaften zugeht, dass es zur Charakterisierung mehr und weniger geeignete Aspekte gibt und dass Eindeutigkeit oder Quantifizierbarkeit bei der genauen Beschreibung von Stoffen nahezu unverzichtbar sind. Die Erarbeitung weiterer Stoffeigenschaften und deren Bestimmung ist in den nachfolgenden Unterricht zu integrieren.

Wir gehen davon aus, dass so insgesamt durch das Einbeziehen verschiedener Zusammenhänge ein nachhaltigeres Lernen der diversen Eigenschaftsbestimmungen möglich ist. Die Stoffbeschreibung erfüllt dann einen Zweck und erfolgt nicht mehr in einer relativ langen Phase am Anfang des Chemieunterrichts um ihrer selbst Willen.

Erfahrungen

Die beschriebenen Lernzirkel wurden u. a. im Chemieanfangsunterricht an einem niedersächsischen Gymnasium (9. Klasse) erprobt. Hier arbeiteten die Schülerinnen und Schüler nach einer kurzen Phase der Zurückhaltung sehr intensiv, wobei man ihnen anmerkte, dass Erfahrungen mit dieser Sozialform bei den meisten aus der Primarstufe vorhanden waren.

Die Durchführung der Lernzirkel erfolgte nach einem "Helfersystem". D. h. in diesem Fall, dass die erste Gruppe an jeder Stationen im weiteren Verlauf Ansprechpartner der anderen Gruppen für aufkommende Fragen war. So konnte der Lehrer sich

diesbezüglich weitgehend zurückhalten. Nur bei der jeweiligen "Expertengruppe" an deren erster Station waren Hilfestellungen geplant und wurden auch bei Bedarf bereitgestellt. Die Expertengruppen waren jederzeit ansprechbar und halfen den nachfolgenden Gruppen mit großer Geduld. Hierbei kristallisierten sich auch einige Experten heraus, die im sonstigen Unterricht häufig keine tragende Rolle spielen.

Der Lernzirkel „Stofferkennung mit unseren Sinnen“ ermöglichte den Schülerinnen und Schülern verschiedene Zugangsweisen zum Bereich der Stoffeigenschaften. Sehr schnell wurde in den Gruppen darüber diskutiert, ob man an Stoffen riechen darf oder diese schmecken sollte. Hier musste darüber informiert werden, dass die Skepsis der Schülerinnen und Schüler begründet und angemessen gegenüber unbekanntem Stoffen ist, es sich in diesem Fall aber um Lebensmittel handelte. Angeregte Diskussionen gab es auch um die unterschiedlichen Sinneswahrnehmungen. Schnell wurde den Schülerinnen und Schülern deutlich, dass die jeweiligen Beschreibungen äußerst subjektiv waren. Insgesamt förderte die Lernzirkelarbeit die Interaktion innerhalb der Lerngruppe. Positiv erscheint auch, dass neben dem in der Schule häufig genutzten intellektuellen auch die anderen Lerneingangskanäle (visuell, auditiv, haptisch, gustatorisch und olfaktorisch) berücksichtigt werden konnten.

Der Lernzirkel zu den "Eigenschaften der Stoffe" verlief hinsichtlich der Durchführung noch besser, weil die Schülerinnen und Schüler den Ablauf bereits kannten. Die Motivation, mit den Experimentiermaterialien zu arbeiten, war groß. Positiv fiel insbesondere auch der engagierte Einsatz der Mädchen auf.

Um gute Ergebnisse zu erzielen, mussten die Experimente sehr genau beschrieben sein. Dazu gehörte neben dem Text eine Skizze sowie die zu bearbeitende Aufgabe. Auch die Arbeit mit dem Lehrbuch wurde einbezogen. Probleme gab es nur bei der Dichtebestimmung. Nicht, dass den Schülerinnen und Schülern das entsprechende Experiment schwer fiel, vielmehr waren einige enttäuscht darüber, dass sie beim eigenständigen Ergebnisabgleich im Buch feststellten, dass die Messwerte relativ ungenau waren. In einigen Gruppen konnte mit Unterstützung des Lehrers der Aspekt der Fehlerbetrachtung angesprochen und so ein weiteres Element naturwissenschaftlichen Arbeitens ansatzweise eingeführt werden.

Die Vorbereitung des Lernzirkels war relativ arbeitsintensiv. Es war jedoch unbedingt notwendig, die Aufgaben hinreichend klar zu strukturieren und den Schülerinnen und Schülern das Material zusammenzustellen. In anderen Zusammenhängen zeigte sich wiederholt, dass zu große Freiheiten an dieser Stelle, etwa mit Materialkisten für die Experimente bei im Experimentieren noch relativ ungeübten Lerngruppen, für Unruhe und hohen Chemikalienverbrauch sorgen. Auf der anderen Seite können die einmal erstellten Vorlagen durch ihre unabhängige Einsetzbarkeit jederzeit auch für andere Gestaltungen dieser Unterrichtsphase benutzt werden.

Die für die Ergebnissicherung eingeplante Zeit von einer Stunde war jeweils angemessen. Eine ausführliche Besprechung war unbedingt notwendig, da die Schülerinnen und Schüler ihre Ergebnisse in unterschiedlicher Qualität und Quantität auf den Arbeitsblättern notierten.

Arbeitsblatt: Stofferkennung mit unseren Sinnen

Absolviere folgende Stationen in einer Gruppe von 4 Schülerinnen bzw. Schülern. (Alle Stationen sind zweifach aufgebaut)
Hinterlasse die Stationen so ordentlich, wie du sie vorgefunden hast.
Versuche für jede Station nicht mehr als 5 Minuten zu benötigen.

Station 1: Die Augen

1. Schreibt bitte jeder für sich die Farben der vier Karten auf, ohne darüber miteinander zu reden.

a _____ b _____ c _____ d _____

Vergleicht die Farbnamen, habt ihr die Farben gleich benannt?

2. Zerkleinere mit dem Mörser einige braune Kandiszuckerkristalle. Wie verändert sich ihr Aussehen?

3. Wovon hängt die Beschreibung der Farbe eines Stoffes oder Gegenstandes ab?

Station 2: Die Nase

1. Rieche an den Stoffen und beschreibe jeweils den Geruch, ohne den Stoff zu benennen.

a _____

b _____

c _____

d _____

2. Wie kann man sich vor dem Einatmen giftiger Stoffe schützen? Welche "Riechtechnik" benutzt der Chemiker? (vgl. im Buch)

Station 3: Der Tastsinn

Betaste die Gegenstände im Beutel, ohne zu sprechen oder hinein zu schauen. Schreibe für jeden der Gegenstände die Eigenschaften auf, die du erfühlt hast. Um welche Stoffe könnte es sich handeln?

a _____

b _____

c _____

Station 4: Das Gehör

1. Alle Schüler der Gruppe bis auf Einen schließen die Augen. Der eine Schüler klopft nun mit einem Stab an verschiedene Gegenstände aus dem Beutel. Welche Stoffe kann man erkennen?

2. Können wir alle Stoffe mit dem Gehör unterscheiden?

Station 5: Der Geschmack

Der Chemiker prüft den Geschmack eines unbekanntes Stoffes nicht, denn viele Stoffe gefährden die Gesundheit oder sind giftig. Im Chemieunterricht darf ein Stoff nur probiert werden, wenn der Lehrer es ausdrücklich erlaubt. Dies ist nur bei der Untersuchung von Lebensmitteln möglich.

Schließe nun die Augen und halte die Nase zu. Probiere mit dem feuchten Zahnstocher geringe Mengen der unter dem Kartondeckel befindlichen Stoffe und versuche diese zu erkennen.

Wie beurteilst du die Möglichkeiten, Stoffe mit den Sinnesorganen zu charakterisieren?

Station 1: Die Augen

1. Schreibt bitte jeder für sich die Farben der vier Karten auf, ohne darüber miteinander zu reden.

Vergleicht die Farbnamen, habt ihr die Farben gleich benannt?

2. Zerkleinere mit dem Mörser einige braune Kandiszuckerkristalle. Wie verändert sich ihr Aussehen?

3. Wovon hängt die Beschreibung der Farbe eines Stoffes oder Gegenstandes ab?

Station 2: Die Nase

1. Rieche an den Stoffen und beschreibe jeweils den Geruch, ohne den Stoff zu benennen.

2. Wie kann man sich vor dem Einatmen giftiger Stoffe schützen?
Welche "Riechtechnik" benutzt der Chemiker? (vgl. im Buch)

Station 3: Der Tastsinn

Betaste die Gegenstände im Beutel, ohne zu sprechen oder hinein zu schauen. Schreibe für jeden der Gegenstände die Eigenschaften auf, die du erfühlt hast. Um welche Stoffe könnte es sich handeln?

Station 4: Das Gehör

1. Alle Schüler der Gruppe bis auf Einen drehen sich mit dem Rücken zum Tisch. Der eine Schüler klopft nun mit einem Stab an verschiedene Gegenstände aus dem Beutel. Welche Stoffe kann man erkennen?
2. Können wir alle Stoffe mit dem Gehör unterscheiden?

Station 5: Der Geschmack

Der Chemiker prüft den Geschmack eines unbekanntes Stoffes nicht, denn viele Stoffe gefährden die Gesundheit oder sind giftig. Im Chemieunterricht darf ein Stoff nur probiert werden, wenn der Lehrer es ausdrücklich erlaubt. Dies ist nur bei der Untersuchung von Lebensmitteln möglich.

Schließe nun die Augen und halte die Nase zu. Probiere mit einem feuchten Zahnstocher geringe Mengen der unter dem Kartondeckel befindlichen Stoffe und versuche diese zu erkennen.

Aufbau/Materialien

Arbeitsblätter
Arbeitsplatzvorlagen in Prospekthüllen

Station 1:

4 Farbkarten, Mörser, Kandiszucker

Station 2:

Schulbuch, 4 undurchsichtige Flaschen/Gläser (evtl. mit Alufolie umwickelt) mit Anissirup, Brennspiritus, Thymian, Menthol(-bonbons)

Station 3:

Stoffbeutel mit einem Eisenwolleknäuel, einem Alufoliestück, einem Geldstück

Station 4

Stoffsack mit einem Glasstab, Eisenblech, Kupferblech, Pappstück, Sperrholzstück

Station 5:

Zahnstocher, Schälchen mit Wasser (zum Anfeuchten)

Pappkarton, darunter Schälchen mit Mehl, Sirup, Zucker, Wasser

Selbstverständlich lassen sich die Stationen beliebig variieren. Sie sollten in möglichst je zweifach angeboten werden.

Arbeitsblatt: Beispiele für eindeutige Eigenschaften der Stoffe

Bearbeite **mindestens 3** der aufgebauten Stationen **nach eigener Wahl** in Gruppen zu je 3 Schülerinnen bzw. Schülern. Alle Stationen werden zweifach angeboten.

*Hinterlasse alle Stationen so ordentlich, wie Du sie vorgefunden hast.
Versuche, die Aufgaben an den Stationen in jeweils 10 Minuten zu bearbeiten*

Station 1: Löslichkeit in Wasser

1. Nimm fünf Bechergläser und fülle je 50 mL Wasser ein. Füge nun in je eines der Bechergläser einen Spatel Zucker, Mehl, Salz, Eisenspäne und Speisestärke. Notiere deine Beobachtungen.
2. Um Fettflecke aus der Kleidung zu entfernen, benutzt man Reinigungsbenzin und nicht Wasser; auch Alkohol ist geeignet, allerdings nicht so gut. Vermute und formuliere eine sinnvolle Erklärung.

Station 2: Dichte

1. Lese aufmerksam die ausliegende Anleitung durch.
2. Bestimme die Dichte eines Eisennagels, des Holzstücks und des Glasrohrs. Protokolliere dein Vorgehen.
3. Welche Dichte haben Alkohol, Stickstoff und Gold? (Benutze das Buch, S. 17)

Station 3: Schmelz- und Siedetemperatur

1. Lese aufmerksam den ausliegenden Text durch.
2. Welchen Schmelz bzw. Siedepunkt hat Wasser? Wie müsste man dies experimentell prüfen? Benutze die ausliegende Versuchsskizze und formuliere eine Versuchsanleitung.
3. Welche Siedetemperaturen haben Eisen, Kochsalz und Alkohol? (Benutze das Buch, S. 218)

Station 4: Elektrische Leitfähigkeit von Feststoffen

1. Lese aufmerksam die ausliegende Versuchsanleitung durch.
2. Überprüfe die Leitfähigkeit des Salzkristalls, des Eisennagels und des Kandiszuckers. Protokolliere dein Vorgehen.
3. Welche Stoffe werden im Alltag zur Leitung des elektrischen Stroms eingesetzt; wie verhindert man dabei Unfälle? Formuliere eine Erklärung.

Station 5: Elektrische Leitfähigkeit in Lösungen

1. Lese aufmerksam die ausliegende Versuchsanleitung durch.
2. Nimm drei Bechergläser und fülle je 50 mL Wasser ein. Füge nun in je eines der Bechergläser einen Teelöffel Zucker bzw. Salz und überprüfe in allen drei Bechergläsern die Leitfähigkeit. Notiere deine Beobachtungen.
3. Das Benutzen von Elektrogeräten in der Badewanne ist sehr gefährlich. Wie könnte das mit den gemachten Beobachtungen zusammenhängen? Formuliere eine Erklärung.

Station 6: Härte

1. Lese den ausliegenden Text zur Härte.
2. Schätze die ausliegenden Stoffe gemäß ihrer Härte ein.
3. Wie müsste man die Härte im Experiment bestimmen? Beschreibe das Vorgehen und gib an, welches der härteste bekannte Stoff ist. Überprüfe Deine Einordnung. (Benutze das **graue** Buch, S. 20)

Nutze gegebenenfalls die Zeit am Ende der Stunde, um dich aus dem Buch auch über die anderen Stoffeigenschaften zu informieren.

Hausaufgabe: Sammle ausreichend Informationen, so dass du in der folgenden Stunde an einer gemeinsamen Besprechung aller durchgeführten Versuche teilnehmen kannst.

Station 1: Löslichkeit in Wasser

Aufgaben:

1. Nimm fünf Bechergläser und fülle je 50 mL Wasser ein. Füge nun in je eines der Bechergläser ein Spatel Zucker, Mehl, Salz, Eisenspäne und Speisestärke. Notiere deine Beobachtungen.
2. Um Fettflecke aus der Kleidung zu entfernen, benutzt man Reinigungsbenzin und nicht Wasser; auch Alkohol ist geeignet, allerdings nicht so gut. Überlege und formuliere eine sinnvolle Erklärung.

Station 2: Dichte

Schwer oder dicht ?

Jede Stoffportion hat eine Masse, die man mit Hilfe einer Waage bestimmen kann. Will man aber Stoffe unterscheiden, hilft es wenig, von einem Kilogramm Blei oder einem Kilogramm Watte zu sprechen. Betrachtet man aber beide Stoffportionen, fällt auf, dass sie trotz ihrer gleichen Masse unterschiedliche Volumina einnehmen.

Aus diesem Grund betrachtet man, um besser vergleichen zu können, das Verhältnis der Masse zum Volumen. Hierzu bestimmt man beide Größen und teilt dann Masse durch Volumen. Diese Größe bezeichnet man als Dichte und gibt sie in $\frac{g}{mL}$ bzw. $\frac{kg}{L}$ an. Die

Dichte ist eine spezifische Größe für bestimmte Stoffe, reines Wasser z.B. hat immer die Dichte $1 \frac{kg}{L}$.

Beispiel zur Bestimmung bei Flüssigkeiten:

Mit einem Messzylinder wird 1 L Wasser abgemessen. Auf der Waage bestimmt man die Masse dieses Liters mit relativ genau 1 kg. Das heißt, dass Wasser hat die Dichte $\frac{1kg}{1L} = 1 \frac{kg}{L}$.

Vorgehen zur Bestimmung bei festen Stoffen:

Die Masse wird durch Auswiegen bestimmt. Dann taucht man den Gegenstand in eine Flüssigkeit in einem skalierten Gefäß. Durch die Verdrängung steigt der Flüssigkeitsspiegel an. Die Größe dieses Anstiegs entspricht dem Volumen.

Aufgaben:

1. Lese aufmerksam die ausliegende Anleitung.
2. Bestimme die Dichte eines Eisennagels, des Holzstücks und des Glasrohrs. Protokolliere dein Vorgehen. Worauf muss man beim Holz achten?
3. Welche Dichte haben Alkohol, Stickstoff und Gold? (Benutze das Buch, S. 17)

Station 3: Schmelz- und Siedetemperatur

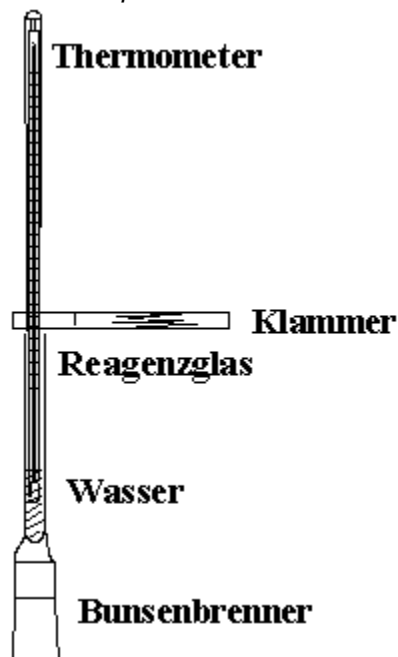
Schmelz- und Siedetemperaturen

Wenn man Wasser auf dem Herd erwärmt, bilden sich ab einer bestimmten Temperatur Bläschen. Man sagt, das Wasser beginnt zu kochen bzw. es siedet. Die Temperatur, bei der dies geschieht heißt Siedetemperatur.

Ebenso schmilzt Eis, wenn man es aus dem Gefrierfach holt. Besteht dieses Eis nur aus dem Stoff Wasser, gibt es auch hierfür eine ganz bestimmte Temperatur, die Schmelztemperatur.

Die Siede- bzw. Schmelztemperatur für Wasser ist bei normalen Bedingungen immer gleich. Beides sind charakteristische Größen des Wassers. Andere Stoffe haben andere Werte, aber auch diese sind für den jeweiligen Stoff charakteristisch.

Versuchsaufbau zur Messung der Siedetemperatur von Wasser



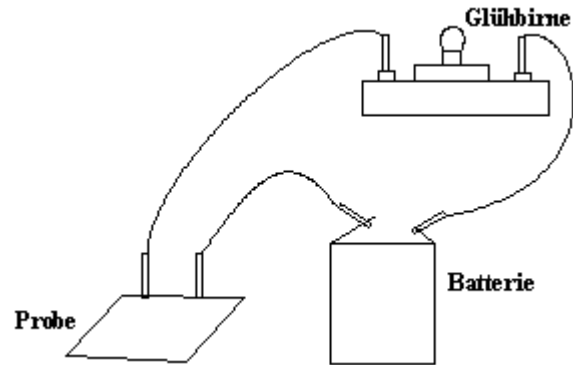
Aufgaben:

1. Lese aufmerksam den ausliegenden Text durch.
2. Welchen Schmelz bzw. Siedepunkt hat Wasser? Wie müsste man dies experimentell prüfen? Benutze die ausliegende Versuchsskizze und formuliere eine Versuchsanleitung.
3. Welche Siedetemperaturen haben Eisen, Kochsalz und Alkohol ? (Benutze das Buch, S. 218)

Station 4: Elektrische Leitfähigkeit von Feststoffen

Versuchsanleitung

Baue die Versuchsanlage entsprechend der Skizze auf.



Überprüfe die Leitfähigkeit, indem du die Krokodilklemmen an verschiedenen Stellen an den Gegenstand hältst. Nicht einspannen! Die Kristalle können zersplittern, wenn sie in die Krokodilklemmen eingespannt werden.

Aufgaben:

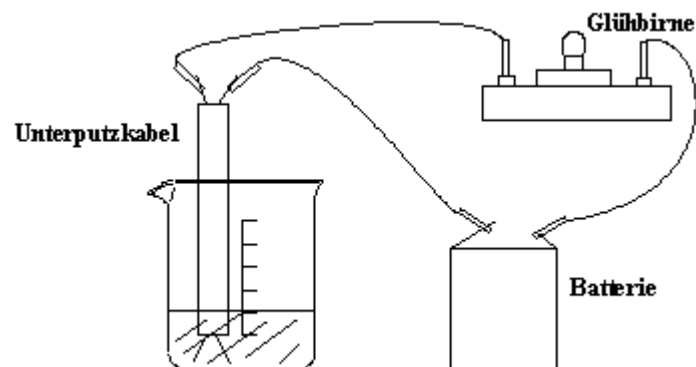
1. Lese aufmerksam die ausliegende Versuchsanleitung durch.
2. Überprüfe die Leitfähigkeit des Salzkristalls, des Eisennagels und des Kandiszuckers. Protokolliere dein Vorgehen.
3. Welche Stoffe werden im Alltag zur Leitung des elektrischen Stroms eingesetzt; wie verhindert man dabei Unfälle? Formuliere eine Erklärung, benutze dabei den Begriff der elektrischen Leitfähigkeit.

Station 5: Elektrische Leitfähigkeit in Lösungen

Versuchsanleitung

Nehme drei Bechergläser und fülle in jedes 50 mL Wasser. Gebe in je eines der Bechergläser einen Teelöffel Zucker bzw. Kochsalz und vermische gut, bis von dem Zucker bzw. Salz nichts mehr zu erkennen ist.

Baue nun die Messapparatur entsprechend der Zeichnung auf, tauche das Unterputzkabel der Reihe nach in die Flüssigkeiten. (Zwischendurch Spülen !)



Notiere deine Beobachtungen und werte den Versuch aus.

Aufgaben:

1. Lese aufmerksam die ausliegende Versuchsanleitung durch.
2. Überprüfe die elektrische Leitfähigkeit von Wasser, Kochsalzlösung und Zuckerwasser.. Notiere deine Beobachtungen.
3. Das Benutzen von Elektrogeräten in der Badewanne ist sehr gefährlich. Wie könnte das mit den gemachten Beobachtungen zusammenhängen? Überlege und formuliere eine Erklärung. (Was ist außer dem Wasser meistens noch in der Wanne?)

Station 6: Härte

Hart und weich

Bei Flüssigkeiten gibt es eine Unterscheidung, die man als Viskosität bezeichnet. Sie wird deutlich, wenn man etwa Honig, Pflanzenöl und Wasser vergleicht. Honig ist sehr zähflüssig, Öl weniger und Wasser ist dünnflüssig. Hierzu gibt es eine Skala und man kann die Flüssigkeiten hierin einordnen.

Bei festen Stoffen unterscheidet man ganz ähnlich in verschiedene Härtegrade. Versuche die ausliegenden Stoffe in eine Reihenfolge zu bringen und informiere dich über ein Verfahren der Härtebestimmung und die Skala der Härtegrade.

Aufgaben:

1. Lese den ausliegenden Text zur Härte.
2. Schätze die ausliegenden Stoffe gemäß ihrer Härte ein.
3. Wie müsste man die Härte im Experiment bestimmen? Beschreibe das Vorgehen und gib an, welches der härteste bekannte Stoff ist. Überprüfe Deine Einordnung. (Benutze das graue Buch, S. 20.)

Aufbau und Materialien

Arbeitsblätter

Arbeitsplatzvorlagen, Prospekthüllen

Schulbücher (hier: Schroedel Chemie heute SI, Ausgabe A)

Station 1:

5 Bechergläser (100 mL), Löffelspatel, Zucker, Mehl, Salz, Speisestärke, Eisenspäne

Station 2:

Messzylinder (100 mL), Waage, Nagel, Holzstab, Glasstab

Station 3:

Station 4:

4 Korkodilklemmen, 3 Kabel, 4,5 V- Glühbirne, 4,5 V-Batterie, Salzkristall, Kandiszuckerkristall, Nagel

Station 5:

Unterputzkabel, 4 Korkodilklemmen, 3 Kabel, 4,5 V- Glühbirne, 4,5 V-Batterie, Löffelspatel, 3 Bechergläser (100 ml), Kochsalz, Zucker

Station 6:

Glasstab, Eisennagel, Bleistück, Kupferblech, CrV-Schraubenschlüssel
Chemie heute SI, graue Ausgabe 1993