

Corina Dobrescu  
Victor Stoica  
Florin Măceșanu  
Ion Băraru



# Physik

6. Klasse



# E3

# Thermische Erscheinungen

## Der thermische Zustand. Die Temperatur

1. Lektion	84	Der Wärmezustand. Der Wärmekontakt. Das Wärmegleichgewicht
2. Lektion	86	Die Temperatur. Das Messen der Temperatur. Temperaturskalen
3. Lektion	88	Die Änderung des Wärmezustandes. Die Wärmeübertragung. Erwärmen. Abkühlen

## Effekte der Veränderung des thermischen Zustandes

4. Lektion	90	Die Ausdehnung. Die Kontraktion
5. Lektion	92	Änderungen des Aggregatzustandes
6. Lektion	96	Die Wärmeanomalie des Wassers. Der Kreislauf des Wassers in der Natur
Aufgaben	97	
Wiederholung	98	
Abschlusstest	99	



$^{\circ}\text{C}$  50 40 30 20 10 0 -10 -20 -30 -40

$^{\circ}\text{F}$  120 100 80 60 40 20 0 -20 -40

# Der Wärmeszustand. Der Wärmekontakt. Das Wärmegleichgewicht

## A. Der Wärmeszustand

### ! Ich beobachte

Betrachte die nebenstehenden Bilder (Abb. 1, 2 und 3). Sie zeigen Orte, an denen sich menschliche Aktivitäten abspielen. Benutze die Wörter **heiß** und **kalt**, um die Systeme auf den Bildern physikalisch zu beschreiben.

Den physikalischen Zustand der Systeme, der durch die Worte **heiß** oder **kalt** beschrieben wird, nennt man **Wärmeszustand** oder **thermischen Zustand**. Du hast geschätzt, dass die Wohnung des Eskimos im hohen Norden kälter ist als das Klassenzimmer. Und dann hast du natürlich richtig eingeschätzt, dass die Dschungelbehausung wärmer ist als das Klassenzimmer. Du hast den Wärmeszustand aufgrund subjektiver Erwägungen und unter Berücksichtigung deiner bisherigen Erfahrungen und deines Allgemeinwissens beurteilt. Glaubst du, dass ein Kind im Dschungel, das noch nie in der Schule war oder Schnee gesehen hat, dasselbe tun könnte? Was ist mit einem Bewohner des hohen Nordens, der völlig vom Rest der Erde abgeschnitten ist?

### ✓ Ich merke mir

Eine korrekte Beurteilung des Wärmeszustands physikalischer Systeme muss objektiv sein. Dies erfordert wissenschaftliche Forschung und wissenschaftliche Schlussfolgerungen. Die wissenschaftliche Erfahrung zeigt, dass der thermische Zustand von Körpern direkt bestimmt werden kann.

### ✎ Ich wende an

Sieh dich in deinem Klassenzimmer um und betrachte folgende Gegenstände: Heft, Füllfeder, Tafel, Heizkörper, Fenster, Türknauf, Boden, Wand, Stuhlbein. Erstelle eine Tabelle in deinem Heft, in der du die oben genannten Körper in absteigender Reihenfolge ihres thermischen Zustands notierst, beginnend mit dem wärmsten und endend mit dem kältesten, ohne sie zu berühren. Vergleiche mit dem, was deine Kollegen geschrieben haben. Was stellst du fest?

Berühre die oben genannten Körper in beliebiger Reihenfolge und erstelle eine neue Liste, nachdem du sie berührt hast. Vergleiche deine Liste wieder mit der deiner Kollegen. Vergleiche deine beiden Listen. Sind sie identisch? Welche Liste hältst du nun für realistischer?

### 🔍 Ich experimentiere

Auf dem Labortisch stehen drei Becher mit Deckel, deren Inhalt speziell für diese Lektion vorbereitet wurde (Abb. A, B und C). Du sollst den Wärmeszustand der drei Becher bestimmen, deren Inhalt du nicht kennst. Berühre jeden Becher ganz kurz mit einem Finger („wische“ drüber). Kannst du mit Sicherheit feststellen, welcher Becher wärmer und welcher kälter ist? Schreibe deine Beobachtungen in einer nach dem Wärmeszustand geordneten Liste auf.

Halte nun deine Handfläche für zwei bis drei Minuten an jeden Becher. Erstelle eine neue Liste. Vergleiche sie mit der ursprünglichen.

Gieße nun den Inhalt der Becher in drei verschiedene Gläser. Du erkennst, dass in ihnen Wasser mit Eis, warmes Wasser und kaltes Wasser ist (Abb. 5).

Umschließe jedes Glas mit den Handflächen und erstelle erneut die Liste der Wärmeszustände (Abb. D, E und F). Vergleiche die Listen.



1 Ein Iglu in der Arktis



2 Ein gewöhnliches Klassenzimmer



3 Eine Hütte im tropischen Dschungel



4 Eine Oase in der Wüste



5

**Schlussfolgerung**

- Um den Wärmezustand eines physikalischen Systems realistisch beschreiben zu können, ist ein physischer Kontakt mit dem zu analysierenden System erforderlich.
- Der physische Kontakt aufgrund unserer Sinne liefert subjektive Informationen, die verwirrend sein können.
- Es ist möglich, Systeme aufgrund ihres thermischen Zustands zu klassifizieren.

**B. Der Wärmekontakt. Das Wärmegleichgewicht**

**! Ich beobachte**

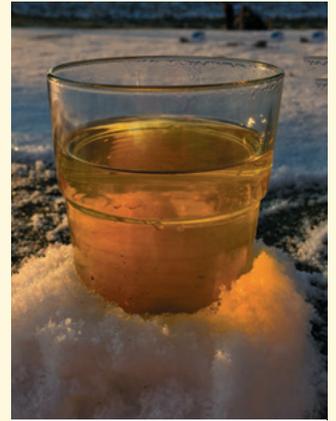
Die Erfahrung zeigt, dass sich der Wärmezustand verändert: Warme Körper können abkühlen, kalte Körper können sich erwärmen. Meerwasser ist im Sommer wärmer (Abb. 1) und im Winter kühler (Abb. 2). Wenn es in deinem Zimmer im Winter zu warm ist, öffnest du das Fenster, damit es abkühlt. Wenn der Tee zu heiß ist, stellst du die Tasse in ein Gefäß mit kaltem Wasser oder in den Schnee (Abb. 3).



1 Das Casino in Konstanz im Sommer



2 Das Casino in Konstanz im Winter



3 Glas mit Tee im Schnee



4 Im Sommer isst du ein Eis, um dich abzukühlen

**🔍 Ich experimentiere**

1 Du hast einen Stein, einen Metallzylinder (du kannst auch ein paar Münzen verwenden) und ein Glas mit Wasser bei Zimmertemperatur (Abb. 5). Binde den Stein mit einer Schnur fest und lege ihn in ein Gefäß mit heißem Wasser und den Metallkörper in den Gefrierschrank. Gib dann die Körper nacheinander in das Glas mit Wasser. Was fällt dir an der Temperatur des Glases auf? Wiederhole das Experiment und erwärme die beiden Körper unterschiedlich.

2 Gieße heißes und kaltes Wasser in ein Glas. Warte zwei bis drei Minuten. Beurteile den thermischen Zustand der verschiedenen Teile des Glases. Wiederhole das Experiment mit unterschiedlichen Mengen an heißem und kaltem Wasser. Was kannst du jedes Mal beobachten?



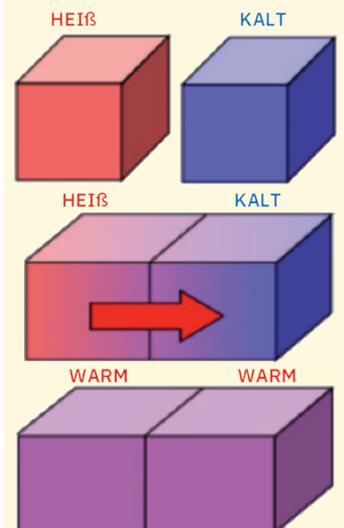
5 Für das Experiment benötigte Materialien

**Schlussfolgerung**

- Bringt man Körper mit unterschiedlichen Wärmezuständen in physischen Kontakt, verändert sich der thermische Zustand jedes Körpers. Der Kontakt, der die thermische Entwicklung der Körper ermöglicht, wird als **thermischer Kontakt / Wärmekontakt** bezeichnet.
- Durch den thermischen Kontakt kühlen wärmere Körper ab und kühlere Körper erwärmen sich.

**✓ Ich merke mir**

Durch Wärmekontakt zwischen verschiedenen Körpern entsteht ein neues System. Ohne Eingriff von außen **entwickelt sich** dieses System **von selbst** zum gleichen Wärmezustand für alle Körper des neuen Systems. Wir sagen, dass alle Körper in thermischem Kontakt ein **thermisches Gleichgewicht / ein Wärmegleichgewicht** erreicht haben (Abb. 6).



6 Wärmegleichgewichtszustand

## Die Temperatur. Das Messen der Temperatur. Temperaturskalen

### WUSSTEST DU, DASS ...?

Anders Celsius war ein schwedischer Wissenschaftler, geboren im Jahr 1701. Er war Professor für Astronomie an der Universität von Uppsala, und seine Hauptinteressen lagen auf den Gebieten der Geodäsie und der Physik. Er untersuchte das Polarlicht und erklärte dieses Phänomen zum ersten Mal mit dem Erdmagnetismus.



Im Jahr 1742 veröffentlichte er die Ergebnisse seiner Forschungen über ein Glasthermometer, dessen Anzeigeflüssigkeit Quecksilber war. Um dieses Messinstrument zu kalibrieren, wählte Celsius als Richtwerte die Temperatur von kochendem Wasser, die er „0 Grad“ nannte, und den Schmelzpunkt von Eis, den er „100 Grad“ nannte. Heute kennen wir alle die Temperaturwerte für schmelzendes Eis und kochendes Wasser: 0 bzw. 100 Grad. Es sei jedoch daran erinnert, dass diese beiden Richtwerte von Carl Linné nach dem Tod von Celsius getauscht wurden. Diese Temperaturskala von 100 Grad wurde erst 1948 nach dem großen schwedischen Wissenschaftler Celsius benannt.

### Ich experimentiere

Auf dem Labortisch stehen drei Gefäße mit Wasser mit unterschiedlicher Temperatur (Abb. 1).

Stelle ein Gefäß mit Leitungswasser auf den Labortisch. Das Gefäß (B) sollte so breit sein, dass du beide Handflächen hineinstecken kannst, ohne dass das Wasser herausläuft. Stelle links davon ein Gefäß mit Wasser und Eis (A) und rechts davon ein weiteres Gefäß (C) mit erwärmtem Wasser (so viel, wie die Handflächen verkraften können!). Jetzt aufgepasst! Lege deine linke Hand in das Gefäß mit Wasser und Eis (A) und deine rechte Hand in das Gefäß mit erwärmtem Wasser (C). Zähle bis 25 und merke dir das Gefühl, das du mit jeder Handfläche verbindest. Nimm nun die Handflächen aus den beiden Gefäßen und tauche sie gleichzeitig und schnell in das mittlere Gefäß (B). Welches Gefühl hast du in jeder Handfläche? Sage deinen Kollegen, was du gefühlt hast.



1

### Schlussfolgerung

Die Beurteilung des Wärmezustands des Wassers im mittleren Gefäß durch menschliche Wahrnehmung ist subjektiv, kann verwirrend, widersprüchlich und fehleranfällig sein. Für die korrekte Bewertung des thermischen Zustands eines physikalischen Systems werden Messinstrumente benötigt, die nicht auf der Wahrnehmung, sondern auf messbaren physikalischen Parametern beruhen.

### Ich merke mir

Der Wärmezustand kann ein Ordnungskriterium sein. Ihm wird eine physikalische Größe namens **Temperatur** zugeordnet. Ein Körper, der wärmer ist als ein anderer, hat eine höhere Temperatur. Die Temperatur wird in **Grad** gemessen.

Das Messinstrument für die Temperatur heißt **Thermometer**. Es gibt viele verschiedene Arten von Thermometern, wie in Abbildung 2 dargestellt.



2 Thermometer

**! Ich beobachte**

Abbildung 3 zeigt ein medizinisches Thermometer. Der Thermometerkörper ist Quecksilber, und die thermometrische Eigenschaft ist die Änderung des Volumens der Quecksilbersäule bei Temperaturänderungen.

In den meisten europäischen Ländern wird die Celsius-Skala verwendet. Auf dieser Skala wird die Temperatur 0 °C dem schmelzenden Eis und 100 °C dem kochenden Wasser zugeordnet. Dieser Abschnitt ist in 100 äquidistante („zentesimale“) Einheiten unterteilt, die als Grad Celsius bezeichnet werden. Die Gleichung für die Maßeinheit lautet:  $[t] = \text{°C}$ .

**✎ Ich wende an**

Um mit thermischen Methoden die Temperatur eines physikalischen Systems zu messen, muss sich dieses in thermischem Kontakt mit dem Thermometer befinden, im Sonderzustand des *thermischen Gleichgewichts*. Aufgrund seiner technischen Eigenschaften darf das Thermometer den Wärmezustand des untersuchten Systems nicht wesentlich (messbar) verändern und muss objektive und reproduzierbare Informationen liefern. Ein Thermometer muss einen speziellen *thermometrischen Körper*, eine *thermometrische Eigenschaft* dieses Körpers (beschrieben durch ein *physikalisches Gesetz*) und eine *Temperaturskala* haben.

Suche im Internet nach Temperaturskalen und finde zwei andere Temperaturskalen als die Celsius-Skala. Erstelle dann eine Tabelle für die Umwandlung von Gradzahlen in eine andere Skala. Finde die entsprechenden Temperaturwerte für 0 °C (Gefrierpunkt von Wasser) und 100 °C (Siedepunkt von Wasser) in anderen Skalen.

Finde Informationen über Anders Celsius, Gabriel Fahrenheit, William Thomson und Lord Kelvin. Schreibe einen Aufsatz und präsentiere ihn deinen Mitschülern.

**✓ Ich merke mir**

Eine **Temperaturskala** ist eine geordnete Menge von Werten, die dazu dient, die Temperatur entsprechend dem Wärmezustand eines Körpers (physikalischen Systems) zu ordnen. Um die Eindeutigkeit der Temperaturbestimmung zu gewährleisten, haben sich die Physiker für die Verwendung von Temperaturskalen entschieden, an deren Enden Werte stehen, die (in der Regel) willkürlich durch empirische Methoden (basierend auf sensorischen Methoden, reproduzierbaren Experimenten, ohne theoretische Ausarbeitungen) ausgesucht wurden. Eine Ausnahme von dieser Regel ist die Kelvin-Skala, die auf präzisen theoretischen und experimentellen Grundlagen die **absolute Temperaturskala** vorschlägt. Für diese Skala ist die Referenztemperatur von 0 K objektiv. Kein physikalisches System kann eine niedrigere Temperatur als diesen Wert haben. Das Kelvin ist die Maßeinheit der Temperatur ( $T$ ) auf der absoluten Temperaturskala und eine Grundmaßgröße im Internationalen Einheitensystem:  $[T]_{SI} = K$ .

Die Beziehung zwischen den Temperaturen, die einen Erwärmungszustand eines Körpers darstellen, ausgedrückt in der Kelvin-Skala bzw. in der Celsius-Skala, ist folgende:

$$T(K) = t(\text{°C}) + 273,15 \cong t(\text{°C}) + 273.$$

**✎ Ich wende an**

- Abbildung 4 zeigt drei Thermometer, die in drei verschiedenen Skalen geeicht sind. Wenn die Temperatur eines Körpers auf der Celsius-Skala  $t$  °C beträgt, wie hoch ist dann die Temperatur desselben Körpers, gemessen auf den anderen Skalen? Wie groß ist der Temperaturbereich von 1 °C auf den anderen Skalen?
- Ein Kollege erzählt, wie er in seinem „Physiklabor“ zu Hause in der Garage die Mischung von Flüssigkeiten (Wasser) mit unterschiedlichen Temperaturen untersucht hat. In einem Behälter auf dem Tisch in der Mitte der Garage mischte er heißes und kaltes Wasser, wobei er zuvor die Temperatur der beiden Komponenten der Mischung mit einem Alkoholthermometer maß. Um den Erfolg des Vorgangs sicherzustellen und weil es in der Garage kalt und dunkel war, nahm der Kollege das nasse Thermometer aus der Mischung, wischte es mit der Hand ab und näherte sich dem Garagenfenster, um die Messwerte besser ablesen zu können. Er notierte jedes Mal die Messwerte und zog Schlussfolgerungen. Ist er richtig vorgegangen? Erkläre!



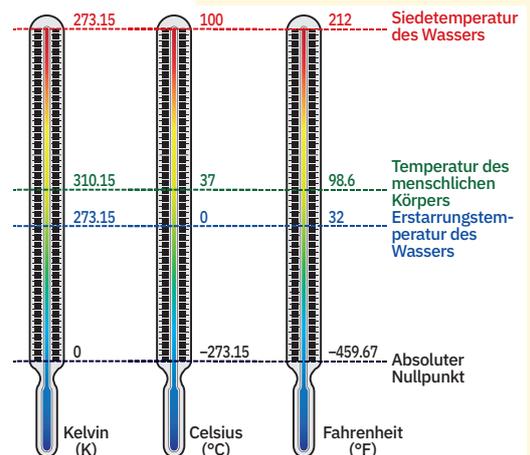
3 Medizinisches Thermometer

**WUSSTEST DU, DASS ...?**

Quecksilber ist bei Raumtemperatur ein flüssiges Metall und wird mit dem Symbol Hg bezeichnet. Umgangssprachlich wurde es auch lebendiges Silber genannt. Heute wird es wegen seiner sehr hohen Toxizität nicht mehr in Thermometern verwendet.

**Umrechnungsformeln für die Temperaturen**

In	Aus	Formel
°F	°C	$\text{°F} = (\text{°C} \times 1,8) + 32$
°C	°F	$\text{°C} = (\text{°F} - 32) : 1,8$
K	°C	$K = \text{°C} + 273,15$
°C	K	$\text{°C} = K - 273,15$



4 Flüssigkeitsthermometer

## Die Änderung des Wärmezustands. Die Wärmeübertragung. Erwärmen, Abkühlen

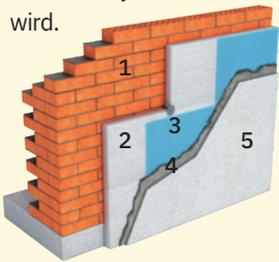
### EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNG Thermische Schichten

**Benötigte Materialien:** zwei identische Becher, einer mit heißem Wasser, das rot gefärbt ist, der andere mit kaltem Wasser, das blau gefärbt ist. Bedecke den Becher mit heißem Wasser mit einem sehr dünnen (Plastik-)Deckel, halte deine Hand über den Deckel und stelle den Becher kopfüber über den Becher mit kaltem Wasser. Ziehe vorsichtig am Deckel, sodass sich die Becher überlappen. Man bemerkt, dass sich das heiße Wasser nicht mit dem kalten Wasser vermischt. Erkläre!

### PORTFOLIO

Betrachte die folgende Abbildung und schreibe einen Aufsatz zum Thema: „Dämmung der Wände eines Hauses“, in dem du erklärst:

- welche physikalischen Eigenschaften die Materialien haben müssen, aus denen eine Wand eines modernen Wohnhauses gebaut ist;
- welche Vorteile die Isolierung von Gebäuden bietet. Sammle alle Materialien, die du herstellst, in einer Mappe, die dein Physik-Portfolio sein wird.



- 1 – Ziegelwand
- 2 – Styroporplatte
- 3 – Glasfasergewebe
- 4 – Grundierung / Haftgrundierung
- 5 – Außenputz

Aufbau einer  
Gebäudeisolierung

### ! Ich beobachte

Wenn wir ein Gefäß mit kaltem Wasser auf eine heiße Platte stellen, erwärmt sich das Wasser. Man sagt, dass es Wärme aufnimmt. Wenn wir das Gefäß mit heißem Wasser im Winter auf den Balkon stellen, kühlt das Wasser ab. Man sagt, das Wasser gibt Wärme ab. Die Temperatur charakterisiert einen Zustand eines Systems (im Wärmegleichgewicht), aber nicht den Übergang zu einem anderen Gleichgewichtszustand. Unter Wärmeaustausch versteht man den Prozess der Erwärmung oder Abkühlung eines Systems zwischen zwei Gleichgewichtszuständen, von einer Temperatur zu einer anderen. Physikalische Systeme nehmen keine Temperatur auf oder geben sie ab. Ebenso haben physikalische Systeme, die sich im Gleichgewicht befinden, keine „Wärme“. Wärme kennzeichnet physikalische Prozesse wie das Erwärmen oder das Abkühlen.

### 🔍 Ich experimentiere

Um einige Faktoren zu ermitteln, die die Wärmeübertragung beeinflussen, gehe folgendermaßen vor: in fünf identische Bechergläser gib eine Masse  $m_0 = 75$  g Wasser mit einer Temperatur  $t_0 = 20$  °C, gemessen mit einem empfindlichen Thermometer. Wir nennen diese Anordnung das „Ausgangssystem“. In der ersten Reihe von fünf Messungen füge dem Ausgangssystem eine weitere Wassermasse  $m$  mit steigenden Werten und derselben Temperatur  $t$  hinzu, wie in der nebenstehenden Tabelle dargestellt. Miss jedes Mal sorgfältig die Gleichgewichtstemperatur  $\theta$  und trage sie in die Tabelle in deinem Heft ein. Was stellst du fest?

Wiederhole die Versuchsreihe, indem du die gleiche Wassermasse  $m$  hinzufügst, aber mit steigender Temperatur. Miss jedes Mal sorgfältig die Gleichgewichtstemperatur und trage sie in die Tabelle ein. Was stellst du fest?

Was wäre das Ergebnis, wenn du anstelle von heißem Wasser ein Metallstück mit einer Masse von 75 g und einer Temperatur von 20 °C bis 80 °C in das Ausgangssystem einführen würdest? Wie gehst du bei diesen Experimenten vor? Welche Materialien benötigst du?

Beschreibe die Arbeitsweise, führe das Experiment durch, fülle eine neue Tabelle aus und präsentiere die Schlussfolgerungen.

#### Schlussfolgerung

Der Wärmekontakt zwischen zwei Systemen mit unterschiedlichen Temperaturen führt zu einem neuen physikalischen System, dessen Gleichgewichtstemperatur von der Masse der in Kontakt gebrachten Systeme, ihrer Temperatur und der Art der verwendeten Stoffe abhängt. Das Wärmegleichgewicht wird durch **Wärmeübertragung** erreicht.

I. Nr.	$m_0$ (g)	$t_0$ (°C)	$m$ (g)	$t$ (°C)	$\theta$ (°C)
1	75	20	50	40	
2	75	20	75	40	
3	75	20	100	40	
4	75	20	125	40	
5	75	20	150	40	

II. Nr.	$m_0$ (g)	$t_0$ (°C)	$m$ (g)	$t$ (°C)	$\theta$ (°C)
1	75	20	75	20	
2	75	20	75	35	
3	75	20	75	50	
4	75	20	75	65	
5	75	20	75	80	

### ✓ Ich merke mir

Bei allen bisherigen Experimenten hast du festgestellt, dass es eine gewisse Zeit dauert, bis das Wärmegleichgewicht erreicht ist. Wir nennen diese Zeitspanne die **Entspannungszeit**. Die Entspannungszeit hängt von der Temperatur und dem Material ab.

**! Ich beobachte**

Wärmeaustausch ist im Alltag allgegenwärtig, daher ist es notwendig, den Prozess gut zu kennen und zu verstehen. Ein Kochtopf ist aus Metall, damit er die Wärme vom Herd so gut wie möglich aufnehmen kann, aber gleichzeitig hat er wärmeisolierende Griffe, damit wir uns nicht „verbrennen“, wenn wir mit ihm in Wärmekontakt kommen (Abb. 1). Ein elektrischer Heizkörper ist aus Metall, um möglichst viel Wärme an den Raum abzugeben, hat aber wärmeisolierende Füße, damit er den Fußboden nicht beschädigt (Abb. 2). Die Wärmeübertragung wird durch die **Wärmeleitfähigkeit** von Körpern beschrieben. Einige Körper haben eine **gute Wärmeleitfähigkeit**, andere sind **Wärmeisolatoren**.



1 Metalltopf



2 Heizkörper

**🗨 Ich experimentiere**

Du hast zwei Stäbe mit Holzgriff (erkläre, warum!), einen aus Glas und einen aus Kupfer, eine Stoppuhr, eine Kerze und ein paar Stücke Paraffin (Abb. 3). Lege einige gleiche Paraffinstückchen in gleichem Abstand auf jeden Stab.



3

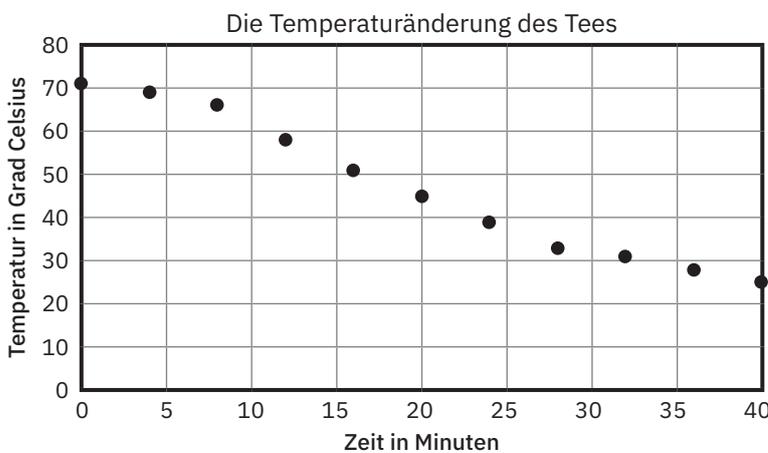
Halte die Spitze des Kupferstabs über die Flamme einer Kerze und betrachte die Paraffinstücke genau. Notiere die Zeit, die es braucht, bis alle Paraffinstücke geschmolzen sind. Beschreibe, was du beobachtet hast. Wiederhole das Experiment mit dem Glasstab. Beschreibe das Glas und das Kupfer hinsichtlich ihrer Wärmeleitfähigkeit.

**Schlussfolgerung**

Die Wärme wird von der Kerzenflamme über zwei verschiedene Körper auf das Paraffin übertragen. Diese haben eine unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit bei der Übertragung von Wärme. Es ist wichtig, diese Wärmeleiteigenschaft von Stoffen zu kennen, um Gegenstände für den täglichen Bedarf herzustellen.

**🗨 Ich experimentiere**

Ein Schüler hat zu Hause die Temperaturänderung von Tee in einer Porzellantasse, die er abkühlen ließ, untersucht. Mit den gesammelten Daten erstellte er das Diagramm in Abbildung 5. Wie interpretierst du dieses Diagramm? Welches System hat Wärme abgegeben, an wen hat es sie abgegeben, durch wen?



5

Bestimme die Temperaturwerte in Abhängigkeit von der Zeit für drei gleiche Mengen heißes Wasser in verschiedenen Gefäßen: einem Zinnbecher, einem Becherglas und einem Glasgefäß in einem anderen Glasgefäß (Abb. 6). Zeichne eine Tabelle, in der du die Temperaturwerte zu verschiedenen Zeitpunkten aufzeichnest, und zeichne dann Diagramme der Temperaturänderung mit der Zeit. Interpretiere die Diagramme und erkläre die Unterschiede zwischen ihnen.



6 Gefäße fürs Experiment

**UNTERSUCHUNG**

In der Praxis werden spezielle Behälter verwendet, die Flüssigkeiten für eine lange Zeit entweder sehr kalt oder sehr heiß halten. Ein solches Gefäß („Thermoskanne“) hat einen besonderen Aufbau (Abb. 4). Betrachte und erkläre seine Bestandteile.



4 Thermosgefäß

## PROJEKT Technische Anwendungen der Wärmeausdehnung

Ziel des Projekts  
Das Erkennen der  
Bedeutung der  
Ausdehnung / der  
Kontraktion in der Technik.

Was wirst du tun?

Du wirst einige Geräte und  
Vorrichtungen identifizieren,  
die auf der Grundlage der  
Ausdehnung funktionieren.

Wie wirst du vorgehen?

**1** Suche auf Websites, in  
Büchern oder anderen  
Informationsquellen.

**2** Bestimme, welche  
Informationen für das  
Projekt wichtig sind.

**3** Beschreibe kurz die Rolle  
und Funktionsweise der  
ausgewählten Geräte  
(mindestens zwei).

Sammle alle Materialien, die  
du erstellst, in einer Mappe,  
die dein Physik-**Portfolio**  
sein wird.

Wie wirst du das  
Projekt deinen Kollegen  
präsentieren?

Du erstellst eine  
PowerPoint-Präsentation  
oder ein Plakat mit Text und  
Bildern.

Wie wird das Projekt  
bewertet?

Bitte deine Kollegen, dir  
Fragen zu deinem Projekt zu  
stellen und Vorschläge zu  
machen.

Bitte deine Kollegen, dir  
eine Bewertung zu geben:  
ausgezeichnet, sehr gut,  
gut, befriedigend.

## Die Ausdehnung. Die Kontraktion

### ! Ich beobachte

Stelle einen leeren 0,5-Liter-Plastikbehälter mit fest verschlossenem Deckel in den Gefrierschrank. Nimm ihn nach fünf Minuten heraus. Beobachte ihn weiter. Schreibe auf, was du beobachtest.

#### Schlussfolgerung

Durch die Abkühlung im Gefrierschrank schrumpft das Volumen der warmen Luft im Behälter und die Form des Kunststoffbehälters verändert sich. Durch Erhitzen vergrößert sich das Volumen der Luft und der Behälter kehrt in seinen ursprünglichen Zustand zurück.

### 🔍 Ich experimentiere

Nimm eine Flasche, die ganz voll mit heißem Wasser (60 °C) ist, stelle sie in den Kühlschrank und nimm sie nach einer Stunde heraus. Schau dir den Wasserstand in der Flasche an. Ist etwas Wasser verschwunden? Beobachte weiter, was mit dem Wasserstand in der Flasche nach einer Stunde passiert. Schreibe auf, was dir auffällt.

- Leere die Wasserflasche und stelle sie für 5 Minuten in den Gefrierschrank. Nimm sie heraus und lege sie schnell mit dem Hals nach unten in warmes Wasser in einer Glasschale. Schreibe auf, was du siehst.
- Befestige einen horizontalen Stab mit einem Metallring an einem Ende an einer vertikalen Stütze (Abb. 1). Der Ring sollte so groß sein, dass eine Metallkugel bei Zimmertemperatur gerade noch durch den Ring passt. Erhitze die Kugel in heißem Wasser oder einer Kerzenflamme. Führe die erhitzte Kugel über den Ring und beobachte, ob die Kugel durch den Ring passt. Was geschieht mit der auf den Ring gelegten Kugel nach einer längeren Zeit (5–10 Minuten)?
- Fülle heißes Wasser in eine Plastikflasche und verschließe sie. Stelle die Flasche auf eine elektronische Waage. Lies die Werte der Waage zu verschiedenen Zeiten ab, bis das Wasser Zimmertemperatur erreicht hat. Was beobachtest du?

#### Schlussfolgerung

- 1 Durch Abkühlung ist das Volumen des Wassers geschrumpft, weniger als bei Luft, aber immer noch mit bloßem Auge erkennbar. Durch Erwärmung hat sich das Volumen des Wassers vergrößert, das nun wieder sein ursprüngliches Volumen erreicht hat.
- 2 Im Gefrierschrank ist die Luft stark abgekühlt. Bei abgenommenem Deckel gelangte sehr kalte Luft aus dem Gefrierschrank in die Flasche. Als du die Flasche mit dem Hals ins Wasser gestellt hast, war die Luft in der Flasche von der Außenwelt getrennt. Durch den Wärmekontakt mit deinen Handflächen begann sich die Luft zu erwärmen und ihr Volumen zu vergrößern. Infolgedessen gelangten Luftblasen aus dem Glas in das Wasser und stiegen an die Wasseroberfläche.
- 3 Durch die Erwärmung vergrößerte die Metallkugel ihr Volumen kaum merklich, und dennoch passte sie nicht durch den Ring! Nach dem Abkühlen nahm die Kugel wieder ihre ursprüngliche Größe an und fiel dann durch den Ring.
- 4 Die Messungen zeigen, dass bei einer Änderung des Wärmezustands eines Körpers (fest, flüssig, gasförmig) seine Masse praktisch unverändert bleibt.

### ✓ Ich merke mir

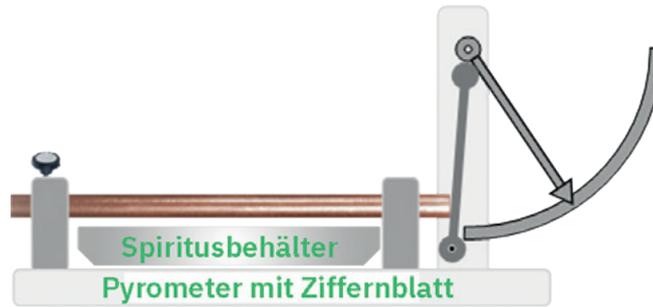
Alle Körper, unabhängig von ihrem Aggregatzustand, ob fest, flüssig oder gasförmig, verändern ihre Dimensionen durch die Änderung ihrer Temperatur infolge des Wärmekontakts mit anderen Körpern. Im Allgemeinen vergrößert sich ihr Volumen durch Erwärmung. Dieser Vorgang der Volumenvergrößerung eines Körpers unter Wärmeeinwirkung wird als **Wärmeausdehnung** bezeichnet. Die Verkleinerung des Volumens von Körpern durch Wärmeabgabe wird als **Wärmekontraktion** bezeichnet.



**1** Vorrichtung zur Beobachtung der Ausdehnung von Metallen

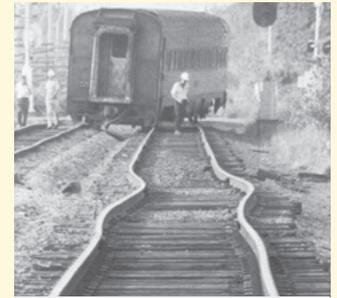
## Ich wende an

- Bei thermischer Ausdehnung und Kontraktion ändert sich die Dichte der Körper. Erkläre, wie sie sich ändert.
- Die Ausdehnung von Festkörpern** ist von besonderem Interesse, da viele der Gegenstände, die wir im Alltag benutzen, aus Festkörpern bestehen. Zur genaueren Untersuchung der Ausdehnung von Festkörpern wird ein sogenanntes **Pyrometer mit Ziffernblatt** verwendet. Die Abbildung zeigt dieses Instrument mit einem Kupferstab, der an einem Ende zur Analyse befestigt ist. In das Gefäß wird Spiritus gegossen und angezündet. Die Spiritusflamme erreicht die Kupferstange und ... erkläre du weiter, wie das Pyrometer funktioniert.



## WUSSTEST DU, DASS ...?

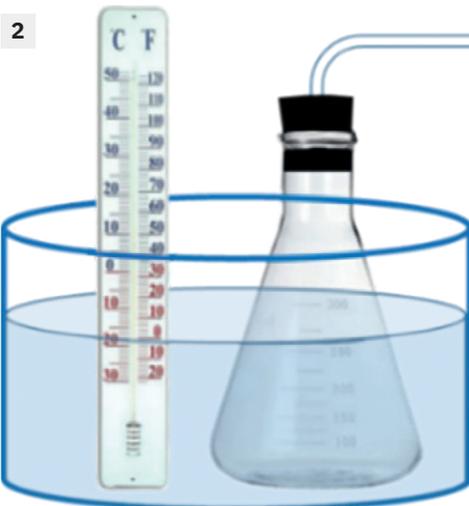
Im Griechischen bedeutet **pyr** Feuer und **metron** Maß.



**4** Wegen der Ausdehnung verbogene Zugschienen

Bei Körpern, bei denen eine Dimension viel größer als die anderen ist, wird die **Ausdehnung** als linear bezeichnet. Bei Körpern mit zwei großen Dimensionen wird die Ausdehnung als **Oberflächenausdehnung** bezeichnet. Für andere Körper wird der Begriff **volumetrische** oder **dreidimensionale** Ausdehnung verwendet. Die Erfahrung zeigt, dass die lineare thermische Ausdehnung proportional zur Anfangslänge des untersuchten Probekörpers ist.

## Ich experimentiere

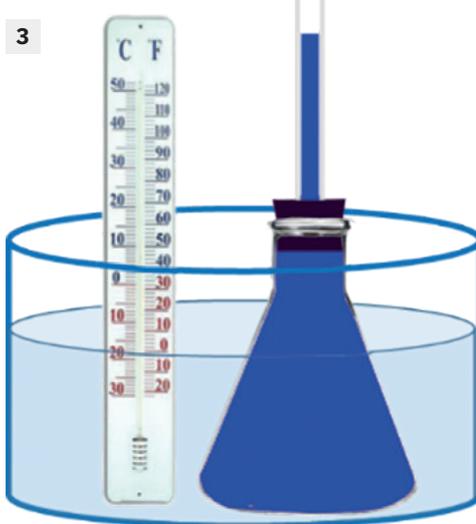


Die Experimente, die du bisher zu thermischen Erscheinungen durchgeführt hast, haben gezeigt, dass sie bei den meisten menschlichen Tätigkeiten häufig auftreten. Es ist daher notwendig, diese Phänomene im Detail zu kennen. Physiker haben im Lauf der Zeit verschiedene Erscheinungen untersucht und sind zu dem Schluss gekommen, dass sie genauen Gesetzen unterliegen.

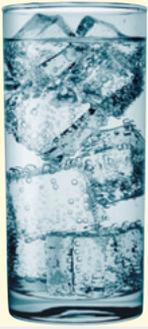
In den nebenstehenden Abbildungen sind zwei Geräte zur Untersuchung der Ausdehnungsgesetze von Flüssigkeiten und Gasen zu sehen.

### Arbeitsaufträge:

- Zeige, für welche Art von Körpern (Gase oder Flüssigkeiten) die beiden Geräte bestimmt sind.
  - Nenne die zusätzlichen Materialien, die du benötigst, um die Ausdehnung von Flüssigkeiten und Gasen zu untersuchen.
  - Beschreibe die Arbeitsweise für jeden Fall, indem du angibst, welche Parameter derjenige, der die Versuche durchführt, verändern und welche physikalischen Parameter er messen sollte.
  - Schlage den Aufbau einer Tabelle mit den Versuchsdaten vor, die für die Analyse des untersuchten Phänomens nützlich ist und die gemessenen physikalischen Größen und die verwendeten Maßeinheiten enthält.
- Schlage vor, Diagramme zu erstellen, die die Informationen in den Tabellen zusammenfassen. Gib an, warum die beiden Geräte, obwohl sie dieselbe Erscheinung, nämlich die Wärmeausdehnung, untersuchen, erhebliche Unterschiede aufweisen. Zeige, wenn möglich, wie man diese beiden Geräte so anpassen kann, dass sie als Thermometer verwendet werden können. Welches könnten die wichtigsten Hindernisse sein?



## Änderungen des Aggregatzustandes



1 Glas mit Wasser und Eis



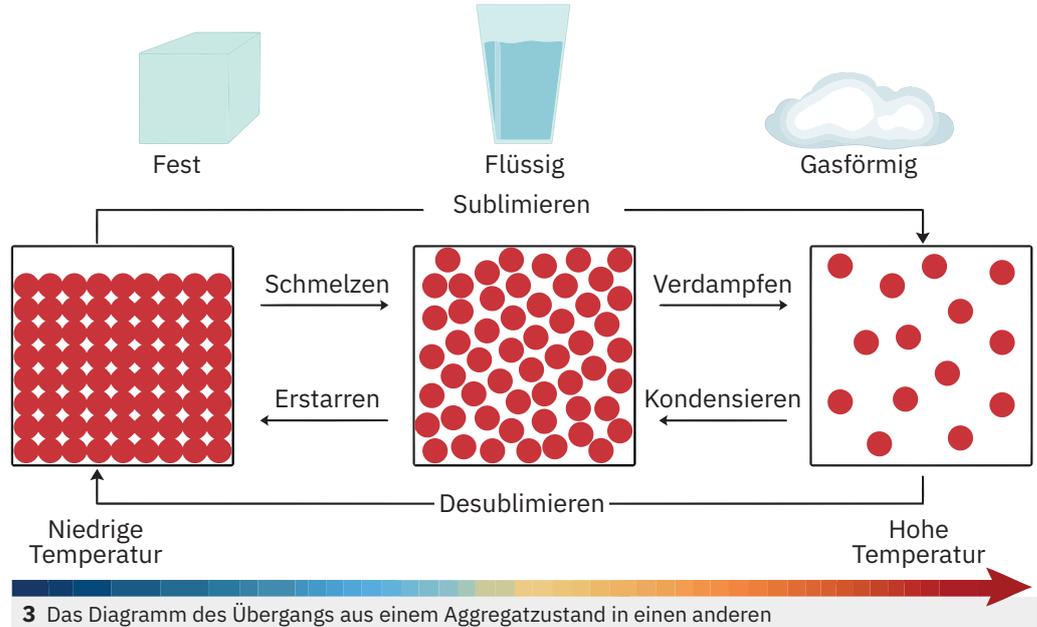
2 Geysir in einem Vulkangebiet

### WUSSTEST DU, DASS ...?

Der vierte Aggregatzustand der Substanz ist das **Plasma**. Die Flamme einer Kerze, ein Blitz, ein Funke, all das sind Formen von Plasma und werden später untersucht. Das Plasma ist der häufigste Aggregatzustand der Stoffe im Universum.

### ! Ich beobachte

Ein Blick auf unsere Umwelt (Abb. 1, 2) zeigt eine Vielzahl physikalischer Systeme in den drei Aggregatzuständen: fest, flüssig, gasförmig. Die **Aggregation** bezieht sich darauf, wie eng die sehr kleinen Teilchen, aus denen die Stoffe bestehen, also *die Atome* und *Moleküle*, zusammenliegen. In Festkörpern liegen die Teilchen sehr dicht beieinander und sind in festen Positionen gebunden; in Flüssigkeiten liegen sie dicht beieinander, können sich aber leicht bewegen; in Gasen sind sie sehr weit voneinander entfernt (Abb. 3). Wir werden sehen, dass diese Zustände durch die Änderung des thermischen Zustands, **den Wärmeaustausch**, bestimmt werden.



- 1 **Wasser** ist uns vertraut. Unser Leben ist ohne Wasser nicht möglich. Lege einen Eiswürfel in ein Becherglas (ein Berzelius-Glas). Beachte, dass er eine **eigene Form** und ein **eigenes Volumen** hat. Diesen Zustand des Wassers nennt man den **festen Zustand**. Erhitze das Becherglas mit einem Spiritusbrenner. Nach einiger Zeit enthält das Glas Wasser in **flüssigem Zustand**. Egal, wie wir das Glas bewegen, das Wasser **nimmt die Form des Gefäßes an, es hat keine eigene Form, aber es hat ein eigenes Volumen**. Erhitze weiter. Nach einiger Zeit scheint es, als ob kein Wasser mehr im Glas ist! Es hat sich im ganzen Laborraum verteilt. In dieser Form, die als **gasförmig** bezeichnet wird, **hat** das Wasser **weder eine eigene Form noch ein eigenes Volumen**, sondern nimmt das gesamte verfügbare Volumen ein.
- 2 Wir haben beobachtet, was geschieht, wenn Wasser in Form von Eis kontinuierlich erhitzt wird. Hast du schon einmal Wassertropfen auf Pflanzen am frühen Morgen gesehen? Was ist mit Schneeflocken? Oder mit dem Eis auf der Eislaufbahn? Diese physikalischen Erscheinungen treten auf, wenn Wasser unter bestimmten Bedingungen abgekühlt wird.

### Schlussfolgerung

Der Übergang eines bestimmten Stoffes von einem Aggregatzustand durch Wärmeaustausch in einen anderen Aggregatzustand hat verschiedene, von der Wissenschaft anerkannte Bezeichnungen. Ein zusammenfassendes Schema dieser Namen, das die Prozesse der Umwandlung von Aggregatzuständen veranschaulicht, ist in der nebenstehenden Abbildung dargestellt.

Erstelle ein ähnliches Diagramm in deinem Heft und schreibe die richtigen Begriffe aus der folgenden Liste auf die Pfeile: **Kondensieren, Desublimieren, Schmelzen, Erstarren, Sublimieren, Verdampfen**.



## A. Das Schmelzen und das Erstarren

### ! Ich beobachte

Betrachte die folgenden Bilder genau, die Aspekte der Umwandlung von Aggregatzuständen durch Wärmeübertragung veranschaulichen. Beantworte ausführlich die Fragen.

- 1 Auf einer Eisscholle im Ozean befindet sich ein Eisbär (Abb. 1). Welchen Aggregatzustand haben die auf dem Bild gezeigten Körper? Welchen thermischen Prozess erleidet die Eisscholle? Nenne die Faktoren in Abbildung 1, die diesen Prozess beeinflussen. Wie lässt sich die Form der Eisscholle auf dem Bild erklären? Warum haben Eisbären ein weißes Fell? (Erinnere dich an den Biologieunterricht der 5. Klasse). Wie ist die Dichte des Gletschers im Vergleich zur Dichte des Wassers im Ozean?
- 2 Das nebenstehende Foto, das im Winter bei einer Lufttemperatur von knapp unter 0 °C aufgenommen wurde, zeigt einen Ausschnitt des Daches eines Hauses an einem klaren Tag (Abb. 2). In der Nacht zuvor hatte es stark geschneit. Damit sich Eiszapfen bilden konnten, musste Wasser vorhanden sein. Woher kam das Wasser, das die Eiszapfen bildete? Wie nennt man den Vorgang, bei dem sich Schnee in Wasser umwandelt? Wie nennt man den Vorgang, bei dem sich Wasser in Eis umwandelt? Wie fand der Wärmeaustausch bei der Bildung von Wasser und dann von Eis statt? Was kann geschehen, wenn die Umgebungstemperatur über 0 °C steigt?
- 3 Manchmal, vor allem wenn es heiß ist, hast du gesehen, dass manche Leute ein paar Eiswürfel in die Gläser mit Saft oder Wasser geben. Ohne mit einem Thermometer zu messen, sage, welche Temperatur die Flüssigkeit deiner Meinung nach hat, solange sich noch Eiswürfel im Glas befinden. Erkläre!

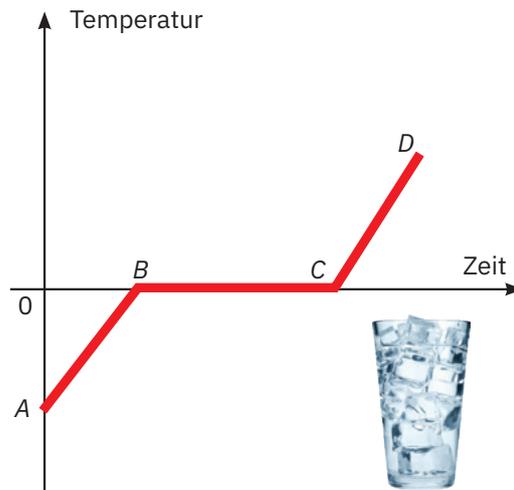


### 🔍 Ich experimentiere

**Benötigte Materialien:** ein hitzebeständiges Glas mit Eiswürfeln, das im Gefrierschrank auf eine Anfangstemperatur unter 0 °C gebracht wurde, ein Thermometer, ein Spiritusbrenner und Halterungsvorrichtungen zum Erwärmen des Eises.

#### Arbeitsweise

- Zünde (unter Aufsicht eines Erwachsenen oder des Physiklehrers) den Docht des Spiritusbrenners an.
- Lies die vom Thermometer angezeigte Temperatur alle zwei Minuten ab, während du das Eis erhitzt.
- Trage die gesammelten Daten in eine Tabelle in dein Heft ein: die Temperatur in Abhängigkeit von der Zeit, bis die Temperatur knapp über 10 °C liegt.
- Stelle die Temperatur in Abhängigkeit von der Zeit anhand der Daten in der Tabelle grafisch dar.
- Wenn du alles richtig gemacht hast, sollte das Diagramm wie in Abbildung 3 aussehen.



3 Das Temperaturdiagramm in Abhängigkeit von der Zeit

#### Schlussfolgerung

Während des gesamten Versuchs hat das Glas mit Eis von dem Spiritusbrenner Wärme erhalten. Im Abschnitt A–B des Diagramms steigt die Temperatur des Eises. Wenn das Thermometer 0 °C anzeigt, beginnen Wassertröpfchen im Becher zu erscheinen. Dies entspricht dem Punkt B auf dem Diagramm. Wenn die Temperatur über 0 °C ansteigt (Abschnitt C–D), sieht man, dass es kein Eis mehr im Glas gibt (Punkt C). Die von einem System ausgetauschte Wärme, die eine Temperaturänderung bewirkt, wird als **sensible Wärme** bezeichnet. In Abschnitt B–C nimmt das System zwar Wärme auf, aber die Temperatur steigt nicht! Man bemerkt bloß, dass das Eis schmilzt. Die von einem Körper während der Änderung seines Aggregatzustands ausgetauschte Wärme wird als **latente Wärme** bezeichnet (**latens** bedeutet im Lateinischen **verborgen**).

### PORTFOLIO

Schreibe einen Aufsatz zum Thema „Welche Form haben Schneeflocken?“.

Suche in verschiedenen Informationsquellen und finde mindestens drei Formen von Schneeflocken. Beschreibe die Form der Schneeflocken und erkläre, wie sie entstehen. Zeige Zeichnungen oder Bilder von Schneeflocken.

Sammele alle Materialien, die du erstellst, in einer Mappe, die dein Physik-Portfolio sein wird.



1 Eine Pfütze, die austrocknet



2 See mit heißem Wasser



3 Topf mit kochendem Wasser

### ✓ Ich merke mir

Der thermische Prozess der Umwandlung eines Stoffes aus dem festen in den flüssigen Zustand wird als **Schmelzen** bezeichnet.

Der thermische Prozess der Umwandlung eines Stoffes aus dem flüssigen in den festen Zustand wird als **Erstarren** bezeichnet. Die Umwandlungen des Aggregatzustands eines Stoffes werden auch als **Phasenumwandlungen** bezeichnet. Bei diesen Umwandlungen bleibt die Temperatur des Systems konstant, auch wenn das System unter unveränderten Umgebungsbedingungen Wärme aufnimmt oder abgibt.

## B. Das Verdampfen und das Kondensieren

### ! Ich beobachte

Betrachte die Abbildungen 1 und 2, die zwei Naturerscheinungen zeigen:

- eine Wasserpfütze, aus der das Wasser mit der Zeit verschwindet;
  - einen See in einem vulkanischen Gebiet, in dem das Wasser kocht.
- Erkläre die beobachteten Phänomene.

#### Schlussfolgerung

- In beiden Fällen wird Wasser aus dem flüssigen in den gasförmigen Zustand umgewandelt, der als **Dampf** bezeichnet wird. Dieser Vorgang heißt **Verdampfung**. Wasserdampf ist mit dem bloßen Auge nicht sichtbar.
- Die Verdampfung, die an der Trennfläche zwischen Luft und Flüssigkeit stattfindet, wo die Luft ein unbegrenztes Volumen einnehmen kann, wird als **Verdunstung** bezeichnet.
- Die Verdampfung, die in der gesamten Masse der Flüssigkeit stattfindet, wird als **Sieden** bezeichnet.

### ✎ Ich wende an

- 1 Das Sieden und das Verdampfen sind für die menschliche Tätigkeit sehr wichtig. Nenne einige Beispiele, um dies zu veranschaulichen.
- 2 Nebenstehend ist ein Topf mit kochendem Wasser abgebildet (Abb. 3). In dem Topf sind Blasen zu sehen. Was denkst du, was diese Blasen enthalten und in welche Richtung sie sich bewegen? Und warum?

### 🔪 Ich experimentiere

- 1 Halte eine Uhrglasschale in der Hand. Gieße ein wenig Aceton hinein. Beobachte genau, wie sich das Volumen des Acetons im Behälter mit der Zeit verändert. Miss, wie viele Minuten es dauert, bis das Aceton aus dem Uhrglas verschwunden ist. Was fühlst du mit deiner Handfläche in Bezug auf die Temperatur? Wiederhole das Experiment mit dem Uhrglas und erzeuge einen Luftzug an der Oberfläche.
- 2 Im Physikkolabor wird ein Experiment zur Verdampfung in der gesamten Flüssigkeitsmasse durchgeführt. Abbildung 4 enthält die notwendigen Elemente für diesen Versuch. Beschreibe, so gut du kannst, alle Gegenstände, die zum Sieden verwendet werden. Wofür werden diese Gegenstände verwendet? Betrachte das Wasser im Berzeliusbecher während des Erhitzens genau. Beschreibe, was du bei den Temperaturen von 40 °C, 65 °C und 90 °C beobachtest. Höre genau auf die Geräusche in der Umgebung des Bechers. Was kannst du feststellen? Fertige eine Tabelle mit den Versuchsdaten an, in der du die Temperatur zu verschiedenen Zeitpunkten festhältst. Zeichne die Temperatur in Abhängigkeit von der Zeit. Erkenne die verschiedenen Abschnitte des Diagramms. Besprich ausführlich die Bedeutung der einzelnen Abschnitte des Diagramms.



4

**✓ Ich merke mir**

Bei Versuchen zum Schmelzen von Eis und zum Sieden von Wasser trifft man auf Temperaturen von 0 °C und 100 °C. Der menschliche Körper wird durch den Kontakt mit Körpern, die solche Temperaturen aufweisen, nachteilig beeinflusst. Aus diesem Grund müssen diese Experimente unter besonderen Vorsichtsmaßnahmen durchgeführt werden, insbesondere wenn Feuerquellen benötigt werden. Wende dich an Personen mit entsprechender Ausbildung und **experimentiere nicht allein zu Hause!**

**! Ich beobachte**

- 1 Zwei Schüler hatten als Aufgabe, ihren Mitschülern Bilder von „gekochtem Stein“ zu zeigen. Die beiden mitgebrachten Bilder zeigen einen Stein in einem Glas mit kochendem Wasser (Abb. 5) bzw. das Magma eines aktiven Vulkans (Abb. 6). Wer hat die Aufgabe richtig gelöst?
- 2 Die nebenstehenden Bilder zeigen einen Teil einer Flasche mit sehr kaltem Wasser (Abb. 7), das Bild eines Sees in der Morgendämmerung an einem sonnigen Tag (Abb. 8), ein Blatt in einem Wald am frühen Morgen (Abb. 9) und eine Dampflokomotive (Abb. 10). Was haben diese Bilder gemeinsam?

**Schlussfolgerung**

Die Bilder 5, 6, 7, 8, 9 und 10 haben etwas Wichtiges gemeinsam: das Auftreten von Wassertröpfchen aus dem Wasserdampf in der Umwelt. Dieses Phänomen wird als **Kondensation** bezeichnet und ist in der Umwelt weit verbreitet. Der Wasserdampf im Raum kondensiert auf dem kalten Glas. Das Wasser im See verdunstet, aber der Dampf trifft auf die kühlere Luft und kondensiert, es entsteht **Nebel!** Die feuchte Luft (mit Wasserdampf) aus dem Wald kommt mit den kühleren Blättern in Berührung und bildet durch Kondensation **Tautropfen**. Die Lokomotive fährt mit überhitztem Dampf (bei Temperaturen von deutlich über 100 °C); beim Kontakt mit der kühleren Umgebungsluft kondensiert ein Teil davon und bildet feine Tröpfchen, die im Volksmund „**Dampf**“ genannt werden, obwohl es in Wirklichkeit Miniatur-„**Wolken**“ sind.

**C. Das Sublimieren und das Desublimieren**

**! Ich beobachte**

- 1 Im Winter, vor dem Schneefall, ist die Luft sehr kalt. Nachdem es anfängt zu schneien, steigt die Lufttemperatur an. Wie lässt sich dieses Phänomen erklären?
- 2 Anbei sind einige Mottenkugeln dargestellt (Abb. 11), eine feste Substanz, die Motten abwehrt. Welches Phänomen tritt auf, wenn Mottenkugeln bei Zimmertemperatur aufbewahrt werden?
- 3 Im Spätherbst, gegen Winter, wenn die Temperaturen in der Nacht unter 0 °C fallen, erscheinen kleine Eiskristalle auf den Blättern (Abb. 12). Welche physikalischen Prozesse finden statt? Erkläre die Vorgänge.
- 4 An Fenstern, deren Temperatur unter dem Gefrierpunkt liegt, können unter bestimmten Bedingungen „Eisblumen“ (Abb. 13) entstehen. Wie erklärst du diese Erscheinung?

**Schlussfolgerung**

- Die direkte Umwandlung von Feststoffen in Dampf wird als **Sublimation** und die direkte Umwandlung von Dampf in Feststoffe als **Desublimation** bezeichnet.
- Naphthalin hat die Eigenschaft, bei Raumtemperatur zu sublimieren, wobei Naphthalindampf entsteht, der Motten von Kleiderschränken fernhält.
- Die Eiskristalle auf Blättern entstehen durch Desublimation des Wasserdampfs, der sich um die Blätter herum befindet.
- Die „Eisblumen“ an den Fenstern entstehen durch die Desublimation von Wasserdampf in der Nähe von Glas bei Temperaturen unter 0 °C.
- Unter bestimmten Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen bildet Wasserdampf in der Erdatmosphäre durch Desublimation wunderschöne Eiskristalle. Wenn es schneit, sind das, was die Menschen für Schneeflocken halten, in Wirklichkeit Ansammlungen dieser Kristalle von erstaunlicher Vielfalt und Schönheit!



5



6



7



8



9



10



11



12



13

## Die Wärmeanomalie des Wassers. Der Kreislauf des Wassers in der Natur

### ! Ich beobachte



1 See im Gebirge



2 Abstand zwischen den  
Zugschienen



3 Verbindung zwischen zwei  
Brückenteilen



4 Rohre für den Transport von  
heißem Dampf



5 Verbindungselement für  
Rohre

**Anwendung 1.** Betrachte Abbildung 1. Ist Wasser sichtbar? Erkläre. Schließe die Augen und stelle dir vor, dass auf den Bergen **Schnee** liegt, dass **es schneit**, dass es **warm** wird und **regnet** und die Pflanzen kräftig wachsen, dass sich Wasserströme bilden, dass die Sonne stark wärmt und einige Pflanzen trocknen ... Zeichne (schematisch) auf einer ganzen Seite des Heftes eine Landschaft, die die oben genannten Elemente enthält. Verwende Begriffe wie **Verdampfen**, **Kondensieren**, **Schmelzen** usw., die du bisher gelernt hast, aber auch andere, die du für nützlich hältst, um den **Wasserkreislauf in der Natur** zu erklären. Zeichne Pfeile, auf denen du die Art des stattfindenden Prozesses und die Richtung des Wärmeaustausches angibst. Nenne Ideen, um die Auswirkungen der beschriebenen Phänomene auf das Leben auf der Erde zu erklären (Tag-Nacht-Abfolge, Jahreszeiten, Einfluss auf menschliche Aktivitäten).

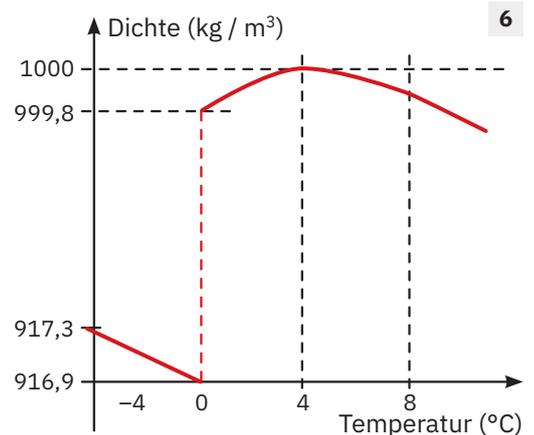
**Anwendung 2.** Die Abbildungen 2 bis 5 stellen technische Aspekte dar, die zeigen, wie Ingenieure das in der Physik erworbene Wissen über thermische Erscheinungen anwenden: eine „Verbindung“ an einem Eisenbahngleis; eine Lücke zwischen zwei Abschnitten einer Straßenbrücke; einige Rohre, die sehr heißen technischen Dampf transportieren und eigenartig gebogen sind, weil sie keine Hindernisse überqueren; und ein Verbindungselement zwischen Rohren, die sehr heiße Flüssigkeiten, aber nicht durchgehend transportieren (zwischen zwei metallischen Verbindungsstücken befindet sich ein elastisch verstärkter Gummischlauch). Welche thermischen Erscheinungen treten hier auf? Erkläre in jedem Fall die Zweckmäßigkeit der gewählten technischen Lösung und was geschehen wäre, wenn diese Methoden nicht angewendet worden wären.

**Anwendung 3.** Die meisten Körper **dehnen** sich bei Erwärmung **aus** und **ziehen sich** bei Abkühlung **zusammen**. Um diese Information zu überprüfen, schnitten einige Schüler eine Plastikflasche auf, füllten sie bis zum Rand mit Wasser und legten sie in den Gefrierschrank. Als sie sie herausnahmen (die Temperatur lag knapp unter 0 °C), erlebten sie eine Überraschung: das Eis, das sich aus dem Wasser gebildet hatte, war deutlich größer als ursprünglich! Um zu verstehen, was passiert war, suchten sie im Internet und fanden heraus, dass Wasser eine Anomalie aufweist: Seine Dichte nimmt zu, wenn die Temperatur steigt, d. h. das Wasser zieht sich zusammen, aber nur bei Temperaturen zwischen 0 °C und 4 °C. Diese **Anomalie** des Wassers ist für einige Lebewesen auf der Erde besonders wichtig; zum Beispiel hat Eis bei 0 °C eine geringere Dichte als Wasser bei der gleichen Temperatur! Nutze die Informationen der Physiker aus dem unten stehenden Diagramm und erkläre, warum Wassertiere (Fische, Biber usw.) im Winter leben können, wenn die Temperatur unter 0 °C fällt und das Wasser gefriert. Berücksichtige, dass ein homogener Körper auf einer Flüssigkeit schwimmt, wenn seine Dichte geringer ist als die Dichte der Flüssigkeit.



### ✎ Ich wende an

- 1 Stelle die Temperaturabhängigkeit des Volumens einer 10 Kilogramm schweren Wassermasse grafisch dar. Entnimm dafür die Daten aus dem Diagramm (Abb. 6) und trage sie in eine geeignete Tabelle ein.
- 2 Lege einen homogenen Eisklumpen von 0 °C, der groß genug ist, in ein hitzebeständiges Glas mit kaltem Wasser, sodass er die Wände des Glases nicht berührt. Markiere mit einer farbigen Linie den Wasserstand im Glas. Beobachte den Wasserstand, bis das gesamte Eis geschmolzen ist. Was bemerkst du? Welche Schlussfolgerung kannst du ziehen?



# Aufgaben

- 1 Maria gibt zwei Teelöffel kalten Naturhonig in den 60 °C heißen Tee, sodass die Temperatur um 15 °C sinkt. Wie hoch ist die neue Temperatur des Tees auf der Kelvinskala?
- 2 Maria und Ion führen ein interessantes Experiment mit einem Kupferstück und einem Brenner mit offener Flamme durch. Sie nehmen das Metall aus dem Gefrierschrank und warten, bis seine Temperatur 0 °C erreicht hat, dann erhitzen sie es mit dem Brenner, bis sich seine Temperatur verdoppelt hat. Wie hoch ist die neue Temperatur des Kupferstücks?
- 3 Die Menschheit steht nun kurz davor, in den Weltraum vorzudringen, so wie sie vor Jahren in unbewohnte Gebiete auf der Erde vorgedrungen ist. Die Herausforderungen sind groß. Lies nach und besprich das Thema „Wasser im Sonnensystem“ im Physikunterricht.

4 Die beiden Schüler haben eine Tabelle (siehe nebenstehende Abbildung) mit leeren Kästchen gefunden. Sie haben sie betrachtet und den „Schlüssel“ zur Lösung der Tabelle verstanden und sie ausgefüllt. Finde auch du den Schlüssel und fülle die Tabelle in deinem Heft aus.

°C	°F	K
5		
	50	
		308

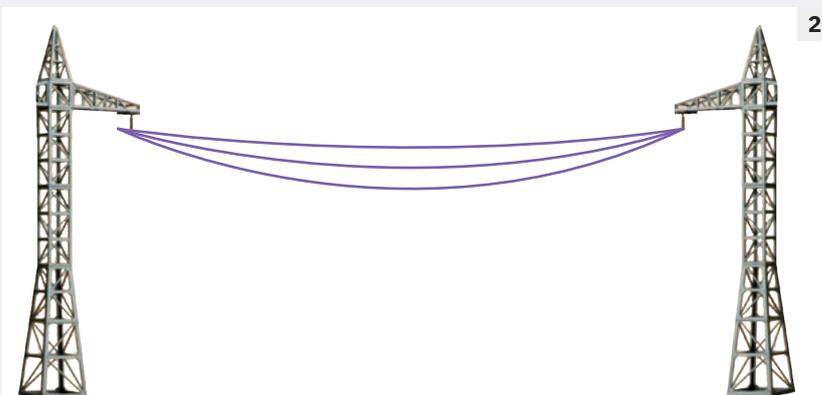
5 Ion hat die Temperatur des Joghurts, den er aus dem Kühlschrank genommen hat, mit einem Thermometer gemessen, das 41 anzeigte. Er fand, dass der Joghurt etwas zu kalt war, und erhitze das Gefäß auf 20 °C. Wie viele Grad Celsius würde ein anderes Thermometer für den aus dem Kühlschrank herausgeholt Joghurt anzeigen?

6 Auf einem Plakat im Labor beobachteten zwei Schüler Abbildung 1. Sie kamen zu dem Schluss, dass es Anschauungsmaterial zur Wiederholung der thermischen Erscheinungen ist. Fleißig und erfinderisch beschlossen sie:

- das Diagramm mit Kästchen neben jedem Buchstaben auszufüllen und in die Kästchen die physikalischen Prozesse zu schreiben;
- auf die Segmente AB, BC, ... Begriffe, die den Aggregatzustand des Stoffes und den Prozess, den er durchläuft, zu schreiben;
- das Plakat mit einem Text zu ergänzen, aus dem hervorgeht, welcher Stoff die Prozesse durchlaufen hat, und mit einer schematischen Zeichnung der für diesen Versuch verwendeten Anlage.

Nimm an, du wärst einer der beiden Schüler. Fülle das Plakat in deinem Heft so aus, wie die Schüler es vorhatten.

7 Maria vervollständigt die Abbildung 2, indem sie auf jeden der drei Leiter die Worte schreibt: April, Januar und Juli. Wohin hat sie jedes Wort geschrieben?



8 Die beiden Studenten zogen Bilanz über die Probleme, die für sie nach der Untersuchung der thermischen Erscheinungen unverstanden geblieben waren. Hier sind sie:

- a Warum hat der Hersteller auf einen Messzylinder, der Volumen misst, 20 °C geschrieben (Abbildung 3)?
- b Warum hat der Lehrer die folgenden literarischen Texte für die Wiederholung vorbereitet: „In den Wäldern krachen die Eichen, / Es ist ein bitterer, bitterer Frost!“ (Vasile Alecsandri, *Im Winter*) und „Sieh dir den Dezemberschnee an ... / Und hör das Feuer knistern“ (George Bacovia, *Dezember*)? Erkläre anhand der bisher erworbenen Kenntnisse die in der Literatur beschriebenen thermischen Erscheinungen.

