

## Übersicht

Zehnerpotenzen .....	1
Masse-Einheiten .....	1
Energie- u.ä. Einheiten .....	2
Umrechnung Molmasse in Äquivalentmasse .....	3
Druckeinheiten .....	4
Häufig benutzte Einheiten in der Luftchemie .....	5
SI- (System Internationale) Einheiten .....	6
Strahlung .....	7
Phytomasse .....	7
Elektrolytleitfähigkeit .....	7
Wasserpotential .....	8
Gaswechsel .....	8

### Quellen:

Möller D. 2003: Luft. De Gruyter.

Larcher W. 2003: Physiological plant ecology. 4<sup>th</sup> Edition. Springer.

## Zehnerpotenzen

$10^0 = 1$	
$10^1 =$ Deka, Zehn, <b>da</b>	$10^{-1} =$ Zehntel, deci, <b>d</b>
$10^2 =$ Hekto, Hundert, <b>h</b>	$10^{-2} =$ Hundertstel, zenti, <b>c</b>
$10^3 =$ Kilo, Tausend, <b>k</b>	$10^{-3} =$ Tausendstel, milli, <b>m</b>
$10^6 =$ Millionen, Mega, <b>M</b>	$10^{-6} =$ Millionstel, mirko, <b>μ</b>
$10^9 =$ Milliarden, Giga, <b>G</b>	$10^{-9} =$ Milliardstel, nano, <b>n</b>
$10^{12} =$ Billionen, Tera, <b>T</b>	$10^{-12} =$ pico, <b>p</b>
$10^{15} =$ Billiarden, Peta, <b>P</b>	$10^{-15} =$ femto, <b>f</b>
$10^{18} =$ Trillionen, Exa, <b>E</b>	$10^{-18} =$ atto, <b>a</b>

## Masse-Einheiten

$10^3$ g	1 kg		
$10^6$ g	$10^3$ kg	1 Mg	1 t
$10^9$ g	$10^6$ kg	1 Gg	$10^3$ t = 1 kT = 1000 t
$10^{12}$ g	$10^9$ kg	1 Tg	$10^6$ t = 1 Mt = 1 Mio t

## Energie- u.ä. Einheiten

1 J	1 N.m	1 kg.m <sup>-2</sup> .s <sup>-2</sup>	1 W.s	0,239 cal	
1 W h	3,6 kW.s	3,6 kJ	0,86 kcal		
1 MJ	0,278 kWh				
1 cal	401868 J				
1 kcal	1,163 W h	4,26935 kpm	4,13193.10 <sup>-2</sup> atm	3,14026.10 <sup>4</sup> ml Torr	
1 eV	1,60219.10 <sup>19</sup> J	1,6335 . 10 <sup>-20</sup> kp m	96,485 KJ mol <sup>-1</sup>	23,060 kcal mol <sup>-1</sup>	8065,5 cm <sup>-1</sup>
1 kpm	9,80665 J	9,67814.10 <sup>-2</sup> l atm	7,35539.10 <sup>4</sup> ml Torr	2,34227 cal	6,1218 . 10 <sup>19</sup> eV

<b>Energieflussdichte</b>	1 W m <sup>-2</sup> = 1 J m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>
	1 cal cm <sup>-2</sup> min <sup>-1</sup> = 6,98 10 <sup>2</sup> W m <sup>-2</sup>
<b>Protonenflussdichte</b>	E m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>
	PhAR (400-750 nm) ≈ 1μ E m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ≈ 0,25 W m <sup>-2</sup>
<b>Produktion</b>	1 g TS m <sup>-2</sup> = 0,01 t ha <sup>-1</sup>
	1 t ha <sup>-1</sup> = 100 g m <sup>-2</sup>
	1 g org. TS ≈ 0,45 g C ≈ 1,5 g CO <sub>2</sub>
	1 g C ≈ 2,2 g org. TS ≈ 2,7 g CO <sub>2</sub>
	1 g CO <sub>2</sub> ≈ 0,67 g org. TS ≈ 0,37 g C

## Umrechnung Molmasse in Äquivalentmasse

Ion	Wertigkeit	Molmasse (g)	Äquivalentmasse (g)	Faktor mol <sub>c</sub> > g	Faktor g > mol <sub>c</sub>
				kequ > kg	kequ > kg
Cl	1-	35,453	35,453	35,453	0,028
SO <sub>4</sub>	2-	96,056	48,0280	48,0	0,021
SO <sub>4</sub> -S	2-	32,060	16,03	16,03	0,062
NO <sub>3</sub>	1-	62,004	62,004	62,0	0,016
NO <sub>3</sub> -N	1-	14,01	14,01	14,01	0,071
NH <sub>4</sub>	1+	18,039	18,0390	18,0	0,055
NH <sub>4</sub> -N	1+	14,01	14,01	14,01	0,071
Mg	2+	24,305	12,1525	12,15	0,082
Ca	2+	40,080	20,0400	20,04	0,050
Na	1+	22,990	22,9900	22,99	0,043
K	1+	39,098	39,0980	39,10	0,026
H	1+	1,008	1,0080	1,01	0,992
Al	3+	26,980	8,9930	8,9	0,110
Fe	3+	55,850	18,6170	18,6	0,540
Mn	2+	54,940	27,4700	27,5	0,036
PO <sub>4</sub> -P	2-	32,06	16,03	16,03	0,062

## Druckeinheiten

Hektopascal (hPa)	100 Nm <sup>2</sup>			
1 atm	760 Torr	1,01325 bar	0,96780 at (techn. Atmosphäre)	101325 Pa 1013,25 hPa
1 atm	0,1013 MPa	1,033 kg cm <sup>-2</sup> at sea level, 45°n.l.		
1 Torr	1 mm Hg Säule	133,32 Pascal	1,333 mbar	1,33 10 <sup>-3</sup> bar
1 Pascal (Pa)	1 N • m <sup>-2</sup>	1 dyn • m <sup>-2</sup>	1 kg • m <sup>-1</sup> • s <sup>-2</sup>	
1033 hPa	0,1033 MPa / 9,799 m			
1 bar	100 000 Pa	1000 hPa	10 <sup>5</sup> N m <sup>-2</sup>	750 Torr
1 bar	100 J kg <sup>-1</sup>	10 <sup>6</sup> erg cm <sup>-3</sup>	0,9869 atm	
1 mbar	100 Pa	1 hPa		
1 at	10 m WS	10000 kp m <sup>-2</sup>	9,80623 10 <sup>-4</sup> Pa	1,03327 atm 785,285 Torr
1 J	1 Nm	1W.s	1 kg.m <sup>2</sup> .s <sup>1</sup>	
1 MJ	10 <sup>6</sup> J	10 bar	1,020 .10 <sup>5</sup> kg m <sup>-2</sup>	
W	1 J s <sup>-1</sup>			
g	9.807 m.s <sup>-1</sup> sea level, 45°n.l	9,7995303 m.s <sup>-1</sup>		

## Häufig benutzte Einheiten in der Luftchemie

%	Prozent (Teile auf Hundert) <sup>a,b</sup>	Mt	Megatonne ( $10^6 \text{ kg} = 10^9 \text{ g}$ )
ppm(v)	Parts per million ( $10^6$ ) <sup>a</sup>	Tg	Terragramm ( $10^9 \text{ kg} = 10^{12} \text{ g}$ )
ppm(m)	Parts per million ( $10^6$ ) <sup>b</sup>	eq	Äquivalent (= Mol/z)
ppb	Parts per billion ( $10^9$ )	$\mu\text{eq}$	Mikroäquivalent ( $10^{-6} \text{ eq}$ )
ppt	Parts per trillion ( $10^{12}$ )	$\mu\text{m}$	Mikrometer ( $10^{-6} \text{ m}$ ) <sup>e</sup>
Ga	Giga-Jahre ( $10^9$ Jahre) <sup>c</sup>	nm	Nanometer ( $10^{-9} \text{ cm}$ )
Ma	Mega-Jahre ( $10^6$ Jahre) <sup>c</sup>	Å	Ångstrom ( $10^{-8} \text{ m}$ )
a	Jahr ( $\sim 3,154 \cdot 10^7 \text{ s}$ )	ha	Hektar ( $10^4 \text{ m}^2$ )
d	Tag ( $8,64 \cdot 10^4 \text{ s}$ )	l	Liter ( $10^{-3} \text{ m}^3$ )
h	Stunde ( $3,6 \cdot 10^3 \text{ s}$ )	dyn	Dyn-Krafteinheit ( $10^5 \text{ N}$ )
kt	Kilotonne ( $10^3 \text{ kg} = 10^6 \text{ g}$ )	mb	Milibar-Druckeinheit ( $10^5 \text{ Pa}$ )

- a bezogen auf Volumen  
 b bezogen auf Masse  
 c Zurück (bezogen auf die Grenzwert)  
 d z: stöchiomerischer Faktor (z.B. Ionenladung)  
 e auch Mikron bezeichnet

Molarität	Mol $\text{kg}^{-1}$ Lösung				
Molalität	Mol $\text{kg}^{-1}$ Lösungsmittel				
1 ppm	$10^{-6} \text{ mol mol}^{-1}$	$1 \mu\text{g g}^{-1}$	$1 \mu\text{l l}^{-1}$	$2,46 \cdot 10^{13}$ Moleküle $\text{cm}^{-3}$	$40,9 \cdot \text{M} \mu\text{g m}^{-3}$
1 ppb	$10^{-9} \text{ mol mol}^{-1}$	$1 \text{ ng g}^{-1}$	$1 \text{ nl .l}^{-1}$		
$1 \text{ mol l}^{-1}$	$6,02 \cdot 10^{20}$ Moleküle $\text{cm}^{-3}$				

## SI- (System Internationale) Einheiten

Physikalische Einheit	Name	Symbol	
Länge	Meter	m	
Masse	Kilogramm	kg	
Fläche	Hektar	ha	
Zeit	Sekunde	s	
Thermodynamische Temperatur	Kelvin	K	
Substanzmenge	Mol	mol	
<b>Spezielle Namen für Einheiten</b>			
Kraft	Newton	N	$\text{kg m s}^{-2}$
Druck	Pascal	Pa	$\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-2}$ (= $\text{N m}^{-2}$ )
Energie	Joule	J	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$
Leistung	Watt	W	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-3}$ (= $\text{J s}^{-1}$ )
Frequenz	Herz	Hz	$\text{S}^{-1}$

## Strahlung

1 W m <sup>-2</sup>	1 J m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	1,43 · 10 <sup>-3</sup> cal cm <sup>-2</sup> min <sup>-1</sup>	31,53 MJ m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup>
1 mol Photonen	108 · 10 <sup>5</sup> J (bei λ 650 nm) bis 2,7 · 10 <sup>5</sup> J (bei λ 450 nm)		
1 cal cm <sup>-2</sup> min <sup>-1</sup>	6,98 · 10 <sup>2</sup> w m <sup>2</sup>	6,98 · 10 <sup>5</sup> erg cm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	
1 erg cm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	1,43 · 10 <sup>-6</sup> cal cm <sup>-2</sup> min <sup>-1</sup>	10 <sup>-3</sup> W m <sup>-2</sup>	

Umrechnungen*: multiplizieren mit...	W m <sup>-2</sup> (PhAR) In μmol Photonen m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	klux (400-700 nm) In μmol Photonen m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>
Tageslicht (sonnig)	4,6	18
Tageslicht (diffus)	4,2	19
Metallhalogenleuchte	4,6	14
Leuchtröhre (weiß)	4,6	12
Pflanzenleuchte	4,7 - 4,8	18 - 20
Glühlampe	5,0	20

## Phytomasse

1 g TS m <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup> t ha <sup>-1</sup>	
1 g org. TS	~0,42 - 0,51 g C	~1,5 - 1,7 g CO <sub>2</sub>
1 g C	~2 - 2,2 g org. TS	~3,1 - 3,4 g CO <sub>2</sub>
1 g CO <sub>2</sub>	0,59 - 0,66 g org. TS	0,27 - 0,30 g C

## Elektrolytleitfähigkeit

1 S	1 Ω <sup>-1</sup>
1 S m <sup>-1</sup>	10 mS cm <sup>-1</sup>
1 mmhos cm <sup>-1</sup>	1 mS cm <sup>-1</sup>

## Wasserpotential

$$\Psi \text{ (MPa)} = 0,462 \cdot T_{\text{abs}} \cdot \ln a_w = -1,06 T_{\text{abs}} \cdot \log_{10} (100/\text{RLF})$$

$$\Pi_{20}^* = 310,7 \log_{10} a_w \text{ [MPa]}$$

$$a_w = \text{Relative Aktivität des Wassers} = P_w/P_w^* = 10^{-2} \text{ RLF (\%)}$$

$P_w$  = Gegebener Wasserdampfdruck

$P_w^*$  = Sättigungswasserdampfdruck

RLF = Relative Luftfeuchtigkeit

$$1 \text{ osmol kg}^{-1} = 0,00832 T_{\text{abs}} \text{ [MPa]}$$

## Gaswechsel

1 g CO <sub>2</sub> -Umsatz ~ 0,73 g O <sub>2</sub> /Umsatz (RQ[CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> ] =1)
1 g O <sub>2</sub> -Umsatz~1,38 g CO <sub>2</sub>
D <sub>CO2</sub> = 0,64 D <sub>H2O</sub>
D <sub>H2O</sub> = 1,56 D <sub>CO2</sub>
0,03% <sub>vol</sub> CO <sub>2</sub> = 300 µl l <sup>-1</sup> = 282 µbar = 28 Pa CO <sub>2</sub> -Partialdruck
1µl l <sup>-1</sup> = 1,963 µg CO <sub>2</sub> l <sup>-1</sup> (bei 1013 mbar Luftdruck und °C)
1 mg CO <sub>2</sub> dm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> = 0,028 mg CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> = 0,63 µmol CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>
1 mg CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> = 36 mg CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> = 1,58 mg CO <sub>2</sub> dm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup>
1 µmol CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> = 0,446 T <sub>0</sub> /T <sub>abs</sub> P / P <sub>0 cm.S</sub> <sup>-1</sup> (Diffusionleitfähigkeit)
T <sub>0</sub> = 273 °K
T <sub>abs</sub> = aktuelle absolute Temperatur
P <sub>0</sub> = 101,3 kPa
P = aktueller Luftdruck (kPa)