

# GRUNDLAGEN DER KINEMATIK

# 2

In diesem Kapitel geht es um:

- Weg und Zeit
- Geschwindigkeit
- Beschleunigung
- Translation und Rotation

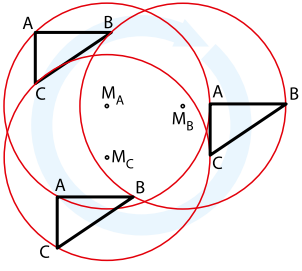
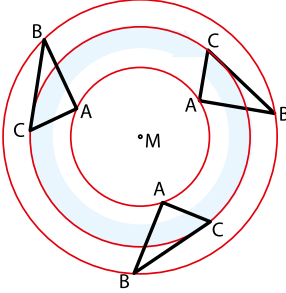
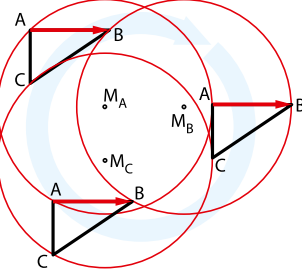
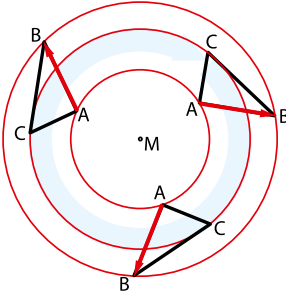
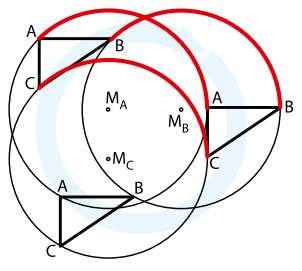
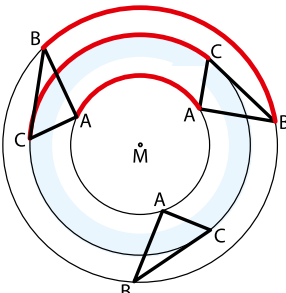
## 2.1 Arten der Bewegung

Die Kinematik ist ein Teilgebiet der Mechanik und behandelt die Bewegungen verschiedenartiger Körper. (Die Frage nach dem Warum einer Bewegung wird in Kapitel 3 beantwortet.) Fast alle Objekte, mit denen sich die Physik beschäftigt, bewegen sich: Fahrzeuge, CDs, Raumschiffe, Erde und Mond, Elektronen, Schall etc.

Die Physik teilt daher die Vielfalt der Bewegungen in zwei große Teilgebiete ein: die **Translation** und die **Rotation**.



Abb. 11.1 Raumsonde

Translation	Rotation
<p>Alle Punkte bewegen sich auf parallelen oder kongruenten (= deckungsgleichen) Bahnen.</p>  <p>Abb. 11.2</p>	<p>Alle Punkte bewegen sich auf konzentrischen Kreisen.</p>  <p>Abb. 11.3</p>
<p>Die Orientierung des Körpers ändert sich nicht.</p>  <p>Abb. 11.4</p>	<p>Die Orientierung des Körpers ändert sich.</p>  <p>Abb. 11.5</p>
<p>Die Bahnen der Punkte eines Körpers sind gleich lang.</p>  <p>Abb. 11.6</p>	<p>Die Länge der Bahn hängt vom Abstand von der Drehachse ab.</p>  <p>Abb. 11.7</p>

Beispiele für Translation	Beispiele für Rotation
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kabinen des Riesenrades in Wien</li> <li>■ Seilbahngondel</li> <li>■ Personen auf Rolltreppe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kurve fahrendes Fahrzeug</li> <li>■ Zeiger einer Uhr</li> <li>■ alle sich drehenden Räder</li> </ul>

## 2.2 Gleichförmige Bewegung

### Geschwindigkeit $v$

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} \text{ bzw. } v = \frac{s}{t}$$

### Gleichförmige Bewegung

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \text{const}$$

$v$  ... Geschwindigkeit;  $[v] = \text{m/s}$

$s$  ... Weg;  $[s] = \text{m}$

$t$  ... Zeit;  $[t] = \text{s}$

Den Bruch „zurückgelegte Wegdifferenz  $\Delta s$  durch die verstrichene Zeit  $\Delta t$ “<sup>(1)</sup> bezeichnet man als **Geschwindigkeit  $v$** .

Ein Körper bewegt sich genau dann gleichförmig, wenn er in gleichen Zeiten gleiche Wege zurücklegt.

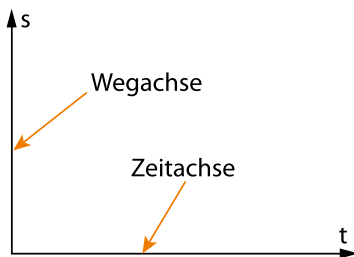
Die Gleichförmigkeit einer Bewegung kann kürzer als  $v = \text{const}$  geschrieben werden.



**Abb. 12.1** Die Position des Fahrzeugs ist nach jeweils gleichen Zeitabschnitten dargestellt.

Die SI-Einheit der Geschwindigkeit ist Meter pro Sekunde (abgekürzt: m/s), doch im täglichen Gebrauch („Umgangssprache“) benützt man die Geschwindigkeitseinheit Kilometer pro Stunde (abgekürzt km/h).<sup>(2)</sup> Umrechnung siehe **Beispiel 2.2 auf Seite 13**.

Um eine Bewegung anschaulich darzustellen, zeichnet man Diagramme. In unserem Falle also ein **s-t-Diagramm (Abb.12.2)**. Dabei wird auf der horizontalen Achse die Zeit aufgetragen, auf der senkrechten der zurückgelegte Weg.

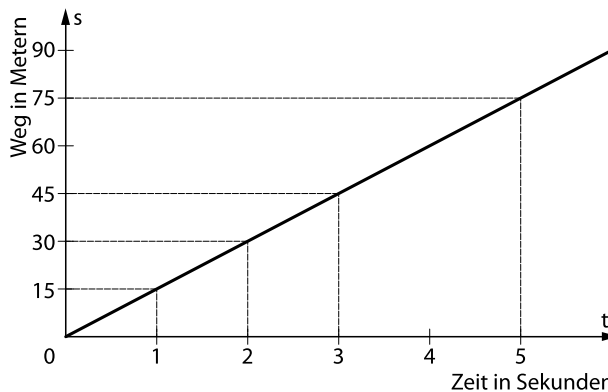


**Abb. 12.2** s-t-Diagramm

### Beispiel 2.1

Ein PKW fährt mit  $15 \text{ m/s}$  ( $= 54 \text{ km/h}$ ) eine gerade Straße entlang. Wir wollen eine gewisse Strecke der Bewegung im Diagramm festhalten.

Wir überlegen: In einer Sekunde fährt der Pkw  $15 \text{ m}$ , in der zweiten Sekunde ebenfalls  $15 \text{ m}$  usw. Diese Werte tragen wir nun in ein s-t-Diagramm ein (**Abb. 12.3**).



**Abb. 12.3**

Das s-t-Diagramm einer gleichförmigen Bewegung ist eine Gerade. (Beachte, dass diese Gerade nicht die geradlinige Bahn des PKW ist.)

<sup>1</sup> Der griechische Großbuchstabe  $\Delta$  (groß Delta) wird üblicherweise für Differenzen benützt.

<sup>2</sup> Man vermeide unter allen Umständen die Bezeichnung „km/h“ oder „Stundenkilometer“!

## Was kann man nun aus einem s-t-Diagramm ablesen:

- Die Steigung der Geraden spiegelt die Geschwindigkeit wider. Je schneller – desto steiler (Abb. 13.1).
- Man kann die Richtung, in der sich der PKW bewegt, ablesen (Abb. 13.2).

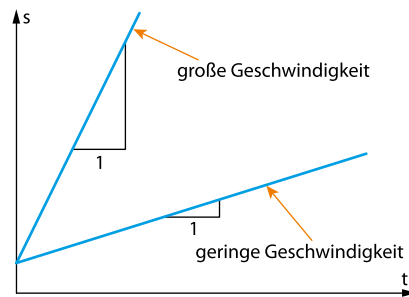


Abb. 13.1 s-t-Diagramm

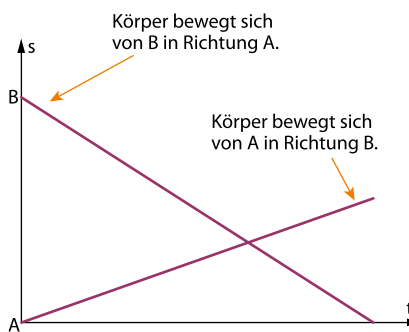


Abb. 13.2 s-t-Diagramm

### Beispiele von Geschwindigkeiten in m/s

Lichtgeschwindigkeit im Vakuum	$3 \cdot 10^8$	Reizleitung in Nervenfasern	100
Lichtgeschwindigkeit in Glas	$2 \cdot 10^8$	Geschwindigkeit eines Fußgängers	1
Geschwindigkeit der Erde um die Sonne	$3 \cdot 10^4$	Geschwindigkeit des Elektrons in Metallleitern	$10^{-8}$
Schallgeschwindigkeit in Luft	300		

### Beispiel 2.2

Wie rechnet man m/s auf km/h um und umgekehrt?

$$1 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1.000}{3.600} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{1}{3,6} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,28 \text{ m/s}$$

Die Umkehrung ergibt schließlich  $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$ .

### Beispiel 2.3

Bernhard und Sebastian wollen entscheiden, wer von ihnen der schnellere ist. Bernhard läuft 60 m in 10 s, Sebastian 100 m in 15 s. Wer ist schneller?

Man setzt die gegebenen Werte in die bekannte Gleichung ein.

$$\text{Bernhard: } v = \frac{s}{t} = \frac{60 \text{ m}}{10 \text{ s}} = 6 \text{ m/s}$$

$$\text{Sebastian: } v = \frac{s}{t} = \frac{100 \text{ m}}{15 \text{ s}} = 6,7 \text{ m/s}$$

**Sebastian ist schneller.**

$$1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$$

$$1 \text{ km/h} = 0,28 \text{ m/s}$$



Abb. 13.3



### Beispiel 2.4

Bei Unfällen ist immer wieder vom Sekundenschlaf als Ursache die Rede. Welchen Weg legt ein Autofahrer während einer Sekunde bei

- a) 100 km/h  
b) 130 km/h  
zurück?

In beiden Fällen muss die Geschwindigkeit zunächst in m/s umgewandelt werden.

$$\text{a) } v = 100 \text{ km/h} = \frac{100}{3,6} \text{ m/s}; t = 1 \text{ s}$$

$$\text{Aus } v = \frac{s}{t} \text{ folgt } s = v \cdot t = \frac{100 \text{ m}}{3,6 \text{ s}} \cdot 1 \text{ s} = 27,8 \text{ m} \quad s = 28 \text{ m}$$

$$\text{b) } v = 130 \text{ km/h} = \frac{100}{3,6}; t = 1 \text{ s}$$

$$s = v \cdot t = \frac{130 \text{ m}}{3,6 \text{ s}} \cdot 1 \text{ s} = 36,1 \text{ m} \quad s = 36 \text{ m}$$



Abb. 14.1

### Mittlere Geschwindigkeit

$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$\Delta s$  ... zurückgelegter Weg;  $[\Delta s] = \text{m}$

$\Delta t$  ... dazu benötigte Zeit;  $[\Delta t] = \text{s}$

Oft ist eine Geschwindigkeit nicht über die gesamte Zeitspanne konstant. Der Körper fährt einmal schneller, einmal langsamer. Um trotzdem eine Aussage machen zu können, gibt man die **mittlere Geschwindigkeit** an.

### Beispiel 2.5

Der Weltrekord im 100-Meter-Lauf der Damen wurde 1988 von Florence Griffith-Joyner (1959 – 1998) aufgestellt. Sie lief die 100 m in 10,49 s.

Welcher Durchschnittsgeschwindigkeit in m/s und km/h entspricht dies?

Warum berechnet man hier „nur“ die Durchschnittsgeschwindigkeit?

Man setzt  $\Delta s = 100 \text{ m}$  und  $\Delta t = 10,49 \text{ s}$  in die Gleichung  $\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$  ein.

$$\text{Also } \bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{100 \text{ m}}{10,49 \text{ s}} = 9,53 \text{ m/s}$$

Die Durchschnittsgeschwindigkeit beträgt  $9,53 \text{ m/s} = 34,3 \text{ km/h}$ .

Die Läuferin lief nicht die gesamte Strecke mit dieser Geschwindigkeit. Sie startete aus dem Stillstand, und gegen Ende der Laufstrecke könnte sie auch langsamer geworden sein.



Abb. 14.2

# CHEMIE UND STOFF

# 8

In diesem Kapitel geht es um:

- Stoffe als Gegenstand der Chemie
- Festkörper, Flüssigkeiten und Gase
- Mischungen und Lösungen
- Trennung von Mischungen
- Chemische Verbindungen und Elemente



## 8.1 Stoffe als Gegenstand der Chemie

### Chemischer Vorgang – physikalischer Vorgang

Alle Stoffe in unserer Umgebung besitzen unterschiedliche Eigenschaften, aber sie haben eines gemeinsam: Sie alle bestehen aus **kleinen, unsichtbaren** und **nicht weiter zerlegbaren Teilchen**. Ein Nagel besteht z. B. aus dem Stoff Eisen, ein Sessel aus dem Stoff Holz, eine Vase aus dem Stoff Glas usw. In den meisten Fällen sind Gegenstände aus vielen verschiedenen Stoffarten zusammengesetzt.

Bei vielen Vorgängen im Alltag werden die Eigenschaften der Stoffe verändert. Es entstehen neue Stoffe. Man nennt solche Vorgänge **chemische Vorgänge** oder **chemische Reaktionen**. Chemische Vorgänge sind z. B. das Backen eines Kuchens, das Verwelken von Blumen, das Rosten von Eisen oder das Abbrennen eines Feuerwerks. Auch alle Lebensvorgänge sind chemische Reaktionen.

Bei **physikalischen Vorgängen** bleiben die Eigenschaften der Stoffe unverändert. Es entstehen keine neuen Stoffe. Physikalische Vorgänge sind z. B. das Schneiden von Papier oder das Mischen von Eisenpulver und Schwefelpulver, aber auch das Verdampfen von Wasser und das Schmelzen von Eis.



Abb. 111.1

Verbrennen – ein chemischer Vorgang



Abb. 111.2

Schneiden – ein physikalischer Vorgang

Vermischt man feines Eisenpulver und Schwefelpulver, so entsteht eine einheitliche, graugelbe Mischung. Diese kann mit Hilfe eines Magneten wieder in die Bestandteile Eisen und Schwefel getrennt werden (siehe nebenstehende Abbildung).

Entzündet man jedoch die Mischung, so reagieren die beiden Bestandteile zu einem neuen Stoff (Eisensulfid), der sich mit Hilfe eines Magneten nicht mehr zerlegen lässt.



Abb. 111.3

Trennung einer Mischung von Eisen und Schwefel

Beim Mischen von Eisenpulver mit Schwefelpulver werden die Eigenschaften der beiden Stoffe nicht verändert. Es handelt sich daher um einen **physikalischen Vorgang**.

Durch das Entzünden reagieren Eisen und Schwefel miteinander zu Eisensulfid, das völlig andere Eigenschaften besitzt als die Ausgangsstoffe. Dies ist daher ein chemischer Vorgang (**chemische Reaktion**).

Chemische Reaktionen werden durch eine **Reaktionsgleichung** dargestellt. Dabei stehen die **Ausgangsstoffe** links und das **Endprodukt** rechts vom **Reaktionspfeil**:

Eisen + Schwefel → Eisensulfid

Man liest die Reaktionsgleichung: „Eisen und Schwefel reagieren zu Eisensulfid.“

Die **Chemie** ist die Wissenschaft von den Stoffen und ihren Veränderungen.

Bei **chemischen Vorgängen** (chemischen Reaktionen) werden die Eigenschaften von Stoffen bleibend verändert.

Bei **physikalischen Vorgängen** ändern sich nur die Zustände der Stoffe.



Mit den folgenden Übungen zeigst du deine grundlegenden Kenntnisse über chemische und physikalische Vorgänge.

**Ü 8.1** Welche der folgenden Vorgänge sind physikalisch, welche chemisch?

Schneiden von Papier, Rosten von Eisen, Verfaulen von Obst, Kochen von Wasser, Verbrennen von Holz, Schmelzen von Stahl, Braten von Fleisch, Auflösen von Zucker in Wasser, Entkalken einer Kaffeemaschine, Reiben von Nüssen, Backen eines Kuchens, Herstellung von Wein.

Die folgende Übung hilft dir beim Erlernen der chemischen Zeichensprache.

**Ü 8.2** Lies folgende Reaktionsgleichungen:

- a) Magnesium + Sauerstoff → Magnesiumoxid
- b) Natrium + Chlor → Natriumchlorid
- c) Wasserstoff + Sauerstoff → Wasser

## 8.2 Festkörper, Flüssigkeiten und Gase

Was ist der Unterschied?



Abb. 112.1

Ein **Festkörper** hat eine bestimmte Form und ein bestimmtes Volumen.



Abb. 112.2

Eine **Flüssigkeit** hat ein bestimmtes Volumen, aber **keine bestimmte Form**. Sie passt sich einem Gefäß an.



Abb. 112.3

Ein **Gas** hat **keine bestimmte Form** und **kein bestimmtes Volumen**. Es füllt einen Raum aus.

**Wasser: fest, flüssig und gasförmig**

Wasser kommt in allen drei **Aggregatzuständen** vor: als Eis, als flüssiges Wasser und als Wasserdampf.



Abb. 112.4



Abb. 112.5



Abb. 112.6

Erwärmt man Eis, so wandelt es sich langsam in Wasser um. Man nennt diesen Vorgang **Schmelzen**. Der **Schmelzpunkt** von Wasser liegt bei  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Erwärmt man Wasser, so bildet sich Wasserdampf. Beim **Siedepunkt** von  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  **verdampft** das Wasser. Unterhalb des Siedepunkts nennt man den Vorgang **Verdunsten**.



Abb. 112.7



## Temperaturkurve von Wasser

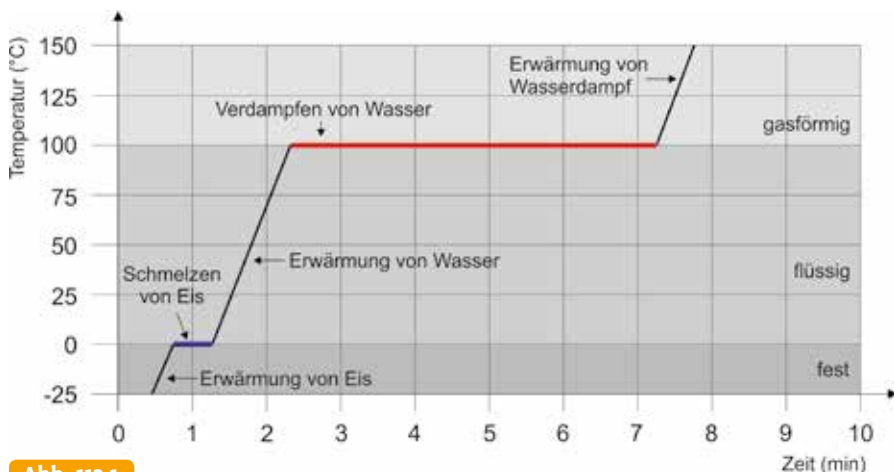


Abb. 113.1

Betrachte die Kurve in Abb. 113.1: Eine bestimmte Menge Eis wird gleichmäßig erwärmt. Bei 0 °C beginnt das Eis zu schmelzen. Die Temperatur bleibt bei 0 °C, bis das Eis zur Gänze in Wasser umgewandelt ist. Dann steigt die Temperatur weiter an. Bei 100 °C beginnt das Wasser zu verdampfen. Die Temperatur bleibt bei 100 °C, bis das Wasser zur Gänze in Wasserdampf umgewandelt ist. Dann steigt die Temperatur wieder an.



Abb. 113.2 Flüssiges Eisen

Stoff	Schmelzpunkt (°C)	Siedepunkt (°C)
Sauerstoff	-219	-183
Ethanol	-15	78
Natrium	98	890
Schwefel	119	445
Eisen	1 540	2 900
Diamant	3 550	4 832

Tab. 113.1 Schmelz- und Siedepunkte einiger Stoffe

Mit Hilfe der folgenden Übungen kannst du einen Bezug zwischen deinen erworbenen Kenntnissen über die Aggregatzustände und verschiedenen Vorgängen des Alltags herstellen.

Ü 8.3 Ergänze in folgender Tabelle die Aggregatzustände der Substanzen bei den angegebenen Temperaturen:

Substanz	Schmelzpunkt	Siedepunkt	-20 °C	-2 °C	20 °C	150 °C
Wasser	0 °C	100 °C				
Brom	-7 °C	59 °C				
Ethanol	-114 °C	79 °C				
Schwefel	119 °C	445 °C				
Stickstoff	-238 °C	-196 °C				

Ü 8.4 Was ist der Unterschied zwischen Verdunsten und Verdampfen?

Ü 8.5 Nenne einige feste, flüssige und gasförmige Stoffe in deiner Umgebung.

Ü 8.6 Abb. 113.3 zeigt die Temperaturkurve einer unbekannt Substanz. Bestimme daraus:

- Bei welcher Temperatur liegt der Schmelzpunkt der Substanz?
- Bei welcher Temperatur liegt der Siedepunkt der Substanz?
- Ändert sich die Temperatur während des Verdampfens?
- Woran kannst du erkennen, dass es sich bei der Substanz nicht um Wasser handelt?

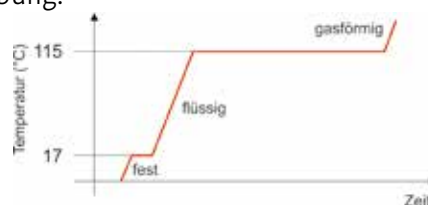


Abb. 113.3

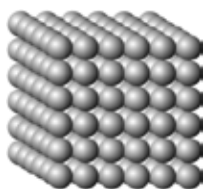


Abb. 114.1 Modell eines Festkörpers



Abb. 114.2 Modell einer Flüssigkeit



Abb. 114.3 Modell eines Gases

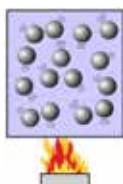


Abb. 114.4 Erhitzen eines Gases

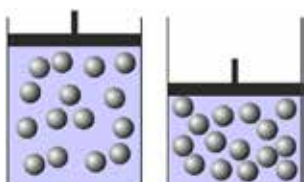


Abb. 114.5 Komprimieren eines Gases



Abb. 114.6

Taucher verwenden Gasflaschen mit komprimierter Luft.

## Anordnung der Teilchen in Festkörpern, Flüssigkeiten und Gasen

In **Festkörpern** sind die einzelnen Teilchen in einem Kristallgitter angeordnet (Abb. 114.1). Sie werden durch **starke Kräfte** zusammengehalten und können nur leichte Bewegungen an ihrem Platz ausführen. Diese Bewegungen werden immer heftiger, je höher die Temperatur wird.

In **Flüssigkeit** sind die Teilchen nur mehr **schwach aneinander gebunden** (Abb. 114.2). Sie bewegen sich langsam und lassen sich gegeneinander verschieben. Deswegen passt sich eine Flüssigkeit jeder Gefäßform an.

In **Gasen** haben die Teilchen **keine Bindung** zueinander (Abb. 114.3). Sie bewegen sich rasch und regellos in alle Richtungen. Dabei stoßen sie immer wieder miteinander und mit der Gefäßwand zusammen.

### Gase näher betrachtet

Beim Aufblasen eines Ballons füllt man ihn mit Gasteilchen. Diese stoßen gegeneinander und gegen die Hülle des Ballons. Das macht den **Druck des Gases** aus. Bläst man mehr Gas in den Ballon, stoßen die Teilchen öfter gegen die Wand, der Druck steigt.

Je höher die Temperatur eines Gases ist, umso rascher bewegen sich die Teilchen und umso höher ist der Druck.

Wird ein **Gas** in einem Behälter **erwärmt**, so wird den Gasteilchen Energie zugeführt und sie bewegen sich schneller. Sie stoßen daher öfter und mit einer größeren Kraft gegeneinander und gegen die Wand. Der Druck steigt.

In einem **Schnellkochtopf** (Druckkochtopf) steigt infolge des höheren Drucks der Siedepunkt von Wasser auf 130 °C. Kartoffel, Fleisch u. a. sind daher schneller gar gekocht.

Auf der Spitze des Mount Everest (8 848 m) beträgt der Siedepunkt von Wasser wegen des geringen Luftdrucks nur mehr 69 °C.

Wird ein Gas in einen kleineren Raum zusammengedrückt, so stoßen die Gasteilchen öfter zusammen und gegen die Gefäßwand, der Druck steigt. Man sagt, das Gas ist **komprimiert**. In vielen Gasen sind die Teilchen dann so nahe, dass das Gas flüssig wird.

**Flüssigkeiten und Festkörper lassen sich nicht komprimieren.**

Der **Siedepunkt** einer Flüssigkeit ist **vom Druck abhängig**. Er steigt mit zunehmendem Druck und fällt mit abnehmendem Druck.

Bei folgenden Übungen lernst du, mit Hilfe des einfachen Teilchenmodells das Verhalten von Gasen und Flüssigkeiten zu begründen und in Fachsprache zu beschreiben.

Ü 8.7 Was verursacht den Druck eines Gases?

Ü 8.8 Was versteht man unter einem komprimierten Gas?

Ü 8.9 Wie ändert sich der Druck eines Gases, wenn es erwärmt wird?

Ü 8.10 Wie ändert sich der Siedepunkt einer Flüssigkeit, wenn der Luftdruck sinkt?

Ü 8.11 Nenne einige Gebrauchsartikel, die komprimierte Gase enthalten.