

## 1.1 Verständigung

1.1.1	Internationales Einheitensystem	3
1.1.2	Basisgrössen	4
1.1.3	SI-Vorsatzzeichen und Umrechnungsbeispiele	7
1.1.4	Sonderzeichen	8
1.1.5	Umrechnungstabelle Druck	9
1.1.6	Umrechnungstabelle Energie, Arbeit	9
1.1.7	Umrechnungstabelle Leistung	10
1.1.8	Umrechnungstabelle Spezifische Wärmekapazität	10

### Dieses Kapitel wurde erstellt unter Mitwirkung von:

5. Auflage:

**Otto Fux**, Masch. Ing. SIA, dipl. Sanitärplaner, Ittigen / BE

**Bernhard Berchtold**, Sanitärtechniker TS, Frauenfeld

**Jürg Reist**, Sanitärtechniker TS, Gümligen / BE

**Christian Stauber**, Sanitärtechniker TS, Epalinges / VD

**Emanuel Zehender**, Sanitärtechniker TS, St.Gallen

Überarbeitung 2014:

**Stefan von Rotz**, Sanitärtechniker HF, Wallisellen

## Tabellenverzeichnis

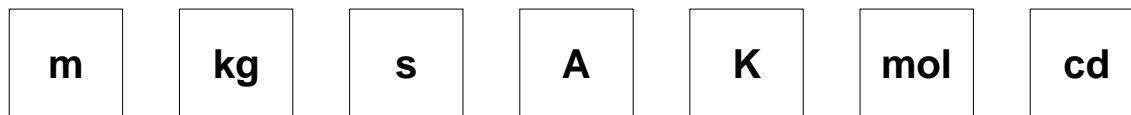
Basisgrößen für Raum und Zeit.....	4
Basisgrößen für Mechanik.....	4
Basisgrößen für Energie und Leistung .....	5
Basisgrößen für Temperatur und Wärme .....	5
Basisgrößen für Elektrizität und Licht .....	5
Basisgrößen für Akustik .....	6
Basisgrößen für Radioaktivität und ionisierende Strahlung.....	6
SI-Vorsatzzeichen .....	7
Druck p.....	9
Energie, Arbeit W .....	9
Leistung P .....	10
Spezifische Wärmekapazität c.....	10

## Quellennachweis

- [1] Die gesetzlichen Masseinheiten in der Schweiz, 1984, Eidg. Amt für Messwesen 3084 Wabern

## 1.1.1 Internationales Einheitensystem

### Die gesetzlichen Masseinheiten in der Schweiz



Das SI-System ist streng wissenschaftlich aufgebaut. Es liegen ihm sieben Basiseinheiten zugrunde, mit denen im Prinzip sämtliche physikalischen Grössen gemessen werden können:

Name der Einheit	Zeichen	für Grösse	Zeichen
Meter	m	Länge	l
Kilogramm	kg	Masse	m
Sekunde	s	Zeit	t
Ampère	A	El. Stromstärke	l
Kelvin	K	Temperatur	T, t
Mol	mol	Stoffmenge	n
Candela	cd	Lichtstärke	L

Obwohl jede messbare physikalische Grösse auf eine Kombination der sieben Basiseinheiten zurückgeführt werden kann, hat man bestimmte Kombinationen mit eigenen Namen versehen. Als Beispiel sei die Grösse «Kraft» erwähnt ( $m \cdot kg / s^2 = N$ ).

### Kurzdefinition der Basiseinheiten

<b>Meter</b>	<b>m</b>	Vielfaches der Wellenlänge einer Spektrallinie eines Kryptonatoms
<b>Kilogramm</b>	<b>kg</b>	Masse des in Sèvres aufbewahrten Urkilogramms aus Platin-Iridium
<b>Sekunde</b>	<b>s</b>	Vielfaches der Periodendauer im Strukturübergang des Cäsium-Atoms
<b>Ampère</b>	<b>A</b>	Kraft zwischen zwei parallelen stromdurchflossenen Leitern
<b>Kelvin</b>	<b>K</b>	Teil der thermodynamischen Temperatur des Tripelpunktes von Wasser
<b>Mol</b>	<b>mol</b>	Anzahl Teilchen, die in 12 g Kohlenstoff enthalten sind
<b>Candela</b>	<b>cd</b>	Lichtstärke einer Strahlungsquelle, bei konstanter Frequenz

### Abgeleitete SI-Einheiten

<b>Newton</b>	<b>N</b>	1 N ist gleich der Kraft, die einem Körper der Masse 1 kg die Beschleunigung von $1 \text{ m} / \text{s}^2$ erteilt. $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m} / \text{s}^2$
<b>Pascal</b>	<b>Pa</b>	1 Pa ist gleich dem auf eine Fläche gleichmässig wirkenden Druck, bei dem senkrecht auf die Fläche $1 \text{ m}^2$ die Kraft 1 N ausgeübt wird. $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N} / 1 \text{ m}^2$
<b>Joule</b>	<b>J</b>	1 J ist gleich der Arbeit, die verrichtet wird, wenn der Angriffspunkt der Kraft 1 N in Richtung der Kraft um 1 m verschoben wird. $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m}$
<b>Watt</b>	<b>W</b>	1 W ist gleich der Leistung, bei der während der Zeit 1 s die Energie 1 J umgesetzt wird. $1 \text{ W} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} / 1 \text{ s}$

## 1.1.2 Basisgrössen

### Basisgrössen für Raum und Zeit

Basisgrösse	Formelzeichen	Einheit	weitere Einheiten	Beziehungen zwischen den Einheiten
Länge	l	m (Meter)		1 m = 10 dm = 100 cm = 1'000 mm
Fläche	A	m <sup>2</sup> (Quadratmeter)	a (Are) ha (Hektare)	1 a = 100 m <sup>2</sup> ; 1 ha = 10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
Volumen	V	m <sup>3</sup> (Kubikmeter)	l (Liter)	1 l = 1 dm <sup>3</sup> = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
Ebener Winkel	α	rad (Radiant)	° (Grad)	1° = (π : 180) • rad; 1' = 1° : 60
			' (Minute)	1" = 1' : 60
			" (Sekunde)	1 rad = 57,2958°
Zeit	t	s (Sekunde)	min (Minute) h (Stunde)	1 min = 60 s; 1 h = 3'600 s
Geschwindigkeit	v	m / s	km / h	1 km / h = 0,2778 m / s
Beschleunigung	a	m / s <sup>2</sup>	g (Fallbeschl.)	g = 9,81 m / s <sup>2</sup>
Frequenz	f	Hz (Hertz)		1 Hz = 1 / s; (1 Schwingung / s)
Drehzahl	n	1 / s	1 / min; min; U / s	1 / s = 1 U / s
Volumenstrom	Ṡ	m <sup>3</sup> / s	l / s; m <sup>3</sup> / h; l / h	1 m <sup>3</sup> / s = 1'000; l / s = 3'600 m <sup>3</sup> / h

### Basisgrössen für Mechanik

Basisgrösse	Formelzeichen	Einheit	weitere Einheiten	Beziehungen zwischen den Einheiten
Masse	m	kg (Kilogramm)	g (Gramm) t (Tonne) u (atomare Masseneinheit) ct (metrisches Karat)	1 t = 1'000 kg; 1 ct = 0,2 g  1 u = 1,660 • 10 <sup>-27</sup> kg
Dichte	ρ	kg / m <sup>3</sup>		1 kg / m <sup>3</sup> = 0,001 kg / dm <sup>3</sup>
Impuls	l	kg • m / s		1 kg • m / s = 1 Ns
Massenträgheitsmoment	Θ	(Theta) kg • m <sup>2</sup>		
Kraft	F	N (Newton)		1 N = 1 kg • m / s <sup>2</sup>
Drehmoment	M	N • m		
Mechanische Spannung	σ	(Sigma) N / m <sup>2</sup>		1 N / m <sup>2</sup> = 1 Pa
Druck	p	(Pascal) Pa	bar (Bar)	1 Pa = 1 N / m <sup>2</sup>
Massenstrom	ṁ	kg / s		1 bar = 10 <sup>5</sup> N / m <sup>2</sup> = 10 <sup>5</sup> Pa
Dynamische Viskosität	η (Eta)	Pa • s	kg / m • s	1 Pa • s = 1 N • s / m <sup>2</sup>
Kinematische Viskosität	ν	(Ny) m <sup>2</sup> / s		

### Basisgrößen für Energie und Leistung

Basisgrösse	Formelzeichen	Einheit	weitere Einheiten	Beziehungen zwischen den Einheiten
Energie, Arbeit, Wärmemenge	W E	J (Joule)	kWh	1 J = 1 Nm = 1 Ws; 1 kWh = 3,6 MJ
Leistung, Wärmestrom	P	W (Watt)		1 W = 1 J / s = 1 Nm / s = 1 VA

### Basisgrößen für Temperatur und Wärme

Basisgrösse	Formelzeichen	Einheit	weitere Einheiten	Beziehungen zwischen den Einheiten
Temperatur	T	K (Kelvin)	°C (Grad Celsius)	0° C = 273,15 K
Wärmekapazität Entropie	C	J / K	kJ / K	
Spezielle Wärmekapazität	c	J / kg • K	kJ / kg • K	
Wärmeleitfähigkeit	$\lambda$	W / mK (Lambda)		
Wärmeübergangskoeffizient	$\alpha$	W / m <sup>2</sup> • K (Alpha)		
Ausdehnungskoeffizient	$\alpha$	mm / m • K (Alpha)	m / m • K; 1 / K	

### Basisgrößen für Elektrizität und Licht

Basisgrösse	Formelzeichen	Einheit	weitere Einheiten	Beziehungen zwischen den Einheiten
El. Stromstärke	I	A (Ampère)		1 A = 1 W / V
El. Ladung	Q	C (Coulomb)	A • h	1 C = 1 A • s; 1 A : h = 3'600 C
El. Spannung	U	V (Volt)		1 V = 1 W / A
El. Widerstand	R	$\Omega$ (Ohm)		1 $\Omega$ = 1 VA
El. Leitwert	S	S (Siemens)		1 S = 1 / $\Omega$
Leuchtdichte	L	cd / m <sup>2</sup>		
Lichtstrom	$\Phi_r$	(Phi); 1 m (Lumen)		
Beleuchtungsstärke	E <sub>v</sub>	lx (Lux)		1 lx = 1 lm / m <sup>2</sup>

**Basisgrößen für Akustik**

Basisgrösse	Formelzeichen	Einheit	weitere Einheiten	Beziehungen zwischen den Einheiten
Frequenz	f	Hz (Hertz)		1 Hz = 1 / s
Wellenlänge	$\lambda$	(Lambda) m (Meter)		
Schallgeschwindigkeit	c	m / s		
Schallleistung	W	W		1 W = 1 J / s
Schallintensität	J	W / m <sup>2</sup>		
Schalldruck	P	Pa (Pascal)	N / m <sup>2</sup>	1 Pa = 1 N / m <sup>2</sup>
Schalldruckpegel	L	Pa / Pa	db (Dezibel)	
Schallleistungspegel	L <sub>w</sub>	W / W (Watt / Watt)	dB	
Schwingungsdauer	T	s		

**Basisgrößen für Radioaktivität und ionisierende Strahlung**

Basisgrösse	Formelzeichen	Einheit	weitere Einheiten	Beziehungen zwischen den Einheiten
Radioaktivität	A	Bq (Bequerel)	Ci (Currie)	1 Ba = 1 / s; 1 Ci = 37 • 10 <sup>9</sup> Bq
Energiedosis	D	Gy (Gray)	rd (Rad), rem	1 Gy = 1 J / kg 1 rad = 1 rem = 0,01 Gy
Normaldosis	J	C / kg	R (Röntgen)	1 R = 2,58 • 10 <sup>-4</sup> C / kg
Leuchtdichte	L	cd / m		

## 1.1.3 SI-Vorsatzzeichen und Umrechnungsbeispiele

### SI-Vorsatzzeichen

Zeichen	Benennung	Zehnerpotenz	
T	Tera	$10^{12}$	1'000'000'000'000
G	Giga	$10^9$	1'000'000'000
M	Mega	$10^6$	1'000'000
k	Kilo	$10^3$	1'000
h	Hekto	$10^2$	100
da	Deka	$10^1$	10
d	Dezi	$10^{-1}$	0.1
c	Zenti	$10^{-2}$	0.01
m	Milli	$10^{-3}$	0.001
$\mu$	Mikro	$10^{-6}$	0.000'001
n	Nano	$10^{-9}$	0.000'000'001
p	Piko	$10^{-12}$	0.000'000'000'001

### Umrechnungsbeispiele

1 Terameter	Tm	= $10^{12}$ m	= $10^9$ km		
1 Gigagramm	Gg	= $10^9$ g	= $10^6$ kg	= $10^3$ t	
1 Megawatt	MW	= $10^6$ W	= $10^3$ kW	= 1'000 kW	
1 Kilogramm	kg	= $10^3$ g	= 1'000 g		
1 Hektoliter	hl	= $10^2$ l	= 100 l		
1 Dekanewton	daN	= $10^1$ N	= 100 N		
1 Deziliter	dl	= $10^{-1}$ l	= 0,1 l		
1 Zentimeter	cm	= $10^{-2}$ m	= 0,01 m		
1 Millisekunde	ms	= $10^{-3}$ s	= 0,001 s		
1 Mikrometer	$\mu$ m	= $10^{-6}$ m	= $10^{-4}$ cm	= $10^{-3}$ mm	= 0,001 mm
1 Nanosekunde	ns	= $10^{-9}$ s			
1 Picofarad	pF	= $10^{-12}$ F			

## 1.1.4 Sonderzeichen

### Griechisches Alphabet (handgeschriebene oder gravierte Schrift)

Alpha	A	$\alpha$	Eta	H	$\eta$	Ny	N	$\nu$	Tau	T	$\tau$
Beta	B	$\beta$	Theta	$\Theta$	$\theta$	Xi	$\Xi$	$\xi$	Ypsilon	Y	$\upsilon$
Gamma	$\Gamma$	$\gamma$	Jota	I	$\iota$	Omikron	O	o	Phi	$\Phi$	$\phi$
Delta	$\Delta$	$\delta$	Kappa	K	$\kappa$	Pi	$\Pi$	$\pi$	Chi	X	$\chi$
Epsilon	E	$\epsilon$	Lambda	$\Lambda$	$\lambda$	Rho	P	$\rho$	Psi	$\Psi$	$\psi$
Zeta	Z	$\zeta$	My	M	$\mu$	Sigma	$\Sigma$	$\sigma$	Omega	$\Omega$	$\omega$

### Römische Ziffern

I = 1	VII = 7	XL = 40	IC = 99	DC = 600
II = 2	VIII = 8	L = 50	C = 100	DCC = 700
III = 3	IX = 9	LX = 60	CC = 200	DCCC = 800
IV = 4	X = 10	LXX = 70	CCC = 300	CM = 900
V = 5	XX = 20	LXXX = 80	CD = 400	XM = 990
VI = 6	XXX = 30	XC = 90	D = 500	IM = 999
M = 1000;	1927 = MCMXXVII;	1930 = MCMXXX;	1988 = MCMLXXXVIII	

### Mathematische Zeichen (nach internationaler Norm)

#### Gleichheit und Ungleichheit

$\sim$	proportional	$\neq$	nicht gleich, ungleich	$\leq$	kleiner oder gleich
$\approx$	etwa, ungefähr	$\not\equiv$	nicht identisch gleich	$\geq$	grösser oder gleich
$\triangleq$	entspricht	$<$	kleiner als	$\ll$	sehr klein gegen
$=$	gleich	$>$	grösser als	$\gg$	sehr gross gegen
$\equiv$	Identisch gleich				

#### Trigonometrische und Hyperbel-Funktionen

sin	Sinus	arcsin	Arcussinus
cos	Cosinus	sinh	Hyperbelsinus
tan	Tangens	arsinh	Areasinus
cot	Cotangens	rad	Radiant

#### Algebra und Analysis

$\Sigma$	Summe
$\Pi$	Produkt
$\sqrt{\quad}$	Quadratwurzel
$\pi$	= 3,14159...
( )	Matrix
oder det	Determinante



## 1.1.5 Umrechnungstabelle Druck

### Druck p

↑	N / mm <sup>2</sup>	N / cm <sup>2</sup>	N / m <sup>2</sup> =Pa	mbar	bar	mmWs	mWS	mmHg = Torr
N/mm <sup>2</sup>	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>1</sup>	1.02 • 10 <sup>5</sup>	1.02 • 10 <sup>2</sup>	7.5 • 10 <sup>3</sup>
N/cm <sup>2</sup>	10 <sup>-2</sup>	1	10 <sup>4</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>-1</sup>	1.02 • 10 <sup>3</sup>	1.02	7.5 • 10 <sup>1</sup>
N/m <sup>2</sup> =Pa	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup>	1	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-5</sup>	1.02 • 10 <sup>-1</sup>	1.02 • 10 <sup>-4</sup>	7.5 • 10 <sup>-3</sup>
mbar	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>2</sup>	1	10 <sup>-3</sup>	10.2	1.02 • 10 <sup>-2</sup>	0.75
bar	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>3</sup>	1	1.02 • 10 <sup>4</sup>	10.2	750
mmWs	9.81 • 10 <sup>-6</sup>	9.81 • 10 <sup>-4</sup>	9.81	9.81 • 10 <sup>-2</sup>	9.81 • 10 <sup>-5</sup>	1	10 <sup>-3</sup>	7.355 • 10 <sup>-2</sup>
mWS	9.81 • 10 <sup>-3</sup>	9.81 • 10 <sup>-1</sup>	9.81 • 10 <sup>3</sup>	98.1	9.81 • 10 <sup>-2</sup>	10 <sup>3</sup>	1	73.55
mmHg=Torr	1.33 • 10 <sup>-4</sup>	1.33 • 10 <sup>-2</sup>	1.33 • 10 <sup>2</sup>	1.33	1.33 • 10 <sup>-3</sup>	13.6	1.36 • 10 <sup>-2</sup>	1

N / mm<sup>2</sup> = Newton / Quadratmillimeter  
 N / cm<sup>2</sup> = Newton / Quadratzentimeter  
 N / m<sup>2</sup> = Newton / Quadratmeter  
 Pa = Pascal  
 mbar = Millibar

Bar = Bar  
 mmWs = Millimeter Wassersäule  
 mWS = Meter Wassersäule  
 mmHg = Millimeter Quecksilbersäule  
 Torr = Torricelli

### Beispiele:

$$a) 1 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{1 \text{ cm}^2}{100 \text{ mm}^2} = 10^{-2} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$b) 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{10^6 \text{ mm}^2} = 10^{-6} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

## 1.1.6 Umrechnungstabelle Energie, Arbeit

### Energie, Arbeit W

↑	J = Ws = Nm	kJ	kWh	kcal
J = Ws = Nm	1	10 <sup>-3</sup>	2.78 • 10 <sup>-7</sup>	2.39 • 10 <sup>-4</sup>
kJ	10 <sup>3</sup>	1	2.78 • 10 <sup>-4</sup>	2.39 • 10 <sup>-1</sup>
kWh	3.6 • 10 <sup>6</sup>	3.6 • 10 <sup>3</sup>	1	8.6 • 10 <sup>2</sup>
kcal	4.19 • 10 <sup>3</sup>	4.19	1.16 • 10 <sup>-3</sup>	1

J = Joule  
 Ws = Watt • Sekunde  
 Nm = Newton • Meter

kJ = Kilojoule  
 kWh = Kilowattstunde  
 kcal = Kilocalorie

## 1.1.7 Umrechnungstabelle Leistung

### Leistung P

↗	W=J / s=Nm / s	kW	kJ / h	PS	kcal / h
W = J / s = Nm/s	1	$10^{-3}$	3.6	$1.36 \cdot 10^{-3}$	$8.59 \cdot 10^{-1}$
kW	$10^3$	1	$3.6 \cdot 10^3$	1.36	$8.59 \cdot 10^2$
kJ / h	$2,78 \cdot 10^{-1}$	$2.78 \cdot 10^{-4}$	1	$3.78 \cdot 10^{-4}$	$2.39 \cdot 10^{-1}$
PS	$7.35 \cdot 10^2$	$7.35 \cdot 10^{-1}$	$2.65 \cdot 10^3$	1	$6.32 \cdot 10^2$
kcal/h	1.16	$1.16 \cdot 10^{-3}$	4.19	$1.58 \cdot 10^{-3}$	1

W = Watt

J / s = Joule / Sekunde

Nm / s = Newtonmeter / Sekunde

kW = Kilowatt

kJ / h = Kilojoule / Stunde

PS = Pferdestärke

kcal / h = Kilocalorie / Stunde

## 1.1.8 Umrechnungstabelle Spezifische Wärmekapazität

### Spezifische Wärmekapazität c

↗	J / kg • K	kWh / kg • K	kcal / kg • °C
J / kg • K	1	$2.78 \cdot 10^{-7}$	$2.39 \cdot 10^{-4}$
kWh / kg • K	$3.6 \cdot 10^6$	1	$8.59 \cdot 10^2$
kcal / kg • °C	$4.19 \cdot 10^3$	$1.163 \cdot 10^{-3}$	1

J / kg • K = Joule / Kilogramm • Kelvin

kWh / kg • K = Kilowattstunde / Kilogramm • Kelvin

kcal / kg • °C = Kilocalorie / Kilogramm • Grad Celsius