

## Wasser in unserer Umwelt

Best.-Nr. 2022444



**Dauer: ca. 45 Minuten**

Inhalt:

- Wo findet man Wasser? Welche Rolle spielt Wasser in unserer Umwelt und in unserer Nahrung?
- Wie gewinnt man klares Wasser? Ist klares Wasser auch sauber?
- Was passiert eigentlich, wenn man Wasser erhitzt oder abkühlt? (unter normalen Bedingungen)
- Kann man in Wasser alles lösen? Wie viel der Stoffe kann man in einer bestimmten Menge Wasser lösen?
- Kann man Wasser mit anderen Flüssigkeiten (Alkohol, Öl, Petroleum etc.) mischen?

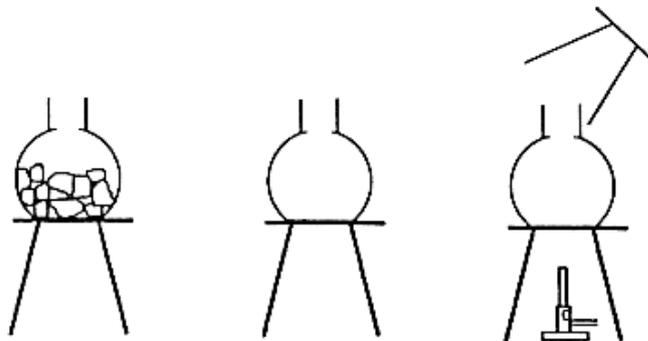
Wo findet man Wasser? Welche Rolle spielt es in unserer Umwelt und in unserer Nahrung?

### 1. Versuch: Die 3 Aggregatzustände des Wassers.

Die Schüler sollen die 3 Aggregatzustände des Wassers kennenlernen bzw. wiederholen und diese außerdem durch Beispiele veranschaulichen können.

Notwendiges Material:

Für den Lehrer: 3 Rundkolben mit abgeflachtem Boden (1L), 3 DreifüÙe, 1 Rundkolben, Eisstücke, demineralisiertes Wasser, Streichhölzer, Bunsenbrenner



Bemerkung: Die Verwendung von entmineralisiertem Wasser wird empfohlen, um die Glasgeräte sauber zu halten. Das Sieden von Leitungswasser hinterläßt mehr oder weniger große, weniger schöne weiÙe Spuren auf den Geräten. Falls kein Gas vorhanden ist, kann man auch ein Heizplatte oder einen Kocher benutzen.

## *Die Beobachtung von bekannten Feststoffen sowie gängigen Flüssigkeiten*

### **2. Versuch: Die Beobachtung von Feststoffen und Flüssigkeiten**

Die Schüler sollen sich mit folgenden Aspekten auseinandersetzen:

- der spezifischen Form des festen Wassers (Eis)
- mit dem Fehlen einer spezifischen Form beim flüssigen Wasser sowie auch anderer Flüssigkeiten
- mit der Ebenheit der Oberfläche einer Flüssigkeit in Ruheposition

Notwendiges Material:

Für die Schüler: 2 Glasgefäße, 2 Bechergläser von 100ml, 1 Erlenmeyerkolben von 100ml, 1 Aluminiumklinge, flüssiges Wasser (circa 50ml im Becherglas), Eisstücke, trockener Sand, Modellierknete ( $\varnothing 1$  cm), Pfefferminzsirup.

Die Schüler sollen die unterschiedlichen Körper in das 100 ml Becherglas einfüllen, dann in den Erlenmeyerkolben. Nun beginnen sie mit dem Versuch. Als Grundlage dient folgende Versuchsanleitung:

Körper	Aluminium	Wasser	Eis	Sand	Knete	Sirup
Nimmt die Form des Gefäßes an, die es umschließt.						
Wie sieht die Oberfläche aus, wenn man das Becherglas neigt?						
Festkörper oder Flüssigkeit?						

Es wäre wünschenswert, wenn eine Diskussion bezüglich des Sandes und der Knete entstünde.

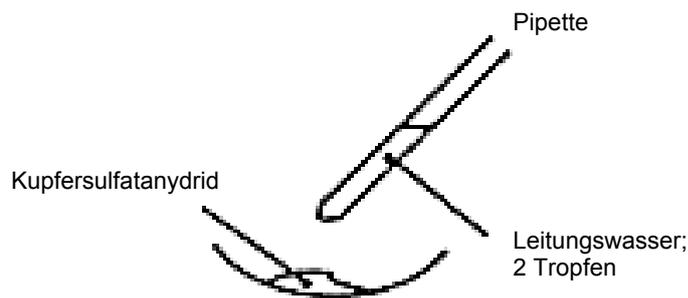
### Nachweisreaktion des Wassers mit Hilfe von Kupfersulfatanhydrid.

#### 3. Versuch: Wassertest

Die Schüler sollen einen Test zum Wassernachweis beschreiben und umsetzen können

Notwendiges Material:

Für die Schüler: eine Farbscheibe, 1 Spatel, 1 Filmbox, ein 100 ml Becherglas, 1 Plastikpipette (3 ml), Kupfersulfatanhydrid ( in der Filmbox), Leitungswasser (im 100 ml).



weißes Kupfersulfat färbt sich blau

Dieser erste Versuch ermöglicht eine Gewöhnung an das Material. Vor allen Dingen sind die Schüler gezwungen, sich mit dem Gebrauch einer Pipette auseinanderzusetzen.

## 4. Versuch: Nachweis unterschiedlicher Flüssigkeiten

Die Schüler sollen einen Nachweistest für Wasser beschreiben und durchführen können. Darüber hinaus sollen sie wasserhaltige von nicht- wasserhaltigen Milieus unterscheiden können.

Notwendiges Material:

Für die Schüler: Farbpalette, 1 Spatel, Filmdose, vier 100 ml-Bechergläser, vier 3 ml-Plastikpipetten, Kupfersulfatanhydrid (in der Filmdose), Orangensaft (im Becherglas), Öl (ebenfalls im Becherglas), Pastic (im Becherglas), Cyclohexan (im Becherglas).

Die Schüler experimentieren und ergänzen folgende Tabelle.

- 1 -> enthält Wasser
- 0 -> enthält kein Wasser

Flüssigkeiten	Ergebnisse
Wasser	
Öl	
Cyclohexan	
Pastic	
Sinalco oder Orangensaft	

Bemerkungen: Für aussagekräftige Ergebnisse sollten Sie unbedingt jedem Becherglas die entsprechende Pipette zuweisen. Um nicht zu viel Bechergläser in der Klasse zu verteilen, kann man auch die Bechergläser von Gruppe zu Gruppe rumgeben lassen.

Auch das im Schullabor vorhandene Kupfersulfat ist nicht wasserfrei. Wasserfreies Kupfersulfat kann durch einfaches Erhitzen erzielt werden. Sehr effizient ist hierbei der Gebrauch eines Mikrowellenherdes, der in fast jedem Labor steht.

### Wie können wir klares Wasser erhalten?

#### Klares Wasser – wirklich rein?

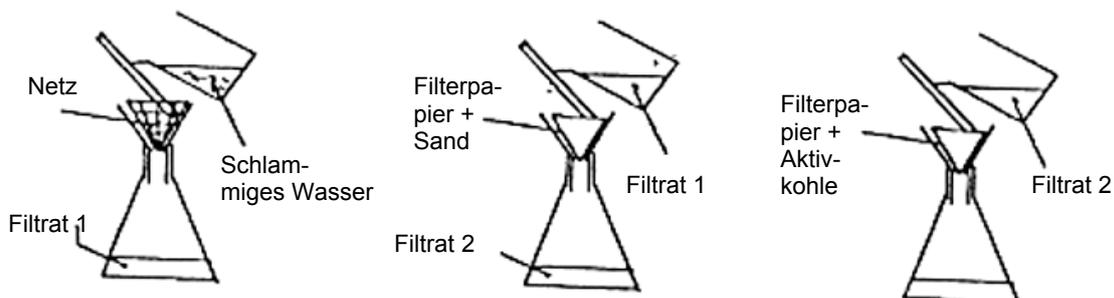
## Filtrierung einer „matschigen“ Suspension

### 5. Versuch: Filtrierung von dreckigem Wasser durch Papier, Sand, Aktivkohle.

Notwendiges Material:

Für die Schüler: ein 250 ml- Erlenmeyerkolben, Plastiktrichter, 2 Filterpapiere, 1 Netz für Durchlüftung, 2 Bechergläser, 2 Glasbehälter, Sand (im Glasbehälter: dieser wird auch in Trinkwasseraufbereitungsanlagen genutzt), Aktivkohle (in einem anderen Glasbehälter: wird auch in Trinkwasseraufbereitungsanlagen genutzt), schlammiges Wasser (im Becherglas).

Die Schüler sollen das Filtrieren üben. Sie sollen fin der Lage sein zwischen einem homogenen und heterogenen Gemisch zu unterscheiden.



Das Filtrieren wird von rechts nach links immer effektiver. Das Filtrat wird immer sauberer. Sandfiltration, sowie die Filtration mit Aktivkohle veranschaulichen gleichzeitig auch die Technik, wie Trinkwasser hergestellt wird.

## Dekantierung, Zentrifugieren, Filtration und Destillation eines Getränkes (Orangensaft, Tee, Kaffee...)

### 6. Versuch: Dekantierung und Zentrifugieren

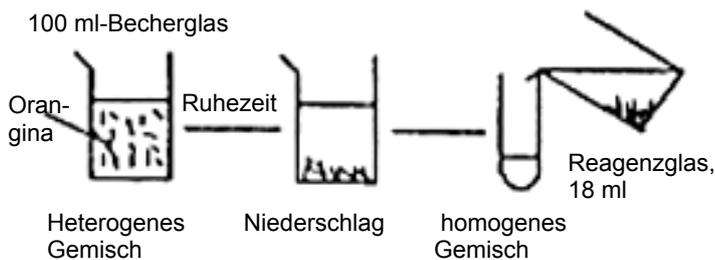
Die Schüler sollen eine Dekantierung durchführen und beschreiben können.

Notwendiges Material:

Für die Schüler: ein 100 ml-Becherglas, 1 Reagenzglas (klassisch), 1 Glasbehälter, Orangina (circa 60 ml im Becherglas)

Für den Lehrer: 1 Handzentrifuge, 4 kleine Reagenzgläser, ein 250 ml-Becherglas, 1 Flasche Orangina

### *Dekantieren*



### *Zentrifugieren*

#### **Zentrifugieren : beschleunigte Dekantierung**

Um die Zentrifuge auszurichten (Gleichgewicht), muss man in die 4 Reagenzgläser die gleiche Menge Sinalco einfüllen. Die Dekantierung verläuft wesentlich schneller, als sie durch die Schüler realisiert wird.

Es reicht aus, dass sich Fruchtfleisch des Orangensaftes auf den Boden des Becherglases absetzt, um ein homogenes Gemisch zu erzielen. Diese Methode beansprucht relativ viel Zeit. Deshalb kann an dieser Stelle der Lehrer das Zentrifugieren vorführen.

## 7. Versuch: Filtration

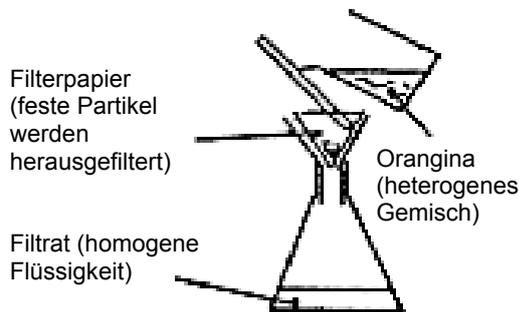
Die Schüler sollen eine Filtration durchführen und beschreiben können.

Notwendiges Material:

Für die Schüler: ein 100 ml-Becherglas, ein 250 ml-Erlenmeyerkolben, 1 Plastiktrichter, Glasstab, Orangina (60 ml im Becherglas), Filterpapier.

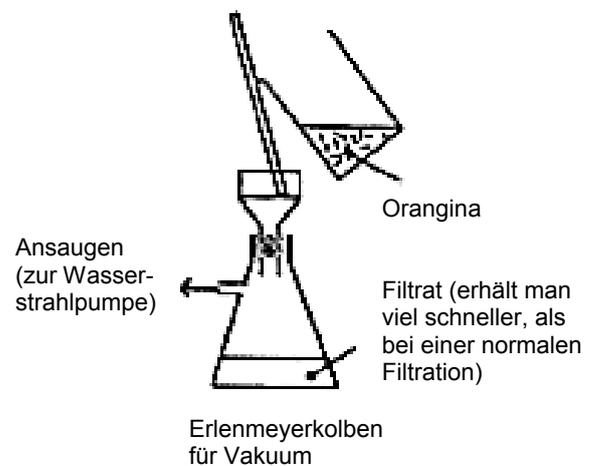
Für den Lehrer: ein 250 ml-Becherglas, Glasstab, Trichter für Vakuumfiltration, Wasserstrahlpumpe, eine Flasche Orangina, Papierfilter für Vakuumfiltration

Die Schüler filtrieren das Orangina.



Die Schüler bewahren ihr Filtrat auf, um dann später eine Destillation durchzuführen.

Vakuumfiltration. Der Lehrer zeigt eine Filtration, die sozusagen beschleunigt abläuft



## 8. Versuch: Destillation

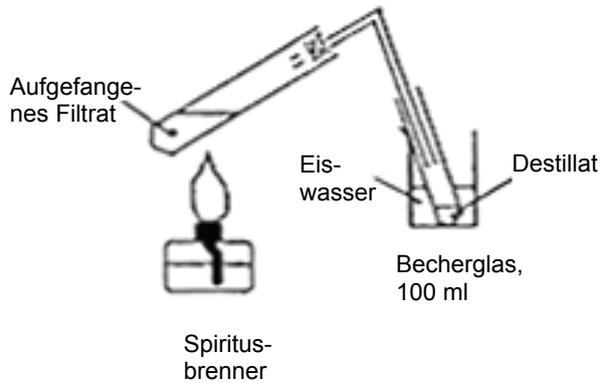
Die Schüler sollen eine Destillation beschreiben und durchführen können. Manchmal scheinen z.B. Flüssigkeiten von homogener Struktur zu sein. Doch der Anschein trügt auch manchmal...

Notwendiges Material:

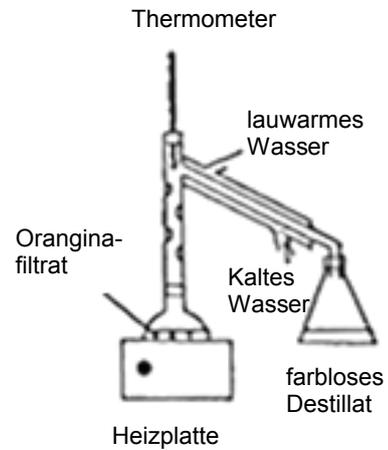
Für die Schüler: ein 100 ml-Becherglas, ein 18 ml-Reagenzglas, 1 kleines Reagenzglas, Auffanggläschen (d = 5 - 6 mm) ausgestattet mit Stopfen, 1 Alkoholbrenner, Reagenzglashalter aus Holz, Streichhölzer, Oranginafiltrat, Eiswasser (im 100 ml-Becherglas)

Für den Lehrer: 1 kompletter Destillationsaufbau, ein 100 ml-Becherglas, Farbschälchen, 1 Spatel, 1 Plastikpipette, Oranginafiltrat, Kupfersulfatanhydrat.

Das Reagenzglas wird mit dem Reagenzglashalter aus Holz gehalten



Man erhält eine farblose Flüssigkeit, die nach Orange riecht. Also war das klare homogene Filtrat nicht rein!



Man erhält eine farblose Flüssigkeit, die ebenfalls nach Orange riecht. Die Fraktionierte Destillation ist eine noch feinere Methode, als die einfache Destillation. Der Lehrer kann noch zeigen, dass das Destillat noch Wasser enthält. Dazu benutzt er wieder das wasserfreie Kupfersulfat (weiß).

- Das Freiwerden eines Gases aus dem Wasser
- Das Auffangen von Kohlenstoffdioxid, welches z.B. in einem Getränk vorhanden ist und der qualitative Nachweis mit Kalkwasser (eventuell können dies die Schüler mit gelöschtem Kalk vorbereiten).

## 9. Versuch: Das Freiwerden eines Gases aus einem Getränk

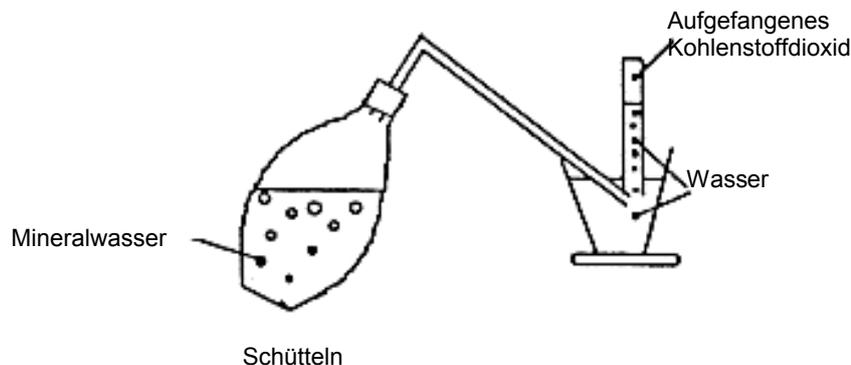
Die Schüler sollen zwischen einem homogenen und heterogenen Gemisch unterscheiden können. Die Schüler sollen einige Eigenschaften des CO<sub>2</sub> nennen können.

Notwendiges Material:

Für die Schüler: 1 Flasche Mineralwasser (0,33 l, leer), 1 Gas auffanggefäß (d = 5 - 6 mm) mit Stopfen, 1 Reagierkelch 250 ml, 1 kleines Reagenzglas, ein 250 ml-Becherglas, 1 Glasgefäß, ein 100 ml-Becherglas, Leitungswasser (im 250 ml-Becherglas), Kalkwasser (im Glasgefäß).

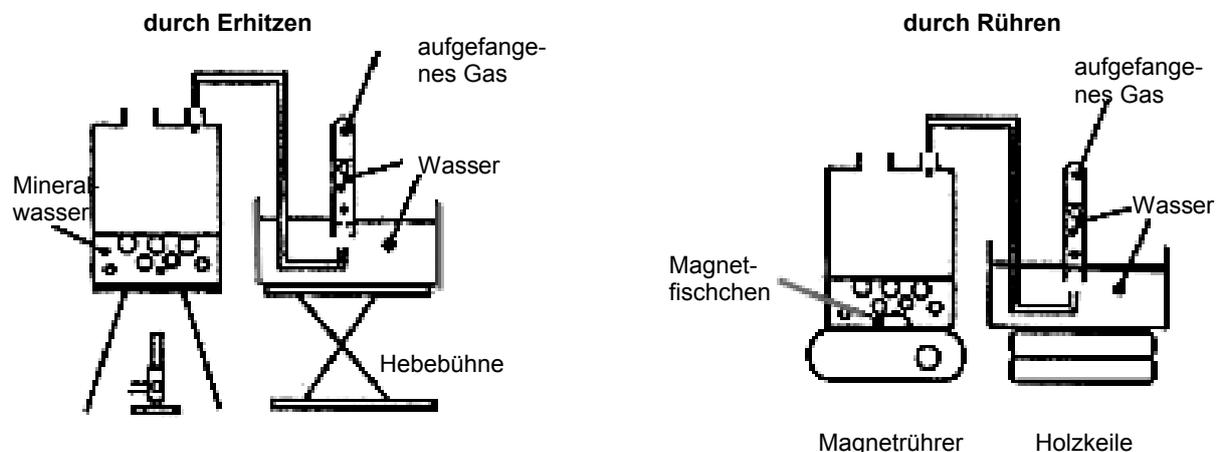
Für den Lehrer: 2 Woulf'sche Flaschen mit 2 Öffnungen, 2 Gas auffanggefäße 4 fachgekrümmt, 2 Stopfen, mit 2 Löchern, 2 Stopfen mit 1 Loch, 2 Stopfen ohne Loch, 2 große Reagenzgläser (40 ml), 2 Kristallisiergefäße (1 l), 1 Magnetrührer und "Rührfischchen", 1 Dreifuß, 1 Bunsenbrenner, Hebebühne, 4 Einlagehölzer (Keile), 1 Trichter, ein 250 ml-Becherglas, Wasser, Kalkwasser.

Man nimmt einfaches Mineralwasser. Um nicht zu viel Mineralwasser zu vergeuden, geht der Lehrer rum und verteilt an jede Schülergruppe etwas Mineralwasser, gerade soviel bis ein Drittel der Schülerflasche gefüllt ist. Gleichzeitig kontrolliert er den Versuchsaufbau der Schüler.



Damit das Auffangen des Gases nicht zu lange dauert, kann der Lehrer den Schülern ein kleines Röhrchen geben. Indem man etwas Kalkwasser in das Röhrchen mit dem aufgefängenen Gas gibt, weisen die Schüler das CO<sub>2</sub> nach.

Der Lehrer kann den Schülern zeigen, dass durch Erhitzen oder stärkeres Rühren mehr Gas entweicht.



Das Gas wird nicht sofort frei; es dauert einige Zeit.

Sobald man den Magnetrührer einschaltet, wird auch Gas frei. Das Austreten des Gases wird fast sofort gestoppt, sobald man den Magnetrührer ausschaltet.

**Bemerkung:** Die Stopfen an den Enden der Gasauffangröhrchen ermöglichen ein praktisches Handhaben.

## *Chromatographie von Lebensmittelfarbstoffen in Getränken oder im Sirup*

### 10. Versuch: Papierchromatographie von Lebensmittelfarbstoffen

Die Schüler sollen die Tatsache veranschaulichen, dass eine homogen erscheinende Substanz nicht unbedingt homogen ist.

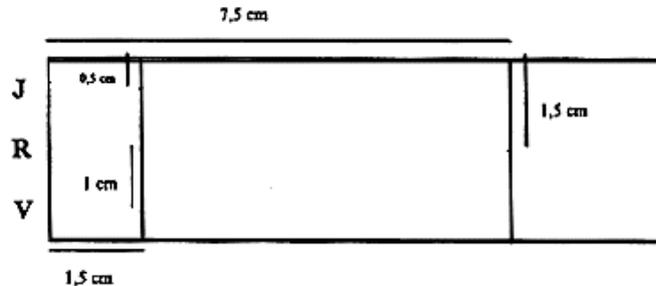
Notwendiges Material:

Für die Schüler: ein 100 ml-Becherglas (hohe Form), 2 Glasbehälter, 1 Fön, 1 Lineal, Stift, eine 3 ml Plastikpipette, 1 Papierstreifen (10 x 3 cm), gelber-, grüner- und roter Lebensmittelfarbstoff (im Glasbehälter), Salzlösung (im Glasbehälter).

Die Schüler realisieren eine Papierchromatographie von Lebensmittelfarbstoffen. Sie nehmen für die Papierchromatographie keinen Sirup, denn in diesem sind die Farbstoffe oft zu verdünnt, so dass es kaum ein sinnvolles Ergebnis gibt. Trotzdem ist es möglich die Farbstoffe eines Pfefferminzsirups durch eine Säulenchromatographie aufzutrennen (siehe auch 13. Versuch).

- Vorbereitung der Papierchromatographie

Auf einem Papierstreifen werden mit dem bereitgelegten Stift vorsichtig folgende Striche und Punkte aufgezeichnet:



- Ablagerung der Farbstoffe:

Tauchen Sie einen Plastikstab oder etwas anderes in die Lebensmittelfarbe. Nun geben Sie vorsichtig einen oder zwei Tropfen dieser Farbe auf die Startlinie (gelber Flecken, roter Flecken, grüner Flecken). Danach trocknen Sie den Papierstreifen mit dem Fön.

- Auftrennung der Farbstoffe:

Mit einem trockenen und sauberen Plastikstab durchstechen Sie den Papierstreifen am oberen Ende. Nun lassen Sie einfach den Plastikstab im Papier stecken, um den Papierstreifen im Becherglas aufzuhängen. Geben Sie vorher noch etwas Salzlösung mit Hilfe der Pipette hinzu. Dieses nennt man das Extraktionsmittel. Das Extraktionsmittel muss den unteren Teil des Papierstreifens durchweichen und circa 1 cm unterhalb der Farbtupfer bleiben. Nun kann man die Trennung der Farbstoffe beobachten. Die unterschiedlichen Farbkomponenten werden durch das Laufmittel in unterschiedlicher Geschwindigkeit und unterschiedlich weit nach oben transportiert. Nach einiger Zeit - wenn das Laufmittel fast den oberen Rand des Papierstreifens erreicht hat - kann man den Papierstreifen aus dem Becherglas entfernen und durch einen Fön trocknen.

## 11. Versuch: Die Trennung eines Lebensmittelfarbstoffes aus dem Pfefferminzsirup durch die Säulenchromatographie

Die Schüler sollen die Tatsache veranschaulichen, dass eine homogen erscheinende Substanz nicht unbedingt homogen ist.

Notwendiges Material:

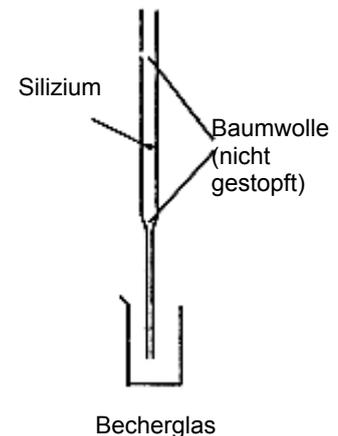
Für die Schüler: 1 Stativ mit Muffe, 2 Bechergläser, 3 Pillenspender, 2 Plastikpipetten, 1 Glaspipette, 1 leere Dose einer Filmrolle. Entmineralisiertes Wasser (in Spritzflasche), Ethylalkohol (im Becherglas), Pfefferminzsirup, Siliziumpulver (in der Photodose), quadratisches Stück Papier, 1 Stahldraht, Baumwolle.

Im Folgenden werden die Schüler tatsächlich die einzelnen Farbkomponenten des Sirups sichtbar machen können:

- Vorbereitung der Säulen

Es es wird empfohlen unbedingt Kleingruppen zu bilden. Die Schüler sollten das Versuchsprotokoll sorgfältig lesen. Die Glaspipette dient uns als Säule.

- Bringen Sie nun vorsichtig ein Stück Baumwolle in die Säule ein. Benutzen Sie dabei einen Eisen- oder Stahldraht und achten Sie darauf, dass Sie die Baumwolle nicht zu sehr zusammendrücken.
- Fixieren Sie die Säule mit der Wäscheklammer
- Nun platzieren Sie ein Becherglas unter die Säule, um eventuell überlaufende Flüssigkeit aufzufangen.
- Verstopfen Sie das untere Ende der Säule und füllen Sie diese bis zu 3/4 mit dem entmineralisierten Wasser auf.
- Halten Sie die Säule fest und füllen Sie sie mit dem Siliziumpulver wiederum zu 3/4 auf (verwenden sie ein Stück gefaltetes Papier als Trichter). Luftblasen sollten vermieden werden.
- Nun stecken Sie ein Stück Baumwolle in die Säule; ziehen Sie nun den Finger zurück, mit dem Sie die ganze Zeit die Säule verstopft hielten und stellen Sie das Becherglas unter die Säule.



**Bemerkung:** Man kann den Stahldraht benutzen, um das Siliziumpulver in der Säule gleichmäßig zu verteilen.

- Verwendung der Säule

- Geben Sie mit Hilfe der Plastikpipette einen großen Tropfen Pfefferminzsirup (gefärbt) auf das obere Ende der Säule; dann sorgen Sie dafür, dass die Säule immer bis zum Rand mit Wasser gefüllt ist (Benutzen Sie die Spritzflasche).
- Beobachten Sie ganz genau und fangen Sie den ersten Farbstoff auf.
- Jetzt sollte die Säule bis zum Rand mit Alkohol gefüllt sein. Nehmen Sie hierfür die andere Spritzflasche.
- Beobachten Sie wiederum ganz genau und fangen Sie den zweiten Farbstoff wieder auf.

**Bemerkung:** Um Zeit zu gewinnen, kann man die Säulen schon vor den Versuchen vorbereiten. Man kann sie erneut benutzen, wenn man sie nach Gebrauch mit Alkohol und dann mit destilliertem Wasser spült. Im Pfefferminzsirup sind die Lebensmittelfarbstoffe E131 (gelb) und E102 (cyan) enthalten. Die Trennung der beiden Farbstoffe ist sehr gut sichtbar.

## *Ein fester Rückstand durch das Verdampfen von Mineralwasser*

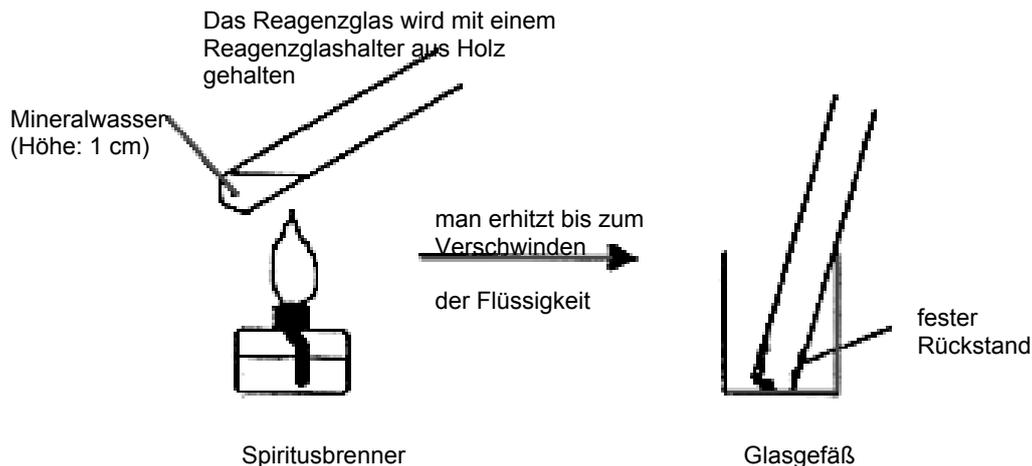
### 12. Versuch: Das Erhitzen von Mineralwasser

Die Schüler sollen die Tatsache veranschaulichen, dass eine homogen erscheinende Substanz nicht unbedingt homogen ist.

Notwendiges Material:

Für die Schüler: 1 Reagenzglas (18 ml), ein 100 ml-Becherglas, 1 Glasbehälter, 1 Spiritusbrenner, Streichhölzer, Reagenzglashalter aus Holz, Mineralwasser (im Becherglas).

Die Schüler erhitzen etwas Mineralwasser in einem Reagenzglas.



Bevor man das Reagenzglas in den Glasbehälter stellt, sollte man etwas warten, denn sonst kann es sein, dass das Glas springt.

## *Messung des pH Werts einiger Getränke*

### 13. Versuch: Messung des pH-Werts unterschiedlicher Flüssigkeiten

Die Schüler sollen Getränke und Lösungen nach ihrem Säuregrad ordnen können.

Notwendiges Material:

Für die Schüler: 1 Farbpalette, 1 Photodose, Rolle pH-Papier (von 1-14)

Für den Lehrer: 1 pH-Meter, einer geeichter pH-Fühler, fünf 100 ml-Bechergläser, 5 Glasstäbe, 1 Filzstift, entmineralisiertes Wasser (in Spritzflasche), Essig, Cola (in der entsprechenden Flasche), Mineralwasser (auch in der entsprechenden Originalflasche), Volvic oder Vittel (auch in der entsprechenden Originalflasche),

Der Lehrer zeigt am besten am Anfang der Übung die unterschiedlichen Produkte in den Originalflaschen. Vielleicht kann man vor der Stunde schon Bechergläser mit den unterschiedlichen Flüssigkeiten vorbereiten. Bitten achten Sie darauf, die Bechergläser zu beschriften.

Die Schüler testen nun die unterschiedlichen Lösungen und füllen folgende Tabelle aus:

Lösung	Essig	Coca Cola	Mineralwasser	Volvic	X
pH-Wert					
Aussehen der Lösung					

Der Lehrer stellt nach dieser Arbeitsphase ein pH-Meter vor, misst noch einmal die Lösung und präzisiert u.U. die gefundenen pH-Werte der Schüler.

Bemerkung: Die meisten Getränke sind sauer.

**Was passiert eigentlich, wenn man Wasser erhitzt oder auch abkühlt?**

### Die Verwendung eines Thermometers und Barometers

#### 14. Versuch: Die Verwendung eines Thermometers

Die Schüler sollen die sachgemäße Verwendung eines Thermometers üben.

Notwendiges Material:

Für die Schüler: 1 Quecksilberthermometer, 1 Digitalthermometer, 1 Glasgefäß, frisches Leitungswasser (im Glasgefäß)

Für den Lehrer: 1 PC mit entsprechender Schnittstelle und Software für Messungen, 1 Interface, 1 Temperaturfühler (0 - 100° C), ein 250 ml-Becherglas.

Man muss unbedingt vorsichtig mit dem Quecksilberthermometer umgehen, denn bei Glasbruch, fängt das Quecksilber an zu verdampfen. Die dabei freiwerdenden Gase sind toxisch.

Die Schüler nehmen zuerst das Quecksilberthermometer, dann das Digitalthermometer. Sie können z.B. eine Temperaturerhöhung beobachten, wenn sie das Thermometer an ihre Haut bringen.

Der Lehrer kann dann noch ein weiteres Werkzeug in den Unterricht einbringen: eine Temperatursonde, die mit einem PC verbunden ist. Hier kann man dann der Temperatur in Funktion der Zeit folgen.

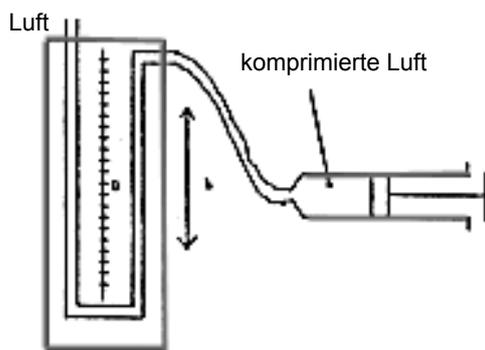
#### 15. Versuch: Druckmessungen

Notwendiges Material:

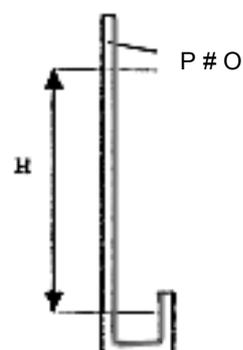
Für die Schüler: Ein Wassermanometer, 1 Spritze 50 ml mit Plastikschauch, ein 100 ml-Becherglas, Leitungswasser (im Becherglas).

Für den Lehrer: 1 Torricellibarometer, 1 PC mit Software zur Auswertung von Messungen, 1 Interface, 1 Druckfühler und eine Spritze mit Plastikschauch.

Die Schüler benutzen ein Wasserdruckmesser, welches eine Angabe über die Druckdifferenz zwischen zwei Flüssigkeitshöhen gibt.



Der Lehrer zeigt ein Barometer, welches einen absoluten Wert des Drucks liefert.



Es genügt festzustellen, dass die Luft in der Spritze das Wasser wegdrückt und so einen Druck ausübt. Die Differenz der Flüssigkeitshöhen gibt also einen relativen Werte des Drucks in der Spritze an.  
 Wenn die beiden Flüssigkeiten auf der gleichen Höhe sind, ist der Druck in der Spritze der gleiche wie in der Luft. Zur Erinnerung:  $\Delta P = \rho \cdot g \cdot h$ , wenn man als Flüssigkeit Wasser nimmt,  
 $\Delta P_{\max} = 1000 \cdot 10 \cdot 0.3 = 3000 \text{ Pa} = 0,03 \text{ atm}$ .  
 Ein Wassermanometer wird immer dann eingesetzt, wenn es schwache Druckunterschiede zu messen gibt.

Bei 20° C gibt die Höhe der Quecksilbersäule direkt den Wert des Drucks an. Die Verwendung von Quecksilber ist besonders praktisch, da die Dichte sehr groß ist: ein Druck von 1 Atmosphäre entspricht einer Quecksilberhöhe von 760 mm, während dies einer Wasserhöhe von circa 10 m entspricht (!). Quecksilber wird also bei hohen Drücken verwendet. Der Lehrer zeigt aber auch eine Messung des Drucks per PC.

## Das Erhitzen von Wasser, destilliertes Wasser, das Beobachten der Temperaturentwicklung, das Sieden.

### 16. Versuch: Das Erhitzen von reinem Wasser und von Salzwasser

Die Schüler sollen das Benutzen eines Thermometers üben. Sie sollen eine Kurve zeichnen können und den Graphen erklären können.

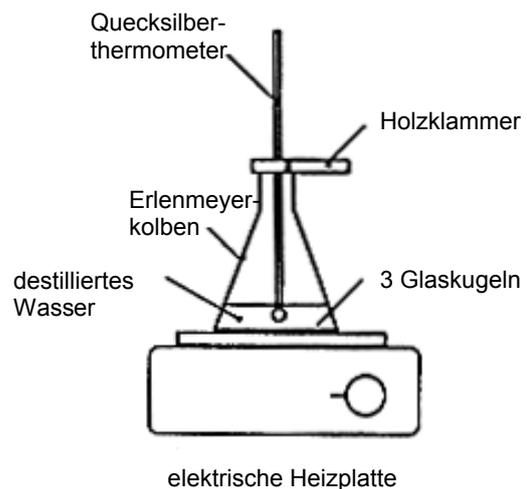
Notwendiges Material:

Für die Schüler: ein 100 ml-Erlenmeyerkolben, Holzklammer, Quecksilberthermometer, Chronometer, elektrischer Brenner, Photodose, Destilliertes Wasser (30ml), Bimsstein.

Für den Lehrer: 1 PC mit entsprechender Software für Auswertung der Messungen, 1 Interface, 1 Temperaturmesser (0° - 150° C), ein 100 ml-Erlenmeyerkolben, 1 Holzklammer, elektrische Heizplatte, 1 leere Dose einer Filmrolle, Salzwasser (10g/l im Erlenmeyerkolben), Bimsstein

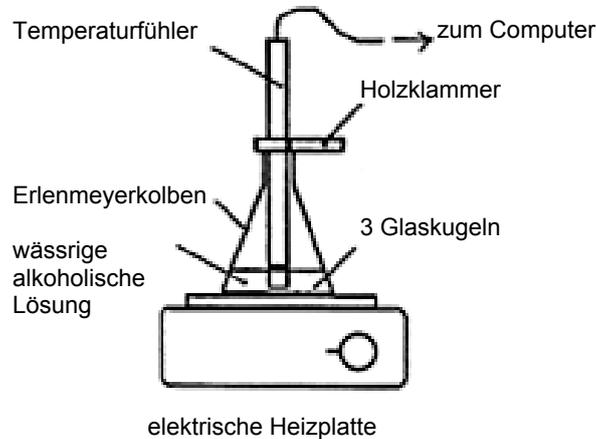
Die Schüler bringen das Wasser zum Sieden.

Die Schüler stellen den Thermostat auf 6 und starten die Stoppuhr, sobald die Temperatur 25° C erreicht. Sie zeichnen die entsprechende Kurve, die das Erhitzen des Wassers wiedergibt.  
 Die Bimssteine werden verwendet, um eine Überhitzung zu vermeiden.



- Währenddessen (oder danach) präsentiert der Lehrer als Demoexperiment einen Versuch, den er mit Hilfe eines Computers auswertet.

Das Erhitzen einer Salzlösung:



Die elektrische Heizplatte steht auf Position 6 des Thermostat. Man beginnt die Messung, sobald die Temperatur 25° C erreicht hat.

## *Das Einfrieren von Wasser, die Temperaturentwicklung*

### 17. Versuch: Das Erkalten von reinem Wasser sowie von Salzwasser

Die Schüler sollen den Gebrauch eines Thermometers üben. Sie sollen das Zeichnen und Auswerten eines Graphen üben. Die Schüler sollen die Temperaturen kennen, bei denen Wasser den Aggregatzustand wechselt.

Notwendiges Material:

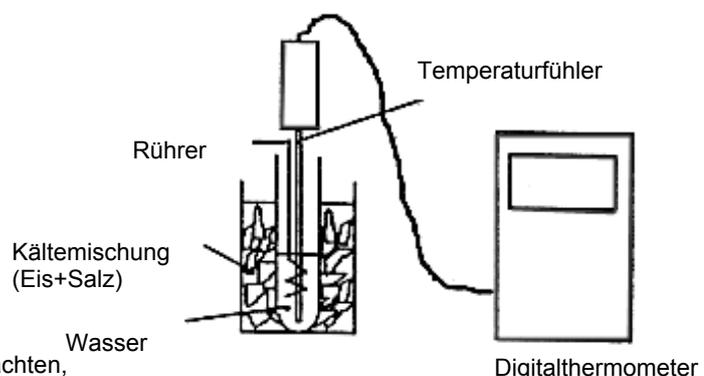
Für die Schüler: 1 Reagenzglas (klein, 16ml), ein 250 ml-Becherglas, 1 selbstangefertigter Rührer, 1 Digitalthermometer (-10° - +150° C), 1 Chronometer, 1 Esslöffel, 2 Glasgefäße, entmineralisiertes (destilliertes) Wasser in Spritzflasche, 3 Esslöffel voll Salz in einem Glasgefäß, Eis

Für den Lehrer: 1 Computer mit Software für Messungen, 1 Interface, 1 Temperaturfühler (-50° C - +50° C), 1 Reagenzglas (klein, 16ml), ein 250 ml-Becherglas, 2 Glasgefäße, Salzwasser (30 ml à 10g/l im Erlenmeyerkolben), 6 Esslöffel Salz im Glasgefäß, Eis

- Die Schülern frieren das Wasser ein.

Die Kältemischung stellt man aus Eis (aus dem Kühlfach kann man einigen Raureif abstreifen) und Salz her. Man füllt ein Becherglas und gibt 3 Esslöffel Salz hinzu. Um eine Unterkühlung zu verhindern, müssen die Schüler kontinuierlich rühren ohne den Temperaturfühler aus dem Wasser zu nehmen (auch nicht für kurze Zeit!). Die Verwendung eines Digitalthermometers vereinfacht das Ablesen der Temperatur

Falls man doch ein Quecksilberthermometer verwenden sollte, muss man unbedingt darauf achten, dass das Gemisch mit einem Rührer gleichmäßig gerührt



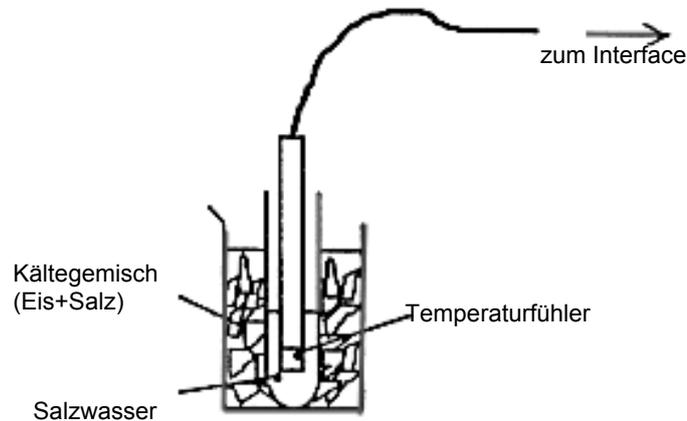
wird, ansonsten könnten sich im Eis Spannungen bilden, die das das Thermometer zerbrechen könnten. Dies wäre für die Gesundheit der Schüler gefährlich.

Zerstoßenes Eis eignet sich ganz hervorragend für eine Kältemischung. Hier bieten sich die Fischabteilungen in den großen Supermärkten an, die Ihnen mit Sicherheit eine größere Menge an zerstoßenem Eis überlassen.

Die Schüler füllen die unten stehende Tabelle aus und zeichnen die Kurve betreffend der Aggregatzustandsänderung.

Zeit in Minuten	0	0,25	0,5	0,75	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Temperatur in ° C																	
Aggregatzustand																	

- Der Lehrer führt währenddessen (vielleicht auch nach dem Schülerversuch) das Gefrieren von Salzwasser vor.



Um das Kältegemisch herzustellen, nimmt man 1 Becherglas. Dieses füllt man bis zum Rand mit zerstoßenem Eis und gibt dann 6 Esslöffel Salz hinzu.

Das Erwärmen von Eis. Das Durchführen einer Wägung vor und nach dem Schmelzen

## 18. Versuch: Das „Erwärmen“ von Eis

Die Schüler sollen den Fachbegriff Schmelzen kennen lernen.

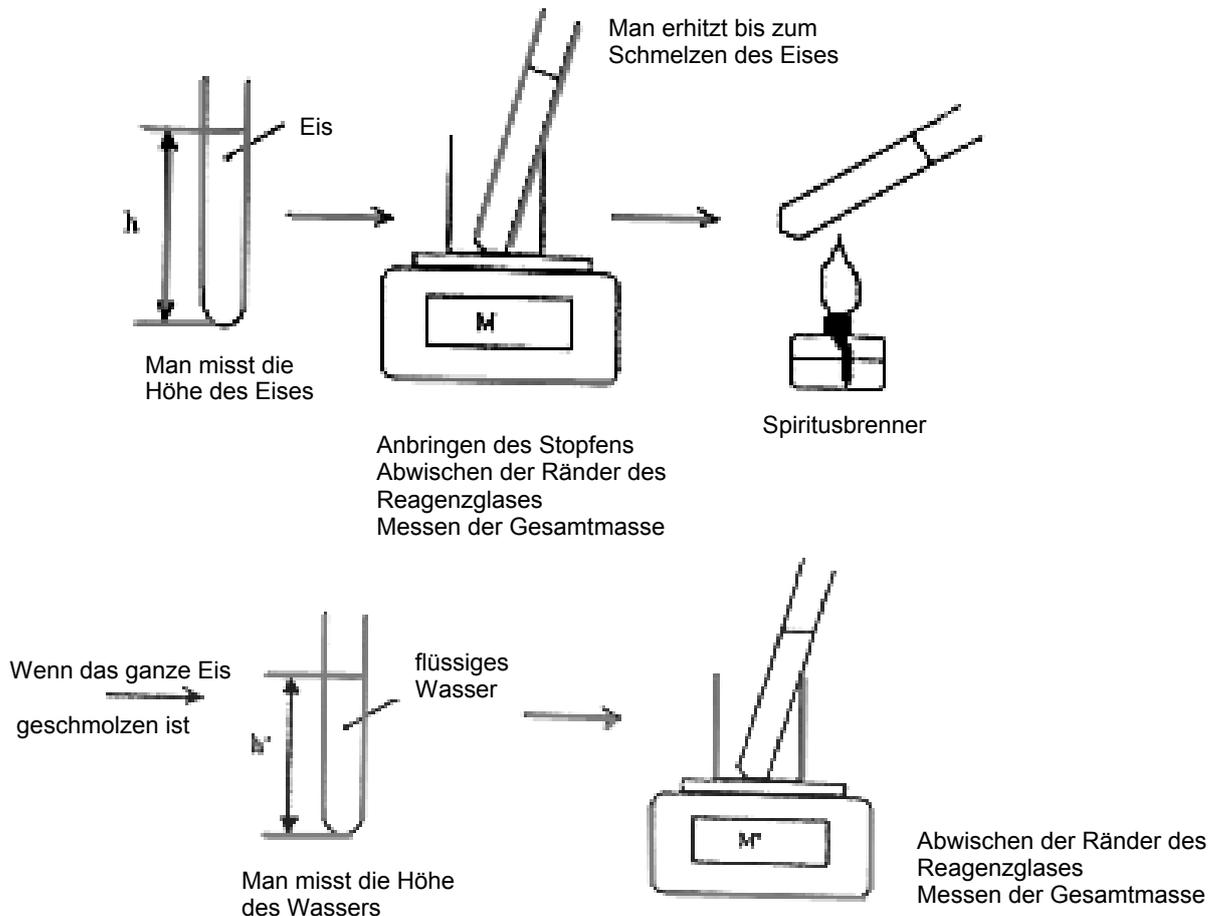
Wenn der Aggregatzustand eines reinen Körpers sich verändert, verändert sich nicht die Masse, aber das Volumen.

Material und Produkte:

Für die Schüler: ein Reagenzglas (klein, 18 ml) - enthält Eis (circa 10 cm hoch), 1 Stopfen, 1 Glasgefäß, Abtrockentuch, 1 Alkoholbrenner, 1 Holzklammer, 1 elektronische Waage, 1 Lineal

Für den Lehrer: ein 250 ml-Becherglas, 1 Digitalthermometer (mit Temperatursonde), 1 Stativ mit Muffe etc., Eiskugeln

- Die Schüler erwärmen das Eis und stellen eine Veränderung des Volumens fest, aber auch die gleich bleibe Masse.



Für diesen Versuch kann man nicht das im Versuch 20 erhaltene Eis wiederverwenden, da der Rührer jedes Ablesen des Volumens verhindert. Man muss deshalb schon „gefrorene“ Reagenzgläser vorbereiten.

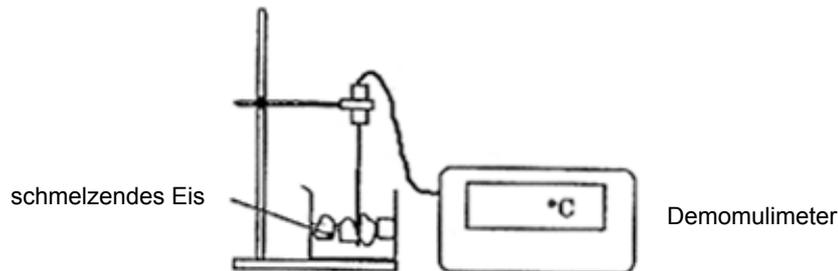
Um eine angemessene Volumenvariation beobachten zu können, sollte man eine genügende Höhe Eis vorhersehen:

$$\Delta h \neq (P_s - P_l) / \rho_l$$

Einer Höhe von 10,4 cm Eis, welches man frisch aus dem Eisfach nimmt, entspricht einer Wasserhöhe von 9,4 cm.

Bemerkung: Die Verringerung des Wasservolumens beim Schmelzen ist ein ganz besonderer Fall (kann durch die Wasserstoffbrückenbindungen erklärt werden). Normalerweise jedoch, beobachtet man beim Erwärmen auch eine Ausdehnung des Volumens ( Cyclohexan).

- Der Lehrer zeigt, dass beim Schmelzen des Eises die Temperatur konstant bleibt.



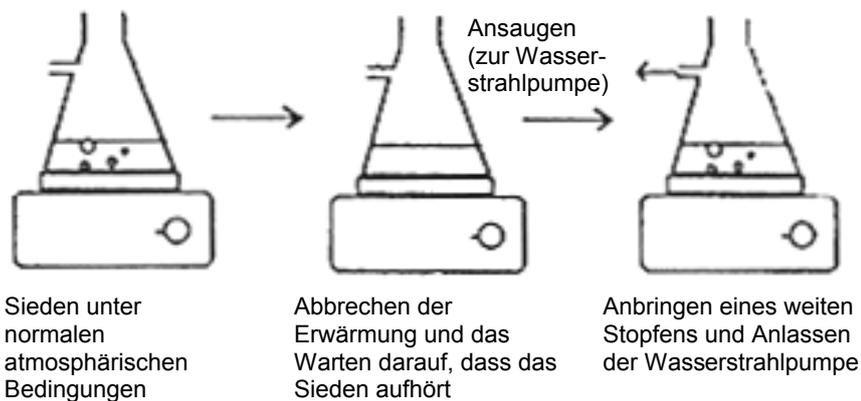
## Das Sieden unter erniedrigtem Druck ( Vakuumkanne und Wasserstrahlpumpe)

### 19. Versuch: Das Verdampfen von Wasser bei niedrigem Druck

Die Schüler sollen lernen, dass die Siedetemperatur des Wassers vom Druck abhängt.

Notwendiges Material:

Für den Lehrer: Vakuumkanne, 1 Wasserstrahlpumpe, 1 Bunsenbrenner (oder Heizplatte), 1 Spezialstopfen (weit), Wasser (150 ml in dem Vakuumkanne).



Bemerkung: Sobald man anfängt ein Vakuum aufzubauen, fängt das Wasser zu kochen an.

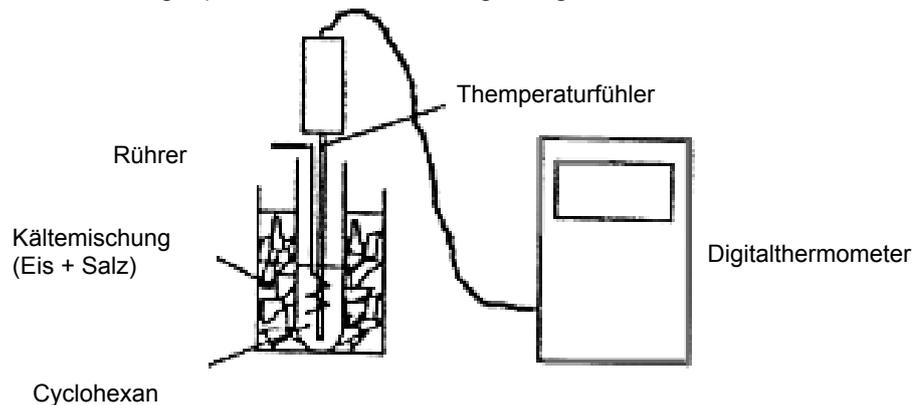
Das Ändern des Aggregatzustandes beim Cyclohexan

## 20. Versuch: Verfestigung von Cyclohexan

Die Schüler sollen lernen Graphen und Kurven zu zeichnen und auszuwerten.  
Die Schüler sollen den Begriff Verfestigung erklären können.

Notwendiges Material:

Für die Schüler: 1 Reagenzglas 16 ml, ein 250 ml-Becherglas, 1 Rührer, 1 Digitalthermometer, 1 Chronometer, 1 Esslöffel, 2 Glasgefäße, ein 100 ml-Becherglas, Cyclohexan (im Becherglas), 1 Esslöffel Salz im Glasgefäß, gestoßenes Eis.



Die Kältemischung kommt in ein Becherglas. Man füllt dieses bis zum Rand mit zerstoßenem Eis und gibt einen Esslöffel Salz hinzu.

Um eine Unterkühlung zu vermeiden, sollten die Schüler kontinuierlich den Rührer bewegen, ohne jemals die Sonde aus dem Wasser zu nehmen. Am besten wäre hierfür ein Rührer mit Fühler und Kupferdraht geeignet. Die Verwendung eines Digitalthermometers vereinfacht die Ablesen der Temperaturwerte und ist vor allen Dingen sicherer als ein Quecksilberthermometer.

Die Schüler füllen nun die folgende Tabelle aus und zeichnen dann die Kurve der Aggregatzustände.

Zeit in Minuten	0	0,25	0,5	0,75	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Temperatur in C°																	
Aggregatzustand des Cyclohexan																	

Bemerkung: Dieser Versuch zeigt, dass die Gefrieretemperatur eines reinen Stoffes nicht immer 0° C wie bei Wasser ist! Allgemein hat jeder Reinstoff eine bestimmte Temperatur, bei der er den Aggregatzustand wechselt. Diese Punkte (Schmelz-, Siedepunkte) sind charakteristische Temperaturen, die es ermöglichen Stoffe nachzuweisen.

Kann man in Wasser alles lösen? Welche Mengen kann man in Wasser lösen?

**Herstellung einer Zuckerlösung. Man löst x g Zucker in y cm<sup>3</sup> Wasser; das erneute Wiegen nach Herstellung der Lösung.**

## 21. Versuch: Das indirekte Wiegen der Masse eines Liters reinen Wassers.

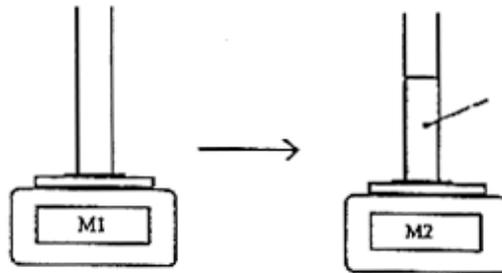
Die Schüler sollen die Volumina mit einem Messzylinder oder Messkolben bestimmen können. Die Schüler sollen die Masse eines Stoffes mit einer elektronischen Waage bestimmen können.

Sie sollen sich merken, dass  $1\text{ l} = 1\text{ dm}^3$  entspricht,  $1\text{ ml} = 1\text{ cm}^3$ , dass die Masse eines Liter Wassers ungefähr 1 kg wiegt.

Notwendiges Material:

Für die Schüler: ein 250 ml-Messzylinder aus Kunststoff, ein 250 ml-Becherglas, 1 elektronische Waage  
destilliertes Wasser (im Becherglas).

Die Schüler wiegen die Masse von 250 ml Wasser und bestimmen dann den Wert für 1 l.



Man misst die Masse des  
leeren Messzylinders.

Man misst die Masse des  
Messzylinders mit Wasser.

Bemerkung : Man sollte beachten bzw. man sollte den Schülern erklären, dass ein Messzylinder kein präzises Messinstrument ist. Wenn man alle gefundenen Werte der Schüler jedoch zusammen sieht und einen Durchschnittswert ermittelt, wird man bei 1 kg für 1 l Wasser liegen.

## 22. Aktivität: Das Lösen von Substanzen in Wasser

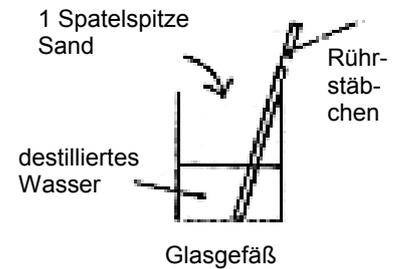
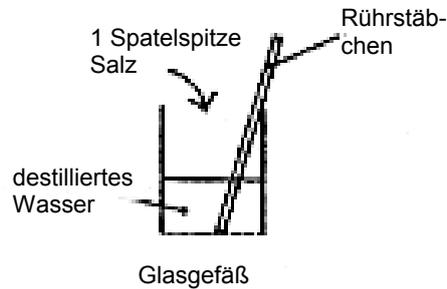
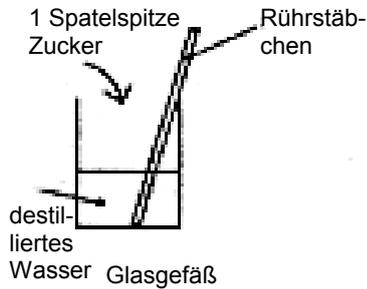
Die Schüler sollen das Lösen von Stoffen praktizieren.

Notwendiges Material:

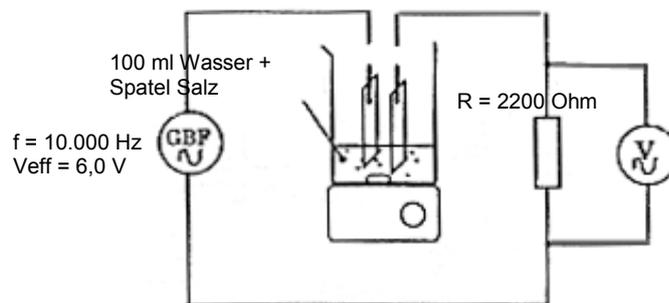
Für die Schüler: 3 Glasgefäße, 3 Photodosen, 1 Glasrührer, 1 Spatel, destilliertes Wasser (in der Spritzflasche), Puderzucker (in einer leeren Dose einer Filmrolle), Salz (in einer zweiten leeren Dose einer Filmrolle), Sand (in einer dritten leeren Dose einer Filmrolle).

Für den Lehrer: zwei 250 ml-Bechergläser, 1 Stopfen mit 2 Löcher für Becherglas mit Krokodilklemme in Jedem Loch, 2 Kupferplättchen (10 x 2,5 cm), 1 GBF, 1 Kabelplatine, 1 Widerstand von 220 W, 1 Universalmessgerät, 5 Verbindungskabel, 1 Glasgefäß, 1 Spatel, ein 250 ml-Messzylinder, 1 Magnetrührer + Rührfischchen, destilliertes Wasser (in Spritzflasche), Salz (im Glasgefäß).

Die Schüler stellen einfache Lösungen her.



Der Lehrer zeigt das allmähliche Lösen von Salz anhand eines elektrischen Aufbaus:



Die Verwendung eines Funktionsgenerators (GBF) ist notwendig, um eine Elektrolyse der Lösung zu verhindern. In dem Maße, in dem man Salz in die Lösung gibt, nimmt auch die Stromstärke und die gemessene Spannung im Stromkreis zu. Man kann so gut dem fortschreitenden Lösen des Salzes folgen.

Wenn sich die abgelesene Spannung stabilisiert, ist das Salz vollständig aufgelöst.

### 23. Versuch: Die Herstellung einer Maßlösung. Das Messen der Masse vor und danach.

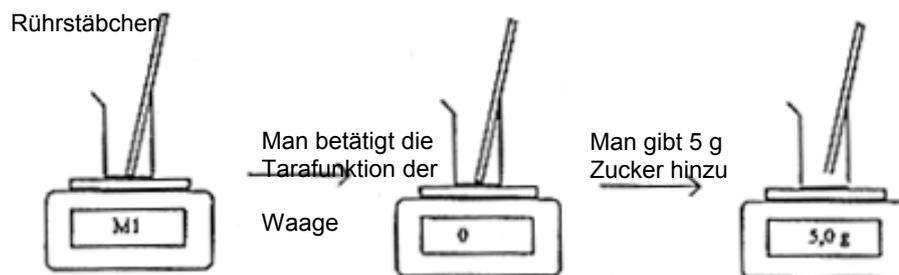
Die Schüler sollen eine Lösung herstellen können.

Die Schüler sollen Volumina mit Messzylindern bestimmen können sowie die Masse mit einer elektronischen Waage.

Notwendiges Material:

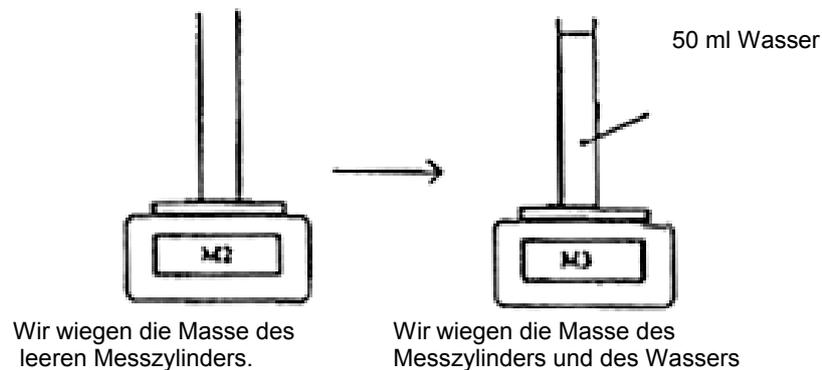
Für die Schüler: ein 100 ml-Becherglas, 1 Glasrührstab, ei 50 ml-Messzylinder, 1 Glasgefäß, 1 Spatel, 1 elektronische Waage, destilliertes Wasser (in Spritzflasche), Puderzucker (1 Glasgefäß)

- Die Schüler wiegen 5 g Zucker ab und verwenden die Tara-Funktion der Waage.



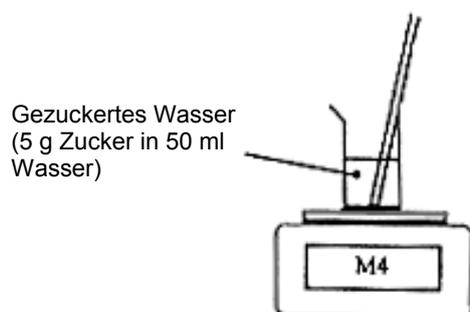
Bemerkung: Der Rührer dient dazu, die Lösung zu bereiten. Achtung die Masse des Rührers muss beim Wiegen beachtet werden.

- Dann entnehmen die Schüler 50 g Wasser und überprüfen die Masse (ungefähr 50 g)



Bemerkung: Aus praktischen Gründen benutzen sie nicht die Tarafunktion  $m_{\text{Wasser}} = M3 - M2$

- Die Schüler stellen die Lösung her und überprüfen ebenfalls die Unveränderbarkeit der Massen.



Man müsste folgendes überprüfen:  $M4 = (M1 + 5,0 + M3 - M2) \text{ g}$  ( $M_{\text{gezuckertes Wasser}} = m_{\text{Wasser}} + m_{\text{Zucker}}$ )

## 24. Versuch: Die Herstellung einer gesättigten Lösung

Die Schüler sollen eine Lösung herstellen können und folgendes Vokabular richtig gebrauchen: gesättigte Lösung, gelöster Stoff, Lösungsmittel...

Die Schüler sollen außerdem Volumina mit Messzylindern oder auch mit Pipetten bestimmen können. Sie sollen den Gebrauch einer elektronischen Waage weiter üben.

Notwendiges Material:

Für die Schüler: ein 100 ml-Becherglas, 1 Glasstab, ein 25 ml-Messzylinder, 1 Glasgefäß, 1 Spatel, 1 elektronische Waage, destilliertes Wasser (in Spritzflasche), Salz

Die Schüler versuchen vergeblich 10 g Salz in 20 ml Wasser zu lösen. Sie stellen nach einiger Zeit fest, dass sich nur ein Teil des Salzes im Wasser löst. Die Lösung nennt man eine gesättigte Lösung (in 20 ml Wasser kann man ungefähr 7,2 g Salz unter Normalbedingungen lösen). Man könnte nun den Schülern die Aufgabe stellen, genau die Masse des gelösten Salzes zu bestimmen...

**Das Verdampfen einer Salzlake bzw. einer Zuckerlösung, um daraus Salz oder Zucker zu gewinnen.**

## 25. Versuch: Das Verdampfen einer Lösung

Die Schüler sollen eine Lösung und das Verdampfen einer Lösung realisieren können.

Sie sollen zur Volumenbestimmung einer Flüssigkeit bzw. eine Pipette verwenden können.

Sie sollen zur Massebestimmung eine elektronische Waage benutzen können.

Notwendiges Material:

Für die Schüler: ein 100 ml-Becherglas, 1 Glasstab, ein 25 ml-Messzylinder, 1 Glasgefäß, 1 Spatel, 1 elektronische Waage, Mikrowellenherd, destilliertes Wasser (in der Spritzflasche), Salz

Für den Lehrer: 1 Trichter, Filterpapier, 1 Rührer, ein 100 ml-Becherglas, 1 elektronische Waage, 1 Mikrowellenherd, 1 gesättigte Salzlösung (10 g Salz in 20 ml Wasser/vorher zubereitet)

- Die Schüler lösen 5 g Salz in 25 ml Wasser, dann dampfen sie die erhaltene Lösung ein und wiegen die übrig gebliebene Masse an Salz ein.

- Der Lehrer filtert die gesättigte Lösung und dampft das Filtrat im Mikrowellenherd ein. Dann misst er die Salzmasse.

Kann man Wasser mit anderen Flüssigkeiten vermischen? (Alkohol, Öl, Petroleum)

## *Rühren, Ruhephase, Beobachten*

## 26. Versuch: Das Vermischen von Wasser mit Pfefferminzsirup, Alkohol, Öl und Petroleum

Die Schüler sollen eine Dekantierung beschreiben und realisieren können.

Die Schüler sollen zwischen einem homogenen und heterogenen Gemisch unterscheiden können. Die Schüler sollen sich eine Vorgehensweise überlegen (mit Versuchsaufbau), mit der sie z.B. die Vermischbarkeit zweier Flüssigkeiten testen können.

Notwendiges Material:

Für die Schüler: 4 Reagenzgläser (klassische Form), 1 Stopfen ohne Loch, 1 Reagenzglasständer, vier 100 ml-Bechergläser, 1 Plastikpipette (3 ml), destilliertes Wasser (in Spritzflasche), Pfefferminzsirup (im Becherglas), Alkohol [90%] (im Becherglas), Öl (im Becherglas), Petroleum (im Becherglas).

Ein erster ganz simpler Versuch soll zeigen, dass man Flüssigkeiten vermischen muss, um eine Mischung herzustellen! Um dieses durchzuführen, füllen die Schüler sehr vorsichtig mit der entsprechenden Pipette Pfefferminzsirup in das Reagenzglas bis zu einer Höhe von 2 cm. Dann ebenfalls mit einer Pipette füllen die Schüler sehr vorsichtig etwas Wasser (an den Glasrändern) bis zu einer Höhe von 2 cm in das Reagenzglas: man sieht, das Gemisch ist heterogen. Danach stellen die Schüler andere Gemische her...

## **Der Gebrauch des pädagogischen Videofilms:**

Der moderne naturwissenschaftliche Unterricht gebraucht seit einigen Jahren Bilder und Filme als Substitut des Realen. Dies ist eine Möglichkeit, Beobachtungen und „Realitäten“, die die Schüler im Klassensaal kaum machen können, näher zu bringen. So ist es heute möglich, einen Unterricht gerade durch Videofilme zu bereichern und zu beleben. Oft wird der angewandten Schulpädagogik der Vorwurf gemacht, der Unterricht sei zu praxisfern und zu abstrakt.

Videofilme, wenn sie auf die Schüler abgestellt sind, sollen und können nicht den Lehrer ersetzen! Der Film soll nicht ein Ersatz für eine Schulstunde seien ( Nach dem Motto: Heute weiß ich nicht, was ich machen soll, also lege ich die Kassette rein! ), sondern er bildet mit anderen gebräuchlichen Medien eine sinnvolle Ergänzung für einen guten, anschaulichen und praxisnahen Unterricht.

Mit dem Video hat man natürlich auch die Möglichkeiten, nur bestimmte Passagen in seinen Unterricht zu integrieren. Die Verwendungsmöglichkeiten im Unterricht sind vielfältig. Man kann nur bestimmte Sequenzen für den Unterricht nutzen. Es ist aber auch möglich, den kompletten Film als Zusammenfassung einer Reihe zu zeigen; er eignet sich jedoch auch zu einer Wiederholung oder zur Einführung in ein Thema, um die Schüler für die Thematik zu sensibilisieren.