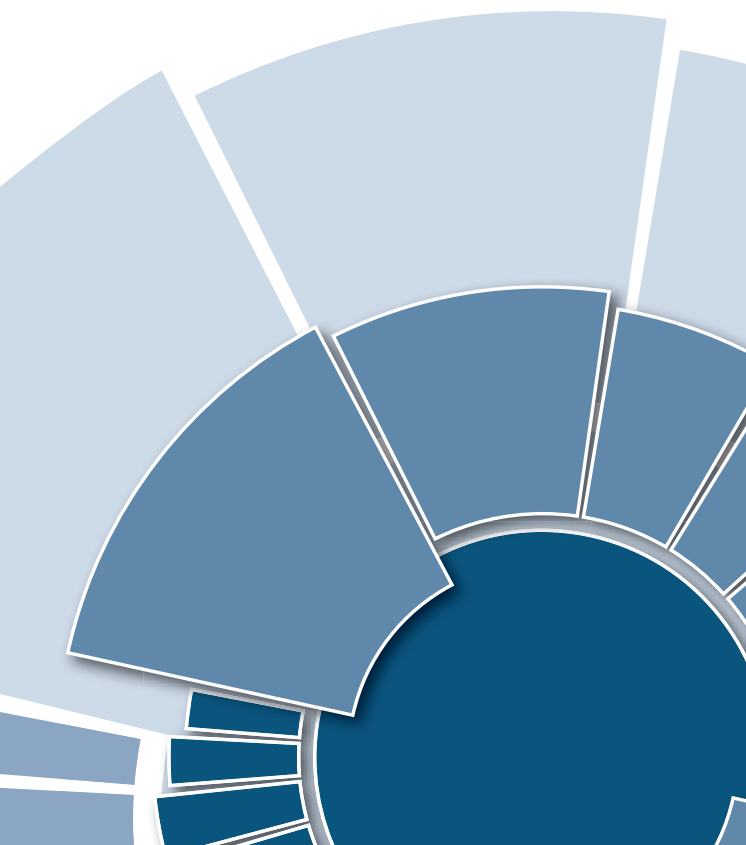


## Die gesetzlichen Einheiten in Deutschland



## Vorwort

Das Internationale Einheitensystem SI (Système international d'unités) ist ein Kind des metrischen Systems und wurde von der 11. Generalkonferenz für Maß und Gewicht im Jahr 1960 auf eben diesen Namen getauft. Mit diesem System wurden die Einheiten im Messwesen neu geordnet.

Das SI fußt auf sieben Basiseinheiten und zahlreichen „abgeleiteten Einheiten“, die durch reine Multiplikation und Division aus den Basiseinheiten, immer mit dem Faktor 1, gebildet werden.

Das SI entstammt den Bedürfnissen der Wissenschaft, ist aber mittlerweile auch das vorherrschende Maßsystem der internationalen Wirtschaft. In Deutschland sind die SI-Einheiten als gesetzliche Einheiten für den amtlichen und geschäftlichen Verkehr eingeführt. Um die nationale und internationale Einheitlichkeit der Maße zu sichern, sind die Aufgaben der Darstellung, Bewahrung und Weitergabe der Einheiten im Messwesen der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB), dem nationalen Metrologieinstitut Deutschlands, übertragen worden. Einzelheiten hierzu sind im Einheiten- und Zeitgesetz formuliert.

## Literatur

- Bureau international des poids et mesures (BIPM):  
Le Système international d'unités (SI) –  
The International System of Units (SI).  
8<sup>e</sup> édition, 2006. Pavillon de Breteuil,  
F-92312 Sèvres Cedex, France
- Ambler Thomson, Barry N. Taylor (Hrg.): Guide  
for the use of the International System of Units (SI).  
National Institute of Standards and Technology. NIST  
Special Publication 811, 2008 Edition

Braunschweig, März 2012

## **Gesetze, Richtlinien, Normen**

**Gesetz über die Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung** (Einheiten- und Zeitgesetz – EinhZeitG) Neufassung vom 22. Februar 1985, zuletzt geändert durch das Gesetz zur Änderung des Gesetzes über Einheiten im Messwesen und des Eichgesetzes, zur Aufhebung des Zeitgesetzes, zur Änderung der Einheitenverordnung und zur Änderung der Sommerzeitverordnung vom 3. Juli 2008 (BGBl. I S. 1185)

**Ausführungsverordnung zum Gesetz über die Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung** (Einheitenverordnung – EinhV) vom 13. Dezember 1985 (BGBl. I S. 2272), zuletzt geändert durch die 3. Verordnung zur Änderung der Einheitenverordnung vom 25. September 2009 (BGBl. I S. 3169)

**Richtlinie 80/181/EWG des Rates vom 20. Dezember 1979** zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über die Einheiten im Messwesen. Der vollständige Änderungsstand ist:

- 85/1/EWG vom 18. Dezember 1984 (Abl. L 2 vom 3. 1. 1985)
- 89/617/EWG vom 27. November 1989 (Abl. L 357 vom 7. 12. 1989)
- 1999/103/EG vom 24. Januar 2000 (Abl. L 34 vom 9. 2. 2000)
- 2009/3/EG vom 11. März 2009 (Abl. L 114 vom 7. 5. 2009)

### **DIN 1301 Teil 1, 2002-10**

Einheiten; Einheitenennamen, Einheitenzeichen

### **DIN 1301 Teil 1 Beiblatt 1, 04.82**

Einheiten; Einheitenähnliche Namen und Zeichen

### **DIN 1301 Teil 2, 02.78**

Einheiten; Allgemein angewendete Teile und Vielfache

### **DIN 1301 Teil 3, 10.79**

Einheiten; Umrechnungen für nicht mehr anzuwendende Einheiten

### **DIN 1304 Teil 1, 03.94**

Formelzeichen; Allgemeine Formelzeichen

### **DIN 5493 Teil 1, 02.93**

Logarithmische Größen und Einheiten

### **ISO 1000: 11.92**

SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units

### **ISO 31-0 bis ISO 31-XIII**

(Grundsätze zu Größen und Einheiten sowie Einheiten für spezielle physikalische Größen)

## SI-Basiseinheiten

Basisgröße	Basiseinheit	
	Name	Zeichen
Länge	Meter	m
Masse	Kilogramm	kg
Zeit	Sekunde	s
elektrische Stromstärke	Ampere	A
Temperatur	Kelvin	K
Stoffmenge	Mol	mol
Lichtstärke	Candela	cd

## SI-Vorsätze

Potenz	Name	Zeichen
$10^{24}$	Yotta	Y
$10^{21}$	Zetta	Z
$10^{18}$	Exa	E
$10^{15}$	Peta	P
$10^{12}$	Tera	T
$10^9$	Giga	G
$10^6$	Mega	M
$10^3$	Kilo	k
$10^2$	Hekto	h
$10^1$	Deka	da

## Definition

(siehe auch DIN 1301)

Der Meter ist die Länge der Strecke, die Licht im Vakuum während der Dauer von  $(1/299\,792\,458)$  Sekunden durchläuft.

Das Kilogramm ist die Einheit der Masse; es ist gleich der Masse des Internationalen Kilogrammprototyps.

Die Sekunde ist das  $9\,192\,631\,770$ fache der Periodendauer der dem Übergang zwischen den beiden Hyperfeinstruktur-niveaus des Grundzustandes von Atomen des Nuklids  $^{133}\text{Cs}$  entsprechenden Strahlung.

Das Ampere ist die Stärke eines konstanten elektrischen Stromes, der, durch zwei parallele, geradlinige, unendlich lange und im Vakuum im Abstand von einem Meter voneinander angeordnete Leiter von vernachlässigbar kleinem, kreisförmigem Querschnitt fließend, zwischen diesen Leitern je einem Meter Leiterlänge die Kraft  $2 \cdot 10^{-7}$  Newton hervorrufen würde.

Das Kelvin, die Einheit der thermodynamischen Temperatur, ist der  $273,16$ te Teil der thermodynamischen Temperatur des Tripelpunktes des Wassers. Diese Definition bezieht sich auf Wasser, dessen Isotopenzusammensetzung durch folgende Stoffmengenverhältnisse definiert ist:  $0,000\,155\,76$  Mol  $^2\text{H}$  pro Mol  $^1\text{H}$ ,  $0,000\,379\,9$  Mol  $^{17}\text{O}$  pro Mol  $^{16}\text{O}$  und  $0,002\,005\,2$  Mol  $^{18}\text{O}$  pro Mol  $^{16}\text{O}$ .

Das Mol ist die Stoffmenge eines Systems, das aus ebenso vielen Einzelteilchen besteht, wie Atome in  $0,012$  Kilogramm des Kohlenstoffnuklids  $^{12}\text{C}$  enthalten sind. Bei Benutzung des Mol müssen die Einzelteilchen spezifiziert sein und können Atome, Moleküle, Ionen, Elektronen sowie andere Teilchen oder Gruppen solcher Teilchen genau angegebener Zusammensetzung sein.

Die Candela ist die Lichtstärke in einer bestimmten Richtung einer Strahlungsquelle, die monochromatische Strahlung der Frequenz  $540 \cdot 10^{12}$  Hertz aussendet und deren Strahlstärke in dieser Richtung  $(1/683)$  Watt durch Steradian beträgt.

Potenz	Name	Zeichen
$10^{-1}$	Dezi	d
$10^{-2}$	Zenti	c
$10^{-3}$	Milli	m
$10^{-6}$	Mikro	$\mu$
$10^{-9}$	Nano	n
$10^{-12}$	Piko	p
$10^{-15}$	Femto	f
$10^{-18}$	Atto	a
$10^{-21}$	Zepto	z
$10^{-24}$	Yokto	y

## Größen und ihre Einheiten

Größe	Einheitenname	Zeichen
Länge	<b>Meter</b>	<b>m</b>
	Astronomische Einheit	AE
	Parsec	pc
	Lichtjahr	Lj
	Ångström	Å
	typograph. Punkt	p
	<i>inch</i> *	in
	<i>foot</i>	ft
	<i>yard</i>	yd
	<i>mile</i>	mile
	Internat. Seemeile	sm
Fathom	fm	
ebener Winkel	Radian	rad
	Vollwinkel	
	Grad	°
	Minute	'
	Sekunde	''
	Gon	gon
	Neugrad	g
	Neuminute	c
	Neusekunde	cc
	Steradian	sr
Breckkraft	Dioptrie	dpt
	Fläche	
Fläche	Quadratmeter	m <sup>2</sup>
	Ar	a
	Hektar	ha
	Barn	b
	Morgen	
	<i>square foot</i>	sq ft
	<i>acre</i>	ac
	<i>square yard</i>	sq yd

- Gesetzliche Einheiten: Im geschäftlichen und amtlichen Verkehr müssen Größen in gesetzlich festgelegten Einheiten angegeben werden. (Einheiten- und Zeitgesetz, Einheitenverordnung).
- Gebräuchliche Einheiten: dürfen nur verwendet werden, wenn die Angabe der Größen in gesetzlichen Einheiten nicht vorgeschrieben ist (z. B. im Bereich der Forschung) oder zusätzlich zu diesen.

## Beziehungen und Bemerkungen

### SI-Basiseinheit

1 AE	= 149,597 870 · 10 <sup>9</sup> m	• mittl. Entfernung Erde–Sonne
1 pc	= 206 265 AE = 30,857 · 10 <sup>15</sup> m	
1 Lj	= 9,460 530 · 10 <sup>15</sup> m = 63240 AE = 0,306 59 pc	
1 Å	= 10 <sup>-10</sup> m	
1 p	= 0,376 065 mm	• im Druckereigewerbe
1 in	= 2,54 · 10 <sup>-2</sup> m = 25,4 mm <sup>**</sup>	
1 ft	= 0,3048 m = 30,48 cm	
1 yd	= 0,9144 m	
1 mile	= 1609,344 m	
1 sm	= 1852 m	
1 fm	= 1,829 m	• in der Seeschifffahrt
1 rad	= 1 m/m	• Zentriwinkel r = 1 m, Bogen = 1 m
	= 2π · rad = 360° = 400 gon	
1°	= (π/180) rad = 1,1111 gon	
1′	= 1°/60	• auch Winkelminute genannt
1″	= 1′/60 = 1°/3600	• auch Winkelsekunde genannt
1 gon	= (π/200) rad = 0,9°	• Neugrad genannt
1 <sup>g</sup>	= 1 gon = 0,5π · 10 <sup>-2</sup> rad	
1 <sup>c</sup>	= 10 <sup>-2</sup> gon = 0,5π · 10 <sup>-4</sup> rad	
1 <sup>cc</sup>	= 10 <sup>-4</sup> gon = 0,5π · 10 <sup>-6</sup> rad	
1 sr	= 1 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	• r = 1 m, Kalottenfläche = 1 m <sup>2</sup>
1 dpt	= 1/m	• nur bei optischen Systemen • nicht „qm“ verwenden
1 a	= 100 m <sup>2</sup>	• nur für Grund- und Flurstücke
1 ha	= 100 a = 10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>	• nur für Grund- und Flurstücke
1 b	= 10 <sup>-28</sup> m <sup>2</sup>	• in Atom- und Kernphysik
1 Morgen	= 0,25 ha = 2500 m <sup>2</sup>	• regionale Unterschiede
1 sq ft	= 0,092 903 06 m <sup>2</sup>	
1 ac	= 4046,856 m <sup>2</sup>	
1 sq yd	= 0,8361 m <sup>2</sup>	

\* kursiv gedruckte Einheitenamen: gemäß EG-Richtlinie in einigen Ländern, in speziellen Anwendungsbereichen oder Verwendungszwecken zulässig

\*\* fett gedruckte Endziffer: Wert gilt als exakt (siehe auch ISO 31)

Größe	Einheitenname	Zeichen
Volumen	Kubikmeter	m <sup>3</sup>
	Liter	l oder L
	Festmeter	Fm
	Raummeter	Rm
	barrel	bbbl
	<i>Gill</i>	gill
	<i>fluid ounce</i>	fl oz
	<i>pint</i>	pt
	<i>quart</i>	qt
	<i>gallon</i>	gal
Raummaße für Schiffe	Bruttoraumzahl	BRZ
	Nettoraumzahl	NRZ
Volumenstrom, Volumendurchfluss		m <sup>3</sup> /s
spezifisches Volumen		m <sup>3</sup> /kg
<b>Masse</b>	<b>Kilogramm</b>	<b>kg</b>
	Gramm	g
	Tonne	t
	metrisches Karat	
	atomare Masseneinheit	u
	Pfund	℔
	Zentner	Ztr
	Doppelzentner	dz
	<i>ounce (avoirdupois)</i>	oz
	<i>troy ounce</i>	oz tr
<i>pound</i>	lb	
Gewichtstonne	tons/deadweight	ton dw t dw
	Tex	tex
Masse	Denier	den
flächenbezogene Masse		1 kg/m <sup>2</sup>
Massenstrom		kg/s
Dichte		kg/m <sup>3</sup>
Mostgewicht	Öchslegrad	Oe°



## Beziehungen und Bemerkungen

			<ul style="list-style-type: none"><li>• nicht „cbm“ verwenden</li></ul>
1 l = 1 L	$= 10^{-3} \text{ m}^3 = 1 \text{ dm}^3 = 10^3 \text{ cm}^3$		<ul style="list-style-type: none"><li>• nicht „ccm“ verwenden</li></ul>
1 Fm	$= 1 \text{ m}^3$		<ul style="list-style-type: none"><li>• nur in der Holzwirtschaft</li></ul>
1 Rm	$= 1 \text{ m}^3$		<ul style="list-style-type: none"><li>• nur in der Holzwirtschaft</li></ul>
1 barrel	$= 158,988 \text{ l}$		<ul style="list-style-type: none"><li>• nur für Rohöl</li></ul>
1 gill	$= 0,142 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$		<ul style="list-style-type: none"><li>• nur für Spirituosen</li></ul>
1 fl oz	$= 28,4131 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 28,4131 \text{ ml}$	29,5735 ml (USA)	
1 pt	$= 0,568\,262 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 568,262 \text{ ml}$	473,176 ml (USA)	
1 qt	$= 1,136\,52 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 1,136\,52 \text{ l}$	0,946\,353 l (USA)	
1 gal	$= 4,546\,09 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 4,54\,609 \text{ l}$	3,785\,41 l (USA)	
BRZ	$= K_1 \cdot V$ ( $K_1 = 0,2 + 0,02 \log_{10} V$ )		<ul style="list-style-type: none"><li>• Schiffs-Gesamtgröße</li></ul>
	(V: Inhalt aller geschlossenen Räume in $\text{m}^3$ )		

Nutzbarkeit eines Schiffes; u. a. abhängig vom Rauminhalt aller Laderäume

$$1 \text{ m}^3/\text{s} = 60 \cdot 10^3 \text{ l}/\text{min} = 3600 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$1 \text{ m}^3/\text{kg} = 1 \text{ l}/\text{g}$$

### SI-Basiseinheit

1 g	$= 10^{-3} \text{ kg}$	<ul style="list-style-type: none"><li>• nicht „gr.“ oder „Gr.“ verwenden</li></ul>
1 t	$= 10^3 \text{ kg}$	
1 Karat	$= 0,2 \text{ g} = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$	<ul style="list-style-type: none"><li>• nur für Edelsteine</li></ul> <p>(Abk. für Karat: Kt oder ct)</p>
1 u	$= 1,660\,565\,5 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1/12 der Masse eines Atoms des Nuklids <math>^{12}\text{C}</math></li></ul>
1 $\text{t}\ddot{\text{w}}$	$= 0,5 \text{ kg}$	<ul style="list-style-type: none"><li>• seit 1884 keine gesetzliche Einheit</li></ul>
1 Ztr	$= 50 \text{ kg}$	
1 dz	$= 100 \text{ kg}$	
1 oz	$= 28,3495 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = 28,3495 \text{ g}$	
1 oz tr	$= 31,10 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = 31,10 \text{ g}$	<ul style="list-style-type: none"><li>• für Gold</li></ul>
1 lb	$= 0,453\,592\,37 \text{ kg} = 453,592\,37 \text{ g}$	
1 ton dw	$= 1016 \text{ kg}$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tragfähigkeit von Schiffen</li></ul>
1 t dw	$= 1000 \text{ kg}$	
1 tex	$= 10^{-6} \text{ kg}/\text{m} = 1 \text{ g}/\text{km}$	<ul style="list-style-type: none"><li>• nur für Textilien</li></ul>
1 den	$= 1/9 \text{ tex} = 1/9 \text{ g}/\text{km}$	
1 $\text{kg}/\text{m}^2$	$= 1 \text{ mg}/\text{mm}^2$	

$$1 \text{ kg}/\text{s} = 60 \text{ kg}/\text{min} = 3,6 \text{ t}/\text{h} = 86,4 \text{ t}/\text{d}$$

$$1 \text{ kg}/\text{m}^3 = 1 \text{ g}/\text{l} = 10^{-3} \text{ kg}/\text{l}$$

Das Mostgewicht in Öchslegrad entspricht dem Zahlenwert der Dichte (von Traubenmost) in  $\text{kg}/\text{m}^3$  minus 1000.

Größe	Einheitenname	Zeichen
<b>Zeit</b>	<b>Sekunde</b>	<b>s</b>
Zeitspanne,	Minute	min
Dauer	Stunde	h
	Tag	d
Frequenz	Hertz	Hz
Drehzahl, Drehgeschwindigkeit*	reziproke Sekunde	1/s
	reziproke Minute	1/min
Geschwindigkeit	Meter durch Sekunde	m/s
	<b>Knoten</b>	<b>kn</b>
Beschleunigung		m/s <sup>2</sup>
	<b>Gal</b>	<b>Gal</b>
Winkelgeschwindigkeit		rad/s
Kraft	Newton	N
	<b>Dyn</b>	<b>dyn</b>
	<b>Pond</b>	<b>p</b>
Impuls		N · s
Schalldruck**	Pascal	Pa
Schalleistung***		W
Schallintensität**, Schallenergieflussdichte	W/m <sup>2</sup>	
Lärmdosis***		Pa <sup>2</sup> · s
Druck, mechanische Spannung	Pascal	Pa
	Bar	bar
	Millimeter- Quecksilbersäule	mmHg
	<b>physik. Atmosphäre</b>	<b>atm</b>
	<b>techn. Atmosphäre</b>	<b>at</b>
	Torr	Torr
	Meter-Wassersäule	mWS
	psi	lbf/in <sup>2</sup>

\* in der Elektrotechnik Kreisfrequenz

\*\* in der Akustik werden häufig logarithmierte Verhältnisgrößen nach DIN 5493 Teil 1 verwendet (z. B. Schalldruckpegel)

\*\*\* auf den Nennwert bezogen Schalldosis genannt

## Beziehungen und Bemerkungen

<b>SI-Basiseinheit</b>		• Vorsätze nur bei s verwenden
1 min	= 60 s	
1 h	= 60 min = 3600 s	
1 d	= 24 h = 1440 min = 86 400 s	
1 Hz	= 1/s	
		• nicht „U/s“ od. „U/min“ verwenden
1/min	= 1/(60s)	
1 m/s	= 3,6 km/h	
km durch (pro) Stunde,	nicht „Stundenkilometer“ verwenden	
1 kn	= sm/h = 0,5144 m/s	
Normalfallbeschleunigung $g_n = 9,806\ 65\ \text{m/s}^2$		
1 Gal	= $10^{-2}\ \text{m/s}^2$	• nur in der Geodäsie
1 N	= $1\ \text{kg} \cdot \text{m/s}^2$	• auch Gewichtskraft genannt
1 dyn	= $10^{-5}\ \text{N}$	
1 p	= $9,806\ 65 \cdot 10^{-3}\ \text{N}$	• $1\ \text{kp} \approx 10\ \text{N}$
1 N · s	= $1\ \text{kg} \cdot \text{m/s}$	• Masse · Geschwindigkeit
1 Pa	= $1\ \text{N/m}^2$	
		• DIN 1332
		• DIN 1332
		• DIN 45 644
1 Pa	= $1\ \text{N/m}^2 = 1\ \text{kg}/(\text{s}^2 \cdot \text{m}) \approx 0,75 \cdot 10^{-2}\ \text{mmHg}$	
1 MPa	= $1\ \text{N/mm}^2$	• für Festigkeitsangaben
1 bar	= $10^5\ \text{Pa} = 10^3\ \text{mbar} = 10^5\ \text{kg}/(\text{s}^2 \cdot \text{m})$	
1 mmHg	= $133,322\ \text{Pa} = 1,333\ 22\ \text{mbar}$	
		• nur in Heilkunde zulässig
1 atm	= 1,013 25 bar	
1 at	= $1\ \text{kp/cm}^2 = 0,980\ 665\ \text{bar}$	
1 Torr	= $(101\ 325/760)\ \text{Pa} = 1,333\ 224\ \text{mbar}$	
1 mWS	= $9806,65\ \text{Pa} = 98,0665\ \text{mbar}$	
1 lbf/in <sup>2</sup>	= $68,947\ 57\ \text{mbar} = 6894,757\ \text{Pa}$	

Größe	Einheitenname	Zeichen
dynamische Viskosität	Pascalsekunde	Pa · s
	Poise	P
kinematische Viskosität		m <sup>2</sup> /s
	Stokes	St
Arbeit, Energie, Wärmemenge	Joule	J
	Kilowattstunde	kW · h
	Elektronvolt	eV
	Erg	erg
	Kalorie	cal
	<i>Therm</i>	therm
	Brennwert	
Wärmekapazität		J/K
Energiedichte		J/m <sup>3</sup>
spezifische Energie		J/kg
molare Energie		J/mol
molare Wärmekapazität		J/(mol · K)
Leistung, Energiestrom, Wärmestrom	Watt	W
	Voltampere	VA
	Var	var
	Pferdestärke	PS
Heizleistung		kcal/h
Wärmeleitfähigkeit		W/(m · K)
		kcal/(m · h · °C)
Wärmedurchgangskoeffizient		W/(m <sup>2</sup> · K)
		kcal/(m · h · °C)
Wärmestromdichte, Bestrahlungsstärke		W/m <sup>2</sup>
		W/sr
Strahldichte		W/(m <sup>2</sup> · sr)

## Beziehungen und Bemerkungen

1 Pa · s	= 1 N · s/m <sup>2</sup> = 1 kg/(s · m)	• DIN 1342
1 P	= 0,1 Pa · s = 0,1 N · s/m <sup>2</sup>	
		• DIN 1342
1 St	= 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /s	
1 J	= 1 N · m = 1 W · s = (1/3,6) · 10 <sup>-6</sup> kW · h = 1 kg · m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	
1 kW · h	= 3,6 MJ = 860 kcal	
1 eV	= 160,218 92 · 10 <sup>-21</sup> J	
1 erg	= 10 <sup>-7</sup> J	
1 cal	= 4,1868 J = 1,163 · 10 <sup>-3</sup> W · h	
1 therm	= 105,50 · 10 <sup>6</sup> J	
1 kcal/l	= 4,1868 kJ/l	• auch oberer Heizwert
1 kcal/kg	= 4,1868 kJ/kg	
1 t SKE	= 7 · 10 <sup>6</sup> kcal = 29,3076 · 10 <sup>9</sup> J = 8,141 · 10 <sup>3</sup> kW · h	• Heizwert von 7000 kcal/kg
1 J/K	= 1 m <sup>2</sup> · kg/(s <sup>2</sup> · K)	• Entropie
1 J/m <sup>3</sup>	= 1 kg/(m · s <sup>2</sup> )	
1 J/kg	= 1 m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	
1 J/mol	= 1 W · s/mol = 1 m <sup>2</sup> · kg/(s <sup>2</sup> · mol)	
1 J/(mol · K)	= 1 m <sup>2</sup> · kg/(s <sup>2</sup> · K · mol)	• molare Entropie
1 W	= 1 J/s = 1 N · m/s = 1 V · A = 1 m <sup>2</sup> · kg/s <sup>3</sup>	
1 VA	= 1 W	• Scheinleistung
1 var	= 1 W	• Blindleistung
1 PS	= 75 m · kp/s = 0,735 498 75 kW	
1 kcal/h	= 1,163 W	
1 W/(m · K)	= 1 m · kg/(s <sup>3</sup> · K) ≈ 0,860 kcal/(m · h · °C)	
1 kcal/(m · h · °C)	= 1,163 W/(m · K)	
1 W/(m <sup>2</sup> · K)	= 1 m · kg/(s <sup>3</sup> · m · K) ≈ 0,860 kcal/(m <sup>2</sup> · h · °C)	
1 kcal/(m <sup>2</sup> · h · °C)	= 1,163 W/(m <sup>2</sup> · K)	
1 W/m <sup>2</sup>	= 1 kg/s <sup>3</sup>	
1 W/sr	= 1 m <sup>2</sup> · kg/(s <sup>3</sup> · sr)	
1 W/(m <sup>2</sup> · sr)	= 1 kg/(s <sup>3</sup> · sr)	

Größe	Einheitenname	Zeichen
<b>elektr. Stromstärke</b>	<b>Ampere</b>	<b>A</b>
elektr. Spannung, elektr. Potential, elektromotor. Kraft	Volt	V
elektr. Widerstand	Ohm	$\Omega$
elektr. Leitwert	Siemens	S
elektr. Ladung, Elektrizitätsmenge	Coulomb Amperestunde	C $A \cdot h$
elektr. Ladungsdichte		$C/m^3$
elektr. Flussdichte, Verschiebung		$C/m^2$
elektr. Kapazität	Farad	F
Permittivität		F/m
elektr. Feldstärke		V/m
magn. Fluss	Weber	Wb
magn. Flussdichte, magn. Induktion	Tesla	T
Induktivität, magn. Leitwert	Henry	H
Permeabilität		H/m
magn. Feldstärke		A/m
	Oersted	Oe
<b>Temperatur <math>T</math></b>	<b>Kelvin</b>	<b>K</b>
Celsius- Temperatur $t$	Grad Celsius	$^{\circ}C$
Temperaturdifferenz	Kelvin, Grad Celsius	K, $^{\circ}C$
	degree Fahrenheit	$^{\circ}F$
<b>Lichtstärke</b>	<b>Candela</b>	<b>cd</b>
Leuchtdichte		$cd/m^2$
	Stilb	sb
Lichtstrom	Lumen	lm
Beleuchtungsstärke	Lux	lx

## Beziehungen und Bemerkungen

### SI-Basiseinheit

$$1 \text{ V} = 1 \text{ W/A} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / (\text{A} \cdot \text{s}^3)$$

$$1 \text{ } \Omega = 1 \text{ V/A} = 1/\text{S} = 1 \text{ W/A}^2 = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / (\text{A}^2 \cdot \text{s}^3)$$

$$1 \text{ S} = 1 \text{ A/V} = 1/\Omega = 1 \text{ W/V}^2 = 1 \text{ A}^2 \cdot \text{s}^3 / (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$$

$$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot \text{s}$$

$$1 \text{ A} \cdot \text{h} = 3600 \text{ A} \cdot \text{s} = 3600 \text{ C}$$

$$1 \text{ C/m}^3 = 1 \text{ A} \cdot \text{s/m}^3$$

$$1 \text{ C/m}^2 = 1 \text{ A} \cdot \text{s/m}^2$$

$$1 \text{ F} = 1 \text{ C/V} = 1 \text{ A} \cdot \text{s/V} = 1 \text{ A}^2 \cdot \text{s}^4 / (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$$

$$1 \text{ F/m} = 1 \text{ A} \cdot \text{s} / (\text{V} \cdot \text{m}) = 1 \text{ A}^2 \cdot \text{s}^4 / (\text{kg} \cdot \text{m}^3)$$

$$1 \text{ V/m} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} / (\text{A} \cdot \text{s}^3) \quad \bullet \text{ DIN 1357}$$

$$1 \text{ Wb} = 1 \text{ V} \cdot \text{s} = 1 \text{ T} \cdot \text{m}^2 = 1 \text{ A} \cdot \text{H} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / (\text{A} \cdot \text{s}^2)$$

$$1 \text{ T} = 1 \text{ Wb/m}^2 = 1 \text{ V} \cdot \text{s/m}^2 = 1 \text{ kg} / (\text{s}^2 \cdot \text{A})$$

$$1 \text{ H} = 1 \text{ Wb/A} = \text{V} \cdot \text{s/A} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / (\text{A}^2 \cdot \text{s}^2)$$

$$1 \text{ H/m} = 1 \text{ V} \cdot \text{s} / (\text{A} \cdot \text{m}) = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} / (\text{A}^2 \cdot \text{s}^2)$$

$$1 \text{ Oe} = [10^3 / (4\pi)] \cdot \text{A/m} \approx 80 \text{ A/m}$$

### SI-Basiseinheit

$$t/^{\circ}\text{C} = T/\text{K} - 273,15 \bullet \text{ Tripelpunkt von H}_2\text{O} = 0,01 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t/^{\circ}\text{C} = (5/9) \cdot (t/^{\circ}\text{F} - 32)$$

### SI-Basiseinheit

$\bullet$  DIN 5031 Teil 3

$$1 \text{ sb} = 10^4 \text{ cd/m}^2$$

$$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr} \quad \bullet \text{ DIN 5031 Teil 3}$$

$$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2 = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr/m}^2 \bullet \text{ DIN 5031 Teil 3}$$

Größe	Einheitenname	Zeichen
Aktivität einer radioaktiven Substanz	Becquerel	Bq
	Curie	Ci
Energiedosis, Kerma	Gray	Gy
	Rad	rd
Äquivalentdosis	Sievert	Sv
	Rem	rem
Energiedosisleistung oder -rate	Gray durch Sekunde	Gy/s
	Rad durch Sekunde	rd/s
Äquivalentdosisleistung oder -rate	Sievert durch Sekunde	Sv/s
	Rem durch Sekunde	rem/s
Ionendosis	Coulomb je kg	C/kg
	Röntgen	R
<b>Stoffmenge</b>	<b>Mol</b>	<b>mol</b>
Stoffmengenkonzentration		mol/l
molares Volumen		l/mol
molare Masse		g/mol
molare Entropie		J/(mol · K)
molare innere Energie		J/mol
Volumenkonzentration*,**		l
Stoffmengenanteil**, Molenbruch		l
Massenanteil**, Massenbruch		l
Volumenanteil**, Volumenbruch		l
Massenkonzentration***, Partialdichte***		kg/l oder g/l
Teilchenzahlkonzentration		1/m <sup>3</sup>
katalytische Aktivität	Katal	kat
katalytische Konzentration		kat/m <sup>3</sup>

\* auch Volumenanteil genannt, wenn der Mischvorgang ohne Volumenveränderung erfolgt

\*\* Dies kann auch in Prozent (1 % = 1/100) oder Promille (1 ‰ = 1/1000) angegeben werden.



## Beziehungen und Bemerkungen

1 Bq	= 1/s	• DIN 6814 Teil 4
1 Ci	= 37 GBq	
1 Gy	= 1 J/kg = 1 W · s/kg = 1 m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	
1 rd	= 1 cGy = 0,01 Gy	
1 Sv	= 1 J/kg = 1 W · s/kg = 1 m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	
1 rem	= 1 cSv = 0,01 Sv	
1 Gy/s	= 1 W/kg = 1 m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>	
1 rd/s	= 0,01 Gy/s	
1 Sv/s	= 1 W/kg = 1 m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>	
1 rem/s	= 0,01 Sv/s	
1 C/kg	= 1 A · s/kg	• Größe nicht mehr verwenden
1 R	= 258 · 10 <sup>-6</sup> C/kg	

### SI-Basiseinheit

		• DIN 32 625
1 mol/l	= 10 <sup>3</sup> mol/m <sup>3</sup>	• DIN 1310
1 l/mol	= 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> /mol	
1 g/mol	= 10 <sup>-3</sup> kg/mol	
1 J/(mol · K)	= 1 kg · m <sup>2</sup> /(s <sup>2</sup> · mol · K)	• DIN 1345
		• DIN 1310
		• DIN 1310
		• DIN 1310
1 kg/l	= 10 <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup>	• DIN 1310
		• z. B. Staubpartikel pro m <sup>3</sup>
1 kat	= mol · s <sup>-1</sup>	• als abgeleitete SI-Einheit in der Richtlinie 2009/3/EG enthalten
1 kat/m <sup>3</sup>	= mol · s <sup>-1</sup> · m <sup>-3</sup>	

\*\*\* „g/(100 ml)“ nicht „%“ und „mg/(100 ml)“ nicht „mg-Prozent“  
nennen (DIN 1310)

## Naturkonstanten (Auswahl)

Naturkonstanten sind wesentliche Elemente, um die Welt zu beschreiben: Sie tauchen in den physikalischen Theorien auf, ohne dass die Theorien selbst ihre Werte angeben könnten. Diese Konstanten müssen daher experimentell gemessen werden – eine Basisaufgabe der Metrologie.

Avogadro-Konstante  
Boltzmann-Konstante  
Elementarladung  
Faraday-Konstante  
Feinstrukturkonstante, Inverse  
Feldkonstante, Elektrische  
Feldkonstante, Magnetische  
Flussquant, Magnetisches  
Gravitationskonstante  
Josephson-Konstante  
Lichtgeschwindigkeit (Vakuum)  
Masseinheit, Atomare  
Planck'sches Wirkungsquantum  
Ruhmasse des Elektrons  
Ruhmasse des Protons  
Rydberg-Konstante  
Stefan-Boltzmann-Konstante  
Universelle Gaskonstante  
von-Klitzing-Konstante

Die Zahlenwerte dieser Übersicht entstammen der CODATA-Datenbank.

[<http://physics.nist.gov/cuu/Constants/>]

Die Ziffern in Klammern hinter einem Zahlenwert bezeichnen die Unsicherheit in den letzten Stellen des Wertes. Die Unsicherheit ist als einfache Standardabweichung gegeben (Beispiel: Die Angabe 6,672 59 (85) ist gleichbedeutend mit  $6,672\ 59 \pm 0,000\ 85$ ).

$$\begin{aligned}
N_A &= 6,022\,141\,29\,(27) \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \\
k &= 1,380\,6488\,(13) \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \\
e &= 1,602\,176\,565\,(35) \cdot 10^{-19} \text{ C} \\
F &= 96\,485,3365\,(21) \cdot \text{C} \cdot \text{mol}^{-1} \\
\alpha^{-1} &= 137,035\,999\,074\,(44) \\
\varepsilon_0 &= 1/(\mu \cdot c^2) = 8,854\,187\,817\dots \cdot 10^{-12} \text{ F} \cdot \text{m} \text{ (exakt)} \\
\mu_0 &= 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2} = 12,566\,370\,614\dots \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2} \text{ (exakt)} \\
\Phi_0 &= 2,067\,833\,758\,(46) \cdot 10^{-15} \text{ Wb} \\
G &= 6,673\,84\,(80) \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2} \\
K_J &= 483\,597,870\,(11) \cdot 10^9 \text{ Hz} \cdot \text{V}^{-1} \\
c &= 299\,792\,458 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \text{ (exakt)} \\
u &= 1,660\,538\,921\,(73) \cdot 10^{-27} \text{ kg} \\
h &= 6,626\,069\,57\,(29) \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \\
m_e &= 9,109\,382\,91\,(40) \cdot 10^{-31} \text{ kg} \\
m_p &= 1,672\,621\,777\,(74) \cdot 10^{-27} \text{ kg} \\
R_\infty &= 10\,973\,731,568\,539\,(55) \text{ m}^{-1} \\
\sigma &= 5,670\,373\,(21) \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4} \\
R &= 8,314\,4621\,(75) \cdot \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \\
R_K &= 25\,812,807\,4434\,(84) \Omega
\end{aligned}$$

## Literatur

P. J. Mohr, B. N. Taylor, D. B. Newell: CODATA recommended values of the fundamental physical constants: 2006, Rev. Mod. Phys. **80**, 2 (2008)

---

Physikalisch-Technische Bundesanstalt  
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit  
Bundesallee 100, D-38116 Braunschweig  
Telefon: (0531) 592-3006  
Telefax: (0531) 592-3008  
E-Mail: [presse@ptb.de](mailto:presse@ptb.de)



2.0/0312