



EINFÜHRUNG



Wie misst man?



Wie notiert man Messwerte?



Wie stellt man Messwerte dar?



Vorsatzzeichen



Warum brauchen wir Einheiten?

1.1 Arbeitsweise der Physik

Die Physik leistet ihren Beitrag zum Verständnis komplexer Naturerscheinungen, indem sie diese beobachtet und in Versuchen sowie Modellen nachbildet. Die Erkenntnisse und Schlussfolgerungen der durchgeführten Experimente führen zu den physikalischen Aspekten dieser Erscheinungen.

Unsere Umgebung, sprich unsere Lebenswelt wird also von der Physik aufgegriffen, mit geeigneten Methoden untersucht und dadurch erklärt. Zudem wird ein grundlegendes Wissen gelegt, um die natürliche und technische Umwelt bewusst zu erfassen und zu verstehen.

Physik als Grundlagenforschung, die elementare Zusammenhänge untersucht und erschließt und die Technik als Anwendung dieser Zusammenhänge sind eng miteinander verbunden. Daher erfolgt die Erschließung physikalischer Zusammenhänge über die Analyse mittels technischer Geräte und Naturphänomene.

Die Arbeitsweise der Physik besteht seit jeher darin, Fragen zu stellen, Vermutungen zu formulieren, diese mit Hilfe einfacher Experimente zu überprüfen, Versuche zu protokollieren und Ergebnisse zu dokumentieren.

Es geht ferner darum, Versuchsergebnisse zu quantifizieren, das heißt mathematisch zu erfassen und als Berechnungsformel darzustellen, sowie Modellvorstellungen zu entwickeln und damit zu arbeiten.

Einfacher ausgedrückt: Formeln fallen nicht „vom Himmel“ oder stehen „halt“ im Tabellenbuch bzw. in der Formelsammlung.



Formeln sind das Ergebnis einer physikalischen Vorgehensweise!

1.1.1 Physikalische Größenangaben

Im Alltag werden häufig Größenangaben verwendet, die, physikalisch betrachtet, unvollständig sind: „Wie alt bist du?“ – „17!“

Korrekt hätte die Antwort lauten müssen: 17 Jahre. Trotzdem weiß im Alltag jeder aus dem Zusammenhang heraus, um welche – nicht genannte – Einheit es sich jeweils handelt.

Ein weiteres Beispiel? Wenn in der Metzgerei „noch 150 Schinken“ verlangt werden, schneidet die Fachverkäuferin 150 Gramm Schinken ab und verkauft nicht etwa 150 ganze Schinken.



Bild 1.1: Was eine fehlende Einheit im Alltag bewirken kann.

2

MECHANIK



Wie misst man Geschwindigkeit?



Von 0 auf 100 km/h in 4 Sekunden.



Schwerelos gleich masselos?



Wie taucht und schwimmt ein U-Boot?



Arbeit und Energie

2.1 Bewegungslehre

In allen Ballsportarten ist die Abstimmung zwischen den Spielern einer Mannschaft sehr wichtig. Jeder Einzelne muss wissen, wohin er wann und wie schnell laufen muss – diese Spielzüge werden im Training eingeübt. Klappen diese im Spiel nicht, steht beispielsweise der Stürmer beim Fußball im Abseits oder der Receiver im Football kommt nicht an den Ball.

In der Physik ist es erforderlich, die Bewegungen von Körpern zu erfassen und zu beschreiben, beispielsweise um Fahrten mit dem Fahrrad oder Auto darzustellen oder um Flugkurven zu berechnen, sei es von Geschossen oder Satelliten, vom Wurf eines Balles, der Bahn eines Speeres (►Bild 2.2) oder dem Fall eines Blumentopfes vom Fensterbrett.



Bild 2.1: Bewegungslehre im Sport

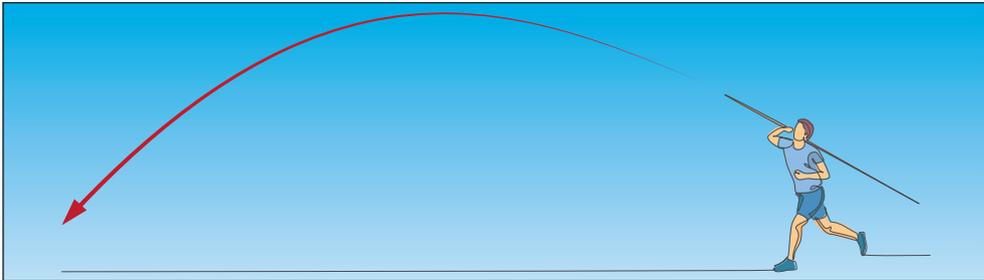


Bild 2.2: Wie lässt sich diese Flugbahn beschreiben?

2.1.1 Betrachtung von Bewegungen

Zur Betrachtung von Bewegungen werden Größen benötigt, die den Vorgang qualitativ beschreiben und sich gegebenenfalls zeichnerisch in einem Diagramm oder mathematisch als Gleichungen darstellen lassen.

Zeit

Die Zeit, die ein Vorgang dauert, ist im Regelfall die Bezugsgröße der Betrachtung. Das kennt man von Autofahrten: Beim Losfahren (zum Beispiel in den Urlaub) startet die „persönliche Zeitmessung“. Ab dem Zeitpunkt der Abfahrt rechnet man die vergangene Zeit und kann so bei der Ankunft feststellen (►Bild 2.3), wie lange die Reise gedauert hat. Den Start einer Bewegung setzt man also normalerweise auf die Zeit $t = 0$ s.



Bild 2.3: Zeitmessung durch eine Stoppuhr

Zurückgelegter Weg

Welche Strecke man während der Fahrt und zu welchem Zeitpunkt zurückgelegt hat, ist die zweite Messgröße, die zur Beschreibung aufgenommen wird. In dem Beispiel der Urlaubsreise kann man am Kombiinstrument (►Bild 2.4) ablesen, welcher Weg gefahren wurde.

Mit Beginn der Fahrt startet die „persönliche Wegmessung“: Man stellt die Tageskilometer-

anzeige auf null. So kann man die zurückgelegte Strecke zu verschiedenen Zeiten ablesen oder bei der Ankunft feststellen, wie weit man insgesamt gefahren ist. Den Start einer Bewegung setzt man also normalerweise auf die Strecke $s = 0$ m.



Bild 2.4: Wegmessung mittels Kombiinstrument

2.1.2 Gleichförmige Bewegung

Versuch

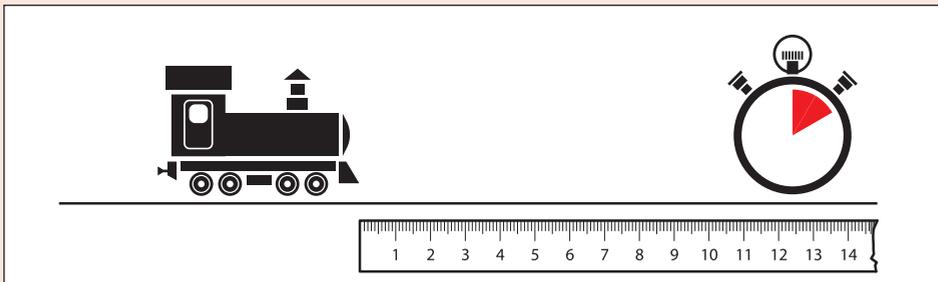


Bild 2.5: Versuchsskizze

Eine batteriebetriebene Spielzeugeisenbahn fährt geradlinig auf Schienen (► Bild 2.5). Der zurückgelegte Weg wird an einem Maßstab abgelesen, die benötigte Zeit mit einer Stoppuhr gemessen.

Die Nullmarke des Maßstabes bedeutet den Beginn der Wegmessung ($\rightarrow s_0 = 0$ m). Wenn der Zug an dieser Markierung vorbeifährt, startet die Zeitmessung mittels einer Stoppuhr ($\rightarrow t_0 = 0$ s).

Um die Bewegung zu erfassen, misst man nach festen Zeitabständen die zurückgelegte Strecke. Die ermittelten Messwerte trägt man in eine Tabelle ein.

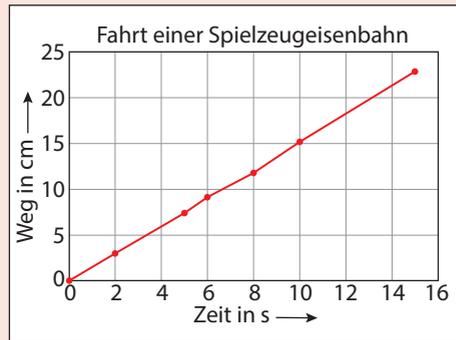


Bild 2.6: Weg-Zeit-Diagramm der Fahrt einer Spielzeugeisenbahn

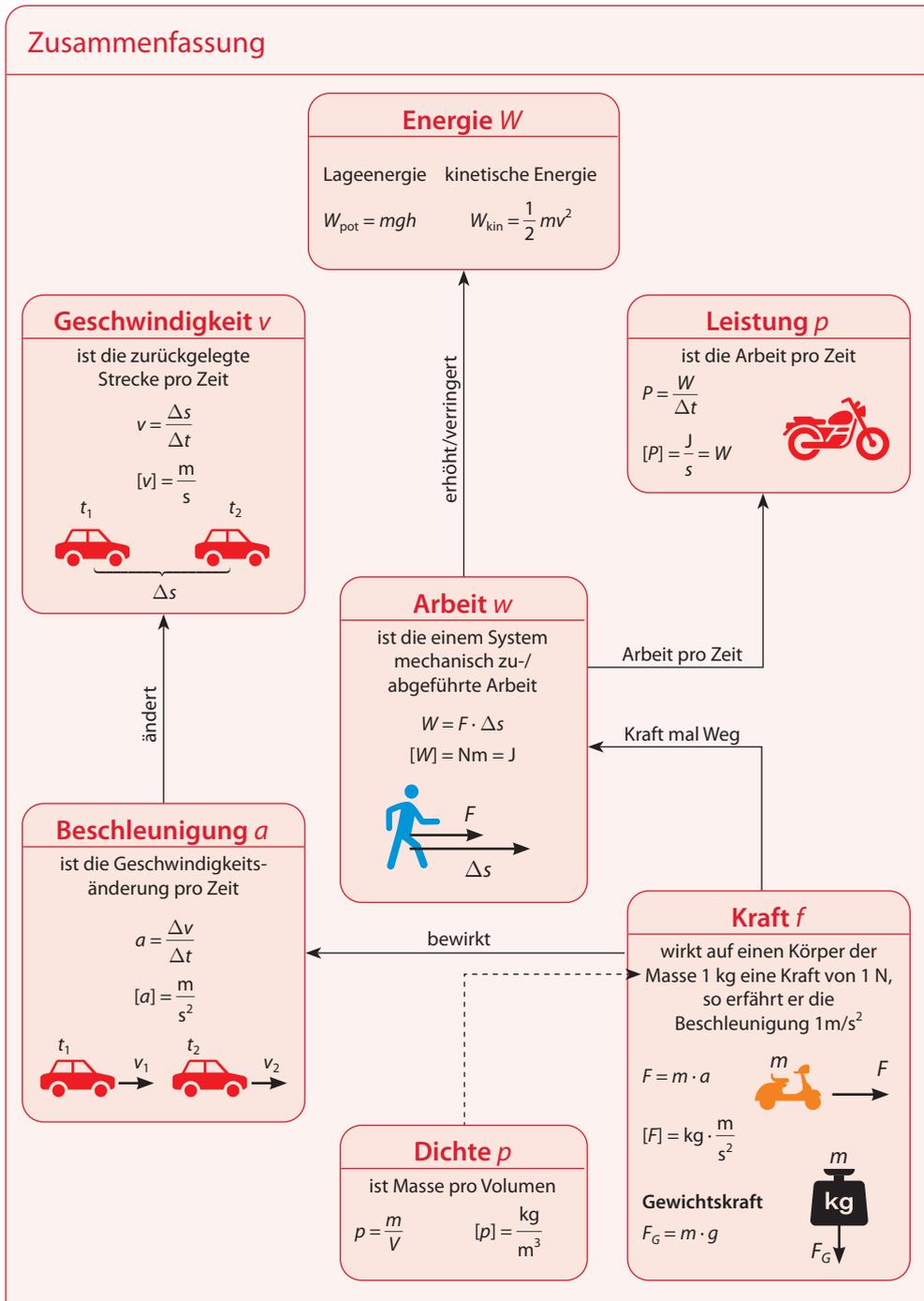
Tabelle 2.1: Messwerte der Bewegung einer Spielzeugeisenbahn

s in cm	0	3,0	7,4	9,1	11,8	15,2	22,9
t in s	0	2	5	6	8	10	15

Erstellt man mit diesen Werten ein Weg-Zeit-Diagramm (siehe Abschnitt 1.3.1), so ergibt sich eine Gerade (► Bild 2.6). Die Gerade im Diagramm zeigt an, dass die aufgetragenen Grö-

ßen – Weg und Zeit – proportional zueinander ansteigen. Es werden also in gleichen Zeiten (z.B. in 5 Sekunden) stets gleiche Strecken (hier etwa 7,5 Zentimeter) zurückgelegt.

Zusammenfassung



Ich kann...

	sehr sicher	sicher	unsicher	sehr unsicher
... eine gleichförmige Bewegung im Weg-Zeit- und Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm darstellen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Bewegungsgesetze für eine gleichförmige Bewegung aufstellen und lösen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung in Weg-Zeit- und Geschwindigkeit-Zeit-Diagrammen darstellen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Bewegungsgesetze für eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung aufstellen und lösen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... erklären, bei welchen Randbedingungen man von einem freien Fall eines Körpers spricht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... den freien Fall eines Körpers Weg-Zeit- und Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm darstellen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Bewegungsgesetze für den freien Fall aufstellen und lösen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die drei Kennzeichen einer Kraft aufzählen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... Kräfte als Pfeile zeichnen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... den Trägheitssatz anhand eines Beispiels erklären und dabei die Begriffe Masse und Trägheit verwenden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... erklären, was ein Kräftegleichgewicht ist.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... angeben, wie eine Kraft den Bewegungszustand eines Körpers verändert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... eine Formel für den Zusammenhang zwischen Kraft, Masse und Beschleunigung angeben und diese nach den einzelnen Größen umformen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... das Wechselwirkungsgesetz angeben und mithilfe von Beispielen erklären.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... den Zusammenhang zwischen Fallbeschleunigung und Gewichtskraft angeben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... den Unterschied zwischen elastischem und plastischem Verhalten an Beispielen erläutern.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... ein Kraft-Verlängerungs-Diagramm zeichnen und interpretieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ich kann...				
	sehr sicher	sicher	unsicher	sehr unsicher
... Druck als Kraftverteilung auf eine Fläche darstellen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... Druck berechnen und verschiedene Einheiten des Druckes anwenden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... den Schweredruck in Flüssigkeiten erklären und berechnen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... das Zustandekommen der Auftriebskraft nachvollziehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Auftriebskraft in Flüssigkeiten berechnen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... mechanische Arbeit definieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... Beispiele für mechanische Formen der Arbeit nennen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Hubarbeit berechnen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... den Zusammenhang von Arbeit und Leistung verstehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... mechanische Leistungen berechnen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... den Zusammenhang von Arbeit und Energie erläutern.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Energieerhaltung an Beispielen erklären.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... den Wirkungsgrad darstellen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das kann ich schon gut:				
Das muss ich noch üben:				
In der nächsten Stunde frage ich noch mal nach wegen:				

Projektaufgabe

2.50 Eine Stahlkugel fällt aus 20 m Höhe frei herab. Der Luftwiderstand soll bei den Berechnungen nicht berücksichtigt werden, als Fallbeschleunigung wird mit $g = 10 \text{ m/s}^2$ gerechnet.

- Unter welchen Bedingungen kann man die Bewegung eines realen Körpers näherungsweise als freien Fall ansehen?
- Beschreibe Beispiele, bei denen die Vernachlässigung des Luftwiderstands zu unrealistischen Ergebnissen führen würde.
- Erläutere die während der Fallbewegung stattfindenden Energieumwandlungen.
- In welcher Höhe h über dem Boden befindet sich die Stahlkugel nach 1 s Fallzeit?
- Nach welcher Zeit und mit welcher Geschwindigkeit trifft die Stahlkugel auf dem Boden auf?
- Gebe diese Geschwindigkeit in km/h an.
- Welche Fallstrecke hat die Stahlkugel zurückgelegt, als sie eine Geschwindigkeit von 40 km/h erreicht hat?

Die Stahlkugel treffe mit 20 m/s auf dem Boden auf. Diese Geschwindigkeit wird nun mit einem geparkten Auto der Masse 1,8 t verglichen, das mit 2 m/s^2 beschleunigt.

- Wie lange dauert es, bis das Auto die Geschwindigkeit 20 m/s erreicht hat?
- Welche Strecke legt das Auto dabei zurück?
- Wie hoch ist die durchschnittliche Kraft für diese Beschleunigung?

Die Stahlkugel hat eine Dichte von $7,8 \text{ g/cm}^3$ und ein Volumen von 32 cm^3 .

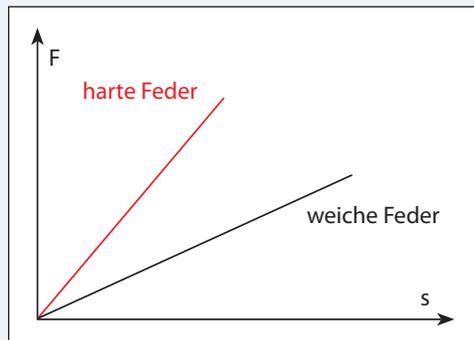
- Wie groß ist die Masse der Stahlkugel?

Die Kugel wird an eine Feder angehängt, die im unbelasteten Zustand 34 cm lang ist. Bei Belastung der Feder mit dem Gewicht der Kugel verlängert sich diese auf 44 cm.

- Berechne die Federhärte.

Nun wird eine weitere Feder durch Anhängen der Stahlkugel gedehnt. Im Diagramm wird auf der horizontalen Achse die Strecke s , um die die Federn jeweils gedehnt werden, und auf der vertikalen Achse der Betrag F der Kraft, die für die jeweilige Dehnung benötigt wird, aufgetragen.

- Begründe, warum zur steileren Gerade der Begriff „harte Feder“ und zur flacheren Gerade der Begriff „weiche Feder“ geschrieben wurde.



n) Kreuze die korrekte Antwort an:

Eine waagrecht wirkende Kraft von 75 N bewegt die Stahlkugel auf einer ebenen Unterlage mit einer konstanten Geschwindigkeit von 4 m/s.

Welche Leistung wird hierbei aufgebracht:

A	100 W	<input type="radio"/>
B	200 W	<input type="radio"/>
C	300 W	<input type="radio"/>
D	400 W	<input type="radio"/>
E	500 W	<input type="radio"/>

Welche Arbeit wird an der Stahlkugel in 5 s verrichtet?

A	500 J	<input type="radio"/>
B	1 000 J	<input type="radio"/>
C	1 500 J	<input type="radio"/>
D	2 000 J	<input type="radio"/>
E	2 500 J	<input type="radio"/>

3 WÄRMELEHRE



Welche Bedeutung haben Farben?



Das Wasser ist nicht „normal“!



Was verformt die Schienen?



Wie kommt die Wärme in das Zimmer?



Wärme als Energieform

In der Technik müssen Bauteile oft vor Wärme oder Kälte geschützt werden. Dabei wird Wärme erzeugt, aufgenommen, abgegeben und transportiert. Diese Prozesse werden in diesem Kapitel am Beispiel von Gebäuden erklärt, sie lassen sich aber auch auf andere technische Anwendungen übertragen. Einige davon werden hier ebenfalls vorgestellt.

Mit Inkrafttreten der ersten Fassung der Energieeinsparverordnung (EnEV) wurden seit 2002 hohe Ansprüche an den Energieverbrauch von Gebäuden gestellt, um fossile Brennstoffe (Heizöl, Gas) einzusparen und den CO₂-Ausstoß zu verringern. Seit der Einführung der EnEV wurden die gesetzlichen Vorschriften weiter verschärft, sodass mittlerweile nicht nur vorgeschrieben wird, wie viel Energie das jeweilige Gebäude zum Heizen bzw. zur Wassererwärmung benötigen darf, auch die maximale Gebäudeinnentemperatur im Sommer ist begrenzt, um zu verhindern, dass elektrische Energie zum Kühlen benötigt wird.

Mit welchen technischen Hilfsmitteln Wärmeverluste im Winter (►Bild 3.1) und unnötiges Aufheizen im Sommer verhindern werden können, wird nachfolgend erläutert. Helle Stellen im Bild sind Gebäudeteile, die sehr warm sind. Im Winter gelangt an diesen Flächen Wärme von innen ohne größeren Widerstand nach außen, im Sommer ist es umgekehrt.

Darüber hinaus wird in diesem Kapitel auf die Erzeugung von Wärme und deren Transport im Gebäude eingegangen. Um die Prozesse zu verstehen, werden zunächst die Grundlagen der Wärmelehre vermittelt.

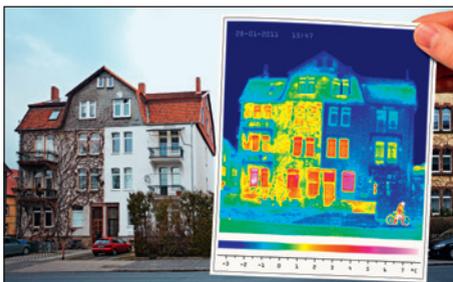


Bild 3.1: Thermographie eines Gebäudes

3.1 Temperatur

3.1.1 Teilchenmodell

Es wird von *warm* und *kalt* gesprochen. Was aber empfinden wir als warm, was als kalt? Im Alltag reichen diese Worte zur Beschreibung des thermischen Zustandes eines Körpers oftmals aus, in der Technik sind jedoch genaue und zuverlässige Temperaturangaben nötig, damit ein Vorgang exakt beschrieben werden kann. Was geschieht im Innern eines Stoffes, wenn sich die Temperatur ändert? Um dies zu verstehen, bedienen wir uns einer Modellvorstellung. Alle Stoffe bestehen aus kleinsten Teilchen. In **Festkörpern** (z.B. Metalle, Beton) haben die Teilchen einen sehr geringen Abstand und sind fest miteinander verbunden. Die Bindungskräfte zwischen den kleinsten Teilchen sind sehr groß. Daher weisen Festkörper hohe Festigkeiten auf.

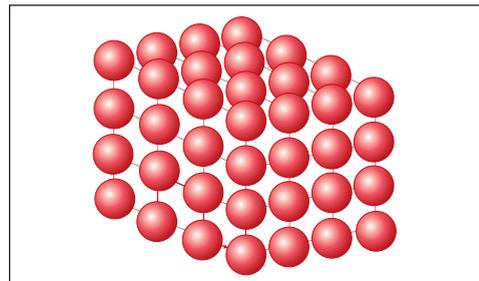
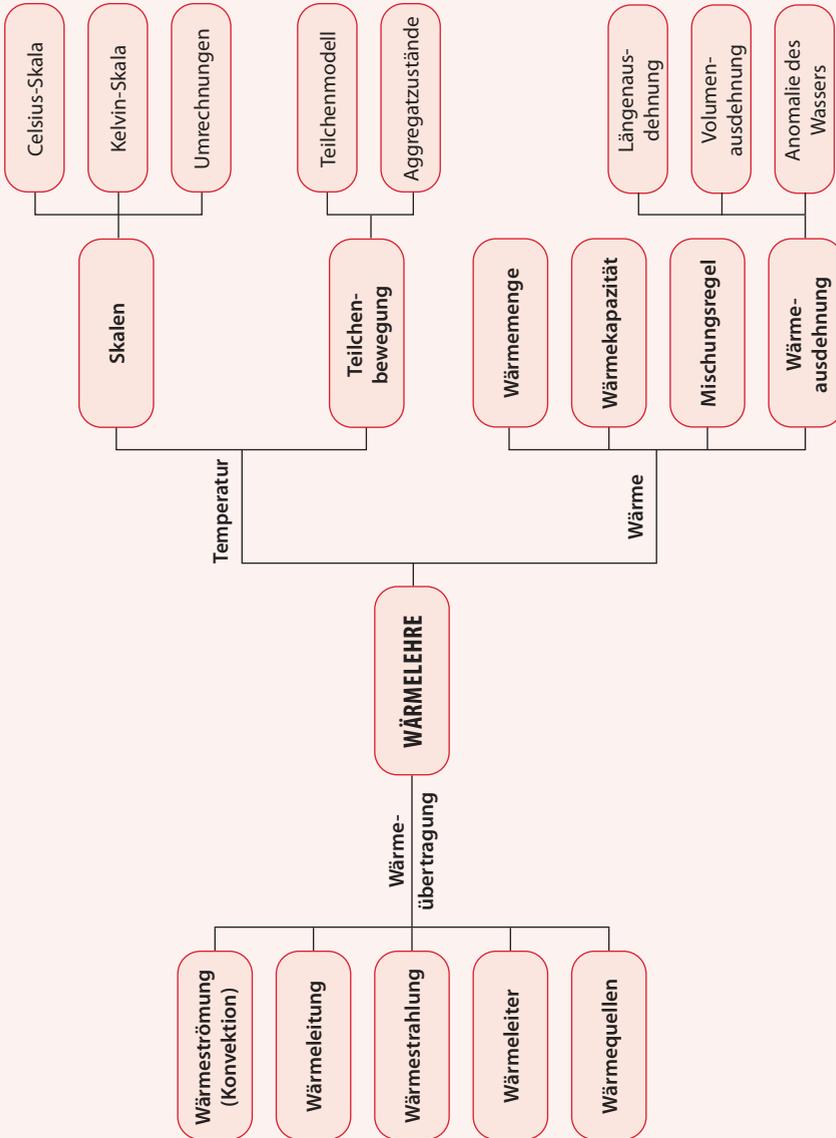


Bild 3.2: Teilchenmodell für Festkörper



Bild 3.3: Teilchenmodell für Flüssigkeiten

Zusammenfassung



Ich kann...				
	sehr sicher	sicher	unsicher	sehr unsicher
... die Temperatur eines Stoffes im Teilchenmodell darstellen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Celsius- und die Kelvinskala der Temperaturmessung anwenden und die Skalen ineinander umrechnen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... Arten der Wärmeübertragung nennen und Beispiele dafür angeben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Wärmemenge berechnen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Bedeutung der spezifischen Wärmekapazität erläutern.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... Berechnungen mit der Mischungsregel ausführen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Bedeutung des Längenausdehnungskoeffizienten erläutern.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... Berechnungen zur Längen- und Volumenänderung ausführen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Anomalie des Wasser erläutern und Beispiele für ihre Auswirkungen angeben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Aggregatzustände benennen und die Fachbegriffe für ihre Übergänge angeben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das kann ich schon gut:				
Das muss ich noch üben:				
In der nächsten Stunde frage ich noch mal nach wegen:				

4

ELEKTRIZITÄTSLEHRE



Weshalb schlägt die Nadel aus?



Warum leitet Kupfer den elektrischen Strom?



Fließt der gleiche Strom durch alle Widerstände?



Kann man Strom sehen?

Ob auf einem Handy-Akku oder auf einer Autobatterie, immer finden sich diverse Angaben über Größen, die in der Elektrizitätslehre eine wichtige Rolle spielen: Spannung, Startstromstärke, Ladekapazität. Wie diese Größen definiert sind, welche Bedeutung sie haben und welche Zusammenhänge sie beschreiben, wird in diesem Kapitel erläutert.

4.1 Elektrostatik

Dieser Abschnitt widmet sich den Eigenschaften von ruhenden Ladungsträgern und ihrer Wirkung untereinander.

4.1.1 Ladungsarten

In der Elektrotechnik unterscheidet man positive und negative elektrische Ladungen. Betrachten wir eine Batterie: Sie besitzt einen positiven und einen negativen Anschlusspunkt. Diese Anschlusspunkte heißen Pole und sind Sammelpunkte für eine sehr große Anzahl positiver (Pluspol) und negativer Teilchen (Minuspol).



Bild 4.1: Wiederaufladbare Akkus

Die kleinste Ladungsmenge wird Elementarladung genannt. Die kleinste positive Ladung

trägt das Proton, die kleinste negative Ladung das Elektron.

Die Einheit der Ladungsmenge wird zu Ehren des Physikers Charles-Augustin de Coulomb in Coulomb angegeben. 1 Coulomb ist jene Ladungsmenge, die innerhalb von 1 Sekunde mit der Stromstärke von 1 Ampere durch einen Draht fließt.

Als Formelbuchstaben wird für die Ladung der Buchstabe Q verwendet.

Formelzeichen:	Q
Formel:	$Q = I \cdot t$
Einheit:	$[Q] = A \cdot s = C$

Nach der oben eingeführten Definition ist die Ladung für ein einzelnes Teilchen genau definiert. Um ersichtlich zu machen, dass es sich um ein einzelnes Elektron – die negative Elementarladung – handelt, wird hier nicht das Q als Formelzeichen verwendet, sondern e^- .

Die negative Elementarladung eines Elektrons beträgt:

$$e^- = -1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$$

Da positive und negative Elementarladungen vom Betrag her immer gleich groß sind, beträgt die positive Elementarladung eines Protons:

$$e^+ = +1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$$

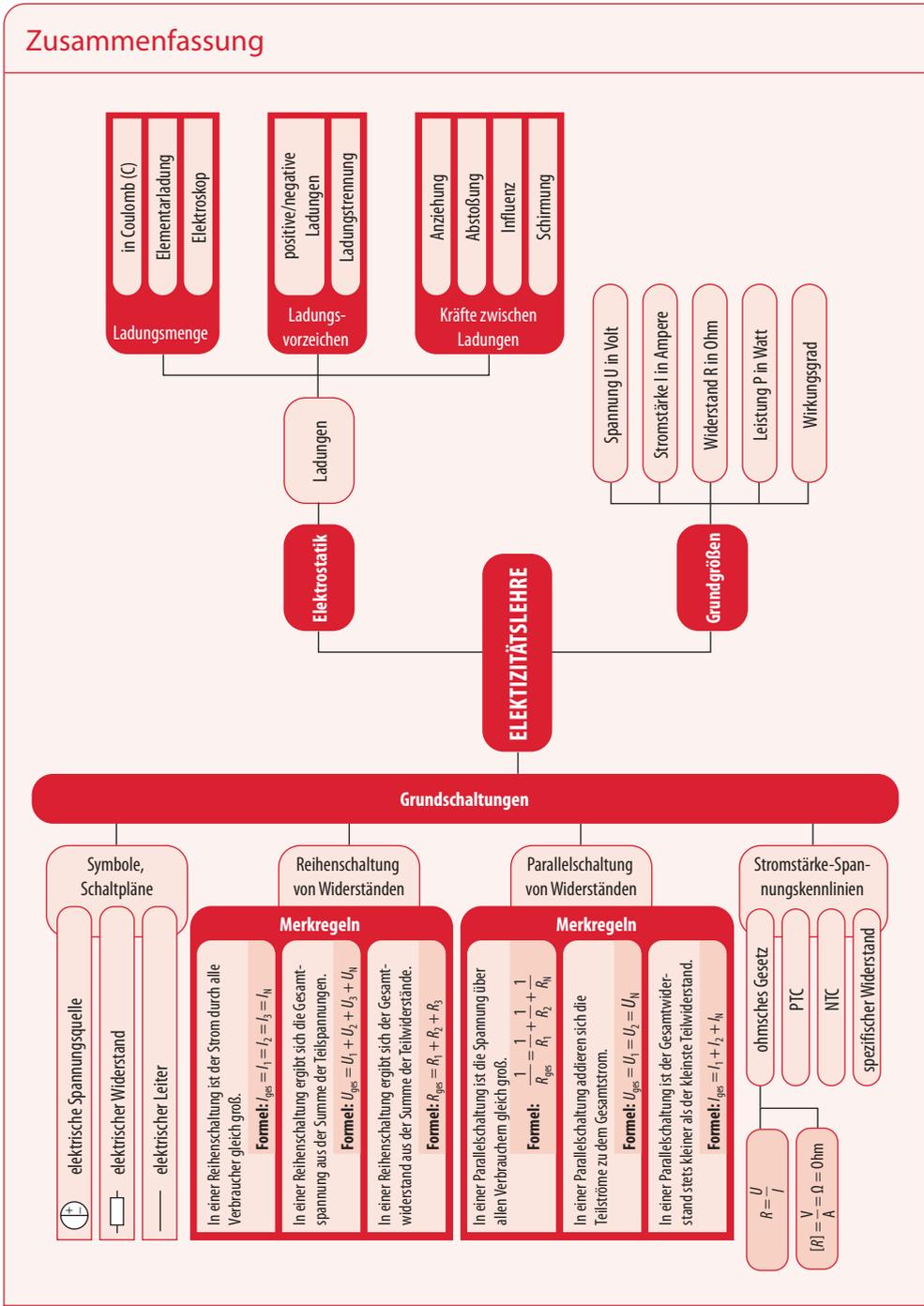
Eine Menge von elektrischen Elementarladungen nennt man elektrische Ladung.

4.1.2 Kräfte zwischen Ladungen

Gegenstände mit gleichen und unterschiedlichen elektrischen Ladungen stehen in Wechselwirkung zueinander. Dies lässt sich sehr anschaulich mithilfe von zwei Luftballons zeigen.

Ist der eine Luftballon durch Reibung mit verschiedenen Stoffen elektrisch positiv und der andere elektrisch negativ geladen, so bewegen sich beide Luftballons aufeinander zu. Besitzen beide Luftballone die gleiche elektrische Ladung, so bewegen sie sich voneinander weg.

Zusammenfassung





5

MAGNETISMUS



Elektromagnet transportiert Alteisen



Ist der Nordpol ein Nordpol?



In welche Richtung bewegt sich der Leiter?



Kann ein Elektromotor auch als Generator verwendet werden?

5.1 Permanentmagnetismus

Das Magnetfeld der Erde existiert bereits seit Millionen von Jahren. Da wir Menschen (im Gegensatz zu Zugvögeln beispielsweise) kein Sinnesorgan besitzen, das darauf reagiert, blieb es uns allerdings lange Zeit verborgen. Schließlich waren die es Griechen, die im 5. Jahrhundert vor Christus Steine mit ‚ungewöhnlichen‘ Eigenschaften entdeckten. Das Gestein nannten sie Magnetit nach der Stadt Magnesia, in der viel davon gefunden wurde. Den ersten Nutzen aus diesen besonderen Steinen zog man im 12. Jahrhundert, und zwar in der Navigation der Seefahrt.

Wieder war es die griechische Wissenschaft, die das Grundprinzip unseres heutigen Kompasses entdeckte. Befestigte man einen Magnetit auf einem im Wasserbecken schwimmenden Holzbrett, so richtete es sich immer in Richtung der Pole aus.

5.1.1 Grundbegriffe

Für die genaue Positionsbestimmung wurde die Erde in 360 Längen- und 360 Breitengrade unterteilt. So kann jeder Punkt auf unserem Planeten exakt dargestellt werden.

Die Breitengrade verlaufen ohne Kreuzungspunkt parallel zum Äquator. Alle Längengrade kreuzen sich hingegen an zwei Punkten, im Bereich des geografischen Nordpols und des geografischen Südpols der Erde.

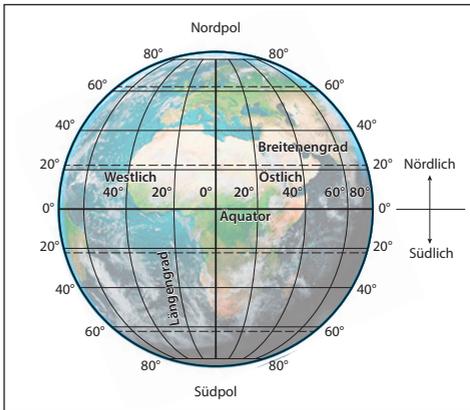


Bild 5.2: Längen- und Breitengrade der Erde



Bild 5.1: Magnetit: Stein mit magnetischen Eigenschaften

Sowohl das schwimmende Holzbrett mit dem Magnetit des griechischen Altertums als auch moderne Magnetnadeln richten sich parallel zu den Längengraden aus. Insofern zeigen, vereinfacht ausgedrückt, die Enden einer Magnetnadel immer zu den geografischen Polen der Erde. Man definierte: Die Spitze einer Kompassnadel, die in Richtung des geografischen Nordpols der Erde zeigt, ist der Nordpol, und die Spitze, die zum geografischen Südpol der Erde zeigt, der sogenannte Südpol.

Der Nachweis von Magnetismus kann, wie das Beispiel der Erde zeigt, mithilfe einer Kompassnadel geführt werden: Sie richtet sich zu den magnetischen Polen hin aus.

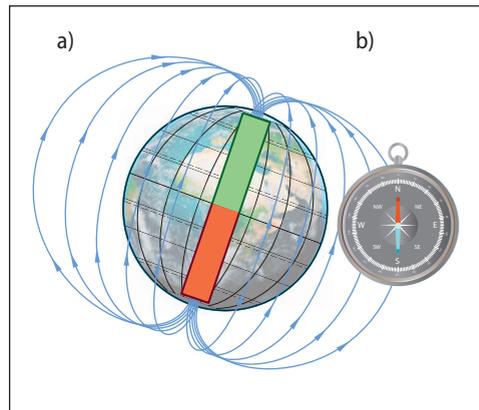
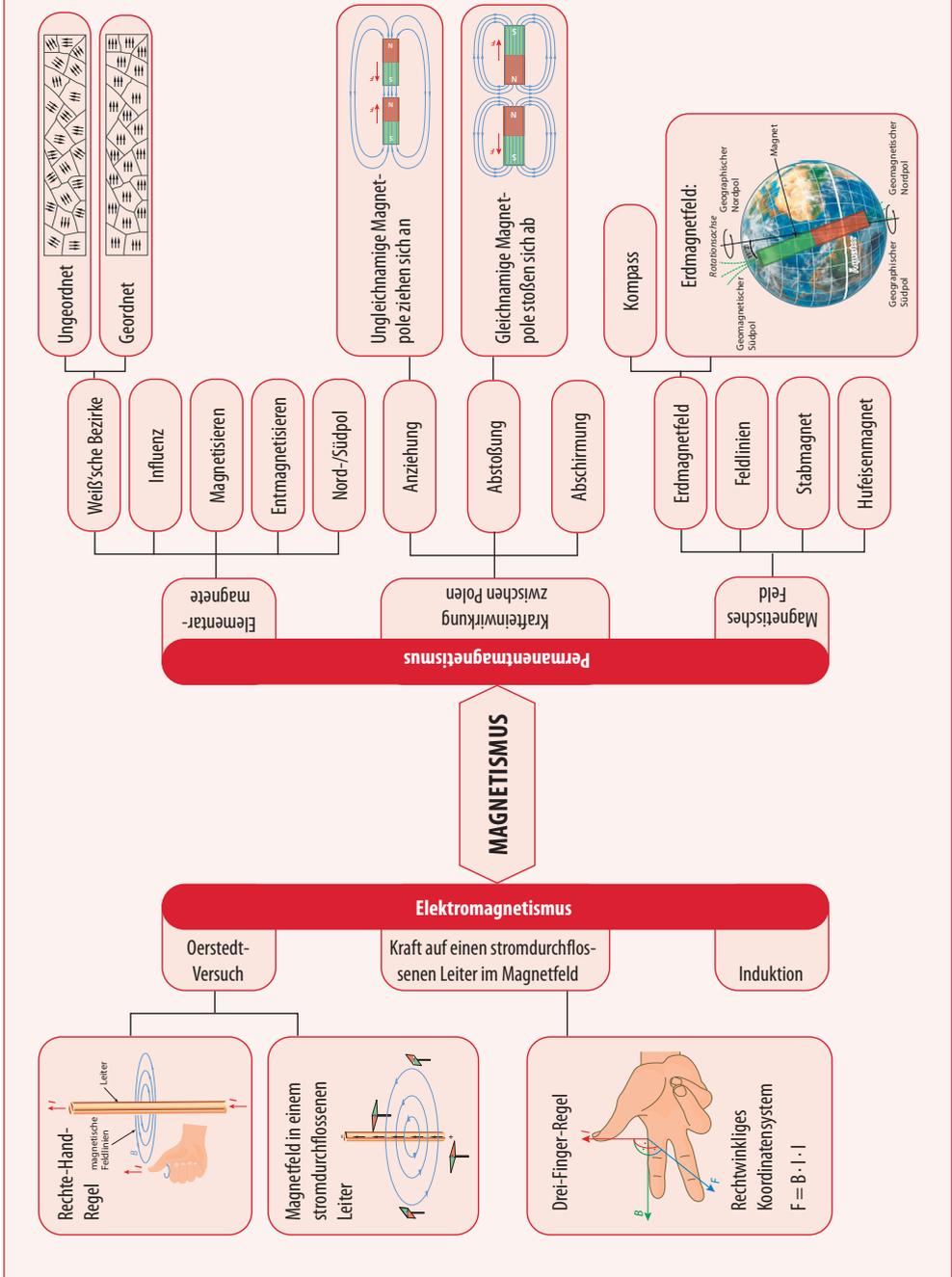


Bild 5.3: Magnetfeld der Erde (a) und Ausrichtung einer Kompassnadel (b)

Zusammenfassung



Ich kann...				
	sehr sicher	sicher	unsicher	sehr unsicher
... einen Stabmagneten mit den Feldlinien des magnetischen Feldes zeichnen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... das Abstoßen gleicher magnetischer Pole anhand des Feldlinienmodells erklären.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... das Anziehen ungleicher magnetischer Pole anhand des Feldlinienmodells erklären.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... den geografischen Nord- und Südpol und den magnetischen Nord- und Südpol der Erde benennen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die vier magnetisierbaren Elemente benennen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... mithilfe des Elementarmagneten-Modells erklären, weshalb Eisen nach außen nicht unbedingt magnetische Eigenschaften zeigt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... mithilfe des Elementarmagneten-Modells beschreiben, wie ein magnetisches Element nach außen magnetische Pole ausbilden kann.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... mithilfe des Elementarmagneten-Modells beschreiben, wie ein magnetisches Element entmagnetisiert werden kann.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... das Feldlinienbild eines Stabmagneten zeichnen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... das Feldlinienbild eines Hufeisenmagneten zeichnen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... das Feldlinienbild um einen stromdurchflossenen Leiter zeichnen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Krafrichtung auf einen stromdurchflossenen Leiter in einem Magnetfeld mithilfe der Drei-Finger-Regel festlegen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Induktion einer Spannung in einem bewegten Leiter im Magnetfeld beschreiben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... beschreiben, wie die induzierte Spannung in einem bewegten Leiter im Magnetfeld erhöht werden kann.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... technische Anwendungen der Induktion aus dem Alltag benennen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Das kann ich schon gut:

Das muss ich noch üben:

In der nächsten Stunde frage ich noch mal nach wegen:

6 OPTIK



Brechung



Die Farben des Lichts



Wie sehen wir?



Optische Geräte und ihre Grundlagen



Datenübertragung durch Licht

Die Optik beschäftigt sich mit der Ausbreitung von Licht. Um das beschreiben zu können, bedient man sich – je nach Randbedingung – eines der folgenden Lichtmodelle:

- Strahlenmodell
- Wellenmodell
- Teilchenmodell

Zur Beschreibung der in diesem Kapitel behandelten Vorgänge genügt das Strahlenmodell.

Wichtig ist wiederum, sich bewusst zu machen, dass es sich um Modelle (s. Abschnitt 1.1.4) handelt, die nicht der Wirklichkeit entsprechen, sondern dem Erfassen und Veranschaulichen bestimmter Vorgänge dienen.

Versuch

Vor eine Leuchte schieben wir ein Blech mit einem Schlitz und lassen das Licht auf einen Schirm fallen (► Bild 6.1). Man stellt fest, dass die Strahlen immer von dem Mittelpunkt der Lichtquelle ausgehen und sich dann geradlinig ausbreiten.



Licht breitet sich geradlinig aus.

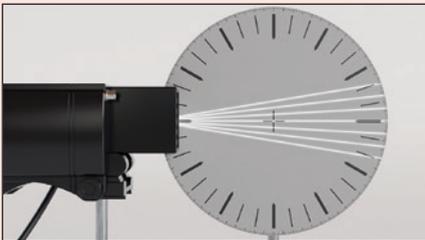


Bild 6.1: Geradlinige Ausbreitung des Lichts

6.1 Lichtausbreitung

Lichtstrahlen treten aus Lichtquellen aus. Lichtquellen sind zum Beispiel die Glühwendel einer Lampe, Kerzenflammen, die Sonne und Laser.

Um die Ausbreitung von Licht zu verstehen, führen wir den Versuch nach Bild 6.1 durch.

Bei einem Gewitter sieht man zuerst den Blitz und hört erst später den Donner. Blitz und Donner gelangen jedoch von dem gleichen Startpunkt aus zu uns. Warum aber nehmen wir Licht und Schall zu verschiedenen Zeitpunkten wahr? Welche Gesetzmäßigkeiten beschreiben ihre Ausbreitung?

6.2 Licht und Sehen

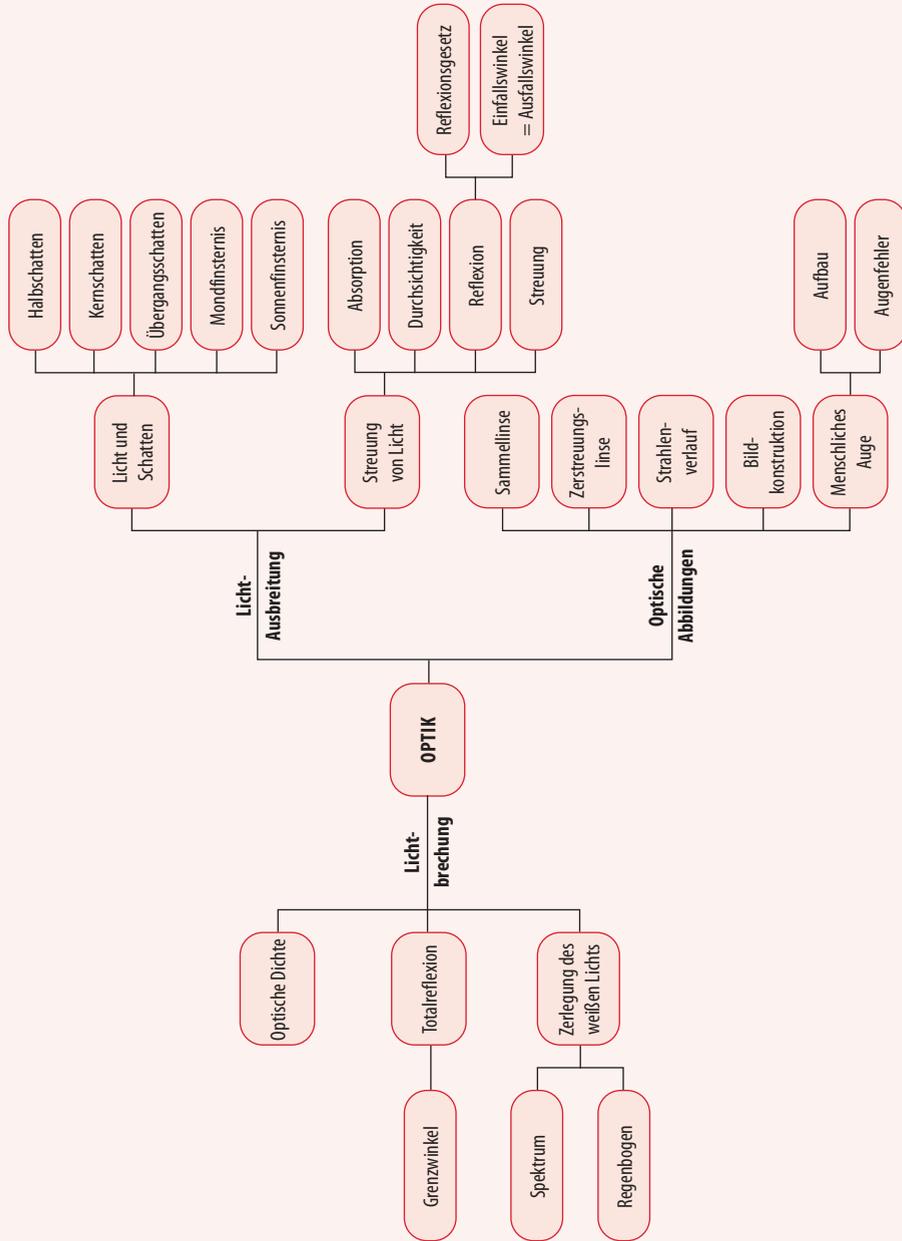
Völlig selbstverständlich lesen wir dieses Buch. Nur wenige stellen sich die Frage, wieso die Buchstaben dunkel und die Seiten hell erscheinen bzw. wie wir überhaupt verschiedene Farben wahrnehmen können.

In den zurückliegenden 2000 Jahren wurden dazu viele Theorien entwickelt. Beispielsweise gab es 500 v. Chr. die Annahme, dass die Augen heiße Sehstrahlen aussenden, die dann von den kalten Körpern zurückgesandt werden. Legt man diese Annahme dem Sehen zugrunde, ist der Vorgang unabhängig von einer Lichtquelle. Man müsste somit auch im Dunkeln sehen können. Aus der alltäglichen Erfahrung wissen wir jedoch, dass man in einem komplett abgedunkelten Zimmer nichts sehen kann. Erst wenn man den Rollladen öffnet und Licht von außen hereinfällt oder man eine Lampe anschaltet, erkennt man wieder etwas.

Wir können Gegenstände also nur dann sehen, wenn Licht von ihnen in unser Auge trifft. Ob hierbei der Körper, von dem das Licht ausgeht, selbst leuchtet oder ein beleuchteter Gegenstand ist, der das Licht zurückwirft, ist unerheblich.

Demnach muss ein Körper, damit er gesehen werden kann, entweder selbst Licht ausstrahlen oder von einer Lichtquelle angestrahlt werden. Das lässt sich gut im nächtlichen Straßenverkehr nachvollziehen: Entweder ist ein Fahrzeug mit Scheinwerfern ausgestattet und wird daher gesehen (es strahlt selbst Licht aus), oder Fußgänger und Fahrradfahrer tragen reflektierende Kleidung oder Elemente (zum Beispiel Katzenaugen) und werden daher wahrgenommen (sie reflektieren das Licht).

Zusammenfassung



Ich kann...

	sehr sicher	sicher	unsicher	sehr unsicher
... das Prinzip der Lichtausbreitung wiedergeben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... erklären, wie Schatten entstehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... erklären, wie die Mondphasen entstehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... erklären, wie eine Sonnenfinsternis und eine Mondfinsternis entstehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Reflexion von Licht erklären.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... erklären, wie ein Spiegelbild entsteht und dabei das Reflexionsgesetz verwenden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... das Reflexionsgesetz angeben und einfache Lichtwege damit konstruieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Lichtbrechung erklären.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... erläutern, was Brechung ist und damit mindestens zwei Naturphänomene erklären.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... das Prinzip der Totalreflexion wiedergeben und an Beispielen erläutern.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... angeben, was die spektrale Zerlegung von weißem Licht ist.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... erklären, wie es zu Fehlsichtigkeit im Auge kommen kann.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das kann ich schon gut:				
Das muss ich noch üben:				
In der nächsten Stunde frage ich noch mal nach wegen:				

7 AKUSTIK



Laut oder leise?



Wie kommt der Ton aus der Stimmgabel?



Schallausbreitung



Macht Lärm krank?

7.1 Schallquellen

Viele Lebewesen verständigen sich mit Lauten. Die Menschen haben die Kommunikationsform mit Sprache perfektioniert. Doch was ist eigentlich Sprache? Was ist Musik? Was sind Geräusche? Ob nun Sprache, Musik oder ganz allgemein Geräusche, all dies kann unter dem Begriff Schall, genauer Schallwellen zusammengefasst werden. Menschen nehmen Schallwellen mit dem Ohr wahr. Für einen Menschen hörbare Schallwellen liegen im Bereich zwischen 20 und 20000 Hz.

Schallwellen sind im Gegensatz zu Wasserwellen unsichtbar. Beide Wellenarten werden jedoch mit denselben physikalischen Größen beschrieben. Wenn wir sprechen, bringen wir mit unseren Stimmbändern die Luft zum Schwingen. Diese Schwingungen breiten sich in Form einer Punktwellen von unseren Stimmbändern in alle Richtungen aus (►Bild 7.3).

Das Ausbreitungsmedium für eine Schallwelle ist in diesem Fall also die Luft. Eine Schallwelle kann sich aber auch in Wasser ausbreiten. Die

Gesänge der Wale sind unter Wasser über eine Entfernung von mehreren Kilometern hörbar. Auch in festen Stoffen kann sich eine Schallwelle sehr gut ausbreiten. Lange bevor man einen Zug sieht, kann man diesen hören, wenn man das Ohr an die Schienen hält. Von diesem Versuch wird wegen der gesundheitlichen Risiken dringend abgeraten. Völlig gefahrlos lässt sich die Schallausbreitung in festen Stoffen mit Hilfe einer Dosen-Sprechanlage zeigen (►Bild 7.4).

Spricht man in eine Dose, beginnt die Dose zu schwingen. Die Schwingungen der Dose werden als Welle über die Schnur zur gegenüberliegenden Dose weitergeleitet und setzen sich dort in der Luft als Schallwelle fort.

Ohne Medium, also im Vakuum, kann sich auch die Schallwelle nicht ausbreiten. Diese Erkenntnis wird zum Beispiel bei schalldämmten Fenstern angewendet: Zwischen der Mehrfachverglasung wird die Luft entnommen. Wegen des Vakuums können sich die Schallwellen nicht ausbreiten, das heißt, durch die geschlossenen Fenster kann der Schall nicht in das Gebäude eindringen.

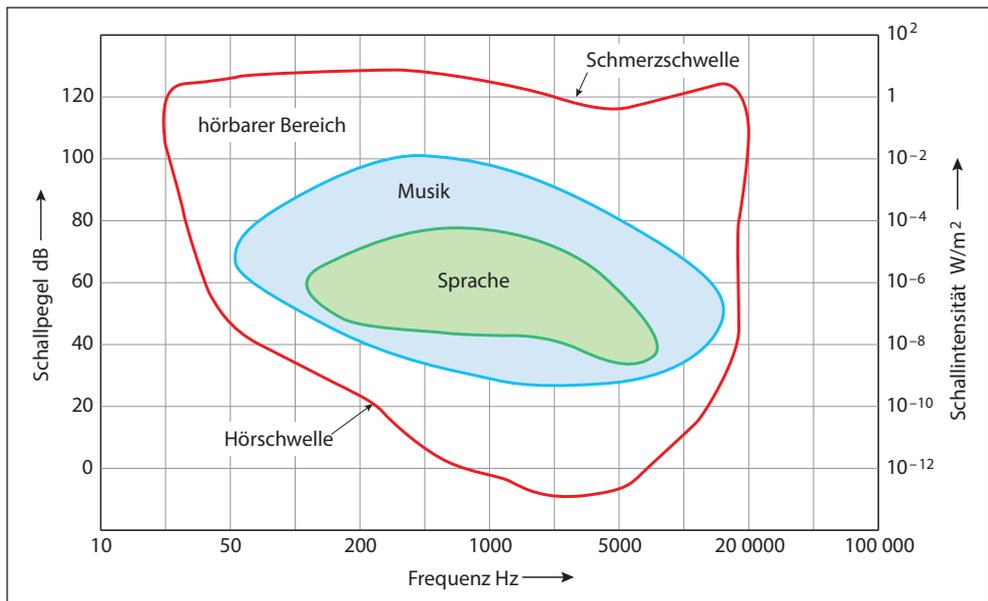
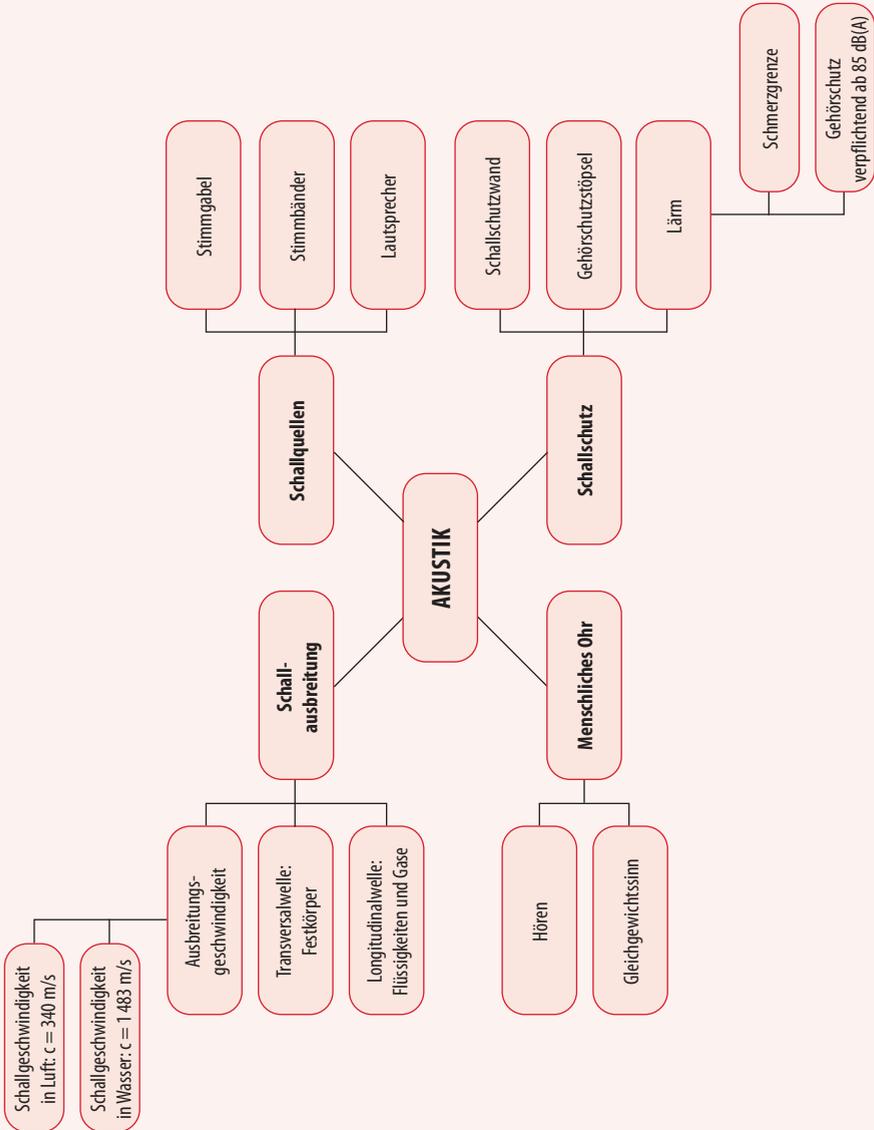


Bild 7.1: Frequenzband im hörbaren Bereich

Zusammenfassung



Ich kann...				
	sehr sicher	sicher	unsicher	sehr unsicher
... die Begriffe: Geräusch, Schall und Lärm erklären.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Ausbreitung von Schall beschreiben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... das von Menschen hörbare Frequenzband benennen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Funktionsweise einer Schallquelle am Beispiel von Stimmbändern oder einer Lautsprechermembrane erklären.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die physikalischen Eigenschaften einer Transversalwelle beschreiben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die physikalischen Eigenschaften einer Longitudinalwelle beschreiben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Schall in Luft nennen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Schall in Wasser nennen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Schall in Eisen nennen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... erklären, weshalb die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Schall in festen Körpern höher als in Luft ist.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... erklären, wie ein Echo entsteht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Funktionsweise einer Lärmschutzwand erklären.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Einheit der Schalldruckpegels angeben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Erhöhung des Schalldruckpegels zur Verdoppelung der Lautstärke benennen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die gesetzlichen Grenzwerte des Schalldruckpegels benennen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... den Aufbau des menschlichen Ohres und den Hörvorgang erklären.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... mögliche Schäden durch Schallereignisse am menschlichen Ohr erklären.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Das kann ich schon gut:

Das muss ich noch üben:

In der nächsten Stunde frage ich noch mal nach wegen:

Projektaufgabe

Akustik

- 7.2 Zwei Astronauten der Forschungsstation ISS befinden sich bei einem Außeneinsatz im Weltraum. Erklären Sie begründet, ob sich die Astronauten durch Zurufe direkt akustisch verständigen können.
- 7.3 In einem Versuchsaufbau gibt eine Schallquelle ein Signal ab, das in einer bestimmten Entfernung von einem Empfänger aufgenommen wird. Dabei wird die Laufzeit des Signals gemessen.
- Die Anordnung wird auf einem freien Feld aufgebaut, Sender und Empfänger befinden sich im Abstand von 1360 Meter, als Schallgeschwindigkeit werden 340 m/s angenommen. Berechnen Sie die Laufzeit des Signals.
 - Mit demselben Versuchsaufbau wird eine Messung in Wasser durchgeführt. Bei einem Abstand von 2,5 km wird eine Laufzeit von 1,7 s gemessen. Berechnen Sie daraus die Schallgeschwindigkeit in Wasser.
 - Geben Sie an, um das Wievielfache die Schallgeschwindigkeit in Wasser größer als die Schallgeschwindigkeit in Luft ist.
 - Begründen Sie dies anschaulich mit dem Teilchenmodell.
- 7.4 Ein Forschungsschiff vermisst den Japan-Tiefseegraben im Pazifik. Hierzu sendet das Schiff ein Schallsignal aus, das am Meeresboden reflektiert wird und nach 13,23 Sekunden das Schiff wieder erreicht. Berechnen Sie unter der Annahme einer durchschnittlichen Schallgeschwindigkeit in Wasser von $c = 1483 \text{ m/s}$ die Tiefe des Japan-Tiefseegrabens.

8

WETTERKUNDE



Welche Größen beschreiben das Wetter?



Wie entstehen Winde?



Wie entsteht Luftdruck?



Wie wird das Wetter?



Wie groß ist die Luftfeuchtigkeit?

8.1 Physikalische Größen

Das Wetter ist oft Gesprächsstoff: Mal ist es zu kalt, dann wieder zu warm, manchmal zu feucht ...

Welche Größen benötigt man, um das Wetter zu beschreiben, eine Wetterkarte zu verstehen und welche Vorgänge laufen in der Atmosphäre ab? In der Wettervorschau von ►Bild 8.2 werden die wesentlichen Größen zur Beschreibung des Wetters gezeigt: Temperatur, Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Luftfeuchtigkeit. Diese Messwerte werden von Wetterstationen (►Bild 8.3) erfasst. Zu Temperatur und deren Messung siehe Kapitel 3.

Meteorologen messen zudem den Luftdruck, um das Wettergeschehen fachkundig zu beschreiben. Die Angaben zu Temperatur, Windrichtung und Luftdruck werden in einer Wetterkarte (►Bild 8.4), wie wir sie aus dem Wetterbericht in Fernsehen oder Tageszeitung kennen, zusammengefasst.

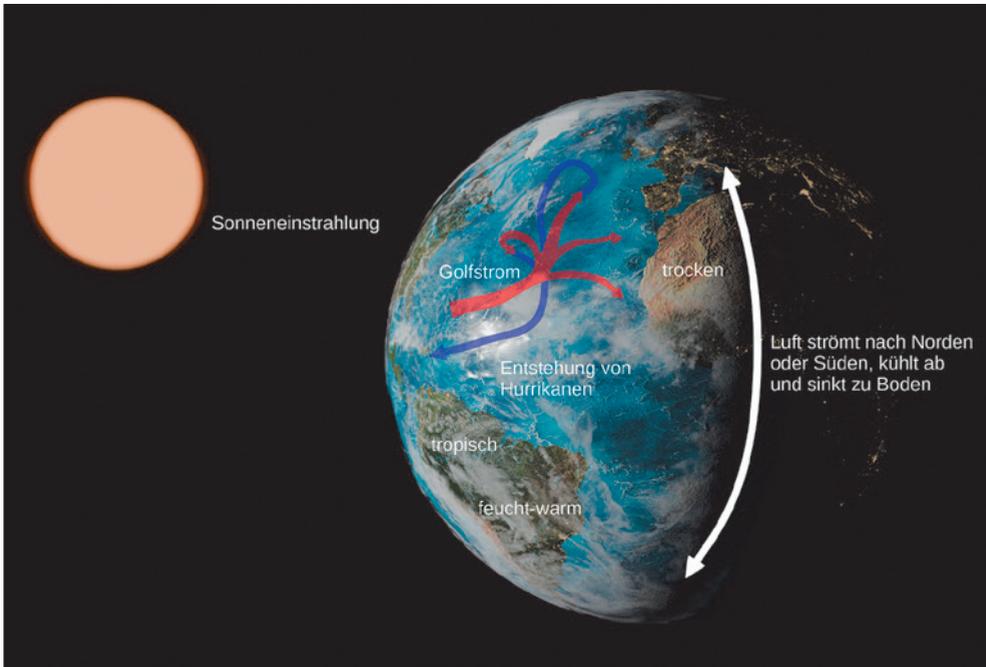
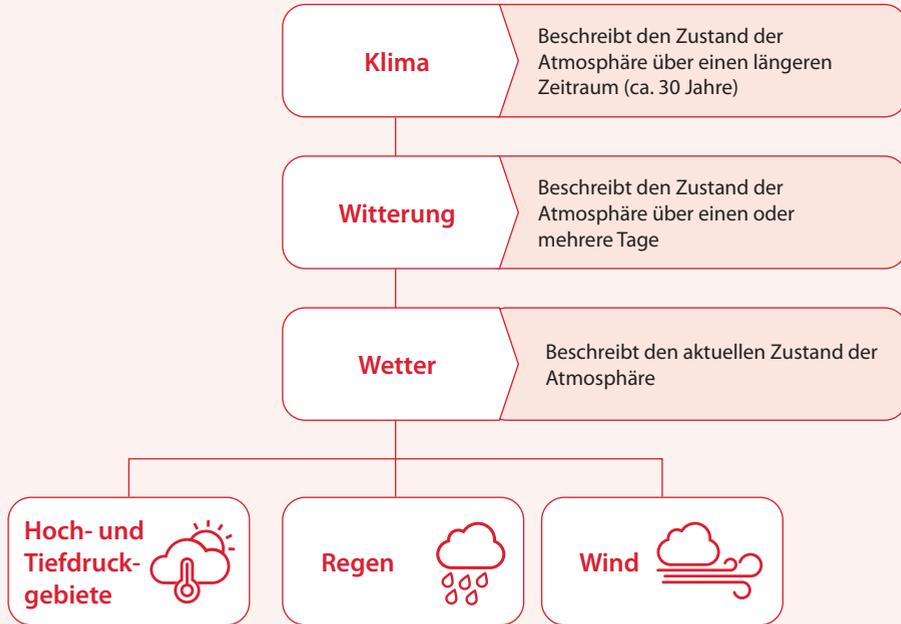


Bild 8.1: Wetterfaktoren

Zusammenfassung



Ich kann...				
	sehr sicher	sicher	unsicher	sehr unsicher
... die Begriffe ‚Wetter‘ und ‚Klima‘ unterscheiden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die physikalische Größe ‚Luftdruck‘ erklären.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... das Messverfahren zur Luftdruckmessung beschreiben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... einfache Luftdruckmessgeräte selbst bauen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Begriffe ‚Hochdruckgebiet‘ und ‚Tiefdruckgebiet‘ erklären.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Entstehung von Winden erklären.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... unterschiedliche Windstärken mit Hilfe der Beaufort-Skala beschreiben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die physikalische Größe ‚Luftfeuchtigkeit‘ erklären.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Ursache unterschiedlicher Luftfeuchtigkeit beschreiben	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Bildung von Wolken erklären	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das kann ich schon gut:				
Das muss ich noch üben:				
In der nächsten Stunde frage ich noch mal nach wegen:				

9

ASTRONOMIE



Historische Vorstellungen



Wie entstehen die Jahreszeiten?



Wer dreht sich um wen?



Wie entstehen Tag und Nacht?

„Die Rotation der Erde hat damit zu tun, dass die Erde sich dreht. Und man kann eigentlich nicht sagen: Die Sonne geht im Osten auf. Denn es ist die Erde, die sich dreht. Die Sonne geht überhaupt nicht auf, sie bleibt am Ort. Sie wartet darauf, dass die Erde im Osten aufgeht und im Westen unter. Anders ausgedrückt: Wenn mein Kopf die Erde ist und das Licht der Deckenlampe die Sonne, dann ist es so, als ob ich mich langsam unter die Lampe schleiche, und wenn ich direkt drunter bin, ist Mittag. Und wenn Leute auf meinem Kopf leben würden, dann würden sie zu Mittag essen.“¹

Dieser Aufsatz einer Siebtklässlerin enthält viele Kenntnisse über den Gang von Erde und Sonne, ihre Bewegungen und all die scheinbar selbst-

verständlichen Zusammenhänge, die aber im Laufe der Jahrtausende erst geduldig erforscht werden mussten.

Seit etwa vier Jahrhunderten gilt die Astronomie, jenes Fachgebiet der Physik, das sich mit den Planeten und Sternen beschäftigt, als Wissenschaft. Bis dahin wurden die Systeme und Zusammenhänge unter religiösen Gesichtspunkten betrachtet und gedeutet. Jede Kultur sah den Himmel unter dem Blickwinkel kultischer Verehrung von Himmelskörpern und Gestirnen. Deshalb sind auch viele Sterne und Planeten nach Göttern benannt. Erscheinungen wie Mond- und Sonnenfinsternis, aber auch meteorologische Phänomene wie Gewitter wurden als göttliche Antwort auf das Tun der Erdenbewohner interpretiert.

¹ Aus „Hallo, Herr Lehrer!“ von Willy Breinholst, Lübbecke, 1994

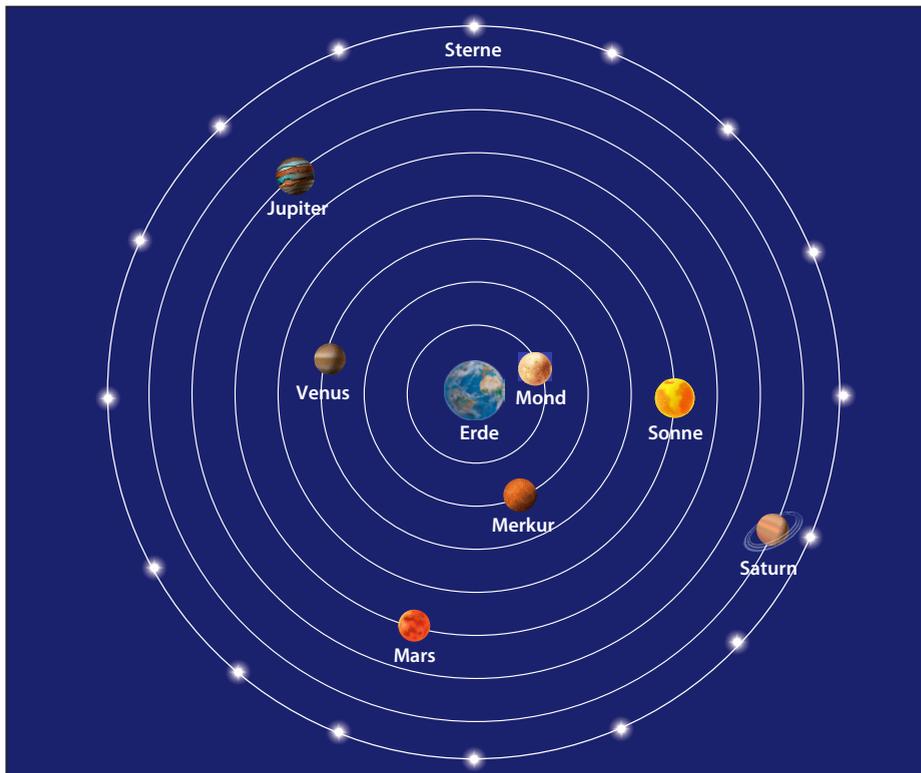


Bild 9.1: Geozentrisches Weltbild nach Aristoteles und Ptolemäus

Ich kann...

	sehr sicher	sicher	unsicher	sehr unsicher
... unser Sonnensystem zeichnen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... die Anordnung der Planeten unseres Sonnensystems benennen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... erklären, wie der Tag und die Nacht entstehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... erklären, dass die Sonne nicht auf- und untergeht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... erklären, wie die vier Jahreszeiten entstehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das kann ich schon gut:				
Das muss ich noch üben:				
In der nächsten Stunde frage ich noch mal nach wegen:				