

01.00. Physikalisch-technische Grundlagen
01.01. Einheiten (SI)

01.01.

Tabelle 01.01/1: SI-Einheiten

Nr.	Größe	Benennung d. Einheit	Einheitszeichen	Definition der Einheit	Beziehung d. Einheit zu den Basiseinheiten
1	Kraft	Newton	N	Das Newton ist die Kraft, die der Masse 1 kg in der Wirkungsrichtung der Kraft die Beschleunigung 1 m/s ² erteilt.	1 N = 1 m·kg·s ⁻²
2	Kraftmoment	Newtonmeter	N·m	Das Newtonmeter ist das Kraftmoment der Kraft 1 N, bezogen auf einen im Abstand 1 m von der Wirkungslinie der Kraft gelegenen Punkt.	1 N·m = 1 m ² ·kg·s ⁻²
3	Druck	Pascal	Pa	Das Pascal ist der Druck, der durch die Kraft 1 N erzeugt wird, die auf die zu ihr senkrechte Fläche 1 m ² gleichmäßig verteilt wird.	1 Pa =
4	Spannung				1 N/m ² =
5	Elastizitätsmodul				1 m ⁻¹ ·kg·s ⁻²
6	Schubmodul				
7	Kompressionsmodul				
8	Oberflächen- spannung	Newton je Meter	N/m	Das Newton je Meter ist die Oberflächen- spannung einer Flüssigkeit, bei der auf einer 1-m-Randlinie der freien Oberflächen senkrecht zur Randlinie und tangential zur Oberfläche die Kraft 1 N wirkt.	1 N/m = 1 kg·s ⁻²
9	Dynamische Viskosität	Pascal- sekunde	Pa·s	Die Pascalsekunde ist die dynamische Viskosität eines homogenen isotropen Stoffes, bei dessen laminarer Strömung zwischen zwei ebenen, im Abstand 1 m parallel zur Strömung	1 Pa·s = 1 m ⁻¹ ·kg·s ⁻¹

01.01.

01.00. Physikalisch-technische Grundlagen
01.01. Einheiten (SI)

Fortsetzung Tabelle 01.01./1

Nr.	Größe	Benennung d. Einheit	Einheitenzeichen	Definition der Einheit	Beziehung d. Einheit zu den Basiseinheiten
				angeordneten Schichten d. Geschwindigkeitsunterschied 1 m/s vorhanden ist und dabei zwischen den Schichten die Schubspannung 1 Pa herrscht.	
10	Kinematische Viskosität	Quadratmeter je Sekunde	m ² /s	Das Quadratmeter je Sekunde ist die kinematische Viskosität eines Stoffes der dynamischen Viskosität Pa·s und der Dichte 1 kg/m ³ .	$1 \text{ m}^2/\text{s} =$ $\frac{1 \text{ Pa} \cdot \text{s}}{1 \text{ kg}/\text{m}^3} =$ $1 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
11	Arbeit	Joule	J	Das Joule ist die Arbeit, die verrichtet wird, wenn sich der Angriffspunkt der Kraft 1 N in Richtung d. Kraft um 1 m verschiebt.	$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$ $= 1 \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
12	Leistung	Watt	W	Das Watt ist die Leistung eines gleichmäßig ablaufenden Vorganges, bei dem in der Zeit 1 s die Arbeit 1 J verrichtet wird.	$1 \text{ W} =$ $1 \text{ J}/\text{s} =$ $1 \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$
13	Wärmemenge (innere Energie, Enthalpie, freie Energie, Phasenumwandlungswärme, chemische Reaktionswärme)	Joule	J	Das Joule ist die Wärmemenge, die der unter Nr. 11 definierten Einheit äquivalent ist.	$1 \text{ J} =$ $1 \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$

01.00. Physikalisch-technische Grundlagen

01.01. Einheiten (SI)

01.01.

Fortsetzung Tabelle 01.01./1

Nr.	Größe	Benennung d. Einheit	Einheitenzeichen	Definition der Einheit	Beziehung d. Einheit zu den Basiseinheiten
14	Spezifische Wärmemenge (einer chemischen Reaktion)	Joule je Kilogramm	J/kg	Das Joule je Kilogramm ist die spezifische Wärmemenge eines Prozesses, bei dem 1 kg eines Stoffes die Wärmemenge 1 J erhält oder abgibt.	$1 \text{ J/kg} = 1 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
15	Wärmekapazität	Joule in Kelvin	J/K	Das Joule je Kelvin ist die Wärmekapazität eines Körpers, dessen Temperatur bei Zuführung der Wärmemenge 1 J um 1 K erhöht wird.	$1 \text{ J/K} = 1 \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

Tabelle 01.01./2: Allgemein gültige SI-fremde Einheiten

Größe	Benennung der Einheit	Einheitenzeichen	Beziehung zur SI-Einheit
Volumen	Liter	l	$1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
Ebener Winkel	Grad	°	$1,745329 \cdot 10^{-2} \text{ rad}$
	Minute	'	$2,908882 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$
	Sekunde	"	$4,848137 \cdot 10^{-6} \text{ rad}$
Zeit	Minute	min	60 s
	Stunde	h	3 600 s
	Tag	d	86 400 s
Masse	Tonne	t	$1 \cdot 10^3 \text{ kg}$

01.02.

01.00. Physikalisch-technische Grundlagen
01.02. Umrechnungen

Tabelle 01.02./1: Umrechnung von SI-Einheiten

Größe	neue Einheit	Umrechnungen				
1. Kraft	N	1 kp	≈ 9,81 N	≈ 10 N ¹⁾	1 N	≈ 1/9,81 kp ≈ 0,1 kp
2. Mechanische Spannung, Festigkeit (Zug-, Druck-, Biege-, Dauerfestigkeit, Streck-, 0,2-Grenze usw.)	N/mm ²	1 kp/mm ²	≈ 9,81 N/mm ²	≈ 10 N/mm ²	1 N/mm ²	≈ 1/9,81 kp/mm ² ≈ 0,1 kp/mm ²
		1 p/cm ²	≈ 0,01 N/cm ²		1 N/cm ²	≈ 100 p/cm ²
		1 kp/cm ²	≈ 10 N/cm ²			≈ 0,1 kp/cm ²
3. Druck von Fluiden (Gase, Flüssigkeiten, z. B. Luft, Wasser, Dampf)	bar	1 kp/cm ²	= 1 at = 0,981 bar ≈ 1 bar		1 bar	= 0,10 N/mm ² ≈ 10 N/cm ²
		1 atm.	= 1,013 bar			= 0,0102 kp/mm ² ≈ 1,02 kp/cm ²
		1 m WS	= 0,098 bar ≈ 0,1 bar			= 1,02 at ≈ 0,987 atm
		1 mm WS	= 0,098 mbar ≈ 0,1 mbar			= 10,2 m WS
		1 Torr	= 1,33 mbar		1 mb	= 0,001 bar ≈ 0,750 Torr
4. Energie, Arbeit, Wärmemenge	J	1 kpm	= 9,81 J = 9,81 W s		1 J	= 1 N m ≈ 0,102 kpm
		1 cal	= 4,187 J			= 1 W s
		1 PSh	= 2,65 · 10 ⁴ J			= 0,239 cal
		1 kWh	= 3600 kJ		1 kJ	= 0,278 · 10 ⁻³ kWh
						= 0,239 kcal = 0,378 · 10 ⁻³ PSh
5. Leistung, Energiestrom, Wärmestrom	W	1 kpm/s	= 9,81 W = 9,81 J/s		1 W	= 1 N m/s ≈ 0,102 kpm/s
		1 PS	= 0,736 kW		1 kW	= 1,360 PS
6. Dynamische Viskosität	N s/m ²	1 Poise	= 0,1 N s/m ²		1 N s/m ²	= 10 Poise
7. Kinematische Viskosität	m ² /s	1 Stokes	= 10 ⁻⁴ m ² /s		1 m ² /s	= 10 ⁴ Stokes
8. Bezogene Wärmewerte						
8.1 Wärmehalt, Heizwert	kJ/kg	1 kcal/kg	= 4,187 kJ/kg		1 kJ/kg	= 0,239 kcal/kg
	kJ/m ³	1 kcal/m ³	= 4,187 kJ/m ³		1 kJ/m ³	= 0,239 kcal/m ³
8.2 Spezifische Wärme	J/g °C	1 cal/g °C	= 4,187 J/g °C		1 J/g °C	= 0,239 cal/g °C
8.3 Wärmestromdichte	W/cm ²	1 cal/cm ² s	= 4,187 W/cm ²		1 W/cm ²	= 0,239 cal/cm ² s
8.4 Wärmeübergang, Wärmedurchgang	W/cm ² °C	1 cal/cm ² s °C	= 4,187 W/cm ² °C		1 W/cm ² °C	= 0,239 cal/cm ² s °C
8.5 Wärmeleitung	W/cm °C	1 cal/cm s °C	= 4,187 W/cm °C		1 W/cm °C	= 0,239 cal/cm s °C
		1 kcal/m h °C	= 0,0116 W/cm °C			= 85,98 kcal/m h °C

¹⁾Die Verwendung des Umrechnungsfaktors 10 statt 9,81 bringt eine Ungenauigkeit von etwa 2%.

Tabelle 01.02./2: Einheiten für Druck (FÖRSTER, 1979)

gesucht in gegeben	Pa	MPa	bar	at	atm	Torr	mm WS	psia
Pa	1	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	1,0197162 · 10 ⁻⁶	9,869233 · 10 ⁻⁶	7,5006 · 10 ⁻³	10,197162 · 10 ⁻²	1,45037 · 10 ⁻⁴
MPa	10 ⁶	1	10	10,197162	9,869233	7,5006 · 10 ³	10,197162 · 10 ⁵	1,45037 · 10 ⁷
bar	10 ⁵	0,1	1	1,0197162	0,9869233	7,5006 · 10 ²	10,197162 · 10 ⁴	1,45037
at	9,80665 · 10 ⁴	9,80665 · 10 ⁻²	0,980665	1	0,9678411	7,35559 · 10 ²	10 ⁴	14,2233
atm	1,01325 · 10 ⁵	0,101325	1,01325	1,0332275	1	7,6 · 10 ²	1,0332275 · 10 ⁴	14,696
Torr	1,3332 · 10 ²	1,33322 · 10 ⁻⁴	1,33322 · 10 ⁻³	1,35951 · 10 ⁻³	1,315789 · 10 ⁻²	1	13,5951	1,933685 · 10 ⁻²
mmWS	9,80665	9,80665 · 10 ⁻⁴	9,80665 · 10 ⁻³	10 ⁻⁴	0,9678411 · 10 ⁻²	7,35559 · 10 ⁻²	1	1,42233 · 10 ⁻⁴
psia	6,89473 · 10 ³	6,89473 · 10 ⁻²	6,89473 · 10 ⁻¹	7,030669 · 10 ⁻¹	6,80457 · 10 ⁻¹	51,71473	7,030669 · 10 ²	1

1 N/m² = 1 Pa

1 kp/cm² = 1 at

1 mmHg = 1 Torr

1 lb/in² = 1 psia

1 mm WS = 1 kp/m² = 10⁻⁴ kp/cm²

10⁵ dyn/cm² = 1 bar

01.00. Physikalisch-technische Grundlagen
01.02. Umrechnungen

01.02.

Tabelle 01.02./3: Einheiten für Arbeit und Wärmemenge
(FÖRSTER, 1979)

gesucht in gegeben in	J	kcal	kW·h	kp·m	PS·h	Btu
1 J	1	$2,3885 \cdot 10^{-4}$	$2,7778 \cdot 10^{-7}$	0,101972	$3,776 \cdot 10^{-7}$	$9,478 \cdot 10^{-6}$
1 kcal	$4,1868 \cdot 10^3$	1	$1,163 \cdot 10^{-3}$	$4,26935 \cdot 10^2$	$1,5812 \cdot 10^{-3}$	3,9683
1 kW·h	$3,6 \cdot 10^6$	$8,59845 \cdot 10^2$	1	$3,67098 \cdot 10^5$	1,35962	$3,4121 \cdot 10^3$
1 kp·m	9,80665	$2,3423 \cdot 10^{-3}$	$2,7241 \cdot 10^{-6}$	1	$3,7037 \cdot 10^{-6}$	$9,295 \cdot 10^{-3}$
1 PS·h	$2,6478 \cdot 10^6$	$6,3242 \cdot 10^2$	0,7355	$27 \cdot 10^5$	1	$2,6098 \cdot 10^3$
1 Btu	$1,055 \cdot 10^3$	0,25199	$2,9296 \cdot 10^{-4}$	$1,0758 \cdot 10^2$	$3,984 \cdot 10^{-4}$	1

1 N·m (Newtonmeter) = 1 W·s = 1 m² · kg/s² = 1 J (Joule)

1 kcal/kg·K = 1 Btu/lb·F

Btu - British thermal unit

Tabelle 01.02./4: Einheiten für dynamische Viskosität
(FÖRSTER, 1979)

gesucht in gegeben in	Pa·s	mPa·s	kp·s/m ²	P	cP	lb/ft·s
1 Pa·s	1	10 ³	0,101972	10	10 ³	0,6720
1 mPa·s	10 ⁻³	1	$1,01972 \cdot 10^{-4}$	10 ⁻²	1	$6,720 \cdot 10^{-4}$
1 kp·s/m ²	9,8066	$9,8066 \cdot 10^3$	1	98,066	$9,8066 \cdot 10^3$	6,5896
1 P	0,1	10 ²	$1,0197 \cdot 10^{-2}$	1	10 ²	$6,720 \cdot 10^{-2}$
1 cP	10 ⁻³	1	$1,0197 \cdot 10^{-4}$	10 ⁻²	1	$6,720 \cdot 10^{-4}$
1 lb/ft·s	1,4882	$1,4882 \cdot 10^3$	0,1519	14,882	$1,4882 \cdot 10^3$	1

1 N·s/m² = 1 kg/m·s = 1 Pa·s

01.02.	01.00. Physikalisch-technische Grundlagen 01.02. Umrechnungen
--------	--

Tabelle 01.02./5: Umrechnungsfaktoren zwischen alten ungültigen und SI-Einheiten

Größenart	Umrechnung auf SI-Einheit	Beziehung der SI-Einheit zur ungültigen Einheit
Kraft	1 kp = 9,81 N (≈ 10 N) 1 mp = $9,81 \cdot 10^{-6}$ N ($\approx 10^{-5}$ N ≈ 10 μ N) 1 Mp = $9,81 \cdot 10^3$ N ($\approx 10^4$ N ≈ 10 kN) 1 dyn = 10^{-5} N = 10 μ N	1 N = 0,102 kp ($\approx 0,1$ kp) 1 N = $1,02 \cdot 10^5$ mp ($\approx 10^5$ mp) 1 N = $1,02 \cdot 10^{-3}$ Mp ($\approx 10^{-3}$ Mp) 1 N = 10^5 dyn
Druck	1 kp/cm ² = 1 at = 98,1 kPa (≈ 100 kPa) 1 kp/mm ² = 9,81 MPa (≈ 10 MPa) 1 Mp/m ² = 1 mWS = 9,81 kPa (≈ 10 kPa) 1 atm = 101,325 kPa 1 Torr = 133,3 Pa 1 bar = 10^5 Pa	1 Pa = $1,02 \cdot 10^{-5}$ kp/cm ² ($\approx 10^{-5}$ kp/cm ²) 1 Pa = $1,02 \cdot 10^{-5}$ at ($\approx 10^{-5}$ at) 1 Pa = $1,02 \cdot 10^{-7}$ kp/mm ² ($\approx 10^{-7}$ kp/mm ²) 1 Pa = $1,02 \cdot 10^{-6}$ Mp/m ² ($\approx 10^{-6}$ Mp/m ²) 1 Pa = $1,02 \cdot 10^{-6}$ mWS ($\approx 10^{-6}$ mWS) 1 Pa = $9,87 \cdot 10^{-4}$ atm 1 Pa = $7,5 \cdot 10^{-3}$ Torr 1 Pa = 10^{-5} bar
Dynamische Zähigkeit	1 P (Poise) = 10^{-1} Pa · s	1 Pa · s = 10 P
Kinematische Zähigkeit	1 St (Stokes) = 10^{-4} m ² /s	1 m ² /s = 10^4 St
Arbeit, Energie	1 erg = 10^{-7} J	1 J = 10^7 erg
Wärmemenge	1 cal = 4,187 J	1 J = 0,239 cal
Leistung	1 PS = 735,499 W	1 W = $1,36 \cdot 10^{-3}$ PS

Tabelle 01.02./6: Umrechnung von kp/mm² in MPa und von 10^3 kp/mm² in GPa (Auszug aus TGL 33 996)

kp/mm ²	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		10	20	30	40	50	60	70	80	90
10	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
20	200	210	220	230	240	245	255	260	270	280
30	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380
40	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480
50	490	500	510	520	530	540	550	560	570	580
60	590	600	610	620	630	640	650	660	670	680
70	690	700	710	720	730	740	750	755	765	770
80	780	790	800	810	820	830	840	850	860	870
90	880	890	900	910	920	930	940	950	960	970
100	980	990	1000	1010	1020	1030	1040	1050	1060	1070
110	1080	1090	1100	1110	1120	1130	1140	1150	1160	1170
120	1180	1190	1200	1210	1220	1230	1240	1250	1260	1265
130	1275	1280	1290	1300	1310	1320	1330	1340	1350	1360
140	1370	1380	1390	1400	1410	1420	1430	1440	1450	1460
150	1470	1480	1490	1500	1510	1520	1530	1540	1550	1560

01.00. Physikalisch-technische Grundlagen
01.02. Umrechnungen

01.02.

Tabelle 01.02./7: Umrechnung von Durchflüssen nach SCHNEIDER u.a. (1952)

a) Zusammenstellung
der aus Sekunden-Litern abgeleiteten Minuten-Liter, Stunden-Kubikmeter, Tages-Kubikmeter.

Sek.-Liter	Min.-Liter	Stunden-Kubikmeter	Tages-Kubikmeter	Sek.-Liter	Min.-Liter	Stunden-Kubikmeter	Tages-Kubikmeter	Sek.-Liter	Min.-Liter	Stunden-Kubikmeter	Tages-Kubikmeter
1	60	3,6	86,4	35	2100	126,0	3024,0	140	8400	504,0	12096,0
2	120	7,2	172,8	40	2400	144,0	3456,0	150	9000	540,0	12960,0
3	180	10,8	259,2	45	2700	162,0	3888,0	160	9600	576,0	13824,0
4	240	14,4	345,6	50	3000	180,0	4320,0	170	10200	612,0	14688,0
5	300	18,0	432,0	55	3300	198,0	4752,0	180	10800	648,0	15552,0
6	360	21,6	518,4	60	3600	216,0	5184,0	190	11400	684,0	16416,0
7	420	25,2	604,8	65	3900	234,0	5616,0	200	12000	720,0	17280,0
8	480	28,8	691,2	70	4200	252,0	6048,0	300	18000	1080,0	25920,0
9	540	32,4	777,6	75	4500	270,0	6480,0	400	24000	1440,0	34560,0
10	600	36,0	864,0	80	4800	288,0	6912,0	500	30000	1800,0	43200,0
12	720	43,2	1036,8	85	5100	306,0	7344,0	600	36000	2160,0	51840,0
14	840	50,4	1209,6	90	5400	324,0	7776,0	700	42000	2520,0	60480,0
16	960	57,6	1382,4	95	5700	342,0	8208,0	800	48000	2880,0	69120,0
18	1080	64,8	1555,2	100	6000	360,0	8640,0	900	54000	3240,0	77760,0
20	1200	72,0	1728,0	110	6600	396,0	9504,0	1000	60000	3600,0	86400,0
25	1500	90,0	2160,0	120	7200	432,0	10368,0				
30	1800	108,0	2592,0	130	7800	468,0	11232,0				

b) Zusammenstellung
der aus Minuten-Litern abgeleiteten Sekunden-Liter, Stunden-Kubikmeter, Tages-Kubikmeter

Min.-Liter	Sek.-Liter	Stunden-Kubikmeter	Tages-Kubikmeter	Min.-Liter	Sek.-Liter	Stunden-Kubikmeter	Tages-Kubikmeter	Min.-Liter	Sek.-Liter	Stunden-Kubikmeter	Tages-Kubikmeter
1	0,0166	0,060	1,440	35	0,5833	2,100	50,400	140	2,3333	8,400	201,600
2	0,0333	0,120	2,880	40	0,6666	2,400	57,600	150	2,5000	9,000	216,000
3	0,0500	0,180	4,320	45	0,7500	2,700	64,800	160	2,6666	9,600	230,400
4	0,0666	0,240	5,760	50	0,8333	3,000	72,000	170	2,8333	10,200	244,800
5	0,0833	0,300	7,200	55	0,9166	3,300	79,200	180	3,0000	10,800	259,200
6	0,1000	0,360	8,640	60	1,0000	3,600	86,400	190	3,1666	11,400	273,600
7	0,1166	0,420	10,080	65	1,0833	3,900	93,600	200	3,3333	12,000	288,000
8	0,1333	0,480	11,520	70	1,1666	4,200	100,800	300	5,0000	18,000	432,000
9	0,1500	0,540	12,960	75	1,2500	4,500	108,000	400	6,6666	24,000	576,000
10	0,1666	0,600	14,400	80	1,3333	4,800	115,200	500	8,3333	30,000	720,000
12	0,2000	0,720	17,280	85	1,4166	5,100	122,400	600	10,0000	36,000	864,000
14	0,2333	0,840	20,160	90	1,5000	5,400	129,600	700	11,6666	42,000	1008,000
16	0,2666	0,960	23,040	95	1,5833	5,700	136,800	800	13,3333	48,000	1152,000
18	0,3000	1,080	25,920	100	1,6666	6,000	144,000	900	15,0000	54,000	1297,000
20	0,3333	1,200	28,800	110	1,8333	6,600	165,600	1000	16,6666	60,000	1440,000
25	0,4166	1,500	36,000	120	2,0000	7,200	172,800				
30	0,5000	1,800	43,200	130	2,1666	7,800	187,200				

$$\begin{aligned}
 1 \text{ mm} &= 1 \text{ l/m}^2 \\
 &= 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m}^2 \\
 &= 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{km}^2
 \end{aligned}$$

01.02.

01.00. Physikalisch-technische Grundlagen
01.02. Umrechnungen

Fortsetzung Tabelle 01.02./7

c) Zusammenstellung
der aus Stunden-Kubikmetern abgeleiteten Sekunden-Liter, Minuten-Liter, Tages-Kubikmeter

Stunden-Kubikmeter	Sek.-Liter	Min.-Liter	Tages-Kubikmeter	Stunden-Kubikmeter	Sek.-Liter	Min.-Liter	Tages-Kubikmeter	Stunden-Kubikmeter	Sek.-Liter	Min.-Liter	Tages-Kubikmeter
	0,277	16,66	24	35	9,722	583,33	840	140	38,888	2333,33	3360
	0,555	33,33	48	40	11,111	666,66	960	150	41,666	2500,00	3600
	0,833	50,00	72	45	12,500	750,00	1080	160	44,444	2666,66	3840
	1,111	66,66	96	50	13,800	833,33	1200	170	47,222	2833,33	4080
	1,388	83,33	120	55	15,277	916,66	1320	180	50,000	3000,00	4320
	1,666	100,00	144	60	16,666	1000,00	1440	190	52,777	3166,66	4560
	1,944	116,66	168	65	18,055	1083,33	1560	200	55,555	3333,33	4800
	2,222	133,33	192	70	19,443	1266,66	1680	300	83,333	5000,00	7200
	2,500	150,00	216	75	20,833	1250,00	1800	400	111,111	6666,66	9600
	2,777	166,66	240	80	22,222	1333,33	1920	500	138,888	8333,33	12000
	3,333	200,00	288	85	23,610	1416,66	2040	600	166,666	10000,00	14400
	3,888	233,33	336	90	25,000	1500,00	2160	700	194,444	11666,66	16800
	4,444	266,66	384	95	26,388	1583,33	2280	800	222,222	13333,33	19200
	5,000	300,00	432	100	27,777	1666,66	2400	900	250,000	15000,00	21600
	5,555	333,33	480	110	30,555	1833,33	2640	1000	277,777	16666,66	24000
	6,944	416,66	600	120	33,333	2000,00	2880				
	8,333	500,00	720	130	36,111	2166,66	3120				

d) Zusammenstellung
der aus Tages-Kubikmetern abgeleiteten Sekunden-Liter, Minuten-Liter, Stunden-Kubikmeter

Tages-Kubikmeter	Sek.-Liter	Min.-Liter	Stunden-Kubikmeter	Tages-Kubikmeter	Sek.-Liter	Min.-Liter	Stunden-Kubikmeter	Tages-Kubikmeter	Sek.-Liter	Min.-Liter	Stunden-Kubikmeter
1	0,0116	0,6944	0,0416	35	0,4051	24,3055	1,4583	140	1,6203	07,2222	5,8333
2	0,0231	1,3688	0,0833	40	0,4629	27,7777	1,6666	150	1,7360	104,1666	6,2500
3	0,0347	2,0833	0,1250	45	0,5208	31,2500	1,8750	160	1,8518	111,1111	6,6666
4	0,0462	2,7777	0,1666	50	0,5787	34,7222	2,0833	170	1,9675	118,0555	7,0833
5	0,0578	3,4722	0,2083	55	0,6365	38,1944	2,2916	180	2,0833	125,0000	7,5000
6	0,0694	4,1666	0,2500	60	0,6944	41,6666	2,5000	190	2,1900	131,6444	7,9166
7	0,0810	4,8611	0,2916	65	0,7523	45,1388	2,7083	200	2,3148	138,8888	8,3333
8	0,0925	5,5555	0,3333	70	0,8101	48,6111	2,9166	300	3,4722	208,3333	12,5000
9	0,1041	6,2500	0,3750	75	0,8680	52,0833	3,1250	400	4,6296	287,7777	16,6666
10	0,1157	6,9444	0,4166	80	0,9259	55,5555	3,3333	500	5,7870	347,2222	20,8333
12	0,1388	8,3333	0,5000	85	0,9837	59,0277	3,5416	600	6,9444	416,6666	25,0000
14	0,1620	9,7222	0,5833	90	1,0416	62,5000	3,7500	700	8,1018	486,1111	29,1666
16	0,1851	11,1111	0,6666	95	1,0995	65,9723	3,9583	800	9,2592	555,5555	33,3333
18	0,2083	12,5000	0,7500	100	1,1574	69,4444	4,1666	900	10,4166	625,0000	37,5000
20	0,2314	13,8888	0,8333	110	1,2731	73,3888	4,5833	1000	11,5740	694,4444	41,6666
25	0,2893	17,3611	1,0416	120	1,3888	83,3333	5,0000				
30	0,3472	20,8333	1,2500	130	1,5045	90,2777	5,4166				

Tabelle 01.02./8: Metrische und anglo-amerikanische Längenmaße (ICID, 1971)

(i) Metrische Einheiten; 1 Meter und kleiner

Einheit	Angstrom	Mikromikron	Mikrometer	Millimeter	Zentimeter	Dezimeter	Meter
1 Angstrom (Å)	1	0,1	0,0001	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰
1 Mikromikron (μ)	10	1	0,001	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
1 Mikrometer (μm) oder Mikron (μ)	10 000	1000	1	0,001	0,0001	0,00001	10 ⁻⁶
1 Millimeter (mm)	10 ⁷	10 ⁶	1000	1	0,1	0,01	0,001
1 Zentimeter (cm)	10 ⁸	10 ⁷	10 000	10	1	0,1	0,01
1 Dezimeter (dm)	10 ⁹	10 ⁸	100 000	100	10	1	0,1
1 Meter (m)	10 ¹⁰	10 ⁹	10 ⁶	1000	100	10	1

(ii) Metrische Einheiten; 1 Meter und größer

Einheit	Meter	Dekameter	Hektometer	Kilometer	Myriameter	Megameter	Seemeilen
1 Meter (m)	1	0,1	0,01	0,001	0,0001	10 ⁻⁶	5.3996 · 10 ⁻⁴
1 Dekameter (dam)	10	1	0,1	0,01	0,001	0,00001	5.3996 · 10 ⁻³
1 Hektometer (hm)	100	10	1	0,1	0,01	0,0001	5.3996 · 10 ⁻²
1 Kilometer (km)	1000	100	10	1	0,1	0,001	5.3996 · 10 ⁻¹
1 Myriameter	10 000	1000	100	10	1	0,01	5.3996
1 Megameter (Mm)	10 ⁶	100 000	10 000	1000	100	1	539,957
1 Seemeile	1852	185,2	18,52	1,852	0,1852	1852 · 10 ⁻³	1

(iii) Anglo - amerikanische Längenmaße

Einheit	Zoll	Fuß	Yard	Ruten	Ketten	Achtelmeilen	Landmeilen
1 Zoll	1	0,083	0,02778	0,00505	0,00126	0,000126	0,000015782
1 Fuß	12	1	0,33	0,06	0,01515	0,0015	0,0001893
1 Yard	36	3	1	0,18	0,045	0,0045	0,0005681
1 (Meß) - Rute	198	16,5	5,5	1	0,25	0,025	0,003125
1 (Meß) - Kette	792	66	22	4	1	0,1	0,0125
1 Achtelmeile	1980	660	220	40	10	1	0,125
1 Landmeile	63 360	5 280	1 760	320	80	8	1

01.00. Physikalisch-technische Grundlagen
01.02. Umrechnungen

01.02.

01.02.

01.00. Physikalisch-technische Grundlagen
01.02. Umrechnungen

Tabelle 01.02./9: Alte deutsche Längenmaße

Meile		Lachter	
Sachsen	9,062 km A ¹⁾	Freiberg	1,987 m Han
Sachsen Postmeile	7,500 km H ²⁾	Freiberg	1,924 m A
Deutsche Landmeile (1868)	7,500 km H A	Freiberg	1,962 m Schmidt
Sowjetunion Wersa	1,067 km A	Clausthal	1,927 m Han
Baden	8,889 km A	Eisleben	2,014 m Han
Frankreich	3,900 km A	Bayern	1,970 m A
		Sachsen alt	1,982 m A
		Sachsen neu	2,000 m A
Fuß		Oberhartz	1,920 m A
Dresden	0,283 m H Han ³⁾	Preußen	2,092 m A
Altenburg	0,281 m A	Rheinland	2,092 m A
Coburg	0,304 m H A		
Preußen	0,314 m H A	Rute	
Rheinland	0,314 m H A Han	Sachsen Feldmesser-	
Bayern	0,292 m H A Han	Rute	4,295 m H A
		Sachsen Straßen-Rute	4,531 m A
Elle		Preußen	3,766 m H A
Dresden	0,566 m Han H	Rheinland	3,773 m Han
Freiberg	0,567 m Han H		
Freiberg	0,573 m Schmidt ⁴⁾	Zoll	
Leipzig	0,566 m Han H	Sachsen	23,6 mm H A
Bayern	0,833 m H A	Bayern	24,3 mm H A
Nürnberg	0,661 m Han	England	25,4 mm H A
Augsburg	0,610 m Han	Preußen	26,15 mm H A
Berlin	0,668 m Han H	Pariser Linie	2,26 mm

Tabelle 01.02./10: Umrechnung metrische - anglo-amerikanische Längenmaße (ICID, 1971)

(iv) Längenmaße - Umrechnung der metrischen in anglo-amerikanische Maße				
Einheit	Zoll	Fuß	Yard	Landmeile
1 Nanostrom	3,937 · 10 ⁻⁹			
1 Mikromikron	39,37 · 10 ⁻⁹			
1 Mikrometer	39,37 · 10 ⁻⁶			
1 Millimeter	0,039370			
1 Zentimeter	0,39370			
1 Dezimeter	3,9370			
1 Meter	39,370	0,32808		
1 Dekameter		3,2808	1,09361	
1 Hektometer		32,808	10,9361	
1 Kilometer		328,08	109,361	
1 Kilometer		3280,8	1093,61	0,62137
1 Myriameter				6,2137
1 Megameter				621,37
1 Seemeile		6076,1	2025,37	1,1508

(v) Längenmaße - Umrechnung der angloamerikanischen in metrische Maße				
Einheit	Millimeter	Zentimeter	Metre	Kilometer
1 Zoll	25,40	2,540	0,02540	
1 Fuß	304,80	30,480	0,30480	
1 Yard		91,440	0,91440	
1 Rute		502,82	5,0282	
1 Kette		2011,68	20,1168	
1 Achtelmeile			201,168	
1 Landmeile			1609,3	1,6093

01.00. Physikalisch-technische Grundlagen
01.02. Umrechnungen

01.02.

Tabelle 01.02./11: Metrische und anglo-amerikanische Flächenmaße (ICID, 1971)

(i) Metrisches System

Einheit	Quadrat- millimeter	Quadrat- zentimeter	Quadrat- dezimeter	Quadrat- meter	Ar	Hektar	Quadrat- kilometer
1 Quadratmillimeter (mm ²)	1	0,01	0,001	10 ⁻⁶	10 ⁻⁸	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹²
1 Quadratzentimeter (cm ²)	100	1	0,01	0,0001	10 ⁻⁶	10 ⁻⁸	10 ⁻¹⁰
1 Quadratdezimeter (dm ²)	10 000	100	1	0,01	0,0001	10 ⁻⁶	10 ⁻⁸
1 Quadratmeter (m ²)	10 ⁶	10 000	100	1	0,01	0,0001	10 ⁻⁶
1 Ar (a)	10 ⁸	10 ⁶	10 000	100	1	0,01	0,0001
1 Hektar (ha)	10 ¹⁰	10 ⁸	10 ⁶	10 000	100	1	0,01
1 Quadratkilometer (km ²)	10 ¹²	10 ¹⁰	10 ⁸	10 ⁶	10 000	100	1

(ii) Umrechnung der metrischen in anglo-amerikanische Flächenmaße

Einheit	Quadratfuß	Quadratfuß	Quadratyard	Acre	Quadratmeile
1 Quadratmillimeter	0,00155				
1 Quadratzentimeter	0,155				
1 Quadratdezimeter	15,500	0,107639			
1 Quadratmeter	1550	10,7639			
1 Ar	155 000	1076,39	1,1960	2,471 10	3,861 · 10 ⁻⁷
1 Hektar		107 639	119,60	0,92471	3,861 · 10 ⁻⁵
1 Quadratkilometer		10 763 900	11 960 000	2,471	0,003861
				247,1	0,3861

01.02.

01.00. Physikalisch-technische Grundlagen
01.02. Umrechnungen

Tabelle 01.02./12: Raummaße (ICID, 1971)

(i) Metrisches System							
Einheit	Kubik- millimeter	Kubik- zentimeter	Kubik- dezimeter	Kubik- meter	Kubik- dekameter	Kubik- hektometer	Kubik- kilometer
1 Kubikmillimeter (mm ³)	1	0,001	10 ⁻⁶	10 ⁻⁹	10 ⁻¹²	10 ⁻¹⁵	10 ⁻¹⁸
1 Kubikzentimeter (cm ³)	1000	1	0,001	10 ⁻⁶	10 ⁻⁹	10 ⁻¹²	10 ⁻¹⁵
1 Kubikdezimeter (dm ³)	10 ⁶	1000	1	0,001	10 ⁻⁶	10 ⁻⁹	10 ⁻¹²
1 Kubikmeter (m ³)	10 ⁹	10 ⁶	1000	1	0,001	10 ⁻⁶	10 ⁻⁹
1 Kubikdekameter (dam ³)	10 ¹²	10 ⁹	10 ⁶	1000	1	0,001	10 ⁻⁶
1 Kubikhektometer (hm ³)	10 ¹⁵	10 ¹²	10 ⁹	10 ⁶	1000	1	0,001
1 Kubikkilometer (km ³)	10 ¹⁸	10 ¹⁵	10 ¹²	10 ⁹	10 ⁶	1000	1

(ii) Umrechnung metrischer Raummaße in Hohlmaße			
Einheit	Milliliter	Liter	Kiloliter
1 Kubikmillimeter	10 ⁻³	10 ⁻⁶	10 ⁻⁹
1 Kubikzentimeter	1	10 ⁻³	10 ⁻⁶
1 Kubikdezimeter	10 ³	1	10 ⁻³
1 Kubikmeter	10 ⁶	10 ³	1
1 Kubikkilometer	10 ⁹	10 ⁶	10 ³

(vi) Umrechnung anglo-amerikanischer in metrische Raummaße			
Einheit	Kubikzentimeter	Kubikdezimeter	Kubikmeter
1 Kubikzoll	16,3871		
1 Kubikfuß		28,3168	0,0283168
1 Kubikyard			0,76455
1 Acre - Fuß			1233,48

Tabelle 01.02./13: Hohlmaße (ICID, 1971)

Metrisches System
(i) Metrische Einheiten

Einheit	Milliliter	Zentiliter	Deziliter	Liter	Dekaliter	Hektoliter	Kiloliter
1 Milliliter (ml)	1	0,1	0,01	0,001	0,0001	0,00001	0,000001
1 Zentiliter (zl)	10	1	0,1	0,01	0,001	0,0001	0,00001
1 Deziliter dl	100	10	1	0,1	0,01	0,001	0,0001
1 Liter (l)	1 000	100	10	1	0,1	0,01	0,001
1 Dekaliter (dal)	10 000	1 000	100	10	1	0,1	0,01
1 Hektoliter (hl)	100 000	10 000	1 000	100	10	1	0,1
1 Kiloliter (kl)	1 000 000	100 000	10 000	1 000	100	10	1

(ii) Umrechnung metrischer in anglo-amerikanische Hohlmaße

Einheit	Hohlmaße		
	Britische Maße	U.S. Flüssigmaß	U.S. Trockenmaß
1 Milliliter			
1 Zentiliter			
1 Deziliter			
1 Liter	0,8799 Quart	1,05671 Quart	0,9084 Quart
1 Dekaliter	2,200 Gallonen = 8,799 Quart	10,5671 Quart	9,081 Quart
1 Hektoliter	22 Gallonen = 2,75 Scheffel	26,42068 Gallonen	2,831 Scheffel
1 Kiloliter	220 Gallonen = 27,5 Scheffel	264,178 Gallonen	28,3818 Scheffel

01.00. Physikalisch-technische Grundlagen
01.02. Umrechnungen

01.02.

Tabelle 01.02./14: Geschwindigkeiten (ICID, 1971)

J - (i) Lineargeschwindigkeit						
Einheit	Meter pro Sekunde	Kilometer pro Stunde	Fuß pro Sekunde	Meilen pro Stunde	Engische Knoten	Internationale Knoten
1 Meter pro Sekunde (m/s)	1	3,6	3,28084	2,23694	1,94261	1,94384
1 Kilometer pro Stunde km/h	0,277778	1	0,911344	0,621371	0,539613	0,539957
1 Fuß pro Sekunde	0,3048	1,09728	1	0,681818	0,592106	0,592484
1 Meile pro Stunde	0,44704	1,609344	1,46667	1	0,868423	0,868976
1 Englischer Knoten	0,514772	1,85318	1,68889	1,15151	1	1,00064
1 Internationaler Knoten	0,514444	1,852	1,68781	1,15078	0,999363	1

(ii) Rotationsgeschwindigkeit					
Einheit	Radian pro Sekunde	Radian pro Minute	Umdrehungen pro Sekunde	Umdrehungen pro Minute	Grad pro Sekunde
1 Radian pro Sekunde (rad/s)	1	60	0,159155	9,54930	57,2958
1 Radian pro Minute (rad/min)	0,01666	1	0,00265258	0,159155	0,954930
1 Umdrehung pro Sekunde (U/s)	6,28319	376,991	1	60	360
1 Umdrehung pro Minute (U/min)	0,104720	6,28319	0,0165687	1	6
1 Grad pro Sekunde (°/s)	0,0174533	1,04720	0,00277778	0,166667	1

Tabelle 01.02./15: Abfluß (ICID, 1971)

Liter pro Sekunde l/s	Kubikmeter pro Sekunde m ³ /s	Kubikfuß pro Sekunde cusec	Acre-Fuß pro Tag	Gallonen pro Stunde	Millionen Gallonen pro Tag
1	0,001	0,0353157		791,913	0,019
1000	1	35,3157	70,045	792180	19,0059
28,317	0,0283	1	1,9835	22 423,8	0,53844
14,276	0,014276	0,50417	1	11 305	0,271327
0,0012				1	24 · 10 ⁻⁶
52,60		1,857	3,483	41666,6	1

01.02.

01.00. Physikalisch-technische Grundlagen
01.02. Umrechnungen

Tabelle 01.02./16: Atmosphärendruck p'_0 und ihm entsprechende
Wasserdruckhöhe h'_{D_0} in Abhängigkeit von der
Höhe H_M über dem Meeresspiegel
(PREISSLER/BOLLRICH, 1980)

H_M	p'_0	$\min p'_0$	$h'_{D_0} = \frac{p'_0}{\rho \cdot g}$	$\min h'_{D_0} = \frac{\min p'_0}{\rho \cdot g}$
m über NN	mbar	mbar	m	m
0	1013	880	10,33	8,97
200	988	855	10,08	8,72
400	964	831	9,83	8,47
600	940	807	9,58	8,23
800	917	784	9,34	8,00
1000	894	762	9,11	7,77
1200	872	741	8,89	7,55
1400	851	720	8,67	7,33
1600	830	699	8,46	7,13
1800	809	679	8,25	6,92
2000	789	660	8,04	6,73
3000	697	572	7,10	5,83
4000	615	495	6,27	5,05
5000	543	429	5,53	4,37
10000	291	209	2,96	2,13
20000	83	50	0,85	0,51

Tabelle 01.02./17: Umrechnungsfaktoren für Filtrationskoeffizient (k) und Permeabilität (K) (LANGGUTH/VOIGT, 1980)

Größe x	Zeichen	Faktor zur Umrechnung der Größe x in				
		$m s^{-1}$	$cm s^{-1}$	$l s^{-1} m^{-2}$	$ft s^{-1}$	U.S. gal/ day-sq ft
1 Meter durch Sekunde	$m s^{-1}$	1	10^2	10^3	3,28	$2,1205 \cdot 10^6$
1 Zentimeter durch Sekunde	$cm s^{-1}$	10^{-2}	1	10	$3,28 \cdot 10^{-2}$	$2,1205 \cdot 10^4$
1 Liter durch Sekunde durch Quadratmeter	$l s^{-1} m^{-2}$	10^{-3}	10^{-1}	1	$3,28 \cdot 10^{-3}$	$2,1205 \cdot 10^3$
1 Fuß durch Sekunde	$ft s^{-1}$	$3,05 \cdot 10^{-1}$	$3,05 \cdot 10^1$	$3,05 \cdot 10^2$	1	$6,4633 \cdot 10^5$
1 U.S. gallon per day and square foot	U.S. gal/ day-sq ft	$4,716 \cdot 10^{-7}$	$4,716 \cdot 10^{-5}$	$4,716 \cdot 10^{-4}$	$2,5472 \cdot 10^{-6}$	1

Größe x	Zeichen	Faktor zur Umrechnung der Größe x in			
		m^2	$cm^2 = perm$	darcy	ft^2
1 Quadratmeter	m^2	1	10^4	$1,013 \cdot 10^{12}$	$1,07 \cdot 10^1$
1 Quadratzentimeter = 1 perm	cm^2	10^{-4}	1	$1,01 \cdot 10^8$	$1,07 \cdot 10^{-3}$
1 darcy	darcy	$9,87 \cdot 10^{-13}$	$9,87 \cdot 10^{-9}$	1	$1,06 \cdot 10^{-11}$
1 Quadratfuß	ft^2	$9,29 \cdot 10^{-2}$	$9,29 \cdot 10^2$	$9,43 \cdot 10^{10}$	1

Tabelle 01.02./18: Umrechnungsfaktoren für Transmissibilität (T)
 (LANGGUTH/VOIGT, 1980)

Größe x	Zeichen	Faktor zur Umrechnung der Größe x in				
		$m^2 s^{-1}$	$cm^2 s^{-1}$	$l s^{-1} m^{-1}$	$ft^2 s^{-1}$	U.S. gal/ day-ft
1 Quadratmeter durch Sekunde	$m^2 s^{-1}$	1	10^4	10^3	$1,07 \cdot 10^1$	$6,9576 \cdot 10^6$
1 Quadratzen- timeter durch Sekunde	$cm^2 s^{-1}$	10^{-4}	1	10^{-1}	$1,07 \cdot 10^{-3}$	$6,9576 \cdot 10^2$
1 Liter durch Sekunde und Meter	$l s^{-1} m^{-1}$	10^{-3}	10	1	$1,07 \cdot 10^{-2}$	$6,9576 \cdot 10^3$
1 Quadratfuß durch Sekunde	$ft^2 s^{-1}$	$9,29 \cdot 10^{-2}$	$9,29 \cdot 10^2$	$9,29 \cdot 10^1$	1	$6,4599 \cdot 10^5$
1 U.S. gallon per day and foot	U.S. gal/ day-ft	$1,437 \cdot 10^{-7}$	$1,437 \cdot 10^{-3}$	$1,437 \cdot 10^{-4}$	$1,548 \cdot 10^{-6}$	1

01.02.

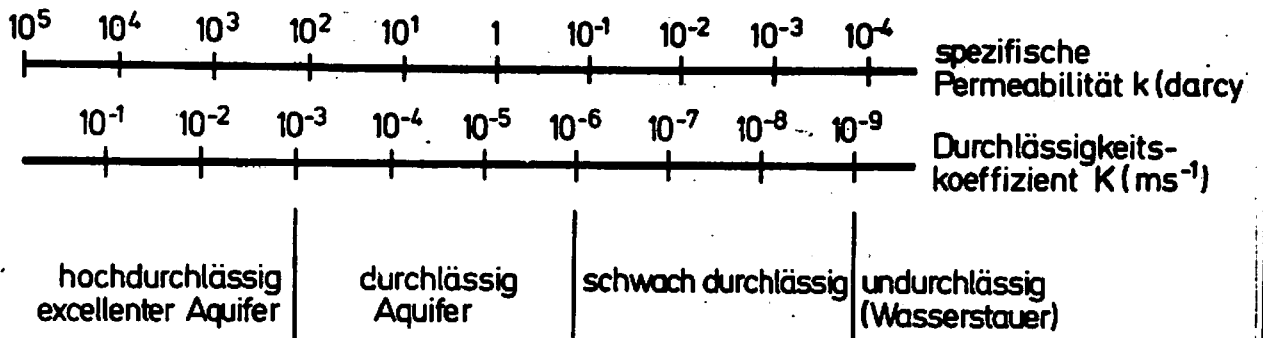
01.00. Physikalisch-technische Grundlagen
 01.02. Umrechnungen

01.00. Physikalisch-technische Grundlagen
01.02. Umrechnungen

01,02.

Tabelle 01.02./19: Zusammenhang zwischen Filtrationskoeffizient und Permeabilität (LANGGUTH/VOIGT, 1980)

Für Grundwasser mit Temperaturen zwischen 10°C und 20°C kann man k (in darcy) und K (in m s^{-1}) durch die in Abb. 2-8 wiedergegebene lineare Beziehung verknüpfen. Die erläuternden Angaben wurden in Anlehnung an TODD (1959) gemacht.



01.03.

01.00. Physikalisch-technische Grundlagen
01.03. Vorsätze und Abkürzungen

Tabelle 01.03./1: Vorsätze

Vorsatz	Vorsatz- zeichen	Faktor, mit dem die Einheit multipliziert wird
Exa	E	10^{18}
Peta	P	10^{15}
Tera	T	10^{12}
Giga	G	10^9
Mega	M	10^6
Kilo	k	10^3
Hekto	h	10^2
Deka	da	10
Dezi	d	10^{-1}
Zenti	c	10^{-2}
Milli	m	10^{-3}
Mikro	μ	10^{-6}
Nano	n	10^{-9}
Piko	p	10^{-12}
Femto	f	10^{-15}
Atto	a	10^{-18}

Beispiel:

Megapascal, Kilonewton, Mikrogramm

Bei einigen Einheiten dürfen keine Vorsätze benutzt werden.

Beispiel:

Nicht angewendet werden dürfen: Milligrad, Kilostunden,
Mikrominuten.

01.00. Physikalisch-technische Grundlagen
01.03. Vorsätze und Abkürzungen

01.03.

Tabelle 01.03./2: Unterschiede in der Anwendung des Dezimalzählensystems \cong 1 Milliarde

	DDR-BRD-England	UdSSR-Amerika-Frankreich
10^6	Million	Million
10^9	Milliarde	Billion (russ. Milliarde)
10^{12}	Billion	Trillion
10^{15}	Billiarde	Quadrillion
10^{18}	Trillion	Quintillion