



## **Lernunterlage**

**Fachgebiet: Fachbezogene Grundlagen**

**Titel: SI-Einheiten**

**Ausgabe: 01.05**

**Gliederungsziffer: 2.1.3**

**Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Das Internationale Einheitssystem (SI)</b> .....	<b>3</b>
1.1	Basisgrößen.....	3
1.1.1	Der Meter (m).....	4
1.1.2	Das Kilogramm (kg) .....	4
1.1.3	Die Sekunde (s) .....	4
1.1.4	Das Ampere (A) .....	4
1.1.5	Das Kelvin (K) .....	4
1.1.6	Das Mol (mol).....	4
1.1.7	Die Candela (cd) .....	5
1.2	Atomphysikalische Einheiten für Masse und Energie .....	5
1.2.1	Die atomare Masseneinheit (u) .....	5
1.2.2	Das Elektronenvolt (eV) .....	5
1.3	Dezimale Vielfache und Teile von Einheiten .....	5
1.4	Aus den SI-Basiseinheiten abgeleitete Einheiten.....	6
<b>2</b>	<b>Quellennachweis</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Index:</b> .....	<b>9</b>

# 1 Das Internationale Einheitssystem (SI)

Messen heißt: Vergleichen von Größen gleicher Art. Die hierzu festgelegten (natürlichen oder willkürlichen) Vergleichsgrößen werden als Einheiten bezeichnet. Das Messergebnis wird in einer Zahl, die ein Vielfaches der Einheit angibt, ausgedrückt. Die Einheit kennzeichnet die Art des Begriffes (z. B. Länge) und der Zahlenwert die Menge. Durch diese beiden Angaben kann eine physikalische Größe exakt dargestellt werden.

Durch das „Gesetz über Einheiten im Messwesen“ vom 2. 7.1969 sind in der Bundesrepublik Deutschland im geschäftlichen und amtlichen Verkehr die Größen in den gesetzlichen Einheiten anzugeben.

Gesetzliche Einheiten im Messwesen sind nach § 2 des Gesetzes

1. die für die Basisgrößen nach § 3 festgesetzten Basiseinheiten des Internationalen Einheitssystems (SI),
2. die nach § 4 festgesetzten atomphysikalischen Einheiten,
3. die aus den Einheiten nach den Nummern 1 und 2 abgeleiteten und nach § 5 festgesetzten Einheiten,
4. die dezimalen Vielfachen und Teile der in Nummer 1 bis 3 an geführten Einheiten.

## 1.1 Basisgrößen

Basisgrößen und Basiseinheiten im Sinne des Gesetzes (§3) sind :

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

### 1.1.1 Der Meter (m)

Die Basiseinheit 1 Meter ist das 1650763,73fache der Wellenlänge der von den Atomen des Nuklids  $^{86}\text{Kr}$  beim Übergang vom Zustand  $5 d_5$  zum Zustand  $2 p_{10}$  ausgesandten, sich im Vakuum ausbreitenden Strahlung.

### 1.1.2 Das Kilogramm (kg)

Die Basiseinheit 1 Kilogramm ist die Masse des Internationalen Kilogrammprototyps.

### 1.1.3 Die Sekunde (s)

Die Basiseinheit 1 Sekunde ist das 9192631770fache der Periodendauer der dem Übergang zwischen den beiden Hyperfeinstrukturniveaus des Grundzustandes von Atomen des Nuklids  $^{133}\text{Cs}$  entsprechenden Strahlung.

### 1.1.4 Das Ampere (A)

Die Basiseinheit 1 Ampere ist die Stärke eines zeitlich unveränderlichen elektrischen Stromes, der, durch zwei im Vakuum parallel im Abstand von 1 m voneinander angeordnete, geradlinige, unendliche lange Leiter von vernachlässigbar kleinem, kreisförmigem Querschnitt fließend, zwischen diesen Leitern je 1 m Leiterlänge die Kraft  $2 \cdot 10^{-7}$  N hervorrufen würde.

### 1.1.5 Das Kelvin (K)

Die Basiseinheit 1 Kelvin ist der 273,16te Teil der thermodynamischen Temperatur des Tripelpunktes des Wassers.

### 1.1.6 Das Mol (mol)

1 Mol ist die Stoffmenge eines Systems bestimmter Zusammensetzung, das aus ebenso vielen Teilchen besteht, wie Atome in 12/1000 Kilogramm des Nuklids  $^{12}\text{C}$  enthalten sind. (Die Zahl der Teilchen in einem Mol, die Avogadro-Zahl oder Loschmidtsche Zahl, ist  $N_a = (6,02252 \pm 0,00028) \cdot 10^{23}$ ).

### 1.1.7 Die Candela (cd)

Die Basiseinheit 1 Candela ist die Lichtstärke, mit der  $1/600000 \text{ m}^2$  der Oberfläche eines Schwarzen Strahlers bei der Temperatur des beim Druck  $101325 \text{ N/m}^2$  erstarrenden Platins senkrecht zu seiner Oberfläche leuchtet.

## 1.2 Atomphysikalische Einheiten für Masse und Energie

Atomphysikalische Einheiten nach § 4 des Gesetzes sind:

Physikalische Größe	Name	Einheitenzeichen
Masse, für Angabe von Teilchenmasse	Atomare Masseneinheiten	u
Energie	Elektronenvolt	eV

### 1.2.1 Die atomare Masseneinheit (u)

1 atomare Masseneinheit ist der 12. Teil der Masse eines Atoms des Nuklids  $^{12}\text{C}$ .  
 $(1,66043 \pm 0,00008) \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .

### 1.2.2 Das Elektronenvolt (eV)

1 Elektronenvolt ist die Energie, die ein Elektron bei Durchlaufen einer Potentialdifferenz von 1 Volt im Vakuum gewinnt.  $1 \text{ eV} = (1,60210 \pm 0,00007) \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .

## 1.3 Dezimale Vielfache und Teile von Einheiten

Nach § 6 des Gesetzes können dezimale Vielfache und Teile von Einheiten durch Vorsetzen von Vorsilben vor den Namen der Einheit bezeichnet werden. Zur Bezeichnung eines dezimalen Vielfachen oder Teiles einer Einheit darf nicht mehr als ein Vorsatz benutzt werden.

Vielfache	Vorsatz	Vorsatz-Zeichen	Vielfache	Vorsatz	Vorsatz-Zeichen
$10^{18}$	Exa	E	$10^{-1}$	Dezi	d
$10^{15}$	Peta	P	$10^{-2}$	Zenti	c
$10^{12}$	Tera	T	$10^{-3}$	Milli	m
$10^9$	Giga	G	$10^{-6}$	Mikro	$\mu$
$10^6$	Mega	M	$10^{-9}$	Nano	n
$10^3$	Kilo	k	$10^{-12}$	Piko	p
$10^2$	Hekto	h	$10^{-15}$	Femto	f
$10^1$	Deka	da	$10^{-18}$	Atto	a

## 1.4 Aus den SI-Basiseinheiten abgeleitete Einheiten

Größe	Formelzeichen	SI-Einheit Einheitenzeichen	Weitere gesetzliche Einheiten Einheitenzeichen Name	Beziehung zu SI-Einheiten	Größengleichung
Länge	$l$	Meter m	$\mu\text{m}$ , mm, cm, dm, km	Basiseinheit	
Fläche	$A$	Quadratmeter Od. Meterquadrat $\text{m}^2$	$\text{mm}^2$ , $\text{cm}^2$ , $\text{dm}^2$ , $\text{km}^2$		$A = l^2$
Fläche von Grundstücken und Flurstücken			Ar Hektar a ha	1 a = 100 $\text{m}^2$ 1 ha = 10.000 $\text{m}^2$	
Längenbezogene Masse von textilen Fasern und Garnen			Tex tex	1 tex = $\frac{1 \text{ kg}}{1000000 \text{ m}}$	
Volumen	$V$	Kubikmeter $\text{m}^3$	$\text{mm}^3$ , $\text{cm}^3$ , $\text{dm}^3$ Liter l	1 l = $\frac{1}{1000} \text{ m}^3 = 1 \text{ dm}^3$	$V = l^3$
Ebener Winkel	$\varphi$	Radian rad	Vollwinkel pla Rechter Winkel $\text{L}$ Grad $^\circ$ Minute $'$ Sekunde $''$ Gon gon	1 rad = 1 m / m 2 $\text{r}$ rad 1 $\text{L} = \frac{\pi}{2}$ rad 1 $^\circ = \frac{\pi}{180}$ rad 1 $' = \frac{\pi}{10800}$ rad 1 $'' = \frac{\pi}{648000}$ rad 1 gon = $\frac{\pi}{200}$ rad	$\varphi = \frac{b}{r} = \frac{\text{Bogen}}{\text{Radius}}$
Räumlicher Winkel	$\Omega$	Steradian sr		1 sr = $1 \text{ m}^2 / \text{m}^2$	$\Omega = \frac{A}{r^2}$
Masse	$m$	Kilogramm kg	Gramm g Tonne t atomare Messeinheit u	Basiseinheit 1 g = $\frac{1}{1000}$ kg 1 t = 1000 kg 1 u = $1,66054 \cdot 10^{-27}$ kg	
Längenbezogene Masse	$m_L$	Kilogramm durch Meter $\text{kg} / \text{m}$			$m_L = \frac{m}{l}$
Flächenbezogene Masse	$m_A$	Kilogramm Durch Quadratmeter $\text{kg} / \text{m}^2$			$m_A = \frac{m}{A}$
Dichte	$\rho$	Kilogramm $\text{kg} / \text{m}^3$			$\rho = \frac{m}{V}$
Zeit (Zeitspanne)	$t$	Sekunde s	Minute min Stunde h Tag d	Basiseinheit 1 min = 60 s 1 h = 3600 s 1 d = 24 h = 86400 s	
Frequenz	$f$	Hertz Hz		1 Hz = 1 / s	$f = \frac{1}{T}$

Geschwindigkeit	$v$	Meter durch Sekunde	$m / s$	Kilometer durch Stunde	$km / h$	$1 km/h = \frac{1}{3,6} m/s$	$v = \frac{l}{t}$
Beschleunigung	$a$	Meter durch Sekundenquadrat	$m / s^2$				$a = \frac{V}{t}$
Winkelgeschwindigkeit	$\omega$	Radikant durch Sekunde	$rad / s$				$\omega = \frac{\varphi}{t}$
<b>Größe</b>	<b>Formelzeichen</b>	<b>SI-Einheit</b>	<b>Einheitenzeichen</b>	<b>Weitere gesetzliche Einheiten</b>	<b>Einheitenzeichen</b>	<b>Beziehung zu SI-Einheiten</b>	<b>Größengleichung</b>
Winkelbeschleunigung	$\alpha$	Radikant durch Sekundenquadrat	$rad / s^2$				$\alpha = \frac{\omega}{t}$
Volumenstrom, Volumendurchfluß	$V$	Kubikmeter durch Sekunde	$m^3 / s$				$V = \frac{V}{t}$
Massenstrom, Massendurchfluß	$\dot{m}$	Kilogramm durch Sekunde	$kg / s$				$m = \frac{m}{t}$
Kraft	$F$	Newton	N			$1 N = 1 kgm / s^2$	$F = m \cdot a$
Druck	$p$	Pascal	Pa	Bar	bar	$1 Pa = 1 N / m^2$ $1 bar = 100000 Pa$	$p = \frac{F}{A}$
Mechanische Spannung	$\sigma, \tau$	Newton durch	$N / m^2$			$N / mm^2 = 1 MPa$	$\sigma = \frac{F}{A}$
Moment einer Kraft	$M$	Newtonmeter Joule	Nm J			$1 Nm = 1 J = 1 Ws$	$F \cdot l$
Energie, Arbeit	$W, E$	Joule	J			$1 J = 1 N \cdot m = 1 Ws$ $= 1 kg m^2 / s^2$ $1 kWh = 3,6 MJ$ $1 eV = 1,60219 \cdot 10^{-19} J$	$W = F \cdot l$
Wärmemenge	$Q$						
Leistung Energiestrom Wärmestrom	$P$	Watt	W			$1 W = 1 J / s$ $= 1 Nm / s = 1 VA$	$P = \frac{W}{T}$
Wärmeleitfähigkeit	$\lambda$	Watt durch Kelvinmeter	$W / (km)$	$W / (Kcm)$			
Wärmeübergangskoeffizient	$\alpha$	Watt durch Kelvinquadratmeter	$W / (Km^2)$	$W / (Kcm^2)$			
Längenausdehnungskoeffizient	$\alpha$		$M / mK$	$Mm / mK$			
Elektr. Stromstärke	$I$	Ampere	A			Basiseinheit	
Elektr. Spannung Potentialdifferenz	$U$	Volt	V			$1V = 1 W/A = \frac{1 kg m^2}{As^3}$	$U = \frac{P}{I} = \frac{W}{Q}$
Elektr. Widerstand	$R$	Ohm	$\Omega$			$1 \Omega = 1 V/A = 1/S$	$R = \frac{U}{I}$
Elektr. Leitwert	$G$	Siemens	S			$1 S = 1 A / V$	$G = \frac{1}{R}$
Elektrizitätsmenge Elektrische Ladung	$Q$	Coulomb	C			$1 C = 1 A \cdot s$	$Q = I \cdot t$
Elektrische Kapazität	$C$	Farad	F			$1 F = 1 C / V$	$C = \frac{Q}{U}$
Elektrische Flußdichte Verschiebung	$D$	Coulomb durch Quadratmeter	$C / m^2$				$D = \frac{Q}{A}$
Elektr. Feldstärke	$E$	Volt durch Meter	$V / m$	$V / cm$			$E = \frac{U}{l}$
Magnetische Fluß	$\phi$	Weber Voltsekunde	Wb Vs	$MVs = mWb$		$1 Wb = 1 V \cdot s$	$U_{ind} = \frac{\phi}{t}$
Magnetische Flußdichte, Induktion	$B$	Tesla	T	$\mu T, \eta T$		$1 T = 1 Wb / m^2$ $= 1 Vs / m^2$	$B = \frac{\phi}{A}$
Induktivität	$L$	Henry	H	$\rho H, \eta H, \mu H$		$1 H = 1 Wb / A$	$L = \frac{\phi}{I}$

Magnetische Feldstärke	$H$	Ampere durch Meter A / m			$H = \frac{I}{l}$
Thermodynamische Temperatur Celsius-Temperatur	$T, t, \vartheta$	Kelvin K	Grad Celsius $^{\circ}C$	Basiseinheit	$t = T - 273,16 K$
Lichtstärke	$I_v$	Candela cd		Basiseinheit	
<b>Größe</b>	<b>Formelzeichen</b>	<b>SI-Einheit Einheitenzeichen</b>	<b>Weitere gesetzliche Einheiten Einheiten-Name</b>	<b>Beziehung zu SI-Einheiten</b>	<b>Größengleichung</b>
Leuchtdichte	$L_v$	Candela durch Quadratmeter cd / m <sup>2</sup>	Cd / cm <sup>2</sup>		$L_v = \frac{I_v}{A}$
Lichtstrom	$\phi_v$	Lumen lm	Klm	1 lm = 1 cd · sr	$\phi_v = I_v \cdot \Omega$
Beleuchtungsstärke	$E_v$	Lux lx	Lm / cm <sup>2</sup>	1 lx = 1 lm / m <sup>2</sup> = 1 cd · sr · m <sup>-2</sup>	$E_v = \frac{\phi_v}{A}$
Aktivität einer radioaktiven Substanz	$A$	Becquerel Bq	MBq, GBq	1 Bq = 1 / s	$A = \frac{N_u}{t}$
Energiedosis	$D$	Gray Gy		1 Gy = 1 J / kg	$D = \frac{W}{m}$
Äquivalentdosis	$H$	Sievert Sv	µSv, mSv	1 Sv = 1 J / kg	$H = q \cdot D$
Energiedosisrate, Energiedosisleistung	$\dot{D}$	Gray durch Sekunde Gy/s		1 Gy / s = 1 W / kg	$\dot{D} = \frac{W}{t}$
Äquivalentdosisrate Äquivalentdosisleistung	$\dot{H}$	Sievert durch Sekunde Sv / s	Sv / h	1 Sv / s = 1 W / kg	$\dot{H} = \frac{H}{t}$
Ionendosis	$J$	Coulomb durch Kilogramm C / kg	µC / kg, C / g, mC / g		$J = \frac{Q}{m}$
Ionendosisrate Ionendosisleistung	$\dot{j}$	Ampere durch Kilogramm A / kg	µA, / g, mA / g, A / g		$\dot{j} = \frac{J}{t}$
Stoffmenge	$n$	Mol mol		Basiseinheit	
Stoffbezogene Masse molare Masse	$M$	Kilogramm Durch Mol kg / mol			$M = \frac{m}{n}$
Stoffmengenkonzentration Molarität	$c$	Mol durch Kubikmeter mol / m <sup>3</sup>			$c = \frac{n}{V}$

## 2 Quellennachweis

Kohlhammer GmbH, Formel Tabellen und Wissenwertes für die Feuerwehr 7 Auflage.

### 3 Index:

<b>A</b>		
<hr/>		
Atomphysikalische Einheiten für Masse und Energie.....	5	
<b>B</b>		
<hr/>		
Basisgrößen.....	3	
<b>D</b>		
<hr/>		
Das Ampere (A) .....	4	
Das Elektronenvolt (eV) .....	5	
Das Internationale Einheitssystem (SI) .....	3	
Das Kelvin (K) .....	4	
Das Kilogramm (kg) .....	4	
Das Mol (mol) .....	4	
		Der Meter (m).....
		4
		Dezimale Vielfache und Teile von Einheiten.....
		5
		Die atomare Masseneinheit (u).....
		5
		Die Candela (cd).....
		5
		Die Sekunde (s) .....
		4
		<b>Q</b>
		<hr/>
		Quellennachweis.....
		8