

Physikalische Konstanten (Größe, Symbol, Wert)

Gaskonstante	$R = k N_A$	0,0820578 l atm K ⁻¹ mol ⁻¹ 1,98722 cal K ⁻¹ mol ⁻¹ 62,364 l Torr K ⁻¹ mol ⁻¹ 8,31451 J K ⁻¹ mol ⁻¹
Boltzmann-Konstante	k	$1,3807 \cdot 10^{-23}$ J K ⁻¹
Avogadro-Zahl	N_A	$6,0221 \cdot 10^{23}$ mol ⁻¹
Lichtgeschwindigkeit	c	$2,99792 \cdot 10^8$ m s ⁻¹
Planck-Konstante	h	$6,62608 \cdot 10^{-34}$ J s
Stefan-Boltzmann-Konstante	σ	$5,6705 \cdot 10^{-8}$ J m ⁻² K ⁻⁴ s ⁻¹
Elementarladung	e	$1,602177 \cdot 10^{-19}$ C
Faraday-Konstante	$F = e N_A$	96486 C mol ⁻¹
Gravitationskonstante	G	$6,67259 \cdot 10^{-11}$ N m ² kg ⁻²
Fallbeschleunigung (45° N, NN)	g	9,80665 m s ⁻²

Größenordnungssymbole (SI - Präfixe)

Y	yotta	10 ²⁴	d	deci	10 ⁻¹
Z	zetta	10 ²¹	c	centi	10 ⁻²
E	exa	10 ¹⁸	m	milli	10 ⁻³
P	peta	10 ¹⁵	μ	micro	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	hecto	10 ²	z	zepto	10 ⁻²¹
da	deca	10 ¹	y	yocto	10 ⁻²⁴

Einheiten (SI-System – Système International d'unités) : Größe, Name, Symbol

Länge	Meter	m	
Masse	Kilogramm	kg	
Zeit	Sekunde	s	
elektrische Stromstärke	Ampère	A	
thermodynamische Temperatur	Kelvin	K	
Substanzmenge	Mol	mol	
Lichtstärke	Candela	Cd	
(ausgewählte) abgeleitete SI-Einheiten			
Kraft	Newton	N	kg m s ⁻²
Druck	Pascal	Pa	kg m ⁻¹ s ⁻² (= N m ⁻²)
Energie, Arbeit, Wärmemenge	Joule	J	kg m ² s ⁻² (= N m)
Leistung	Watt	W	kg m ² s ⁻³ (= J s ⁻¹)
elektrische Spannung	Volt	V	kg m ² A ⁻¹ s ⁻³ (= W A ⁻¹)
elektrische Ladung	Coulomb	C	s A
Kapazität	Farad	F	s ⁴ A ² kg ⁻¹ m ⁻²
Frequenz	Hertz	Hz	s ⁻¹

häufig benutzte Einheiten in der Luftchemie

%	Prozent (Teile auf Hundert) ^{a, b}	Mt	Megatonne ($10^9 \text{ kg} = 10^{12} \text{ g}$)
ppm(v)	part per million (10^{-6}) ^a	Tg	Teragramm ($= 1 \text{ Mt} = 10^9 \text{ kg} = 10^{12} \text{ g}$)
ppm(m)	part per million (10^{-6}) ^b	eq	Äquivalent ($= \text{mol}/z$) ^c
ppb	part per billion (10^{-9})	μeq	Mikroäquivalent (10^{-6} eq)
ppt	part per trillion (10^{-12})	μm	Mikrometer (10^{-6} m) ^d
Ga	Giga-Jahre (10^9 Jahre)	nm	Nanometer (10^{-9} m)
Ma	Mega-Jahre (10^6 Jahre)	Å	Ångström (10^{-8} m)
a	Jahr ($\sim 3,154 \cdot 10^7 \text{ s}$)	ha	Hektar (10^4 m^2)
d	Tag ($8,64 \cdot 10^4 \text{ s}$)	l	Liter (10^{-3} m^3)
h	Stunde ($3,6 \cdot 10^3 \text{ s}$)	dyn	Dyn – Kräfteinheit (10^{-5} N)
kt	Kilotonne ($10^6 \text{ kg} = 10^9 \text{ g}$)	mbar	Millibar – Druckeinheit (10^2 Pa)

^a bezogen auf Volumen

^b bezogen auf Masse

^c z stöchiometrischer Faktor (z.B. Ionenladung)

^d auch *Mikron* bezeichnet

Umrechnungsfaktoren

Druck^a

$$1 \text{ atm} = 1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ Torr} = 1,01325 \text{ bar} = 0,96780 \text{ at (techn. Atmosphäre)}$$

$$1 \text{ Torr} = 133,3 \text{ Pa} = 1,333 \text{ mbar} = 1 \text{ mmHg (mm Quecksilbersäule bei } 0^\circ \text{ C)}$$

$$1 \text{ Pa} = 9,86923 \cdot 10^{-6} \text{ atm} = 7,50062 \cdot 10^{-3} \text{ Torr} = 10^{-5} \text{ bar (1 bar} = 1 \text{ dyn m}^{-2}\text{)}$$

$$1 \text{ at} = 10 \text{ mWS (m Wassersäule)} = 10^4 \text{ kp m}^{-2} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Pa} = 1,03327 \text{ atm} = 785,285 \text{ Torr}$$

Energie^b

$$1 \text{ J} = 1 \text{ V A s} = 10^7 \text{ erg} = 0,101976 \text{ kp m} = 9,86896 \cdot 10^{-3} \text{ l atm} = 0,238846 \text{ cal} = 6,2425 \cdot 10^{18} \text{ eV}$$

$$1 \text{ eV} = 1,60219 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1,6335 \cdot 10^{-20} \text{ kp m} = 96,485 \text{ kJ mol}^{-1} = 23,060 \text{ kcal mol}^{-1} \hat{=} 8065,5 \text{ cm}^{-1}$$

$$1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J} = 4,26935 \text{ kp m} = 4,13193 \cdot 10^{-2} \text{ l atm} = 3,14026 \cdot 10^4 \text{ ml Torr} = 2,6136 \cdot 10^{19} \text{ eV}$$

$$1 \text{ kp m} = 9,80665 \text{ J} = 9,67814 \cdot 10^{-2} \text{ l atm} = 7,35539 \cdot 10^4 \text{ ml Torr} = 2,34227 \text{ cal} = 6,1218 \cdot 10^{19} \text{ eV}$$

Konzentrationen

$$1 \text{ mol l}^{-1} \hat{=} 6,02 \cdot 10^{20} \text{ Moleküle cm}^{-3}$$

$$1 \text{ atm (bei } 298,15 \text{ K)} \hat{=} 4,09 \cdot 10^{-2} \text{ mol l}^{-1} \hat{=} 2,46 \cdot 10^{19} \text{ Moleküle cm}^{-3}$$

$$1 \text{ ppm} = 10^3 \text{ ppb} = 10^6 \text{ ppt} \hat{=} 2,46 \cdot 10^{13} \text{ Moleküle cm}^{-3}$$

Reaktionsraten 2. Ordnung

$$1 \text{ l mol}^{-1} \text{ s}^{-1} = 6,02 \cdot 10^{20} \text{ cm}^3 \text{ Molekül}^{-1} \text{ s}^{-1} = 4,08 \cdot 10^5 \text{ ppm}^{-1} \text{ min}^{-1}$$

$$1 \text{ cm}^3 \text{ Molekül}^{-1} \text{ s}^{-1} = 4,06 \cdot 10^{-20} \text{ atm}^{-1} \text{ s}^{-1} = 6,77 \cdot 10^{-16} \text{ ppm}^{-1} \text{ min}^{-1}$$

$$\text{bei } 298,15 \text{ K (= } 0^\circ \text{ C)} \text{ gilt: } \mathbf{RT} = 2,4790 \text{ k J mol}^{-1} = 24,465 \text{ l atm mol}^{-1} \hat{=} 0,02569 \text{ eV}$$

^a 1 kp (Kilopond) = 1 kg · g, g Fallbeschleunigung, 1 N = $1,01976 \cdot 10^{-3} \text{ p}$

^b Eine Kalorie (cal) ist definiert als Wärmemenge, die bei normalem atmosphärischem Druck von 1013 mbar benötigt wird, um 1 g H₂O (Wasser) von 14,5 °C auf 15,5 °C zu erwärmen; sie ist seit dem 1.1.1978 nicht mehr zulässig. Hier ist die thermochemische Kalorie cal (th) = 4,184 J aufgeführt; desweiteren existieren die cal (15) = 4,1855 J und die in der Waserdampftechnik gebrauchte Kalorie cal (IT) = 4,1868 J.

Geochronologische Gliederung (Erdzeitalter) – nach IUGS

Ära (Zeitalter)	Periode ^a	Epoche ^b	Zeit (Ma)
Eon: Phanerozoikum (570-0)			
Känozoikum (Erdneuzeit)	Quartär	Holozän (Allivium)	0,01-0
		Pleistozän (Diluvium)	2-0,01
	Tertiär	Pliozän	5-2
		Miozän	24-5
		Oligozän	37-24
		Eozän	57-37
Paläozän	65-57		
Mesozoikum (Erdmittelalter)	Kreide	Oberkreide, Unterkreide	136-65
	Jura	Malm, Dogger, Lias	195-136
	Trias	Keruper, Muschelkalk, Buntsandstein	225-195
Paläozoikum (Erdaltertum)	Perm	Zechstein, Rotliegendes	280-195
	Karbon	Oberkarbon, Unterkarbon	345-280
	Devon	Oberdevon, Mitteldevon, Unterdevon	395-345
	Silur	Obersilur, Untersilur	440-395
	Ordovicium	Oberord., Mittelord., Unterord.	500-440
Kambrium	Oberkambr., Mittelkambr., Unterkambr.	570-500	
Eon: Präkambrium (4600-570) ^c			
Kryptozoikum (Erdurzeit)	Proterozoikum	oberes Proterozoikum	1000-570
		mittleres Proterozoikum	1600-1000
		älteres Proterozoikum	2500-1600
	Archäikum		3800-2500
Azoikum (Erdfrühzeit)	Hadean		4600-3800

^a auch als Formation (früher) und System bezeichnet

^b auch als Abteilung (früher) und Serie bezeichnet; die Unterteilungen sind verschieden benannt, z.B. existieren die Bezeichnungen „spätes – oberes – alt – neo“, „mittleres – meso“ und „frühes – unteres – jung – paleo“. Teilweise weiter unterteilt in Stufen (*stage*).

^c Es existieren völlig unterschiedliche Gliederungen und Bezeichnungen in der Literatur

Entwicklung des Holozän

Zeit zurück (in 10 ³ a)	Klima	Epoche
0	wieder kühler, feuchter	geschichtliche Zeit
2	(Subatlantikum)	Nachwarmzeit Eisenzeit
4	noch warm, wieder trockener (subboreal)	Neolithikum Bronzezeit
	warm-feucht (Klimaoptimum)	Mesolithikum
6	wärmer, trocken (boreal)	
8	kühl (präboreal)	Vorwärmezeit
	wieder kälter	subarktische Zeit
10	etwas wärmer	Jungpaläolithikum
	kalt	
12	etwas wärmer	arktische Zeit
	kalt	

Physikalische Einheiten und Beziehungen

Größe	Definition	Einheit
Geschwindigkeit	Weg·Zeit ⁻¹	m s ⁻¹
Beschleunigung	Geschwindigkeit·Zeit ⁻¹	m s ⁻²
Impuls	Masse· Geschwindigkeit	kg m s ⁻¹
Kraft	Masse· Beschleunigung	kg m s ⁻² = N = 10 ⁻⁵ dyn
Druck	Kraft·Fläche ⁻¹	kg m ⁻¹ s ⁻² = N m ⁻² = Pa = 10 ⁻⁵ bar
dynam. Viskosität	Kraft·Zeit·Fläche ⁻¹	kg m ⁻¹ s ⁻¹ = N s m ⁻² = Pa s = 10 P ^a
kinemat. Viskosität	Fläche·Zeit ⁻¹	m ² s ⁻¹ = N s m kg ⁻¹ = Pa s kg m ⁻³ = 10 ⁴ St ^b
Energie (Arbeit)	Kraft· Weg	kg m ² s ⁻² = N m = J = W s = V A s = 10 ⁷ erg ^c
Leistung	Energie·Zeit ⁻¹	kg m ² s ⁻³ = N m s ⁻¹ = W = J s ⁻¹ = V A
Wirkung	Energie·Zeit	kg m ² s ⁻¹ = N m s = J s
Strahlungsenergie	Strahlungsfluss·Zeit	J (Joule)
Strahlungsfluss	Strahlungsenergie·Zeit ⁻¹	W (Watt)
elektr. Stromstärke	Ladung·Zeit ⁻¹	A (Ampère)
elektr. Ladung	Stromstärke·Zeit	C (Coulomb) = 1 A s
elektr. Spannung	Leistung·Stromstärke ⁻¹	V (Volt) = W A ⁻¹
elektr. Feldstärke	Spannung·Weg ⁻¹	V m ⁻¹
elektr. Kapazität	Ladung·Spannung ⁻¹	F (Farad) = C V ⁻¹
elektr. Widerstand	Spannung·Stromstärke ⁻¹	Ω (Ohm) = V A ⁻¹
elektr. Leitwert	Stromstärke· Spannung ⁻¹	S (Siemens) = Ω ⁻¹

^a Poise

^b Stokes

^c 1 erg = 1 cm² g s⁻²

Sonstige Einheiten

Größe	Definition
Steinkohleneinheit (SKE)	1 t SKE = 7,5 Gcal = 3,1401·10 ¹⁰ J
british thermal unit (BTU)	1 BTU = 1,0548·10 ³ J
tons of coal equivalent (tce)	1 tce = 2,931·10 ¹⁰ J
tons of oil equivalent (toe)	1 toe = 4,187·10 ¹⁰ J
Megawattstunde (MWh)	1 MWh = 3,6·10 ⁹ J
Pferdestärke (PS)	1 PS = 75 kp m s ⁻¹ = 735,49875 W
Barrel	1 Barrel = 158987 l (1 t Öl = 7,33 Barrel)
gallon (USA)	1 gal = 3,785431 l
gallon (UK)	1 gal = 4,546086 l
short ton (shtn)	1 shtn = 2000 lb = 9,07184·10 ⁵ g
long ton (ltn)	1 ltn = 2240 lb = 1,01605·10 ⁶ g
pound (lb)	1 lb = 453,592 g
ounze <i>od.</i> ounce (oz)	1 oz = 28,35 g
acre	1 acre = 4,0468·10 ³ m ²
inch (in)	1 in = 2,54 cm
foot (ft)	1 ft = 12 in = 30,48 cm
yard (yd)	1 yd = 3 ft = 0,9144 m
(imp.) mile	1 mile = 1760 yd = 1609 m