



## KAPITEL 2

# Stoffe und ihre Eigenschaften

Was unterscheidet Zucker von Salz? Warum schwimmt Eis auf Wasser? Und wie kann man ein Gemisch wieder trennen? In diesem Kapitel lernst du, wie Chemikerinnen und Chemiker Stoffe untersuchen und unterscheiden.

### Lernziele – Das wirst du können:

- ✓ Ich kann Reinstoffe und Gemische unterscheiden.
- ✓ Ich kenne messbare Stoffeigenschaften und kann sie beschreiben.
- ✓ Ich kann die drei Aggregatzustände mit dem Teilchenmodell erklären.
- ✓ Ich kenne verschiedene Trennverfahren und kann sie anwenden.
- ✓ Ich weiss, was Diffusion ist und kann sie erklären.

Lehrplan 21: NT.2.1 · NT.2.2

## Stoffe und ihre Eigenschaften

Stell dir vor, du stehst in der Küche und bereitest ein Frühstück zu. Du nimmst Salz und Zucker aus dem Schrank – beide sehen auf den ersten Blick ähnlich aus: weisse, körnige Substanzen. Doch sobald du sie probierst, merkst du sofort den Unterschied. Salz schmeckt salzig, Zucker süss. Wenn du Zucker in einer Pfanne erhitzt, wird er braun und schmilzt zu Karamell. Salz hingegen verändert sich auch bei hoher Hitze auf dem Herd kaum sichtbar. Und wenn du beide in Wasser gibst, lösen sie sich zwar auf, aber die entstehenden Lösungen haben völlig unterschiedliche Eigenschaften. Willkommen in der Welt der **Stoffeigenschaften!**

In der Chemie hat das Wort «Stoff» eine ganz bestimmte Bedeutung. Es geht nicht um Textilstoffe oder den «Schulstoff», den du lernen musst. Ein **Stoff** in der Chemie ist jede Art von Materie, die bestimmte, messbare Eigenschaften besitzt: Wasser ist ein Stoff, Eisen ist ein Stoff, die Luft, die du atmest, ist eine Mischung aus verschiedenen Stoffen. Selbst du selbst bestehst aus unzähligen verschiedenen Stoffen!

Hast du dich schon einmal gefragt, warum Öl auf Wasser schwimmt, statt unterzugehen? Oder warum ein Eiswürfel bei genau 0 °C zu schmelzen beginnt – nicht bei 1 °C und nicht bei minus 1 °C? Warum steigt der Duft von frisch gebackenem Brot durch das ganze Haus? Und wie schaffen es Chemikerinnen und Chemiker, aus einem Gemisch die einzelnen Bestandteile wieder herauszutrennen?

All diese Fragen haben mit den Eigenschaften von Stoffen zu tun. In diesem Kapitel wirst du lernen, wie man Stoffe systematisch beschreibt und untersucht. Du wirst erfahren, was den Unterschied zwischen einem Reinstoff und einem Gemisch ausmacht, welche messbaren Eigenschaften Stoffe haben und warum diese Eigenschaften so wichtig sind – zum Beispiel in der Forensik, wenn ein unbekannter Stoff identifiziert werden muss, oder in der Qualitätskontrolle, wenn geprüft wird, ob Trinkwasser sauber genug ist. Ausserdem wirst du das **Teilchenmodell** kennenlernen, mit dem sich erklären lässt, warum Stoffe als Feststoff, Flüssigkeit oder Gas vorliegen. Und du wirst spannende Trennverfahren kennenlernen – von der einfachen Filtration bis zur Chromatografie, mit der man die einzelnen Farbstoffe in einem Filzstift sichtbar machen kann. Also: Lass uns eintauchen in die faszinierende Welt der Stoffe!

## Lernziele

- Nach diesem Kapitel kannst du Reinstoffe und Gemische unterscheiden und Beispiele nennen.
- Du kannst messbare Stoffeigenschaften (Dichte, Schmelztemperatur, Löslichkeit) beschreiben und anwenden.
- Du kannst die drei Aggregatzustände mit dem Teilchenmodell erklären.
- Du kennst die sechs Zustandsänderungen und kannst sie benennen.
- Du kannst geeignete Trennverfahren für verschiedene Gemische auswählen und begründen.

## 2.1 Reinstoffe und Gemische

Wenn Chemikerinnen und Chemiker einen Stoff untersuchen, stellen sie als Erstes eine grundlegende Frage: Handelt es sich um einen **Reinstoff** oder um ein **Gemisch**? Diese Unterscheidung ist fundamental für die gesamte Chemie, denn sie bestimmt, wie ein Stoff sich verhält und wie man mit ihm arbeiten kann.

### Reinstoffe

Ein **Reinstoff** besteht aus nur einer einzigen Sorte von Teilchen. Er hat genau definierte, unveränderliche Eigenschaften: eine bestimmte Schmelztemperatur, eine bestimmte Siedetemperatur, eine bestimmte Dichte. Reines Wasser zum Beispiel siedet immer bei genau 100 °C (bei Normaldruck) und gefriert bei genau 0 °C. Reines Kochsalz (Natriumchlorid) schmilzt immer bei 801 °C. Diese Konstanz der Eigenschaften ist das wichtigste Merkmal eines Reinstoffs.

Reinstoffe lassen sich weiter unterteilen: **Elemente** sind Reinstoffe, die aus nur einer Atomsorte bestehen, zum Beispiel Eisen (Fe), Sauerstoff (O<sub>2</sub>) oder Gold (Au). **Verbindungen** sind Reinstoffe, die aus zwei oder mehr Atomsorten bestehen, die chemisch miteinander verbunden sind, zum Beispiel Wasser (H<sub>2</sub>O), Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) oder Kochsalz (NaCl). Den Unterschied zwischen Elementen und Verbindungen wirst du in Kapitel 3 genauer kennenlernen.

### Gemische

Ein **Gemisch** besteht aus zwei oder mehr verschiedenen Stoffen, die miteinander vermischt sind, aber nicht chemisch verbunden. Das bedeutet: Die einzelnen Bestandteile behalten ihre ursprünglichen Eigenschaften und können mit **physikalischen Trennverfahren** (ohne chemische Reaktion) wieder voneinander getrennt werden. Im Alltag begegnen uns fast ausschliesslich Gemische – reines Wasser, reines Salz oder reines Eisen sind eher selten.

Gemische werden in zwei Hauptgruppen eingeteilt, je nachdem, wie die Bestandteile verteilt sind:

#### Homogene Gemische

Bei einem **homogenen Gemisch** (von griechisch «homos» = gleich) sind die Bestandteile so fein und gleichmässig verteilt, dass man sie selbst mit einem Mikroskop nicht unterscheiden kann. Das Gemisch sieht überall gleich aus. Beispiele sind:

- **Lösungen:** Ein Stoff (der **gelöste Stoff**) ist in einem anderen (dem **Lösungsmittel**) aufgelöst. Beispiel: Salzwasser, Zuckerwasser, Essig (Essigsäure in Wasser).
- **Legierungen:** Gemische aus zwei oder mehr Metallen. Beispiel: Bronze (Kupfer + Zinn), Messing (Kupfer + Zink), Stahl (Eisen + Kohlenstoff).
- **Gasgemische:** Verschiedene Gase, gleichmässig vermischt. Beispiel: Luft (ca. 78 % Stickstoff, 21 % Sauerstoff, 1 % andere Gase).

## Heterogene Gemische

Bei einem **heterogenen Gemisch** (von griechisch «heteros» = verschieden) sind die Bestandteile ungleichmässig verteilt. Man kann die verschiedenen Phasen mit blossen Auge oder unter dem Mikroskop erkennen. Es gibt verschiedene Typen:

- **Suspension:** Feste Teilchen schweben in einer Flüssigkeit. Beispiel: Orangensaft mit Fruchtfleisch, aufgewühltes Flusswasser.
- **Emulsion:** Zwei nicht mischbare Flüssigkeiten. Beispiel: Milch (Fetttröpfchen in Wasser), Salatdressing (Öl und Essig).
- **Gemenge:** Mischung aus verschiedenen Feststoffen. Beispiel: Granit (Quarz, Feldspat, Glimmer), Müsli, Sand.
- **Rauch:** Feste Teilchen in einem Gas. Beispiel: Zigarettenrauch, Russ in der Luft.
- **Nebel:** Flüssigkeitströpfchen in einem Gas. Beispiel: Nebel (Wassertröpfchen in Luft), Haarspray.
- **Schaum:** Gasblasen in einer Flüssigkeit oder einem Feststoff. Beispiel: Schlagsahne, Badessaum, Bimsstein.

### Warum wird im Winter Salz gestreut?

Streusalz (Natriumchlorid) senkt den Gefrierpunkt von Wasser. Wenn Salz auf Eis gestreut wird, entsteht ein Eis-Salz-Gemisch, das bereits unter 0 °C schmilzt. Je nach Salzkonzentration kann der Gefrierpunkt auf bis zu -21 °C sinken. Deshalb werden Strassen und Gehwege im Winter gesalzen, um Glatteis zu verhindern.

## Übersicht: Einteilung der Stoffe

Kategorie	Untertyp	Beschreibung	Beispiel
<b>Reinstoff</b>	Element	Nur eine Atomsorte	Eisen, Sauerstoff, Gold
	Verbindung	Mehrere Atomsorten, chemisch gebunden	Wasser, Kochsalz, CO <sub>2</sub>
<b>Homogenes Gemisch</b>	Lösung	Stoff in Lösungsmittel gelöst	Salzwasser, Tee
	Legierung	Metalle gleichmässig gemischt	Bronze, Stahl
	Gasgemisch	Gase gleichmässig verteilt	Luft
<b>Heterogenes Gemisch</b>	Suspension	Feststoff in Flüssigkeit	Schlamm, Orangensaft
	Emulsion	Flüssigkeit in Flüssigkeit	Milch, Salatdressing
	Gemenge	Feststoff in Feststoff	Granit, Müsli
	Rauch	Feststoff in Gas	Zigarettenrauch
	Nebel	Flüssigkeit in Gas	Nebel, Spray
	Schaum	Gas in Flüssigkeit/Feststoff	Schlagsahne, Bimsstein

## Hefteintrag: Reinstoffe und Gemische

**Reinstoff:** Besteht aus nur einer Sorte von Teilchen. Hat genau definierte Eigenschaften (z.B. Schmelztemperatur, Siedetemperatur). Kann ein Element (eine Atomsorte) oder eine Verbindung (mehrere Atomsorten, chemisch gebunden) sein.

**Gemisch:** Besteht aus zwei oder mehr verschiedenen Stoffen, die nicht chemisch verbunden sind. Kann mit physikalischen Trennverfahren getrennt werden.

**Homogenes Gemisch:** Bestandteile sind gleichmässig verteilt, nicht unterscheidbar (z.B. Salzwasser, Luft, Bronze).

**Heterogenes Gemisch:** Bestandteile sind ungleichmässig verteilt, unterscheidbar (z.B. Milch, Granit, Nebel).

---

---

## Aufgaben zu 2.1

**2.1a** ★ WISSEN Nenne je zwei Beispiele für Reinstoffe und Gemische.

---

---

**2.1b** ★ WISSEN Was ist der Unterschied zwischen homogenen und heterogenen Gemischen?

---

---

**2.1c** ★★ VERSTEHEN Milch sieht gleichmässig aus. Erkläre, warum sie trotzdem ein heterogenes Gemisch ist.

---

---

---

### Niveau E – Erweitert

**2.1d** ★★★ ANWENDEN E/P Ordne zu: Orangensaft, Luft, Gold, Granit, Salzwasser – Reinstoff oder Gemisch? Homogen oder heterogen?

---

---

---

---

**2.1e** ★★★★★ ANALYSIEREN P Ein Schüler behauptet: «Tee ist ein Reinstoff, weil er überall gleich aussieht.» Widerlege diese Aussage mit Fachbegriffen.

---

---

---

---

---

**2.1f** ★★ VERSTEHEN Erkläre in eigenen Worten, warum sich die Bestandteile eines Gemisches mit physikalischen Trennverfahren wieder trennen lassen, die Bestandteile einer Verbindung aber nicht.

---

---

---

**2.1g** ★★★★★ ANALYSIEREN P Vergleiche Legierung und Lösung: Beide sind homogene Gemische. Nenne je einen Unterschied in der Zusammensetzung und erkläre, warum man trotzdem beide als homogene Gemische bezeichnet.

---

---

---

---



## 2.2 Messbare Stoffeigenschaften

Jeder Stoff besitzt bestimmte **Stoffeigenschaften**, die ihn von anderen Stoffen unterscheiden. Diese Eigenschaften sind wie ein Fingerabdruck – sie erlauben es, einen unbekanntem Stoff zu identifizieren. In der Forensik nutzt die Polizei genau dieses Prinzip: Wenn an einem Tatort eine unbekannte Substanz gefunden wird, werden ihre Eigenschaften gemessen und mit bekannten Stoffen verglichen. Auch in der Qualitätskontrolle – etwa bei der Überprüfung von Trinkwasser oder Lebensmitteln – spielen Stoffeigenschaften eine zentrale Rolle.

Man unterscheidet **quantitative Eigenschaften** (messbar mit Zahlen und Einheiten) und **qualitative Eigenschaften** (beschreibbar mit Worten).

### Dichte

Die **Dichte** gibt an, wie viel Masse ein bestimmtes Volumen eines Stoffes hat. Sie wird mit dem griechischen Buchstaben  $\rho$  (rho) abgekürzt und hat die Formel:

#### Dichte

$$\rho = m / V \quad (\text{Dichte} = \text{Masse} / \text{Volumen})$$

$$\text{Einheiten: } \text{kg/m}^3 \text{ oder } \text{g/cm}^3 \quad | \quad 1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$$

Die Dichte erklärt viele Alltagsphänomene: Öl ( $\rho \approx 0,92 \text{ g/cm}^3$ ) schwimmt auf Wasser ( $\rho = 1,00 \text{ g/cm}^3$ ), weil es eine geringere Dichte hat. Eisen ( $\rho = 7,87 \text{ g/cm}^3$ ) sinkt im Wasser, weil es dichter ist. Eine Besonderheit: Eis hat eine Dichte von nur  $0,92 \text{ g/cm}^3$  und schwimmt deshalb auf Wasser – eine lebenswichtige Eigenschaft für Fische im Winter!

### Schmelztemperatur und Siedetemperatur

Die **Schmelztemperatur** ist die Temperatur, bei der ein Feststoff zu einer Flüssigkeit wird. Die **Siedetemperatur** ist die Temperatur, bei der eine Flüssigkeit zu einem Gas wird. Jeder Reinstoff hat eine genau definierte Schmelz- und Siedetemperatur (bei Normaldruck). Diese Werte sind so charakteristisch, dass sie zur Identifikation eines Stoffes genutzt werden können.

Stoff	Schmelztemperatur	Siedetemperatur
Wasser	0 °C	100 °C
Ethanol (Alkohol)	-114 °C	78 °C
Eisen	1538 °C	2862 °C
Kochsalz (NaCl)	801 °C	1413 °C
Sauerstoff (O <sub>2</sub> )	-219 °C	-183 °C
Quecksilber	-39 °C	357 °C
Gold	1064 °C	2856 °C
Wolfram	3422 °C	5555 °C

## Löslichkeit

Die **Löslichkeit** gibt an, wie viel von einem Stoff sich in einem bestimmten Lösungsmittel (meistens Wasser) lösen lässt. Sie wird oft in Gramm pro Liter (g/L) angegeben. Wichtig: Die Löslichkeit ist temperaturabhängig – in warmem Wasser löst sich meistens mehr Zucker oder Salz als in kaltem. Bei Gasen ist es umgekehrt: In kaltem Wasser löst sich mehr Gas als in warmem (deshalb perlt ein erwärmtes Sprudelwasser stärker).

## Brennbarkeit

Die **Brennbarkeit** beschreibt, ob und wie leicht ein Stoff verbrennen kann. Manche Stoffe sind leicht brennbar (Holz, Papier, Ethanol, Benzin), andere sind schwer oder gar nicht brennbar (Wasser, Sand, Glas, die meisten Metalle). In der Sicherheitstechnik ist diese Eigenschaft besonders wichtig.

## Elektrische Leitfähigkeit

Die **elektrische Leitfähigkeit** beschreibt, ob ein Stoff elektrischen Strom leiten kann. Metalle sind in der Regel gute Leiter (besonders Kupfer und Silber). Nichtmetalle wie Holz, Glas oder Kunststoff leiten keinen Strom und werden als **Isolatoren** bezeichnet. Eine Ausnahme: Graphit (eine Form von Kohlenstoff) leitet trotz seines nichtmetallischen Charakters Strom.

## pH-Wert (kurze Einführung)

Der **pH-Wert** gibt an, ob eine wässrige Lösung sauer, neutral oder basisch (alkalisch) ist. Die Skala reicht von 0 (stark sauer) über 7 (neutral) bis 14 (stark basisch). Zitronensaft hat einen pH-Wert von etwa 2 (sauer), reines Wasser einen pH-Wert von 7 (neutral) und Seifenwasser einen pH-Wert von etwa 10 (basisch). In Kapitel 5 wirst du den pH-Wert ausführlicher behandeln.

## Qualitative Eigenschaften: Farbe, Geruch, Geschmack

Neben den messbaren (quantitativen) Eigenschaften gibt es auch beschreibende (qualitative) Eigenschaften: die **Farbe** (Kupfer ist rötlich, Schwefel ist gelb), der **Geruch** (Schwefelwasserstoff riecht nach faulen Eiern) und der **Geschmack** (Zucker ist süss, Zitronensäure ist sauer). Achtung: Im Labor darf man unbekannte Stoffe niemals schmecken oder direkt daran riechen! Zum Prüfen des Geruchs fächelt man mit der Hand Luft über die Probe zur Nase (*Fächeltechnik*).

### Merke: Warum sind Stoffeigenschaften wichtig?

Stoffeigenschaften sind wie der «Fingerabdruck» eines Stoffes. Sie ermöglichen es, unbekannte Stoffe zu identifizieren. Dies ist in vielen Bereichen wichtig: in der **Forensik** (Analyse von Beweisstücken), in der **Qualitätskontrolle** (z.B. Trinkwasseranalyse), in der **Medizin** (Blutanalysen) und in der **Umweltanalytik** (Überwachung von Schadstoffkonzentrationen).



## Experiment 1: Stoffeigenschaften untersuchen

### Ziel

Du untersuchst fünf Alltagsstoffe auf ihre Eigenschaften und lernst, wie man Stoffe anhand ihrer Eigenschaften unterscheiden und identifizieren kann.

### Material

Zucker

Kochsalz

Mehl

Sand

Eisenpulver

5 Bechergläser

Wasser

Glasstab

Magnet

Bunsenbrenner

Tiegelzange

Porzellanschale

Batterie mit Kabel und Lämpchen

**Sicherheit:** Trage eine Schutzbrille. Beim Erhitzen: Vorsicht vor heissen Gegenständen! Haare zurückbinden. Niemals unbekannte Stoffe probieren.

### Durchführung

- Aussehen:** Betrachte jeden Stoff genau. Notiere Farbe, Körnigkeit und Glanz.
- Löslichkeit:** Gib je einen Löffel jedes Stoffes in ein Becherglas mit 100 mL Wasser. Rühre mit dem Glasstab um. Beobachte, ob sich der Stoff löst.
- Magnetismus:** Halte einen Magneten an jeden Stoff. Wird der Stoff angezogen?
- Brennbarkeit:** Gib eine kleine Menge jedes Stoffes in eine Porzellanschale und halte sie mit der Tiegelzange kurz in die Flamme des Bunsenbrenners.
- Elektrische Leitfähigkeit:** Prüfe mit einem einfachen Stromkreis (Batterie, Kabel, Lämpchen), ob der Stoff Strom leitet.

### Beobachtungstabelle

Eigenschaft	Zucker	Kochsalz	Mehl	Sand	Eisenpulver
Aussehen					
Löslich in Wasser?					
Brennbar?					
Magnetisch?					
Leitet Strom?					

## Auswertung

### NIVEAU A

Welcher Stoff ist magnetisch? Welche Stoffe lösen sich in Wasser? Notiere deine Beobachtungen in ganzen Sätzen.

### NIVEAU E

Erkläre, warum sich Zucker und Salz in Wasser lösen, Sand und Eisenpulver aber nicht. Welche Eigenschaft könnte man nutzen, um Eisenpulver aus Sand zu trennen?

### NIVEAU P

Stell dir vor, du erhältst eine Probe mit allen fünf Stoffen gemischt. Entwickle einen Plan, wie du die Stoffe schrittweise voneinander trennen könntest. Begründe jeden Schritt mit der genutzten Stoffeigenschaft.

## Aufgaben zu 2.2

**2.2a** ★ WISSEN Nenne fünf messbare Stoffeigenschaften.

---

---

**2.2b** ★ WISSEN Nenne drei Eigenschaften von Wasser, die du messen kannst.

---

---

**2.2c** ★★ VERSTEHEN Erkläre, warum Eis auf Wasser schwimmt. Nutze den Fachbegriff Dichte.

---

---

---

### Niveau E – Erweitert

**2.2d** ★★★ ANWENDEN E/P Ein Metallstück hat die Masse 54 g und das Volumen  $20 \text{ cm}^3$ . Berechne die Dichte und bestimme das Metall mithilfe der Tabelle im Theorie-Teil.

---

---

---

---

**2.2e** ★★★★★ ANALYSIEREN P Du hast ein unbekanntes weisses Pulver. Welche 3 Stoffeigenschaften würdest du messen, um es zu identifizieren? Begründe deine Auswahl.

---

---

---

---

---



## 2.3 Aggregatzustände und Zustandsänderungen

Jeder Stoff kann in verschiedenen *Aggregatzuständen* vorliegen: **fest**, **flüssig** oder **gasförmig**. Welcher Zustand vorliegt, hängt von der Temperatur und dem Druck ab. Wasser ist uns in allen drei Zuständen vertraut: als Eis (fest), als flüssiges Wasser und als Wasserdampf (gasförmig). Die meisten anderen Stoffe kennen wir nur in einem Zustand, weil ihre Schmelz- oder Siedetemperatur weit von der Raumtemperatur entfernt liegt.

### Die drei Aggregatzustände im Vergleich

Eigenschaft	Fest	Flüssig	Gasförmig
Form	bestimmt	nimmt Gefässform an	füllt ganzen Raum
Volumen	bestimmt	bestimmt	veränderlich
Komprimierbarkeit	kaum	kaum	gut
Teilchenabstand	sehr gering	gering	sehr gross
Teilchenbewegung	Schwingung am Platz	frei beweglich	schnell, in alle Richtungen
Anziehungskräfte	sehr stark	mässig	sehr schwach

### Interaktiv: Die drei Aggregatzustände

Klicke auf die Karten, um mehr über jeden Aggregatzustand zu erfahren:

--	--

--	--

--	--

### Die sechs Zustandsänderungen

Wenn man einem Stoff Energie (Wärme) zuführt oder entzieht, kann er seinen Aggregatzustand ändern. Es gibt insgesamt sechs *Zustandsänderungen*:

## Die 6 Zustandsänderungen

Zustandsänderung	Von → Nach	Energie	Beispiel
Schmelzen	fest → flüssig	Wärme wird aufgenommen	Eis wird zu Wasser
Erstarren	flüssig → fest	Wärme wird abgegeben	Wasser wird zu Eis
Verdampfen / Sieden	flüssig → gasförmig	Wärme wird aufgenommen	Wasser wird zu Dampf
Kondensieren	gasförmig → flüssig	Wärme wird abgegeben	Dampf wird zu Wassertropfen
Sublimieren	fest → gasförmig	Wärme wird aufgenommen	Trockeneis (CO <sub>2</sub> ) verdampft direkt
Resublimieren	gasförmig → fest	Wärme wird abgegeben	Raureif bildet sich

## Schmelz- und Siedediagramm

Wenn man Eis gleichmässig erwärmt und dabei die Temperatur misst, erhält man ein charakteristisches *Temperatur-Zeit-Diagramm*. Während des Schmelzens und Siedens bleibt die Temperatur konstant – die zugeführte Energie wird nicht zum Erwärmen genutzt, sondern zum Überwinden der Anziehungskräfte zwischen den Teilchen. Dieses «Plateau» im Diagramm ist typisch für Reinstoffe.

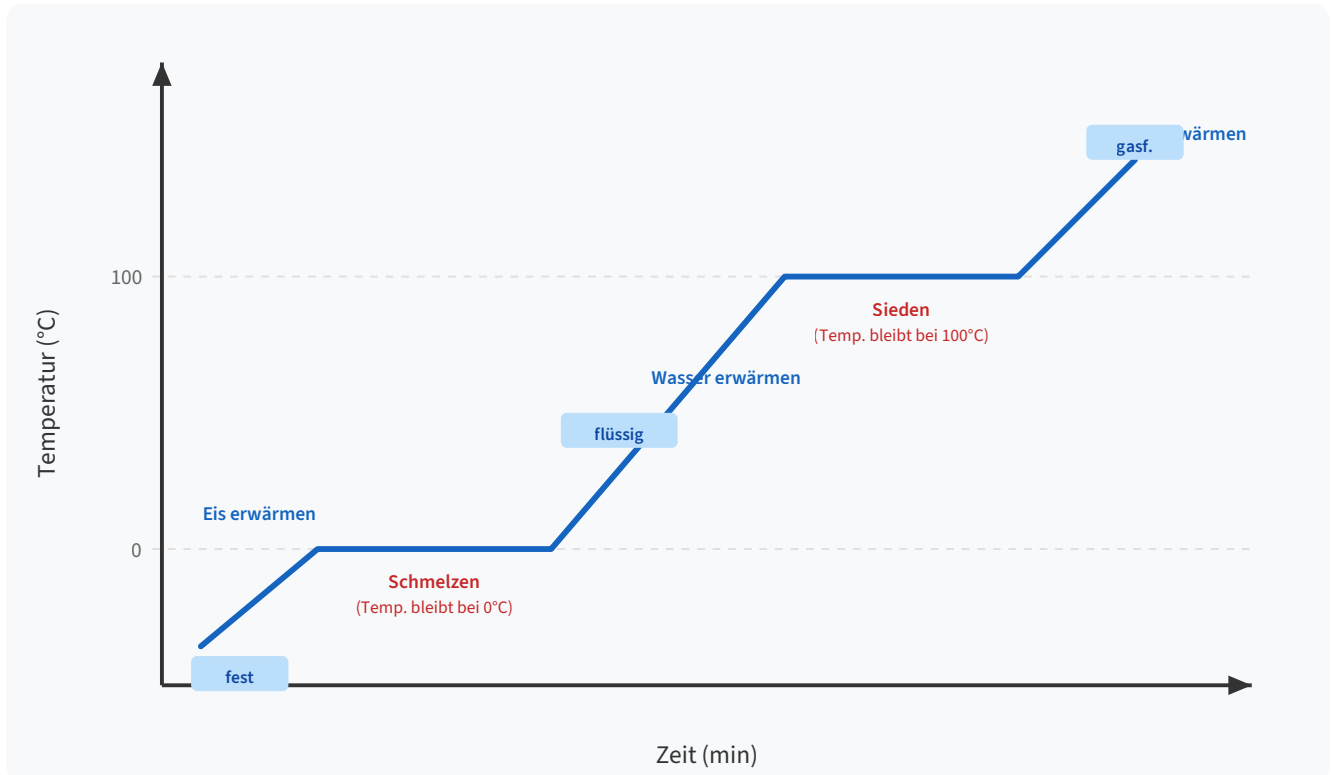


Abb. 2.1: Temperatur-Zeit-Diagramm für die Erwärmung von Eis zu Wasserdampf. Während des Schmelzens (0 °C) und Siedens (100 °C) bleibt die Temperatur konstant.

## Hefteintrag: Die 6 Zustandsänderungen

Fest → flüssig: **Schmelzen** (Energie wird aufgenommen)

Flüssig → fest: **Erstarren** (Energie wird abgegeben)

Flüssig → gasförmig: **Verdampfen / Sieden** (Energie wird aufgenommen)

Gasförmig → flüssig: **Kondensieren** (Energie wird abgegeben)

Fest → gasförmig: **Sublimieren** (Energie wird aufgenommen)

Gasförmig → fest: **Resublimieren** (Energie wird abgegeben)

Merke: Während einer Zustandsänderung bleibt die Temperatur eines Reinstoffs konstant!

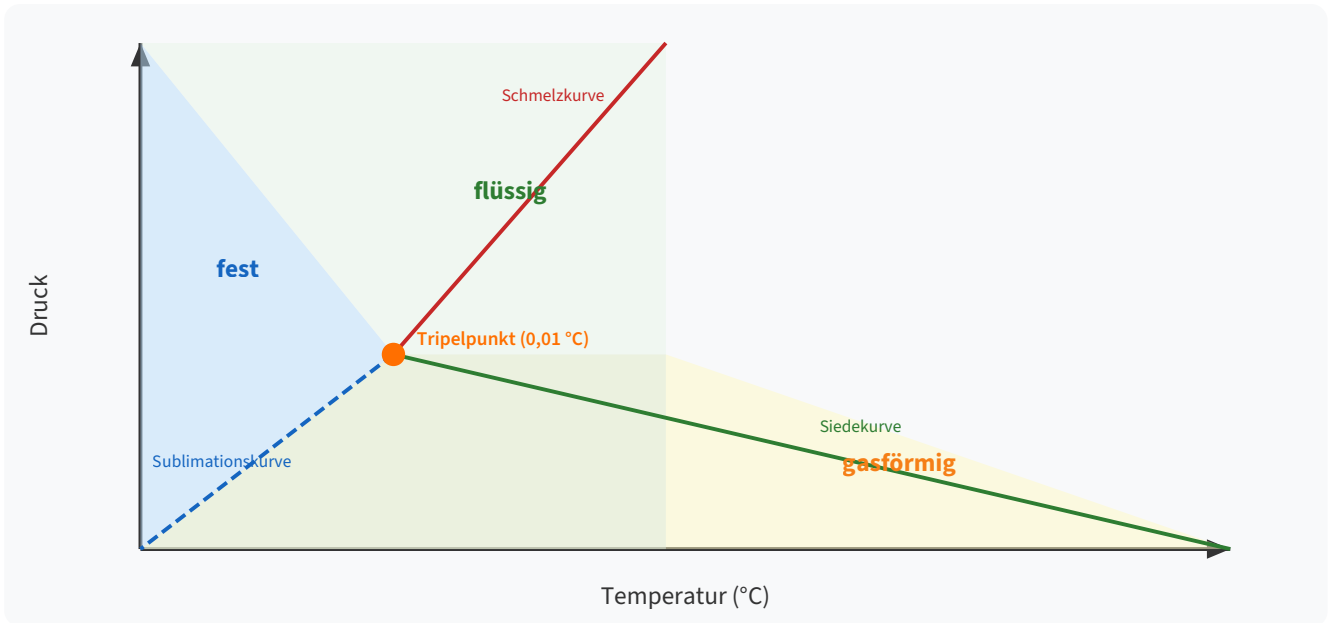


Abb. 2.3: Vereinfachtes Phasendiagramm. Jeder Punkt entspricht einem Druck-Temperatur-Paar. Die Kurven zeigen, wann ein Phasenübergang stattfindet. Im Tripelpunkt existieren alle drei Phasen gleichzeitig.

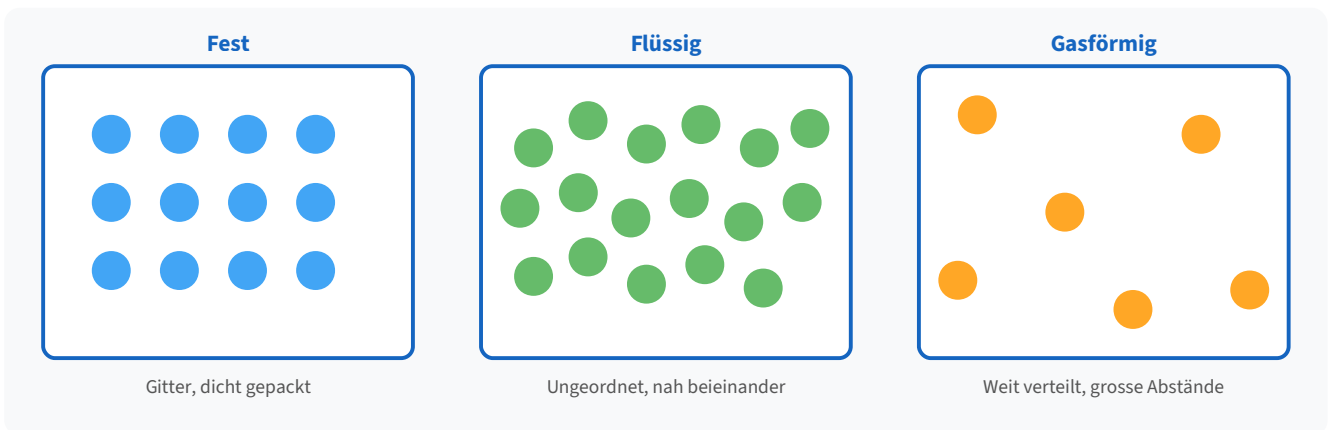


Abb. 2.4: Teilchenmodell der drei Aggregatzustände. Im Feststoff sind Teilchen in einem festen Gitter angeordnet, in der Flüssigkeit ungeordnet aber nah, im Gas weit voneinander entfernt.

## Lernkarten: Aggregatzustände

Klicke auf eine Karte, um sie umzudrehen und die Erklärung zu sehen.

--	--

--	--

### Warum sind Teilchen in ständiger Bewegung?

Alle Teilchen besitzen thermische Energie (Wärmeenergie). Diese Energie äussert sich als Bewegung: In Feststoffen schwingen die Teilchen um ihren festen Platz, in Flüssigkeiten gleiten sie aneinander vorbei, in Gasen rasen sie durch den Raum. Je höher die Temperatur, desto mehr thermische Energie haben die Teilchen – und desto schneller bewegen sie sich. Erst beim absoluten Nullpunkt ( $-273\text{ °C}$ ) käme die Bewegung theoretisch zum Stillstand.

### Warum bildet sich Rauheif?

Rauheif entsteht durch Resublimation: Wasserdampf aus der Luft geht direkt in den festen Zustand über, ohne vorher flüssig zu werden. An kalten Oberflächen wie Grashalmen oder Autoscheiben lagern sich die Eiskristalle ab. Dies geschieht besonders bei klaren, windstillen Winternächten, wenn die Oberflächen stark abkühlen.

## Interaktiv: Teilchenmodell – Animation

Nutze den Schieberegler, um die Temperatur zu verändern. Beobachte, wie sich die Teilchen bei verschiedenen Aggregatzuständen verhalten.

Feststoff

## Aufgaben zu 2.3

**2.3a** ★ WISSEN Benenne die drei Aggregatzustände und die sechs Zustandsänderungen.

---

---

**2.3b** ★ WISSEN Ordne die folgenden Bilder den Aggregatzuständen zu: Eiswürfel, Wasserglas, Dampf aus dem Wasserkocher. Erkläre jeweils in einem Satz, woran du den Aggregatzustand erkennst.

---

---

**2.3c** ★★ VERSTEHEN Beim Erhitzen von Eis bleibt die Temperatur bei 0 °C stehen, obwohl man weiter Energie zuführt. Erkläre dieses Phänomen mit dem Teilchenmodell.

---

---

---

### Niveau E - Erweitert

**2.3d** ★★★ ANWENDEN E/P Zeichne ein Temperatur-Zeit-Diagramm für das Erhitzen von Eis zu Dampf. Beschrifte alle Abschnitte und trage die Temperaturen ein.

---

---

---

---

**2.3e** ★★★★★ ERSCHAFFEN P Sublimation nutzt man zum Gefriertrocknen von Kaffee. Erkläre das Verfahren und warum es Vorteile gegenüber normalem Trocknen hat.

---

---

---

---

---

---

---

**2.3f** ★★ VERSTEHEN Erkläre, warum bei einem Gemisch (z.B. Salzwasser) während des Erhitzens keine konstante Siedetemperatur beobachtet wird, bei einem Reinstoff (z. B. reinem Wasser) aber schon.

---

---

---

**2.3g** ★★★★★ ERSCHAFFEN P Entwirf ein Experiment, mit dem du zeigen kannst, dass Diffusion bei höherer Temperatur schneller abläuft. Beschreibe Material, Durchführung, erwartete Beobachtung und Erklärung mit dem Teilchenmodell.

---

---

---

---

---

---

---



## 2.4 Das Teilchenmodell

Wie können wir erklären, warum Stoffe als Feststoff, Flüssigkeit oder Gas vorliegen? Warum breitet sich der Duft eines Parfüms im ganzen Raum aus? Warum löst sich Zucker in warmem Wasser schneller als in kaltem? Um solche Fragen zu beantworten, nutzen wir in der Chemie das **Teilchenmodell**. Es ist ein vereinfachtes Modell, das uns hilft, das Verhalten von Stoffen zu erklären.

### Die vier Grundaussagen des Teilchenmodells

1. **Alle Stoffe bestehen aus winzig kleinen Teilchen.** Diese Teilchen sind so klein, dass man sie selbst mit den besten Lichtmikroskopen nicht sehen kann.
2. **Die Teilchen sind in ständiger Bewegung.** Sie bewegen sich umso schneller, je höher die Temperatur ist. Diese ungeordnete Bewegung wird auch **Brown'sche Bewegung** genannt (nach dem Botaniker Robert Brown, der sie 1827 unter dem Mikroskop bei Pollenkörnern beobachtete).
3. **Zwischen den Teilchen ist «nichts» (leerer Raum).** Die Teilchen füllen den Raum nicht lückenlos aus – es gibt Zwischenräume.
4. **Zwischen den Teilchen wirken Anziehungskräfte.** Diese Kräfte halten die Teilchen zusammen. Je näher sich die Teilchen sind, desto stärker sind die Anziehungskräfte.

### Erklärung der Aggregatzustände mit dem Teilchenmodell

**Feststoff:** Die Teilchen sind eng beieinander in einer festen Struktur (Gitter) angeordnet. Sie können sich nicht frei bewegen, sondern schwingen nur leicht um ihren Platz. Die Anziehungskräfte zwischen den Teilchen sind sehr stark. Deshalb hat ein Feststoff eine feste Form und ein festes Volumen.

**Flüssigkeit:** Die Teilchen sind etwas weiter auseinander als im Feststoff und können sich gegeneinander verschieben. Die Anziehungskräfte sind schwächer als im Feststoff, aber immer noch vorhanden. Deshalb nimmt eine Flüssigkeit die Form ihres Gefässes an, hat aber ein bestimmtes Volumen.

**Gas:** Die Teilchen sind weit voneinander entfernt und bewegen sich schnell in alle Richtungen. Die Anziehungskräfte sind so schwach, dass sie praktisch keine Rolle spielen. Deshalb verteilt sich ein Gas gleichmässig im gesamten zur Verfügung stehenden Raum und hat weder eine feste Form noch ein festes Volumen.

### Diffusion

Die **Diffusion** ist die selbstständige Durchmischung von Stoffen aufgrund der Teilchenbewegung. Wenn du einen Tropfen Tinte in ein Glas Wasser gibst, verteilt sich die Farbe langsam im gesamten Wasser – ohne dass du rührst! Das liegt daran, dass sich die Tintenteilchen und die Wasserteilchen in ständiger Bewegung befinden und sich dabei durchmischen. Auch der Duft eines Parfüms breitet sich durch Diffusion im Raum aus: Die Duftstoffteilchen bewegen sich von der Stelle mit hoher Konzentration (am Fläschchen) in alle Richtungen, bis sie gleichmässig verteilt sind.

Die Diffusion ist temperaturabhängig: Bei höherer Temperatur bewegen sich die Teilchen schneller, und die Diffusion läuft schneller ab. Deshalb löst sich Zucker in heissem Tee schneller als in kaltem Wasser.

## Lösevorgänge mit dem Teilchenmodell erklärt

Wenn du einen Würfel Zucker in Wasser gibst, passiert Folgendes auf Teilchenebene: Die Wasserteilchen sind in ständiger Bewegung und prallen gegen die Oberfläche des Zuckerwürfels. Dabei lösen sie einzelne Zuckerteilchen aus dem Verband. Diese gelösten Zuckerteilchen verteilen sich dann durch Diffusion im gesamten Wasser, bis die Lösung überall gleich konzentriert ist. Je wärmer das Wasser, desto energetischer bewegen sich die Wasserteilchen und desto schneller löst sich der Zucker.

### VERTIEFUNG P

#### Grenzen des Teilchenmodells und die Brown'sche Bewegung

Das Teilchenmodell, wie wir es in der Schule verwenden, ist ein stark vereinfachtes Modell. Es stellt Teilchen als einfache, runde Kugeln dar – aber in Wirklichkeit haben Atome und Moleküle komplexe dreidimensionale Strukturen. Das Modell sagt auch nichts über die tatsächliche Grösse der Teilchen aus, nichts über ihre Form und nichts über die verschiedenen Arten von Kräften zwischen ihnen. In der fortgeschrittenen Chemie werden genauere Modelle verwendet, wie das *Orbitalmodell*, das die Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Elektronen beschreibt.

Die **Brown'sche Bewegung** wurde 1827 vom Botaniker Robert Brown entdeckt. Er beobachtete unter dem Mikroskop, dass Pollenkörner in Wasser eine zufällige, zickzackförmige Bewegung ausführten. Erst fast 80 Jahre später, im Jahr 1905, konnte Albert Einstein diese Bewegung erklären: Die Pollenkörner werden von den unsichtbaren Wasserteilchen, die sich in ständiger Bewegung befinden, angestossen und so in eine unregelmässige Bewegung versetzt. Einsteins mathematische Beschreibung der Brown'schen Bewegung war einer der überzeugendsten Beweise für die Existenz von Atomen und Molekülen – denn zu dieser Zeit war die Teilchentheorie noch umstritten.

## Hefteintrag: Das Teilchenmodell – 4 Grundaussagen

1. Alle Stoffe bestehen aus winzig kleinen Teilchen.
2. Die Teilchen sind in ständiger Bewegung (je wärmer, desto schneller).
3. Zwischen den Teilchen ist leerer Raum.
4. Zwischen den Teilchen wirken Anziehungskräfte.

---

**Diffusion:** Selbstständige Durchmischung von Stoffen durch Teilchenbewegung (z.B. Tinte in Wasser, Parfüm im Raum).

---

## Aufgaben zu 2.4

**2.4a** ★ WISSEN Nenne die vier Grundaussagen des Teilchenmodells.

---



---

**2.4b** ★ WISSEN Was passiert, wenn du einen Tropfen Tinte in ein Glas Wasser gibst? Beschreibe deine Beobachtung und benenne den Fachbegriff.

---



---

**2.4c** ★★ VERSTEHEN Erkläre mit dem Teilchenmodell, warum sich Zucker in heissem Tee schneller löst als in kaltem.

---



---



---

### Niveau E - Erweitert

**2.4d** ★★★ ANWENDEN E/P Zeichne das Teilchenmodell für flüssiges Wasser und Wasserdampf. Beschreibe die Unterschiede in Teilchenabstand, Bewegung und Anziehungskräften.

---



---



---



---

**2.4e** ★★★★★ ANALYSIEREN P Das Teilchenmodell ist eine Vereinfachung der Wirklichkeit. Nenne zwei Grenzen des Modells und erkläre, was es nicht darstellen kann.

---



---



---



---



---

**2.4f** ★★ VERSTEHEN Parfüm verbreitet sich schneller in einem warmen Zimmer als in einem kalten. Erkläre dieses Phänomen mit den Begriffen Diffusion und Teilchenbewegung.

---

---

---



## 2.5 Trennverfahren

In der Natur und im Alltag liegen Stoffe selten als Reinstoffe vor – fast immer handelt es sich um Gemische. Um aus einem Gemisch die einzelnen Bestandteile zu gewinnen, nutzt man **Trennverfahren**. Dabei macht man sich die unterschiedlichen Stoffeigenschaften der Bestandteile zunutze. Das richtige Trennverfahren hängt davon ab, welche Art von Gemisch vorliegt und worin sich die Bestandteile unterscheiden.

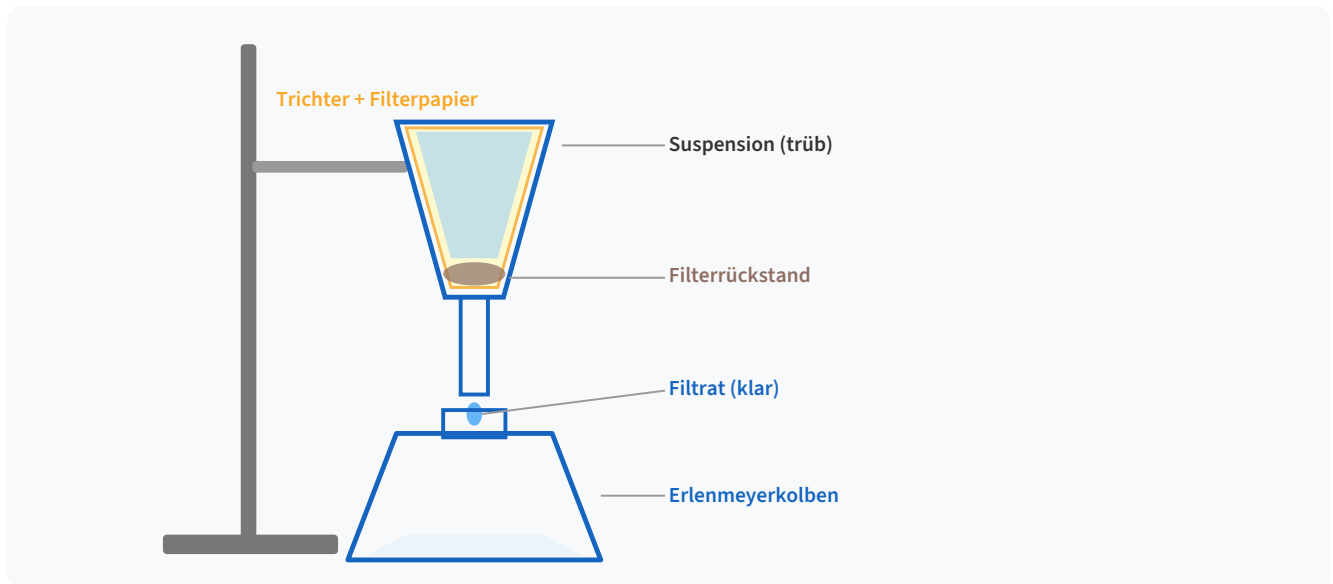


Abb. 2.5: Versuchsaufbau **Filtration**. Die Suspension wird in den Trichter gegossen. Flüssigkeitsteilchen passieren das Filterpapier (Filtrat), Feststoffteilchen bleiben als Rückstand zurück.

### Filtrieren

Beim **Filtrieren** wird ein heterogenes Gemisch aus einer Flüssigkeit und einem unlöslichen Feststoff getrennt. Die Flüssigkeit (das **Filtrat**) fließt durch ein Filterpapier (oder einen anderen Filter), während der Feststoff (der **Filtrerrückstand**) im Filter zurückbleibt. Das Prinzip beruht auf dem Grössenunterschied: Die Flüssigkeitsteilchen passen durch die Poren des Filters, die Feststoffteilchen nicht.

**Alltagsbeispiele:** Der Kaffeefilter hält das Kaffeepulver zurück und lässt nur die braune Kaffeeflüssigkeit durch. In der Kläranlage wird Abwasser über mehrere Filterstufen gereinigt. Auch Staubsauger arbeiten nach dem Filtrationsprinzip.

### Destillieren

Die **Destillation** dient zur Trennung von Flüssigkeiten mit unterschiedlichen Siedetemperaturen. Das Gemisch wird erhitzt, wobei die Flüssigkeit mit der niedrigeren Siedetemperatur zuerst verdampft. Der Dampf wird dann in einem **Kühler** (Liebig-Kühler) wieder abgekühlt und kondensiert. Die so gewonnene reine Flüssigkeit heisst **Destillat**.

**Alltagsbeispiele:** Herstellung von Schnaps (Alkoholdestillation), Meerwasserentsalzung in trockenen Gebieten, Gewinnung von destilliertem Wasser für Autobatterien und Bügeleisen.

## Chromatografie

Die **Chromatografie** (von griechisch «chroma» = Farbe und «graphein» = schreiben) trennt Gemische aufgrund der unterschiedlichen Haftung der Bestandteile an einem Trägermaterial. Ein einfaches Beispiel: Wenn man einen schwarzen Filzstiftpunkt auf Filterpapier setzt und Wasser darüber laufen lässt, wandern die verschiedenen Farbstoffe unterschiedlich weit – so wird sichtbar, dass Schwarz aus mehreren Farben zusammengesetzt ist.

**Anwendungen:** In der Lebensmittelanalytik wird Chromatografie eingesetzt, um Farbstoffe, Pestizide oder Aromastoffe zu identifizieren. In der Kriminalistik werden damit Tinten, Drogen oder Giftstoffe analysiert. In der Medizin dient sie zur Blutanalyse.

## Extraktion

Bei der **Extraktion** wird ein bestimmter Stoff mit Hilfe eines Lösungsmittels aus einem Gemisch herausgelöst. Das Lösungsmittel muss den gewünschten Stoff gut lösen, die übrigen Bestandteile aber nicht.

**Alltagsbeispiele:** Tee kochen ist eine Extraktion! Das heisse Wasser (Lösungsmittel) löst die Aroma- und Farbstoffe aus den Teeblättern heraus. Auch beim Kaffeekochen werden Geschmacksstoffe aus dem Kaffeepulver extrahiert.

## Eindampfen

Beim **Eindampfen** wird das Lösungsmittel einer Lösung durch Erwärmen verdampft, sodass der gelöste Stoff als Feststoff zurückbleibt. Dies funktioniert, wenn der gelöste Stoff eine viel höhere Siedetemperatur hat als das Lösungsmittel.

**Alltagsbeispiele:** In Salinen (Salzgewinnungsanlagen) wird Meerwasser in flachen Becken der Sonne ausgesetzt, bis das Wasser verdunstet und das Salz zurückbleibt. In der Küche: Wenn eine Sauce «eingekocht» wird, verdunstet Wasser und die Sauce wird konzentrierter.

## Magnetische Trennung

Die **magnetische Trennung** nutzt die Tatsache, dass einige Stoffe magnetisch sind (vor allem Eisen, Nickel und Kobalt), während andere es nicht sind. Mit einem Magneten lassen sich diese Stoffe aus einem Gemisch herausziehen.

**Alltagsbeispiele:** In Recyclinganlagen werden mit starken Magneten Eisenteile aus dem Müll getrennt. Auch Schrottplätze nutzen grosse Elektromagnete.

## Sedimentieren und Dekantieren

Beim **Sedimentieren** lässt man ein Gemisch stehen, bis sich die schwereren Feststoffteilchen am Boden absetzen (das **Sediment**). Anschliessend kann man die klare Flüssigkeit vorsichtig abgiessen – das nennt man **Dekantieren**.

**Alltagsbeispiele:** In der Weinkellerei wird Wein dekantiert, um ihn vom Bodensatz (Hefetrübung) zu trennen. In Klärwerken setzen sich grobe Verschmutzungen in Absetzbecken ab.

## Übersicht: Welches Trennverfahren für welches Gemisch?

Trennverfahren	Genutzte Eigenschaft	Geeignet für	Beispiel
Filtrieren	Teilchengrösse	Feststoff + Flüssigkeit	Sand aus Wasser
Destillieren	Siedetemperatur	Flüssigkeitsgemische	Alkohol + Wasser
Chromatografie	Haftung an Träger	Farbstoffgemische	Filzstiftfarben
Extraktion	Löslichkeit	Stoff in anderem Stoff	Tee kochen
Eindampfen	Siedetemperatur	Gelöster Stoff + Lösungsmittel	Salz aus Salzwasser
Magnet. Trennung	Magnetismus	Magnetische + nichtmagnet. Stoffe	Eisen aus Sand
Sedimentieren	Dichte	Feststoff + Flüssigkeit	Schlamm absetzen
Dekantieren	Dichte	Nach Sedimentation	Klare Flüssigkeit abgiessen

## Übung: Trennverfahren ergänzen

Ergänze die folgenden Sätze mit dem passenden Begriff:

Beim \_\_\_\_\_ trennt man Feststoffe aus Flüssigkeiten.

Durch \_\_\_\_\_ kann man gelöste Stoffe von Lösungsmitteln trennen.

Sand und Eisenspäne lassen sich mit einem \_\_\_\_\_ trennen.

Beim Eindampfen bleibt der \_\_\_\_\_ Stoff zurück.



### Im Alltag: Filter beim Kaffee – Ein Trennverfahren im Haushalt

Der Kaffeefilter ist ein klassisches Beispiel für Filtration: Das heisse Wasser löst die Aromastoffe aus dem gemahlene Kaffeepulver heraus und fliesst durch das Filterpapier in die Kanne. Das Kaffeepulver bleibt als Filtrückstand im Filter zurück. Dieselbe Idee steckt in Wasserfilterkannen, die Kalk und Schadstoffe aus Leitungswasser entfernen, sowie in grossen Klärwerken, wo Abwasser in mehreren Filterstufen gereinigt wird, bevor es in Flüsse zurückgeleitet wird.

**Wie funktioniert eine Kläranlage?**

In einer Kläranlage wird Abwasser in drei Stufen gereinigt: Die mechanische Reinigung entfernt grobe Feststoffe durch Rechen und Absetzbecken. Die biologische Stufe nutzt Mikroorganismen, die organische Verschmutzungen abbauen. In der chemischen Reinigungsstufe werden gelöste Schadstoffe wie Phosphate durch Fällungsreaktionen entfernt. So wird das Wasser sauber genug, um es in Flüsse zurückzuleiten.



## Experiment 2: Filzstift-Chromatografie

### Ziel

Du trennst die Farbstoffe verschiedener Filzstifte mit Hilfe der Chromatografie und erkennst, dass viele Farben aus mehreren Einzelfarben zusammengesetzt sind.

### Material

Rundes Filterpapier (Kaffeefilter geht auch)

Verschiedenfarbige Filzstifte (wasserlöslich!)

Flache Schale oder Petrischale

Wasser

Bleistift

Lineal

### Durchführung

1. Schneide einen Streifen Filterpapier (ca. 3 cm breit, 12 cm lang).
2. Zeichne mit Bleistift etwa 2 cm vom unteren Rand eine dünne Linie (Startlinie).
3. Setze auf die Startlinie mehrere Farbpunkte verschiedener Filzstifte mit etwas Abstand zueinander. Beschrifte sie mit Bleistift.
4. Giesse wenig Wasser (ca. 1 cm hoch) in die Schale.
5. Stelle den Papierstreifen so in die Schale, dass nur der unterste Rand im Wasser steht – die Farbpunkte dürfen NICHT im Wasser sein!
6. Warte 10–15 Minuten und beobachte, was passiert.
7. Nimm den Streifen heraus und lasse ihn trocknen.

### Beobachtung

Das Wasser steigt im Filterpapier nach oben. Dabei nimmt es die Farbstoffe mit. Verschiedene Farbstoffe wandern unterschiedlich weit: Manche haften stärker am Papier und bleiben zurück, andere werden vom Wasser weiter mitgenommen.

### Auswertung

#### NIVEAU A

Zeichne dein Chromatogramm ab. Beschrifte, welche Farben du bei jedem Filzstift erkennst. Welcher Filzstift besteht aus den meisten Einzelfarben?

#### NIVEAU E

Erkläre mit eigenen Worten, warum die verschiedenen Farbstoffe unterschiedlich weit wandern. Warum eignet sich dieses Verfahren zur Trennung von Gemischen?

**NIVEAU P**

Ein Detektiv findet an einem Tatort eine handgeschriebene Notiz. Er hat drei Verdächtige mit verschiedenen Stiften. Erkläre, wie er mit Chromatografie herausfinden kann, welcher Stift verwendet wurde. Welche Grenzen hat diese Methode?

**VERTIEFUNG E**

### Chromatografie in der Kriminalistik

In der forensischen Analytik ist die Chromatografie ein unverzichtbares Werkzeug. Wenn an einem Tatort ein verdächtiges Dokument gefunden wird – zum Beispiel ein gefälschter Scheck oder ein anonymer Drohbrief – können Forensiker mit Chromatografie die verwendete Tinte analysieren. Jeder Tintenhersteller verwendet eine etwas andere Mischung von Farbstoffen, sodass das Chromatogramm wie ein Fingerabdruck wirkt. So lässt sich feststellen, welcher Stift für das Schreiben verwendet wurde.

Aber die Chromatografie kann noch viel mehr: In der Toxikologie (Giftkunde) werden mit hochentwickelten Chromatografieverfahren wie der *Gaschromatografie* (GC) und der *Hochleistungsflüssigkeitschromatografie* (HPLC) winzigste Mengen von Giftstoffen, Drogen oder Medikamenten in Blutproben nachgewiesen. Diese Methoden sind so empfindlich, dass sie Substanzen in Konzentrationen von wenigen Milliardstel Gramm pro Liter nachweisen können. Auch bei Dopingkontrollen im Sport kommen diese Verfahren zum Einsatz.



### Im Alltag: Destillation – Warum ist Schnaps starker als Wein?

Beim Brennen wird der alkoholhaltige Wein erhitzt. Weil Alkohol bei 78 °C siedet, Wasser aber erst bei 100 °C, verdampft zuerst der Alkohol. Dieser Dampf wird im Kühler aufgefangen und kondensiert zu hochprozentigem Schnaps. Durch mehrfaches Destillieren kann man den Alkoholgehalt weiter erhöhen. Dasselbe Prinzip nutzt man in der Industrie zur Gewinnung von destilliertem Wasser und in der Erdölraffinerie zur Auftrennung von Rohöl in Benzin, Dieselkraftstoff und Heizöl.

### **Chromatografie in der Forensik**

Forensiker nutzen Gaschromatografie (GC), um Spuren an Tatorten zu analysieren. Kleinste Mengen von Giftstoffen, Drogen, Brandmitteln oder Sprengstoffspuren können damit nachgewiesen werden. Die zu untersuchende Probe wird verdampft und durch eine lange, dünne Säule geleitet. Jeder Stoff wandert unterschiedlich schnell – so lassen sich selbst komplexe Gemische in ihre Einzelbestandteile auftrennen und identifizieren. Die Methode ist so empfindlich, dass Substanzen in Konzentrationen von wenigen Milliardstel Gramm pro Liter nachgewiesen werden können.

### **Industrielle Destillation**

In Erdölraffinerien werden durch fraktionierte Destillation verschiedene Produkte gewonnen. Das Rohöl wird in einem Destillationsturm erhitzt. Da die verschiedenen Bestandteile unterschiedliche Siedetemperaturen haben, steigen sie im Turm unterschiedlich hoch auf: Leichte Gase (Propan, Butan) steigen ganz nach oben, Benzin kondensiert in den oberen Etagen, Diesel und Heizöl in der Mitte, schwere Öle und Bitumen bleiben unten. So entstehen aus einem einzigen Rohstoff Dutzende verschiedener Produkte – von Flugzeugtreibstoff bis Strassenbelag.



## Experiment 3: Destillation von Tintenwasser

### Ziel

Du trennst gefärbtes Tintenwasser mittels Destillation und gewinnst farbloses, reines Wasser zurück.

### Material

Rundkolben (250 mL)

Thermometer

Liebig-Kühler

Stativ mit Klemmen

Bunsenbrenner / Heizplatte

Auffanggefäss (Erlenmeyerkolben)

Tintenwasser (Wasser + einige Tropfen Tinte)

Siedesteinchen

Schläuche für Kühlwasser

**Sicherheit:** Schutzbrille tragen! Vorsicht: heisser Dampf, heisser Kolben! Siedesteinchen nicht vergessen (verhindert Siedeverzug). Kühlwasser muss fließen, bevor erhitzt wird.

### Durchführung

1. Baue die Destillationsapparatur gemäss der Illustration auf.
2. Fülle ca. 150 mL Tintenwasser in den Rundkolben. Gib 2–3 Siedesteinchen dazu.
3. Schliesse den Kühlwasserschlauch an (Wasser fliesst von unten nach oben durch den Kühler).
4. Erhitze das Tintenwasser langsam mit dem Bunsenbrenner.
5. Beobachte das Thermometer und das Destillat im Auffanggefäss.
6. Stoppe, wenn etwa die Hälfte der Flüssigkeit überdestilliert ist.

### Beobachtung und Auswertung

Das Wasser im Rundkolben beginnt bei ca. 100 °C zu kochen. Der Dampf steigt auf, wird im Kühler abgekühlt und kondensiert. Das Destillat im Auffanggefäss ist farblos! Die Tinte bleibt im Rundkolben zurück, weil die Farbstoffteilchen eine viel höhere Siedetemperatur haben als Wasser und daher nicht verdampfen.

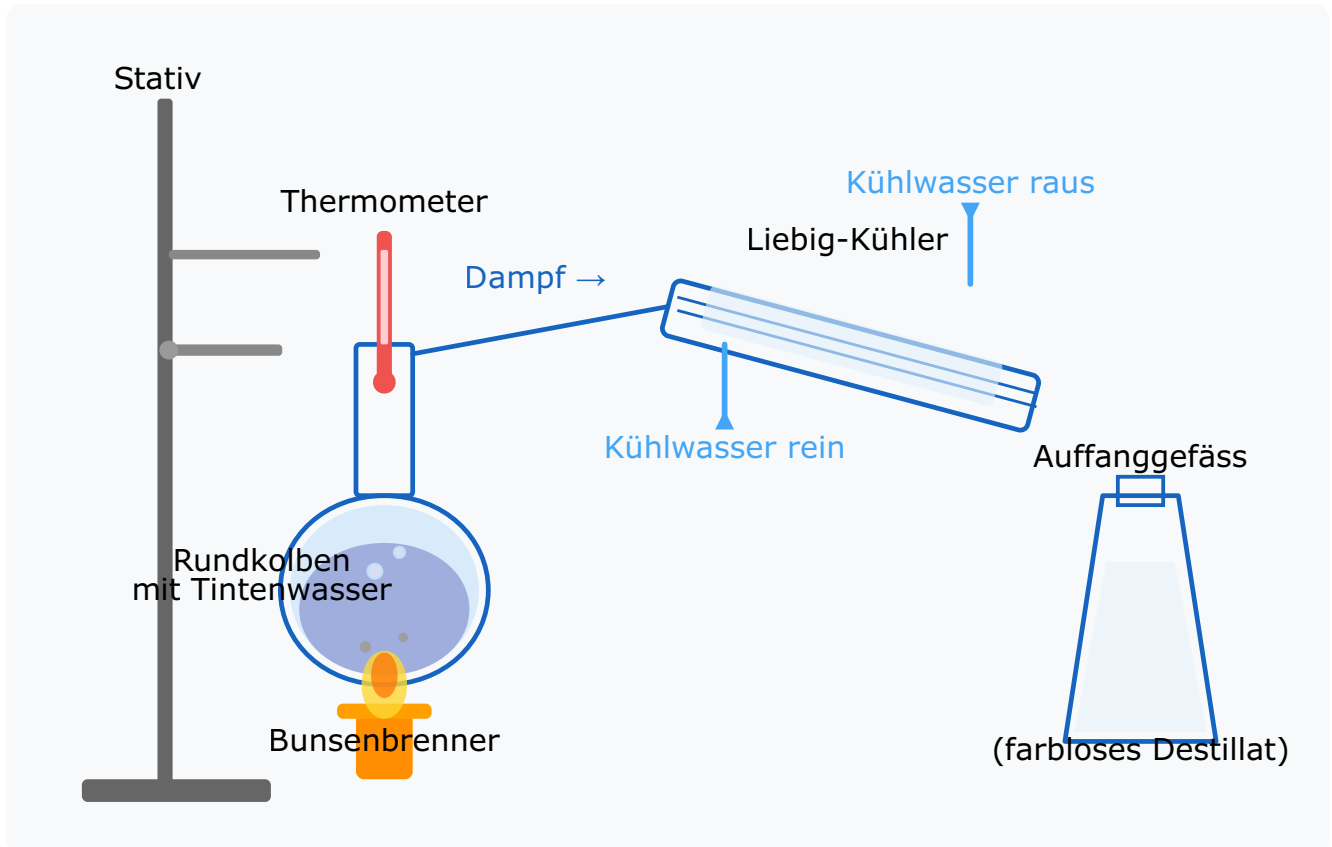


Abb. 2.2: Versuchsaufbau einer einfachen *Destillation*. Das Tintenwasser wird im Rundkolben erhitzt, der Dampf im Liebig-Kühler kondensiert und als farbloses Destillat aufgefangen.

## Interaktiv: Trennverfahren-Matcher

Ziehe die Gemische (links) auf das passende Trennverfahren (rechts). Für jede richtige Zuordnung erhältst du ein positives Feedback.

### Gemische

Sand + Wasser	Salzwasser (Salz gewinnen + Wasser gewinnen)	Filzstiftfarbe
Salzwasser (nur Salz gewinnen)	Eisen + Sand	Teeblätter + Wasser
Alkohol + Wasser	Schlamm in Wasser	

## Trennverfahren

### Filtern

### Destillieren

### Chromatografie

### Eindampfen

### Magnetische Trennung

### Extraktion

### Sedimentieren / Dekantieren

Richtige Zuordnungen: 0 / 8

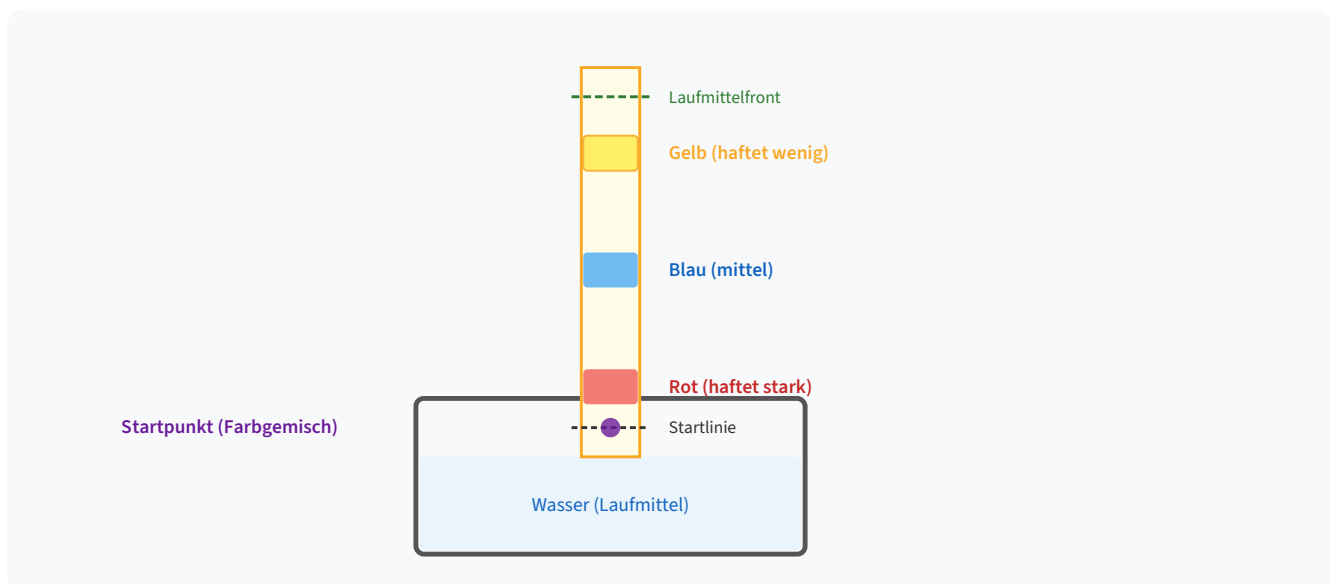


Abb. 2.6: Papierchromatographie. Das Wasser steigt im Papier hoch und transportiert die Farbstoffe mit. Gelbe Farbstoffe haften wenig am Papier und wandern weit; rote haften stark und bleiben zurück.

## Übung: Trennverfahren – Lückentext

Das Trennverfahren mit einem Kaffeefilter heisst \_\_\_\_\_ und eignet sich für feste Stoffe in Flüssigkeiten.

Bei der \_\_\_\_\_ wird ein Stoff verdampft und wieder verflüssigt, um Flüssigkeiten mit unterschiedlichen Siedetemperaturen zu trennen.

Die \_\_\_\_\_ trennt Gemische aufgrund der unterschiedlichen Haftung der Bestandteile an einem Trägermaterial.

Beim \_\_\_\_\_ wird das Lösungsmittel verdampft, sodass der gelöste Stoff als Feststoff zurückbleibt.

## Aufgaben zu 2.5

**2.5a** ★ WISSEN Nenne vier Trennverfahren und je ein Alltagsbeispiel.

---

---

**2.5b** ★ WISSEN Welches Trennverfahren würdest du verwenden, um Sand aus Wasser zu entfernen? Begründe kurz.

---

---

**2.5c** ★★ VERSTEHEN Erkläre, warum man Sand und Wasser durch Filtrieren trennen kann, aber Salz und Wasser nicht.

---

---

---

### Niveau E - Erweitert

**2.5d** ★★★ ANWENDEN E/P Wähle das richtige Trennverfahren: (1) Eisenspäne aus Sand, (2) Farbstoffe aus Filzstiften, (3) Alkohol aus Wein. Begründe jeweils deine Wahl.

---

---

---

---

**2.5e** ★★★★★ **ERSCHAFFEN** **P** Du möchtest Meerwasser entsalzen, um Trinkwasser zu gewinnen. Plane einen Versuch mit Trennverfahren aus diesem Kapitel. Zeichne den Versuchsaufbau und beschreibe die einzelnen Schritte.

---

---

---

---

---

---

---

---

**2.5f** ★★★ **ANWENDEN** **E/P** Ein Schüler hat ein Gemisch aus Sand, Kochsalz und Eisenpulver vor sich. Beschreibe Schritt für Schritt, welche Trennverfahren er in welcher Reihenfolge anwenden würde, um alle drei Stoffe voneinander zu trennen. Begründe jeden Schritt.

---

---

---

---

---

---

---

---

**2.5g** ★★★★★ **ANALYSIEREN** **P** In einer Kläranlage wird Abwasser in mehreren Stufen gereinigt. Analysiere, welche Trennverfahren aus diesem Kapitel in welcher Reihenfolge eingesetzt werden könnten und welche Eigenschaft dabei jeweils genutzt wird. Begründe, warum die Reihenfolge wichtig ist.

---

---

---

---

---

---

---

---



## Kapitelabschluss-Test

Teste dein Wissen zu Kapitel 2 mit diesen Multiple-Choice-Fragen.



## Kapitelzusammenfassung

### Das Wichtigste auf einen Blick

- **Reinstoffe** bestehen aus nur einer Sorte von Teilchen und haben genau definierte Eigenschaften. Sie können Elemente oder Verbindungen sein.
- **Gemische** bestehen aus mehreren Stoffen, die nicht chemisch verbunden sind. Homogene Gemische sind gleichmässig verteilt, heterogene Gemische ungleichmässig.
- **Stoffeigenschaften** wie Dichte, Schmelz-/Siedetemperatur, Löslichkeit, Brennbarkeit und elektrische Leitfähigkeit dienen zur Identifikation von Stoffen.
- Es gibt drei **Aggregatzustände** (fest, flüssig, gasförmig) und sechs Zustandsänderungen (Schmelzen, Erstarren, Verdampfen, Kondensieren, Sublimieren, Resublimieren).
- Das **Teilchenmodell** erklärt das Verhalten von Stoffen: Alle Stoffe bestehen aus Teilchen, die in Bewegung sind, Abstände zueinander haben und sich gegenseitig anziehen.
- **Diffusion** ist die selbstständige Durchmischung von Stoffen aufgrund der Teilchenbewegung.
- **Trennverfahren** nutzen unterschiedliche Stoffeigenschaften, um Gemische in ihre Bestandteile zu zerlegen: Filtrieren, Destillieren, Chromatografie, Extraktion, Eindampfen, magnetische Trennung, Sedimentieren/Dekantieren.

### Glossar

**Aggregatzustand** – Zustandsform eines Stoffes: fest, flüssig oder gasförmig.

**Brown'sche Bewegung** – Unregelmässige, zufällige Bewegung kleiner Teilchen in einer Flüssigkeit oder einem Gas, verursacht durch Stösse der umgebenden Teilchen.

**Chromatografie** – Trennverfahren, das auf unterschiedlicher Haftung der Bestandteile an einem Trägermaterial beruht.

**Dekantieren** – Vorsichtiges Abgiessen einer klaren Flüssigkeit vom Bodensatz.

**Destillation** – Trennverfahren für Flüssigkeitsgemische basierend auf unterschiedlichen Siedetemperaturen.

**Dichte** – Verhältnis von Masse zu Volumen eines Stoffes ( $\rho = m/V$ ).

**Diffusion** – Selbstständige Durchmischung von Stoffen durch Teilchenbewegung.

**Eindampfen** – Verdampfen des Lösungsmittels, um den gelösten Stoff zurückzugewinnen.

**Element** – Reinstoff, der aus nur einer Atomsorte besteht (z. B. Eisen, Sauerstoff).

**Emulsion** – Heterogenes Gemisch aus zwei nicht mischbaren Flüssigkeiten (z. B. Milch).

**Erstarren** – Zustandsänderung von flüssig zu fest.

**Extraktion** – Herauslösen eines Stoffes mit einem Lösungsmittel.

**Fächeltechnik** – Sichere Methode, um den Geruch eines Stoffes zu prüfen, indem man Luft mit der Hand zur Nase fächelt.

**Filtrieren** – Trennen eines Feststoffes von einer Flüssigkeit mit Hilfe eines Filters.

**Gemisch** – Stoff, der aus zwei oder mehr verschiedenen Stoffen besteht, die nicht chemisch gebunden sind.

**Heterogenes Gemisch** – Gemisch mit ungleichmässig verteilten, unterscheidbaren Bestandteilen.

**Homogenes Gemisch** – Gemisch mit gleichmässig verteilten, nicht unterscheidbaren Bestandteilen.

**Kondensieren** – Zustandsänderung von gasförmig zu flüssig.

**Löslichkeit** – Mass für die Menge eines Stoffes, die sich in einem Lösungsmittel löst.

**Reinstoff** – Stoff, der aus nur einer Sorte von Teilchen besteht und definierte Eigenschaften hat.

**Resublimieren** – Zustandsänderung von gasförmig direkt zu fest.

**Schmelzen** – Zustandsänderung von fest zu flüssig.

**Sedimentieren** – Absetzen von Feststoffteilchen am Boden eines Gefässes durch Schwerkraft.

**Sublimieren** – Zustandsänderung von fest direkt zu gasförmig.

**Suspension** – Heterogenes Gemisch aus Feststoffteilchen in einer Flüssigkeit.

**Teilchenmodell** – Vereinfachtes Modell: Alle Stoffe bestehen aus kleinen Teilchen, die in Bewegung sind und sich anziehen.

**Verbindung** – Reinstoff aus zwei oder mehr Atomsorten, die chemisch gebunden sind (z. B. Wasser, NaCl).

**Verdampfen / Sieden** – Zustandsänderung von flüssig zu gasförmig.

Lehrplan 21 BL – Natur und Technik Sekundarschule Basel-Landschaft

Re:aktiv

Lehrmittel Glossar Lernkarten Datenschutz Impressum

Lehrplan 21 BL · Fachbereich NT

Ein Projekt von Lucca Spohn · © 2025/26