

# 1 Physikalische Grundlagen

## 1.1 Physikalische Maßeinheiten

- Sind **festgelegte** Werte, die beispielsweise anhand von Geräten oder durch Prozesse (z. B. Urmeter, Urkilogramm) ermittelt werden.
- Werden **quantitativ** (zahlenmäßig) erfasst.
- Sind durch **Name**, **Einheit** bzw. das **Einheitenzeichen** und ein **Formelzeichen** definiert.

### Beispiel:

Name	Einheit	Einheitenzeichen	Formelzeichen
Masseneinheit	Kilogramm	kg	$m$

- Eine **Einheit** dient der **Wertangabe** einer physikalischen Größe. Die Wertangabe wird als ein Vielfaches der Einheit angegeben (z. B. 1 Kilometer = 1 000 Meter)

### 1.1.1 Basisgrößen (SI-Einheiten)

- Sind Grundeinheiten zur Beschreibung eines physikalischen Zustands.
- Können nicht durch andere Basisgrößen ausgedrückt werden.
- Aktuell sind **7 Basisgrößen** (SI-Einheiten) im **internationalen Einheitensystem** (Système International d'Unités) anerkannt:

■ **Tab. 1.1** Auflistung der sieben Basisgrößen

Basisgröße	Einheit	Einheitenzeichen	Formelzeichen
Länge	Meter	m	$l$
Masse	Kilogramm	kg	$m$
Zeit	Sekunde	s	$t$
Temperatur	Kelvin	K	$T$
Lichtstärke	Candela	Cd	$I$
Stoffmenge	Mol	mol	$n$
Elektrische Stromstärke	Ampere	A	$I$

### Beispiel zur Darstellung der Messwerte:

Formelzeichen	=	Zahlenwert · Einheit
$T$	=	<b>22 K</b>
$m$	=	<b>113 kg</b>

### 1.1.2 Abgeleitete Größen

- Sind von den SI-Einheiten abgeleitet:

■ **Tab. 1.2** Abgeleitete Größen im Überblick

Größe	Einheit	Einheitenzeichen	Formelzeichen	In SI-Einheiten
Volumen	Liter	l	$V$	$m^3$
Kraft	Newton	N	$F$	$\frac{kg \cdot m}{s^2}$
Elektrische Spannung	Volt	V	$U$	$\frac{kg \cdot m^2}{s^3 \cdot A} = \frac{W}{A}$
Elektrischer Widerstand	Ohm	$\Omega$	$R$	$\frac{kg \cdot m^2}{s^3 \cdot A^2} = \frac{V}{A}$
Druck	Pascal	Pa	$p$	$\frac{kg}{m \cdot s^2} = \frac{N}{m^2}$

Können durch die Kombination von SI-Einheiten dargestellt werden (z. B. Geschwindigkeit mit  $\frac{km}{h}$ ).

■ **Tab. 1.2** Abgeleitete Größen im Überblick (Fortsetzung)

Größe	Einheit	Einheitenzeichen	Formelzeichen	In SI-Einheiten
Arbeit, Energie	Joule	J	$W$	$\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} = \text{N} \cdot \text{m}$
Leistung	Watt	W	$P$ (Elektrotechnik) $Q$ (Wärmetechnik)	$\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3} = \frac{\text{J}}{\text{s}}$

### 1.1.3 Andere gebräuchliche Einheiten

■ **Tab. 1.3** Gebräuchliche Einheiten aus unserem Alltag

Größe	Einheit	Einheitenzeichen	Formelzeichen	Umrechnung
Masse	Gramm	g	$m$	1 000 g = 1 kg
	Tonne	t		1 t = 1 000 kg
	Atomare Masseneinheit	u		1 u = 1,661 · 10 <sup>-27</sup> kg
Zeit	Minute	min	$t$	1 min = 60 s
	Stunde	h		1 h = 60 min = 3 600 s
	Tag	d		1 d = 24 h = 86 400 s
Druck	Bar	bar	$p$	1 bar = 100 kPa = 10 <sup>5</sup> Pa
	Millimeter Quecksilbersäule	mmHg		1 mmHg ≈ 133,322 Pa (Blutdruckmessung)
Temperatur	Grad Celsius	°C	$\theta$	0 °C = 273,15 K
Geschwindigkeit	Meter pro Sekunde	$\frac{\text{m}}{\text{s}}$	$v$	

### 1.1.4 Vorsätze für Maßeinheiten

- Werden auch als **Präfixe** bezeichnet.
- Für eine übersichtliche Darstellung der Größen wurden Abkürzungen für das **Vielfache** und für **Teile** von Einheiten bestimmt.

■ **Tab. 1.4** Auszug der gebräuchlichsten SI-Präfixe

Zehnerpotenz	Präfix	Zeichen	Wert	
10 <sup>15</sup>	Peta	P	Billiarde	1 000 000 000 000 000
10 <sup>12</sup>	Tera	T	Billion	1 000 000 000 000
10 <sup>9</sup>	Giga	G	Milliarde	1 000 000 000
10 <sup>6</sup>	Mega	M	Million	1 000 000
10 <sup>3</sup>	Kilo	k	Tausend	1 000
10 <sup>2</sup>	Hekto	h	Hundert	100
10 <sup>1</sup>	Deka	da	Zehn	10
10 <sup>-1</sup>	Dezi	d	Zehntel	0,1
10 <sup>-2</sup>	Centi	c	Hundertstel	0,01
10 <sup>-3</sup>	Milli	m	Tausendstel	0,001
10 <sup>-6</sup>	Mikro	μ	Millionstel	0,000 001
10 <sup>-9</sup>	Nano	n	Milliardstel	0,000 000 001
10 <sup>-12</sup>	Piko	p	Billionstel	0,000 000 000 001
10 <sup>-15</sup>	Femto	f	Billiardstel	0,000 000 000 000 001
10 <sup>-18</sup>	Atto	a	Trillionstel	0,000 000 000 000 000 001

SI-Präfixe: international anerkannt.

**Beispiele:**

$1 \text{ mm} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}$   
 $1 \text{ ms} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ s}$   
 $1 \text{ nm} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 1 \cdot 10^{-12} \text{ km}$

## 1.2 Wichtige physikalische Konstanten

- Auch als **Naturkonstanten** bezeichnet.
- Sind Messwerte bzw. spezielle Messgrößen, die einen **gleichbleibenden Größenwert** besitzen (unabhängig von Raum und Zeit).

■ **Tab. 1.5** Die wichtigsten Naturkonstanten

Naturkonstante	Zeichen	Wert
Absoluter Nullpunkt	$T$	$0 \text{ K} = -273,15 \text{ °C}$
Atomare Masseneinheit	$u$	$1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Mittlere Fallbeschleunigung (Erde)	$g$	$9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
Ladung des Elektrons	$e$	$1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Lichtgeschwindigkeit im Vakuum	$c$	$2,9979 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Molares Volumen	$V_m$	$22,41 \frac{\text{l}}{\text{mol}}$

Vakuum:  
nahezu luftleerer Raum.

## 2 Mechanik

Die Mechanik ist ein Teilgebiet der Physik und befasst sich mit der Lehre vom Gleichgewicht und der Bewegung von Körpern. Sie umfasst folgende Teilbereiche:

- **Statik:** Kräftegleichgewicht an unbeschleunigten Körpern.
- **Dynamik:** Lehre der Wirkungen von Kräften.
  - **Kinematik:** Lehre der Bewegungen im Raum (Wann ist der Körper wo?).
  - **Kinetik:** Erfasst den Zusammenhang zwischen Kräften und Bewegungen.

### 2.1 Grundlagen

- Die drei Eigenschaften, die einen Körper auszeichnen, sind **Masse**, **Volumen** und **Dichte**.

- Zusammenhang der Eigenschaften: Dichte =  $\frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}}$

$$\rho \text{ („rho“) } = \frac{m}{V} \text{ in } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

#### 2.1.1 Masse

- Jeder Körper besitzt eine **Masse** ( $m$ ) mit der SI-Einheit **Kilogramm (kg)**.
- Die Eigenschaften der Masse sind **Trägheit**, **Schwere** und **Energie**.
- Die Masse ist eine Eigenschaft des Körpers, die **ortsunabhängig** ist.
- Umgangssprachlich wird die Masse auch als **Gewicht** bezeichnet. Jedoch ist das Gewicht eine **ortsabhängige** Größe und ein Maß dafür, wie stark ein Gegenstand von der Schwerkraft angezogen wird.
- Anhand verschiedener **Messgeräte** (► Kap. 2.2.1) lässt sich die Masse eines Körpers bestimmen.

##### Masse im Überblick:

Formelzeichen:	$m$	
Berechnung:	$m = \rho \cdot V$	
SI-Einheit:	kg	
Weitere Einheiten:	Mikrogramm	$1 \mu\text{g} = 10^{-9} \text{ kg} = 0,000\,000\,001 \text{ kg}$
	Milligramm	$1 \text{ mg} = 10^{-6} \text{ kg} = 0,000\,001 \text{ kg}$
	Gramm	$1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg} = 0,001 \text{ kg}$
	Tonne	$1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg} = 1\,000 \text{ kg}$
Alltägliche Einheiten:	Pfund	$1 \text{ Pfund} = 500 \text{ g} = 0,5 \text{ kg}$
	Zentner	$1 \text{ Zentner} = 50 \text{ kg}$

#### 2.1.2 Volumen

- Das **Volumen** ( $V$ ) gibt die Ausdehnung eines Körpers an. Es besagt also, wie viel Platz ein Körper im Raum einnimmt.
- Das Volumen eines Körpers ist abhängig von **Druck**, **Dichte** und **Temperatur**.
- Für die Bestimmung des Volumens stehen verschiedene **Volumenmessgeräte** zur Verfügung (► Kap. 2.2.2).
- In der Regel verwendet man für feste Körper die Einheit **Kubikmeter ( $\text{m}^3$ )**, Flüssigkeiten und Gase misst man für gewöhnlich in der Einheit **Liter (l)**.

Beispiel zur Masse: 100 g Birkenblätter besitzen auf Erde und Mond die gleiche Masse von 100 g.

Beispiel zum Gewicht: Die Birkenblätter, die auf der Erde 100 g wiegen, wiegen auf dem Mond weniger als 100 g, da dort die Schwerkraft geringer ist als auf der Erde.

Ein Körper nimmt umso mehr Platz im Raum ein, je kleiner der Druck, je kleiner die Dichte und je größer die Temperatur ist.

**Volumen im Überblick:**

Formelzeichen:	V
Berechnung:	$V = \frac{m}{\rho}$
SI-Einheit:	m <sup>3</sup>
Weitere Einheiten:	1 cm <sup>3</sup> = 1 ml, 1 dm <sup>3</sup> = 1 l

**2.1.3 Dichte**

- Ist eine **stoffabhängige** Größe, welche die Masse eines Körpers mit dessen Volumen ins Verhältnis setzt.
- Da das Volumen **druck-** und **temperaturabhängig** ist, gelten diese Eigenschaften auch für die Dichte.
  - *Ausnahme:* Dichteanomalie

= Der Effekt, dass die Dichte eines Stoffs unterhalb einer gewissen Temperatur wieder abnimmt, der Stoff sich also erneut ausdehnt.

Bekanntester Stoff: Wasser

Bei ca. **4 °C** besitzt Wasser seine **größte Dichte** und somit sein **kleinstes Volumen**. Oberhalb dieser Temperatur verhält es sich wie andere Flüssigkeiten und dehnt sich aus. Unterhalb dieser Temperatur wird das Volumen bei weiterer Temperaturniedrigung aufgrund der Dichteanomalie jedoch wieder größer (auch bei Änderung des Aggregatzustands flüssig → fest).

- Aufgrund von **Dichteunterschieden** kommt es häufig zu einer Trennung heterogener Stoffgemische (z. B. an der Wasseroberfläche schwimmendes Öl).

**Dichte im Überblick:**

Formelzeichen:	$\rho$ (Rho)
Berechnung:	$\rho = \frac{m}{V}$
SI-Einheit:	$\frac{kg}{m^3}$
Weitere Einheiten:	$1 \frac{g}{cm^3} = 1 \frac{g}{ml} = 1 \frac{kg}{dm^3} = 1 \frac{kg}{l}$
Verwendung:	Identitätsprüfung, Reinheitsprüfung, Gehaltsbestimmung

**2.1.4 Relative Dichte**

- Setzt die absolute Dichte einer Substanz ( $\rho_{\text{Substanz}}$  bei 20 °C) mit der absoluten Dichte des Wassers (bei 20 °C oder 4 °C) ins Verhältnis. Sie ist daher eine dimensionslose Größe (→ besitzt also keine Einheit).
- Dabei gilt folgende Schreibweise:  $d_{20}^{20}$  oder  $d_4^{20} \rightarrow d_{\text{Temperatur der Substanz in } ^\circ\text{C}}^{\text{Temperatur des Wassers in } ^\circ\text{C}}$
- Nach Europäischem Arzneibuch (Ph. Eur., Kapitel 2.2.5) wird vorausgesetzt, dass das Volumen der Substanz bei der Temperatur  $t_1$  genauso groß ist wie das des Wassers bei der Temperatur  $t_2$ , sodass gilt:  $V_{\text{Substanz}} = V_{\text{Wasser}}$

$$\rightarrow d_{20}^{20} = \frac{\rho_{\text{Substanz}}}{\rho_{\text{Wasser}}} = \frac{\frac{m_{\text{Substanz}}}{V_{\text{Substanz}}}}{\frac{m_{\text{Wasser}}}{V_{\text{Wasser}}}} = \frac{m_{\text{Substanz}} \cdot V_{\text{Wasser}}}{m_{\text{Wasser}} \cdot V_{\text{Substanz}}}$$

Da gilt:  $V_{\text{Substanz}} = V_{\text{Wasser}} \rightarrow d_{20}^{20} = \frac{m_{\text{Substanz}}}{m_{\text{Wasser}}}$

Die Dichte wird auch als *Massendichte* bezeichnet.

Beispiel: Stellen wir uns eine Eisenkugel und eine Styroporkugel gleicher Größe (Volumen) vor: Logischerweise besitzen beide Kugeln eine unterschiedliche Masse. Gemäß der uns bekannten Formel lässt sich daraus schließen, dass beide Körper eine unterschiedliche Dichte besitzen.

Heterogene Stoffgemische bestehen aus mindestens zwei unterschiedlichen Stoffen, welche sich ohne Hilfsmittel (z. B. Emulgator) nicht miteinander verbinden lassen.

Zur Erinnerung: Bei 4 °C hat Wasser seine größte Dichte.

Zur Erinnerung: Die Dichte ist eine temperaturabhängige Größe, daher sollte während der Messung auf Temperaturkonstanz geachtet werden.

Zur Umrechnung: Die absolute Dichte des Wassers beträgt  $0,9982 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$ , gemessen bei  $20^\circ\text{C}$ .

F: Kraft in N,  
A: Fläche in  $\text{m}^2$ .

= Hydrostatischer Druck, Gravitationsdruck (bei ruhenden Flüssigkeiten)

Zusammenhang: Der Schweredruck ist umso größer, je tiefer man in die Flüssigkeit eintaucht und je größer die Dichte der Flüssigkeit ist.

### Relative Dichte im Überblick:

Formelzeichen:  $d$  (engl. density)

Berechnung:  $d_{20} = \frac{m_{\text{Substanz}}}{m_{\text{Wasser}}}$

Einheit: keine

Umrechnung: absolute  $\rightarrow$  relative Dichte:

$$d = \frac{\rho_{\text{Substanz}}}{\rho_{\text{Wasser}}} = \frac{\rho_{\text{Substanz}}}{0,9982} = \rho_{\text{Substanz}} \cdot \frac{1}{0,9982} = \rho_{\text{Substanz}} \cdot 1,0018$$

relative  $\rightarrow$  absolute Dichte:

$$d = \rho_{\text{Substanz}} \cdot 1,0018 \rightarrow \rho_{\text{Substanz}} = \frac{d}{1,0018}$$

### 2.1.5 Druck

Der Druck ist eine physikalische Größe, welche die Kraft angibt, die senkrecht auf eine Fläche einwirkt.

#### Druck im Überblick:

Formelzeichen:  $p$  (engl. pressure)

SI-Einheit: Pa (Pascal)

Berechnung:  $p = \frac{F}{A}$

Umrechnung:  $1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$

Weitere Einheiten: Bar (bar)

$1 \text{ bar} = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

Millimeter Quecksilbersäule (mmHg)

$1 \text{ mmHg} = 133,32 \text{ Pa} = 1 \text{ Torr}$

Torr (Torr)

$1 \text{ Torr} = 133,32 \text{ Pa} = 1 \text{ mmHg}$

Atmosphäre (at)

$1 \text{ at} = 98066,5 \text{ Pa}$

### Schweredruck in Flüssigkeiten

- Der Schweredruck einer Flüssigkeit entsteht aufgrund der Schwerkraft einer darüber liegenden Flüssigkeitssäule.
- Der Schweredruck hängt ab von:
  - Eintauchtiefe in die Flüssigkeit
  - Dichte der Flüssigkeit
- Es gilt somit die Formel:  $p = \rho \cdot g \cdot h$

$p$ : Schweredruck

$\rho$ : Dichte der jeweiligen Flüssigkeit

$g$ : Schwerkraft (Gravitation)

$h$ : Höhe der Flüssigkeitssäule bzw. Eintauchtiefe des Körpers

#### Beispiel:

In einem mit Wasser gefüllten Glas befinden sich die Körper  $K_1$  und  $K_2$ , wobei  $K_2$  tiefer in die Flüssigkeit eintaucht (Abb. 2.1). Der Bereich über den beiden Körpern stellt die jeweilige Flüssigkeitssäule dar. Gemäß der Formel  $p = \rho \cdot g \cdot h$  ergibt sich, dass der Druck, der auf  $K_2$  wirkt, größer ist als der Druck auf  $K_1$ .

## 4 Optik

Die Optik ist ein Teilgebiet der Physik, das sich mit der Lehre vom Licht befasst. Dabei werden Gesetzmäßigkeiten untersucht, die der Entstehung, der Ausbreitung und der Umwandlung des Lichts in andere Energieformen zugrunde liegen.

### 4.1 Begriffsdefinitionen

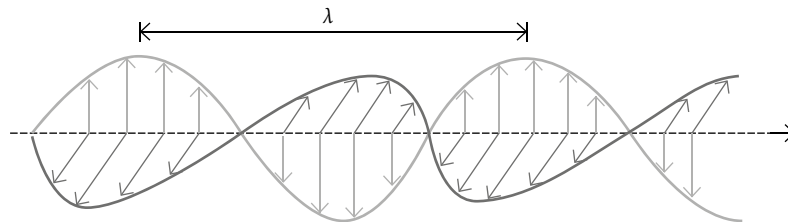
#### Elektromagnetische Strahlung:

- Besteht aus Energieeinheiten (Photonen oder Quanten genannt), die sich wellenförmig ausbreiten.
- Elektromagnetische Strahlung kann sich sowohl im Medium als auch im Vakuum ausbreiten.
- Veranschaulichung der elektromagnetischen Strahlung: Wie der Name „elektromagnetische Strahlung“ bereits aussagt, sind bei diesem Strahlungstyp **elektrische** und **magnetische Felder** miteinander gekoppelt. Diese Felder bewegen sich senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der Welle und stehen zudem senkrecht aufeinander (● Abb. 4.1). Durch die Ausbreitungsrichtung und Schwingung der Lichtwelle ist im Raum eine ganz bestimmte Ebene definiert, auf welcher sich die Lichtwelle bewegt.

Als *Medium* bezeichnet man Stoff, den die Welle durchdringt bzw. in dem sie sich ausbreitet.

Im Vakuum breitet sich elektromagnetische Strahlung mit Lichtgeschwindigkeit (ca.  $300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ ) aus.

Da die elektromagnetische Welle senkrecht zu ihrer Ausbreitungsrichtung schwingt, wird sie auch als *Transversalwelle* bezeichnet.



● **Abb. 4.1** Darstellung einer nach rechts ausbreitenden polarisierten Welle mit dem elektrischen (hell) und magnetischen Feld (dunkel) und der Wellenlänge  $\lambda$

#### Polarisiertes Licht:

Licht, das nur in einer Ebene schwingt. Es wird aus natürlichem Licht durch Polarisation erzeugt.

#### Unpolarisiertes Licht:

Licht bezeichnet man dann als unpolarisiert, wenn sich die vielen unterschiedlich langen Lichtwellen in **verschiedene Raumrichtungen** ausbreiten. Mit einem speziellen Filter (Polarisationsfilter) ist es möglich, nur eine dieser Schwingungsebenen zu filtern und somit das Licht zu polarisieren.

#### Elektromagnetische Welle:

Wie bereits beschrieben, breitet sich die elektromagnetische Strahlung wellenförmig aus. Eine Welle ist durch folgende Merkmale charakterisiert:

- Wellenlänge  $\lambda$

Jede Welle besitzt eine individuelle Wellenlänge  $\lambda$ , die in nm (Nanometer) gemessen wird. Strahlung mit sichtbarer Wellenlänge wird von unserem Auge als Farbe wahrgenommen. Je nachdem wie lang die Welle ist, nehmen wir also z. B. das kurzwellige Blau oder das langwellige Rot wahr.

- Frequenz  $f$

Gibt die Anzahl periodisch wiederholender Vorgänge (→ Wellenlänge) in einem bestimmten Zeitabschnitt an. Die Einheit der

Frequenz ist Hertz (Hz), wobei  $1 \text{ Hz} = \frac{1}{\text{s}}$  entspricht.

Beispiel für unpolarisiertes Licht: das natürliche Licht der Sonne.

- Lichtgeschwindigkeit  $c$  Die Geschwindigkeit, mit der sich das Licht in einem Medium ausbreitet. Die Einheit der Lichtgeschwindigkeit ist  $\frac{\text{km}}{\text{s}}$ .
- Zusammenhang:  $c = \lambda \cdot f$
- Elektromagnetisches Spektrum:** Umfasst den gesamten Wellenlängenbereich aller bekannten elektromagnetischen Strahlen, die nach folgenden Strahlungsarten gruppiert werden:
  - Gammastrahlung Die Wellen der Gammastrahlung besitzen die höchsten Frequenzen und Energien des elektromagnetischen Spektrums, sodass diese am kurzwelligsten sind. Sie entstehen u. a. bei hochenergetischen Prozessen in Atomkernen (z. B. Zerfall von Uran). In der Medizin werden sie beispielsweise im Bereich der Strahlentherapie eingesetzt.
  - Röntgenstrahlung Röntgenstrahlung kennen wir bevorzugt aus der Medizin. Sie wird eingesetzt, um den menschlichen Körper zu durchleuchten, wodurch je nach verwendeter Strahlung Knochen, aber auch innere Organe, erkennbar gemacht werden können.
  - UV-Strahlung UV-Strahlung (Ultraviolettstrahlung) entsteht, genau wie sichtbares Licht, durch einen Wechsel des Energieniveaus der Valenzelektronen, wobei diese Energie in Form eines Photons frei wird. In unserem Alltag begegnen wir ihr täglich, da sie z. B. von der Sonne ausgesandt wird. Sie wird eingeteilt in UV-A- und UV-B-Strahlung.
    - UV-A:** — **Hautalterung**
      - **Sofortpigmentierung** durch Oxidation farbloser Melaninvorstufen (kaum Eigenschutz, hält nicht lange an)
    - UV-B:** — Stimuliert **Melaninproduktion** (Maximum nach 10-20 Tagen)
      - **Sonnenbrand**
      - **Hautschäden**
 Ziel von Sonnencremes ist es daher, die UV-A- und UV-B-Strahlung vor dem Eindringen in die Haut zu absorbieren (aufzunehmen) oder zu reflektieren. Jedoch ist die UV-B-Strahlung für die Bildung von Vitamin D unabdingbar, welches für den Knochenstoffwechsel von Bedeutung ist.
  - Sichtbares Licht Ist der Teil des elektromagnetischen Spektrums, der für das menschliche Auge sichtbar ist. Alle anderen Strahlungsarten können nicht vom menschlichen Auge wahrgenommen werden.
  - Infrarotstrahlung Infrarotstrahlung (IR-Strahlung) wird umgangssprachlich auch als Wärmestrahlung bezeichnet, da sich Objekte unter ihrer Einwirkung erwärmen bzw. warme Objekte vor allem diese Strahlung aussenden. Bedeutendste IR-Strahlungsquelle ist die Sonne. Auch im Haushalt begegnen uns diverse künstliche IR-Strahlungsquellen, z. B. Ceran-Kochfelder oder Glühlampen.
  - Terahertzstrahlung Terahertzstrahlung ist, im Gegensatz zur Röntgenstrahlung, gesundheitlich unbedenklich, da sie nicht ionisierend ist und somit die Körperzellen nicht schädigen kann. Zum Einsatz kommt dieser Strahlungstyp z. B. an Flughäfen, indem verdächtige Personen nach Waffen oder Sprengstoff durchleuchtet werden.
  - Mikrowellen Mikrowellen spielen für uns im Alltag eine große Rolle, denn sie werden in den gleichnamigen Geräten zum Aufwärmen oder Auftauen von Speisen eingesetzt. Die Mikrowellen regen die Wassermoleküle in den Lebensmitteln an und versetzen diese in Schwingung, wodurch die Temperatur steigt (innere Reibung).

Die Lichtgeschwindigkeit ist stoffabhängig: z. B. Vakuum ca.  $300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ , Wasser ca.  $225\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ .

Elektromagnetische Strahlung besteht aus Energieeinheiten (*Photonen* oder *Quanten* genannt), die wellenförmig von einer Lichtquelle ausgestrahlt werden.

Sog. Körper- bzw. Nacktscanner.



Monochromatisches Licht kommt, im Gegensatz zu polychromatischem Licht, in der Natur nicht vor. Es kann nur mit einem Laser erzeugt werden.

Beispiel aus dem Alltag: Regenbogen. Hier wird das Sonnenlicht an den Regentropfen dispergiert.

Beispiel aus dem Alltag: Befindet sich ein Trinkröhrchen in einem mit Wasser gefüllten Glas, so sieht es aus, als hätte das Röhrchen einen „Knick“. Diese optische Täuschung beruht auf der Brechung des Lichts.

Auch als *Brechungsgesetz* bezeichnet.

Einfallslot als gedachte Linie, die senkrecht zur Grenzfläche steht.

Der Brechungsindex eines Stoffes kann mit dem Abbe-Refraktometer (► Kap. 4.3.2) bestimmt werden.

#### ■ Radiowellen

Werden als Trägerwellen genutzt, die Musik, Sprache oder Bilder übertragen können (Radio, Fernsehen).

#### Spektralfarbe:

Licht einer ganz bestimmten Wellenlänge (= monochromatisches Licht). Als Spektralfarben bekannt: Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Violett („Regenbogenfarben“).

#### Weißes Licht:

Licht aus einer Mischung vieler sichtbarer Wellenlängen (= polychromatisches Licht; z. B. Sonnenlicht).

#### Dispersion:

Aufspaltung von weißem Licht in seine einzelnen Spektralfarben, da das Licht an einem Prisma (► Kap. 4.2.2) aufgrund der unterschiedlichen Wellenlängen unterschiedlich stark gebrochen wird.

#### Refraktion (Lichtbrechung):

Änderung der Ausbreitungsrichtung des Lichts an der Grenzfläche zweier lichtdurchlässiger (transparenter) Medien mit unterschiedlichen optischen Eigenschaften.

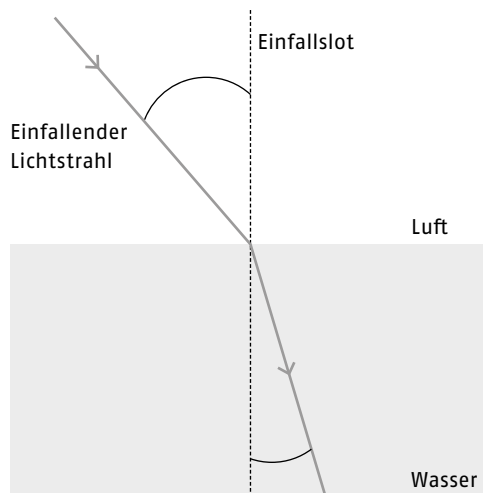
- Anwendung: Identitäts-, Reinheits- und Gehaltsprüfung

#### Refraktionsgesetz:

Das **Refraktionsgesetz** (◉ Abb. 4.2) geht auf die Änderung der Ausbreitungsrichtung und auf die Änderung der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts beim Wechsel der Medien (z. B. Wasser als optisch dichteres Medium und Luft als optisch dünneres Medium) genauer ein:

→ Lichtstrahl geht vom ...

- ... optisch dünneren ins optisch dichtere Medium über: Lichtstrahl wird zum Einfallslot hin gebrochen.
- ... optisch dichteren ins optisch dünnere Medium über: Lichtstrahl wird vom Einfallslot weggebrochen.



◉ **Abb. 4.2** Refraktion eines Lichtstrahls nach dem Refraktionsgesetz

#### Brechungsindex (Brechzahl) $n$ :

- Stoffabhängige und dimensionslose Größe, welche die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum mit der Lichtgeschwindigkeit des jeweiligen Stoffes ins Verhältnis setzt.
- Da der Brechungsindex von der Wellenlänge des einfallenden Lichts abhängt, wird er typischerweise für eine ganz bestimmte Wellenlänge (Natrium-D-Linie,  $\lambda = 589,3 \text{ nm}$ ) angegeben.