



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Chemieberufe

Tabellenbuch Chemietechnik

Daten · Formeln · Normen · Vergleichende Betrachtungen

aus den Bereichen:

Allgemeine und technische Mathematik · Physik

Chemie · Verfahrenstechnik · Werkstoffkunde

Prozessleittechnik / MSR-Technik · Arbeitssicherheit

von

Walter Bierwerth

10. erweiterte Auflage

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 70717

Autor:

Walter Bierwerth

Studiendirektor a. D., Dipl.-Ing.

Eppstein/Taunus

Manuskriptdurchsicht:

Volker Jungblut

Oberstudiendirektor a. D., Dipl.-Ing.

Eppstein/Taunus

Klaus Kraft

Oberstudiendirektor a. D., Dipl.-Ing.

Bad Camberg

Datenrecherche:

Inge Bierwerth, Eppstein/Taunus

Redaktionelle Beratung (1. Auflage):

Dipl.-Ing. Armin Steinmüller, Verlagslektor, Haan-Gruiten

Umschlaggestaltung:

Michael M. Kappensteine, Frankfurt am Main

Bildbearbeitung:

Verlag Europa-Lehrmittel, Zeichenbüro, Ostfildern



Als Service für interessierte Leser bieten wir wichtige Hinweise, Aktualisierungen, Erläuterungen und Ergänzungen unter www.europa-lehrmittel.de/70717 an.

Diesem Tabellenbuch wurden die neuesten Ausgaben der DIN-Normen und sonstigen Regelwerke zugrunde gelegt. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass nur die DIN-Normen selbst verbindlich sind. Diese können in den öffentlichen DIN-Normen-Auslegestellen eingesehen oder durch die Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, bezogen werden.

10. erweiterte Auflage 2016, unveränderter Nachdruck 2018

Druck 5 4 3 2

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert sind.

ISBN 978-3-8085-2500-5

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: rkt, 42799 Leichlingen, www.rktypo.com

Druck: M.P. Media-Print Informationstechnologie GmbH, 33100 Paderborn

Vorwort

Das vorliegende Tabellenbuch reiht sich in die Fachbuchreihe *Chemie/Chemietechnik* im Verlag Europa-Lehrmittel ein und ergänzt dabei insbesondere das Lehrbuch *Chemietechnik*. Es wendet sich an alle Personen, die im Bereich der chemischen Industrie tätig sind, an den **Chemikanten**, **Chemielaboranten** oder **Pharmakanten** ebenso wie an den **Chemietechniker**, den **Chemieingenieur** oder den **Verfahrensingenieur**, an den **Ausbildenden** ebenso wie an den **Studenten**. Es kann Letzteren helfen, sich in wichtigen Gebieten der chemischen Technik einen ersten Überblick zu verschaffen (sowohl im Hinblick auf grundlegende Daten als auch im Hinblick auf die Charakteristika verfahrenstechnischer Elemente), dem bereits im Beruf Stehenden wird es bei vielen wichtigen Entscheidungsprozessen im Betriebsalltag eine Hilfe sein, sei es bei der Wartung von Anlagen in der chemischen Produktion oder bei der Planung neuer Anlagen und Anlagenteile. Nicht zuletzt werden Lehrer in die Lage versetzt, mit Hilfe der vorliegenden Daten praxisorientierte Aufgaben zu erstellen.

Für Entscheidungsprozesse bei Planungs-, Entwicklungs- und Wartungsaufgaben in der chemischen Industrie liefert das Tabellenbuch **Daten für häufig vorkommende Berechnungen**, es gibt Hinweise auf **Vorteile und Nachteile wichtiger verfahrenstechnischer Apparate**, nennt die **Eigenschaften häufig verwendeter Werkstoffe** und informiert über die wichtigsten **Normen** in den entsprechenden Bereichen (Stand der Normung: November 2015, (z) bedeutet: zurückgezogen). Es ermöglicht dem Entscheidungsträger somit, sich gezielter und mit Vorinformationen versehen an die Hersteller verfahrenstechnischer Anlagen und Elemente zu wenden und in Verhandlungen einzutreten.

Das Buch ist eingeteilt in die Hauptabschnitte:

- | | | | | | | | |
|---|----|-------------------|----|--|---|-----|-------------------------|
| 1 | AL | MA | TM | Allgemeiner Teil, Mathematik,
Technische Mathematik | 5 | WK | Werkstoffkunde |
| 2 | PH | Physik | | | 6 | TZ | Technisches Zeichnen |
| 3 | CH | Chemie | | | 7 | MSR | Messen, Steuern, Regeln |
| 4 | VT | Verfahrenstechnik | | | 8 | AS | Arbeitssicherheit |

Die Daten in dem vorliegenden Buch wurden aufwändig und gewissenhaft in der Literatur und bei vielen einschlägigen Firmen und Instituten recherchiert. Fehler durch Übertragung und infolge von Falschinformationen können aber selbstverständlich nicht ganz ausgeschlossen werden. Es wird deshalb keine Haftung übernommen.

Bei der Benennung chemischer Verbindungen schien eine Konzession an die Praxis angebracht. Die Namen wurden stets so gewählt, wie sie üblicherweise heute in den Chemikalienkatalogen der namhaften Chemikalienhersteller und in anderen Datenträgern aus der Praxis (Beständigkeitstypen, Gefahrstofflisten usw.) zu finden sind. Dies entspricht nicht immer den IUPAC-Regeln, in solchen Fällen ist jedoch im Allgemeinen der systematische Name ergänzend hinzugefügt.

Verbesserungsvorschläge und Hinweise auf sinnvolle Ergänzungen des Buchinhaltes werden gerne entgegengenommen.

Gegenüber der 9. Auflage existieren folgende Veränderungen:

1. Die Inhalte wurden an die aktuellen Normen angepasst.
2. Die Gefahrstoffliste wurde aktualisiert und ergänzt (Stand: 07.2013)
3. Fehler wurden beseitigt
4. Das gesamte Buch wurde im Hinblick auf Formelzeichen und Benennungen der internationalen Normenreihe „Größen und Einheiten“ (DIN EN ISO 80 000-1 ... -12, Stand 2015) angepasst. Die neu erschienene internationale Norm DIN EN ISO 10 628-1 wurde in den Fließbildern umgesetzt.

Verlag und Autor danken an dieser Stelle allen, die durch z.T. sehr großzügige Freigabe von Informationen dieses Buch unterstützt haben. Der besondere Dank des Autors gilt seiner Ehefrau INGE BIERWERTH, die wesentlich an der Datenrecherche beteiligt war, dem Zeichner und Grafiker MICHAEL M. KAPPENSTEIN für die kreative und in der Ausführung exakte Bildgestaltung und den Herren WOLFGANG HAFER, VOLKER JUNGBLUT und KLAUS KRAFT für die kompetente und gewissenhafte Korrektur des Manuskripts.

Inhaltsverzeichnis

AL ALLGEMEINES

Allgemeine Grundlagen

Griechisches Alphabet	9
Römische Ziffern	9
Basisgrößen und Basiseinheiten	9
Vorsätze vor Einheiten	10
Formelzeichen und Einheiten	10
Formelzeichen und Einheiten außerhalb des SI	18
Einheiten außerhalb des SI mit beschränktem Anwendungsbereich	18
Umrechnung von britischen und US-Einheiten in SI-Einheiten	19
Mathematische Zeichen	23
Zeichen der Logik und Mengenlehre	26

MA MATHEMATIK

Grundlagen der allgemeinen Mathematik

Grundrechenarten	27
Klammerrechnung (Rechnen mit Summen)	29
Bruchrechnung	30
Prozentrechnung	30
Potenzrechnung	31
Radizieren	32
Logarithmieren	32
Gleichungen	33
Schlussrechnung (Dreisatz)	35
Runden von Zahlen	36
Interpolieren	36
Statistische Auswertung	37
Flächenberechnung	39
Körperberechnung	40
Trigonometrie	42

TM TECHNISCHE MATHEMATIK

Technische Mathematik

Volumeninhalt und äußere Oberfläche wichtiger Behälterböden	43
Inhalt unregelmäßiger Flächen	43
Diagramme und Nomogramme	44
Zusammensetzung von Mischphasen	48
Mischungsgleichung für Lösungen und andere Mischphasen	51
Herstellen von Maßlösungen	52
Herstellen gesättigter Lösungen, Löslichkeit	53

Berechnungsformeln der Maßanalyse (Volumetrie)	54
Berechnungsformeln der Gravimetrie	55
Feuchtegehalt und Glühverlust	55
Aufstellen von Reaktionsgleichungen	56
Stoffumsatz und Ausbeute	57
Massenanteile der Elemente in einer Verbindung	58
Berechnungsformeln zur Dichteermittlung	58

PH PHYSIK

Mechanik

Größengleichungen	59
Länge und Fläche	59
Volumen	60
Masse	61
Dichte	61
Dichtebestimmung	62
Geschwindigkeit	63
Beschleunigung	64
Winkelgeschwindigkeit, Winkelbeschleunigung	65
Drehzahl (Umdrehungsfrequenz), Radialbeschleunigung	65
Kraft	66
Zusammensetzung und Zerlegung von Kräften in der Ebene	67
Mechanische Arbeit und Energie	68
Mechanische Leistung	68
Wirkungsgrad	68
Reibung	69
Drehmoment und Hebel	70
Rollen und Flaschenzüge	70

Mechanik der Flüssigkeiten und Gase

Druck	71
Oberflächenausbildung, verbundene Gefäße	72
Oberflächenspannung, Kapillarität	72
Viskosität (Zähigkeit)	73

Kalorik

Temperatur	75
Längen- und Volumenänderung	75
Thermische Ausdehnungskoeffizienten	76
Wärmekapazität, spezifische Wärmekapazität, molare Wärmekapazität	77

Inhaltsverzeichnis

Wärmebilanzen für unmittelbaren Wärmeaustausch	78
Brennwert und Heizwert	79
Luftfeuchte	80
Temperaturstrahlung (Wärmestrahlung) ..	81
Wärmeaustausch durch Strahlung	81
Wärmeleitung in einer Wand	82
Grundgleichungen für den Wärmedurchgang	83
Zustandsänderung von Gasen	84
Gasverbrauch bei Druckgasflaschen	84
Verdichtung von Gasen	85

Elektrotechnik

Elektrische Stromstärke und elektrische Spannung	86
Elektrischer Widerstand und elektrischer Leitwert	86
Ohmsches Gesetz	87
Schaltung von elektrischen Widerständen ..	87
Messbereichserweiterung bei Messinstrumenten	88
Elektrische Leistung und elektrische Arbeit ..	88
Kosten für elektrische Arbeit	88
Umwandlung elektrischer Energie in Wärmeenergie	89
Akkumulator	89
Leistungsbestimmung mit dem Wechselstromzähler	90
Elektroabscheidung	90
Thermoelektrische Erscheinungen	90

Elektrochemie

Elektrische Leitfähigkeit (Konduktivität) von Flüssigkeiten	91
Molare elektrische Leitfähigkeit (Äquivalentleitfähigkeit) von Elektrolyten	92
Faradaysche Gesetze, elektrochemisches Äquivalent	93
Elektrodenpotenziale	94

Strahlungsoptik

Brechung (Refraktion)	95
Sphärische Linsen und Hohlspiegel	95
Brechzahlen	97
Mikroskop	98
Extinktion (spektrales Absorptionsmaß) ..	98
Linienspektren	98

CH CHEMIE

Chemische Elemente

Eigenschaften der chemischen Elemente I ..	99
Eigenschaften der chemischen Elemente II ..	102
Elektronenkonfiguration der Elemente ..	106

Lösungen

Eigenschaften wichtiger Lösemittel I ..	108
Eigenschaften wichtiger Lösemittel II ..	110
Lösemittel und Trockenmittel	112
Löslichkeit anorganischer Verbindungen in Wasser	114
Löslichkeit von Gasen in Wasser	117
Löslichkeitsprodukt	118
Dichte wässriger Lösungen	119

Analytik

Säure-Base-Indikatoren	121
Gravimetrie (Gewichtsanalyse)	122
Volumetrie (Maßanalyse)	123
Volumetrische Faktoren (maßanalytische Äquivalente)	124
Puffergemische	126

Stoffdaten

Stoffdaten ausgewählter chemischer Verbindungen	127
---	-----

Physikalische Chemie

Dissoziationskonstanten von Säuren und Basen in wässriger Lösung	143
Ionenaktivität	146
Ionenprodukt des Wassers	147
Äquivalentleitfähigkeit von Elektrolyten in wässriger Lösung	147

VT VERFAHRENSTECHNIK

Anlagenplanung

Schema für die Planung und Relalisierung einer verfahrenstechnischen Anlage	149
---	-----

Qualitätsmanagement

Grundsätze, Struktur und Ziele	150
Grundlagen für die Qualitätsmanagementsysteme	151
Qualitätsregelkarten (QRK)	152

Inhaltsverzeichnis

Lagerbehälter und Rührkessel

Begriffe, Kennbuchstaben,	
Formelzeichen und Nennmaße	155
Nenndurchmesser und Nennvolumen	156
Befahren von Behältern, Silos und engen Räumen 1 – Gefahren und Ursachen	157
Befahren von Behältern, Silos und engen Räumen 2 – Gefahren und Maßnahmen	158
Füllvolumen von Lagerbehältern	159
Bauteile – Benennungen	162
Behälterkennzeichnung	163

Fördern von Stoffen

Anfahren (Inbetriebnahme) von Pumpen ..	164
Farbkennzeichnung an Rohren und Gasflaschen	165
Nennweiten von Rohrleitungen	166
Druck- und Temperaturangaben für Druckgeräte	167
Rohrklassen nach PAS	168
Rohrleitungskategorien	170
Einteilung der Stahlrohre für Druckbeanspruchung	171
Maßnormen für Rohre aus Stahl	171
Normen für Lieferbedingungen von Stahlrohren	177
Weitere Normen für Rohrleitungen	177
Erforderliche Wanddicke von Stahlrohren ..	178
Flanschverbindungen	179
Rohrverschraubungen	180
Rohrverbindungen im Vergleich	181
Kompensatoren (Dehnungsausgleicher) ..	182
Kompensatoren im Vergleich	183
Kondensatableiter, allgemein	184
Kondensatableiter im Vergleich	185
Auslegung von Kondensatableitern und Kondensleitung	186
Normen zu Absperr- und Regelarmaturen ..	187
Einteilung und Merkmale von Absperrarmaturen	188
Armaturen im Vergleich	189
Strömungstechnische Kennzahlen für Armaturen	190
Druckverlustzahlen (Widerstandsbeiwerte) von Armaturen	191
Spezielle Armaturen und ihre besonderen Merkmale	192
Druckverluste in Rohrleitungssystemen ..	193
Äquivalente Rohrrauheiten und typische Strömungsgeschwindigkeiten	194
Druckverlustzahlen von Formstücken	195

Druckverlustzahlen von Armaturen	197
Dichtungswerkstoffe	198
Flachdichtungen	200
Profildichtungen	201
Schweißdichtungen	201
Beständigkeit von Dichtungsmaterialien ..	202
Vergleichende Betrachtung der wichtigsten Förderpumpen	206
Leistungsgrenzen der wichtigsten Förderpumpen	208
Kreiselpumpen nach DIN EN 22 858	210
Berechnung der erforderlichen Pumpenleistung (Antriebsleistung)	211
NPSH-Wert	214
Betriebspunkt einer Pumpe	215
Verdichter – Grundlagen	216
Verdichterbauarten und Einsatzbereiche ..	218

Wärmeübertragung

Überschlägige Berechnung der erforderlichen Wärmeaustauschfläche	219
Näherungsweise Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizient (K-Wert)	224
Wärmeaustauscher	228
Kühlen	230
Wärmeträger	231
Dampfdruck nach Antoine	234

Thermisches Trennen

Trocknung im Luftstrom (Konvektionstrocknung)	235
Trockner	238
Rektifikation	240
Extraktion (Flüssig-Flüssig-Extraktion)	244
Absorption	245
Adsorption	247
Ionenaustauscher	250
Kolonneneinbauten	251

Stoffaustausch

Füllkörper im Vergleich	252
Kolonnenpackungen	255

Stoffvereinigung

Röhren – Grundlagen	256
Rührer	257

Inhaltsverzeichnis

Mechanisches Trennen

Korngrößenverteilung, Siebanalyse	262
Filtration	265
Sedimentation	266

Reaktionstechnik

Katalysatoren für die chemische Industrie	267
Katalysatoren für die Gasreinigung	272
Reaktionskinetik	273

WK WERKSTOFFKUNDE

Werkstoffe

Einteilung der Werkstoffe	277
Eigenschaften von Apparatewerkstoffen	278
Werkstoffauswahl	288
Preisrelation wichtiger Apparate- werkstoffe für die chemische Industrie	290

Korrosion, Korrosionsschutz

Korrosionserscheinungen	291
Korrosionsarten	292
Korrosionsschutz	294
Inhibitoren	296
Vorbereitung von Metalloberflächen vor dem Beschichten	296
Normen zu Korrosion und Korrosionsschutz	297

Werkstoffprüfung

Zugversuch	298
Härteprüfung	299
Härten und 0,2-Grenzen bzw. Streck- grenzen ausgewählter Werkstoffe	300
Überblick über die wichtigsten Prüfverfahren	301

Normbenennung der Werkstoffe

Werkstoffnummern der Stähle I	302
Werkstoffnummern der Gusseisenwerkstoffe	304
Werkstoffnummern der Stähle II	305
Werkstoffnummern der Gusseisensorten	306
Werkstoffnummern der Nichteisenmetalle	307
Kurznamen für Stähle, Hauptsymbole	307
Kurznamen für Stähle, Zusatzsymbole	309
Kurznamen für Gusseisenwerkstoffe	311

Kurznamen der Eisenwerkstoffe nach
der zurückgezogenen DIN 17 006

312

Kurznamen der Stähle nach

Euronorm 27-44

315

Systematische Bezeichnung der

Nichteisenmetalle

318

Kennbuchstaben und Kurzzeichen

für Kunststoffe

319

TZ TECHNISCHES ZEICHNEN

Allgemeine Grundlagen des technischen Zeichnens

Papier-Endformate (Blattgrößen)	321
Maßstäbe	321
Linien in technischen Zeichnungen	321
Senkrechte Normschrift	322
Darstellung von Körpern	322
Maßeintragungen	323

Fließschemata verfahrenstechnischer Anlagen

Grafische Symbole (Bildzeichen)	326
Kennbuchstaben für Maschinen, Apparate, Geräte und Armaturen	335
Darstellung von Apparaten und Maschinen ohne genormtes grafisches Symbol	335
Fließschemataarten und ihre Ausführung	336
Grundfließschemata	337
Verfahrensfließschemata	337
Rohrleitungs- und Instrumentenfließ- schemata (R & I-Fließschemata)	338

MSR MESSEN, STEUERN, REGELN

Industrielle Messtechnik

Einheitssignale in der Prozessautomation und Genauigkeit von Messgeräten	339
Temperaturmessung	341
Druckmessung	346
Füllstandmessung	349
Durchflussmessung	354
Volumenmessung	361

Prozessleittechnik

Grafische Symbole zur Darstellung der EMSR-Aufgaben	365
Kennbuchstaben für die EMSR-Technik	366

Inhaltsverzeichnis

Grafische Symbole für die Einwirkung auf die Strecke in EMSR-Anlagen	367
Beispiel für die Anwendung von EMSR-Stellen-Symbolen	368
Darstellung von Aufgaben der Prozessleittechnik	369
Grafische Symbole für die Darstellung von Einzelheiten	373
Grundlagen der Steuerungs- und Regelungstechnik	376
Grundtypen stetiger Regler im Vergleich ..	377
Verknüpfungsfunktionen	378
GRAFCET-Funktionsplan	379

AS ARBEITSSICHERHEIT

Gefahrstoffe

R-Sätze und S-Sätze	387
Gefahrensymbole und Gefahrenbezeichnungen	391
H- und P-Sätze	393
Kennzeichnung von Gefahrgut-Transportfahrzeugen	398
Gefahrstoffliste	402

Sicherheitsdaten

Flammpunkte, Explosionsgrenzen und Zündtemperaturen	421
Hinweisschilder	424
Verzeichnis der angesprochenen und verwendeten Normen	427
Sachwortverzeichnis	428
Quellenverzeichnis	439

Allgemeine Grundlagen

AL

1

Griechisches Alphabet

Großbuchstabe	Kleinbuchstabe	Bedeutung	Name	Großbuchstabe	Kleinbuchstabe	Bedeutung	Name
A	α	a	Alpha	N	ν	n	Ny
B	β	b	Beta	Ξ	ξ	x	Xi
Γ	γ	g	Gamma	O	ο	o	Omikron
Δ	δ	d	Delta	Π	π	p	Pi
E	ε	e	Epsilon	P	ϙ	rh	Rho
Z	ζ	z	Zeta	Σ	σ	s	Sigma
H	η	e	Eta	T	τ	t	Tau
Θ	ϑ	th	Theta	Y	υ	y	Ypsilon
I	ι	i	Jota	Φ	ϙ	ph	Phi
K	κ	k	Kappa	X	χ	ch	Chi
Λ	λ	l	Lambda	Ψ	ψ	ps	Psi
M	μ	m	My	Ω	ω	o	Omega

Römische Ziffern

Römische Ziffern	Arabische Ziffern	Römische Ziffern	Arabische Ziffern	Römische Ziffern	Arabische Ziffern
I	1	XX	20	CC	200
II	2	XXX	30	CCC	300
III	3	XL	40	CD	400
IV	4	L	50	D	500
V	5	LX	60	DC	600
VI	6	LXX	70	DCC	700
VII	7	LXXX	80	DCCC	800
VIII	8	XC	90	CM	900
IX	9	C	100	M	1000
X	10				

B 84 = LXXXIV 99 = XCIX 691 = DCXCI 2016 = MMXVI

Um Verwechslungen zu vermeiden, darf vor einem Zahlzeichen immer nur **ein** kleineres stehen (z.B. für die Zahl 48: XLVIII und nicht IIL).

Basisgrößen im ISO¹⁾ und Basiseinheiten (SI-Einheiten²⁾)

Basisgrößen und Basiseinheiten nach DIN EN ISO 80000-1, 2013-08

Basisgrößen		Basiseinheiten	
Name	Formelzeichen	Name	Zeichen
Länge	<i>l</i> , L	Meter	m
Masse	<i>m</i>	Kilogramm	kg
Zeit	<i>t</i>	Sekunde	s
Elektrische Stromstärke	<i>I</i>	Ampere	A
Thermodynamische Temperatur	<i>T</i>	Kelvin	K
Stoffmenge	<i>n</i>	Mol	mol
Lichtstärke	<i>I_v</i>	Candela	cd

¹⁾ International System of Quantities (internationales Größensystem)

²⁾ Systeme International d'Unités (Internationales Einheitenystem)

Allgemeine Grundlagen

AL

Vorsätze vor Einheiten

(nach DIN EN ISO 80 000-1, 2013-08)

Vorsatzzeichen	Vorsatz	Bedeutung	Vorsatzzeichen	Vorsatz	Bedeutung
Y	Yotta	10^{24}	d	Dezi	10^{-1}
Z	Zetta	10^{21}	c	Zenti	10^{-2}
E	Exa	10^{18}	m	Milli	10^{-3}
P	Peta	10^{15}	μ	Mikro	10^{-6}
T	Tera	10^{12}	n	Nano	10^{-9}
G	Giga	10^9	p	Pico	10^{-12}
M	Mega	10^6	f	Femto	10^{-15}
k	Kilo	10^3	a	Atto	10^{-18}
h	Hekto	10^2	z	Zepto	10^{-21}
da	Deca	10^1	y	Yoko	10^{-24}

Der Vorsatz gibt den Faktor an, mit dem die Einheit zu multiplizieren ist.

$$\mathbf{B} \quad 1 \text{ kW} = 1 \cdot 10^3 \text{ W} = 1000 \text{ W}$$

$$1 \mu\text{m} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 0,000\,001 \text{ m}$$

Formelzeichen und Einheiten

(Auswahl nach DIN EN ISO 80 000-1 bis 12)

Name/Bedeutung	Formel-zeichen	SI-Einheit	Name	Bemerkung/ wichtige Beziehungen
Raumgrößen und Zeitgrößen				
Abklingkoeffizient	δ	1/s		$\delta = 1/\tau$ $\delta = \text{Zeitkonstante}$
Abstand	d, r	m		
Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Welle	c	m/s		Im leeren Raum: c_0
Beschleunigung	a	m/s ²		$a = v/t$ bzw. $a = \Delta v/\Delta t$
Breite	b, B	m		
Dicke, Schichtdicke	d, δ	m		
Drehzahl, Umdrehungsfrequenz	n	1/s		Kehrwert der Umdrehungs-dauer T : $n = 1/T$, $n = \omega / (2 \cdot \pi)$
Durchmesser	d, D	m		
Fallbeschleunigung	g	m/s ²		Örtliche Normalfallbeschleu-nigung: $g_n = 9,80665 \text{ m/s}^2$
Flächeninhalt, Fläche, Oberfläche	$A, (S)$	m ²		
Frequenz	f, ν	Hz	Hertz	$f = 1/T$; $T = \text{Schwingungsdauer}$
Geschwindigkeit	v, u, w, c	m/s		$v = s/t$ (auch für Strömungs-geschwindigkeit)
Höhe, Tiefe	h, H	m		H : Höhe über Meeresspiegel bzw. über Normalhöhennull NHN
Kreisfrequenz	ω	1/s		$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$
Krümmungsradius	ρ	m		
Länge	l, L	m		
Ortsvektor	r			
Periodendauer, Periode	T	s		
Phasengeschwindigkeit	c, v, c_ϕ, v_ϕ	m/s		
Radius, Halbmesser, Abstand	r, R	m		
Raumwinkel	Ω	sr	Steradian	
Repetenz, Wellenzahl	$\sigma, \tilde{\nu}$	1/m		$\sigma = 1/\lambda$
Volumen, Rauminhalt	V	m ³		

Allgemeine Grundlagen

AL

1

Formelzeichen und Einheiten (Fortsetzung)

Name/Bedeutung	Formelzeichen	SI-Einheit Zeichen	Name	Bemerkung/ wichtige Beziehungen
Raumgrößen und Zeitgrößen (Fortsetzung)				
Volumenstrom, Volumendurchfluss, Volumendurchsatz	q_V	m^3/s		$q_V = V/t$ bzw. $q_V = A \cdot v$
Weglänge	s	m		
Wellenlänge	λ	m		
Winkel, ebener Winkel, Drehwinkel (bei Drehbewegungen)	α, β, γ	rad	Radiant	$1 \text{ rad} \approx 57,3^\circ, 1^\circ = \pi/180 \text{ rad}$
Winkelbeschleunigung	α	rad/s^2		$\alpha = \omega/t$ bzw. $\alpha = \Delta\omega/\Delta t$
Winkelgeschwindigkeit	ω	rad/s		$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n$
Zeit, Dauer	t	s		Auch Abklingzeit
Zeitkonstante	τ, T	s		
Mechanische Größen				
				DIN EN ISO 80000-04
Arbeit	W, A	J	Joule	$W = F \cdot s$ (Kraft in Wegrichtung)
Atmosphärische Druckdifferenz	p_e	Pa	Pascal	$p_e = p_{\text{abs}} - p_{\text{amb}}$
Atmosphärischer Umgebungsdruck	p_{amb}	Pa	Pascal	
Biegemoment	M_b	$\text{N} \cdot \text{m}$		
Dichte, Massendichte, volumenbezogene Masse	ϱ	kg/m^3		$\varrho = m/V$
Drehimpuls, Drall, Impulsmoment	L	$\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$		
Drehmomentstoß	H	$\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}$		
Druck	p	Pa	Pascal	$p = dF/dA; \quad p = F/A$
Dynamische Reibungszahl	$\mu, (f)$	1		$\mu = F_R/F_n$
Dynamische Viskosität (Scherviskosität)	η	$\text{Pa} \cdot \text{s}$		$\eta = v \cdot \rho; \quad \eta = \tau/D$ $\tau = \text{Schubspannung}$ $D = \text{Schergeschwindigkeit}$
Elastizitätsmodul	E	N/m^2		$E = \sigma/\varepsilon$
Flächenmoment 1. Grades	H	m^3		
Flächenträgheitsmoment	I_a, I_p	m^4		$a = \text{axial}, p = \text{polar}$
Gewichtskraft, Gewicht	F_g, Q	N		$F_g = m \cdot g$
Gravitationskonstante	G, f	$\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$	Newton	$F = G \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$ $G = 6,6742 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$
Grenzflächenspannung, Oberflächenspannung	σ, γ	N/m		
Impuls, Bewegungsgröße	p	$\text{kg} \cdot \text{m/s}$		$p = m \cdot v$
Kinematische Viskosität	ν	m^2/s		$\nu = \eta/\varrho$
Kinetische Energie	E_k, T	J	Joule	$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$
Kompressibilität, Kompressibilitätskoeffizient	κ	$1/\text{Pa}$		
Kompressionsmodul, Volumenelastizitätsmodul	K	Pa	Pascal	$K = -p/\vartheta$ $\vartheta = \text{relative Volumenänderung}$
Kraft	F	N		$F = m \cdot a$
Kraftmoment, Drehmoment	M	$\text{N} \cdot \text{m}$	Newton	$M = F \cdot r \quad F = \text{Tangentialkraft}$ $r = \text{senkrechter Abstand zwischen Drehpunkt und Wirkungslinie der Kraft}$
Kraftstoß	I	$\text{N} \cdot \text{s}$		

Allgemeine Grundlagen

AL

Formelzeichen und Einheiten (Fortsetzung)

Name/Bedeutung	Formel-zeichen	SI-Einheit Zeichen	Name	Bemerkung/ wichtige Beziehungen
Mechanische Größen (Fortsetzung)				
Krümmung	κ	m		$\kappa = 1 / \rho$
Krümmungsradius	ρ	m		
Leistung	P	W	Watt	$P = W/t; \quad P = F \cdot v$
Masse, Gewicht als Wägeergebnis	m	kg		
Massenbedeckung, flächenbezogene Masse	ϱ_A	kg/m ²		
Massenbelag	ϱ_I	kg/m		
Massenstrom, Massendurchfluss, Massendurchsatz	q_m	kg/s		$q_m = m/t$ (gebräuchlich auch \dot{m})
Massenstromdichte	I	kg/(m ² · s)		$I = q_m/S = \varrho \cdot v$
Massenträgheitsmoment, Massenmoment 2. Grades, Trägheitsmoment	J, I	kg · m ²		
Mechanische Energie	E, W	J	Joule	
Mechanische Normalspannung (Zug- oder Druckspannung)	σ	N/m ²		
Relative Dichte, relative Massendichte	d	1		$d = \varrho/\varrho_0$
Poisson-Zahl, Querkontraktionszahl	$\mu, (\nu)$	1		$\mu = \Delta\delta/\Delta L$
Potentielle Energie	$E_p, V, (\Phi)$	J	Joule	$E_p = m \cdot g \cdot h$
Querkontraktion (bei reisförmigem Querschnitt)	$\Delta\delta$	1		$\Delta\delta = \Delta d/d$
Relative Längenänderung (Dehnung, Stauchung)	$\varepsilon, (\epsilon)$	1		$\varepsilon = \Delta l/L$
Relative Dichte, relative Massendichte	d	1		$d = \varrho/\varrho_0$
Relative Volumenänderung, Volumendilatation	ϑ	1		$\vartheta = \Delta V/V$ bzw ϑ (in %) = $\Delta V \cdot 100\% / V_0$
Rohrwiderstandszahl	λ	1		$\lambda = (p_1 - p_2) \cdot 2 \cdot d / (\varrho \cdot l \cdot v^2)$ (bei geradem Rohr) (Nicht in DIN EN ISO 80000)
Scherverformung	γ	1		$\Delta x/d$ (Δx = Verschiebung der Fläche d = Dicke der verschobenen Schicht)
Schubmodul, Schermodul	G	N/m ²		$G = \tau / \gamma$ (γ = Scherverformung)
Schubspannung, Scherspannung	τ	N/m ²		
Spezifisches Volumen, massenbezogenes Volumen	v	m ³ /kg		$v = V/m \quad v = 1/\varrho$
Statische Reibungszahl	$\mu_s, (f_s)$	1		
Torsionsmoment, Drillmoment	T	N · m		Maschinenbau: auch Drehmoment
Umfang	U	m		(Nicht in DIN EN ISO 80000)
Volumenstrom, Volumendurchfluss, Volumendurchsatz	q_v	m ³ /s		Gebräuchlich auch \dot{V}

Formelzeichen und Einheiten (Fortsetzung)

Name/Bedeutung	Formelzeichen	SI-Einheit Zeichen	SI-Einheit Name	Bemerkung/ wichtige Beziehungen
Mechanische Größen (Fortsetzung)				
Widerstandsmoment, Torsionswiderstandsmoment	$Z, (W)$	m^3		
Wirkungsgrad	η	1		$\eta = P_{\text{out}}/P_{\text{in}}$
Größen der Thermodynamik, Wärmeübertragung und physikalischen Chemie DIN EN ISO 80000-5/9				
Affinität einer chemischen Reaktion	A	J/mol		
Avogadro-Konstante	N_A, L	$1/\text{mol}$		$N_A = N/n$ (n = Stoffmenge) $N_A = 6,022\,141\,79 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Boltzmann-Konstante	k	J/K		$k = R/N_A = 1,380\,6504 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ (R = molare Gaskonstante)
Celsius-Temperatur	ϑ, t	$^{\circ}\text{C}$		$t = T - T_0 \quad T_0 = 273,15 \text{ K}$
Chemisches Potential eines Stoffes B	μ_B	J/mol		
Diffusionskoeffizient	D	m^2/s		
Dissoziationsgrad	α	1		$\alpha = N_{\text{diss}}/N_{\text{ges}}$ (Anzahl der dissozierten Moleküle zur Gesamtzahl der Moleküle)
Druckkoeffizient, Druckbeiwert	β	Pa/K		
Enthalpie	H	J	Joule	$H = U + p \cdot V$
Entropie	S	J/K		
Energie	E	J	Joule	
Faraday-Konstante	F	C/mol		$F = N_A \cdot e$ (e = Elementarladung) $F = 96\,485,3399 \text{ C/mol}$
Freie Energie	A, F	J	Joule	$A = U - T \cdot S$ Helmholtz-Energie
Freie Enthalpie	G	J	Joule	$G = H - T \cdot S$ Gibbs-Energie
Individuelle (spezielle) Gaskonstante des Stoffes B	R_B	$\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$		$R_B = R/M_B$ (R = molare Gaskonstante)
Innere Energie, thermodynamische Energie	U	J	Joule	
Isentropenexponent	κ	1		Für ideale Gase: $\kappa = c_p/c_v$
Ionenzahl	z	1		
Kompressibilität, isotherme	κ_T	Pa^{-1}		
Kompressibilität, isentrope	κ_S	Pa^{-1}		
Linearer Ausdehnungskoeffizient	α_l, α	$1/\text{K}$		$\alpha_l = \Delta l/(l \cdot \Delta T)$
Massenanteil Wasser in Feststoff	$w_{\text{H}_2\text{O}}$	1		$w_{\text{H}_2\text{O}} = u/(1-u)$
Massenanteil Trockenmasse	w_d	1		$w_d = 1 - w_{\text{H}_2\text{O}}$
Massenkonzentration des Wassers, für Wasserdampf	w v	kg/m^3 kg/m^3		$w = m/V$ $v = m/V$
Massenverhältnis Wasserdampf zu Trockengas	x	1		$x = m/m_d$ (bei Sättigung x_{sat})
Wasser zu trockenem Feststoff	u	1		$u = m/m_d$ (bei Sättigung u_{sat})
Molalität einer Komponente B	b_B, m_B	mol/kg		$b_B = n_B/m_A$ m_A = Masse des Lösemittels A
Molmasse, molare Masse	M	kg/mol		$M = m/n$ (m = Masse, n = Stoffmenge)
Molare Gaskonstante	R	$\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$		$R = 8,314\,472 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ $p \cdot V_m = R \cdot T$

Formelzeichen und Einheiten (Fortsetzung)

Name/Bedeutung	Formelzeichen	SI-Einheit Zeichen	SI-Einheit Name	Bemerkung/ wichtige Beziehungen
Größen der Thermodynamik, Wärmeübertragung und physikalischen Chemie (Fortsetzung)				
Oberflächenwärmeübergangskoeffizient	$h, (\alpha)$	W/(m ² · K)		$h = q/(T_s - T_r)$, T_s = Oberflächentemperatur, T_r = Temperatur der unmittelbaren Umgebung
Relative Atommasse eines Nuklids oder eines Elementes	A_r	1		Zahlenwert gleich dem Zahlenwert für die Atommasse in der atomaren Masseneinheit u und gleich dem Zahlenwert der stoffmengenbezogenen Masse M in g/mol
Relative Luftfeuchte	φ	1		$\varphi = p/p_{\text{sat}}$
Relative Molekülmasse eines Stoffes	M_r	1		Zahlenwert gleich dem Zahlenwert für die Atommasse in der atomaren Masseneinheit u und gleich dem Zahlenwert der stoffmengenbezogenen Masse M in g/mol
Relativer Druckkoeffizient	α_p	1/ K		$\alpha_p = \Delta p/(p \cdot \Delta T)$
Relativer Wasserdampfgehalt	ψ	1		$\psi = x/x_{\text{sat}}$
Spezifische Energie	e	J/kg		$e = E/m$
Spezifische Enthalpie massenbezogene Enthalpie	h	J/kg		$h = H/m$
Spezifische Entropie, massenbezogene Entropie	s	J/(kg · K)		$s = S/m$
Spezifische innere Energie, massenbezogene innere Energie	u	J/kg		$u = U/m$
Spezifische Wärmekapazität, massenbezogene Wärmekapazität	c	J/(kg · K)		$c = C_{\text{th}} / m$
Spezifische Wärmekapazität bei konstantem Druck	c_p	J/(kg · K)		
bei konstantem Volumen	c_V	J/(kg · K)		
Spezifische Wärmekapazität bei Sättigungsdruck	c_{sat}	J/(kg · K)		
Spezifischer Brennwert, massenbezogener Brennwert	H_o	J/kg		Früher: oberer Heizwert (Nicht in DIN EN ISO 8000)
Spezifischer Heizwert, massenbezogener Heizwert	H_u	J/kg		Früher: unterer Heizwert (Nicht in DIN EN ISO 80000)
Spezifischer Wärmewiderstand	ϱ_{th}	K · m/W		$\varrho_{\text{th}} = 1/\lambda$ (λ = Wärmeleitfähigkeit)
Stöchiometriezahl eines Stoffes B in einer chemischen Reaktion	ν_B	1		Z. B. $\nu(\text{NH}_3) = 2$ für die Reaktion $\text{N}_2 + 3 \text{ H}_2 = 2 \text{ NH}_3$
Stoffmenge	n	mol		$n_B = m_B / M_B$ (m_B = Masse des Stoffes B, M_B = stoffmengenbezogene Masse des Stoffes B)
Stoffmengenkonzentration eines Stoffes B	c_B	mol/m ³		$c_B = n_B / V$ (V = Volumen der Mischphase)
Stoffmengenstrom	\dot{n}	mol/s		(Nicht in DIN EN ISO 80000)
Taupunkttemperatur	T_d	K		In °C: ϑ_d bzw. t_d (Taupunkt)
Teilchenzahl, Partikelzahl	N, N_B	1		Index B für Stoff B
Thermischer Widerstand, Wärmewiderstand	R	K/W		$R = \Delta T / \varPhi$ (\varPhi = Wärmestrom)
Thermodynamische Temperatur	T, θ	K	Kelvin	
Temperaturdifferenz	$\Delta T, \Delta t, \Delta \vartheta$	K	Kelvin	

Formelzeichen und Einheiten (Fortsetzung)

Name/Bedeutung	Formelzeichen	SI-Einheit Zeichen	Name	Bemerkung/ wichtige Beziehungen
Größen der Thermodynamik, Wärmeübertragung und physikalischen Chemie (Fortsetzung)				
Temperaturleitfähigkeit	a	m^2/s		$a = \lambda / (\rho \cdot c_p)$
Verhältnis der spezifischen Wärmekapazitäten	γ	1		$\gamma = c_p/c_v$
Volumenausdehnungskoeffizient	α_v, γ	$1/\text{K}$		$\alpha_v = \Delta V / (V \cdot \Delta T)$
Wärme, Wärmemenge	Q	J	Joule	
Wärmedämmungskoeffizient	M	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$		$M = 1/K$
Wärmedurchgangskoeffizient	$K, (k)$	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		
Wärmeleitfähigkeit	$\lambda, (\kappa)$	$\text{W} / (\text{m} \cdot \text{K})$		
Wärmeleitwert	$G, (H)$	W/K		$G = 1/R$
Wärmekapazität	C	J/K		$\Delta Q / \Delta T$
Wärmestrom	Φ	W	Watt	National auch \dot{Q}
Wärmestromdichte, flächenbezogener Wärmestrom	q, φ	W/m^2		$q = \varphi/A$
Elektrische und magnetische Größen				
Bindleistung	Q	$\text{V} \cdot \text{A}, \text{var}$		
Elektrische Durchflutung	Θ	A	Ampere	
Elektrische Feldkonstante	ϵ_0	F/m		$\epsilon_0 = 8,854\ 187\ 817\ \text{pF}/\text{m}$
Elektrische Feldstärke	E	V/m		
Elektrische Flussdichte	D	C/m^2		$D = \epsilon_0 \cdot E + P$
Elektrische Ladung	Q, q	C	Coulomb	q oft für Punktladung
Elektrische Polarisation	P	C/m^2		
Elektrische Potentialdifferenz	V_{ab}	V	Volt	
Elektrische Spannung	U, U_{ab}	V	Volt	$U_{ab} = V_a - V_b$ V_a und V_b : elektrische Potentiale
Elektrischer Fluss	Ψ	C	Coulomb	
Elektrisches Dipolmoment	p	$\text{C} \cdot \text{m}$		
Elektrisches Potential	V, φ	V	Volt	Ladung eines Protons
Elementarladung	e	C	Coulomb	Ladung eines Protons, $e = 1,602\ 176\ 487 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Flächenbezogene Ladung, Ladungsbedeckung	Q_A, σ	C/m^2		
Induktivität, Selbstinduktivität	L, L_m	H	Henry	
Kapazität	C	F	Farad	$C = Q / U$
Längenbezogene Ladung	Q_l, τ	C/m		
Leistungsfaktor	λ	1		
Leitfähigkeit, Konduktivität	γ, σ	S/m		$\gamma = 1/\rho$ (ρ = spezifischer elektrischer Widerstand)
Leitwert, Konduktanz	G	S	Siemens	$G = 1/R$
Magnetische Feldkonstante	μ_0	H/m		$\mu_0 = 1,256\ 637\ \mu\text{H}/\text{m}$
Magnetische Feldstärke	H	A/m		
Magnetische Flussdichte	B	T	Tesla	$B = \varphi/S$
Magnetische Spannung	U_m	A	Ampere	
Magnetischer Fluss	Φ	Wb	Weber	$1\ \text{Wb} = 1\ \text{V} \cdot \text{s}$
Magnetisches Moment	m	$\text{A} \cdot \text{m}^2$		

Allgemeine Grundlagen

AL

Formelzeichen und Einheiten (Fortsetzung)

Name/Bedeutung	Formelzeichen	SI-Einheit		Bemerkung/ wichtige Beziehungen
Elektrische und magnetische Größen (Fortsetzung)				
Permeabilität	μ	H/m		
Permeabilitätszahl, relative Permeabilität	μ_r	1		$\mu_r = \mu / \mu_0$
Permittivität	ϵ	F/m		$\epsilon = D / E$
Permittivitätszahl, relative Permittivität	ϵ_r	1		$\epsilon_r = \epsilon / \epsilon_0$
Reaktanz, Blindwiderstand	X	Ω	Ohm	
Scheinwiderstand, Betrag der Impedanz	Z	Ω	Ohm	
Spezifischer elektrischer Widerstand, Resistivität	ρ	$\Omega \cdot \text{m}$		$1 \Omega \cdot \text{m} = 100 \Omega \cdot \text{cm}$ $1 \Omega \cdot \text{m} = 10^6 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
Strombelag	J_s	A/m		
Stromdichte, Leitungsstromdichte	J	A/m ²		
Stromstärke, elektrische	I, i	A	Ampere	
Volumenbezogene elektrische Ladung, Ladungsdichte, volumenbezogene Ladung	ρ, ρ_v	C/m ³		
Widerstand, Wirkwiderstand, Resistanz	R	Ω	Ohm	
Windungszahl	N	1		
Wirkenergie, Wirkarbeit	W	J	Joule	
Wirkleistung	P	W	Watt	

Größen elektromagnetischer Strahlungen, Licht

DIN EN ISO 80 000, 2012-10

Absorptionsgrad	α, a	1		$\delta = \Phi_a / \Phi_m$ $a = \text{absorbiert}$ $m = \text{einfallend}$
Beleuchtungsstärke	$E_v, (E)$	lx	Lux	
Brechwert von Linsen	D	1/m		
Brechzahl	n	1		
Brennweite	f	m	Meter	
Emissionsgrad, flächenbezogene Ausstrahlung	ε	1		
Frequenz	ν, f	Hz	Herz	$\nu = 1/T$
Leuchtdichte, Luminanz	$L_v, (L)$	cd/m ²		
Lichtenergie, Lichtmenge	$Q_v, (Q)$	Im · s		
Lichtgeschwindigkeit	c	m/s		
Lichtstärke	$I_v, (I)$	cd	Candela	
Lichtstrom	$\Phi_v, (\Phi)$	Im	Lumen	
Reflexionsgrad	ϱ	1		$\varrho = \Phi_r / \Phi_m$ $r = \text{reflektiert}$ $m = \text{einfallend}$
Spezifische Ausstrahlung	$M, (M_e)$	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$		
Stefan-Boltzmann-Konstante	σ	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$		
Strahlungsenergie	$Q, W, (U, Q_e)$	J	Joule	$\sigma = 5,670400 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$
Strahlungsenergiedichte	ω, φ	J/m ³		

Formelzeichen und Einheiten (Fortsetzung)

Name/Bedeutung	Formelzeichen	SI-Einheit Zeichen	Name	Bemerkung/ wichtige Beziehungen
Größen elektromagnetischer Strahlungen, Licht (Fortsetzung)				
Strahlungsfluss, -leistung	$\Phi, P, (\Phi_e)$	W	Watt	
Transmissionsgrad	τ, T	1		
Vakuumlichtgeschwindigkeit, Lichtgeschwindigkeit im leeren Raum	c_0	m/s		$c_0 = 2,997\,924\,58 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Wellenlänge	λ	m		
Größen der Atom- und Kernphysik				
DIN EN ISO 80000-10: 2013-08				
Äquivalentdosis	H	Sv	Sievert	
Aktivität (einer radioaktiven Substanz)	A	Bq	Bequerel	
Atommasse	$m(X), m_a$	kg		$m_a/m_u: \text{relative Atommasse}$
Bohrscher Radius	a_0	m		$a_0 = 0,52917720859 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
Compton-Wellenlänge	λ_c	m		
Energiedosis	D	Gy	Gray	
Energieflussdichte	ψ	W/m ²		
Elektronenradius	r_e	m	Meter	$r_e = 2,8179402894 \cdot 10^{-19} \text{ m}$
Exposure, Standard-Ionendosis	X	C/kg		
Feinstrukturkonstante	α	1		$\alpha = 1/137,035999679$
Gyromagnetisches Verhältnis, gyromagnetischer Koeffizient	γ	A · m ² /(J · s)		
Halbwertszeit	$T_{1/2}$	s	Sekunde	$T_{1/2} = \tau \cdot \ln 2 ; \quad T_{1/2} = (\ln 2)/\lambda$
Kerma	K	Gy	Gray	
Kernladungszahl, Protonenzahl	Z	1		
Ladungszahl	c	1		$z.B. c = -3 \text{ für } N^{3-}, = 3 \text{ für } Al^{3+}$
Magnetisches Dipolmoment	μ	A · m ²		
Mittlere Lebensdauer	τ	s		$\tau = 1/\lambda$
Neutronenzahl	N	1		
Nukleonenanzahl, Massenzahl	A	1		$A = Z + N$
Planck-Konstante, Plancksches Wirkungsquantum	h	J · s		$h = 6,62606896 \cdot 10^{-34} \text{ J · s}$
Reaktionsenergie	Q	J	Joule	
Ruhemasse, träge Masse	$m(X), m_x$	kg		
Ruhemasse des Elektrons	m_e	kg		$m_e = 9,109\,382\,15 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Rydberg-Konstante	R_∞	1/m		$R = 10973731,568527 \text{ m}^{-1}$
Spezifische Aktivität	a	Bq/kg		$a = A/m$
Strahlungsenergie	R	J		
Teilchenstromdichte	$J, (S)$	m ⁻² /s		
Vereinheitlichte Massenkonstante	m_u	kg		$m_u = 1,660538782 \text{ kg}$
Zerfallskonstante	λ	1/s		$\lambda = 1/\tau$
Größen der Akustik				
Phasengeschwindigkeit	c	m/s		
Schalldruck	p	Pa	Pascal	
Schallintensität	I	W/m ²		
Schallleistung	P, P_a	W	Watt	

Allgemeine Grundlagen

AL

Formelzeichen und Einheiten außerhalb des SI

(nach DIN 1301-1, 2010-10)

Name/Bedeutung	Formelzeichen	Einheitenzeichen	Einheitenname	Bemerkung
Ebener Winkel	α, β, γ	Bisher kein ge-normtes Zeichen	Vollwinkel	$1 \text{ Vollwinkel} = 2 \cdot \pi \cdot \text{rad}$
		gon	Gon	$1 \text{ gon} = (\pi/200) \text{ rad}$
		°	Grad	$1^\circ = (\pi/180) \text{ rad}$
		'	Minute	$1' = (\pi/60)^\circ$
Volumen	V	l, L	Sekunde	$1'' = (\pi/60)'$
Zeit	t	min h d	Minute	$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$
			Stunde	$1 \text{ h} = 60 \text{ min}$
			Tag	$1 \text{ d} = 24 \text{ h}$
Masse	m	t g	Tonne Gramm	$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg} = 1 \text{ Mg}$ $1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$
Druck	p	bar	Bar	$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

Einheiten außerhalb des SI, mit beschränktem Anwendungsbereich

(nach DIN 1301-1, 2010-10)

Größe	Einheitenname	Einheitenzeichen	Definition, Beziehung
Brechwert von optischen Systemen	Dioptrie	dpt (nicht interna-tional genormt)	1 Dioptrie ist gleich dem Brechwert eines optischen Systems mit der Brennweite 1 m in einem Medium der Brechzahl 1; $1 \text{ dpt} = 1/\text{m}$
Fläche von Grund- und Flurstücken	Ar Hektar	a ha	$1 \text{ a} = 10^2 \text{ m}^2$ $1 \text{ ha} = 10^4 \text{ m}^2$
Wirkungsquerschnitt (Atomphysik)	Barn	b	$1 \text{ b} = 10^{-28} \text{ m}^2$
Masse in der Atomphysik	Atomare Masseneinheit	u	1 atomare Masseneinheit ist der 12te Teil der Masse eines Atoms des Nuklids ^{12}C . $1 \text{ u} = 1,660538921 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ Standardabweichung: $s = 7,3 \cdot 10^{-35} \text{ kg}$
Masse von Edelsteinen	Metrisches Karat	Kt (nicht interna-tional genormt)	1 metrisches Karat = 0,2 g
Längenbezogene Masse von textilen Fasern und Garnen	Tex	tex	$1 \text{ tex} = 1 \text{ g/km}$
Blutdruck und Druck anderer Körperfüssigkeiten (Medizin)	Millimeter Quecksilber-säule	mmHg (keine Vorsätze erlaubt)	$1 \text{ mmHg} = 133,322 \text{ Pa}$
Energie (Atomphysik)	Elektronvolt	eV	1 Elektronvolt ist die Energie, die ein Elektron beim Durchlaufen einer Potenzialdifferenz von 1 Volt im leeren Raum gewinnt. $1 \text{ eV} = 1,602176487 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ Standardabweichung: $s = 4,0 \cdot 10^{-27} \text{ J}$
Blindleistung (elektrische Energie-technik)	Var	var	$1 \text{ var} = 1 \text{ W}$

Allgemeine Grundlagen

AL

1

Umrechnung von britischen und US-Einheiten in SI-Einheiten

Britische bzw. US-Einheit	Name/Bedeutung	Land	SI-Einheit
Länge			
1 mil			0,0254 mm
1 in bzw. 1"	inch (Zoll)		25,40 mm
1 ft bzw. 1'	foot (Mehrzahl: feet)		0,3048 m
1 yd	yard		0,9144 m
1 statute mile	Landmeile		1,609 km
1 nautical mile	Seemeile		1,852 km
Fläche			
1 sq in	square inch		6,452 cm ²
1 sq ft	square foot		0,0929 m ²
1 ft ²	square foot		0,0929 m ²
1 sq yd	square yard		0,8361 m ²
1 A	acre		4047 m ²
Volumen			
1 cu in	cubic inch		16,39 cm ³
1 cu ft	cubic foot		0,028317 m ³
1 ft ³	cubic foot		0,028317 m ³
1 cu yd	cubic yard		0,7646 m ³
1 RT	register ton		2,832 m ³
1 Imp. pt	Imperial-pint	GB	0,5683 dm ³
1 U.S. pt	U.S.-pint	USA	0,4732 dm ³
1 Imp. qt	Imperial-quart	GB	1,1365 dm ³
1 U.S. qt	U.S.-quart	USA	0,9464 dm ³
1 Imp. gal	Imperial-gallon	GB	4,546 dm ³
1 U.S. gal	U.S.-gallon	USA	3,785 dm ³
1 U.S. oil-barrel		USA	0,159 m ³
Masse			
1 gr	grain		64,80 mg
1 dwt	pennyweight (t für Karatgewicht)		1,555 g
1 dm bzw. dm.av	dram (av für Handelsgewicht)		1,772 g
1 oz bzw. oz.av	ounce (av für Handelsgewicht)		28,35 g
1 oz.t	ounce (t für Karatgewicht)		31,10 g
1 lb.t	pound (t für Karatgewicht)		0,3732 kg
1 lb bzw. lb.av	pound (av für Handelsgewicht)		0,4536 kg
1 quarter		GB	12,70 kg
1 quarter		USA	11,34 kg
1 cwt	hundredweight	GB	50,80 kg
1 cwt	hundredweight	USA	45,36 kg

Allgemeine Grundlagen

AL

Umrechnung von britischen und US-Einheiten in SI-Einheiten (Fortsetzung)

Britische bzw. US-Einheit	Name/Bedeutung	Land	SI-Einheit
Massen (Fortsetzung)			
1 shtn	short ton	USA	907,2 kg
1 ton		GB	1016 kg
1 ltn	long ton	USA	1016 kg
Dichte			
1 oz/cu ft	ounce per cubic-foot		1,001 kg/m ³
1 lb/cu ft	pound per cubic-foot		16,02 kg/m ³
1 lb/ft ²	pound per cubic-foot		16,02 kg/m ³
1 shtn/cu yd	short ton per cubic-yard	USA	1187 kg/m ³
1 ltn/cu yd	long ton per cubic-yard	USA	1329 kg/m ³
1 oz/cu in	ounce per cubic-inch		1730 kg/m ³
1 lb/cu in	pound per cubic-inch		27 680 kg/m ³
1 lb/gal	pound per gallon	GB	99,76 kg/m ³
1 lb/gal	pound per gallon	USA	119,8 kg/m ³
Geschwindigkeit			
1 ft/min	foot per minute		$5,080 \cdot 10^{-3}$ m/s
1 yd/min	yard per minute		0,01524 m/s
1 ft/s	foot per second		0,3048 m/s
1 yd/s	yard per second		0,9144 m/s
Beschleunigung			
1 ft/s ²			0,3048 m/s ²
Volumenstrom, Volumendurchfluss			
1 gpm	gallon per minute	GB	0,07577 L/s ¹⁾
1 gpm	gallon per minute	USA	0,06309 L/s ¹⁾
1 gps	gallon per second	GB	4,546 L/s ¹⁾
1 gps	gallon per second	USA	3,785 L/s ¹⁾
1 cu sec bzw. cu ft/s	cubic foot per second		28,32 L/s ¹⁾
1 cu yd/s	cubic yard per second		0,7646 m ³ /s
Massenstrom, Massendurchfluss			
1 oz/min	ounce per minute		0,4725 g/s
1 oz/s	ounce per second		28,35 g/s
1 lb/min	pound per minute		0,00756 kg/s
1 lb/s	pound per second		0,4536 kg/s
1 shtn/h	short ton per hour	USA	0,2520 kg/s
1 ltn/h	long ton per hour	USA	0,2822 kg/s
1 ton/h	ton per hour	GB	0,2822 kg/s

¹⁾ L (Liter): anwendbare Einheit außerhalb des SI (DIN 1301)