

1. Stoffe, Teilchen, Eigenschaften

Inhaltsverzeichnis

Auf den Stoff kommt es an (S. 22/23)	9
1.1 Wir unterscheiden Gegenstand und Stoff (S. 24)	11
1.2 Gegenstände und Stoffe (S. 25)	11
1.3 Stoffe sehen, riechen, schmecken, fühlen (S. 26)	12
1.5 Unterscheidung von Stoffen (S. 28/29)	13
1.6 Ein Experiment planen (S. 30)	14
1.8 Schmelzen und Verdampfen – und wieder zurück (S. 32/33)	14
1.9 Schmelz- und Siedetemperaturen bestimmen (S. 34)	15
1.10 Schmelz- und Siedetemperatur (S. 35)	16
1.11 Da löst sich etwas (S. 36)	16
1.12 Die Löslichkeit (S. 37)	17
1.13 Saure und alkalische Lösungen (S. 38/39)	17
1.14 Die Dichte (S. 40)	19
1.15 Wir bestimmen die Dichte (S. 41)	19
1.16 Wärmeleitfähigkeit, elektrische Leitfähigkeit (S. 42)	20
1.17 Die Leitfähigkeit von Stoffen (S. 43)	20
1.18 Wärmedämmung (S. 44)	21
1.19 Eigenschaften bestimmen die Verwendung (S. 45)	21
1.20 Den Steckbrief eines Stoffes erstellen (S. 46)	22
1.21 Stoffklassen (S. 47)	22
1.22 Mindmaps (S. 48)	23
1.23 Stoffklasse der Metalle (S. 49)	23
1.25 Wir untersuchen Kunststoffe (S. 51)	23
1.27 Woraus bestehen Stoffe (S. 53)	24
1.28 Modelle im Alltag und in der Chemie (S. 54)	24
1.29 Das Teilchenmodell (S. 55)	25
1.30 Aggregatzustände im Modell (S. 56/57)	25
1.31 Sublimation und Resublimation (S. 58)	26
1.33 Energie und Änderungen des Aggregatzustandes (S. 60/61)	26
1.34 Zusammenfassung und Übung (S. 63/64)	27

1. Stoffe, Teilchen, Eigenschaften

Auf den Stoff kommt es an (S. 22/23)

Zu den Aufgaben

A1 Eistee, Cola light, Orangenlimonade, Zitronenlimonade enthalten Citronensäure. Viele Marmeladen und Puddingpulver enthalten Citronensäure. Citronensäure und deren Salze sind als Zusatzstoffe bei der ökologischen Wurstherstellung erlaubt. In einigen Fleischwaren sind Salze der Citronensäure enthalten.

Hinweis: Citronensäure (Zitronensäure) und ihre Salze werden zur Konservierung, zur Homogenisierung als Schmelzsalz, als Säuerungsmittel und Komplexbildner für Lebensmittel verwendet. Citronensäure wird Limonaden und Eistee zugesetzt, in Fruchtsäften kommt sie auch natürlich vor. In der EU ist Citronensäure als Lebensmittelzusatzstoff unter der Nummer E 330 in den meisten Lebensmitteln unbegrenzt zugelassen. Eine Ausnahme bilden zum Beispiel Schokoladenerzeugnisse und Fruchtsäfte, für die nur eine begrenzte Zulassung vorliegt, und einige Lebensmittel, wie zum Beispiel Honig, Milch und Butter, für die keine Zulassung vorliegt.

A2 Beispiele: Bitterorange, Artischocke, Holunder, Koriander, Salbei, Chicoree, Löwenzahn, Radiccio, Spargel, Rhabarber, Muskatnuss, Oregano, Thymian, Kaffee, Grüner Tee, Schwarzer Tee, Bitter Lemon

A3 1. Beispiel: Tomaten, Branntweinessig, Zucker, Salz, Gewürzextrakt (enthält Sellerie), Gewürze
 2. Beispiel: 76 % Tomatenmark, Branntweinessig, Glucose-Fructose-Sirup, Zucker, modifizierte Stärke, Speisesalz, Verdickungsmittel Xanthan, natürliches Aroma
 3. Beispiel: 58 % Tomatenmark, Wasser, Zucker, modifizierte Stärke, Branntweinessig, Speisesalz, Senf, Gewürze

A4 Beispiele (siehe auch Lösungen zu A5):

Lebensmittel	Farbstoff	Ursprung
Orangenlimonade	Carotin	pflanzlich/synthetisch
Gummibärchen	verschiedene natürliche Farbstoffe	pflanzlich
Schokolinsen, bunt	Riboflavin Karmin Cochenille Carotin	pflanzlich pflanzlich/tierisch synthetisch pflanzlich/synthetisch
Schokolinsen, rosa	Titandioxid, Eisenoxid	mineralisch

A5

Gegenstand	Stoffe	Eigenschaften
Pullover	Baumwolle	saugt Wasser auf
Gummistiefel	Gummi	weist Wasser ab
Messer	Stahl	hart, glänzend, lässt sich schleifen
Kunststofftrinkbecher	Kunststoff, PE, PP	leicht, leitet schlecht die Wärme
Holzlöffel	Holz	leitet schlecht die Wärme
Griff eines Schraubendrehers	Holz, Kunststoff	leiten nicht den elektrischen Strom
Kupferkabel	Kupfer	leitet gut den elektrischen Strom
Eiswürfel	Wasser	farblos, geruchlos, schmilzt bei Zimmertemperatur
Steckbausteine	Kunststoff	glänzt, glatt, formstabil

A6

Trinkflasche	Argumente für den Einsatz	Argumente gegen den Einsatz
aus Kunststoff	leicht, zerbricht nicht beim Herunterfallen	Grundstoff meist aus Erdöl, Vorräte begrenzt, in manchen Untersuchungen haben sich Weichmacher in den Getränken nachweisen lassen
aus Glas	durchsichtig, geschmacksneutral, leicht zu säubern, bewährte Recyclingsysteme	schwer, zerbricht beim Herunterfallen,
aus Aluminium	leicht, lichtundurchlässig, rostet nicht, gut recycelbar	hoher Verbrauch elektrischer Energie zur Herstellung
aus Weißblech	leicht, magnetisch, können dadurch aus dem Müll leicht aussortiert werden und damit gut recycelbar	rostet bei Beschädigung

A7 Fahrradrahmen aus Stahl: stabil und robust, große Festigkeit, kostengünstig
 Fahrradrahmen aus Aluminium: leicht, rostet nicht, meist dickere Rohre als bei einem Stahlrahmen.
 Fahrradrahmen aus Titan: leicht, unempfindlich gegen Kratzer, sehr teuer.
 Es kommt auf den Zweck an, für den man ein Fahrrad kauft. Für ein Tourenrad, das auch gelegentlich viel Gepäck aufnehmen soll, empfiehlt sich ein Stahlrahmen.

A8

a) Bekannte Stoffe, die bei Zimmertemperatur (20 °C) und Normdruck (1013 hPa)

1. fest sind: Zucker, Salz, Mehl
2. flüssig sind: Wasser, Alkohol, Essig, Cola
3. gasförmig sind: Kohlenstoffdioxid, Sauerstoff, Helium

b) Der Aggregatzustand eines Stoffes hängt von der Temperatur und dem Druck ab. Das Feuerzeug wird unter dem Druck bei Zimmertemperatur flüssig.

Hinweis: Es gibt Gasfeuerzeuge, die fast nur Isobutan mit sehr geringen Anteilen weiterer Kohlenwasserstoffe enthalten, und Gasfeuerzeuge, die im Wesentlichen ein Gemisch aus Butan, Isobutan und Propan enthalten.

A9 Das feste Wachs schmilzt, steigt im Docht auf und verdampft. Das gasförmige Wachs verbrennt.

A10 Beim Schwitzen gibt der Körper Schweiß ab, eine wässrige Lösung. Das Wasser des Schweißes verdunstet, geht also vom flüssigen in den gasförmigen Zustand über. Dazu muss das Wasser Wärmeenergie, die Verdunstungswärme, aufnehmen. Diese Wärmeenergie wird der Umgebung, dem Körper, entzogen.

A11 Schüler wissen aus Erfahrung, dass viele Stoffe einen Geruch verbreiten („riechen“), wenn sie offen an der Luft stehen. Es ist nicht unbedingt zu erwarten, dass dieses Phänomen auf der Basis von Diffusion und Teilchenmodell gedeutet wird. Aus persönlicher Erfahrung wissen viele Schüler, dass beim Schälen von prall gefüllten, frischen Apfelsinen winzige Tröpfchen umherspritzen, die einen Aromastoff enthalten. Sie verteilen sich in der Umgebung. Gestützt wird diese Deutung durch das beliebte Spiel, bei dem Apfelsinenschalen vor einer brennenden Kerze ausgedrückt werden. Flammenspuren und Geruchswahrnehmung zeigen, dass winzige Tröpfchen eines duftenden brennbaren Stoffes hervorspritzen.

A12 Das Stück Würfelzucker auf dem Boden des Becherglases löst sich allmählich auf. Die Zuckerteilchen wandern in die Lücken zwischen den Wasserteilchen, zunächst in der Umgebung des Würfelzuckerstückes. Nach und nach wandern die Zuckerteilchen weiter, bis sie gleichmäßig im Wasser verteilt sind.

1.1 Wir unterscheiden Gegenstand und Stoff (S. 24)

Zu den Versuchen

V1

a) und b)

Metalle: z. B. Füller, Kugelschreiber, Anspitzer, Lineal

Naturstoffe: z. B. Bleistifte, Buntstifte, Radiergummi

Kunststoffe: z. B. Füller, Kugelschreiber, Tintenkiller, Anspitzer, Lineal, Radiergummi

Hinweis: Einzelne Gegenstände in einem Schülermappchen können aus unterschiedlichen Materialien bestehen, z. B. kann ein Kugelschreiber ausschließlich aus Kunststoff bestehen, aber auch Metallteile enthalten.

c) Füller: Metall, Kunststoff (Tinte)

Kugelschreiber: Metall, Kunststoff (Tinte)

Anspitzer: Metall, Kunststoff

Bleistift: Holz, Graphit

Filzstift: Kunststoff (Tinte)

V2

Behälter für	Kürzel	Name des Kunststoffs
Mineralwasser, Duschgel	PET	Polyethylenterephthalat
Körperlotion	PE-HD	High-Density Polyethylen
Hautcreme	PE-HD	Low-Density Polyethylen
Behälter für Vitaminbrausetabletten	PP	Polypropylen

Hinweis: Bisher ist den Schülerinnen und Schülern der Unterschied zwischen Stoff und Gegenstand kaum geläufig. Daher fällt es leichter, zur Sortierung ähnlicher Gegenstände aus unterschiedlichen Stoffen auf Gegenstände zurückzugreifen, die eine Kennzeichnung des jeweils verwendeten Stoffes tragen.

Zu den Aufgaben

A1 Stoff: Leder, Baumwolle, Seide, Wolle

Gegenstand: Hose, Hemd, Schal, Pullover, T-Shirt, Schuh, Kappe

A2 Je nachdem, wofür ein Gegenstand verwendet wird, sind manche Stoffe besser geeignet, manche weniger gut. So eignet sich Wolle gut für einen wärmenden Pullover, für strapazierfähige Schuhe ist Leder ein geeigneter Stoff.

A3 Naturstoffe sind in der Natur entstanden. Sie können pflanzlichen Ursprungs sein, wie Holz oder Baumwolle, oder tierischer Herkunft wie Horn, Leder, Seide oder Wolle. Kunststoffe sind künstliche Produkte der chemischen Industrie. Sie kommen in der Natur nicht vor (und werden deshalb auch nicht in natürlichen Prozessen abgebaut).

1.2 Gegenstände und Stoffe (S. 25)

Zu den Aufgaben

A1 Ein anderer Begriff für die chemische Bezeichnung „Stoff“ ist Material.

A2 Schultasche: Leder/Kunststoffe und Metalle

Jeans: Baumwolle und Metalle

MP3-Player: Kunststoffe und Metalle

Bleistift: Holz und Graphit

Fahrrad: Metalle und Kunststoffe

A3 Geschirr aus Kunststoff ist leichter beim Transport und unempfindlich gegen Stöße. Beim Herunterfallen geht es nur selten kaputt.

A4

Material des T-Shirts	Vor- und Nachteile des Materials
Baumwolle	saugt den Schweiß auf und wirkt schwer trocknet nur langsam winddurchlässig verliert leicht seine Form aus natürlichen Fasern von nachwachsenden Rohstoffen gewonnen
Hanf	hält lange, widerstandsfähig teuer
Viskose	hergestellt aus natürlicher Cellulose ähnliche Eigenschaften wie Baumwolle weich fließend
Polyester	leicht, kühl, formstabil fühlt sich im Winter kalt an wird aus Erdölprodukten hergestellt
Microfaser (Polyamid)	atmungsaktiv, formstabil, trocknet schnell, gut für Sportbekleidung geeignet, bietet erhöhten UV-Schutz, lange Lebensdauer schwierig zu recyceln wird aus Erdölprodukten hergestellt
Nylon (Polyamid)	ermöglicht modische Glanzeffekte mit Beimischungen von Elasthan dehnbar wenig atmungsaktiv schwierig zu recyceln wird aus Erdölprodukten hergestellt
Elasthan	wird als Beimischung verwendet Elastizität, Formstabilität, gute Passform

1.3 Stoffe sehen, riechen, schmecken, fühlen (S. 26)

Zu den Versuchen**V1**

- a) Gummibärchen unterscheiden sich in ihren Farben.
b) Beim Betrachten einer Aluminiumfolie von beiden Seiten stellt man fest, dass die eine Seite silbrig glänzt, die andere dagegen eine matt glänzende Oberfläche zeigt.
c) Auf der einen Seite liegen die Löffel aus Holz, Porzellan, Kunststoff, deren Oberflächen matt glänzen; auf der anderen Seite die Löffel aus Silber, Edelstahl und Aluminium, deren Oberflächen hochglänzend sind.

Aufgabenlösung:

Ein Stoff kann durch Farbe und Glanz unterschieden werden.

V2

- a) Zitronensaft schmeckt sauer, Wasser hat keinen Geschmack, Grapefruitsaft schmeckt bitter.
b) Zuckerwasser hat einen süßlichen Geschmack, Salzwasser dagegen einen salzigen.
c) Brausepulver schmeckt sauer (Citronensäure), süß (Zucker) und sprudelt auf der Zunge (Natron).

Aufgabenlösung:

Brausepulver	süß und sauer
Wasser	geschmacklos
Zitronensaft	sauer
Grapefruitsaft	bitter
Zucker	süß
Salz	salzig
Zimt	nur über Geruchssinn wahrnehmbar

V3

Essig	Eigengeruch, säuerlich, beißend
Parfüm	Eigengeruch, süßlich, fruchtig
Kaffeepulver	Eigengeruch
Currygewürz	intensiver Geruch, scharf
Muskatnusspulver	pfeffrig, scharf, beißend
Nelken	Eigengeruch, weihnachtlich
Zimt	nur über Geruchssinn wahrnehmbar

Aufgabenlösung:

Während Essig, Parfüm, Kaffeepulver und Currygewürz deutlich am Geruch erkannt werden können, fällt dies bei Nelken schwerer, Muskatnusspulver wird oft mit Pfeffer verwechselt.

V4

kalt	warm	glatt	rau	hart	weich
Glas	Holz	Glas	Gummi	Glas	Wollknäuel
Stahl	Styropor	Stahl	Leder	Stahl	
	Wollknäuel		Styropor	Leder	

1.5 Unterscheidung von Stoffen (S. 28/29)

Zu den Versuchen

V1 Man sollte darauf achten, dass Form und Stoffeigenschaften unterschieden werden. Diese Unterscheidung kann gut im nachfolgenden Unterrichtsgespräch erfolgen.

V2 In [B5] sind Batterien als Stromquelle dargestellt. Der Vorteil gegenüber einem Netzgerät ist, dass die Spannung feststehend klein ist und das Glühlämpchen bei passender Wahl nicht durchbrennt.

Benutzt man ein Netzgerät, so besteht die Gefahr, dass Schüler die Spannung erhöhen, wenn bei einem Experiment das Lämpchen nicht aufleuchtet. Bei einem Folgeexperiment mit einem leitfähigen Stoff brennt das Lämpchen dann durch. Ein Nachteil beim Einsatz einer Batterie besteht natürlich darin, dass die Batterien im Laufe der Zeit entladen werden und vor dem Einsatz geprüft werden müssen.

V3 Als Hilfsmittel eignen sich Magnete, wie sie bei Schrankmöbeln als Türmagnete Verwendung finden. Sie sind recht stark und ziehen auch schwach magnetisierbare Gegenstände an.

Zu den Aufgaben

A1 Wörter, die den Begriff „Stoff“ enthalten, sind z. B. Sauerstoff, Feststoff, Wollstoff, Nährstoff, Rohstoff, Ballaststoff ...

A2 Als gemeinsame Eigenschaften von Metallen können genannt werden: Oberflächenglanz (evtl. erst nach Bearbeitung der Oberfläche), elektrische Leitfähigkeit (Ausnahme Graphit), Verformbarkeit.

A3 Dass Kupfer härter ist als Kerzenwachs oder Ton, kann z. B. mit dem Fingernagel oder mit einem Ritzversuch festgestellt werden. Um es gegen Stoffe der Härtestufe „hart“ abzugrenzen, werden Ritzversuche z. B. mit einem Stück eines Ziegelsteines vorgenommen.

1.6 Ein Experiment planen (S. 30)

Zu den Versuchen

V1

1. Frage/Thema des Versuchs

Welcher Unterschied besteht zwischen Mineralwasser und destilliertem Wasser?

2. Informationen sammeln

Mineralwasser enthält gelöste Mineralien und eventuell Kohlensäure. Destilliertes Wasser wird z. B. im Labor hergestellt und enthält keine gelösten Stoffe.

3. Experiment auswählen

Beim Eindampfen von Mineralwasser müssten Stoffe zurückbleiben, beim Eindampfen von destilliertem Wasser sollten keine Stoffe zurückbleiben.

4. Materialliste erstellen

Gasbrenner, Dreifuß, Keramik-Drahtnetz, 2 Porzellanschalen, Mineralwasser, destilliertes Wasser

5. Versuchsskizze anfertigen



6. Schutzmaßnahmen

Es muss eine Schutzbrille getragen werden. Es besteht die Gefahr durch Verbrennungen durch die Brennerflamme, die heiße Porzellanschale und den heißen Dreifuß. Die Porzellanschale darf erst nach dem Abkühlen angefasst werden.

7. Versuchsprotokoll vorbereiten

In das Versuchsprotokoll können bereits vor der Versuchsdurchführung das Thema des Versuchs, die Materialien, die Sicherheitsmaßnahmen und die Versuchsskizze aufgenommen werden. Eine Versuchsanleitung wird erarbeitet oder von der Lehrkraft vorgegeben. Die Beobachtungen und die Auswertung werden nach der Versuchsdurchführung ausgefüllt.

Die Entsorgung wird von der Lehrkraft vorgegeben.

1.8 Schmelzen und Verdampfen – und wieder zurück (S. 32/33)

Zu den Versuchen

V1

Eiswürfel sind nach kurzer Zeit geschmolzen. Die Zeitmessung hat keine besondere Bedeutung, sie soll nur zum aufmerksamen Beobachten veranlassen.

V2

An der kalten Glasscheibe kondensiert der Wasserdampf. Als Glasscheibe kann man einen (kalten!) Objektträger verwenden. Man hält ihn am besten mit einem Reagenzglashalter, um sich nicht am Wasserdampf zu verbrennen.

Zu den Aufgaben

A1

- a) Die drei Aggregatzustände sind fest, flüssig und gasförmig.
b) Schmelzen und Verdampfen wird durch Erhitzen verursacht. Kondensieren und Erstarren wird durch Abkühlen verursacht.

A2

Das feste Wachs einer Kerze schmilzt durch die Hitze der Flamme und wird flüssig. Wenn es herabtropft und auf einen kühleren Untergrund gelangt, kühlt es sich ab und erstarrt wieder zu festen Wachs.

A3

Der Lötkolben erhitzt das Lötzinn, damit es flüssig wird und zwischen die zu verbindenden Bauteile laufen kann.

A4

Wasserdampf und Eis bestehen aus dem gleichen Stoff Wasser. Die können durch Temperaturerhöhung bzw. Temperaturniedrigung ineinander umgewandelt werden. Wasserdampf und Eis sind unterschiedliche Zustandsformen des Stoffs Wasser.

A5

Wasserdampf ist Wasser im gasförmigen Aggregatzustand; er ist nicht sichtbar. Nebel ist sichtbar, da er aus kleinen flüssigen Wassertröpfchen besteht, die in der Luft schweben.

A6

An einem warmen Tag entsteht viel Wasserdampf (Luftfeuchtigkeit). Beim Abkühlen in der Nacht und in den kühlen Morgenstunden kondensiert der Wasserdampf und es entstehen flüssige Wassertropfen auf den Grashalmen.

1.9 Schmelz und Siedetemperaturen bestimmen (S. 34)

Zu den Versuchen

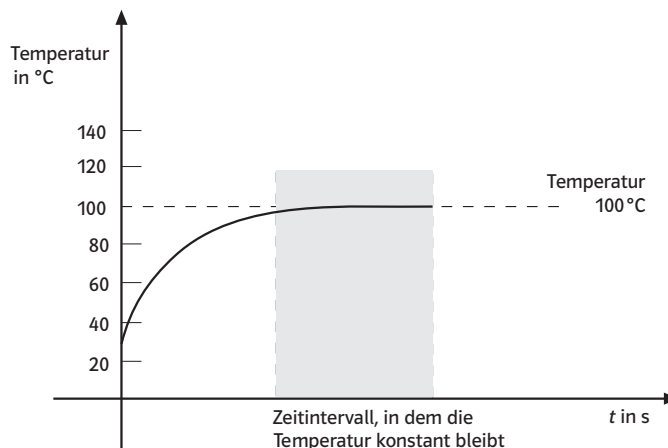
V1

- a) bis c) Wasser siedet bei 100 °C. Durch das einseitige Erwärmen des Wassers nur von unten kann man bereits bei ca. 80 °C eine beginnende Gasentwicklung beobachten.

Hinweis:

Die Tabelle für die Messergebnisse wird am besten vor Versuchsbeginn gemeinsam an der Tafel vorbereitet und von den Schülerinnen und Schülern übernommen.

- d) und e) Die Schülerinnen und Schüler sollten folgendes Siedediagramm erhalten:



Man erkennt ein Plateau bei einer Temperatur von 100 °C, da sich die Temperatur während des Siedevorgangs nicht mehr ändert. Die zugeführte Wärmemenge dient dem Übergang von flüssig nach gasförmig.

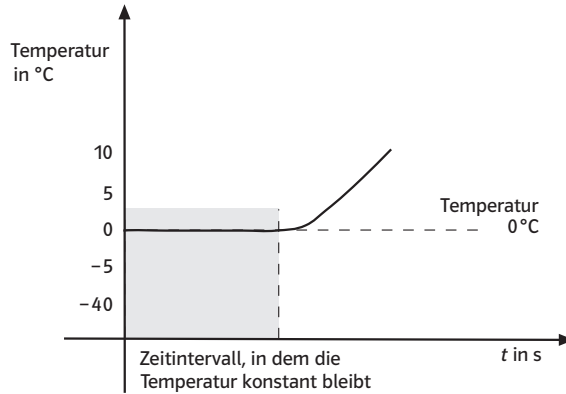
Aufgabenlösungen:

- Aus der Messkurve lässt sich ablesen, dass bei 100 °C Wasser zu Wasserdampf wird. 100 °C ist also die Siedetemperatur von Wasser.
- Ab der Siedetemperatur verläuft die Kurve parallel zur waagerechten Achse. Trotz weiterer Wärmezufuhr steigt die Temperatur nicht über 100 °C. (Die zugeführte Wärmemenge wird für die Änderung vom flüssigen in den gasförmigen Aggregatzustand verwendet.)

V2

a) und b) Eis schmilzt bei 0 °C. Die Temperatur sollte sich also nicht verändern, bis das Eis vollständig geschmolzen ist. Die Schmelztemperatur lässt sich jedoch nicht so eindeutig ermitteln wie die Siedetemperatur, da bei Temperaturen über 0 °C oben im Wasser immer noch etwas Eis schwimmt. Dies ist durch das ungleichmäßige Erwärmen des Eises zu erklären.

c) Die Schülerinnen und Schüler sollten folgendes Schmelzdiagramm erhalten:



Wie im Siedediagramm kann man auch im Schmelzdiagramm des Wassers ein Plateau erkennen. Hier steigt die Temperatur trotz kontinuierlicher Wärmezufuhr nicht weiter an. Die zugeführte Wärmemenge dient dem Übergang von fest nach flüssig.

Aufgabenlösung:

1. Aus der Messkurve kann man ablesen, dass bei 0 °C Eis zu Wasser schmilzt.

1.10 Schmelz- und Siedetemperatur (S. 35)

Zu den Aufgaben

A1 Im Text genannt sind die Siedetemperatur und die Schmelztemperatur. Aber auch Löslichkeit und Leitfähigkeit sind messbare Stoffeigenschaften.

A2 Feststoff erhitzen.

2. In regelmäßigen Zeitabständen Temperatur messen.
3. Messwerte in eine Tabelle eintragen.
4. Messwertpaare in ein Diagramm zeichnen.
5. Messpunkte miteinander verbinden.

A3 Jeder Reinstoff hat für eine spezifische Schmelz- und Siedetemperatur. Diese Stoffeigenschaften sind messbar und kennzeichnen einen Stoff daher eindeutig.

1.11 Da löst sich etwas (S. 36)

Zu den Versuchen**V1**

a) und b) Im kalten Wasser bilden sich langsam rote Schlieren. Im heißen Wasser ist nach kurzer Zeit die gesamte Flüssigkeit rot gefärbt. Das heiße Wasser löst also schneller Stoffe aus dem Fruchtee.

Hinweis:

Bei diesem Versuch sollte deutlich darauf hingewiesen werden, dass eine Geschmacksprobe im naturwissenschaftlichen Unterricht eine Ausnahme darstellt.

Aufgabenlösungen:

1. Im heißen Wasser lösen sich Stoffe schneller. Die Reihenfolge der sich lösenden Stoffe ist von der Zusammensetzung des Fruchteees abhängig.
2. Die warme Lösung schmeckt viel intensiver als die kalte. Neben den sichtbaren Farbstoffen haben sich auch nicht sichtbare Geschmacksstoffe des Tees im Wasser gelöst.

V2

a) bis e) Bei 20 °C lösen sich in 10 ml Wasser 3,6 g Kochsalz. Da in diesem Versuch die Löslichkeit erst bei bereits vorhandenem Bodensatz bestimmt wird, liegt der ermittelte Wert für die Löslichkeit etwas über dem tatsächlichen Wert. Die Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit wird an dieser Stelle nicht thematisiert.

Hinweis:

Um zu verdeutlichen, dass die Löslichkeit eine charakteristische Stoffeigenschaft ist, kann dieser Versuch auch mit Zucker wiederholt werden. Bei 20 °C lösen sich 20,4 g Zucker in 10 ml Wasser.

Aufgabenlösungen:

- In 10 ml Wasser haben sich etwa 3,6 g Kochsalz gelöst.
- In 100 ml Wasser sind etwa 36 g Kochsalz löslich.

Zu den Aufgaben

A1 Tee ist ein Gemisch aus unterschiedlichen Stoffen. Die Zusammensetzung des Tees bestimmt seine Löslichkeit. Da die Zusammensetzung von Tee variiert, ist seine Löslichkeit nicht exakt zu bestimmen. Kochsalz hingegen ist ein Reinstoff. Stoffeigenschaften wie die Löslichkeit können nur bei Reinstoffen durch Messung bestimmt werden.

1.12 Die Löslichkeit (S. 37)**Zu den Aufgaben**

A1 Im Text sind Wasser und Reinigungsbenzin als Beispiele für Lösungsmittel genannt.

A2 Folgende Stoffe sind
 sehr gut wasserlöslich: Zucker
 gut wasserlöslich: Kochsalz, Soda
 schlecht wasserlöslich: Gips, Kalk

A3 3,5 g Salz in 100 g Meerwasser ergeben einen Massenanteil des Salzes $w = 3,5\%$.

A4 Die Löslichkeit von Alkohol in Wasser gibt an, wie viel Gramm Alkohol sich in 100 g Wasser lösen. Diese Angabe ist nicht möglich, da Alkohol sich unbegrenzt in Wasser löst.

1.13 Saure und alkalische Lösungen (S. 38/39)**Zu den Versuchen**

V1 Rotkohlsaft ist ein Indikator, der nicht nur zwei Farben zeigt. Die Farbskala für Rotkohl als Indikator:

pH-Wert	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Farbe	weinrot		rosa		violett		blauviolett		grün			gelb		

Auswertung:

Prüflösung	Eigenschaft der Lösung		
	sauer	neutral	alkalisch
Speiseessig	X		
Entkalker	X		
Essigreiniger	X		
Neutralreiniger		X	
Zucker		X	
Speisesalz		X	
Kern-/Schmierseife			X
Haushaltsnatron			X
Soda			X

V2 Wird zu schwarzem Tee Zitronensaft gegeben, dann hellt sich der Tee auf [B1]. Dies könnte daran liegen, dass der Tee durch den Zitronensaft verdünnt wird. Es könnte aber auch ein Indikatorfarbstoff im Tee enthalten sein.

V3 Bromthymolblaulösung zeigt mit den Farben Gelb, Grün und Blau an, ob die zu testende Lösung sauer, neutral oder alkalisch ist.

Auswertung:

Prüflösung	Eigenschaft der Lösung		
	sauer	neutral	alkalisch
Essig	X		
Citronensäure	X		
Speisesalz		X	
Haushaltsnatron			X
Kernseife			X

V4 Beim Lösen von Essig und Citronensäure haben sich saure Lösungen gebildet. Beim Lösen von Haushaltsnatron und Kernseife erhält man alkalische Lösungen. Durch Mischen einer sauren mit einer alkalischen Lösung kann man eine neutrale Lösung herstellen. Man kann also die folgenden Kombinationen einsetzen, um eine neutrale Lösung herzustellen:

- a) Essig-Lösung mit einer Lösung des Haushaltsnatrons,
- b) Essig-Lösung mit einer Lösung der Kernseife,
- c) Citronensäure-Lösung mit einer Lösung des Haushaltsnatrons,
- d) Citronensäure-Lösung mit einer Lösung der Kernseife.

Vorgehen: Zu der sauren und der alkalischen Lösung in jeweils einem kleinen Becherglas oder einem Reagenzglas gibt man einen Indikator; gut geeignet sind hier Bromthymolblau oder die Lösung eines Universalindikators. Anschließend tropft man die alkalische Lösung zu der sauren Lösung oder die saure Lösung zu der alkalischen Lösung. Nach jeder Zugabe muss geschüttelt werden. Das Zutropfen ist beendet, wenn sich die Farbe des Indikators für die neutralisierte Lösung zeigt. Wird die Lösung des Haushaltsnatrons eingesetzt, so ist beim Zusammengeben mit der sauren Lösung auch eine Gasentwicklung zu beobachten.

V5 Der Rotkohlsaft ergibt mit Natriumcarbonat-Lösung eine gelbe Färbung, es liegt eine alkalische Lösung vor. Mit Essigsäure-Lösung tritt eine rote Färbung auf, es handelt sich um eine saure Lösung. Lässt man die Essigsäure-Lösung vorsichtig zur Natriumcarbonat-Lösung fließen, so wird diese überschichtet. Im Grenzbereich zwischen den Lösungen zeigt der Indikator eine grünblaue Färbung und damit eine nahezu neutrale Lösung an.

V6 Es ist ein pH-Bereich von 5 bis 6 zu erkennen.

Zu den Aufgaben

A1 Farbstoffe, die in sauren, neutralen oder alkalischen Lösungen unterschiedliche Farben zeigen, heißen Indikatoren.

A2 Man benötigt dazu eine alkalische Lösung, wie z. B. die Lösung von Haushaltsnatron, und einen Indikator, z. B. Universalindikator. Es wird so lange alkalische Lösung durch langsames Zutropfen mit dem Essig vermischt, bis der Universalindikator schwach grün erscheint, dann ist die Lösung neutral.

A3 Bei pH = 7 bis 8 gedeihen Erdbeerpflanzen am besten (siehe [B5]), Heidelbeerpflanzen benötigen sauren Boden mit pH = 4 bis 5. Daher gedeihen sie im gleichen Boden wie Erdbeerpflanzen nicht optimal.

1.14 Die Dichte (S. 40)

Zu den Aufgaben

A1 Dichte = Masse/Volumen; $\rho = m/V$

A2 Masse = Dichte · Volumen; $m = \rho \cdot V$
 $m = 10,5 \text{ g/cm}^3 \cdot 200 \text{ cm}^3 = 2100 \text{ g} = 2,1 \text{ kg}$

A3 Um zu beurteilen, ob sich der Koffer tragen lässt, muss die Gesamtmasse berechnet werden:

$$\text{Masse}_{\text{gesamt}} = \text{Masse}_{\text{Gold}} + \text{Masse}_{\text{Koffer}}$$

$$\text{Masse}_{\text{Gold}} = \text{Dichte}_{\text{Gold}} \cdot \text{Volumen}_{\text{Gold}}$$

$$\text{Masse}_{\text{Gold}} = 19,32 \text{ g/cm}^3 \cdot (100 \text{ cm} \cdot 50 \text{ cm} \cdot 20 \text{ cm}) = 1932000 \text{ g} = 1932 \text{ kg}$$

$$\text{Masse}_{\text{gesamt}} = 1932 \text{ kg} + 2 \text{ kg} = 1934 \text{ kg} = 1,934 \text{ t}$$

Da dieser Koffer etwa die Masse eines größeren Pkw hat, lässt er sich nur mit einem Kran oder Hubwagen transportieren.

1.15 Wir bestimmen die Dichte (S. 41)

Zu den Versuchen

V1

a) ermittelte Masse des Kupferwürfels: 8,9 g

$$\text{Dichte}_{\text{Kupferwürfel}} = 8,9 \text{ g/1 cm}^3 = 8,9 \text{ g/cm}^3$$

b) ermittelte Masse der Kupferstange: 53,4 g

$$\text{Dichte}_{\text{Kupferstange}} = 53,4 \text{ g/6 cm}^3 = 8,9 \text{ g/cm}^3$$

c) Vergleicht man die berechneten Werte der Dichte für den Kupferwürfel und die Kupferstange, so stellt man fest, dass die Werte identisch sind. Daraus lässt sich die Schlussfolgerung ableiten, dass ein Stoff trotz unterschiedlicher Form immer die gleiche Dichte hat.

Aufgabenlösung:

a) Einige Schülerinnen und Schüler werden aufgrund der geringeren Masse der kleineren Marmorstücke falsch schlussfolgern, dass die kleineren Marmorstücke eine geringere Dichte besitzen. Die richtige Vermutung ist aber, dass die Dichte aller Marmorstücke gleich ist, da es sich um den gleichen Stoff handelt.

b) Mit der Waage wird jeweils die Masse eines großen und eines kleinen Marmorstücks bestimmt. Mithilfe der Wasserverdrängung wird jeweils das Volumen des großen und des kleinen Marmorstücks bestimmt. Anschließend wird für beide Marmorstücke die Dichte berechnet, indem die Masse durch das Volumen geteilt wird.

V2

Die Berechnung der Dichte gleich großer Rohrstücke aus unterschiedlichen Stoffen wie Aluminium, Messing und Stahl ergibt, dass die Stoffe sich in ihrer Dichte unterscheiden.

Hinweis:

Rohre aus unterschiedlichen Materialien wie Aluminium, Messing und Stahl erhält man als Meterware im Baumarkt. Um bei der Methode der Wasserverdrängung im 50 ml Messzylinder ablesbare Werte zu erhalten, sollten die Rohrstücke möglichst 8 cm lang sein. Nach dem Zusägen der Rohrstücke müssen die Kanten entgratet werden (z. B. mit einer Feile). Sonst besteht Verletzungsgefahr.

V3

Berechnet man die Dichte des Wassers und des Isopropylalkohols, nachdem man zunächst die Masse von jeweils 10 ml Wasser bzw. 10 ml Isopropylalkohol bestimmt hat, so stellt man fest, dass Wasser mit 1 g/cm^3 eine größere Dichte besitzt als Isopropylalkohol mit $0,8 \text{ g/cm}^3$ (Literaturwert: $0,78 \text{ g/cm}^3$).

Hinweis:

Als Weiterführung könnte hier auf die Anomalie des Wassers und damit die Abhängigkeit der Dichte von der Temperatur eingegangen werden: Wasser hat seine größte Dichte bei $4 \text{ }^\circ\text{C}$.

1.16 Wärmeleitfähigkeit, elektrische Leitfähigkeit (S. 42)

Zu den Versuchen

V1 Der Metallstab ist deutlich heißer als der Kunststoffstab, der Holzstab und der Glasstab. Metalle haben eine bessere Wärmeleitfähigkeit als Kunststoff, Holz und Glas.

V2 Wenn man in den Stromkreis zwischen die Krokodilklemmen das Eisenblech, das Kupferblech oder die Bleistiftmine klemmt, leuchtet die Glühlampe. Bei Holz, Kreide, Glas und Papier leuchtet sie nicht.

Aufgabenlösung:

leitfähig	nicht leitfähig
Eisenblech	Holz
Kupferblech	Kreide
Bleistiftmine	Glas, Papier

V3 Mit der beschriebenen Versuchsanordnung leuchtet die Glühlampe bei der Salzlösung. Bei destilliertem Wasser und Zuckerlösung leuchtet sie nicht. Nur die Salzlösung ist also elektrisch leitfähig.

Hinweis: Weitere mögliche Test-Lösungen sind Brausepulver-Lösung (leitet), Citronensäurelösung (leitet) und Stärkelösung (leitet nicht).

1.17 Die Leitfähigkeit von Stoffen (S. 43)

Zu den Aufgaben

A1

elektrisch leitend	elektrisch nicht leitend
Kupfer	Holz
Eisen	viele Kunststoffe
Aluminium	Glas
Graphit	Papier

A2 Die Wärme des Kochtopfes wird durch den Kunststoff der Griffe nicht weitergeleitet. Dadurch sind die Hände vor Verbrennungen geschützt.

A3 Bei einem Kochtopf wird die Wärme in die darin enthaltenen Speisen weitergeleitet; sie werden dadurch gar. Ein Heizkörper gibt die Wärme des ihn durchfließenden Wassers an die Raumluft ab. Ein Lötkolben erhitzt das an ihm befindliche Lötzin, um es zu verflüssigen.

A4 Der Kupferdraht ist ein guter elektrischer Leiter. Der Kunststoff leitet den elektrischen Strom nicht, sondern isoliert die Leitungen.

A5 Metalle sind gute Wärmeleiter. Wenn wir Metallgegenstände anfassen, wird die Wärme der Hand abgeführt. Die Handoberfläche wird kälter. Holz und Kunststoff sind schlechte Wärmeleiter. Weil die Wärme der Hand beim Anfassen nicht abgeleitet wird, spüren wir die warme Hautoberfläche.

A6 Der Versuchsaufbau entspricht [B3] auf der Seite „Wärmeleitfähigkeit, elektrische Leitfähigkeit“ (S. 34).

Mineralwasser enthält im Gegensatz zu destilliertem Wasser Salze (Mineralien). Es ist also eine Salzlösung, die den elektrischen Strom leitet.

1.18 Wärmedämmung (S. 44)

Zu den Aufgaben

- A1** Mit Luft gefüllte Materialien sind gut zur Wärmedämmung geeignet, weil Luft ein schlechter Wärmeleiter ist. So kann man einen Wärmetransport erschweren.
- A2** Zwischen den einzelnen Kleidungsschichten befinden sich dünne Luftpolster, die den unerwünschten Wärmetransport erschweren. Die Auskühlung des Körpers wird so verhindert und man friert nicht so schnell.
- A3** Bei einer Zentralheizung wird warmes Wasser von der Heizungsanlage über Rohrleitungen zu den Heizkörpern transportiert. Diese Rohrleitungen werden mit einem Kunststoffmantel isoliert, um zu verhindern, dass Wärme auf dem Weg zu den Heizkörpern verloren geht.
- A4** Eine gute Wärmedämmung von Häusern hat zur Folge, dass nicht so viel geheizt werden muss. Heizungsanlagen verbrennen meist fossile Brennstoffe wie Öl oder Gas. Dabei entstehen Luftschadstoffe wie z. B. das Treibhausgas Kohlenstoffdioxid. Durch eine gute Wärmedämmung von Häusern kann also der Ausstoß von Luftschadstoffen beim Heizen verringert werden, was der Umwelt zugutekommt.
- A5** Ein gut isoliertes Hausdach verhindert im Winter, dass die durch das Heizen erzeugte Wärme von innen nach außen wandert. Im Sommer verhindert es, dass die Wärme von außen nach innen gelangt. Wir Menschen haben immer die gleiche Körpertemperatur. Im Körperkern sind das 37°C. Wir „heizen“ unseren Körper durch die Verbrennung von Nährstoffen und durch Muskelbewegungen. Im Winter verhindert warme Kleidung, dass zu viel Wärme an die Umgebung abgegeben wird. Im Sommer hingegen müssen wir unsere Körpertemperatur durch Schwitzen nach unten regeln, weil wir auch in dieser Zeit Wärme durch Nährstoffverbrennung und Bewegung erzeugen. (Beim Schwitzen wird dem Körper Wärme entzogen, die für die Verdunstung des Schweißes benötigt wird. Dies bezeichnet man als Verdunstungskälte.) Isolierende Kleidung würde dabei die Temperaturminderung durch das Schwitzen verringern.
- A6** Wenn sich Vögel im Winter aufplustern, bildet sich ein Luftpolster innerhalb des Gefieders. Das erschwert den unerwünschten Wärmetransport und schützt die Vögel vor dem Erfrieren.

1.19 Eigenschaften bestimmen die Verwendung (S. 45)

Zu den Aufgaben

A1

Metall	Verwendungszweck	Eigenschaft
Eisen	Nägel	Verformbarkeit
Stahl	Nägel	Härte
Edelstahl	Heizkessel	rostet nicht
Chrom	Wasserhähne	Glanz, glatte Oberfläche
Kupfer	Rohre	Verformbarkeit
Blei	Dachabdichtungen	Verformbarkeit
Kupfer	Elektrokabel	elektrische Leitfähigkeit
Aluminium	Fahrradrahmen	geringes Gewicht

- A2** Kunststoffe für Werkzeuggriffe sind nicht elektrisch leitfähig. Kunststoffe für Fensterdichtungen sind elastisch, anpassungsfähig und wasserdicht. Schaumstoffe haben eine geringe Wärmeleitfähigkeit und wirken deshalb isolierend.
- A3** Insgesamt ist Plexiglas weniger beständig als Glas. Plexiglas ist brennbar und verformt sich beim Erhitzen über 100°C. Es bekommt leicht Spannungsrisse und wird von Alkohol und einigen Lösungsmitteln angegriffen.

1.20 Den Steckbrief eines Stoffes erstellen (S. 46)

Zu den Aufgaben

A1

- Farbe
- Geruch
- Wärmeleitfähigkeit
- Löslichkeit
- Härte
- Brennbarkeit
- Verformbarkeit
- elektrische Leitfähigkeit
- Kristallform
- Schmelz- und Siedetemperatur

A2

- elektrische Leitfähigkeit
- Schmelz- und Siedetemperatur

A3 Steckbrief von Eisen

Farbe	hellgrau
Geruch	nicht vorhanden
Härte	hart (ritzt Glas)
Verformbarkeit	verformbar
Schmelztemperatur	1535 °C
Siedetemperatur	2861 °C
Löslichkeit in Wasser	nicht löslich
elektrische Leitfähigkeit	leitfähig
Wärmeleitfähigkeit	gut
Magnetismus	vorhanden

A4 Hier ergeben sich individuelle Lösungen, die vom gewählten Stoff abhängig sind.

1.21 Stoffklassen (S. 47)

Zu den Aufgaben

A1 Typische Metalleigenschaften von Titan und Gold sind glänzende Oberflächen, gute Verformbarkeit und gute elektrische Leitfähigkeit.

A2

Stoffgruppe	flüchtige Stoffe	salzartige Stoffe	Metalle
gemeinsame Eigenschaften	niedrige Schmelz- und Siedetemperatur; flüssig oder gasförmig (bei 20 °C); keine elektrische Leitfähigkeit	hart; spröde; Kristallbildung; hohe Schmelztemperatur; häufig wasserlöslich (unterschiedliche Löslichkeiten); elektrische Leitfähigkeit von Lösungen und Schmelze	Oberflächenglanz bei kompakten Stücken; verformbar, z. B. durch Hämmern, Biegen, Walzen; gute elektrische Leitfähigkeit; gute Wärmeleitfähigkeit.

Zucker hat mehrere gemeinsame Eigenschaften mit den salzartigen Stoffen (hart, spröde, Kristallbildung, wasserlöslich). Lösung und Schmelze sind nicht elektrisch leitend, deswegen gehört Zucker nicht zu dieser Stoffgruppe. Auch zu flüchtigen Stoffen und Metallen lässt Zucker sich nicht zuordnen.

A3 Gold lässt sich als Metall am besten verformen. Glas ist spröde, Kandiszucker ist ein Kristall und zersplittert beim Versuch des Verformens. Diamant als Kristall ist das härteste Material; er lässt sich nur schleifen oder spalten.

A4

Stoff	Stoffklasse
Blei	Metalle
Benzin	flüchtige Stoffe
Sauerstoff	flüchtige Stoffe
Alaun	salzartige Stoffe
Marmor	salzartige Stoffe

1.22 Mindmaps (S. 48)

Zu den Aufgaben **A1** Individuelle Schülerlösungen.

1.23 Stoffklasse der Metalle (S. 49)

Zu den Aufgaben **A1** Metalle haben als kompakte Stücke einen typischen Oberflächenglanz. Metalle sind verformbar durch Hämmern, Biegen, Ziehen, Walzen. Sie leiten den elektrischen Strom. Sie zeigen gute Wärmeleitfähigkeit.

A2 Reine Metalle sind für viele Verwendungszwecke zu leicht verformbar. Legierungen sind wesentlich härter.

A3 Es können verschiedene Möglichkeiten genannt werden:

1. Dichte: $\rho(\text{Messing}) \approx 8,3 \text{ bis } 8,5 \text{ g/cm}^3$; $\rho(\text{Gold}) = 19,32 \text{ g/cm}^3$

Schüler vermuten, dass die Dichte des Messings zwischen der des Kupfers ($\rho(\text{Kupfer}) = 8,93 \text{ g/cm}^3$) und des Zinks ($\rho(\text{Zink}) = 7,14 \text{ g/cm}^3$) liegt, also deutlich niedriger ist als die Dichte des Goldes.

2. Veränderung beim Aufenthalt an der Luft. Gegenstände aus Messing müssen regelmäßig poliert werden, um attraktiven Glanz zu zeigen. Bei Gold ist das nicht der Fall.

3. Schmelztemperatur. Dabei müssen die zu untersuchenden Gegenstände allerdings zerstört werden. $\vartheta_{\text{sm}}(\text{Gold}) = 1064 \text{ }^\circ\text{C}$; $\vartheta_{\text{sm}}(\text{Messing}) \approx 900 \text{ bis } 925 \text{ }^\circ\text{C}$.

Zusatzinformation

Die Abgrenzung zwischen Leicht- und Schwermetallen wird nicht einheitlich vorgenommen. Z. B. bei Internet-Recherchen sind zwei Werte zu finden: $4,5 \text{ g/cm}^3$ und 5 g/cm^3 .

Im Schülerbuch wird angegeben, dass Metalle mit einer Dichte von $\rho < 5 \text{ g/cm}^3$ zu den Leichtmetallen gezählt werden. Demnach ist z. B. Titan ($\rho = 4,51 \text{ g/cm}^3$) ein Leichtmetall. Bei Anwendung der anderen Grenzziehung müsste es zu den Schwermetallen gezählt werden.

1.25 Wir untersuchen Kunststoffe (S. 51)

Zu den Versuchen **V1** Die selbst hergestellten Probestücke sollten gleich groß und gleich dick sein. Folienmaterial ist weniger geeignet. Im Wasser sinken alle Proben bis auf Polyethen (PE) auf den Boden des Becherglases. In der gesättigten Kochsalzlösung schwimmen außerdem Polyethenterephthalat (PET), Polystyrol (PS), Polyvinylchlorid (PVC) und Plexiglas (PMMA). Proben aus Phenoplast (PF) schweben in Bodennähe und Polyester (PU) sinkt zu Boden.

V2 Handelsübliche Kunststoffe sind elektrische Nichtleiter.

V3

a) Proben aus Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP) sind leicht biegsam, Polystyrol (PS) verhält sich elastisch, Polyester (PU) ist hart und spröde.

b) Beim Erhitzen im Wasserbad werden thermoplastische Kunststoffe weich und lassen sich verformen, z. B. PE, PP und PS. Duroplaste, wie etwa PU, bleiben hart und spröde.

1.27 Woraus bestehen Stoffe (S. 53)

Zu den Versuchen

V1

a) und b) Die Zeit, die vergeht, bis die Schülerinnen und Schüler in den einzelnen Bankreihen von vorn nach hinten den Geruch wahrnehmen, hängt von der Beschaffenheit des Raumes und der Intensität des Dufts ab.

Aufgabenlösung:

1. Durch die Wärme, die die Kerzenflamme erzeugt, verdunstet das Duftöl. Die Duftöl-Teilchen verteilen sich im Raum, die Schale der Duftlampe ist nach einiger Zeit leer.

V2

a) bis c) Individuelle Lösung: Die Skizzen können ausgehend von der Versuchsabbildung im Schülerbuch erstellt werden.

Aufgabenlösungen:

1. Die Farbstoffe lösen sich aus den Teeblättern und wandern langsam im Wasser des Becherglases. Es bewegen sich sowohl die Farbstoff-Teilchen als die Wasser-Teilchen.
2. Die Farbstoff-Teilchen sind schwerer als die Wasser-Teilchen. Daher sinken sie zunächst auf den Boden. Durch die Bewegung aller Teilchen verteilen sie sich aber immer mehr im gesamten Wasser.

V3

a) und b) Vom Zuckerkristall aus bilden sich Schlieren. Zucker und Farbstoffe verteilen sich nach und nach im gesamten Wasser.

Aufgabenlösung:

1. Durch Erhitzen des Wassers ließe sich der Lösungsvorgang beschleunigen. (Im Warmen bewegen sich alle Teilchen stärker. So verteilen sich auch die Farbstoff-Teilchen schneller im Wasser.)

Zur Aufgabe

A1

Die Stoffe bestehen aus kleinsten Teilchen, die sich unabhängig voneinander und ohne äußere Einwirkung bewegen. Wenn die Stoffe aus zusammenhängenden Teilchen bestehen würden, könnten sie sich nicht verbreiten. Da man auch ohne Umrühren eine Verteilung der Farbstoffe in Versuch 2 und 3 beobachtet, müssen sich die Teilchen von selbst bewegen.

1.28 Modelle im Alltag und in der Chemie (S. 54)

Zu den Aufgaben

A1

Eine Schaufensterpuppe ist eine meist lebensgroße Figur aus Kunststoff oder Holz, die zur Werbung für Kleidung, Schuhe oder Accessoires in Schaufenster gestellt wird. Eine Schneiderpuppe oder Schneiderbüste ist ein lebensgroßes, menschenähnliches Modell, das es Schneiderinnen und Schneidern ermöglicht, Kleidung auf Maß herzustellen. Bei der Puppe handelt es sich meist um einen extremitätenfreien Torso, bei dem Kleidungsstücke unkompliziert an- und ausgezogen werden können.

Modellautos, Modelleisenbahnen oder Puppenhäuser stellen maßstabsgetreue Verkleinerungen von Realobjekten dar, die zum Spielen und Sammeln anregen oder genutzt werden. Die äußere Gestalt des Modells stimmt in der Regel mit dem Realobjekt überein. Die Modelle werden aber aus anderen Materialien gefertigt. Modellautos haben z. B. keinen Verbrennungsmotor. Ein Automodell als Funktionsmodell muss beispielsweise die Form des zu entwickelnden Autos genau wiedergeben. Das Modell muss die gleichen Rundungen und Kanten des Realobjekts aufweisen. Das Modell benötigt keinen Motor, kein Getriebe, keine Bremsen, keine Innenausstattung usw.

A2

Für Experimente im Windkanal ist nur die Form des Modells von Bedeutung, die mit dem Original übereinstimmen muss.

Übereinstimmende Eigenschaften	Unterschiedliche Eigenschaften
Äußere Form	Baumaterial
Lackierung	Innere Ausstattung
	Fehlender Motor

A3 Vom Gegenstand in der Schachtel wird eine Vorstellung entwickelt. Da die Schachtel nicht geöffnet werden darf, können die Eigenschaften des Gegenstandes nur durch Handlungen (Drehen, Schütteln, Horchen, Riechen, Wiegen usw.) erschlossen werden. In der Gruppe werden die gefundenen Eigenschaften notiert. Meist machen sich die Schülerinnen und Schüler sehr rasch eine Vorstellung vom Inhalt des Kartons und versuchen den Gegenstand zu benennen. Je mehr Informationen über den Gegenstand gesammelt werden, umso genauer kann das Bild in der Vorstellung werden.

A4 Ein Modell ist nie ein vollständiges Abbild der Wirklichkeit. Die Teile, deren Funktionen man erläutern will, müssen in dem Modell enthalten sein. Sonst ist das Modell nicht geeignet. Mit einem Holzauto kann man zwar die Rollbewegung eines Autos zeigen, aber nicht die Lenkung erklären. In der Chemie kann man mit einem einfachen Teilchenmodell zwar die Aggregatzustände verdeutlichen, aber nicht das Auftreten von elektrischen Ladungen.

1.29 Das Teilchenmodell (S. 55)

Zu den Versuchen

V1 Individuelle Schülerlösung.

Erklärung: Selbst bei Fehlen einer spürbaren Luftbewegung können sich Parfümteilchen, die den Flüssigkeitsverband auch unterhalb der Siedetemperatur verlassen haben (Verdunstung), durch die Brown'sche Molekularbewegung im Rohr verteilen.

V2 Die Zucker-Teilchen lösen sich an der Oberfläche des Zuckerkrystals und verteilen sich durch die Bewegung der Teilchen im Wasser. Da die Zuckerkristalle in sehr kleine Teilchen zerfallen, kann man den Zucker nach dem Auflösen nicht mehr sehen.

V3 Heliumteilchen diffundieren durch die Poren der Hülle. Mit zunehmender Volumenverringern werden Poren der Hülle des Ballons kleiner. Damit können weniger Heliumteilchen durch die Hülle treten. Nach einiger Zeit bleibt das Volumen relativ konstant.

1.30 Aggregatzustände im Modell (S. 56/57)

Zu den Aufgaben

A1 Feststoff: große Anziehung, sehr kleiner Abstand

Flüssigkeit: geringe Anziehung, kleiner Abstand

Gas: fast keine Anziehung, großer Abstand

A2 Wird Wasser erhitzt, so bewegen sich die Teilchen schneller. Die Abstände zwischen den Wasserteilchen werden größer, sodass die Anziehungskräfte schließlich kaum noch wirksam sind. Wenn der Stoff verdampft, verteilen sich die Teilchen in der Umgebung und haben großen Abstand zueinander.

A3 Beim Abkühlen unter die Schmelztemperatur wird die Bewegung der Teilchen geringer. Sie rücken näher aneinander und ordnen sich regelmäßig an. Diese regelmäßige Anordnung führt zur Ausbildung von Kristallen.

A4 Wenn festes Metall flüssig wird, geraten die Teilchen in so schnelle Bewegungen, dass sie ihre Plätze verlassen können. Das flüssige Metall kann dann jede Form annehmen. Beim Abkühlen unter die Schmelztemperatur wird die Bewegung der Teilchen wieder geringer. Sie rücken näher zusammen und ordnen sich regelmäßig an. Das Metall erstarrt in der neuen Form.

A5 Je größer die Anziehungskräfte zwischen den Teilchen eines Feststoffes sind, umso geringer sind die Abstände zwischen den Teilchen. Dadurch lassen sich die Teilchen schwerer gegeneinander verschieben, und der Feststoff ist härter.

A6 Gasförmiges Wasser wird ohne Beteiligung des flüssigen Zustandes zu Eis. In feuchter Luft sind die Teilchen des Wassers mit denen der Luft vermischt. Beim Abkühlen verringern sich die Teilchenabstände, der leere Raum zwischen ihnen wird kleiner. Die Anziehungskräfte werden größer. Bei einer Temperatur unter 0 °C entstehen durch Resublimation kleine Kristalle, die unter Anlagerung weiterer Wasserteilchen zu sichtbaren Kristallen heranwachsen.

1.31 Sublimation und Resublimation (S. 58)

Zu den Versuchen

V1 Die Iodkristalle sublimieren beim Erwärmen. Am gekühlten Uhrglas resublimieren die Ioddämpfe, es bilden sich wieder Iodkristalle.

Hinweis:

Am besten eignet sich ein Weithals-Erlenmeyerkolben. Das Iod sollte nicht zu stark erhitzt werden, damit die Dämpfe nicht entweichen, sondern sublimieren. Ioddämpfe sind giftig (Abzug!).

Zu den Aufgaben

A1 Das feste Kohlenstoffdioxid sublimiert, es geht also direkt in den gasförmigen Zustand über. So entsteht beim Erwärmen keine Flüssigkeit und die Unterlage bleibt trocken. Im Gegensatz dazu wird Wassereis beim Erwärmen flüssig und die Unterlage wird nass.

A2 Sublimation: Im festen Zustand liegen die Teilchen dicht beieinander. Die Anziehungskräfte zwischen den Teilchen sind groß. Beim Erwärmen bewegen sich die Teilchen heftig, die Anziehungskräfte zwischen ihnen werden so schwach, dass der Stoff sofort gasförmig wird.
Resublimation: Beim Abkühlen eines Gases wird die Bewegung der Teilchen geringer, die Anziehung der Teilchen untereinander wird größer. Sie rücken näher aneinander und ordnen sich regelmäßig an. Der Stoff wird fest.

A3 Käse und Wurst enthalten Wasser. Besonders leicht trocknet geschnittene Wurst/geschnittener Käse aus. Über die große Oberfläche der Scheiben kann besonders leicht Wasser verdunsten.

A4 Bei der Gefriertrocknung wird das zu trocknende Produkt zunächst tiefgefroren. Anschließend wird das entstandene Eis sublimiert und so das Wasser aus dem Produkt entfernt. Für die Sublimation muss ein Vakuum erzeugt werden, da Eis bei Normaldruck zunächst in den flüssigen Zustand übergeht und dann erst gasförmig wird.

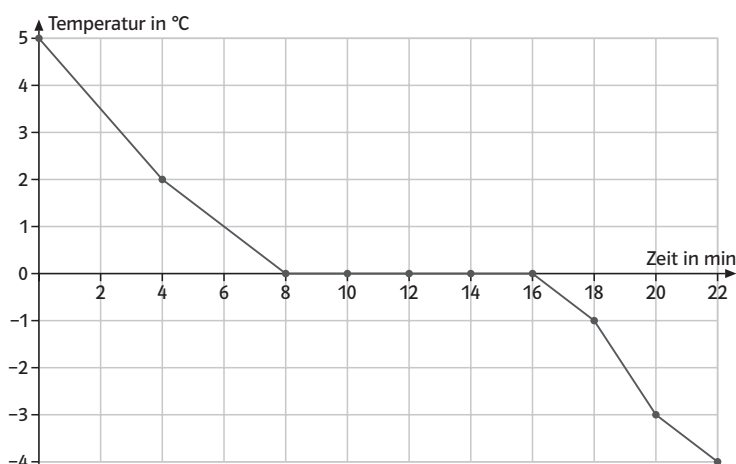
1.33 Energie und Änderungen des Aggregatzustandes (S. 60/61)

Zu den Versuchen

V1 Wasser hat eine Schmelztemperatur und Erstarrungstemperatur von 0°C . Man muss also das flüssige Wasser in eine Kältemischung stellen, die eine tiefere Temperatur als 0°C hat. Mit einem Gemisch aus 100 g Eis und ca. 33 g Natriumchlorid erreicht man eine Temperatur von etwa -20°C .

Durchführung: Ein dünnwandiges Reagenzglas füllt man zu etwa einem Fünftel mit destilliertem Wasser. In das Reagenzglas stellt man ein geeignetes Thermometer oder den Messfühler eines Temperaturmessgerätes. Anschließend stellt man das Reagenzglas in die Kältemischung, die sich in einem Kunststoffbecher oder Becherglas befindet. Nun verfolgt man die Temperatur in Abhängigkeit von der Zeit und rührt vorsichtig den Inhalt des Reagenzglases mit dem Thermometer oder dem Temperaturfühler. (Mit vorgekühltem Wasser von z. B. 5°C verkürzt sich das Erreichen des Erstarrens des Wassers deutlich.)

Beobachtung: Die Temperatur sinkt langsam. Das Wasser gefriert vom Rand des Reagenzglases aus. Die Temperatur verharrt längere Zeit bei 0°C und sinkt dann noch ein wenig unter 0°C . Die Erstarrungstemperatur beträgt 0°C (der Temperaturverlauf in Abhängigkeit von der Zeit hängt von der Versuchsanordnung ab).



Zur Aufgabe

A1 Natürlich ist die kühlende Wirkung von Schnee auf dessen niedrige Temperatur zurückzuführen. Seine kühlende Wirkung ist jedoch länger anhaltend und effektiver als die von anderen gleich kalten Objekten. Dies liegt daran, dass Schnee trotz ständiger Wärmeaufnahme aus der Umgebung („Kühlen der Umgebung“) nicht wärmer als 0 °C wird. Zum Schmelzen muss ständig Wärme, die Schmelzwärme, zugeführt werden. Erst wenn der Schnee geschmolzen ist, findet beim flüssigen Wasser bei Wärmezufuhr eine Temperaturerhöhung statt.

1.34 Zusammenfassung und Übung (S. 63/64)

Zu den Aufgaben

A1 Gegenstände können aus unterschiedlichen Materialien bestehen. Diese Materialien nennt man in der Chemie Stoffe. In der Tabelle sind einige Beispiele aufgeführt:

Gegenstand	Stoff
Teller	Porzellan
Flasche	Glas
Löffel	Silber

A2 Messbare Stoffeigenschaften:

- Siedetemperatur
- Schmelztemperatur
- Löslichkeit

Mit den Sinnen wahrnehmbare Eigenschaften:

- Farbe
- Glanz
- Geruch
- Geschmack
- Oberflächen-Beschaffenheit
- Aggregatzustand bei Raumtemperatur

A3 Individuelle Lösungen.

A4 Man kann die optimalen pH-Bereiche, bei denen die angegebenen Fische, Beeren und Bäume am besten gedeihen, konkret ablesen: Barsche pH = 4 bis ca. 9,2; Plötze pH = 6 bis 8; Stichlinge pH = 5 bis 11; Heidelbeeren pH = 3,5 bis 4,5; Brombeeren pH = 6 bis 8,5; Erdbeeren pH = 7 bis 8; Birken und Tannen pH = 5 bis 6; Kiefern und Fichten pH = 6,5 bis 7,5; Buchen und Kastanien pH = 6 bis 8.

Bei pH = 7 bis 8 gedeihen Erdbeerpflanzen am besten (siehe [B3]), Heidelbeerpflanzen benötigen sauren Boden mit pH = 4 bis 5. Daher gedeihen sie im gleichen Boden wie Erdbeerpflanzen nicht optimal.

Einen optimalen pH-Bereich für alle Lebewesen gibt es nicht, einen Bereich um pH = 6,5 tolerieren aber recht viele Tiere und Pflanzen.

A5

a) Wenn Wasserdampf unter 100 °C abgekühlt wird, geht er vom gasförmigen in den flüssigen Aggregatzustand über. Der Wasserdampf kondensiert.

b) Wachs schmilzt beim Erwärmen zunächst und verdampft bei stärkerem Erhitzen.

A6 Der Steckbrief des Wassers kann etwa so aussehen:

Farbe: farblos

Geruch: ohne

Geschmack: ohne

Zustandsform: flüssig

Erstarrungstemperatur: 0 °C

Siedetemperatur: 100 °C

Dichte: 1g/cm³

Elektrische Leitfähigkeit: keine

Wärmeleitfähigkeit: gut

Lösungsmittel für Salze: gut

A7 Wenn sich in 20 g Wasser 7,2 g Kochsalz lösen, dann lösen sich in 100 g Wasser $5 \cdot 7,2$ g, also 36 g Kochsalz.

A8 Als Lösungsmittel für die Entfernung eines Fettflecks ist Reinigungsbenzin geeignet. Wasser ist nicht geeignet, um fetthaltige Stoffe zu lösen. Reinigungsbenzin ist ein organisches Lösungsmittel, welches organische Stoffe besser lösen kann.

A9 Die Löslichkeit von Luft in Wasser ist temperaturabhängig. Je höher die Temperatur ist, desto geringer ist die Löslichkeit.

A10 Das Holz des Holzklotzes hat eine kleinere Dichte als das Wasser, deshalb schwimmt der Holzklotz im Wasser. Der Eisennagel geht im Wasser unter, weil die Dichte des Eisens größer ist als die Dichte des Wassers.

A11 Der Bleigürtel hat die Aufgabe, den Auftrieb des Tauchers mit seiner Ausrüstung auszugleichen. Blei wird dazu wegen seiner hohen Dichte (und seines geringen Preises) eingesetzt.

A12 Zeichnung: Individuelle Schülerleistung; Skizze gemäß Schülerbuch S. 29 [B5].

Lösung:

Leiter: Kupfer, Gold, Graphit, Eisen

Nichtleiter: Glas, Porzellan, Gummi

A13

Werkstoffe in der Küche	Vorteile	Nachteile
Abdeckplatte aus Kunststoff	leicht zu reinigen, wasserfest, wärmebeständig	später Entsorgung als Kunststoffabfall
Schrankwand aus Kunststoff	leicht zu reinigen	schmutzempfindlich
Spüle und Wasserhahn aus Edelstahl	rostfrei, leicht zu reinigen	kratzempfindlich
Kochtopf aus Edelstahl	guter Wärmeleiter, leicht zu reinigen	kratzempfindlich
Herdplatte aus Keramik	leicht zu reinigen, beständig bei Temperaturschocks	kein guter Wärmeleiter, nicht bruchfest
Scheuerschwamm aus Kunststoff	leicht, preiswert	schnell abgenutzt
Spülmittelflasche aus Kunststoff	leichte Dosierung des Spülmittels durch Druck	Entsorgung als Kunststoffmüll
Getränkeflasche aus Glas	hygienisch, Mehrwegflasche	schwer, nicht bruchstabil
Essigflasche aus Kunststoff	leicht, bruchstabil	Entsorgung als Kunststoffmüll

Bratpfannen bestehen aus Metall, damit die Wärme der Herdplatte gleichmäßig verteilt werden kann. Ferner kann Metall stark erhitzt werden und ist einfach zu reinigen.

A14 Ein Globus ist ein Modell der Erde. Er ist sehr viel kleiner als die Erde in Wirklichkeit. Auch das Material des Globus stimmt nicht mit der Wirklichkeit überein.

- Das Modell eines Auges hilft dir, den Aufbau des Auges zu verstehen. Das Modell ist größer als das Auge eines Menschen, damit man auch kleine Dinge gut erkennen kann. Außerdem besteht das Modell im Gegensatz zum Original aus Kunststoff. Es gibt noch viele weitere Modelle von Organen des Körpers.
- Das Teilchenmodell verwendet man in den Naturwissenschaften, um einige Eigenschaften der Stoffe besser verstehen zu können. Wir stellen uns die Teilchen kugelförmig vor. Dies entspricht aber nicht immer der Wirklichkeit.

A15 Gibt man Zucker in Wasser, schieben sich die kleinsten Teilchen des Wassers zwischen die kleinsten Teilchen der Kristalle des Zuckers. Dadurch lösen sich Teilchen des Zuckers vom Kristall. Die kleinsten Teilchen des Zuckers verteilen sich durch ihre Eigenbewegung im Wasser. Es liegen nach dem Lösen des Zuckers die einzelnen Teilchen des Zuckers verteilt zwischen den Teilchen des Wassers vor. Bei einem Teelöffel Zucker liegen kleine Zuckerkristalle vor. Diese weisen insgesamt eine größere Oberfläche als die zwei Stück Kandiszucker auf. Die Wasserteilchen können deshalb an viel mehr Stellen sich zwischen die Teilchen der Zuckerkristalle schieben, dieses führt zur Beschleunigung des Übertritts der Teilchen des Zuckers zwischen die Teilchen des Wassers.

A16

a) Der Fachausdruck für diese Durchmischung heißt Diffusion.

b) Das austretende, durch Verdunstung entstehende gasförmige Parfüm besteht wie auch die Luft aus kleinsten Teilchen, die in dauernder ungeordneter Bewegung sind. Benachbarte Teilchen stoßen häufig gegeneinander und ändern dadurch ihre Bewegungsrichtung. Teilchen des Parfüms und der Luft, die gegeneinander stoßen, werden so allmählich miteinander vermischt.

A17

Sublimation: Übergang vom festen in den gasförmigen Zustand, ohne dass der Stoff schmilzt. Resublimation: Übergang vom gasförmigen in den festen Zustand, ohne dass der Stoff kondensiert.

A18

Das Eis sublimiert unter dem Einfluss der Sonnenstrahlen. Die Wärmezufuhr führt zu immer heftiger werdenden Vibrationen der Teilchen. Dadurch nehmen die mittleren Abstände zwischen den Teilchen zu. Da auf die Teilchen an der Oberfläche die Anziehungskräfte nicht gleichmäßig von allen Seiten einwirken, können einzelne Teilchen diese überwinden und den Teilchenverband verlassen.

A19

Individuelle Schülerlösungen.

A20

Polystyrol ist ein Kunststoff, der sich mit einem Treibmittel aufschäumen lässt. Eingeschlossene Gasbläschen wirken als Wärmeisolatoren, daher ist geschäumtes Polystyrol (Styropor®) sehr gut zur Wärmedämmung geeignet. Außerdem ist das Material leicht und stoßabsorbierend und damit auch als Verpackungsmaterial verwendbar.

A21

Untersucht man die fünf Stoffe mit der Lupe, so erkennt man bei Zucker, Kochsalz und Citronensäure deutlich Kristalle.

- Löst man die fünf Stoffe in Wasser, so lösen sich Zucker und Citronensäure gut, Kochsalz nach einigem Umrühren in Wasser. Natron löst sich dagegen nur schlecht in Wasser, Kartoffelmehl löst sich nicht.
- Vergleicht man Kartoffelmehl und Natron in ihrem Verhalten beim Erwärmen, so stellt man bei Natron keine Veränderung fest (das Freiwerden von CO_2 durch den Zerfall von NaHCO_3 können die Schülerinnen und Schüler nicht erkennen), während Kartoffelmehl verkohlt.
- Die drei in Wasser recht gut löslichen Stoffe Zucker, Citronensäure und Kochsalz verhalten sich beim Erwärmen folgendermaßen: Zucker wird gelbbraun und dickflüssig (verkohlt bei längerem Erwärmen); Kochsalz zeigt keine Veränderung; Citronensäure schmilzt zu einer klaren Flüssigkeit mit stechendem Geruch (wird bei längerem Erhitzen gelb, dann braun).