Übersicht der Einheiten

2

2.1 Basisgrößen und Grundeinheiten (SI)[1]

Länge (Symbol *l*)
Ein **Meter** (m) ist die Länge der Strecke, die Licht im Vakuum während der Dauer von 1/299792458 Sekunden durchläuft.

Masse (Symbol *m*)
Ein **Kilogramm** (kg) ist die Masse des internationalen Kilogrammprototyps.

Zeit (Symbol *t*)
Eine **Sekunde** (s) ist die Zeitdauer von 9 192 631 770 Perioden der Strahlung, die bei dem Übergang zwischen den beiden Hyperfeinniveaus des Grundzustands des Nuklids Cäsium 133 entsteht.

Elektrische Stromstärke (Symbol *I*)
Ein **Ampere** (A) ist die Stärke eines zeitlich unveränderlichen Stroms, der durch zwei im Vakuum parallel im Abstand von einem Meter voneinander angeordnete, geradlinige, unendlich lange Leiter von vernachlässigbar kleinem kreisförmigem Querschnitt fließend, zwischen diesen Leitern je Meter Leiterlänge die Kraft $2 \cdot 10^{-7}$ Newton bewirkt.

Temperatur (Symbol *T*)
Ein **Kelvin** (K) ist der 273,16 te Teil der thermodynamischen Temperatur des Tripelpunktes des Wassers.

[1] SI: Système International.

B. Schröder, *Einheiten und Symbole für Ingenieure,* essentials,
DOI 10.1007/978-3-658-05626-1_2, © Springer Fachmedien Wiesbaden 2014

Stoffmenge (Symbol *n*)
Ein **Mol** (mol) ist die Stoffmenge eines Systems, das aus ebensoviel Elementarteilen besteht, wie Atome in 0,012 kg des Kohlenstoffs 12 enthalten sind.

Bemerkung. Bei Benutzung der Basiseinheit Mol müssen die elementaren Elemente spezifiziert werden; dies können Atome, Moleküle, Ionen, Elektronen, andere Teilchen oder bestimmte Verbindungen derartiger Teilchen sein.

In der Praxis (*technische Notation*) wird die Benutzung des **Kilomol** (kmol) empfohlen, u. a. durch die ISO (*International Organization for Standardization*). In diesem Fall vermeidet man den Faktor 1000 der auftritt wenn das mol in Kombination mit anderen Größen angewandt wird.

z. B.: $M = 10^{-3}\ M_r$ kg/mol, bzw. $M = M_r$ kg/kmol. Wenn von mol ausgegangen würde, dann wären die pH-Werte um 3 kleiner, als tatsächlich üblich ist.

Lichtstärke (Symbol *I*)
Ein **Candela** (cd) ist die Lichtstärke in einer bestimmten Richtung einer Strahlungsquelle, die monochromatische Strahlung der Frequenz $540 \cdot 10^{12}$ Hz aussendet und deren Strahlstärke in dieser Richtung 1/683 Watt/Steradiant beträgt.

2.2 Zusätzliche Größen und Einheiten

Ebene Winkel (Symbol α, β,…)
Der **Radiant** (rad) ist der ebene Winkel zwischen zwei Radien eines Kreises, die vom Umfang einen Bogen abschneiden, welcher die Länge eines Radius besitzt.

2π rad entspricht 360°.

Raumwinkel (Symbol Ω, ω)
Der **Steradiant** (sr) ist der räumliche Winkel der, wenn seine Spitze mit dem Mittelpunkt einer Kugel zusammenfällt, aus dieser Kugel eine Oberfläche ausschneidet, deren Größe gleich einem Quadrat ist, dessen Seite gleich dem Kugelradius ist.

Der komplette *dreidimensionale Raum* umfasst 4π sr.

2.3 Abgeleitete SI-Einheiten (Tab. 2.1)

Tab. 2.1 Übersicht über abgeleitete SI-Einheiten

Einheit			Größe
Bezeichnung	Symbol	Ableitung	
Becquerel	Bq	s^{-1}	(Strahlungs)aktivität
Coulomb	C	$A \cdot s$	Elektrische Ladung
Farad	F	$A^2 \cdot s^4/(kg \cdot m^2)$	Elektrische Kapazität
Gray	Gy	m^2/s^2	Absorbierte Dosis
Henry	H	$kg \cdot m^2/(A^2 \cdot s^2)$	Elektrische Induktivität
Hertz	Hz	s^{-1}	Frequenz
Joule	J	$kg \cdot m^2/s^2$	Arbeit, Energie, Wärmemenge
Lumen	Lm	$cd \cdot sr$	Lichtstrom
Lux	lx	$cd \cdot sr/m^2$	Beleuchtungsstärke
Newton	N	$kg \cdot m/s^2$	Kraft
Ohm	Ω	$kg \cdot m^2/(A^2 \cdot s^3)$	Elektrischer Widerstand
Pascal	Pa	$kg/(m \cdot s^2)$	Druck, Spannung
Siemens	S	$A^2 \cdot s^3/(kg \cdot m^2)$	Elektrische Leitfähigkeit
Sievert	Sv	m^2/s^2	Äquivalente Dosis
Tesla	T	$kg/(A \cdot s^2)$	Magnetische Induktion
Volt	V	$kg \cdot m^2/(A \cdot s^3)$	Elektrische Spannung, Potenzial
Watt	W	$kg \cdot m^2/s^3$	Leistung, Energiestrom
Weber	Wb	$kg \cdot m^2/(A \cdot s^2)$	Magnetischer Fluss
Bel	B	$\log(P_2/P_1)$	Brigg'scher Logarithmus eines Verhältnisses
Neper	Np	$\ln(A_2/A_1)$	Natürlicher Logarithmus eines Verhältnisses

2.4 Abgeleitete Größen und Einheiten

Die gegebene Einheit ist die meist gültige für die betreffende Größe. Die Größe dieser Einheit wird in Grundeinheiten ausgedrückt (siehe Tab. 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, und 2.11. Eine alphabetische Liste der SI-Symbole findet sich in Tab. 2.18).

Tab. 2.2 Raum, Zeit und periodische Erscheinungen

Größe	Symbol	Einheit	Ableitung
Beschleunigung	a	m/s^2	
Beschleunigung im freien Fall	g	m/s^2	
Breite	B	m	
Dämpfung	δ	s^{-1}	
Dicke	d, δ	m	
Drehzahl	N	s^{-1}	
Durchmesser	D, d	m	
Ebener Winkel	$\alpha, \beta, \gamma, \varphi$	rad	
Fortpflanzungskoeffizient	γ	m^{-1}	
Frequenz	f, ν	Hz	s^{-1}
Geschwindigkeit	u, v, w, c	m/s	
Höhe	h	m	
Inhalt	V	m^3	
Kreisfrequenz	ω	rad/s	
Kreisfrequenz	ω	s^{-1}	
Kreiswiederholung	K	m^{-1}	
Länge	L	m	
Oberfläche	A	m^2	
Periode	T	s	
Phase	φ	rad	
Phasenkoeffizient	β	m^{-1}	
Radius	R, r	m	
Raumwinkel	Ω, ω	sr	
Schwächungskoeffizient	α	m^{-1}	
Verdichtung	κ	Pa^{-1}	$M \cdot s^2/kg$
Volumen	V	m^3	
Volumenstrom	$q_v, \dot{V}$	m^3/s	
Volumenstromdichte	v	m/s	
Weglänge	s	m	
Wellenlänge	λ	m	
Wellenzahl	σ	m^{-1}	
Winkelbeschleunigung	α	rad/s^2	
Winkelgeschwindigkeit	ω	rad/s	
Zeit	t	s	
Zeitkonstante	τ	s	

Tab. 2.3 Allgemeine Mechanik

Größe	Symbol	Einheit	Ableitung
Arbeit	W	J	$kg \cdot m^2/s^2$
Dichte	ρ	kg/m^3	
Drehimpuls	D	$N \cdot m \cdot s$	$kg \cdot m^2/s$
Druck	P	Pa	$N/m^2 = kg/(m \cdot s^2)$
Energie	W, U	J	$N \cdot m = kg \cdot m^2/s^2$
Energiedichte	W	J/m^3	$kg/(m \cdot s^2)$
Energiestrom = Leistung	$P \quad \dot{m}$	W	$kg \cdot m^2/s^3$
Flächenmasse	ρ_A	kg/m^2	
Gewicht	G	N	$kg \cdot m/s^2$
Gravitationsfeldstärke	γ	N/kg	m/s^2
Impuls (Stoß)	I	N·s	$kg \cdot m/s$
Impulsmoment	L	$kg \cdot m^2/s$	
Kinetische Energie	W_k	J	$kg \cdot m^2/s^2$
Kraft	F	N	$kg \cdot m/s^2$
Leistung, mechanisch	P	W	$N \cdot m/s = kg \cdot m^2/s^3$
Linienmasse	ρ_l	kg/m	
Masse	M	kg	
Massestrom	$q_{m,}$	kg/s	
Massestromdichte	ϕ	$kg/(m^2 \cdot s)$	
Moment einer Kraft	M	$N \cdot m$	$kg \cdot m^2/s^2$
Normalspannung	σ	Pa	$kg/(m \cdot s^2)$
Potentielle Energie	W_p	J	$kg \cdot m^2/s^2$
Reibungskoeffizient	μ	–	
Relative Dichte	d, ρ_ν	–	
Schubspannung	τ	N/m^2	$kg/(m \cdot s^2)$
Schwerefeldstärke	g	N/kg	m/s^2
Spezifische Masse	ρ	kg/m^3	
Spezifisches Volumen	v	m^3/kg	
Stoß (Impuls)	I	$N \cdot s$	$kg \cdot m/s$
Trägheitsmoment	J, I	$kg \cdot m^2$	
Trägheitsradius	i	m	
Volumenmasse (Dichte)	ρ	kg/m^3	

Tab. 2.4 Mechanik der festen Stoffe

Größe	Symbol	Einheit	Ableitung
Druck	p	Pa	$N/m^2 = kg/(m \cdot s^2)$
Elastizitätsmodul	E	Pa	$kg/(m \cdot s^2)$
Kerbschlagarbeit	K	J	$kg \cdot m^2/s^2$
Kompressibilität	κ	Pa^{-1}	$m \cdot s^2/kg$
Kompressionsmodul	K	Pa	$kg/(m \cdot s^2)$
Lineares Flächenmoment	S	m^3	
Nachgiebigkeit	h	m/N	s^2/kg
Poisson-Verhältnis	μ	–	
Quadratisches Flächenmoment	I	m^4	
Reckgrenze	R	Pa	$N/m^2 = kg/(m \cdot s^2)$
Relative Dehnung	ε	–	
Relative Volumenänderung	θ	–	
Schubmodul	G	Pa	$kg/(m \cdot s^2)$
Schubwinkel	γ	–	
Steifigkeit	c	N/m	kg/s^2
Widerstandsmoment	W	m^3	
Winkelverschiebung	γ	–	
Zugspannung	σ	N/m^2	$kg/(m \cdot s^2)$

Tab. 2.5 Mechanik der Gase und Flüssigkeiten (Strömungslehre)

Größe	Symbol	Einheit	Ableitung
Fluidität	φ	$Pa^{-1}\ s^{-1}$	$m \cdot s/kg$
Impulsmomentstrom	$\dot{L}$	$N \cdot m$	$kg \cdot m^2/s^2$
Impulsstrom	$\dot{p}$	N	$kg \cdot m/s^2$
Kompressibilitätsfaktor	z	–	
Oberflächenspannung	σ, γ	N/m	kg/s^2
Potentialfunktion	Φ	m^2/s	
Viskosität (dynamisch)	η	$Pa \cdot s$	$kg/(m \cdot s)$
Viskosität (kinematisch)	ν	m^2/s	
Widerstandsfaktor für Rohre	λ	–	
Widerstandskoeffizient	ζ	–	
Wirbelstärke (Zirkulation)	Γ	m^2/s	
Zirkulation (Wirbelstärke)	Γ	m^2/s	

Tab. 2.6 Elektrizität und Magnetismus

Größe	Symbol	Einheit	Ableitung
Blindleistung	P_q	W	$kg \cdot m^2/s^3$
Dielektrische Konstante	ε	F/m	$A^2 \cdot s^4/(kg \cdot m^3)$
Elektrisch			
Dipolmoment	p	$C \cdot m$	$A \cdot m \cdot s$
Energie	W	J	$kg \cdot m^2/s^2$
Feldstärke	E	V/m	$kg \cdot m/(A \cdot s^3)$
Fluss	Ψ	C	$A \cdot s$
Flussdichte	D	C/m^2	$A \cdot s/m^2$
Ladung	Q	C	$A \cdot s$
Leistung	P	W	$kg \cdot m^2/s^3$
Polarisation	P	C/m^2	$A \cdot s/m^2$
Potential	V	V	$kg \cdot m^2/(A \cdot s^3)$
Potentialdifferenz	V	V	$kg \cdot m^2/(A \cdot s^3)$
Raumladungsdichte	ρ	C/m^3	$A \cdot s/m^3$
Spannung	U	V	$kg \cdot m^2/(A \cdot s^3)$
Strom	I	A	
Stromdichte	J	A/m^2	
Verschiebung	D	C/m^2	$A \cdot s/m^2$
Widerstand	R	Ω	$V/A = kg \cdot m^2/(A^2 \cdot s^3)$
Elektrizitätsmenge (Ladung)	Q	C	$A \cdot s$
Elektromotorische Kraft (EMK)	E	V	$kg \cdot m^2/(A \cdot s^3)$
Flächenladungsdichte	σ	C/m^2	$A \cdot s/m^2$
Gegenseitige Induktion	M	H	$kg \cdot m^2/(A^2 \cdot s^2)$
Impedanz	Z	Ω	$kg \cdot m^2/(A^2 \cdot s^3)$
Induktion	L	H	$kg \cdot m^2/(A^2 \cdot s^2)$
Kapazität	C	F	$C/V = A^2 \cdot s^4/(kg \cdot m^2)$
Kopplungsfaktor	k	–	
Leitfähigkeit	γ, σ	S/m	$A^2 \cdot s^3/(kg \cdot m^3)$
Leitwert	G	S	$A^2 \cdot s^3/(kg \cdot m^2)$
Magnetisch			
Dipolmoment	j	$Wb \cdot m$	$kg \cdot m^3/(A \cdot s^2)$
Energie	W	J	$W \cdot s = kg \cdot m^2/s^2$
Feldstärke	H	A/m	
Fluss	Φ	Wb	$V \cdot s = kg \cdot m^2/(A \cdot s^2)$
Flussdichte	B	T	$Wb/m^2 = kg/(A \cdot s^2)$
Leitwert	Λ	H	$kg \cdot m^2/(A^2 \cdot s^2)$
Moment	m	$A \cdot m^2$	
Polarisation	J	T	$kg/(A \cdot s^2)$

Tab. 2.6 (Fortsetzung)

Größe	Symbol	Einheit	Ableitung
Quellenspannung (MMK)	U_m	V	
Spannung	U	A	
Vektorpotential	A	Wb/m	$kg \cdot m/(A \cdot s^2)$
Widerstand	R_m	H^{-1}	$A^2 \cdot s^2/(kg \cdot m^2)$
Magnetisierung	M	A/m	
Magnetomotorische Kraft (MMK)	U_m	A	
Momentane elektrische Spannung	u	V	$kg \cdot m^2/(A \cdot s^3)$
Momentaner elektrischer Strom	i	A	
Permeabilität	μ	H/m	$kg \cdot m/(A^2 \cdot s^2)$
Permittivität	ε	F/m	$A^2 \cdot s^4/(kg \cdot m^3)$
Pointing Vektor	S	W/m^2	kg/s^3
Reaktanz	X	Ω	$kg \cdot m^2/(A^2 \cdot s^3)$
Relative Permeabilität	μ_r	–	
Relative Permittivität	ε_r	–	
Reluktanz	R_m	H^{-1}	$A^2 \cdot s^2/(kg \cdot m^2)$
Scheinleistung	S	VA	$kg \cdot m^2/s^3$
Sebstinduktion	L	H	$kg \cdot m^2/(A^2 \cdot s^2)$
Spezifischer Widerstand	ρ	$\Omega \cdot m$	$kg \cdot m^3/(A^2 \cdot s^3)$
Streuungsfaktor	σ	–	
Suszeptanz	B	S	$A^2 \cdot s^3/(kg \cdot m^2)$
Umströmung, Oberflächenstromdichte	A	A/m	
Verlustfaktor	d	–	
Verlustwinkel	δ	rad	
Wirksame elektrische Leistung	P	W	$kg \cdot m^2/s^3$

Tab. 2.7 Wärme und Thermodynamik

Größe	Symbol	Einheit	Ableitung
Absolute Temperatur	T	K	
Ausdehnungskoeffizient (linear)	α, λ	K^{-1}	
Ausdehnungskoeffizient (räumlich)	γ, α_v	K^{-1}	
Enthalpie	H	J	$kg \cdot m^2/s^2$
Entropie	S	J/K	$kg \cdot m^2/(s^2 \cdot K)$
Freie Energie	F	J	$kg \cdot m^2/s^2$
Freie Enthalpie	G	J	$kg \cdot m^2/s^2$
Innere Energie	U	J	$kg \cdot m^2/s^2$

Tab. 2.7 (Fortsetzung)

Größe	Symbol	Einheit	Ableitung
Spezifische			
Enthalpie	h	J/kg	m^2/s^2
Entropie	s	$J/(kg \cdot K)$	$m^2/(s^2 \cdot K)$
Freie Energie	f	J/kg	m^2/s^2
Freie Enthalpie	g	J/kg	m^2/s^2
Innere Energie	u	J/kg	m^2/s^2
Übergangsenergie	l	J/kg	m^2/s^2
Wärmekapazität	c	$J/(kg \cdot K)$	$m^2/(s^2 \cdot K)$
Temperatur Celsius	t, θ	°C	1°C = 1 K
Thermische Leistung	P	W	$J/s = kg \cdot m^2/s^3$
Übergangsenergie	L	J	$kg \cdot m^2/s^2$
Wärme			
Durchgangskoeffizient	K	$W/(m^2 \cdot K)$	$kg/(K \cdot s^3)$
Isolationskoeffizient	M	$K \cdot m^2/W$	$K \cdot s^3/kg$
Kapazität	C	J/K	$kg \cdot m^2/(K \cdot s^2)$
Leitung	G	W/K	$kg\ m^2/(K \cdot s^3)$
Leitungskoeffizient	λ	$W/(m \cdot K)$	$kg\ m/(K \cdot s^3)$
Strom	Q, Φ	W	$kg \cdot m^2/s^3$
Stromdichte	q	W/m^2	kg/s^3
Übertragungskoeffizient	α, h	$W/(m^2 \cdot K)$	$kg/K \cdot s^3$
Widerstand	R, R_w, θ	K/W	$K \cdot s^3/(kg \cdot m^2)$
Wärmemenge	Q	J	$kg \cdot m^2/s^2$
Widerstandstemperaturkoeffizient	α	K^{-1}	

Tab. 2.8 Chemischer Stoff und Materie

Größe	Symbol[a]	Einheit	Ableitung
Anzahl elementarer Teilchen	N	–	
Atomgewicht	A	–	
Chemisches Potenzial	μ_B	J/kmol	$kg \cdot m^2/(kmol \cdot s^2)$
Dichte	ρ_B	kg/m^3	
Diffusionskoeffizient	D	m^2/s	
Dissoziationsgrad	α	–	
Ionenstärke	I	kmol/kg	
Massenanteil	w_B	–	
Molare			
Anteil	x_B	–	
Konzentration	c_B	$kmol/m^3$	
Masse	M	kg/kmol	

Tab. 2.8 (Fortsetzung)

Größe	Symbol[a]	Einheit	Ableitung
Volumen	V_m	$m^3/kmol$	
Molarität	m_B	kmol/kg	
Molekulargewicht	M	–	
Moleküldichte	n	m^{-3}	
Molekülkonzentration	C_B	m^{-3}	
Ordnungszahl	Z	–	
Osmotischer Druck	Π	Pa	$kg/(m \cdot s^2)$
Relative Atommasse	A_r	–	
Relative Molekülmasse	M_r	–	
Stoffmenge	n	kmol	
Teilchendichte	n	m^{-3}	
Thermischer Diffusionskoeffizient	D_T	m^2/s	

[a] Index *B* gibt an: Von Komponente *B*

Tab. 2.9 Elektromagnetische Strahlung und Licht

Größe	Symbol	Einheit	Ableitung
Beleuchtungsstärke	E	lx	$cd \cdot sr/m^2$
Belichtung	H	$lx \cdot s$	$cd \cdot sr \cdot s/m^2$
Bestrahlungsstärke[a]	E, E_e	W/m^2	kg/s^3
Brechungsindex	n	–	
Emission (Licht)	M	lm/m^2	$cd \cdot sr/m^2$
Leuchtdichte	L	cd/m^2	
Lichtgeschwindigkeit (im Vakuum)	c (c_v)	m/s	
Lichtmenge	Q	$lm \cdot s$	$cd \cdot sr \cdot s$
Lichtstärke	I	cd	
Lichtstrom	Φ	lm	$cd \cdot sr$
Spektraler Absorptionsgrad[b]	$\alpha(\lambda)$	–	
Spektraler Absorptionskoeffizient[b]	$a(\lambda)$	m^{-1}	
Spektraler Emissionsgrad[b]	$\varepsilon(\lambda)$	–	
Spektraler Reflexionsgrad[b]	$\rho(\lambda)$	–	
Spektraler Schwächungskoeffzient[b]	$\mu(\lambda)$	m^{-1}	
Spektraler Transmissionsgrad[b]	$\tau(\lambda)$	–	
Strahlung[a]	L, L_e	$W/(m^2 \cdot sr)$	$kg/(s^3 \cdot sr)$
Strahlungs[a]			
Emission	M, M_e	W/m^2	kg/s^3
Energie	$Q, Q_e W$	J	$kg \cdot m^2/s^2$
Energiedichte	w	J/m^3	$kg/(m \cdot s^2)$
Fluss	Φ, Φ_e	W	$kg \cdot m^2/s^3$

http://www.springer.com/978-3-658-05625-4

Einheiten und Symbole für Ingenieure
Ein Überblick
Schröder, B.
2014, IX, 35 S. 1 Abb., Softcover
ISBN: 978-3-658-05625-4