

2. Mischen und Trennen

Inhaltsverzeichnis

Die Stoffe um uns herum (S. 66/67)	30
2.1 Wir untersuchen Lebensmittel (S. 68)	31
2.2 Reinstoffe und Stoffgemische (S. 69)	32
2.3 Heterogene und homogene Stoffgemische (S. 70/71)	32
2.4 Stoffgemische trennen (S. 72)	33
2.6 Kochsalz aus Steinsalz (S. 74)	34
2.7 Filtrieren und Eindampfen (S. 75)	34
2.8 Salzgewinnung (S. 76)	35
2.9 Die Welt der Kristalle (S. 77)	35
2.10 Ein natürlicher Filter (S. 78)	36
2.11 Filter im Vergleich (S. 79)	36
2.12 Destillation – Trinkwasser aus Meerwasser (S. 80)	37
2.13 Wir entwickeln eine Destillationsapparatur (S. 81)	37
2.14 Die Eigenschaften des Wassers (S. 82)	37
2.15 Wir ermitteln die Eigenschaften von Wasser (S. 83)	38
2.16 Der Wasserkreislauf (S. 84)	39
2.17 Stoffkreisläufe (S. 85)	39
2.18 Das Weltwasser in Zahlen (S. 86)	40
2.19 Eine besondere Eigenschaft des Wassers (S. 87)	40
2.20 Trinkwasser (S. 88/89)	41
2.21 Abwasserreinigung (S. 90/91)	42
2.22 Stilles und sprudelndes Wasser (S. 92)	42
2.23 Was wir trinken sollten (S. 93)	43
2.24 Farbgemische lassen sich trennen (S. 94)	43
2.25 Chromatografie (S. 95)	44
2.26 Weitere Trennverfahren (S. 96)	44
2.27 Von der Bohne zum Kaffee (S. 97)	45
2.28 Müll oder Rohstoff (S. 98/99)	45
Zusammenfassung und Übung (S. 102)	45

2. Mischen und Trennen

Die Stoffe um uns herum (S. 66/67)

Zu den Aufgaben

A1 Es werden meist 3 oder 4 Bestandteile unterschieden:

- zwei kristalline farblose Stoffe (Zucker, Weinsäure)
- ein farbiges Pulver (Fruchtpulver, Aromastoff)
- ein weißes Pulver (Natriumhydrogencarbonat)

Die Zutatenliste enthält außerdem verschiedene Süßstoffe.

A2 **Zutaten zur Herstellung von Brombeergelee:** Brombeeren, Gelierzucker, Zitronensaft

Herstellungsverfahren: Brombeeren werden mit Wasser aufgekocht. Die Flüssigkeit wird durch ein Sieb gegossen, das mit einem Mulltuch ausgekleidet ist. Dadurch erfolgt eine Filtration. Der gewonnene Saft wird mit Zitronensaft und Gelierzucker versetzt, erneut aufgekocht und in verschließbare Gläser abgefüllt.

Weitere Trennverfahren im Haushalt	Wirkungsweise
Kartoffeln abgießen	Das Kartoffelwasser wird abgegossen. Der schräg aufgelegte Deckel des Topfes lässt nur das Wasser passieren.
Tee zubereiten	Durch heißes Wasser werden lösliche Stoffe aus den getrockneten Teeblättern herausgelöst (extrahiert). Die übrigen Bestandteile werden durch den Teebeutel zurückgehalten.
Saftgewinnung	Die Früchte, z. B. Zitronen, werden ausgepresst.
Entfernen von Wachsflecken	Das Gewebe mit dem Wachsflecken wird mit saugfähigem Papier abgedeckt und mit dem Bügeleisen erhitzt. Das Wachs schmilzt und wird vom Papier aufgesaugt.
Entfernung von übermäßigem Fett aus Fleischbrühe im Hinblick auf eine gesunde Ernährung.	a) Von der heißen Brühe wird mit einer Kelle vorsichtig das oben schwimmende Fett abgeschöpft. b) Man lässt die Brühe erkalten, das Fett erstarrt und kann von der Oberfläche entfernt werden.

A3 Aus dem nicht besonders gut schmeckenden hellen Teig entsteht ein leckerer Kuchen mit brauner Kruste. Die Veränderung von Geschmack und Aussehen zeigt an, dass neue Stoffe entstanden sind.

A4 Durch den Aquarienfilter soll das Wasser von Fischkot, Futterresten und Fäulnisresten befreit werden. In [B5] ist ein Außenfilter abgebildet. Mit einer Pumpe wird das Aquarienwasser von unten in den Filterbehälter gepumpt. Das Wasser steigt auf und wandert durch das eigentliche Filtermaterial, das eine große Oberfläche aufweist, das die Schmutzstoffe adsorbiert. Das filtrierte Wasser verlässt den Filterbehälter und spritzt zurück in das Aquarium, dabei reißt das Wasser noch Luft mit und reichert so das Aquarienwasser mit Sauerstoff an. Es gibt sehr unterschiedliche Filtermaterialien (Filterwatte, Filterflies, Lavakies, Diatomerde, Schaumstoff, Filterkohle).

A5 Das Salz liegt im Wasser gelöst vor. Die Filtermaterialien wirken hier wie ein Sieb, durch dessen Poren die Wasserteilchen und die Teilchen des Salzes schlüpfen.

A6 In Lebensmittelmärkten ist oft ein sehr reichhaltiges Angebot an verschiedenen Sorten Kochsalz zu finden. Neben geographischen Hinweisen auf den Ursprungsort (z. B. Bad Reichenhaller Salz, Himalaya-Salz) finden sich Kennzeichnungen, die auf das Gewinnungsverfahren hinweisen, z. B.:

- Meersalz,
- Siedesalz,
- Salz aus Natursole.

A7

a) Leitungswasser enthält gelöste Mineralien, z. B. gelösten Kalk in Form von Calcium- und Hydrogencarbonat-Ionen, und auch gelöste Luft. Entmineralisiertes Wasser ist reines Wasser, das keine Stoffe gelöst enthält. (Leitungswasser wird hier mit Trinkwasser gleichgesetzt, wie dieses im allgemeinen Sprachgebrauch üblich ist.)

b) Destilliertes Wasser ist Wasser, das durch das Trennverfahren Destillation, z. B. aus Leitungswasser oder Salzwasser, gewonnen werden kann.

Hinweis:

In Schule und vielen Laboren wird „entsalztes Wasser“ häufig als destilliertes Wasser bezeichnet, obwohl es nicht durch Destillation, sondern durch Ionenaustausch gewonnen wurde.

Angemessener wäre es von entmineralisiertem oder demineralisiertem Wasser oder deionisiertem Wasser bzw. von vollentsalztem Wasser oder Deoniat zu sprechen. Allerdings können Schülerinnen und Schüler im Anfangsunterricht mit dem Begriff destilliertes Wasser eher eine Vorstellung verknüpfen. Es gibt auch einige Schulen, die ihr entmineralisiertes Wasser durch Destillation gewinnen.

A8

a) In den Wertstoffsack (Gelber Sack) gehören Verkaufsverpackungen aus Kunststoff, Metall oder Verbundmaterialien.

Einige Beispiele: Getränkekartons, Getränkedosen, Konservendosen, Aluminiumfolie, Aluminiumschalen, Joghurtbecher, Tragetaschen aus Kunststoff, Eisverpackung, Styroporverpackungen.

b) Recycling ist die Rückgewinnung und Wiederverwendung von Stoffen aus Abfällen. Der Begriff kommt aus dem Englischen und bedeutet „Wiederverwerten“.

c) Stahldosen sind magnetisierbar und können deshalb leicht mit einem Magneten aus dem Müll entfernt werden.

d) Leichte Kunststoffteile können z. B. mit einem Druckluftgebläse aus dem Müll entfernt werden.

2.1 Wir untersuchen Lebensmittel (S. 68)

Zu den Versuchen

V1

a) Das fertige Brausepulver sollte zugleich sauer und süß schmecken und auf der Zunge leicht schäumen.

Hinweis:

Es sollte darauf geachtet werden, dass nicht zu große Mengen der Stoffe ausgegeben werden und die Schülerinnen und Schüler nur wenige kleine Geschmacksproben nehmen.

b) Zucker, Weinsäure und Natron lösen sich im Wasser auf, gleichzeitig ist eine deutliche Gasentwicklung zu beobachten.

c)

Reagenzglas 1 mit Natron	keine Gasentwicklung
Reagenzglas 2 mit Zucker	keine Gasentwicklung
Reagenzglas 3 mit Weinsäure	keine Gasentwicklung
Reagenzglas 4 mit Natron + Zucker	keine Gasentwicklung
Reagenzglas 5 mit Natron + Weinsäure	Gasentwicklung
Reagenzglas 6 mit Zucker + Weinsäure	keine Gasentwicklung

V2

a) Es sollte eine Fruchtteteemischung verwendet werden, bei der man mehrere Bestandteile deutlich voneinander unterscheiden kann, beispielsweise „Wildfrüchte“ (Apfelstücke, Hagebuttenschalen, Holunderbeeren, Heidelbeeren, Weißdornbeeren, Wacholderbeeren, Schwarze Johannisbeeren, Brombeerblätter, Malvenblüten). Je nach Art der Fruchtteteemischung erhält man unterschiedliche Ergebnisse.

b) Schülerinnen und Schüler werden wahrscheinlich Schwierigkeiten haben die unterschiedlichen, getrockneten Beeren richtig zuzuordnen.

V3

Die Menge des Orangensaftes variiert nach Größe und Art der verwendeten Orangen.

Aufgabenlösung:

Geht man von 75 ml pro Orange aus, so ergibt sich folgendes Rechenbeispiel:

75 ml Orangensaft \triangleq 1 Orange

1000 ml Orangensaft \triangleq 1 000 / 75 Orangen \triangleq 13,5 Orangen

Zu den Aufgaben

A1

Die Angaben können je nach Hersteller variieren:

Orangensaft	100 % Orangensaft aus Orangensaftkonzentrat, ohne Zusatz von Zucker, ohne Farbstoffe und Konservierungsstoffe laut Gesetz
Orangensaftgetränk	Wasser, 18 % Orangensaft aus Orangensaftkonzentrat, Zucker, Säuerungsmittel Zitronensäure, natürliches Orangenaroma
Orangenlimonade	natürliches Mineralwasser, Zucker, 3 % Orangensaft aus Orangensaftkonzentrat, Kohlensäure, Säuerungsmittel Zitronensäure, Orangenextrakt, Antioxidationsmittel Ascorbinsäure, Aroma, Stabilisator Johannisbrotkernmehl, Farbstoff Carotine

A2 Eine Definition des Begriffs Lebensmittel liefert die EU-Basis-Verordnung Lebensmittelrecht VO 178/2002, Artikel 2: „Im Sinne dieser Verordnung sind „Lebensmittel“ alle Stoffe oder Erzeugnisse, die dazu bestimmt sind oder von denen nach vernünftigem Ermessen erwartet werden kann, dass sie in verarbeitetem, teilweise verarbeitetem oder unverarbeitetem Zustand von Menschen aufgenommen werden.“

Zu „Lebensmitteln“ zählen auch Getränke, Kaugummi sowie alle Stoffe – einschließlich Wasser –, die dem Lebensmittel bei seiner Herstellung oder Ver- oder Bearbeitung absichtlich zugesetzt werden. Wasser zählt hierzu unbeschadet der Anforderungen der Richtlinien 80/778/EWG und 98/83/EG ab der Stelle der Einhaltung im Sinne des Artikels 6 der Richtlinie 98/83/EG.

Nicht zu „Lebensmitteln“ gehören:

- Futtermittel,
- lebende Tiere, soweit sie nicht für das Inverkehrbringen zum menschlichen Verzehr hergerichtet worden sind,
- Pflanzen vor dem Ernten,
- Arzneimittel im Sinne der Richtlinien 65/65/EWG (1) und 92/73/EWG (2) des Rates, kosmetische Mittel im Sinne der Richtlinie 76/768/EWG (3) des Rates, Tabak und Tabakerzeugnisse im Sinne der Richtlinie 89/622/EWG (4) des Rates, Betäubungsmittel und psychotrope Stoffe im Sinne des Einheitsübereinkommens der Vereinten Nationen über Suchtstoffe, 1961, und des Übereinkommens der Vereinten Nationen über psychotrope Stoffe, 1971,
- Rückstände und Kontaminanten.“

Die Verordnung im Volltext findet sich im Internet unter:

- <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=L:2002:031:0001:0024:DE:PDF>

2.2 Reinstoffe und Stoffgemische (S. 69)

Zu den Aufgaben

A1 Reinstoffe: Aluminiumfolie, Gold, Eisen, Kupfer

Stoffgemische: Meerwasser, Mineralwasser, Apfelsaft, Milch, Holzleim, Spülmittel, Tee

A2 Mineralwasser: Wasser, Kohlenstoffdioxid und verschiedene Salze (Ionen)

Kochsalzlösung: Wasser und Kochsalz

Milch: Öl und Wasser

2.3 Heterogene und homogene Stoffgemische (S. 70/71)

Zum Versuch

V1 Bei der Kochsalz-Lösung kann man auch unter dem Mikroskop keine Einzelheiten erkennen, es liegt eine klare Lösung vor. Bei der Milch kann man einzelne Fett-Tröpfchen erkennen. Sofern die Milch homogenisiert ist, sind die Fett-Tröpfchen kleiner und von einheitlicherer Größe. Milch ist eine Emulsion aus Fett und Wasser.

Zu den Aufgaben

A1

a) Benzin und Wasser:

Es handelt sich um ein heterogenes Gemisch, das man als Emulsion bezeichnet.

b) Sand und Wasser:

Es handelt sich um ein heterogenes Gemisch, das man als Suspension bezeichnet.

c) Zucker und Mehl:

Es handelt sich um ein heterogenes Gemisch, das man als Feststoffgemisch bezeichnet.

d) Alkohol und Wasser:

Es handelt sich um ein homogenes Gemisch, das man als Lösung bezeichnet.

A2 Durch Mischen von Essig und Öl erhält man eine Emulsion. Diese ist allerdings nur dann stabil, wenn man einen Emulgator, z. B. Senf, hinzufügt. Ansonsten entmischt sich die Emulsion wieder und man erhält zwei Phasen.

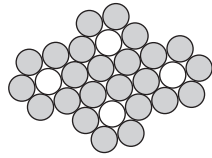
A3

a) Lösung

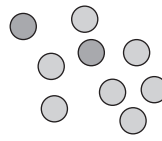
b) Nebel

c) Lösung

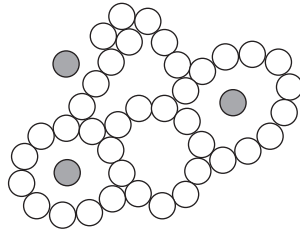
A4



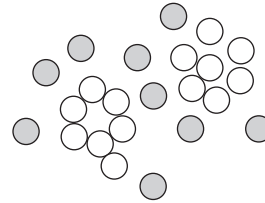
Legierung



Gasgemisch



Schaum



Nebel

2.4 Stoffgemische trennen (S. 72)

Zu den Versuchen

V1 Mithilfe eines Zahnstochers lassen sich auf dem Teller unterschiedliche Bestandteile des Müslis voneinander trennen. Es wird dabei deutlich, dass es sich bei einem Müsli um ein Stoffgemisch handelt.

Aufgabenlösungen:

1. Handelsübliche Müslipackungen können folgende Bestandteile enthalten: Weizen-, Gersten- und Haferflocken, Leinsaat, Rosinen ungeschwefelt, Sonnenblumenkerne, Sojaschrot, Weizenvollkornbällchen, Weizenkeime. Ein Früchtemüsli kann getrocknete Äpfel, Bananen, Mango, Papaya, Datteln oder Kokos-Chips enthalten. Nussmüsli-Mischungen werden Haselnusskerne oder gehobelte Mandelkerne zugefügt.
2. Das Rezept wird nach individuellem Geschmack zusammengestellt.

V2

- a) Die Teeblätter können durch das Trennverfahren Sieben vom heißen Wasser getrennt werden.
- b) Sand und Kies können durch das Trennverfahren Filtrieren in ihre Bestandteile getrennt werden.

Aufgabenlösungen:

1. Tee und Teeblätter werden mit einem engmaschigen Sieb oder einem Filter voneinander getrennt. Dabei wird die Mischung durch ein Sieb oder durch einen Filter gegossen. Die Teeblätter bleiben im Sieb oder Filterpapier hängen, während der Tee in ein weiteres Glas fließt. Gemische aus Sand und Kies können mit einem Sieb getrennt werden. Dabei bleibt der Kies im Sieb hängen, während der Sand hindurch rieselt.
2. Um die Teeblätter vom heißen Wasser zu trennen, benötigt man folgende Materialien: 2 Teegläser, engmaschiges Sieb (oder Trichter mit Filterpapier), Teeblätter, heißes Wasser. Um das Kies-Sand-Gemisch zu trennen, benötigt man folgende Materialien: großes Becherglas, Schüssel, Sieb (kleinerer Durchmesser als die Schüssel), Kies, Sand.

V3 Die Durchführung des Versuches zeigt, dass durch vorsichtiges Dekantieren grobe Schmutzpartikel, die sich auf dem Boden des Becherglases abgelagert haben, abgetrennt werden können. Fein verteilte Schmutzpartikel, die sich in der Suspension befinden, gehen allerdings mit in das Becherglas über. Es wird deutlich, dass sich durch Dekantieren das Schmutzwasser nur sehr oberflächlich reinigen lässt.

Aufgabenlösung:

1. Das dekantierte Wasser ist in der Regel trüber als das reine Wasser, da es zum Teil noch fein verteilte Schmutzpartikel enthält, die sich nicht am Boden abgesetzt haben.

Zu den Aufgaben

A1

- Versuch 1: Auslesen
Versuch 2: Sieben, Filtrieren
Versuch 3: Sedimentieren, Dekantieren

A2 Das „Selbstreinigungsprinzip“ beruht auf dem Trennverfahren der Sedimentation. Dabei setzen sich feste Partikel auf dem Boden des Gefäßes ab. Das Wasser wird dadurch klarer.

A3 Zur Verbesserung des Ergebnisses bieten sich z. B. folgende Verfahren an: Filtrieren, Verwendung von Sand- oder Kiesfiltern oder Kombinationen von Sand- und Kiesfiltern, Verwendung von Aktivkohlefiltern.

2.6 Kochsalz aus Steinsalz (S. 74)

Zu den Versuchen

V1 Durch Reiben und leichtes Stoßen mit einem Pistill lässt sich das grobe Steinsalz in einer Reibschale zu einem feinen kristallinen Pulver verarbeiten. Dieses kann dann in Versuch 2 leicht in Wasser gelöst werden. Beim Steinsalz findet man neben den Salzkristallen auch Gesteinsreste.

V2 Das Steinsalz-Pulver aus Versuch 1 lässt sich leicht in Lösung bringen. Gesteinsreste setzen sich auf dem Boden des Becherglases ab, während feine Verunreinigungen beim Rühren die Lösung trüben.

V3 Nach dem Filtrieren erhält man ein recht klares Filtrat. Verunreinigungen und Gesteinsreste bleiben im Filterpapier zurück.

Hinweis:

Es empfiehlt sich, vorab in einer Vorbereitungsstunde das Falten eines Rundfilterpapiers mit den Schülerinnen und Schülern zu üben und beispielsweise ein Gemisch aus Erde und Wasser zu filtrieren, da mit Schülerinnen und Schülern dieser Altersstufe das entdeckende Lernen viel Zeit benötigt.

V4 Beim Eindampfen erhält man eine weiße Salzkruste. Entnimmt man mit der Pinzette Proben und betrachtet diese mit der Lupe, so kann man würfelförmige Kristalle (Kochsalzkristalle) erkennen.

Hinweis:

Beim Eindampfen des Filtrats ist darauf zu achten, dass nicht zu lange erhitzt wird. Sonst verdampft nicht nur Wasser, sondern es spritzt auch heißes Salz aus der Schale. Das noch wasserhaltige Salz kann im Wärmeschrank getrocknet werden.

Zu den Aufgaben

A1 Als Trennverfahren wurden das Filtrieren (Versuch 3) und das Eindampfen (Versuch 4) genutzt.

A2 Beim Eindampfen können kurz vor Beendigung des Versuches (wenn nur noch wenig Feuchtigkeit vorliegt) heiße Salzkörner aus der Abdampfschale springen. Dies kann zu Verbrennungen führen. Deshalb muss zum Ende des Versuches der Brenner ausgestellt werden.

A3 Bei beiden Verfahren beruht die Trennung auf der unterschiedlichen Größe der Partikel. Kleine Partikel passieren die Poren des Filters bzw. die Maschen des Siebes, größere Partikel bleiben im Filterpapier bzw. im Sieb hängen. Der Unterschied liegt in der Filterwirkung. Da die Poren eines Filterpapiers enger sind als die Maschen handelsüblicher Siebe, werden durch Filterpapiere auch kleinere Partikel zurückgehalten. Durch Filterpapiere lassen sich daher bessere Filterergebnisse erzielen.

2.7 Filtrieren und Eindampfen (S. 75)

Zu den Aufgaben

A1 Die Trennwirkung beruht auf der unterschiedlichen Größe der Teilchen des Stoffgemisches. Grobe Partikel bleiben im Filter hängen, kleinere Partikel können die Filterporen passieren. Im Prinzip wirkt daher ein Filter wie ein sehr feinmaschiges Sieb.

A2 Das Salz ist im Wasser gelöst. Es kann deshalb nicht (wie feste Partikel) in den Zwischenräumen des Aquarienfilters hängen bleiben.

A3 Beim Eindampfen der Soße verlassen die Wasserteilchen die Bratensoße. Die Salzteilchen dagegen bleiben zurück, weil sie bei dieser Temperatur noch nicht verdampfen. Daher steigt die Konzentration an Salz und die Soße schmeckt salziger.

2.8 Salzgewinnung (S. 76)

Zu den Aufgaben

A1 Im Gegensatz zu heute standen früher keine geeigneten Möglichkeiten zur Kühlung von Fleisch zur Verfügung. Damit man das Fleisch über einen längeren Zeitraum lagern konnte, musste man es daher mit anderen Verfahren wie z. B. dem Pökeln haltbar machen.

Hinweis:

Das Einsalzen des Fleisches bewirkt, dass die im Fleisch vorhandenen Mikroorganismen durch Diffusion Wasser aus ihrem Zellplasma verlieren. Dies beeinträchtigt die Zellfunktionen und auch die Vermehrung der Mikroorganismen.

A2 Als Salzgärten bezeichnet man flache rechteckige Meerwasserbecken, in denen durch Verdunsten des Wassers Salz gewonnen wird. Der Begriff Garten weist darauf hin, dass hier Salzkristalle wachsen.

A3 Das Klima an Nord- und Ostsee ist nicht trocken und nicht warm genug, um ausreichende Mengen an Wasser zum Verdunsten zu bringen. Die Gewinnung von Kochsalz aus Nordsee- oder Ostseewasser lässt sich deshalb in einem wirtschaftlichen Maßstab nicht durchführen. Der Salzgehalt des Nord- oder Ostseewassers wäre dagegen ausreichend.

A4 Meerwasser ist durch verschiedene Stoffe verunreinigt. Deshalb erhält man nach der Verdunstung des Wassers nicht nur das erwünschte Kochsalz, sondern auch unerwünschte Stoffe. Diese müssen erst entfernt werden, bevor das Meersalz als Speisesalz in den Handel kommt.

A5 Das in den Salzstöcken gelagerte Salz wird mit Wasser aus dem Gestein herausgelöst. Die so gewonnene Salzlösung nennt man Sole. Sie wird in Salinen von Verunreinigungen getrennt und anschließend eingedampft. Zurück bleibt das reine Salz, das dann verpackt in den Handel kommt.

A6 Beim bergmännischen Abbau von Salz in Salzstöcken kommen große Maschinen zum Einsatz, die in kurzer Zeit große Salzlagerstätten abbauen können. Dafür muss allerdings Energie eingesetzt werden (z. B. elektrische Energie für die Maschinen oder zur Beleuchtung). Bei der Gewinnung von Salz in Salzgärten sorgt die Wärme der Sonne für die Salzgewinnung. Es muss also kaum zusätzliche Energie aufgewendet werden. Jedoch dauert die Gewinnung von Salz aus Salzgärten länger und die gewonnenen Mengen sind geringer. Außerdem bleibt diese Gewinnungsart wärmeren Gegenden vorbehalten. Insgesamt werden weltweit etwa 70 % des Salzes aus Salzstöcken und etwa 30 % aus Salzgärten gewonnen.

A7 Salzstöcke haben sich aus abgetrennten Meerwasserbecken gebildet, in denen sich durch Verdunstung das Salz abgesetzt hat. Im Laufe der Zeit wurden die Lagerstätten mit Geröllschichten bedeckt, sodass man die Salzstöcke unter der Erde findet.

2.9 Die Welt der Kristalle (S. 77)

Zu den Versuchen

V1 Mithilfe des Binokulars kann festgestellt werden, dass sich in den Tütensuppen unterschiedliche Bestandteile befinden, während Zucker und Kochsalz Reinstoffe sind.

Aufgabenlösungen:

1. Bei den Zucker- und Salzkristallen können jeweils unterschiedliche Kristallformen erkannt werden. In der Tütensuppe sieht man eine Vielzahl unterschiedlicher Stoffe.
2. Die Kochsalzproben und die Zuckerproben bestehen aus jeweils gleichen Kristallen. Die Kochsalzkristalle kann man in der Tütensuppe wiederfinden.

V2 Nach einigen Tagen bilden sich aus den Salzlösungen Kristalle, die sich in der Kristallform unterscheiden. Kochsalz kristallisiert würfelförmig, Alaun dagegen oktaedrisch. Bei kleinen Kristallen ist die Oktaederform nicht immer eindeutig zu erkennen.

Hinweis: In 50 g Wasser lösen sich bei 20 °C 18 g Kochsalz und 6 g Alaun (Kaliumaluminiumsulfat).

Aufgabenlösungen:

1. In den beiden Glasschalen bilden sich nach einiger Zeit Kristalle.
2. Mithilfe der Lupe oder eines Binokulares stellt man fest, dass Kochsalz und Alaun unterschiedliche Kristallformen bilden. Kochsalz kristallisiert würfelförmig, Alaun dagegen bildet Kristalle mit mehreren Flächen (Oktaeder).

V3 Schon nach kurzer Zeit (etwa 30 Sekunden) bilden sich an der Reagenzglaswand gut sichtbare, nadelförmige Kristalle.

Hinweis: Die Löslichkeit von Alaun in Wasser ist temperaturabhängig. In 100 g Wasser lösen sich:

12,0 g bei 20 °C	58,5 g bei 60 °C
18,5 g bei 30 °C	94,4 g bei 70 °C
25,0 g bei 40 °C	195,0 g bei 80 °C
36,8 g bei 50 °C	

2.10 Ein natürlicher Filter (S. 78)

Zu den Aufgaben

A1 Der Blauwal öffnet sein Maul und lässt das Meerwasser mit dem darin schwimmenden Krill hineinfließen. Dann schließt er sein Maul und drückt das Wasser mit der Zunge durch die Barten wieder heraus. Der Krill bleibt zurück, weil er nicht durch die Öffnungen zwischen den Barten passt. Der Blauwal muss nur noch den Krill hinunterschlucken.

A2 Die Barten entsprechen dem Filterpapier. Die Zwischenräume zwischen den Barten entsprechen den Poren im Filterpapier. Allerdings sind die Zwischenräume zwischen den Barten sehr viel größer als der Durchmesser der Poren bei einem Filterpapier.

A3 Die Barten eines Bartenwals sind ausgefranzte Platten aus Horn, die anstelle von Zähnen vom Oberkiefer eines Bartenwals herabhängen. Sie haben sich im Laufe der Evolution gebildet und sind der Lebensweise der Bartenwale angepasst. Mit den Barten wird die Nahrung der Wale aus dem Wasser „filtriert“.

A4 Hier sind der Kreativität der Schülerinnen und Schüler keine Grenzen gesetzt. Man kann beispielsweise die Barten mithilfe von Kämmen, die man in die Seitenwände eines Kartons einsetzt, symbolisieren. Der Krill kann durch kleine Kügelchen dargestellt werden, die durch die Kammzwischenräume zurückgehalten werden.

2.11 Filter im Vergleich (S. 79)

Zu den Versuchen

V1 Je nach Filterpapier-Qualität sind die Filtrate unterschiedlich klar. Wichtig ist, dass die Holzkohle sehr fein zerkleinert wird. Dann ist das Filtrat bei einem gewöhnlichen Kaffee-Rundfilter noch leicht grau. Je kleiner die Porengröße, desto klarer ist das Filtrat. Man kann die Wirkung des Filterpapiers erhöhen, indem man zwei Rundfilter übereinander faltet.

V2 Während das Filtrat, das durch den Papier-Rundfilter gelaufen ist, leicht rötlich gefärbt bleibt, ist das Filtrat des Aktivkohle-Rundfilters klar.

Hinweis:

Sollte kein Aktivkohle-Rundfilter vorhanden sein, kann man den Versuch auch mit gekörnter Aktivkohle durchführen. Die gekörnte Aktivkohle wird in die Farblösung gegeben. Dann muss ca. 2 Minuten vorsichtig mit einem Glasstab umgerührt werden, die Aktivkohle-Körnchen dürfen dabei nicht zerrührt werden. Danach gibt man die Suspension durch einen Papier-Rundfilter. Das Filtrat ist klar, da der Farbstoff von der Aktivkohle adsorbiert wurde.

Aufgabenlösungen:

1. Aktivkohle ist eine offenporige Kohle mit einer großen inneren Oberfläche. Die innere Oberfläche kann mehr als 1 000 m²/g betragen. An dieser großen Oberfläche können Stoffe haften bleiben. Diesen Vorgang bezeichnet man als Adsorption. Aktivkohle ist ein Adsorptionsmittel.
2. Aktivkohle-Filter werden beispielsweise eingesetzt in:
 - Aquarien- und Teichfiltern
 - Dunstabzugshauben
 - Schuheinlagen

2.12 Destillation – Trinkwasser aus Meerwasser (S. 80)

Zu den Aufgaben

A1 Bei der Gewinnung von Trinkwasser aus Meerwasser verdunstet das Wasser zunächst mithilfe der Sonnenwärme und kondensiert dann an den Glasflächen der Anlage. Dieser Vorgang ist eine Destillation.

A2 Beim Destillieren einer Kochsalz-Lösung macht man sich die unterschiedlichen Siedetemperaturen von Kochsalz und Wasser zunutze: Wasser verdampft schon bei niedriger Temperatur, während Kochsalz aufgrund seiner hohen Siedetemperatur im Destillierkolben zurückbleibt.

A3 Im destillierten Wasser sind keine Mineralsalze enthalten. Beim Verdampfen des Wassers in einem Dampfbügeleisen können sich daher auch keine Mineralsalze im Bügeleisen oder in den kleinen Düsen absetzen. Das Bügeleisen bleibt deshalb länger funktionstüchtig. Andernfalls würden sich durch Destillation (Stofftrennung: Wasser – Mineralsalze) feste Salze bilden, die zu Schäden am Bügeleisen oder zum Verstopfen der feinen Düsen führen können.

2.13 Wir entwickeln eine Destillationsapparatur (S. 81)

Zu den Versuchen

V1 Durch Lösen von Kochsalz in Wasser erhält man eine Kochsalzlösung. In 250 ml Wasser lassen sich etwa 90 g Kochsalz lösen. Um einen Salzgehalt zu erhalten, der etwa dem Meerwasser entspricht, müsste man jedoch nur ca. 1 g Kochsalz lösen.

Hinweis:

Da diese Seite als Vorbereitung aus die Seite „Destillation – Trinkwasser aus Meerwasser“ (S. 80) dienen kann, bietet es sich an, eine Konzentration herzustellen, die etwa der des Meerwassers entspricht. Bei besonders sauberem Arbeiten könnte dann auch durch eine Geschmacksprobe der Erfolg der Destillation überprüft werden.

V2 Der Wasserdampf kondensiert z.T. an der Glasplatte. Das Kondensat tropft in das kleinere Becherglas (100 ml). Ein großer Teil des Wasserdampfes streicht jedoch an der Glasplatte vorbei und geht damit verloren.

Hinweis:

Zum Halten der Glasplatte ist unbedingt ein Reagenzglashalter und einen Kochhandschuh zu verwenden. Ansonsten besteht Verbrennungsgefahr durch den heißen Wasserdampf. Wird besonders sauber gearbeitet, kann von dem Kondensat eine Geschmacksprobe genommen und damit gezeigt werden, dass aus Salzwasser tatsächlich Süßwasser geworden ist.

Da Geschmacksproben im Chemieunterricht nur in Ausnahmefällen möglich sind, kann ein Teil der Ausgangslösung und des Destillates alternativ auch eingedampft werden. Ein Vergleich zeigt dann, dass in dem Destillat kein Salz (Rückstand) mehr vorhanden ist.

V3 Im Vergleich zu Versuch 2 kann hier bereits ein größerer Teil des Wasserdampfes kondensieren. Da sich das gewinkelte Glasrohr jedoch nach kurzer Zeit stark erwärmt, geht auch bei dieser Versuchsdurchführung ein recht großer Anteil an Wasserdampf verloren. Wie in Versuch 1 kann das Süßwasser mithilfe einer Geschmacksprobe oder durch Eindampfen nachgewiesen werden.

V4 Bei dieser Versuchsdurchführung kann durch ständige Kühlung im Wasserbad ein großer Teil des Wasserdampfes kondensieren.

Zur Aufgabe

A1 In allen Versuchsvarianten verdampft Wasser zunächst und kondensiert dann wieder zu einer Flüssigkeit. Somit handelt es sich bei den Stofftrennungen jeweils um eine Destillation.

2.14 Die Eigenschaften des Wassers (S. 82)

Zu den Aufgaben

A1 Trinkwasser, Meerwasser, Quellwasser, reines Wasser aus Destillation (destilliertes Wasser)

A2 Steckbrief des Wassers:

Farbe	farblos
Geruch	geruchlos
Schmelztemperatur	0 °C
Siedetemperatur	100 °C
elektrische Leitfähigkeit	leitet nicht
Wärmeleitfähigkeit	sehr gering im Vergleich zu Metallen
Lösungsmittel	gutes Lösungsmittel für viele Stoffe (z.B. Salz, Zucker)

Hinweis:

Auch mehrfach destilliertes Wasser leitet den elektrischen Strom, allerdings nur sehr schwach. Mit den meisten in der Schule verwendeten Messgeräten ist diese Leitfähigkeit nicht messbar.

A3 Meerwasser enthält gelöste Salze, es ist also Salzwasser. Salzwasser erstarrt bei einer niedrigeren Temperatur als reines Wasser, also bei einer Temperatur unter 0 °C.

A4 Reines Wasser ist ein Reinstoff. Es enthält keine gelösten Stoffe und besteht ausschließlich aus Wasserteilchen. In der Natur kommt reines Wasser nicht vor. Im Meerwasser dagegen sind Salze und Luft gelöst. Meerwasser ist also ein Stoffgemisch. Durch die gelösten Salze schmeckt es salzig. Meerwasser ist häufig auch verschmutzt, z. B. durch Öl oder Abwässer.

2.15 Wir ermitteln die Eigenschaften von Wasser (S. 83)

Zu den Versuchen

V1

a) Die Kältemischung weist bei guter Durchmischung eine Temperatur zwischen -13 und -15 °C auf.
b) und c) Wenn das Experiment in einem Reagenzglas mit 5 ml destilliertem Wasser durchgeführt wird, lassen sich folgende Beobachtungen machen: Die Temperatur des destillierten Wassers sinkt sehr schnell auf ca. 5 °C, danach sinkt die Temperatur langsamer und verharrt bei 0 °C. Bereits nach 1 bis 2 Minuten ist das Thermometer angefroren. Zunächst ist nur der untere Teil des destillierten Wassers fest. Nach und nach erstarrt das gesamte Wasser. Bleibt das Eis im Reagenzglas längere Zeit in der Kältemischung stehen, so sinkt die Temperatur z. B. auf -7 °C. Das Eis nimmt mit der Zeit die Temperatur der Kältemischung an, deren Temperatur natürlich langsam steigt.

d) Mit einer Natriumchloridlösung aus 0,5 g Natriumchlorid und 5 ml destilliertem Wasser kann man folgende Beobachtungen machen: Die Temperatur der Salzlösung sinkt sehr schnell auf ca. 5 °C. Anschließend sinkt die Temperatur langsamer. Nach ca. 5 Minuten bildet sich beim Rühren mit dem Thermometer ein Kristallbrei, der allmählich immer dicker wird. Dabei verharrt die Temperatur längere Zeit bei ca. -5 °C. Dies ist die Gefriertemperatur bzw. Schmelztemperatur der Salzlösung. Bei dieser Temperatur liegen die Flüssigkeit und der Feststoff nebeneinander im Gleichgewicht vor. Die gesamte Flüssigkeit ist auch nach 15 Minuten nicht erstarrt.

Hinweis:

Es darf nur eine Spatelspitze Natriumchlorid in ca. 5 ml destilliertem Wasser gelöst werden, um in angemessener Zeit die Gefriertemperatur zu erreichen. Wird mehr Salz im Wasser gelöst, liegt die Gefriertemperatur niedriger und ist nur nach längerer Zeit zu erreichen. Die Kältemischung darf sich in dieser Zeit nicht vollständig erwärmen.

Aufgabenlösung:

1. Destilliertes Wasser wird bei 0 °C fest, Salzwasser bei einer tieferen Temperatur als 0 °C.

V2

a) und b) Beim Auflösen der ersten Hälfte der Brausetablette ist eine lebhafte Gasentwicklung zu beobachten. Ein Großteil des sich bildenden Kohlenstoffdioxids wird im Wasser gelöst und verdrängt keine Flüssigkeit aus dem Messzylinder. Beim Auflösen der zweiten Hälfte der Brausetablette ist das Wasser bereits mit Kohlenstoffdioxid gesättigt. Das entstehende Gas verdrängt deshalb deutlich mehr Wasser aus dem Messzylinder.

Hinweis:

Der Versuch sollte vor seinem Einsatz ausprobiert werden. Die Brausetabletten der verschiedenen Hersteller haben eine unterschiedliche Masse und entwickeln nicht die gleiche Menge Kohlenstoffdioxid. Eine „ja! – Vitamin C Brausetablette“ (REWE Handelsgruppe GmbH) wiegt ca. 6 g. Wenn von

dieser Brausetablette eine halbe Tablette mit der Masse 3 g eingesetzt wird, so erhält man neben dem gelösten Kohlenstoffdioxid noch ca. 80 ml Kohlenstoffdioxidgas. Das bedeutet, dass mit der zweiten Hälfte der Brausetablette das Kohlenstoffdioxid die gesamte Flüssigkeit aus dem Messzylinder verdrängt und das Volumen des Kohlenstoffdioxids nicht mehr erfasst werden kann. Setzt man stattdessen eine Brausetablettenportion von 1,5 g ein, so ist eine sehr lebhaft Gasentwicklung zu beobachten, das Gasvolumen im Messzylinder ändert sich jedoch kaum. Am Ende erhält man 10 bis 20 ml gasförmiges Kohlenstoffdioxid. Legt man danach wieder eine Portion von 1,5 g unter den Messzylinder, so ist wiederum eine starke Gasentwicklung zu beobachten, proportional dazu nimmt das Gasvolumen im Messzylinder zu. Am Ende erhält man ca. 60 ml Kohlenstoffdioxid. Eine „Das gesunde PLUS – Calcium-Brausetablette mit Orangengeschmack“ (dm-drogerie markt GmbH) wiegt ca. 4 g. Gibt man eine halbe Tablette mit der Masse von 2 g unter den Messzylinder, so ist auch hier eine lebhaft Gasentwicklung zu beobachten. Im Messzylinder ist zunächst nur ein sehr geringes Gasvolumen beobachtbar. Am Ende erhält man 10 bis 20 ml gasförmiges Kohlenstoffdioxid. Gibt man danach die zweite Hälfte der Tablette unter den Messzylinder, so beträgt das Gasvolumen am Ende 70 bis 80 ml. Bei den Experimenten erhält man nicht immer genau die gleichen Gasvolumina, weil auch ein wenig Gas aus dem Messzylinder in das Wasser der Kunststoffwanne entweicht. Aus den Experimenten geht aber eindeutig und eindrucksvoll hervor, dass sich das zunächst gebildete Kohlenstoffdioxid im Wasser löst. Dies ist auch im Hinblick auf die Betrachtung von „kohlenstoffhaltigen“ Getränken interessant (Seite 92).

Zu den Aufgaben

A1 Die Löslichkeit von Sauerstoff und auch von Kohlenstoffdioxid ist bei 20 °C geringer als bei 0 °C. Kohlenstoffdioxid hat eine wesentlich höhere Löslichkeit in Wasser als Sauerstoff.

A2 Die Porzellanschale wird zu einem Drittel mit Trinkwasser gefüllt. Anschließend stellt man sie auf das Keramik-Drahtnetz, das sich auf dem Dreifuß befindet. Die Porzellanschale mit dem Trinkwasser wird mit der rauschenden und gegen Ende mit der entleuchteten Brennerflamme erhitzt. Bleibt nach dem Verdampfen des Wassers ein grauer bis weißer Rand in der Porzellanschale zurück, so ist das Trinkwasser kein Reinstoff, sondern eine Lösung.

2.16 Der Wasserkreislauf (S. 84)

Zu den Aufgaben

A1 Das Wasser bewegt sich in einem Kreislauf. Wenn Wasser von der Erdoberfläche verdunstet, steigt es als Wasserdampf in höhere Luftschichten. Dort sammelt es sich in Wolken, aus denen es abregnet. Es kehrt so zur Erdoberfläche zurück. Wenn Wasser am Boden versickert, gelangt es ins Grundwasser, das in die Meere zurückfließt. Auch Wasser, das in Bächen und Flüssen abfließt, gelangt in die Meere. Das Wasser verschwindet also nie.

A2 Individuelle Lösungen

2.17 Stoffkreisläufe (S. 85)

Zur Aufgabe

A1 Im Blutkreislauf bewegt sich das Blut vom Herzen über die Arterien zu anderen Teilen des Körpers. Über die Venen fließt es wieder zurück zum Herzen. Im Mineralstoffkreislauf werden die Mineralstoffe aus verrottenden Pflanzenteilen über den Boden wieder von neuen Pflanzen aufgenommen.

Weitere individuelle Antworten sind möglich:

Im Heizungskreislauf wird das Wasser im Heizkessel erwärmt und fließt dann durch Rohre und Heizkörper. Dort gibt es die Wärme an die Raumluft ab und fließt in Rohren zurück zum Heizkessel, in dem es wieder erwärmt wird.

Der Glaskreislauf ist den Schülerinnen und Schülern meist bekannt. Das Altglas wird gesammelt, eingeschmolzen und zu neuen Flaschen und Behältnissen verarbeitet. Diese kommen gefüllt in den Handel, der Verbraucher nutzt den Inhalt und gibt die Glasbehältnisse anschließend in den Glascontainer.

Auch für Altpapier gibt es einen Kreislauf. Das Altpapier wird gesammelt, die Druckerschwärze entfernt und das Papier aufbereitet. Es kommt z. B. als Zeitung wieder in den Handel. Nachdem die Zeitung gelesen worden ist, wandert das Papier wieder in die Papiertonne.

Beim Glaskreislauf und Altpapierkreislauf liegen keine geschlossenen Kreisläufe vor. Das Papier kann z. B. auch verbrannt werden, Glasflaschen können auf der Müllkippe landen.

2.18 Das Weltwasser in Zahlen (S. 86)

Zu den Aufgaben

A1 Durch Transpiration der Pflanzen und durch Verdunstung von See- und Meerwasser gelangt Wasser als Wasserdampf (Luftfeuchtigkeit) in die Atmosphäre. Dort kann es über weite Strecken transportiert werden. Durch Niederschläge kann das Wasser wieder zurückgelangen und bildet Oberflächenwasser. Im Hochgebirge entstehen schneebedeckte Berge. Durch Flüsse und Seen gelangt das Wasser ins Meer. Es kann auch Versickern und mit der Grundwasserströmung dem Meer zufließen. Niederschläge können auch über dem Meer entstehen.

Teilkreisläufe:

- Verdunstung über einem See – Wasserdampf – Niederschläge – Oberflächenwasser – Seewasser
- Verdunstung von Meerwasser – Niederschläge über dem Meer
- Verdunstung von Meerwasser – Wasserdampftransport – Niederschläge – Versickerung – Rückfluss zum Meer
- Transpiration – Wasserdampf – Niederschläge – Oberflächenwasser – Flusswasser

A2

Verteilung des Weltwassers	Wassermengen in Kubikkilometer
vom Wind aufs Land verweht	110
Abfluss ins Meer	110
Verdunstung vom Land	220
in Seen und Flüssen	225
Niederschlag aufs Land	330
Niederschlag auf Meer und Polargebiete	1040
Verdunstung vom Meer	1150
im Grundwasser	8 Millionen
in Polarkappen und Gletschern	27,8 Millionen
Ozeanwasser	1,3 Milliarden

Hinweis:

In der Tabelle können auch die vorhandenen Wasservorräte (in Kubikkilometern) und die Wassermengen, die in Bewegung sind (in Kubikkilometern/Tag), getrennt aufgeführt werden.

A3 Beispiele: In Oberflächengewässer dürfen keine ungeklärten Abwässer eingeleitet werden. Auslaufendes Benzin oder Heizöl kann das Wasser stark belasten. Wassersport (z. B. mit Motorbooten) muss so ausgeführt werden, dass das Wasser nicht verschmutzt wird. Umweltgefährdende Stoffe aus dem Haushalt müssen fachgerecht entsorgt werden und dürfen auf keinen Fall in die Kanalisation gelangen.

2.19 Eine besondere Eigenschaft des Wassers (S. 87)

Zu den Aufgaben

A1 Am Grund des Sees befindet sich das Wasser mit der größten Dichte. Da Wasser bei 4 °C seine größte Dichte hat, aber erst bei 0 °C gefriert, ist auch in sehr kalten Wintern das Wasser am Grund des Sees flüssig.

A2 Die Eiswürfel haben eine geringere Dichte als die sie umgebende Cola. Deshalb schwimmen Eiswürfel auf der Cola.

A3 Das Volumen einer Wasserportion, die sich abkühlt, erreicht bei 4 °C ein Minimum. Bei weiterer Abkühlung dehnt sich das Wasser wieder aus. Beim Erstarrungsprozess nimmt das Volumen bei gleichbleibender Temperatur zu.

A4 Im Sommer bildet sich eine Schichtung aus, bei der sich das von der Sonne bzw. Luft erwärmte Wasser mit temperaturbedingter niedriger Dichte an der Oberfläche befindet. Das kühlere Wasser mit größerer Dichte bildet die tieferen Schichten.

Im Winter wird durch die kalte Luft das Oberflächenwasser abgekühlt. Es sinkt ab bis zu einer Schicht gleicher Temperatur. Wird durch Abkühlung eine Oberflächentemperatur von 4 °C erreicht, ist die Schichtung aufgehoben, d. h. Oberflächen- und Tiefenwasser haben die gleiche Temperatur. Bei weiterer Abkühlung der Oberfläche dehnt sich das Wasser wieder aus, die Dichte nimmt ab. Als Folge entsteht eine kältere Deckschicht über dem tieferen Wasser (mit einer Temperatur von 4 °C). Bei 0 °C entsteht eine auf dem Wasser schwimmende Eisdecke.

2.20 Trinkwasser (S. 88/89)

Zum Versuch

V1 Hinweis: Wenn Eau de Cologne mit Wasser verdünnt wird, entsteht eine weiße Emulsion.
Ergebnisse:

Testflüssigkeit			Filtrat	
Name	Aussehen	Geruch	Aussehen	Geruch
Methylenblau-lösung	blau	geruchlos	farblos	geruchlos
Eosinlösung	rot	geruchlos	farblos	geruchlos
Eau de Cologne (verdünnt)	weißlich	angenehmer Geruch	farblos	nur noch schwacher Geruch
Blumenwasser	braun	übler Geruch	fast farblos	geruchlos
Kandiszucker-lösung	braun	schwacher Geruch	farblos	geruchlos
Kochsalzlösung	farblos	geruchlos	farblos	geruchlos

Beim Erhitzen des Filtrats der untersuchten Kandiszuckerlösung färbt sich dieses braun, es bleibt eine immer zäher werdende Flüssigkeit zurück. Bei analogem Vorgehen mit Kochsalzlösung bleibt weißes Kochsalz zurück. Trotz der Behandlung mit Aktivkohle sind in beiden Flüssigkeiten demnach noch Stoffe (Zucker, Kochsalz) gelöst. Zucker und Kochsalz werden also nicht an Aktivkohle adsorbiert.

Zu den Aufgaben

A1 Filtration durch Sand/Kies; Adsorption durch Aktivkohle

A2

a) Zum Trinken, Bereiten von Getränken, Kochen; Reinigen, Spülen, Waschen; Baden; Duschen; Gießen; in der WC-Spülung.

b) Der persönliche Wasserverbrauch kann durch viele Maßnahmen gesenkt werden; einige Beispiele: Duschen anstelle von Baden, Wasser beim Zähne putzen nicht laufen lassen, Spartaste der Toiletten-spülung nutzen, Wasch- und Spülmaschinen nur bei voller Beladung in Betrieb nehmen.

A3 Da die Löslichkeit von Sauerstoff in Wasser mit steigender Temperatur abnimmt, kann es zu einem Fischsterben kommen, wenn die Wassertemperatur steigt. Meistens kommen weitere Gründe hinzu, die in der Eutrophierung des Gewässers liegen. Werden Abwässer ungeklärt eingeleitet, werden die Abfallstoffe von Kleinorganismen unter Sauerstoffverbrauch abgebaut. Düngemittel, die aus landwirtschaftlich genutzten Flächen ausgewaschen werden, führen zu einem verstärkten Pflanzenwachstum im Gewässer. Absterbende Pflanzen werden ebenfalls unter Verbrauch von Sauerstoff abgebaut. All diese Faktoren vermindern den Sauerstoffanteil im Gewässer und können daher zu einem Fischsterben führen.

2.21 Abwasserreinigung (S. 90/91)

Zu den Aufgaben

A1 Die Kläranlage besteht aus einer mechanischen, einer biologischen und einer chemischen Reinigungsstufe.

A2 Die mechanische Reinigungsstufe besteht aus einem Rechen, einem Sandfang und einem Vorklärbecken. In dieser Reinigungsstufe werden grobe, wasserunlösliche Verunreinigungen aus dem Wasser entfernt.

In der biologischen Reinigungsstufe bauen Mikroorganismen die im Wasser enthaltenen Verunreinigungen ab.

In der chemischen Reinigungsstufe werden Fällungsmittel zugesetzt. Diese bilden mit den noch vorhandenen Verunreinigungen unlösliche Flocken. Die Flocken werden dann durch Filter zurückgehalten.

A3 Bei der biologischen Reinigung laufen Vorgänge ab wie bei der Selbstreinigung der Gewässer. Mikroorganismen bauen dabei unter ständiger Luftzufuhr im Abwasser enthaltene Verunreinigungen ab.

A4 Trennverfahren, die bei der Abwasserreinigung genutzt werden, sind Sieben und Sedimentieren in der mechanischen Reinigungsstufe und Filtrieren in der chemischen Reinigungsstufe (Flockungsfiltration).

A5 Wenn Abwässer völlig ungeklärt in die Flüsse und Seen gelangten, würde sich die Wasserqualität erheblich verschlechtern. Dies könnte z. B. zu einem Fischsterben führen. Auch könnte man aus diesen belasteten Oberflächengewässern kein Trinkwasser mehr gewinnen. Verunreinigte Gewässer würden außerdem ihren Wert als Freizeit- und Erholungsstätte verlieren.

A6 Im Belebtschlammbecken bauen Mikroorganismen die biologischen Verunreinigungen ab. Als Lebensgrundlage benötigen die Mikroorganismen Sauerstoff. Dieser wird durch Zufuhr von Luft zur Verfügung gestellt. Ohne zusätzliches Einleiten von Luft wäre der im Wasser des Belebtschlammbeckens vorhandene Sauerstoff durch den hohen Besatz an Mikroorganismen schnell aufgebraucht und die Mikroorganismen würden absterben.

2.22 Stilles und sprudelndes Wasser (S. 92)

Zu den Versuchen

V1 Das Kalkwasser im Becherglas trübt sich.

Zusatzversuch:

Mit folgendem Versuch lässt sich zeigen, dass auch die eingeatmete Luft Kohlenstoffdioxid enthält (Volumenanteil ca. 0,04%), der Kohlenstoffdioxidanteil in der ausgeatmeten Luft aber deutlich höher ist (Volumenanteil bis zu 5%).



Versuchsaufbau zum Nachweis von CO_2 in der Atemluft

Beide Waschflaschen werden zu einem Drittel mit frisch filtriertem Kalkwasser gefüllt. Man atmet durch das Mundstück ein, während man das linke Glaswinkelrohr mit dem Finger geschlossen hält. So wird die Luft durch das Kalkwasser in der rechten Flasche angesaugt. Beim Ausatmen verschließt man das rechte Glaswinkelrohr, so dass die ausgeatmete Luft durch die linke Waschflasche strömt. Das Kalkwasser in der rechten Waschflasche trübt sich schneller.

V2 Das Wasser siedet, zu Beginn entweicht auch Kohlenstoffdioxid, danach ausschließlich Wasserdampf. Teilweise kondensiert der Wasserdampf am oberen Teil des Topfes und Wasser läuft zurück und siedet erneut. Nach Verdampfen des Wassers bleibt am Boden des Topfes ein weißer Belag zurück, den man teilweise abkratzen kann. Besonders gut kann man die Belagbildung in einem Topf mit dunkler Innenseite beobachten.

Zu den Aufgaben

A1 Mineralwasser muss zum einen aus unterirdischen Quellen stammen und von ursprünglicher Reinheit sein. Ein deutsches Mineralwasser muss mindestens 1 g Mineralsalze in 1 l Wasser gelöst enthalten. Es gibt Mineralwässer mit den Bezeichnungen „stilles Mineralwasser“, „Mineralwasser medium“, „Mineralwasser classic“. Stilles Mineralwasser enthält kein oder sehr wenig gelöstes Kohlenstoffdioxid. Der Begriff Sprudel bezeichnet kohlenstoffdioxidhaltiges Mineralwasser, das bei Druckentlastung sprudelt.

A2 Kohlenstoffdioxid ist (bei Zimmertemperatur und 1013 hPa) gasförmig, es löst sich in Wasser. Die Löslichkeit ist von der Temperatur und dem Druck abhängig. Je höher der Druck und je niedriger die Temperatur sind, desto mehr Kohlenstoffdioxid löst sich in Wasser. Wassertröpfchen mit gelöstem Kohlenstoffdioxid prickeln im Mund. Kohlenstoffdioxid ist farb- und geruchlos. Mit Wasser versetztes Kohlenstoffdioxid ist schwach sauer und schmeckt frisch. Kohlenstoffdioxid lässt sich mit Kalkwasser nachweisen.

A3 Man füllt in ein Becherglas (frisch filtriertes) Kalkwasser und bläst mit einem Röhrchen Luft in das Kalkwasser. Trübt sich das Kalkwasser, so enthält die ausgeatmete Luft Kohlenstoffdioxid.

2.23 Was wir trinken sollten (S. 93)

Zu den Aufgaben

A1 Der Körper verliert über den Schweiß, den Urin (und Kot) und den Atem Wasser.

A2 Individuelle Lösung.

Täglich sollten Kinder bis zu 1,5 l Flüssigkeit trinken werden, bevorzugt Trinkwasser, ungesüßter Kräuter- oder Früchtetee oder mit Wasser verdünnte, zuckerarme Fruchtsäfte.

A3 Fruchtsaft ist meist teurer als Fruchtnektar, weil der Fruchtsaft vollständig aus dem Saft und dem Fruchtfleisch von Früchten bestehen. Fruchtnektar enthält dagegen weniger Fruchtsaft und Fruchtbestandteile und mehr Wasser. Die Früchte sind teurer als Wasser, das dem Fruchtnektar zugesetzt wird.

A4 Individuelle Lösung.

Die Schülerinnen und Schüler können die Umfrage am Computer vorbereiten. Auch die Auswertung der Umfrage kann in Form eines Diagramms am Computer erfolgen.

2.24 Farbgemische lassen sich trennen (S. 94)

Zu den Versuchen

V1 Durch den Docht zieht das Wasser nach oben und läuft auf dem Filterpapier zum Rand hin. Die einzelnen Bestandteile der Filzstiftfarbe werden dabei unterschiedlich weit mitgenommen. Nach wenigen Minuten ist die schwarze Farbe in verschiedene Bestandteile aufgetrennt. Wichtig ist, dass die verwendeten Filzstiftfarben wasserlöslich sind. Auch sollte der Punkt auf dem Filterpapier nicht zu groß gemalt werden.

Hinweis:

Man kann auch ohne Docht arbeiten. Dafür malt man einen Farbpunkt in die Mitte des Filterpapiers und legt dann das Filterpapier auf eine Petrischale. Mit einem Glasstab tropft man Wasser auf den Farbpunkt. Wichtig ist, dass der Wassertropfen erst vom Filterpapier aufgenommen worden sein muss, bevor man den nächsten Tropfen aufbringt.

Aufgabenlösungen:

1. Mit der Zeit verläuft die schwarze Filzstiftfarbe und trennt sich in einzelne Farben – meist rot, gelb, türkis und blau. Je nach Hersteller können die Ergebnisse unterschiedlich ausfallen.
2. Je nach verwendeter Farbe erhält man unterschiedliche Ergebnisse. Nur Farbgemische (polychrome Farben, z. B. Braun) lassen sich durch Chromatografie in ihre Bestandteile zerlegen.

V2 Die Flüssigkeit breitet sich auf dem Filterpapier aus, es sind Farbstoffringe zu sehen.

Aufgabenlösung:

1. Ist die Farbe ein Reinstoff, kann man auf dem Rundfilterpapier nur eine einheitliche Farbfront erkennen. Bei einem Farbstoffgemisch sind mehrere verschiedene Farbfronten zu unterscheiden.

2.25 Chromatografie (S. 95)

Zu den Aufgaben

A1 Im Fließmittel lösen sich die zu trennenden Stoffe. Sie wandern mit dem Fließmittel über das Papier, bis sie haften bleiben. Das Fließmittel ist vergleichbar mit einem Transportmittel für die Stoffe.

A2 Trennt sich eine Farbe bei der Chromatografie in unterschiedliche Farbtöne, so handelt es sich um ein Stoffgemisch. Ist eine Farbe ein Reinstoff, so erhält man nur eine Farbfront.

A3 Die Strandsegler stehen für die Farbstoffe. Sie werden vom Wind, vergleichbar mit dem Fließmittel, bewegt. Der Strand symbolisiert das Filterpapier. Der eine Strandsegler hat Kufen, der andere Räder. Die Kufen gleiten nicht so gut über den Sand wie die Räder, so bleibt der Strandsegler mit den Kufen hinter dem Strandsegler mit Rädern zurück. Die Kufen und Räder stehen für die unterschiedliche Haftfähigkeit der Farbstoffe auf einer Oberfläche (die unterschiedliche Adsorption durch die stationäre Phase).

A4 Man zerschneidet einige Blätter der Taubnessel in kleinere Stücke, gibt sie in einen Mörser, fügt etwas Sand und einige Milliliter Brennspiritus zu und zerreibt das Gemisch intensiv mit dem Pistill. Anschließend wird die grüne Flüssigkeit vorsichtig in ein Becherglas dekantiert. Mithilfe einer Pipette werden dann einige Tropfen der Blattgrünlösung in die Mitte eines Rundfilters getropft, das auf einer Petrischale liegt. Wenn die Flüssigkeit vollständig aufgesaugt ist, wiederholt man den Vorgang, bis die Flüssigkeit den Rand des Filterpapiers erreicht hat. Anschließend lässt man das Papier trocknen. Der Zusatz von Brennspiritus sorgt für eine bessere Löslichkeit der Blattgrünfarbstoffe.

2.26 Weitere Trennverfahren (S. 96)

Zum Versuch

V1 Sandkörner sinken zu Boden, Styroporkügelchen schwimmen auf dem Wasser. Die Trennung erfolgt aufgrund der unterschiedlichen Dichten.

Zu den Aufgaben

A1 Beim Ausschmelzen wird der unterschiedliche Schmelzpunkt von Stoffen genutzt.

A2 Alkohol und Wasser besitzen zwar unterschiedliche Dichten, bilden aber eine Lösung und sind deshalb mit dem Scheidetrichter nicht voneinander zu trennen.

A3 Zunächst setzt man dem Gemisch Wasser zu. Sand und Sägespäne bilden mit Wasser eine sich rasch trennende Suspension, das Salz löst sich im Wasser. Die oben schwimmenden Sägespäne (geringere Dichte als Wasser bzw. als die Salzlösung) werden abgeschöpft, während der Sand zu Boden gesunken ist. Anschließend filtriert man das Gemisch. Der Sand bleibt auf dem Filterpapier zurück, daneben erhält man ein klares Filtrat (Salzlösung). Dieses wird in einer Porzellanschale eingedampft, das Salz bleibt zurück.

2.27 Von der Bohne zum Kaffee (S. 97)

Zu den Aufgaben

A1

- Extraktion des Coffeins aus dem Rohkaffee
- Adsorption des Coffeins an Aktivkohle
- Verdampfen des restlichen Kohlenstoffdioxids zum Trocknen des Rohkaffees
- Extraktion des Kaffeepulvers mit heißem Wasser zur Kaffeebereitung
- Filtration zur Abtrennung des Kaffeesatzes
- Sublimation des Wassers (Gefriertrocknung).

A2

Kaffeepads sind Filterbeutel (ähnlich Teebeutel) oder Aluminiumkapseln, die eine Portion Kaffeepulver enthalten (etwa 7g), die für eine Tasse Kaffee ausreicht. Zum Aufbrühen des Kaffees benötigt man eine vom Hersteller zu diesem Zweck hergestellte Kaffeemaschine. Handelsübliche Kaffeemaschinen sind hierfür nicht geeignet.
Trennverfahren: Extraktion; heißes Wasser wird durch den Beutel oder die Kapsel gepresst, hierzu wird das jeweilige Verpackungsmaterial (je nach System) zuvor in der Maschine mit Löchern versehen.

2.28 Müll oder Rohstoff (S. 98/99)

Zu den Aufgaben

A1

Recycling ist die Rückgewinnung und Wiederverwendung von Stoffen aus Abfällen. Wichtige Wertstoffe können so in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden. (Der Begriff kommt aus dem Englischen und bedeutet „wiederverwerten“.)

A2

- Einkaufskorb oder Tasche statt Kunststofftüten verwenden.
- Getränke, Milch, Sahne, Joghurt oder Quark in Mehrwegflaschen und Mehrweggläsern kaufen.
- Äpfel, Bananen und andere Früchte und Gemüse nicht eingepackt kaufen.
- Mehrfachverpackungen vermeiden.

A3

In der Glashütte werden beispielsweise Getränkeflaschen hergestellt. In der Obstsaft-Firma wird der Saft in die Flaschen gefüllt. Danach kommen die Flaschen zum Händler. Dort kauft der Kunde/Verbraucher die Flaschen. Wenn sie geleert sind, werden die leeren Flaschen nicht in der Restmülltonne entsorgt, sondern nach Farben (weiß, grün und braun) getrennt im Container gesammelt. Von hier gelangt das Altglas wieder in die Glashütte. Dort wird es eingeschmolzen und zu neuen Flaschen gepresst. Diese können dann wieder für Getränke verwendet werden.

A4

Das Altpapier wird zunächst zerkleinert. Danach wird es gewässert und zu einem Papierbrei verarbeitet. Dieser Papierbrei wird auf Förderbändern ausgerollt, getrocknet und zu Rollen aufgewickelt.

A5

Es gibt heute sehr viel bessere Sortieranlagen, die metallhaltige Teile oder Kunststoffe nach Sorten rein trennen. Dennoch ist es z. B. sinnvoll, Papier vom Hausmüll zu trennen, da es zum Recyceln sauber und trocken sein muss.

Zusammenfassung und Übung (S. 102)

Zu den Aufgaben

A1

Ein Reinstoff besteht nur aus einem einzigen Stoff. Stoffgemische enthalten mindestens zwei Reinstoffe.

A2

Da unterschiedliche Teilchen vorhanden sind, handelt es sich bei der Luft um ein Stoffgemisch.

A3

Bei heterogenen Stoffgemischen sind die einzelnen Bestandteile noch zu erkennen (z. B. mit einer Lupe). Homogene Gemische sehen selbst unter dem Mikroskop einheitlich aus und haben nur einen Satz von Stoffeigenschaften.

A4

Reinstoff	Stoffgemisch
Eisen	Inhalt einer Tütensuppe
Traubenzucker	Leitungswasser
	Luft
	Waschpulver

A5

Milch	Heterogenes Gemisch (beim Stehenlassen scheidet sich Rahm ab)
Rotwein	Homogenes Gemisch (sieht klar und einheitlich aus)
Tinte	Homogenes Gemisch (sieht klar und einheitlich aus)
Rauch	Heterogenes Gemisch (einzelne Bestandteile zu erkennen)
Lehmwasser	Heterogenes Gemisch (Lehm setzt sich ab)
Schaumstoff	Heterogenes Gemisch (Feststoff mit Kammern für Luft erkennbar)
Verschlossene Mineralwasserflasche	Homogenes Gemisch (sieht klar und einheitlich aus)
Geöffnete Mineralwasserflasche	Heterogenes Gemisch (Gasbläschen sind im Wasser erkennbar)
Parfüm	Homogenes Gemisch (sieht klar und einheitlich aus)

A6 Verwendungsmöglichkeiten von Filtern im Alltag sind beispielsweise:

- Papierfiltertüten in Kaffeemaschinen
- Papierfiltertüten zur Teezubereitung
- fertige Teebeutel zur Teezubereitung
- Filter in Aquarien und Gartenteichen
- Filter in Dunstabzugshauben

A7 Wenn es regnet, wirbeln die Regentropfen Sand und Schmutzteilchen auf. Das Wasser in der Pfütze ist deshalb trüb. Es hat sich eine Suspension gebildet. Hat der Regen aufgehört, so setzen sich die Feststoff-Teilchen wieder am Boden der Pfütze ab, Sie sedimentieren. Das Wasser sieht nun klar aus.

A8 Säfte oder Medikamente sind gelegentlich Suspensionen und müssen dann vor ihrer Verwendung aufgeschüttelt werden, um eine möglichst einheitliche Verteilung der Bestandteile zu erreichen.

A9 Meerwasser wird in großen, mit Glas überdachten Anlagen von der Sonne erwärmt. Das Wasser verdunstet und kondensiert an den kühleren Glasflächen. Diesen Vorgang bezeichnet man als Destillation. Von den Glasflächen fließt das kondensierte Wasser in Sammelrinnen zusammen. Das Salz bleibt im restlichen Meerwasser zurück. Damit man das so gewonnene, reine Wasser als Trinkwasser nutzen kann, müssen ihm noch geringe Mengen an Mineralsalzen zugegeben werden.

A10

- Schritt 1: Das Eisenpulver wird mit einem Magneten abgetrennt.
 Schritt 2: Das Restgemisch wird in Wasser gegeben. Kochsalz löst sich auf, der Seesand setzt sich am Boden ab und das Sägemehl schwimmt an der Wasseroberfläche.
 Schritt 3: Das Sägemehl wird mit einem Löffel abgeschöpft.
 Schritt 4: Die Kochsalz-Lösung wird von dem Seesand vorsichtig abgegossen (dekantiert) oder durch einen Filter gegeben.
 Schritt 5: Die Kochsalz-Lösung wird eingedampft.

A11 Chromatografie kommt von griechisch „chroma“ für Farbe und griechisch „graphein“ für schreiben.

A12 Man erhitzt das Zuckerwasser vorsichtig. Dabei verdampft das Wasser, der Zucker bleibt zurück. Dieses Trennverfahren heißt Eindampfen. Allerdings darf die Temperatur nicht zu hoch gewählt werden, da sich sonst der Zucker zersetzt.

A13 Ein Liebigkühler besteht aus zwei ineinander liegenden Rohren. Durch das innere Rohr, das Kondensationsrohr, wird beim Destillieren der Dampf abgeleitet. Durch das äußere Rohr, den Kühlmantel, fließt ständig kaltes Wasser. Das Wasser im Kühlmantel fließt in umgekehrter Richtung zum abgeleiteten Dampf (Gegenstrom). Daher wird der Dampf an der nach unten immer kühleren Glaswand abgekühlt und kondensiert.

A14

a) Orangen-Öl kann einerseits durch Kaltpressen der fein abgeschnittenen Orangenschalen gewonnen werden. Dabei nutzt man die unterschiedliche Größe der festen und flüssigen Bestandteile. Eine zweite Möglichkeit ist, das Orangen-Öl mit einem geeigneten Lösungsmittel aus den Orangenschalen herauszulösen (extrahieren). Die Trenneigenschaft ist also die unterschiedliche Löslichkeit des Öls und der übrigen Schalenbestandteile. Nach der Extraktion wird das Lösungsmittel durch vorsichtige Destillation wieder abgetrennt (Trenneigenschaft: Siedetemperatur).

b) Küchendünste werden in einer Dunstabzugshaube mit Aktivkohlefiltern durch Adsorption gereinigt. Die Küchendünste haften an der großen Oberfläche der Aktivkohle, die Luftteilchen dagegen nicht. Die Trenneigenschaft ist also die Haftfähigkeit der Teilchen.

c) Zunächst werden Geschmacksstoffe und Farbstoffe mithilfe des heißen Wassers aus dem Kaffeepulver gelöst. Dies nennt man Extraktion (Trenneigenschaft: Löslichkeit). Das Wasser ist nun eine Lösung, die Geschmacksstoffe und Farbstoffe enthält. Diese Lösung tropft durch den Papierfilter, während das Kaffeepulver als Rückstand im Filter bleibt. Bei der Filtration nutzt man die unterschiedliche Größe der Teilchen.

A15 Gründe für die Notwendigkeit der Mülltrennung:

- Rohstoffreserven werden geschont.
- Es werden weniger Mülldeponien benötigt.
- Das Recycling benötigt weniger Energie als die Neuherstellung, beispielsweise bei Aluminium oder Glas.
- Es werden teilweise weniger schädliche Abgase produziert.

A16 Öl und Benzin verschmutzen die Umwelt. Schon geringe Mengen Öl oder Benzin können riesige Mengen Wasser verschmutzen und somit ungenießbar machen. Dargestellt ist ein Ölabscheider, wie er z. B. in Kfz-Anlagen Verwendung findet. Er ist im unteren Teil mit Wasser gefüllt. Wenn Wasser mit Benzin und Öl von oben oder von der Seite in den Abscheider hineingelangt, sammeln sich Benzin und Öl auf dem Wasser. Aufgrund seiner Dichte kann das Wasser als untere Schicht durch das von einem Schwimmer gesteuerte Ventil abfließen. Der Schwimmer hat eine solche Dichte, dass er zwar auf Wasser, nicht aber auf Benzin und Öl schwimmt. Wenn durch Zunahme der Dicke der Benzin-/Ölschicht die Grenzfläche zum Wasser absinkt, verschließt schließlich der mit dem Schwimmer gekoppelte Ventilteller den Ausfluss, sodass Benzin und Öl nicht in die Kanalisation fließen können. Der Ölabscheider muss in regelmäßigen Abständen überprüft werden, um angesammeltes Benzin/Öl zu entfernen. Nicht abgetrennt werden können damit alle in Wasser löslichen Verunreinigungen, da sie keine vom Wasser abtrennbare Schicht bilden.